

Atlas de Riesgos Naturales para el Municipio de San Juan Quiotepec, Oaxaca. 2011



23 de diciembre de 2011
Entrega Final

Datos del Proyecto:
Número de obra: 120214PP061771

Hugo Benito Pérez Reyes
Leandro Valle 215, Col. Centro, Oaxaca, Oax

(951) 51 47547

ÍNDICE

CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Objetivo	3
1.4. Alcances	3
1.5. Metodología General	3
1.6. Contenido del Atlas de Riesgo	5
CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio.....	6
2.1. Determinación de la Zona de Estudio	6
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural	9
3.1. <i>Fisiografía</i>	9
3.2. Geología	10
3.3. Geomorfología	12
3.4. Edafología.....	13
3.5. Hidrología	15
3.6. Climatología.....	17
3.7. Uso de suelo y vegetación	18
3.8. Áreas naturales protegidas	20
3.9. Problemática ambiental.....	21
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos	22
4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.	22
4.2. Características sociales	27
4.3. Principales actividades económicas en la zona	31
4.4. Características de la Población Económicamente Activa	33
4.5. Estructura urbana	34
CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural	36
5.1. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico	36

5.1.1.	<i>Fallas y fracturas</i>	37
5.1.2.	<i>Sismos</i>	38
5.1.3.	<i>Tsunamis o maremotos</i>	40
5.1.4.	<i>Vulcanismo</i>	41
5.1.5.	<i>Hundimientos</i>	41
5.1.6.	<i>Deslizamientos</i>	42
5.1.7.	<i>Derrumbes</i>	45
5.1.8.	<i>Flujos</i>	47
5.1.9.	<i>Erosión</i>	49
5.2.	Análisis de los Peligros Geológicos a nivel de localidad	51
5.2.1.	<i>Fallas y fracturas</i>	51
5.2.2.	<i>Sismos</i>	52
5.2.3.	<i>Hundimientos</i>	54
5.2.4.	<i>Remoción en masa</i>	55
5.3.	Peligros ante fenómenos de origen Hidrometeorológico	61
5.3.1.	<i>Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)</i>	62
5.3.2.	<i>Tormentas eléctricas</i>	64
5.3.3.	<i>Sequías</i>	65
5.3.4.	<i>Temperaturas máximas extremas</i>	67
5.3.5.	<i>Inundaciones</i>	69
5.4.	Vulnerabilidad y Riesgos ante fenómenos de origen Geológicos	87
5.4.1.	<i>Peligros geológicos del Municipio de San Juan Quiotepec</i>	87
5.4.2.	<i>Vulnerabilidad estructural y riesgo</i>	89
5.5.	Vulnerabilidad y Riesgos ante fenómenos de origen Hidrometeorológico	93
5.5.1.	<i>Vulnerabilidad ante fenómenos Hidrometeorológicos</i>	93
5.5.2.	<i>Riesgos ante fenómenos Hidrometeorológicos</i>	101

CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción

1.1. Introducción

Los desastres naturales se convierten cada vez más en problemas críticos para el desarrollo económico y social, diferentes investigaciones muestran impactantes retrocesos en los países latinoamericanos tras experimentar catástrofes (Maskrey 1997:5).

Actualmente los efectos de los fenómenos naturales en México han evidenciado una clara desvinculación entre la apropiación, el territorio y las características geográficas que determinan las zonas aptas para los asentamientos humanos. Las pérdidas económicas derivadas de los desastres, pueden frenar el desarrollo de las comunidades de una manera drástica, en ocasiones las inversiones públicas –infraestructuras y equipamientos- y el patrimonio social acumulado por décadas se pierden tras el impacto de estos hechos.

Para evitar dichas pérdidas es necesario desarrollar estudios científicos sobre las características físicas del territorio, que den a las autoridades municipales y a la población en general elementos para disminuir el impacto de los fenómenos naturales y sean base para guiar la expansión de los asentamientos humanos hacia zonas aptas.

A través de este documento el Municipio de San Juan Quiotepec contará con un diagnóstico detallado de las características físicas de su territorio como: geología, geomorfología, edafología, hidrología, vegetación y a su vez, identificará detalladamente la información geográfica de los riesgos hidrometeorológicos y geológicos; delimitará las zonas expuestas a peligro y definirá las características de la población con sus viviendas ubicadas en dichas áreas.

Este instrumento brindará a las autoridades municipales el insumo básico para diseñar y definir las estrategias y proyectos pertinentes en el territorio ante posibles contingencias; también coadyuvará a la planeación, elaboración e implementación de acciones dirigidas a reducir la vulnerabilidad de la población frente a amenazas de diversos orígenes y a mejorar la calidad de vida en zonas específicas del municipio, permitiendo identificar a la población en condición de riesgo.

La elaboración de este documento contempla los términos de referencia establecidos por SEDESOL dentro del documento “Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgo y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo”; además de incluir la metodología y sistematización empleada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

El apego a las terminologías antes mencionadas, asegura que el desarrollo del Atlas de Riesgos Naturales para el Municipio de San Juan Quiotepec, cuente con las herramientas necesarias para el diagnóstico, ponderación y detección precisa de riesgos, peligros y/o vulnerabilidad, así como, la sistematización y geo-referenciación de los resultados.

1.2. Antecedentes

El Municipio de San Juan Quiotepec, se ubica en la zona norte del Estado de Oaxaca, cuenta con una superficie de 325.34 km², debido a su ubicación y a su poca accesibilidad, es un municipio eminentemente rural, su población asciende a 2,313 habitantes, distribuidos en ocho localidades, siendo la cabecera municipal la que concentra la mayor población con 1,338 habitantes.

Las características socioeconómicas de su población muestran altos niveles de pobreza, de acuerdo con el índice de marginación del Consejo Nacional de Población, el 53.3% de la población no tiene estudios de primaria, más del 65% de la población cuenta con viviendas de piso de tierra, y casi el 90% de la población tiene un ingreso menor a dos salarios mínimos.

Lo anterior muestra condiciones sociales y económicas bajas, que al relacionarlas con las amenazas naturales presentes en el municipio, es evidente que la población de San Juan Quiotepec presenta mayores niveles de vulnerabilidad ante los efectos de los fenómenos naturales.

Su topografía muestra una diversidad paisajística importante, las zonas más bajas del municipio se ubican a una altura de 800 msnm mientras que las zonas más altas alcanzan hasta 2,760 msnm. La población de San Juan Quiotepec se encuentra asentada en las partes altas de la sierra, en zonas proclives a deslizamientos. De acuerdo con las bases de datos de las Declaratorias de Emergencias y Desastres del Sistema Nacional de Protección Civil, el municipio ha sufrido 10 eventos de emergencia o desastre entre 2000 y 2010, principalmente provocados por deslizamientos desencadenados por precipitaciones pluviales.

En agosto de 2005 se presentaron precipitaciones pluviales extremas que provocaron afectaciones en la zona, para septiembre de este mismo año las lluvias del Huracán Stan provocaron más daños, en septiembre de 2010 se identificaron desastres principalmente provocados por deslizamientos en las localidades de Santa María Totomoxtlá y Mii Coho Cúi. Lo anterior, muestra lo apremiante que resulta realizar un análisis adecuado de los niveles de peligro y riesgo para poder realizar acciones que disminuyan la vulnerabilidad de la población ante estos fenómenos.

Según el Documento Especial de Riesgos Hidrometeorológicos del Centro de Información Estadística y Documental para el Desarrollo (CIEDD) del gobierno del Estado de Oaxaca, el área de estudio presenta una alta vulnerabilidad ante los efectos provocados por las lluvias extremas y un nivel de peligro medio ante los deslizamientos. Cabe señalar, que en el municipio no se han identificado estudios anteriores relacionados con el análisis de los fenómenos naturales, actualmente se está elaborando el atlas de riesgos geológicos para el estado de Oaxaca.

En el Estado de Oaxaca, las aportaciones en el tema surgen principalmente de la reacción, es decir, ante la necesidad de organización en la atención de desastres, sin embargo, a nivel mundial, los gobiernos están trabajando para avanzar hacia la prevención y disminuir el impacto de los fenómenos naturales, el primer paso para ello es la elaboración de documentos como el presente Atlas de Riesgos Naturales.

1.3. Objetivo

Elaborar el Atlas de Riesgos a escala municipal para San Juan Quiotepec, a fin de contar con una herramienta de análisis que sirva de base para la adopción de estrategias de prevención de desastres y reducción de riesgos.

Este objetivo se logrará a través del análisis de información científica y técnica disponible en los centros e institutos de investigación y en las dependencias locales; levantamiento en campo y la utilización de técnicas geomáticas, de percepción remota y modelos tridimensionales para su identificación, se realizará la delimitación de las zonas de peligros hidrometeorológicos y geológicos presentes en el municipio, así como, las mediciones necesarias para estimar y definir los niveles de vulnerabilidad y riesgos.

1.4. Alcances

Los alcances del Atlas de Riesgos de San Juan Quiotepec, serán acotados por completo con las Bases para la Estandarización de Atlas de Riesgos establecidas por SEDESOL. Esta información es un insumo que permite identificar la población en condición de vulnerabilidad, con ello las autoridades correspondientes podrán realizar acciones preventivas y obras de mitigación del riesgo.

Este documento dará elementos técnicos para que las autoridades locales tomen decisiones adecuadas en el manejo de su territorio, guiando los asentamientos humanos hacia zonas aptas y establece acciones que deben ser realizadas para la disminución de peligros para la población.

El Atlas de Riesgos contará con información geo-referenciada de tipo raster y vectorial para lograr una modelación detallada de los agentes perturbadores de origen natural que inciden en el área de estudio.

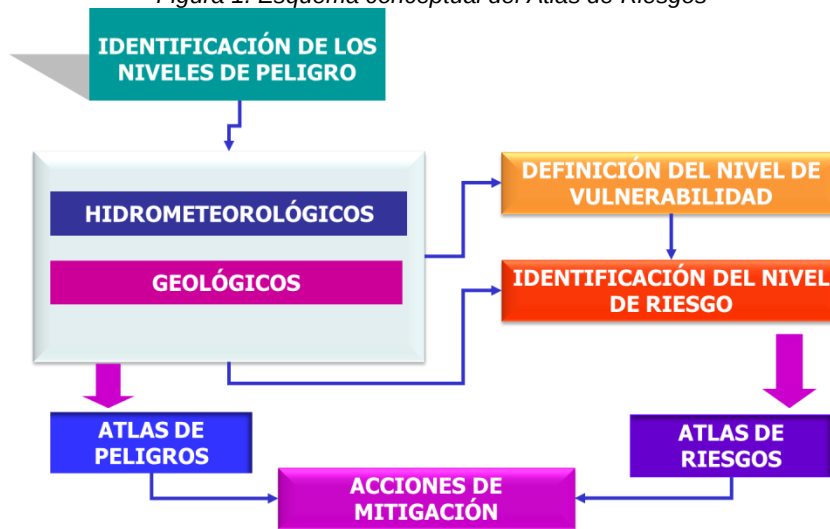
1.5. Metodología General

El marco teórico de referencia para la elaboración de este Atlas de Riesgos Naturales, se basa en la clasificación de los fenómenos por su origen considerando como naturales a los hidrometeorológicos y geológicos, tal como lo señala el Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED, a su vez, se apega a las últimas aportaciones en el tema de diversos investigadores que consideran como punto crucial para entender por qué ocurren los desastres lo siguiente: *“...no son sólo los eventos naturales los que los causan, también son el producto del medio ambiente social, político y económico (diferente del medio ambiente natural) debido a la forma en que estructura la vida de diferentes grupos de personas”* (BLAIKIE, P y otros, 1996: 9-10).

Para prevenir los desastres, es importante conocer los procesos de apropiación del territorio, el presente instrumento dará elementos a las autoridades locales para evitar que se continúe incrementando el riesgo de la población de San Juan Quiotepec, tal como lo menciona Lavell: *“...hay que entender a los desastres a través de la interacción continua entre las condiciones sociales y las condiciones naturales, ya que a partir de los procesos de apropiación, destrucción y transformación de la naturaleza que el hombre ha llevado a cabo, se construyen las condiciones sociales de riesgo, de las que el desastre es un momento que implica una transformación y una nueva construcción de riesgo en el espacio colectivo”* (LAVELL, A 2004: 37).

El análisis realizado en este instrumento considera el diagnóstico de las características físicas del territorio, las vincula en aquellas zonas que se identifiquen con algún nivel de peligro, que estén habitadas y sus características socioeconómicas.

Figura 1. Esquema conceptual del Atlas de Riesgos



Fuente: SEDESOL. Metodología de los Atlas de Riesgos.

Como primer paso en la metodología, se compiló y se analizó el contenido de la documentación hemerográfica, técnica y científica disponible en relación a la incidencia previa de contingencias en el municipio, encontrando lo siguiente:

- Detección de información útil para la identificación de peligros en el municipio que se encuentre incluida en estudios, diagnósticos y mapas de riesgo ya existentes.
- Identificación primaria de los peligros naturales existentes (geológicos e hidrometeorológicos), así como sus orígenes y componentes.
- Reconocimiento e identificación en campo de los niveles de peligro a través de sistemas de geoposicionamiento global.

Una vez delimitadas las zonas de peligro, se realiza una estimación del nivel de vulnerabilidad de la población ante cada una de las amenazas con dos elementos primordiales:

- Se considera como elemento base de análisis los aspectos socioeconómicos de las familias y la calidad de los materiales de la vivienda.
- Obtenida la vulnerabilidad y el nivel de peligro, se realiza la estimación del riesgo para generar clasificación por zona.

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

1.6. Contenido del Atlas de Riesgo

El contenido del presente documento se basa en el capitulado que se establece en las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos de la SEDESOL y se menciona en la siguiente tabla:

Tabla 1. Contenido general del Atlas de Riesgos del Municipio de San Juan Quiotepec	
CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción	CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural
Introducción	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico
Antecedentes	Fallas y Fracturas
Objetivo	Sismos
Alcances	Tsunamis o maremotos
Metodología General	Vulcanismo
Contenido del Atlas de Riesgo	Deslizamientos
	Derrumbes
CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio	Flujos
Determinación de la Zona de Estudio	Hundimientos
	Erosión
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico
Fisiografía	Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)
Geología	Tormentas eléctricas
Geomorfología	Sequías
Edafología	Temperaturas máximas extremas
Hidrología	Vientos Fuertes
Climatología	Inundaciones
Uso de suelo y vegetación	Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)
Áreas naturales protegidas	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante otros fenómenos (En caso de contar con esta información)
Problemática ambiental	CAPÍTULO VI. Anexo *
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos	Glosario de Términos
Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.	Bibliografía
Características sociales	Cartografía empleada (índice y breve descripción de los mapas contenidos)
Principales actividades económicas en la zona	Metadatos
Características de la población económicamente activa	Fichas de campo
Estructura urbana	Memoria fotográfica (con descripción y ubicación de cada imagen)

CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio

Dentro de este apartado se describirán los niveles de análisis óptimos para la determinación adecuada de las áreas de peligros y riesgos. La escala geográfica de análisis es importante para determinar con precisión las características físicas del territorio y su vinculación con los factores que determinan el riesgo, por ello, a continuación se describirán los elementos que determinaron los niveles de análisis.

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

2.1. Determinación de la Zona de Estudio

Este Atlas de Riesgos Naturales abarca el territorio del Municipio de San Juan Quiotepec, localizado en el Estado de Oaxaca, en el sureste de México, entre las coordenadas 17°36' de latitud norte y 96°35' de longitud oeste, a una altitud de 1,920 metros sobre el nivel del mar. Colinda con los municipios de San Pedro Sochiapam y San Juan Tepeuxila al norte; San Felipe Usilas y San Pedro Yolox al oriente; con San Pablo Macuilianguis y Abejones al sur y al poniente con San Juan Bautista Atlatlauca.

Tiene una superficie territorial de 325.34 km², su población se concentra en la cabecera municipal, donde radican más del 57.8% de sus habitantes y el resto se ubica en las siguientes ocho localidades: San Juan Tepeuxila, Maninaltepec, Santa María Nieves, Santa María Totomoxtila, Eh Fũu, Mii Coho Cũi, Santiago Cuasimulco y el Barrio de San Antonio.

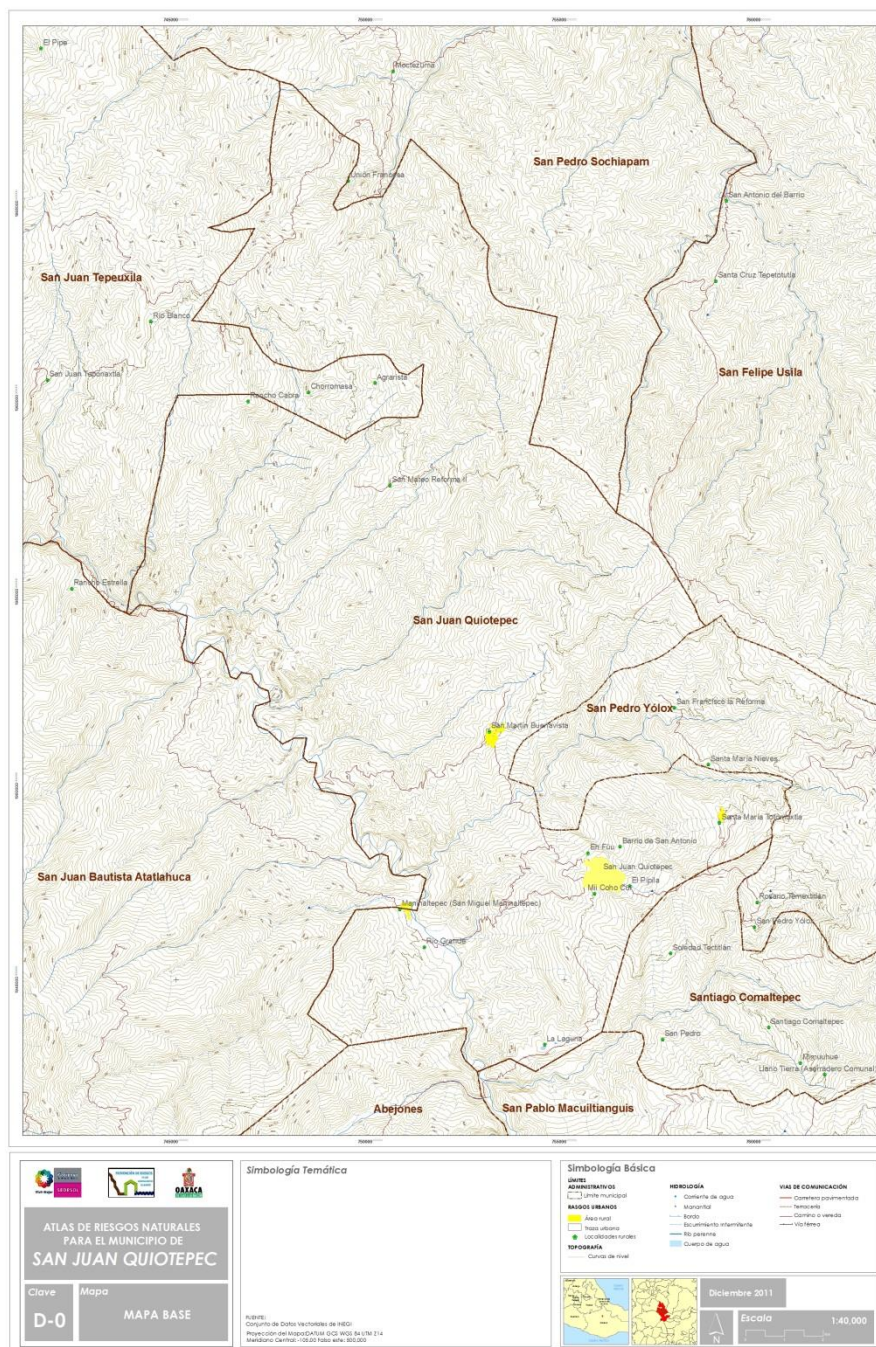
Figura 2. Mapa de ubicación del Municipio de San Juan Quiotepec



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI

El Municipio de San Juan Quiotepec, por sus características geográficas, forma y extensión territorial, puede ser analizado integralmente en escalas no mayores a 1:40,000 para representaciones cartográficas impresas en 90cm por 60cm. Por ello, la primera aproximación al análisis de los peligros del municipio, se representará en dicha escala, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3. Mapa base a nivel municipal escala 1:40,000

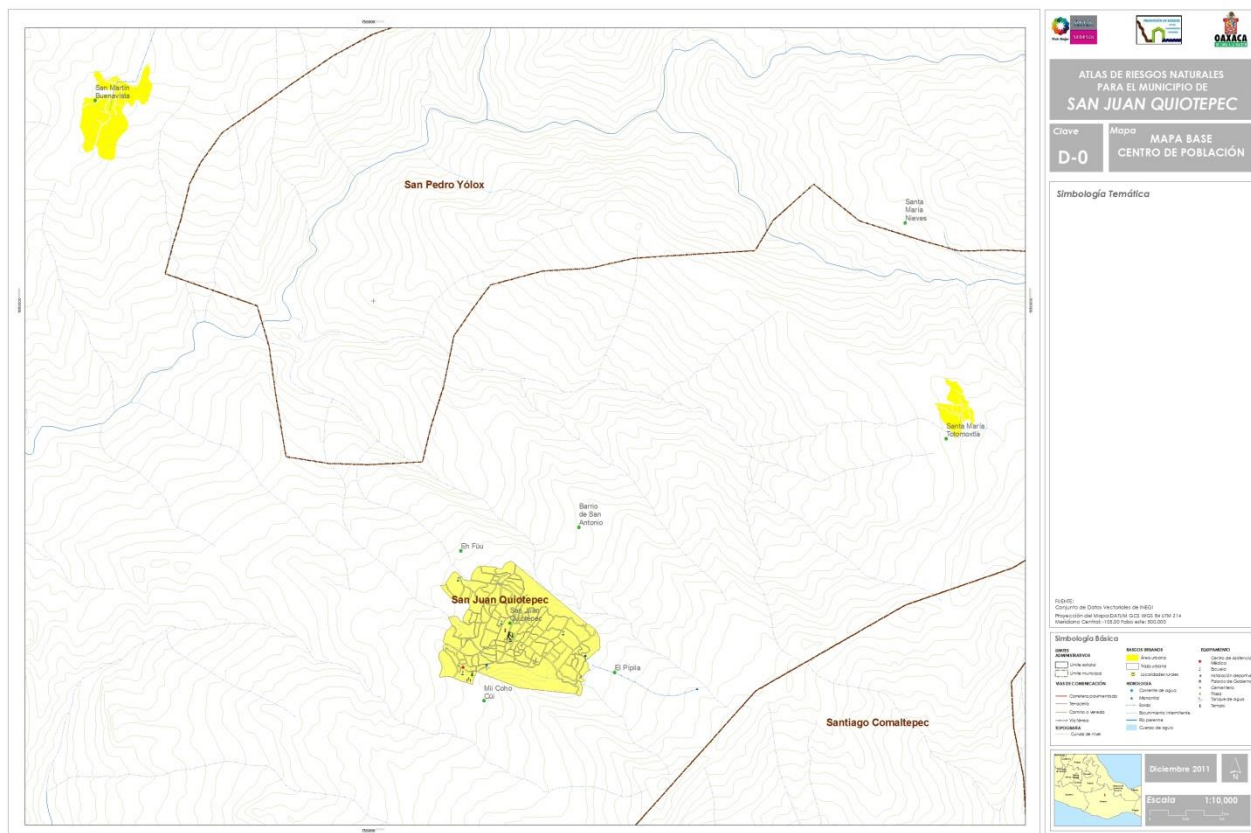


Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.

En las zonas donde se identifiquen niveles de peligro alto y muy alto, se realiza un análisis a escalas mayores, de tal manera que se orienta la zonificación de las áreas vulnerables y susceptibles a riesgos naturales. Por lo que a partir de la escala municipal se desarrolla otro nivel

de análisis para la visualización de los fenómenos desde un mayor detalle, que será expresado con mapas a nivel de centro de población, ocupando escalas de análisis menores a 1:10,000.

Figura 4. Mapa base manzanero (escala 1:10,000)



Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.

CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

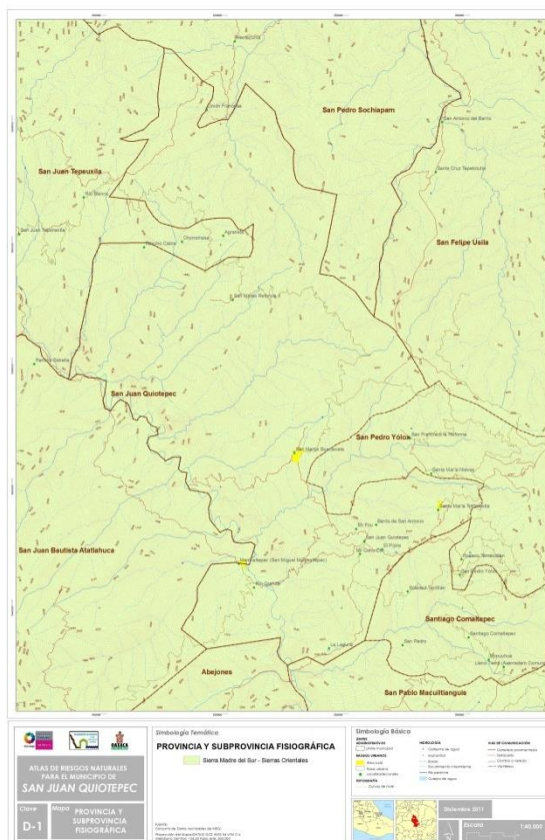
La caracterización del medio físico tiene por objetivo reconocer el entorno natural que se presenta en el Municipio de San Juan Quiotepec, Oaxaca. Para la elaboración de este tipo de documentos, es necesario identificar las características naturales prevalecientes en el municipio, con el fin de determinar cuales son los elementos que podrían alterar la vida cotidiana de la población.

3.1. Fisiografía

El Municipio de San Juan Quiotepec, se localiza en el extremo nororiental de la zona montañosa del norte de Oaxaca. Estas elevaciones corresponden a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, y se encuentra cerca a la parte sur de la Planicie Costera del Golfo de México en la subprovincia denominada Sierras Orientales (Fig. 5), conocida anteriormente como Sierra Altas de Oaxaca.

La Sierra Madre del Sur es un sistema montañoso que bordea al sur de México. Este sistema se dispone como una franja irregular que va desde Bahía de Banderas, en el Estado de Jalisco; hasta el Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca, con una longitud aproximada de 1100 km (Lugo, 1990). La Sierra Madre del Sur consta de materiales litológicos, con estructuras de edades y orígenes diversos. Su formación no ha sido del todo clarificada, ya que existen variadas propuestas que explican su origen. Casi todas implican la acreción de arcos islas en el Pacífico con respecto al continente producto de un margen activo de subducción.

Figura 5. Mapa de Fisiografía



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI.

El Municipio de San Juan Quiotepec, se localiza en un enclave montañoso delimitado por valles que han comenzado su profundización en zonas estructurales con una clara expresión tectónica. Las Sierras Orientales están constituidas por áreas montañosas en bloque de rocas metamórficas del Paleozoico, junto con rocas plegadas sedimentarias del Cretácico. La Sierra Madre del Sur es un sistema de bloques montañosos donde la tectónica ha deformado una gran gama de estructuras geológicas.

3.2. Geología

La Sierra Madre del Sur, muestra al norte, un mosaico de basamentos con características petrológicas, estratigráficas contrastantes y con afinidades tectónicas dispares, producto de un longevo proceso de subducción y acreción de material continental. La acreción de material ha dejado una especie de franjas de rocas petrológicamente coherentes dentro de un marco inusual. Es por este tipo de relaciones estratigráficas por lo que se ha propuesto el concepto de “terreno” a aquel cuerpo litológico homogéneo delimitado por rocas “exóticas” o diferentes a los modelos de petrológicos conocidos. En este sentido, en la región en donde se localiza el municipio, se reconocen el terreno Oaxaca.

El terreno del Estado de Oaxaca está formado por un basamento metamórfico y una cubierta sedimentaria clástica. El Complejo Juárez, representa el límite de la acreción de terrenos al margen pasivo del oriente del país. Su distribución va de Tehuacán al norte, hasta la región del Istmo de Tehuantepec al sur. Presenta unidades de areniscas, lutitas y calizas con un metamorfismo de bajo grado (Fig. 6).

El Complejo Metamórfico Sierra Juárez, presenta una cubierta sedimentaria mesozoica, que corresponde con la Formación Todos Santos. El Complejo Metamórfico Sierra de Juárez, está constituido por un conjunto de rocas metamórficas de bajo grado que afloran en la Sierra de Juárez. Está constituido de cuarcitas intercaladas con horizontes de esquistos en facies de esquistos verdes del Paleozoico (Carbonífero – Pérmico). La secuencia sedimentaria constituida por arenisca, limolita y sedimentos conglomeráticos, también presentan un leve metamorfismo. Al sur del complejo Sierra Juárez, en la cuenca de Oaxaca aflora la Formación Jaltepetongo conformada por una secuencia tipo flysch cuya parte basal está conformada por conglomerados, con fragmentos de gneises y esquistos, en su parte media por areniscas y lutitas, en su parte superior calizas arcillosas y margas, presenta un metamorfismo progresivo de oeste a este dando lugar a la denominada Secuencia Quiotepec, la cual consta de una secuencia metasedimentaria con niveles de metaandesitas y metacalizas (SGM, 2001).

[illegible]

El Complejo Sierra Juárez presenta estructuras que son el resultado de la deformación dúctil que representan dos eventos de deformación. La foliación S que se desarrolla por una deformación no - coaxial formando una serie de pliegues isoclinales con un rumbo NW - SE con echados al SW en forma muy constante. En la secuencia Quioteppec por el contrario solo se aprecia un apretado plegamiento isoclinal que desarrolló sólo una foliación penetrativa y que presenta una persistente dirección en los datos estructurales de NW-SE convergencia al NE. Esta deformación decrece sensiblemente hacia su parte suroccidental, y una vez pasando a la Formación Jaltepetongo esta

unidad presenta esquistosidad de fractura semiparalela a la foliación de la secuencia Quiotepec y continua disminuyendo hasta desaparecer hacia el SW, siendo una de las principales razones por las que se considera a la secuencia Quiotepec como parte de la Formación Jaltepetongo pero con desarrollo de metamorfismo de bajo grado (SGM, 2001).

3.3. Geomorfología

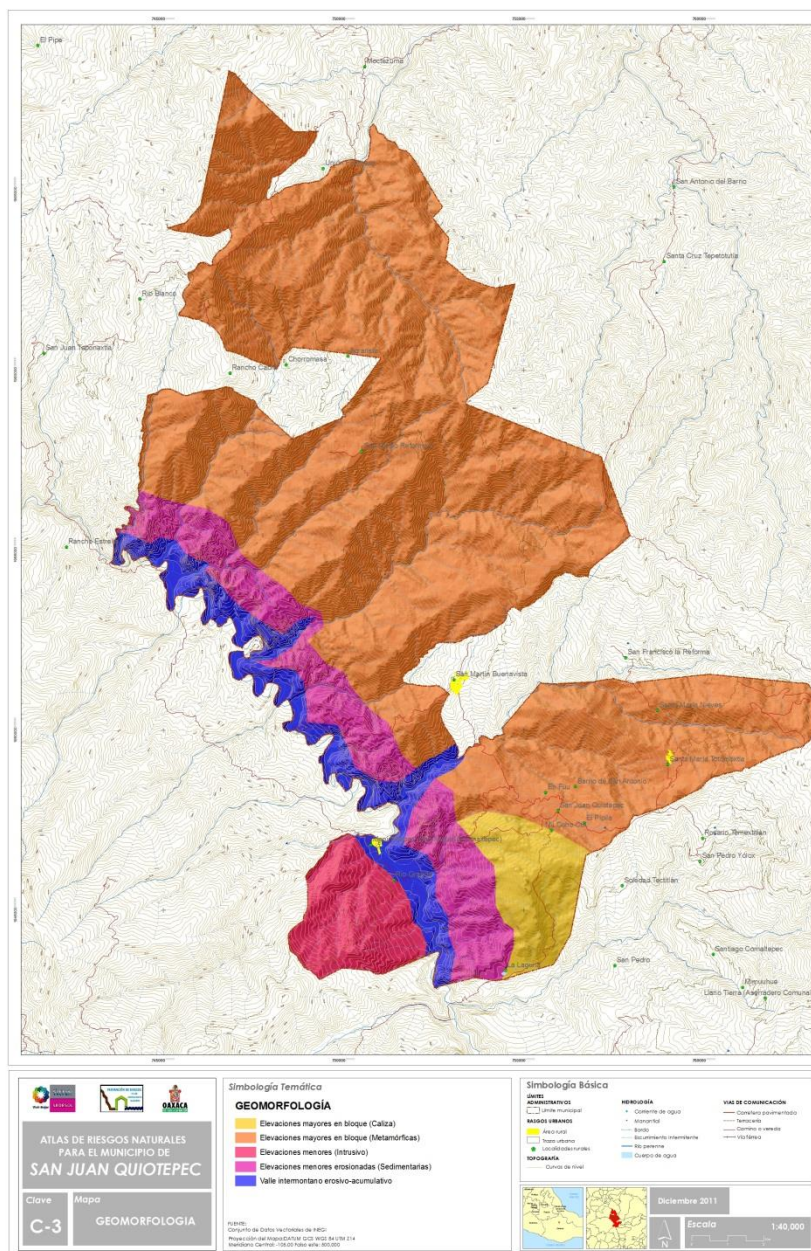
La fisonomía y los componentes del territorio de San Juan Quiotepec, son enteramente abruptos, con la formación de profundos cañones y montañas elevadas con una gama de pendientes diversa, en donde los procesos de índole externa (exógenos) han tenido una gran influencia. En contraste, las formas del relieve de las que se compone el municipio pueden generalizarse en tres rubros, laderas de montaña, lomeríos erosivos y valles intermontanos (Fig. 7). La disposición, composición, arreglo y orientación de la serranía, indican la importancia que ha tenido la tectónica en su desarrollo. La litología muestra una distribución a manera de franjas que se correlaciona con los tipos morfológicos del terreno, en donde la secuencia metamórfica comprende las laderas de montaña y la franja sedimentaria además de los lomeríos con una impronta erosiva importante.

El relieve exógeno por excelencia en el municipio, es aquel ocupado por las vertientes y lecho de los ríos más importantes (Río Grande y Blanco). La disecación que llevan a cabo estos ríos en el relieve es evidente con desniveles de gran importancia. Dentro del lecho del río, la acumulación predomina con la formación de terrazas y pequeñas llanuras de inundación. La morfología del agente fluvial muestra un patrón rectilíneo con fuerte divagación, lo que llegaría a suponer el inicio de un patrón meándrico.

Las laderas de montaña, se disponen en una franja con dirección NNW-SSE que se ve modelada por la disección de profundos barrancos con una orientación perpendicular a la serranía. En conjunto las laderas de montaña constituyen elevaciones mayores de origen endógeno, pero que deben su morfología actual a los procesos exógenos que han modelado a lo largo del tiempo geológico, debido a su naturaleza litológica (Metamórfica –esquistos-) de baja competencia con respecto a la intemperización y factores fluviales así como de remoción en masa. Se observa una pequeña zona al sur del municipio en donde el modelado no ha podido disecar, lo que indica que el drenaje puede sufrir un importante efecto al momento de infiltrarse. La litología lo confirma al reconocer su naturaleza calcárea, en donde el drenaje tiende a ser difuso. El origen y disposición de la montaña se debe a los esfuerzos internos en la placa norteamericana con respecto a la acreción de territorios ajenos al continente desde el Pacífico. Cada franja tiende a elevarse por efecto de la tectónica, lo que formó un relieve a manera de graben en forma de bloques, teniendo al bloque hundido como la franja por donde drena el río Grande en el límite sur oriental del municipio.

Entre el dominio montañoso y fluvial se encuentra una franja de amortiguamiento en donde, su actual morfología, se debe enteramente a la disgregación y remoción por fenómenos exógenos. Los lomeríos erosivos deben su morfología tanto a la cercanía con el río de mayor orden en la región, como a su incompetencia a resistir los procesos modeladores del relieve. Por último al sur, se observan relieves tabulares y basculados que simularían rocas sedimentarias plegadas. Representan elevaciones menores de la vertiente oeste del río Grande. Son lomeríos erosivos de naturaleza ígnea extrusiva de composiciones básicas, es decir, basaltos y/o andesitas.

Figura 7. Mapa geomorfológico



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI.

3.4. Edafología

Los suelos en la región responden a la interacción entre los factores físicos (litología y geoforma) con respecto a los climáticos (precipitación, radiación, vientos, entre otros). Por esta razón el municipio presenta tres tipos edáficos característicos. Casi la totalidad del municipio comprende

Figura 8. Mapa edafológico del Municipio de San Juan Quiotepec.



Los luvisoles son suelos arcillosos se encuentran en zonas templadas y tropicales con una alta ocurrencia de lluvias, aunque también pueden encontrarse en climas más secos como lo son los valles centrales de Oaxaca. La vegetación va de boscosa a selvática y se ve enriquecida por arcillas en el subsuelo. Los colores que se presentan en este grupo edáfico van de rojos a amarillentos con una amplia gama de tonos en el color pardo aunque nunca llegan a ser oscuros. Dentro del municipio se observa una asociación de luvisol con litosoles y regosoles. Estos últimos son suelos con poco desarrollo, son de tonos claros y pobres en materia orgánica. Es común que los regosoles se asocien con litosoles en donde la roca madre se encuentra aflorando en superficie (INEGI, 2004).

Los litosoles son los suelos más abundantes en el país. Se encuentran en cualquier zona climática. Se caracterizan por su incipiente desarrollo, son suelos someros. Por último los Acrisoles son suelos que se desarrollan en zonas tropicales y templadas lluviosas, con una vegetación de selva o bosque. Son suelos de acumulación de arcillas en el subsuelo con colores rojizos o amarillos de tonos bajos. Son suelos pobres o de bajo rendimiento (INEGI, 2004).

3.5. Hidrología

San Juan Quiotepec se ubica en la Región Hidrológica número 28 del Río Papaloapan (RH-28), lo que significa que las aguas que se precipitan sobre el territorio escurren por una red hidrográfica conformada por los ríos Quiotepec, Grande, Usila, Papaloapan, y Santo Domingo hasta tributar a la corriente principal del Río Papaloapan. La Cuenca del Papaloapan tiene un valor de precipitación total anual que oscila entre 600 a 4,500mm. y de 1,200 a 2,500mm. El coeficiente de escurrimiento va de 10 hasta 30%, los suelos yacen sobre material no consolidado de baja permeabilidad y vegetación densa. En la figura 5 se ubica al municipio de San Juan Quiotepec dentro de las 2 sub-cuencas tributarias del Papaloapan.

Figura 9. Subcuencas de San Juan Quiotepec (Fuente Elaboración propia con datos SIATL-INEGI)

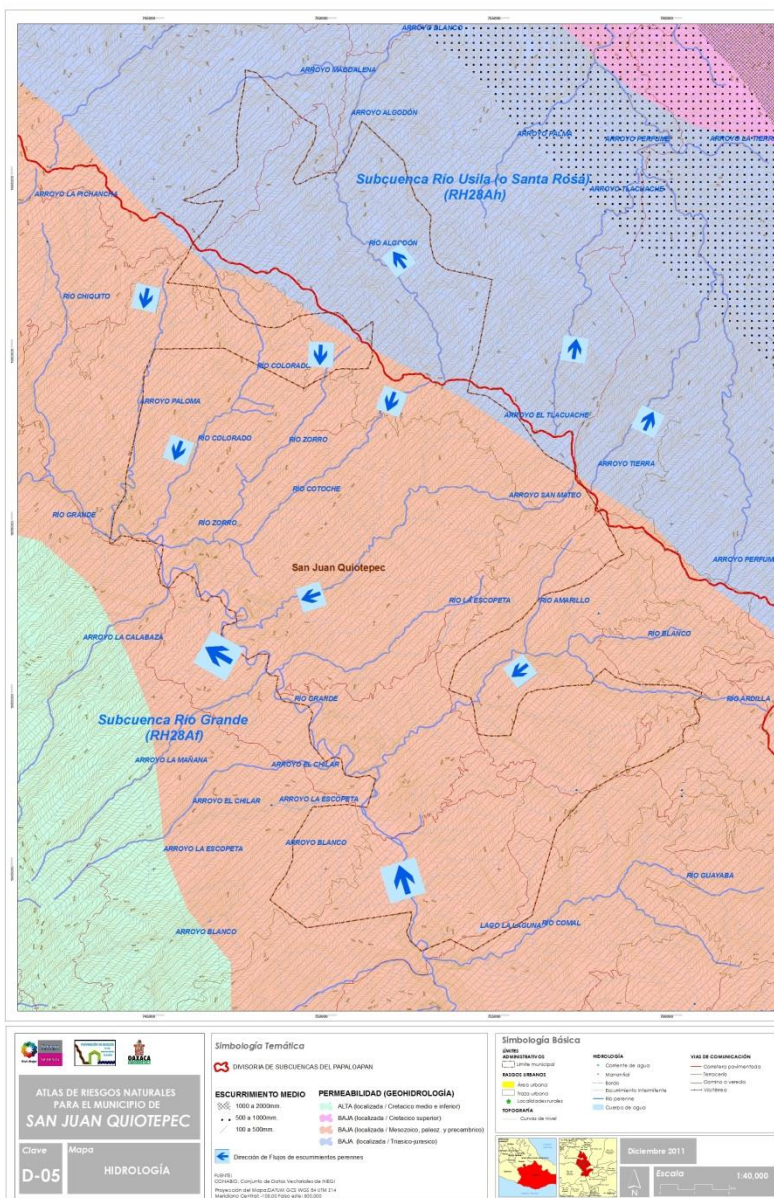


La zona serrana del municipio tiene una compleja red hidrográfica generalmente de tipo dendrítico con ciertos paralelajes, en las partes más planas cambia a tipo meándrico, las corrientes que sobresalen por su caudal son los ríos: Grande, Cotoche, Colorado, Amarillo, La Escopeta y San

mateo en la vertiente sur y por la norte los ríos Algodón con una pequeña parte de la cabeceras del arroyo El Tlacuache, Tierra y Magdalena.

La zona de estudio pertenece a la zona de explotación de mantos acuíferos Papaloapan, se trata de un acuífero libre, constituido por material de calizas expuestas del Mesozoico. En general el conjunto tiene rangos de permeabilidad que van de media a media alta en material consolidado y media a media alta en material no consolidado. Presenta discontinuidad en el funcionamiento hidrológico por la presencia de antiguos cauces y sistemas serranos.

Figura 10. Mapa Red hidráulica de San Juan Quiotepec con divisoría de subcuencas



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI-SIATL

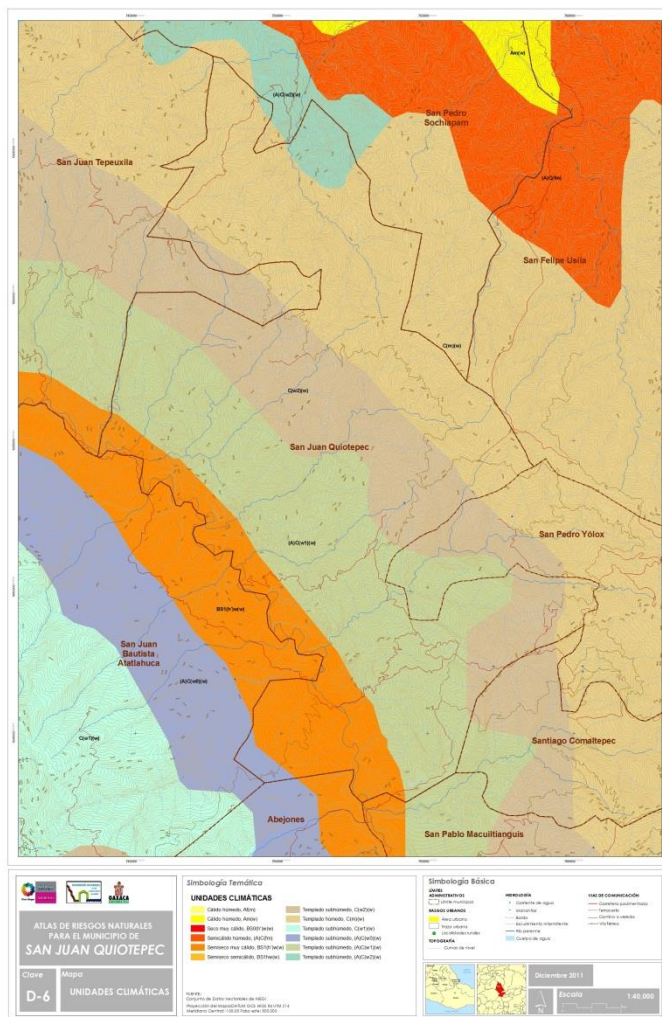
En lo referente a la capacidad geológica de permeabilidad de las rocas, la recarga se lleva a cabo mediante la infiltración directa de la lluvia, infiltración de los ríos que fluyen sobre las partes planas y entradas subterráneas horizontales de las sierra.

Las unidades de permeabilidad que presenta la zona de estudio son dos: al norte la permeabilidad es baja localizada con rocas del Triásico-Jurásico, esta característica permeable tiene su límite meridional en la línea de la vertiente de la zona que se encuentra en la sub-cuenca o vertiente del río Usila o Santa Rosa. La segunda y más grande se localiza en la vertiente sur del municipio, tiene permeabilidad baja localizada, con rocas del mesozoico, paleozoico y precámbrico.

3.6. Climatología

Los climas que se encuentran en el municipio son variados, donde los templados predominan por encima de los cálidos, semicálidos y semisecos (Fig. 11). De manera general, la temperatura en el municipio varía de los 12 a 24° C, con una precipitación anual entre 600 a 3,000mm.

Figura 11. Mapa de Unidades Climáticas



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI.

El clima templado subhúmedo con lluvias en verano ocupa la franja central del municipio, ocurre en terrenos elevados, que rondan los 2,000 a 3,000msnm, su temperatura media anual varía entre los 12 y 18°C, con una temperatura media del mes más frío que alcanza los valores de -3 a 18 °C. Su precipitación total anual varía entre los 600 y 1,500mm, mientras que los templados lluviosos pueden alcanzar 1,000 a 2,500mm.

El clima cálido húmedo lluvioso con lluvias en verano presenta temperaturas medias anuales que varían de los 22 a 28°C, con una temperatura media en el mes más frío de 18°C. Su precipitación total anual varía de los 1,500 a 3,000mm, pero en regiones elevadas pueden alcanzar los 4,500mm. El clima semicálido húmedo con lluvias en verano se localiza al noreste del municipio, con una precipitación total anual de 800 a 1,000mm. Las temperaturas medias anuales van de los 18 a 22°C.

Por último el clima semiseco muy cálido presenta una temperatura media anual mayor a los 22°C, con una precipitación total anual baja que no rebasa los 800mm.

3.7. *Uso de suelo y vegetación*

La fisonomía del municipio, -en conjunto con las condiciones climáticas y litológicas-, provoca que el territorio contenga una cobertura boscosa de dimensiones considerables. En donde, el bosque de encino, de encino-pino y mesófilo de montaña ocupan casi todo el territorio del municipio (Fig. 12).

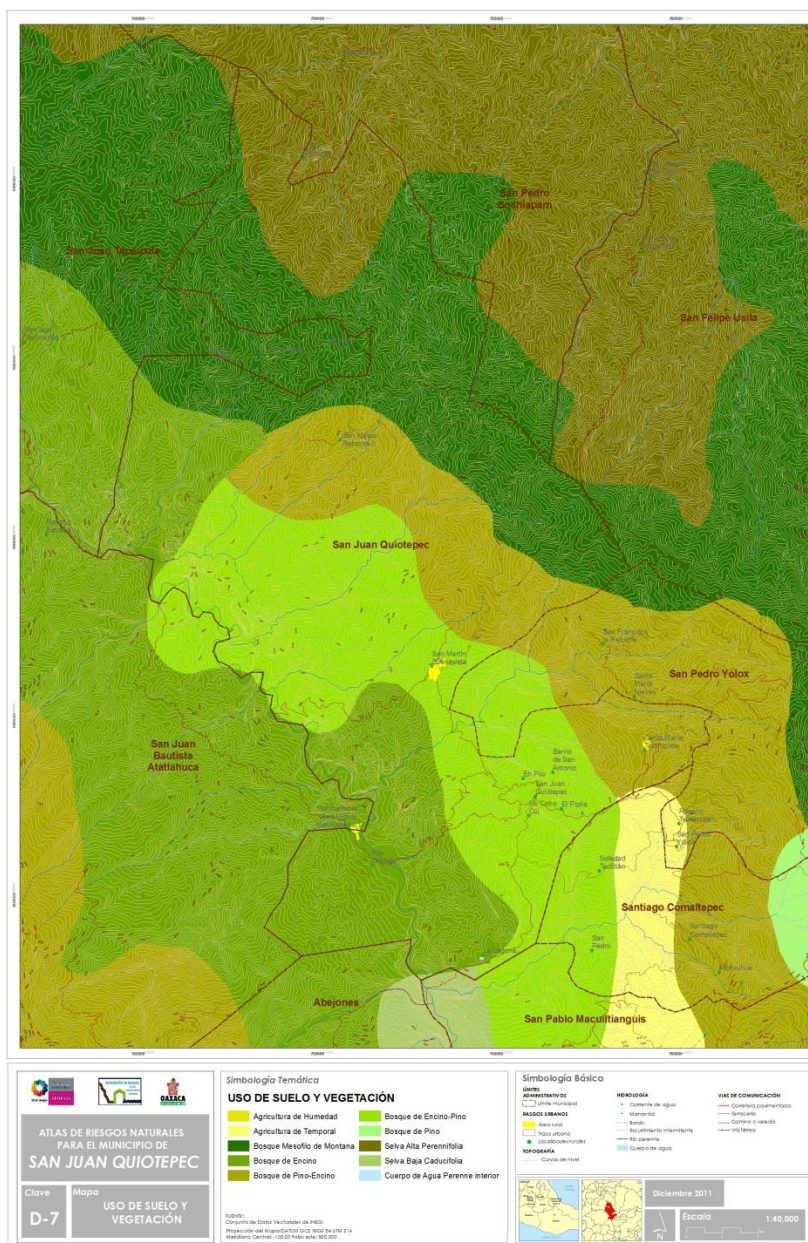
El bosque mesófilo de montaña es una vegetación densa, emplazada en laderas montañosas protegidas de vientos fuertes y de baja insolación en donde las neblinas son comunes todo el año. Los árboles presentan alturas medias de 10 a 25m, son perennes aunque no es raro encontrar del tipo caducifolios. Generalmente se encuentran entre los 800 a 2,400msnm. Las especies más comunes son encino, roble (*Quercus* spp), y ocote (*Pinus* spp) entre otras. Sus características climáticas hacen que este terreno sea utilizado con agricultura de temporal, permanente o nómada, además de la extracción del recurso maderable.

El bosque de Pino está constituido por árboles del género *Pinus*, que se encuentra comúnmente en zonas serranas a lo largo del país, con ocurrencia en una amplia gama altitudinal, hasta los 4,200msnm, límite superior de la vegetación arbórea. La vegetación dominante presenta alturas promedio de 15 a 30m, con un estrato inferior arbustivo de gramíneas. Las especies más comunes en México son el *Pinus leiophylla* (chino), *Hartwegii* (pino común), *Montezumae* (ocote blanco) y el Oaxacana entre muchos otros. Se asocia con bosques de encino, además tienen una mayor importancia económica en la industria forestal.

El bosque de Pino-Encino, es la asociación arbórea más común en la superficie forestal en las montañas del país. De acuerdo con el dominio existente entre estas dos especies, se define su tipología, en este caso el dominio es de los *Pinus* spp con respecto al *Quercus* spp (encino) contrario al tipo Encino-Pino. La transición del bosque de encino al pino depende del gradiente altitudinal. Las zonas dominadas por encinos son de mayor importancia forestal.

En los bosques de encino, también pueden encontrarse robles, aunque el *Quercus* es dominante. Estas zonas se encuentran en la transición de los bosques de coníferas y las selvas. Pueden alcanzar alturas que van de los 4 a los 30m, y se pueden desarrollar en altitudes que van de los 3,000msnm hasta casi el nivel medio del mar, con la excepción en zonas áridas

Figura 12. Mapa de uso de suelo y vegetación



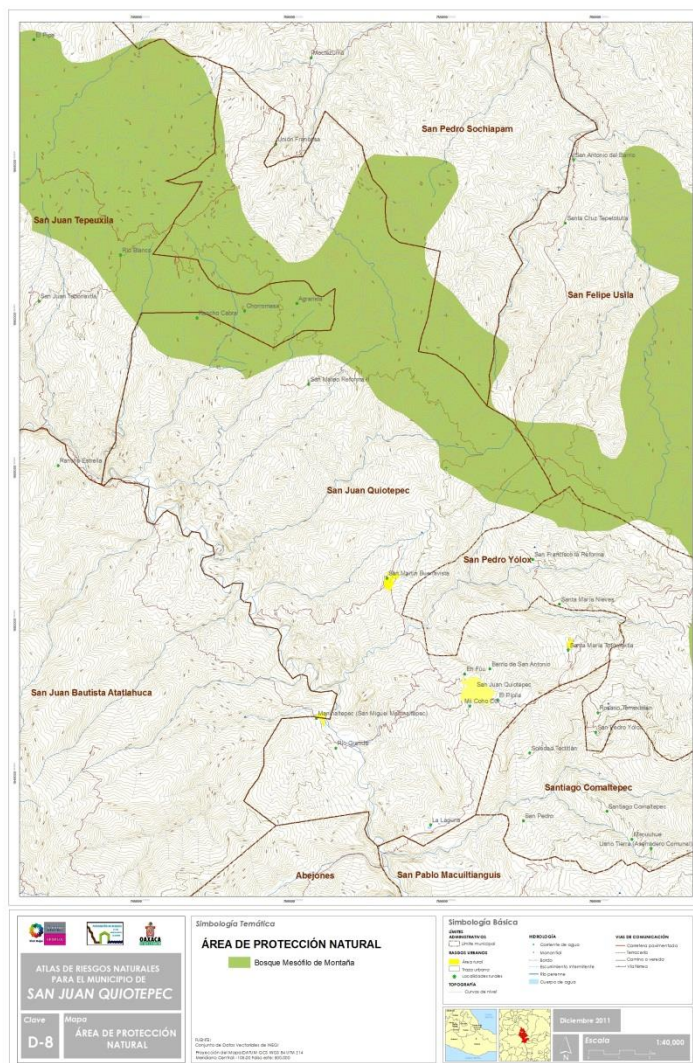
Fuente: elaboración propia con base en INEGI

La selva alta perennifolia es la asociación vegetal más compleja en el territorio. Sus árboles sobrepasan los 30m de altura y conservan sus hojas todo el año. Se presenta en zonas cálidas, en terrenos ligeramente ondulados. La selva baja caducifolia prefiere climas cálidos subhúmedos y subsecos. Es una asociación herbácea de poca duración que alcanza un máximo desarrollo después de la época de lluvias. Las suculentas son frecuentes, con los géneros de Agave, Opuntia, Cephalocereus, entre otras.

3.8. Áreas naturales protegidas

Una región que por su valor ecológico, ambiental, con alta diversidad ya sea cultural, natural o histórica, deberá ser considerada prioritaria para la conservación, por tal motivo es necesaria la creación políticas públicas que permitan y controlen su explotación. En este sentido, se proclaman parques, santuarios o reservas con el fin de que se detenga la alteración por vías políticas, económicas y sociales. Desafortunadamente en este momento no se tiene ninguna región que haya sido declarada como zona de conservación en cualquiera de sus modalidades. Aun así la ocurrencia del bosque mesófilo de montaña, comprende una riqueza natural en sí misma (Fig. 13). Es por esto que se propone integrar al bosque mesófilo al sistema de áreas naturales protegidas, puesto que es una región con una variabilidad climática, de geoformas, biológica y físico-geográfica.

Figura 13. Áreas Naturales Protegidas



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI

3.9. Problemática ambiental

Aparentemente el municipio no muestra un gran desarrollo de políticas de urbanización, esto debido a la dificultad de acceso y lo agreste de la topografía. Aun así no se pudo dejar de lado la presión que ejerce la población con respecto a los recursos naturales, lo que ha llevado al incremento de erosión de suelo, incendios forestales, exterminio de fauna silvestre, sobreexplotación de los mantos acuíferos o fuentes de agua potable así como el manejo de desechos antrópicos.

La topografía del municipio no propicia la agricultura extensiva y desafortunadamente el pastoreo o la actividad ganadera impacta de suma manera sobre las asociaciones vegetales arbóreas, por lo cual, la tala forestal se vuelve la mejor vía económica. Para esto es importante contar con los conocimientos básicos del territorio y conocer sus ciclos, para poder aprovechar al máximo los recursos y permitir una constante regeneración. Por tal motivo el conocimiento de los fenómenos naturales y antrópicos que ocurren dentro del municipio se vuelve mandatorio. Cualquier acción que realice el hombre en el paisaje tendrá efectos que pueden ser peligrosos para sus pobladores. La deforestación o quema de zonas boscosas o arbustivas acelera la erosión y dispara fenómenos de remoción en masa, disminución de recarga de mantos acuíferos, incremento en las tasas de azolvamiento en los valles y sistemas de drenaje artificial. Por esta razón, la creación de políticas que favorezcan la conservación y explotación sustentable del recurso forestal, así como desalentar el incremento de suelo urbano en la cabecera municipal es muy importante. Por otro lado, esto no significa que la infraestructura dentro del municipio se detenga, todo lo contrario. Ya que mejores vías de comunicación y conciencia ambiental permite monitorear el sistema natural y controlar o mitigar los posibles fenómenos que alteren la cotidianidad social y natural.

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

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

Debido a las características físicas del Estado de Oaxaca, su territorio está dividido en regiones y a su vez en distritos, el Municipio de San Juan Quiotepec se encuentra en la Región Sierra Norte de Oaxaca y en el Distrito número 12 denominado Ixtlán de Juárez.

El Municipio de San Juan Quiotepec contaba para el año 2010 con una población de 2,313 habitantes por lo que siendo menor de 2,500 habitantes, le corresponde un categoría de municipio rural, representando el 6.2 % de la población del Distrito de Ixtlán. Su cabecera municipal concentra el 58% de la población con 1,338 habitantes, el resto de habitantes se distribuyen en 7 localidades, cabe señalar que existe una localidad no oficial de 8 viviendas dentro de los límites municipales sin embargo no se toma en cuenta para fines censales del INEGI.

Cuadro 1. Población por localidades del Municipio de San Juan Quiotepec en 2010

Localidades	Nombre	Población	Porcentaje respecto al total municipal
Cabecera Municipal	San Juan Quiotepec	1338	58%
1	Maninaltepec	347	15%
2	Santa María Nieves	146	6%
3	Santa María Totomoxtle	350	15%
4	Eh fũu	8	0%
5	Mii coho Cũi	14	1%
6	Santiago Cuasimulco	98	4%
7	Barrio de San Antonio	12	1%
Localidades de dos viviendas*		8 *	0%
Total		2313	100%

*Nota: * Localidad no oficial de san Juan Quiotepec.*

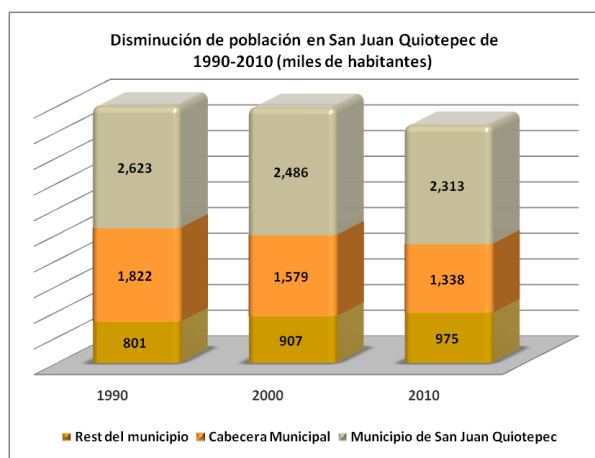
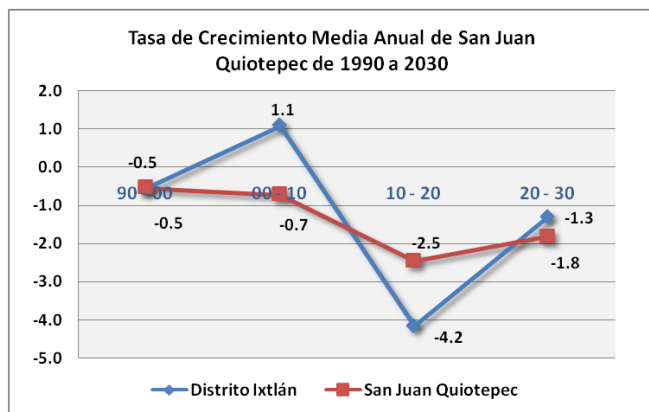
Fuente: Elaboración propia con datos del Censos de Población y Vivienda, INEGI 2010

De 1990 al año 2010, el comportamiento de la población de San Juan Quiotepec refleja un decremento en el proceso poblacional del municipio, su población ha disminuido en un 1.3 %, en números absolutos, ha reducido en 310 habitantes en dos décadas, lo cual es significativo para una población pequeña, es decir que la población municipal ha disminuido en 31 habitantes en promedio al año. (Ver cuadro 2 y 3)

Para las décadas 1990, 2000 y 2010 se observa una disminución de población, la Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) presenta una tendencia a la baja, llegando a presentar números negativos. (Ver gráficas 1 y 2).

Las proyecciones de población estimadas por el Consejo Nacional de Población, CONAPO establecen una disminución en las tasas de crecimiento, tanto del municipio como de la Cabecera Municipal para los periodos 2020 y 2030, lo cual se aproxima a la realidad, en la última década se presentó una disminución en el crecimiento de población en los dos ámbitos, municipal y por localidad. (Ver cuadro 3).

Gráficas 1 y 2.- Tasa de Crecimiento Media Anual y Disminución de población en el Municipio de San Juan Quiotepec y Cabecera Municipal de 1990 a 2010.



Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos de Población y Vivienda, INEGI 1990 al 2010. Para los años 2020 y 2030 los datos se tomaron de las Proyecciones de Población del CONAPO, 2008.

En consecuencia, también la población de la cabecera municipal ha ido disminuyendo, tendencia que se refleja también en el Distrito de Ixtlán. Esta región del la Sierra Norte de Oaxaca presenta un fenómeno migratorio y flujos constantes de población de ahí que las proyecciones de población presentadas para las décadas 2002 y 2030, son meramente estimaciones, sin embargo, la tendencia en decremento de la población si podría ser posible debido también a la baja tasa de natalidad en el municipio, únicamente en 2010 nacieron 44 niños.

Cuadro 2. Población y crecimiento promedio anual 1990-2010 y sus proyecciones al año 2030

Estado/ Distrito/municipio	1990	2000	2010	2020	2030
Oaxaca	3,019,560	3,438,765	3,801,962	3,501,332	3,397,575
Distrito Ixtlán	42,471	40,218	44,841	29,337	25,716
San Juan Quiotepec	2,623	2,486	2,313	1,804	1,501
% Respecto al Distrito	6.2%	6.2%	5.2%	6.1%	5.8%
Tasa de Crecimiento Media Anual		90 - 00	00 - 10	10 - 20	20 - 30
Oaxaca		1.3	1.0	-0.8	-0.3
Distrito Ixtlán		-0.5	1.1	-4.2	-1.3
San Juan Quiotepec		-0.5	-0.7	-2.5	-1.8
Crecimiento Absoluto Anual		90 - 00	00 - 10	10 - 20	20 - 30
Oaxaca		41,921	36,320	-30,063	-10,376
Distrito Ixtlán		-225	462	-1,550	-362
San Juan Quiotepec		-14	-17	-51	-30

Nota: TCMA = Tasa de Crecimiento Promedio Anual

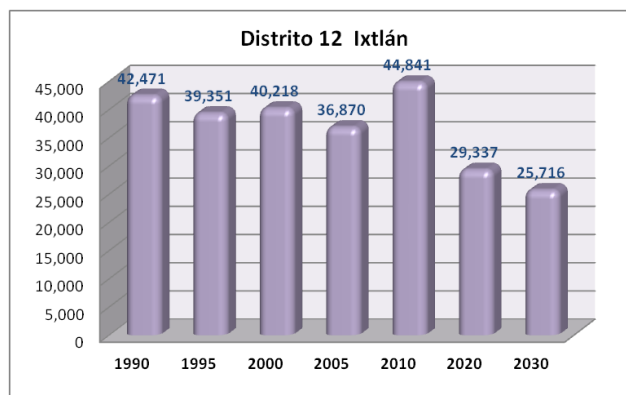
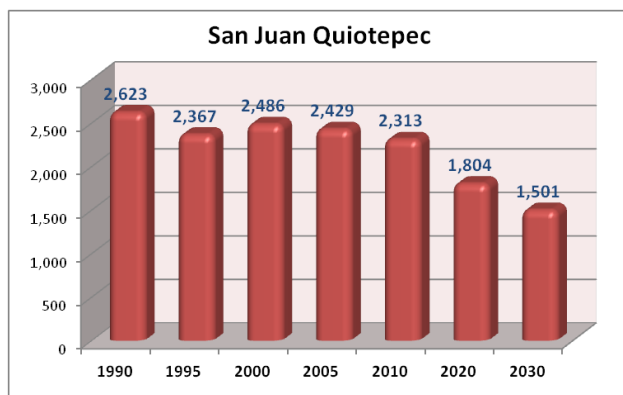
Fuente: Para los años 1990 al 2010 los datos fueron tomados de los Censos de Población y Vivienda del INEGI, para los años 2020 y 2030 los datos se tomaron de las Proyecciones de Población del CONAPO, 2008.

Cuadro 3. Población y crecimiento en el Municipio de San Juan Quiotepec de 1990 a 2010

Año	Municipio de San Juan Quiotepec	Cabecera Municipal (San Juan Quiotepec)	Distrito 12 Ixtlán	% de población de la cabecera municipal con respecto al resto del municipio	Población en el resto del Distrito 12	% de la población municipal con respecto al Distrito Ixtlán
1990	2,623	1,822	42,471	69.5%	39,848	6.2%
2000	2,486	1,579	40,218	63.5%	37,732	6.2%
2010	2,313	1,338	44,841	57.8%	42,528	5.2%
2020	1,804	1,035	29,337	57.4%	27,533	6.1%
2030	1,501	860	25,716	57.3%	24,215	5.8%

Fuente: Elaboración propia con base en Censos de Población y Vivienda del INEGI, años 1990, 2000 y 2010 para los años 2020 y 2030 los datos se tomaron de las Proyecciones de Población del CONAPO, 2008.

Grafica 3 y 4. Municipio de San Juan Quiotepec y Distrito 12 Ixtlán. Crecimiento demográfico 1990 – 2030.



Fuente: Elaboración propia con base en Censos de Población y Vivienda del INEGI, años 1990 a 2030.

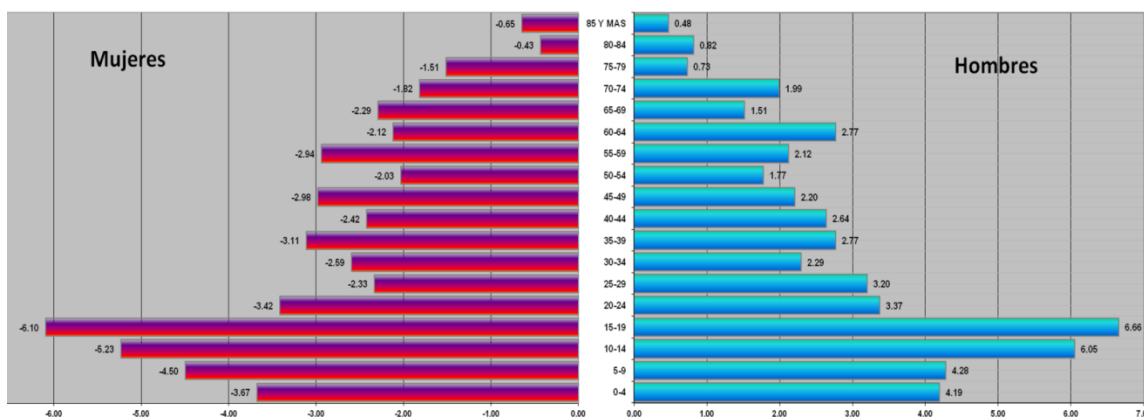
En lo que respecta a la distribución de la población en el Municipio San Juan Quiotepec, se ha mantenido, desde hace varias décadas, un ligero predominio de población femenina, siendo 1,160 mujeres para el año 2010; ellas representan el 50.2 % del total y 1,153 hombres que representan el 49.8% restante.

Dentro de los grupos de edades, los hombres más jóvenes (grupo de 0 a 4 años) y adolescente (grupo de 10 a 14 años), conservan una ventaja en número, de 12 a 19 personas más con respecto a las mujeres y lo mismo sucede en los grupos de 25 a 29 años superando por 20 personas al grupo femenino. En contraste, el género femenino supera al masculino en el grupo de edad de los 30 a 60 años, lo cual demuestra el predominio de mujeres como consecuencia del proceso migratorio, lo anterior se convierte en un dato constante en varios estados del país con intensidad migratoria elevada. En el Municipio de San Juan Quiotepec como en varias poblaciones rurales, la longevidad de las mujeres es mayor que la de los hombres, el grupo de mujeres de 75 años y de 80 años a más, supera al de hombres.

Observando la estructura de la pirámide de población, sobresale el grupo de habitantes más grande, el de 15 a 19 años de edad representando un 13% del total municipal. Esto resulta de la disminución de la tasa de mortalidad infantil, por ejemplo, en el Estado de Oaxaca a nivel estatal ha decrecido 8 puntos porcentuales para el año 2010, este factor, aunado al constante índice de natalidad de tendencia positiva, produce un rejuvenecimiento en la población a partir de los años 90's, como señalan los antecedentes demográficos de la región, lo que se ve naturalmente

reflejado en las siguientes dos décadas. Los grupos con menor población son el de 80 a 84 años y el de 85 años a más, ambos representan el 1 % del total de la población municipal.

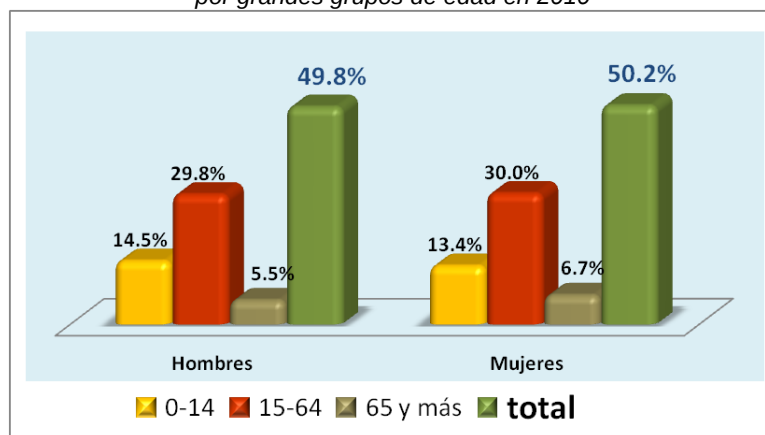
Gráfica 5.- Pirámide de población por grupos quinquenales de edad en el Municipio de San Juan Quiotepec en 2010.



Fuente: Elaboración propia con base en Censos de Población y Vivienda del INEGI, años 2000 y 2010.

Al realizar el análisis demográfico por grandes grupos de edad, como se puede observar en la gráfica 5 el grupo de edad de 0 a 14 años en San Juan Quiotepec tiene un porcentaje de poco menos del 15 % de población muy joven es decir entre mujeres y hombres sumarían casi la tercera parte de la población total municipal, un 30% en el año 2010, en cambio la participación de la población de 15 a 64 años es la sobresaliente justo el grupo etario en edad de trabajar correspondiendo a casi el 60% entre las mujeres (30%) y hombres (29.8%), mientras que el grupo de 64 años y más representa la población restante con 283 es decir el 12.2 %.

Gráfica 6. Porcentajes de población del Municipio de San Juan Quiotepec por género y por grandes grupos de edad en 2010



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

Respecto a la mortalidad en el municipio, esta se encuentra dentro de los promedios estatales, la causa fundamental de este cambio, es la reducción constante del número promedio de hijos de las parejas y del incremento en la esperanza de vida. Se señala que para el año 2009 en el Estado de Oaxaca sucedieron 922 defunciones de menores de un año lo que representa el 5 % de la población fallecida.

El Municipio de San Juan Quiotepec registró 12 defunciones de menores de un año, es decir, el 0.06% con respecto al total de defunciones de menores de un año de edad en la región. En comparación con el bajo número de nacimientos la cifra repercute en términos de incremento en el número de población, para el año 2009 nacieron 44 niños pero murieron 12, una proporción alta al estimar el cálculo de la tasa de mortalidad. (Ver cuadro 4)

Cuadro 4. Nacimientos y Mortalidad en el Municipio de San Juan Quiotepec y en el Estado de Oaxaca

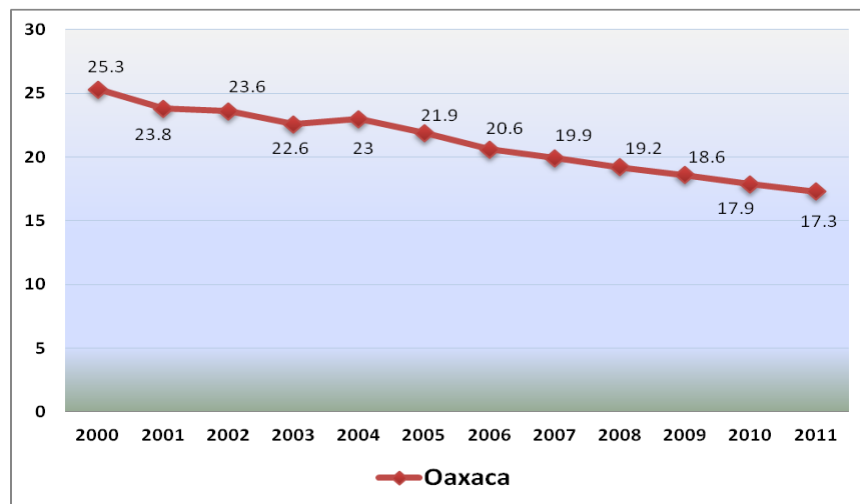
Concepto	Estado de Oaxaca	Municipio de San Juan Quiotepec	
	Total	Total	% del total estatal
Defunciones generales por residencia habitual 2009	20,328	12	0.06%
Defunciones de menores de un año de edad por municipio de residencia habitual del fallecido 2009	922	1 *	0.02%
Nacimientos, 2009	108,978	44	0.04%
Tasa de mortalidad infantil 2009	18,6		

Nota* El número de defunciones de menores de una año de edad a nivel municipal es de .8 se redondea a 1. Este resultado se obtuvo de la aplicación de la tasa de mortalidad infantil para el año 2009, donde la TMInf=18,6 en el estado, es decir que por cada 1000 nacidos vivos mueren 18,6 niños menores de un año. Este dato es una estimación ya que las causas reales de mortandad pueden variar en circunstancia reales.

Fuente: INEGI. Estadísticas de natalidad, mortalidad y nupcialidad. Consejo Nacional de Población (CONAPO). Indicadores demográficos básicos 1990-2030. www.conapo.gob.mx (Consulta: 28/nov/2011).

En la siguiente gráfica se muestra la tasa de mortalidad, donde se observa la disminución año con año en el Estado de Oaxaca, del año 2000 al 2010 ha decrecido en un 8 %.

Grafica 7. Decremento de la tasa de mortalidad infantil en Oaxaca.



Fuente: Elaboración propia con base en CONAPO. Indicadores demográficos básicos 2000-2011. www.conapo.gob.mx y en <http://www.inegi.org.mx/sistemas/sisept/Default.aspx?t=mdemo55&s=est&c=23602>

En cuanto a densidad poblacional, el Municipio de San Juan Quiotepec es predominantemente rural, cuenta con una superficie de 197.5 hectáreas y una población total de 2,313 habitantes, por lo tanto, la densidad de población es muy baja: 12 habitantes por hectárea. De acuerdo a las áreas determinadas por el INEGI esta entidad cuenta sólo con 2 Áreas GeoEstadísticas Básicas (AGEBS) con uso de suelo únicamente habitacional.

4.2. Características sociales

Para el año 2010 se registraron 2,027 habitantes de 3 años o más que hablan alguna lengua indígena, de los cuales 1,162 habitan en la Cabecera Municipal, es decir, el 87.6% de la población de habla indígena vive en la cabecera del Municipio de San Juan Quiotepec.

En la localidad de Santa María Totomoxtlá, se registraron 322 habitantes que hablan lengua indígena, lo cual representa el 14% de la población municipal; en segundo lugar la localidad de Maninaltepec con el 13 % y Santa María Nieves representado el 5.5 %. (Ver cuadro 5)

Se observa que el 76.2% de la población es bilingüe (hablan también español) y el resto de la población es aquella de 3 años o más que hablan alguna lengua indígena y aún no hablan español lo cual representa el 11% de la población municipal, es decir 255 personas no hablan español.

Cuadro 5. Población que habla lengua indígena en el Municipio de San Juan Quiotepec en 2010

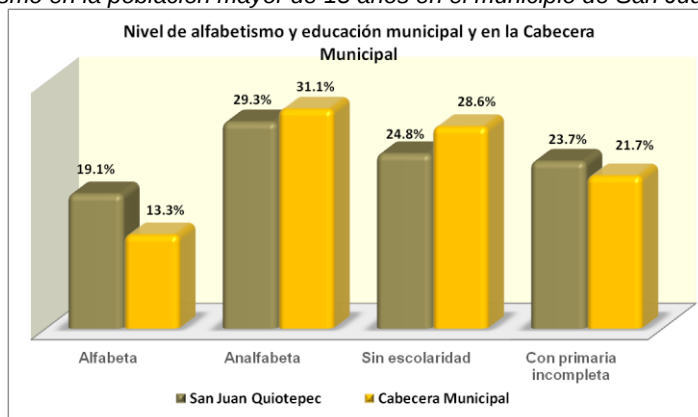
Municipio de San Juan Quiotepec	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	% con respecto al total de población municipal	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	% con respecto al total de población municipal	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	% con respecto al total de población municipal	Población en hogares censales indígenas
Total Municipal	2027	87.6%	255	11.0%	1762	76.2%	2269
San Juan Quiotepec	1162	50.2%	180	7.8%	976	42.2%	1325
Maninaltepec	295	12.8%	35	1.5%	257	11.1%	316
Santa María Nieves	128	5.5%	11	0.5%	117	5.1%	146
Santa María Totomoxtlá	322	13.9%	16	0.7%	305	13.2%	350
Mii Coho Cui	11	0.5%	0	0.0%	11	0.5%	14
Santiago Cuasimulco	89	3.8%	12	0.5%	77	3.3%	98
Barrio de San Antonio	12	0.5%	0	0.0%	12	0.5%	12
Localidades de dos viviendas	8	0.3%	1	0.0%	7	0.3%	8

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

En cuanto al nivel de analfabetismo, existe un elevado número de personas que no sabe leer ni escribir, para el año 2010, se registraron 318 habitantes mayores de 15 años en esta condición, casi el 30% de la población del municipio, una tercera parte de ellos se concentran en la cabecera municipal y el resto viven en las localidades de la zona.

La población mayor de 15 años que sabe leer y escribir está en el 19% de la población, correspondiendo el 2.6 % del total de habitantes en el municipio. Es importante señalar que aun cuando sean alfabetas, el grado de escolaridad es bajo, ya que casi el 25% de la población no tiene ningún tipo de estudio y el 23.7% de la población municipal con más de 15 años no terminó la educación básica.

Grafica 8. Nivel de alfabetismo en la población mayor de 15 años en el municipio de San Juan Quiotepec en el año 2010

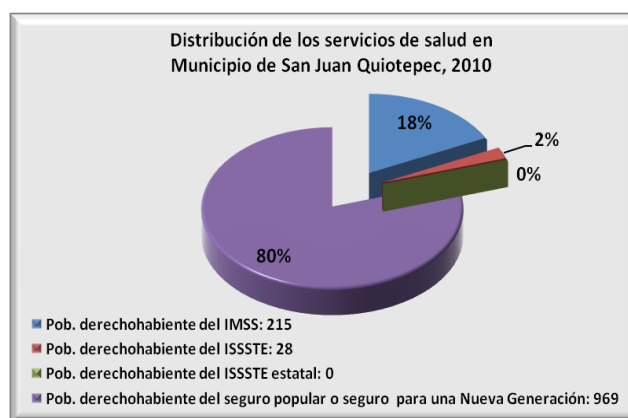
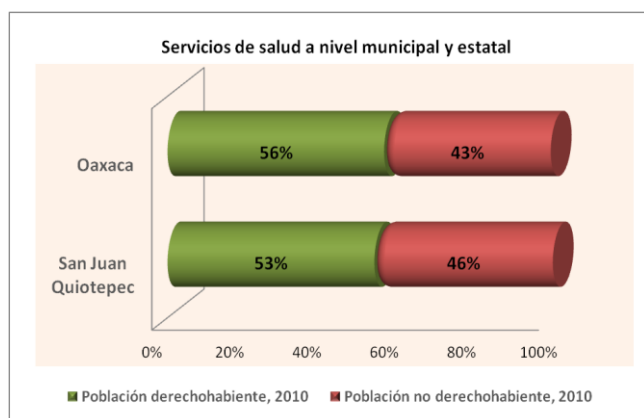


Fuente: Elaboración propia con base en el Censos de Población y Vivienda del INEGI, 2010.

En cuanto a los servicios de salud, el Municipio de San Juan Quiotepec ofrece condiciones desfavorables para la calidad de vida de sus habitantes. Esta situación es una constante a nivel estatal según los datos de INEGI 2010.

Para el año 2010, la derechohabiencia de seguridad social en el Estado de Oaxaca alcanza al 56% de la población. En el municipio de San Juan Quiotepec solo 53% de habitantes cuenta con dichos servicios. El 46% de la población, es decir 1,067 habitantes, son personas sin derechohabiencia a servicios de salud. El 80 % de los derechohabientes está cubierto por los servicios de salud que otorga el Seguro Popular o Seguro Médico de Nueva Generación, los derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) corresponden al 18% y el Instituto de la Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) local cubre al 2% restante de la población.

Gráficas 9 y 10: Servicios de salud a nivel municipal y estatal, 2010. Derechohabiencia a servicios de salud en el Municipio de San Juan Quiotepec en 2010.



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

Con el tema de vivienda, en el año 2010 se registraron 531 viviendas particulares de las cuales 521 estaban habitadas. En cuanto a los servicios de electricidad, agua y drenaje, los datos estadísticos muestran que el 95% de las viviendas censadas cuentan con energía eléctrica, el 92% disponen de agua de la red pública y el 84% disponen de drenaje. Cabe señalar que el 41% de las viviendas tiene piso de tierra.

Cuadro 6. Viviendas particulares habitadas vulnerables ante fenómenos climáticos, en San Juan Quiotepec, para el año 2010.

Vivienda y servicios en 2010	San Juan Quiotepec	Porcentaje con respecto al total de viviendas
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública	487	92%
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	445	84%
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	506	95%

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

Sin embargo, se hace hincapié en el material de construcción de las viviendas, principalmente en paredes y techos, lo cual define el riesgo en aquellas viviendas que no son adecuadas para resistir algún fenómeno natural.

En el Municipio de San Juan Quiotepec para el año 2010, la mayoría de las viviendas se encuentran construidas con materiales poco resistentes es decir 61% del total de las viviendas habitadas, (319 viviendas) están construidas con barro o bajareque, carrizo, bambú y palma (materiales endebles). El 32 % de las viviendas están construidas con tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto, es decir con material resistente y el 6% de las viviendas están construidas de madera.

Cuadro 7. Viviendas particulares habitadas vulnerables ante fenómenos naturales, en el Municipio de San Juan Quiotepec para el año 2010.

Vivienda/características de materiales	Material de desecho o lámina de cartón	Barro o bajareque, lámina de asbesto o metálica, carrizo, bambú o palma	Madera o adobe	Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto	Material no especificado	Total
Número de viviendas particulares habitadas	1	319	32	169	0	521
% del total de viviendas particulares habitadas	0.19%	61.2%	6.1%	32%	0%	100%

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

Aunado a la vulnerabilidad de las viviendas, se encuentra el grado de marginación de la población, de dicha combinación de variables resulta un porcentaje de población que debe tener un mayor grado de atención en caso de desastres por fenómenos naturales. En el Estado de Oaxaca existen 1,792 AGEBS urbanas de las cuales 1041 tiene un alto grado marginación, siendo solo 2 de ellas las que definen al Municipio de San Juan Quiotepec. Así mismo, dentro de la escala nacional del índice de marginación este municipio se posiciona en el lugar número 273 de entre 1.2736, lo cual marca al municipio con un grado alto de marginación. (Ver cuadro 8 y 9).

Cuadro 8. Oaxaca y San Juan Quiotepec: AGEB urbanas según grado de marginación urbana, 2005

Estado / Municipio	AGEB urbanas	Grado de marginación urbana				
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Oaxaca	1,792	1,041	413	189	102	47
San Juan Quiotepec	2	2	0	0	0	0

Notas: ¹ Sólo se consideran las AGEBS urbanas con al menos 20 viviendas particulares habitadas con información de ocupantes, y cuya población en dichas viviendas es mayor a la suma de la población que reside en viviendas colectivas, la población sin vivienda y la población estimada en viviendas particulares clasificadas

como habitadas pero sin información, tanto de las características de la vivienda como de sus ocupantes
Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones del CONAPO, AGEBS de INEGI del año 2005

Cuadro 9. Población total, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio, 2010.

Municipio	Población total	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación escala	Lugar que ocupa en el contexto nacional
San Juan Quiotepec	2 313	1.2736	Muy alto	42.0638	273

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

Respecto a las personas que presentan capacidades diferentes, el mismo Censo de Población de INEGI 2010 registra a 156 habitantes, es decir, el 7% del total de la población. Los pobladores con limitación motora ascienden a 86 personas, lo que representa el 4%. El 2% presentan problemas visuales y el 1% tienen deficiencias auditivas. En el siguiente cuadro se presentan los tipos de limitación registradas en el municipio.

Cuadro 10. Población limitada en el Municipio de San Juan Quiotepec, 2010.

Población limitada	Núm. de habitantes	Porcentaje respecto a la población total municipal
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	86	4%
Población con limitación para ver, aún usando lentes	35	2%
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	27	1%
Población con limitación para escuchar	22	1%
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	13	1%
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	6	0%
Población con limitación mental	20	1%
Total de población con limitación en la actividad	156	7%

Fuente: Censo de Población y Vivienda de INEGI, 2010.

4.3. Principales actividades económicas en la zona

Dadas las características sociales y su grado de marginación, el Municipio de San Juan Quiotepec aporta sólo 979 mil pesos a la economía estatal del Valor Agregado Censal Bruto (VACB); concentra 51 Unidades Económicas que da trabajo remunerado a 93 personas ocupadas de la entidad.

Cuadro 11. Indicadores de la participación del Municipio de San Juan Quiotepec en la economía estatal respecto a unidades económicas, personal ocupado y el valor agregado censal bruto en 2009.

Estado / Municipio	Unidades Económicas	Personal ocupado	Valor agregado censal bruto (Millones de pesos)
Oaxaca	144,372	405,228	36,000,990
San Juan Quiotepec	51	93	979 (miles de pesos)
Participación del municipio de San Juan Quiotepec en el Estado	0.04%	0.02%	0.00%

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censos económico 2009. Resultados definitivos.

El censo económico de INEGI del 2009, reportó para ese año las principales actividades que se realizaron en el Municipio de San Juan Quiotepec. Se registraron aquellas relacionadas con el sector comercio al por menor, como: abarrotes, alimentos, bebidas, hielo, tabaco, ropa y accesorios.

Otro sector económico en el que se emplea la población del municipio, es la industria manufacturera, en el subsector industria alimentaria, predomina la elaboración de productos de panadería y tortillas, es decir, los habitantes se emplean en pequeños establecimientos que son contabilizados como industria manufacturera, sin embargo, no son industrias que generen muchos empleos ni gran bienestar socioeconómico para la población.

Cuadro 12. Características principales de las unidades económicas que realizaron actividades durante 2008 en San Juan Quiotepec, sector, subsector, rama y subrama de actividad económica

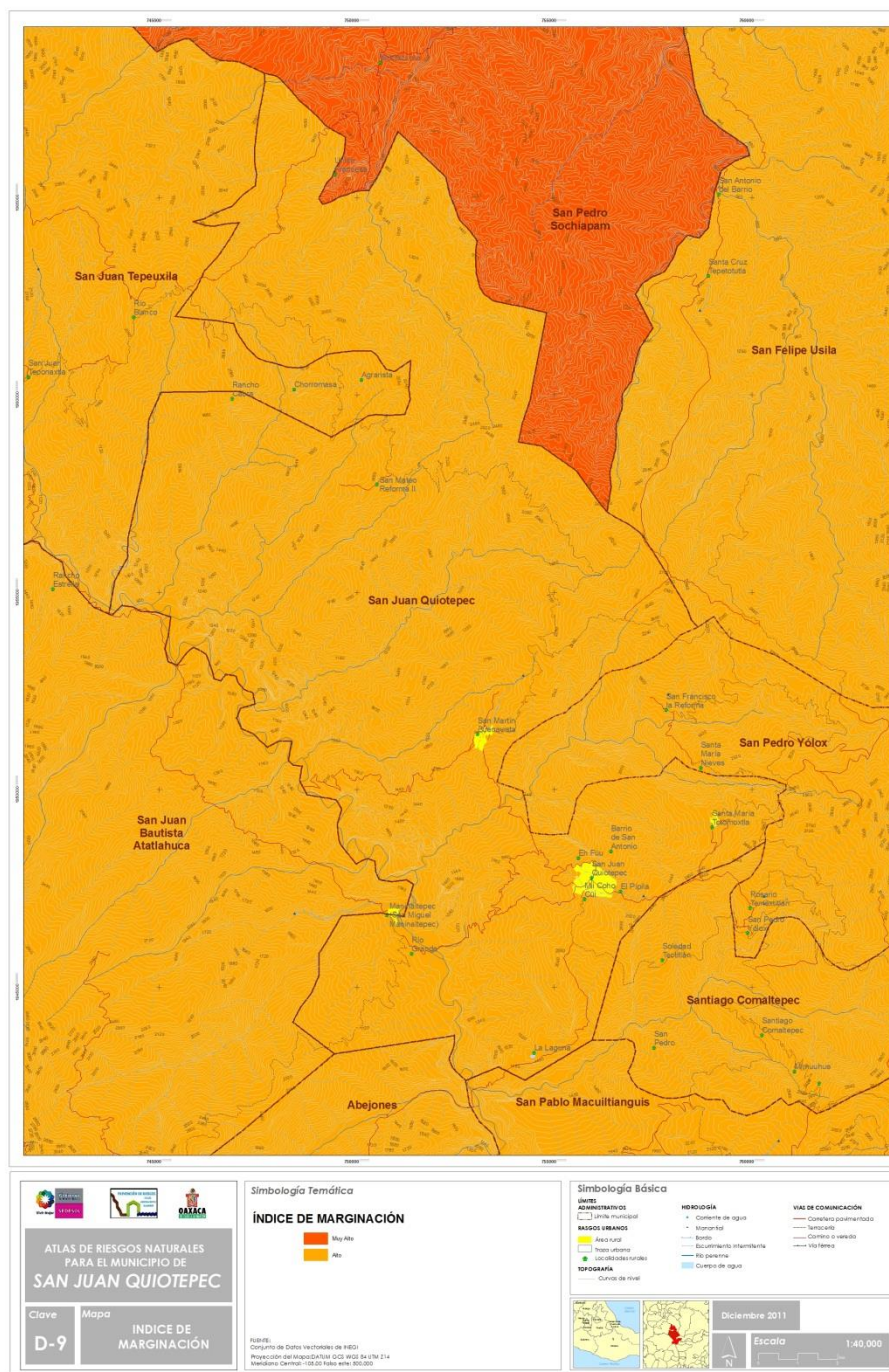
Denominación de la actividad económica	Unidad económica	Personal ocupado
Sector 46 comercio al por menor	29	55
Subsector 461 comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	*	50
Rama 4611 comercio al por menor de abarrotes y alimentos	*	50
Subrama 46111 comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas	*	49
Subrama 46112 comercio al por menor de carnes	*	1
Subsector 463 comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado	*	4
Rama 4632 comercio al por menor de ropa, bisutería y accesorios de vestir	*	2
Subrama 46321 comercio al por menor de ropa, bisutería y accesorios de vestir	*	2
Sector 31-33 industrias manufactureras	*	14
Subsector 311	*	12
Rama 3118	*	12

Fuente: Censo Económico del INEGI de 2009. Características principales de las unidades económicas del sector privado y paraestatal que realizaron actividades durante 2008 en Oaxaca, según municipio, sector, subsector, rama y subrama de actividad económica. Disponible en:

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/privado-paraestatal.asp>

El nivel de marginación en la zona es grave, de acuerdo al índice generado por el Consejo Nacional de Población 2005 el municipio de San Juan Quiotepec presenta un nivel Alto.

Figura 14. Mapa de Marginación, 2005

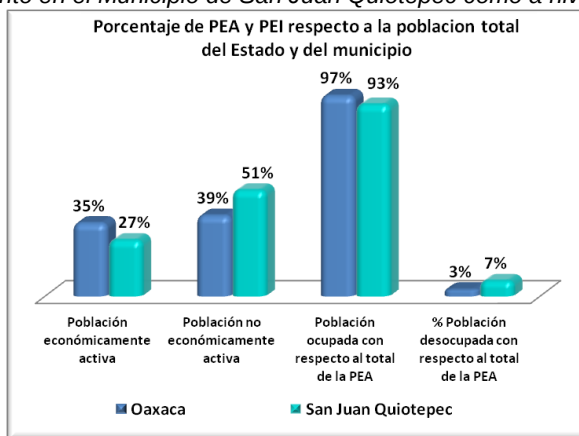


Fuente: Elaboración propia con base en Índice de Marginación del CONAPO, 2005.

4.4. Características de la Población Económicamente Activa

La PEA del año 2010 corresponde a un 27% de la población total del Municipio de San Juan Quiotepec, lo cual asciende a 628 habitantes, de los cuales 581 son población económicamente activa ocupada, representando el 93%, sólo el 7% no están ocupados. El 51% de población en edad de trabajar es económicamente inactiva. (Ver grafica 11)

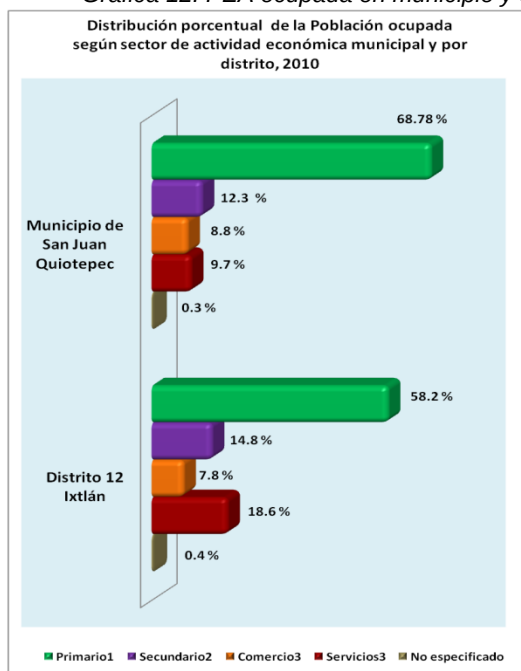
Gráficas 11. PEA y PEI tanto en el Municipio de San Juan Quiotepec como a nivel estatal, en el año 2010



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda de los años 1990, 2000 y 2010.

En cuanto a los sectores donde labora la población económicamente activa, destaca el sector primario, mismo que representa el 68.8% de la PEA ocupada, básicamente se cultiva maíz de grano y frijol, no existe ganadería. El sector secundario refleja el 12.3% de la PEA, existe producción forestal maderable de coníferas para extracción de madera y el 9.7 % se integra al sector terciario, comercio y servicios en específico el área de servicios (Ver gráfica 12).

Gráfica 12. PEA ocupada en municipio y en el Estado-2010

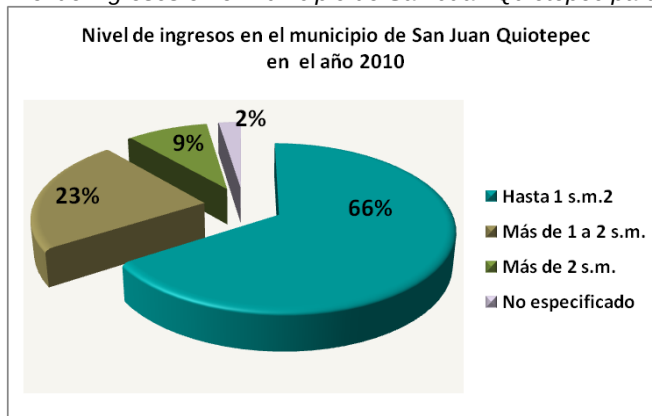


- 1 Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca.
- 2 Minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y² construcción
- 3 Comercio y otros servicios como transporte y de gobierno.

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

En cuanto a la distribución de los niveles de ingresos de la PEA, los niveles de salario corresponden a un ámbito rural con alta marginación, donde la mayoría de población (66% de la PEA) percibe menos de un salario mínimo y en ocasiones no percibe salario, el 23% percibe de 1 a 2 salarios mínimos en tanto que el 9% percibía ingresos superiores a los dos salarios mínimos. (Ver gráfica 13).

Gráfica 2.- Nivel de ingresos en el municipio de San Juan Quiotepec para el año 2010



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

Cuadro 13. Indicadores de la PEA del Municipio de San Juan Quiotepec 2000 y 2010

San Juan Quiotepec		
Población Total	2486	2,313
	2000	2010
PEA	494	628
PEI	1,214	1,184
Población menor de 12 años	772	485
No especificado	6	16
PEA Ocupada	488	567
Primario	358	390
Secundario	53	70
Terciario	68	105
No especificado	9	2
Niveles de Ingresos		
Hasta 1 s.m.2	376	374
Más de 1 a 2 s.m.	28	128
Más de 2 s.m.	16	51
Población ocupada que no recibe ningún ingreso	54	0
No especificado	14	14

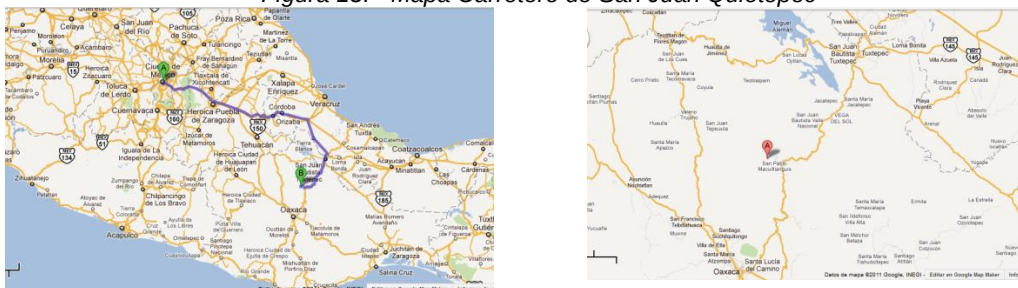
Fuente: Elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda de INEGI, años 2000 y 2010.

4.5. Estructura urbana

El Municipio de San Juan Quiotepec colinda con los municipios de San Pedro Sochiapam y San Juan Tepeuxila al norte; San Felipe Usilas y San Pedro Yoloix al oriente; con San Pablo Macuilianguis y Abejones al sur y al poniente con San Juan Bautista Atlatlauca. Se comunica por

vía terrestre con la capital del Estado mediante la Carretera Federal 175/México San Juan Bautista Tuxtepec - Veracruz/Veracruz - San Juan Bautista Tuxtepec. Cuenta con una vía secundaria hacia Yolox-Comaltepec-Macuilzochilt. Así mismo cuenta con un sistema de veredas que comunica con San Miguel Aloapam y hacia la comunidad de Totomoxtla. Dadas las características rurales del Municipio de San Juan Quiotepec, cuenta con una central camionera sencilla.

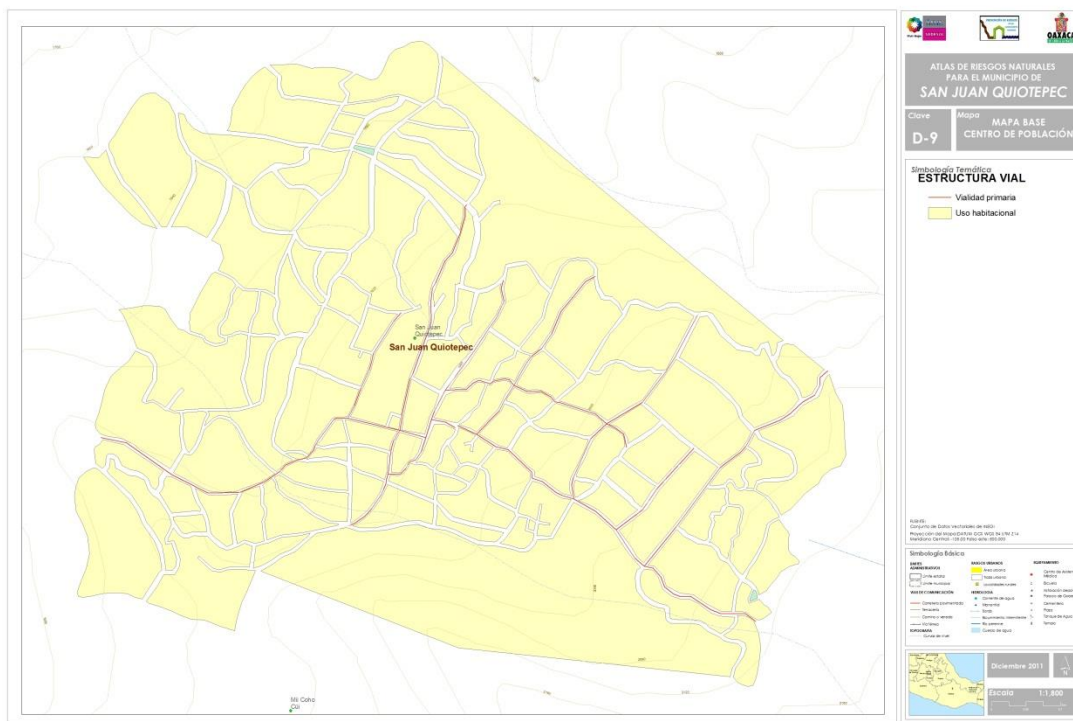
Figura 15.- Mapa Carretero de San Juan Quiotepec



Fuente: Elaboración propia con base en Google maps.

La cabecera Municipal de San Juan Quiotepec tiene una traza pequeña, cuenta con seis calles principales que van de oriente a poniente: Margarita Maza, Lázaro Cárdenas, La Esperanza, Matías Romero, Pípila y El Progreso, que es la calle central donde se ubican los principales equipamientos y comercios. En el sentido norte a sur las principales vialidades son Josefa Ortiz de Domínguez y Libertad.

Figura 16.- Estructura urbana del Municipio de San Juan Quiotepec



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI.

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

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

Un peligro natural es aquel fenómeno que al presentarse, modifica parcial o totalmente algún aspecto físico del territorio en donde se encuentra asentada una población. De esta manera cualquier fenómeno natural que ocurra en los sistemas atmosférico, biótico, litosférico, hidrológico y tenga cualquier probabilidad de afectación del ser humano y sus actividades, debe ser considerado un peligro.

Los fenómenos naturales que se producen por la dinámica e interacción de los componentes superficiales de la corteza terrestre y por ende modifican la corteza del planeta, se consideran fenómenos naturales geológicos y geomorfológicos.

Los geológicos se deben a la dinámica interna del planeta y los procesos de litificación; los geomorfológicos modifican la forma del relieve en un paisaje determinado, ya sea producto de la interacción interna del planeta (procesos endógenos) o por la externa (procesos exógenos).

Cuando un fenómeno, de índole geológico-geomorfológico, afecta de alguna forma las actividades o vida de la población, se convierte en peligro. Pero cuando la población no tiene la capacidad ni organización económica ni social, además adolece de capacidad política para reducir el grado de afectación del peligro, el escenario resultante será el de un desastre natural.

De esta manera la capacidad de afrontar un peligro por parte de la sociedad, determina su grado de vulnerabilidad. En este sentido pueden distinguirse varios tipos de vulnerabilidades, por ejemplo cuando una sociedad tiene la capacidad monetaria para reparar casi en su totalidad los daños producidos por un peligro natural, se dice que su vulnerabilidad económica es baja. Cuando los tomadores de decisiones son incapaces de afrontar un desastre, se dice que políticamente la población es muy vulnerable.

El escenario ideal para la ocurrencia de un desastre natural, requiere gran ignorancia de los peligros naturales presentes en un territorio y la suma de altas vulnerabilidades en la comunidad potencialmente afectada. Por esta razón el reconocimiento de la naturaleza de los peligros, como su origen, tipología, mecánica, características, duración e intensidad así como recurrencia, es vital para su prevención y mitigación.

5.1.1. Fallas y fracturas

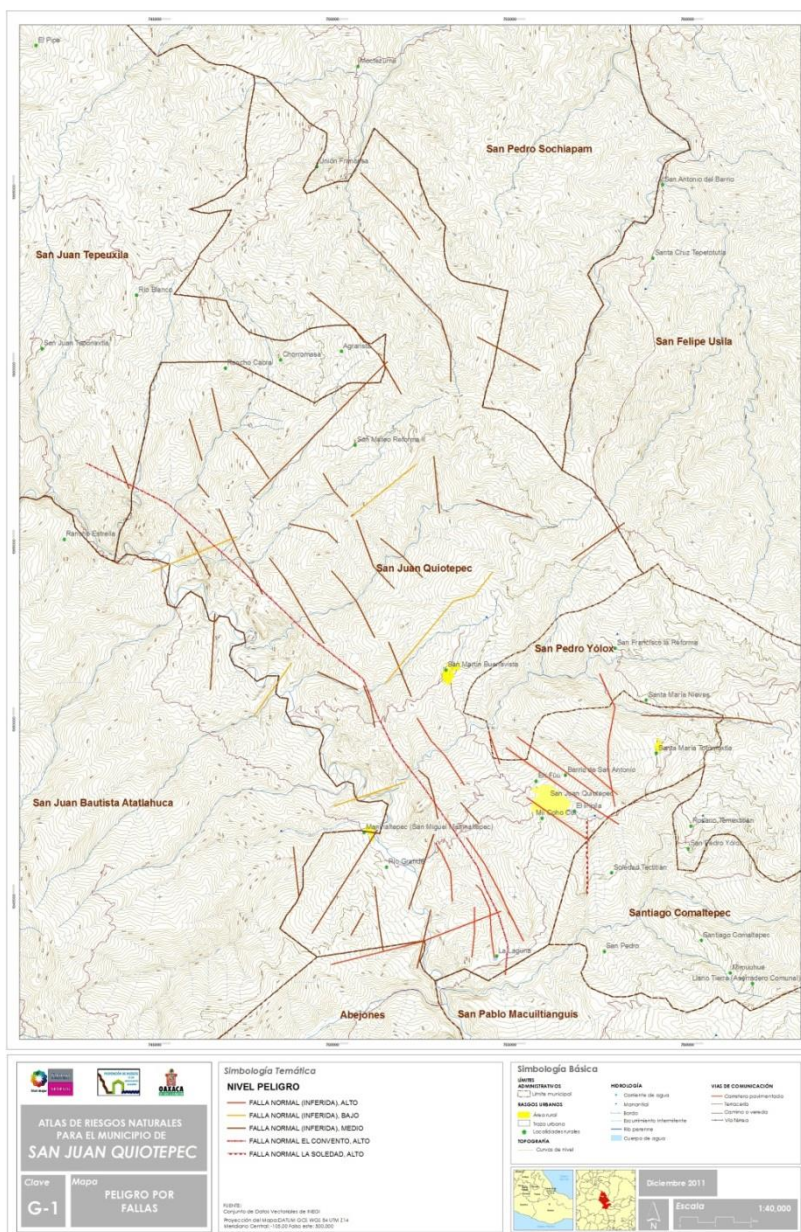
Las dislocaciones de la superficie terrestre, se deben principalmente a esfuerzos internos producto del movimiento relativo de las placas tectónicas. Al momento del desplazamiento, -si es súbito-, se generan sismos. La sismicidad no se concentra solo en los límites de placas, ya que pueden ocurrir desplazamientos al interior del continente, producto del reacomodo interno. Evidencia del movimiento son los hechos de plegamiento, disyunción y discontinuidad de una misma unidad geológica.

Algunas rocas, al sujetarse a varios esfuerzos tienden a comportarse de manera dúctil, casi siempre cuando el movimiento es gradual o lento; o frágil cuando el movimiento es súbito y repentino. Una dislocación, no presenta un movimiento aparente, por lo que al ausentarse el movimiento esta se considera como fractura, cuando se tiene registro de movimiento horizontal y/o vertical se considera fallas. Las fallas que presentar evidencias de movimiento vertical, se clasifican como “normal” (cuando el bloque de techo desciende con respecto al bloque de piso), o “inversa” (cuando el bloque de piso asciende con respecto al bloque de techo). Mientras que las fallas que se desplazan en la horizontal se definen como fallas “laterales”. La mayoría de las fallas en la superficie, muestran movimientos de tipo vertical y horizontal conjugados.

El territorio que ocupa el Municipio de San Juan Quiotepec, en el Estado de Oaxaca, lo componen una serie de litologías con edades Mesozoicas y orígenes poco claros debido a la tectónica de la zona. La principal roca que constituye al municipio es el esquisto (roca metasedimentaria) del Cretácico inferior. Se observan una gran cantidad de fallas con orientación noroeste-sureste (NW-SE) (

Figura 17), que concuerdan con la orientación de la esquistosidad y metamorfismo, además de ser paralelas a la dirección del río Grande que delimita al municipio al oeste. De esta manera la disposición de las fallas concuerdan con la formación de un semigraben denominado Maninaltepec. El contacto entre la litología sedimentaria clástica y la metasedimentaria es tectónico, ya que ahí se observa una dislocación con movimiento normal, llamada Falla El Convento. Por esta razón la principal disposición del sistema de fallas es paralela a la dirección del río Grande. Por último existe aparentemente, un sistema más antiguo dispuesto perpendicularmente al principal sistema de fallas, con una orientación suroeste-noreste. El relieve solo muestra pocos lineamientos, evidencia de su potencialmente baja actividad.

Figura 17. Mapa de fallas en el municipio de San Juan Quiotepec, Oaxaca.



5.1.2. Sismos

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

Nayarit). La sismicidad comúnmente se produce en los límites de estas placas, y rara vez en el interior.

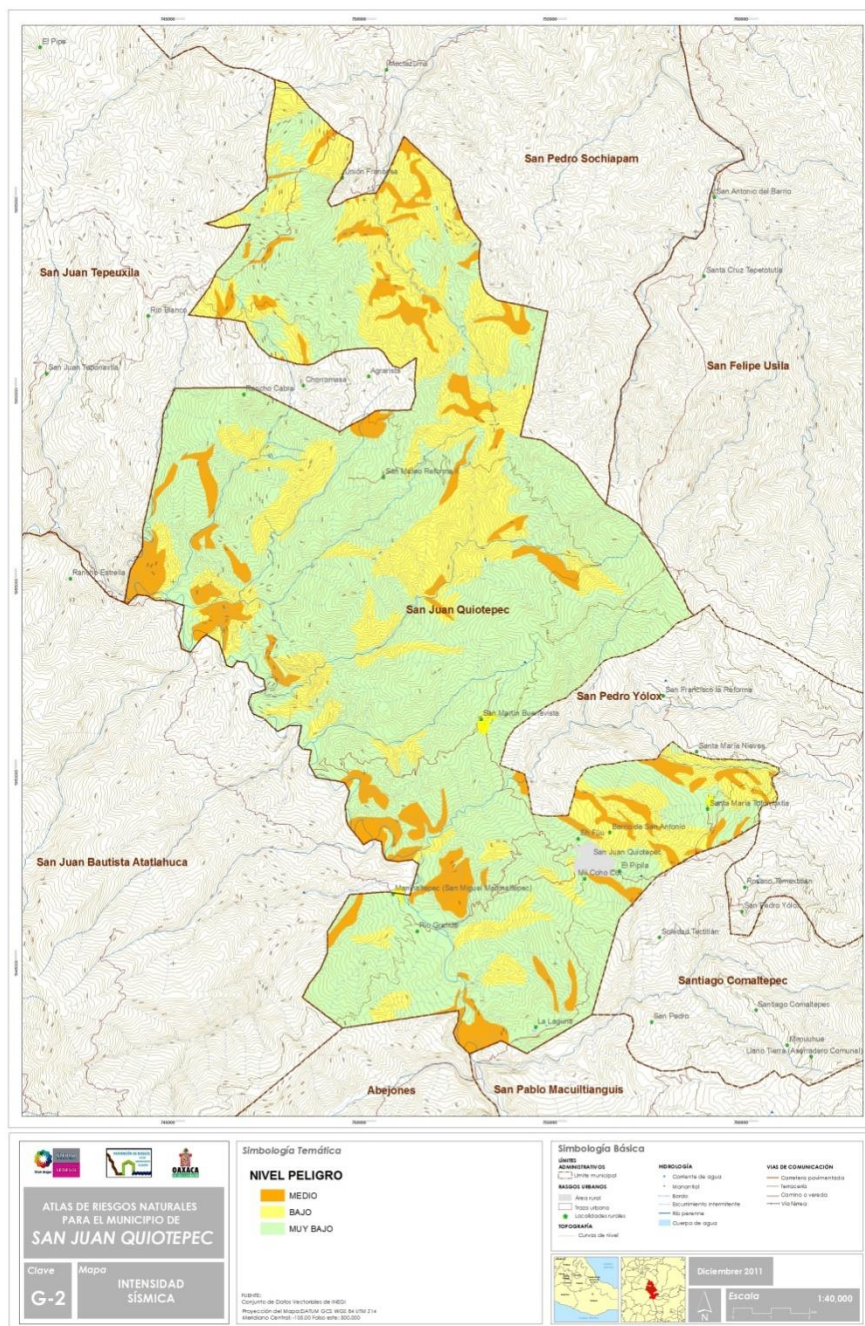
De acuerdo con la teoría de Tectónica de Placas, sus movimientos desencadenan tres tipos de fenómenos: subducción, extensión y transcurrancia; cada uno de ellos ocurre en los límites de las placas. En el país se presentan los tres tipos de fenómenos. El límite de las placas de Norteamérica y Pacífica, en el Mar de Cortés, se presenta el proceso de extensión y dentro del continente (cerca de Mexicali) el proceso de transcurrancia. En el océano Pacífico las placas de Cocos y Rivera en su origen, propician los fenómenos de extensión, en donde, se forma nueva corteza oceánica y se desplaza lentamente lejos de su punto de origen. Este movimiento trata de empujar al llegar a la base a la placa de Norteamérica. Esta placa, al ser más grande y ligera le cuesta trabajo moverse por lo que prefiere cabalgar a la placa que la empuja, esto ocasiona el proceso de subducción de las placas.

El límite de subducción es muy importante ya que es en este donde se generan fenómenos como el vulcanismo y la sismicidad. Mientras que en la zona de divergencia localizada en el fondo del Mar de Cortés, no es habitual la ocurrencia de sismicidad, pero entre sectores de divergencia la placa se disloca y muestra un movimiento horizontal diferenciado a partir de fallas laterales en el límite mismo. Estas fallas al desplazarse generan sismicidad.

De acuerdo con la zona de subducción, el país ha sido dividido en 4 grandes zonas sísmicas. Para su división se utilizó la información sísmica a partir de registros históricos desde el inicio del siglo pasado, (SSN, 2011). Estas zonas son un reflejo de la ocurrencia de sismos en las diversas regiones. En la zona A no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado en los últimos 80 años. Las zonas B y C son zonas intermedias, aquí los registros de sismos no son tan frecuentes. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, su ocurrencia es muy frecuente. Cabe resaltar que esta división toma como fuente principal de sismicidad la zona de subducción y desprecia la sismicidad intraplaca.

En este contexto, el Municipio de San Juan Quiotepec, se encuentra en la zona C, alejada de la zona sismogeneradora. La litología que constituye el territorio del municipio es competente al momento de asimilar las ondas sísmicas, por lo tanto, la aceleración del suelo tiende a ser baja. Desafortunadamente las ondas sísmicas pueden desencadenar fenómenos secundarios cuando atraviesan el territorio. El esquisto es una roca metamórfica que fácilmente puede ser alterada, es decir su intemperización puede ser muy alta cuando la roca se encuentra en contacto directo con los agentes meteorizantes, como el agua, radiación solar o temperatura. Por esta razón, cuando las laderas de esquisto tienen una fuerte inclinación y la roca se ve desprovista de cobertura vegetal, el movimiento sísmico puede desencadenar la generación de procesos de remoción como las caídas o desprendimientos de rocas y escombros. Estos factores determinan las áreas más susceptibles a presentar un desprendimiento en caso de que ocurra un sismo (Figura 18).

Figura 18. Mapa de riesgo sísmico por desequilibrio de laderas en el municipio de San Juan Quiotepec, Oaxaca.



5.1.3. Tsunamis o maremotos

El municipio no tiene contacto con un cuerpo de agua estable de gran amplitud, es decir grandes presas, lagos o mares interiores. Además de no presentar un borde litoral, se encuentra aproximadamente a 157km de la línea de costa más cercana (sur de Veracruz), por lo que la probabilidad de que su territorio sea alcanzado por una gran ola es nula.

5.1.4. Vulcanismo

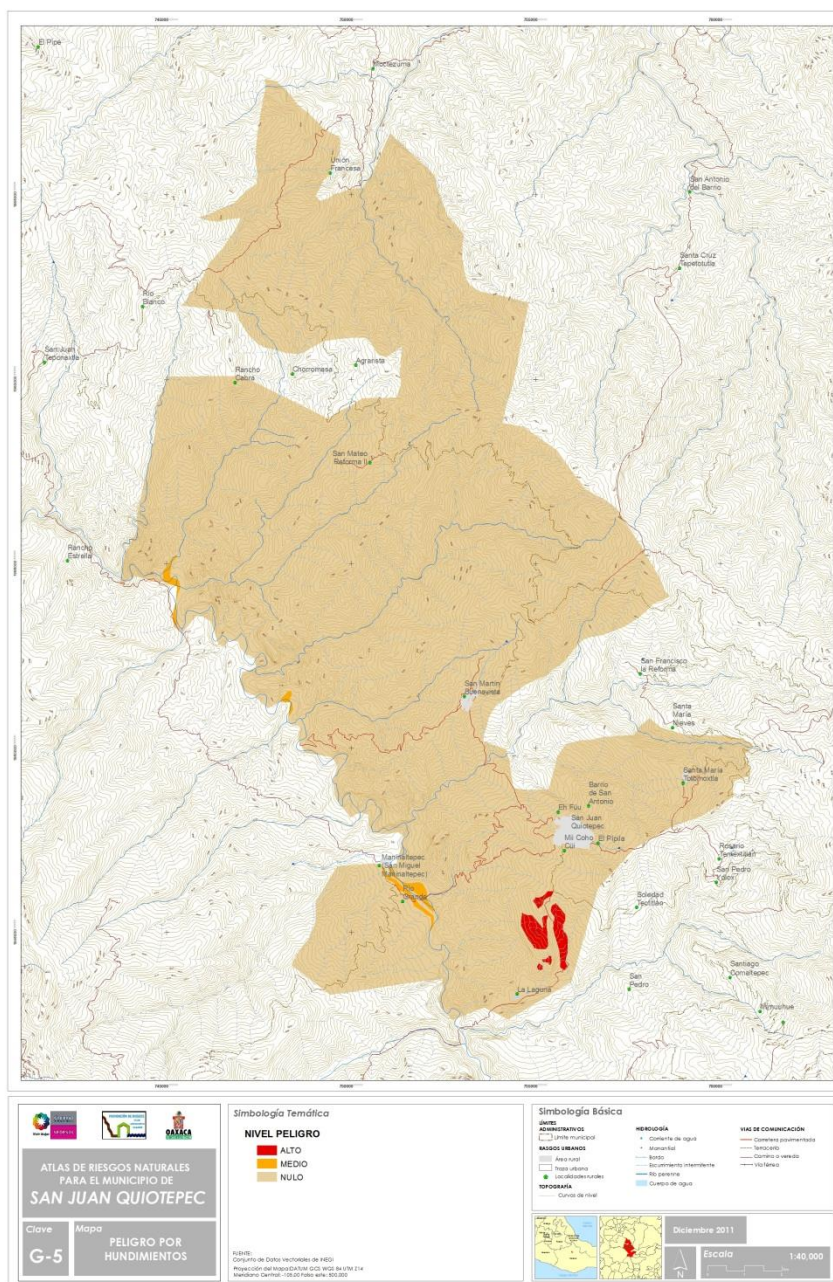
El municipio se encuentra al sur del cinturón volcánico mexicano, provincia en donde se concentra la mayor cantidad de actividad volcánica en el país. El Municipio está a 180km de la Sierra de los Tuxtlas, -un complejo volcánico con actividad histórica-. La dispersión de la ceniza en las erupciones históricas de este complejo no alcanza al Municipio de San Juan Quiotepec. Además aunque se ha propuesto que esta sierra volcánica es capaz de producir erupciones de gran envergadura, la probabilidad de que las cenizas cubran el sector norte del municipio es escasa (freatoplínicas; Zamora Camacho, 2007).

5.1.5. Hundimientos

La naturaleza de las rocas que constituyen el relieve del municipio, no favorece la ocurrencia de fenómenos de subsidencia y/o colapsos. Los hundimientos se presentan cuando el nivel medio de un terreno disminuye de manera súbita o pausada. Muchas regiones en la superficie terrestre se ven sometidas a estos desplazamientos. Estos movimientos resultan de procesos derivados de tectónica activa en el interior de la Tierra como son: colapso dentro de cavidades subterráneas, compactación de materiales superficiales, movimientos de masa sísmicamente inducidos (por ejemplo, licuefacción) por el comportamiento físico de las arcillas (expansión/contracción), colapso de rocas o sedimentos dentro de huecos naturales formados en rocas solubles (por ejemplo, sal, yeso o calizas). La subsidencia local lenta puede ser inducida también por la extracción de fluidos (gas, petróleo, agua subterránea, fluidos geotermales), el drenaje de aguas superficiales en los humedales, que pueden causar oxidación, erosión, compactación de suelos y sedimentos no consolidados por la filtración de aguas superficiales a través de los poros de sedimentos como el loess, causando hidrocompactación.

Casi en su totalidad el Municipio de San Juan Quiotepec, presenta litologías competentes en relación a la ocurrencia de hundimientos y colapsos. El desarrollo de fracturas y grietas en la roca metasedimentaria no favorece el hundimiento del terreno, sino el movimiento de una ladera. Solo al suroeste del municipio en donde prevalecen las rocas sedimentarias calcáreas, es posible la ocurrencia de colapsos, producto de la pérdida de sustentación debido a disolución al interior de las montañas de caliza (Figura 19).

Figura 19. Mapa de zonas susceptibles a presentar colapsos en el Municipio de San Juan Quiotepec.



5.1.6. Deslizamientos

La teoría de la deriva continental y de tectónica de placas establece que la superficie exterior de la Tierra o Litosfera se encuentra dividida por segmentos o áreas llamadas placas, las cuales poseen un movimiento con una dirección principal. En la historia de la Tierra, el contacto entre las mismas ha definido la formación de estructuras tales como: fosas, dorsales, montañas, fallas y zonas de vulcanismo. La superficie de la Tierra se está renovando continuamente, de sus profundidades surge material que forma nueva litosfera, mientras que en otras porciones se hunde para perderse en la astenósfera. Entre los indicios visibles más importantes se encuentran la actividad volcánica,

los terremotos, los procesos de remoción en masa y en menor grado, algunos aspectos del modelado del relieve. Algunos de ellos se han intensificado debido a la acción del hombre, la transformación de las condiciones naturales originales producto de la proliferación de actividades humanas, representadas básicamente por la alteración de la cobertura vegetal. Todas estas condiciones han incrementado el desarrollo de ciertos procesos como los deslizamientos de masa y la erosión del suelo.

Un deslizamiento ocurre cuando se rompe o pierde el equilibrio de una porción de los materiales que componen una ladera y se deslizan ladera abajo por acción de la gravedad. Aunque los deslizamientos usualmente suceden en taludes escarpados, tampoco es raro que se presenten en laderas de poca pendiente. Son primordialmente ocasionados por fuerzas gravitacionales y resultan de una falla por corte a lo largo de la frontera de la masa en movimiento. Respecto a la masa estable, se alcanza un estado de falla cuando el esfuerzo cortante medio, aplicado en la superficie potencial de deslizamiento, llega a ser igual a la resistencia del esfuerzo cortante del suelo o roca. Los deslizamientos pueden ser desencadenados tanto por cambios en el ambiente natural, como por actividades humanas. Los movimientos a corto y mediano plazo de la roca y el suelo a lo largo de laderas, así como el colapso vertical de los mismos, se conocen comúnmente, como deslizamientos de tierra o deslizamientos del terreno, en esta categoría están incluidos los deslizamientos de roca, deslizamientos de escombros, flujos de lodo, flujos de tierra, desprendimientos de roca, suelo y hundimientos. Los movimientos lentos actúan en periodos más largos de tiempo y posiblemente pueda atribuírseles un transporte mayor de material que los transportes rápidos de roca y suelo. Con frecuencia preceden a deslizamientos de tierra violentos.

A nivel regional dentro de la República Mexicana, existen zonas pobladas que con frecuencia están expuestas a la ocurrencia de movimientos repentinos pendiente abajo de masas de suelos y rocas en laderas, por lo que necesitan, fenómenos geotécnicos. Como los deslizamientos con frecuencia tienen antecedentes o exhiben manifestaciones que permiten señalar la posibilidad de su ocurrencia futura, el desafío es entonces distinguir la amenaza y el peligro a que esté sometida la población por esos eventos, establecida la vulnerabilidad, es posible entonces evaluar el riesgo por la ocurrencia de estos fenómenos.

La identificación de los factores internos que hacen propicio el deslizamiento de una ladera y de los factores externos que los disparan, son aspectos que se tomaron en cuenta para estimar el peligro de esas inestabilidades. Con base en la metodología de CENAPRED a través de la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos (2006) y a través de factores topográficos, geotécnicos, hidrológicos y ambientales, se hace un análisis de álgebra de mapas mediante una clasificación de las variables mencionadas, asignándole un valor a cada rango, al final se suman las variables y se reclasifican los valores para formar la intensidad del peligro.

En la Figura 20 el mapa de peligro por deslizamientos del municipio, muestra que cerca del 38% de la superficie que ocupa el municipio se encuentra dentro de una zona con peligro alto afectando principalmente a dos localidades que son la Cabecera municipal San Juan Quiotepec y a Maninaltepec, localizada en la porción central del municipio, así mismo zonas pequeñas donde el peligro es muy alto, se debe a que las comunidades se encuentran ubicadas dentro de una región montañosa de la Sierra de Juárez, la cual cuenta con elevaciones montañosas con pendientes prolongadas que sobrepasan los 30° y precipitaciones pluviales con un promedio de 1409.0 milímetros anuales considerándose abundante, la temporada de lluvias abarca los meses de mayo-septiembre, épocas donde el suelo se vuelve vulnerable a deslizamientos de tierra por la presencia de lluvias torrenciales, los cuales van a dirigirse de las zonas altas a las bajas a través de la formación de canales arrasando a su paso los materiales que se encuentre.

Las zonas que se determinaron dentro de un peligro medio representan cerca del 32% del municipio, siguiéndoles las de riesgo bajo con el 24% y en menor proporción las de riesgo muy bajo. Esto a causa de que donde existe mayor densidad de vegetación el peligro disminuye ya que la vegetación retiene las partículas del suelo, sin embargo donde actualmente se están llevando actividades que alteran el ecosistema a través del cambio de uso de suelo, como deforestación y tala hormiga, alteran la estabilidad del suelo, aunado a ello la gravedad y las lluvias ocasionan deslizamientos.

Las rocas expuestas en la superficie terrestre están sujetas al intemperismo, el cual actúa para establecer un equilibrio entre el material rocoso y su medio. Otros factores actúan para mover los productos del intemperismo, e incluso a las rocas inalteradas hacia niveles más bajos. A los movimientos de las rocas y del material sin consolidar, en respuesta a la atracción gravitacional se les llama movimientos de masa. Estos movimientos del material de la superficie causados por la gravedad algunas veces tienen lugar repentinamente en forma de deslizamientos de tierra y de desprendimiento de rocas de los acantilados, pero frecuentemente se desarrollan casi imperceptiblemente, como el deslizamiento paulatino del suelo en terrenos de pendiente suave.

Entre los peligros más comunes que pueden producir los deslizamientos de tierra se encuentran los siguientes:

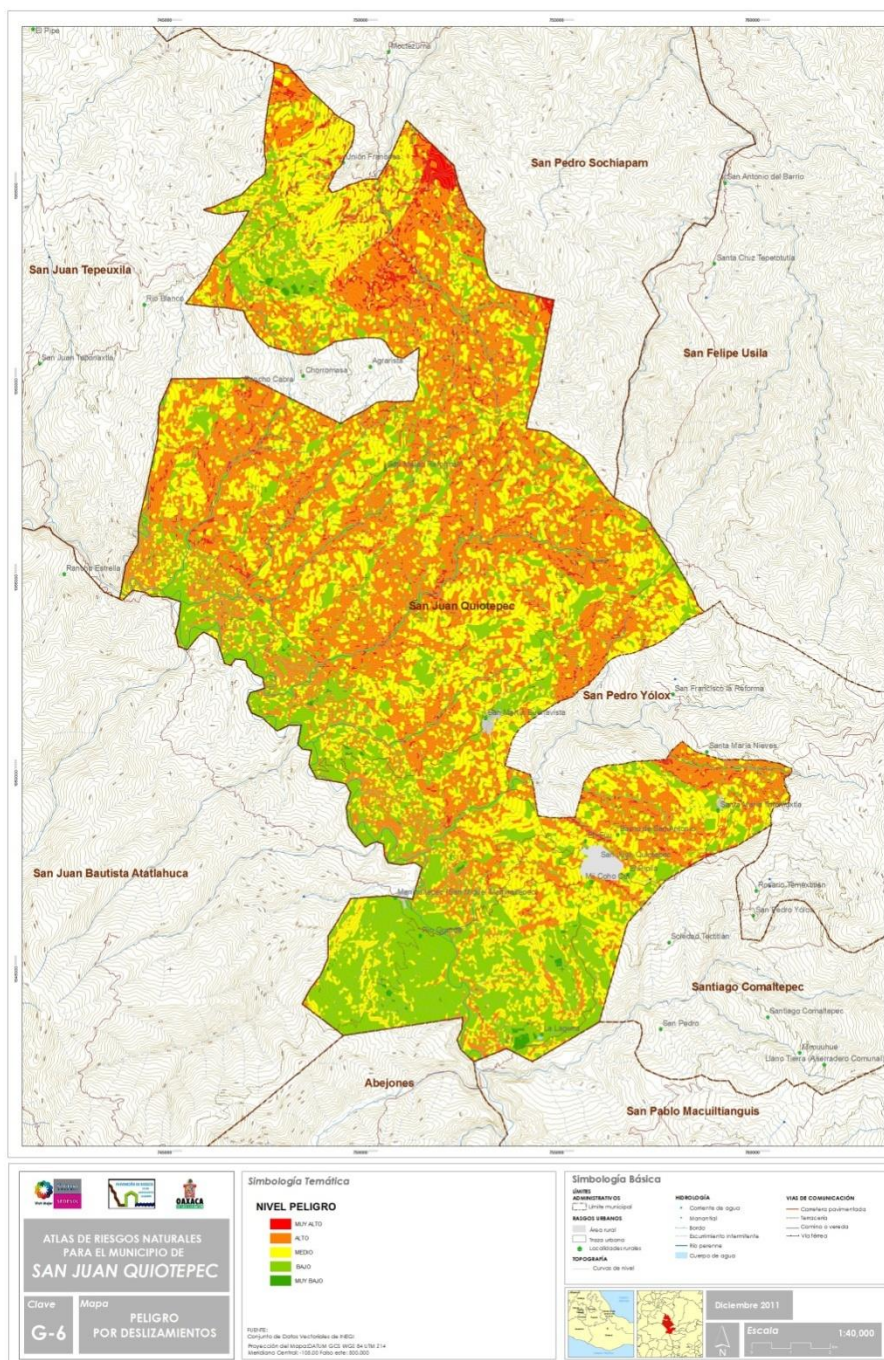
Agrietamientos y rupturas. En laderas inestables ocupadas por el hombre, los asentamientos diferenciales del terreno generan cuarteaduras en muros y pisos, causando deterioro general de las construcciones. Las obras de agua potable y drenaje suelen sufrir averías incluso en las etapas iniciales del movimiento. Las vías de comunicación construidas en zonas de relieve abrupto con laderas escarpadas, son afectadas con frecuencia por desprendimientos y caída tanto de materiales sin consolidar como de rocas.

Destrucción de poblados. Los deslizamientos de grandes volúmenes de tierra y rocas son capaces de afectar e inclusive sepultar a poblaciones enteras. El poder destructivo y la velocidad del desplazamiento puede incrementarse en ciertas zonas montañosas por la presencia de nieve o glaciares. Algunos pueden viajar grandes distancias a varios cientos de kilómetros por hora. Son también frecuentes en áreas de pendientes pronunciadas con sobrecarga de peso en los márgenes de núcleos de población.

Represamientos. Cuando los materiales deslizados obstruyen el flujo de una corriente fluvial, el agua se represa hasta alcanzar un volumen suficientemente grande para originar un flujo de lodo en forma de avalancha.

A nivel de localidad, dentro de la cabecera municipal el riesgo está presente sobre todo hacia la parte suroeste y noreste, así mismo debido a las condiciones topográficas del municipio, el peligro aumenta conforme se presenten lluvias torrenciales en zonas donde la vegetación está disminuyendo paulatinamente.

Figura 20. Mapa de peligro de deslizamiento del municipio de San Juan Quiotepec, Oaxaca.



5.1.7. Derrumbes

Los derrumbes son desprendimientos violentos de suelo y de fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes empinadas y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando. Estos movimientos de tierra son una amenaza directa para cualquier construcción ubicada cerca del sitio en donde ocurre un terremoto. El derrumbe de edificios es la principal causa de fatalidades en áreas densamente pobladas. La gravedad de la

Tierra proporciona la energía necesaria para el desplazamiento pendiente abajo de los materiales superficiales, cuando es capaz de vencer la resistencia interna del material que le impide moverse. La acentuación de la pendiente por la acción erosiva de corrientes fluviales, océanos, glaciares y por la construcción de caminos, canales y excavación de minas, la vibración del terreno producido por erupciones, explosiones o temblores, hace que aumente el peso que soporta el terreno debido a la acumulación de nieve, agua o productos volcánicos, así como por efecto de edificaciones provocando los derrumbes. La saturación de agua es particularmente importante, sobre todo en suelos arenosos o con material no compactado. En muchos depósitos sin consolidar los espacios porosos entre las partículas individuales se llenan parcialmente de aire y humedad. Cuando el suelo se satura de agua al producirse una fuerte lluvia, obliga al aire a salir de los espacios porosos, se reduce la cohesión del suelo y la masa se vuelve más susceptible al movimiento pendiente abajo.

La metodología que se empleo para determinar el riesgo por derrumbes del Municipio de San Juan Quiotepec se obtuvo a partir de las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), lo cual consiste en analizar la cartografía temática como lo es la topografía del municipio, la geología (textura y estructura de los materiales geológicos) y el uso de suelo, obteniendo con ello el mapa que se muestra en la Figura 21, en el cual se aprecia que aproximadamente el 36% de la superficie está siendo afectada por un riesgo de intensidad alta, seguido de los polígonos que engloban a las zonas con riesgo medio con el 28%, la superficie con riesgo cuya intensidad es baja representa el 23%, y en menor proporción se encuentran las de intensidad muy baja con el 10% y muy alta con el 3%.

Hacia donde se observa que se distribuye el riesgo de muy bajo a bajo es hacia la zona poniente del municipio donde se localiza el Rio Grande dentro de una zona formada por lomeríos y del valle intermonatano acumulativo, así mismo, hacia la zona noreste del municipio donde la vegetación es más abundante y el suelo esta compactado, no existe presencia aparente de zonas rocosas que promuevan algún derrumbe.

Sin embargo, como ya se ha mencionado, el municipio se localiza dentro de una región montañosa, la cual corresponde a la Sierra Norte perteneciente al Distrito de Ixtlán, cuyas altitudes se encuentran entre los 1000 y 1920msnm., la sierra comprende pendientes mayores a los 30° de inclinación, esto favorece la caída de los materiales por gravedad. La mayor parte del municipio está ocupado por roca poco consolidada; así mismo las actividades antrópicas, favorecen a la ocurrencia de estos procesos geológicos que representan un riesgo para la población, debido a que la zona montañosa estaba ocupada por pinos, ocotes y cedros bosques de pino, encino y actualmente la cubierta vegetal ocupa solamente el 40% del territorio del Municipio. La explotación de los recursos naturales ha sido de manera irracional por parte de las compañías madereras, en años anteriores explotaron estos bosques a cambio de abrir brechas para el Municipio, en la actualidad se sigue eliminando vegetación primaria, con el cambio de uso de suelo para la ganadería y la agricultura.

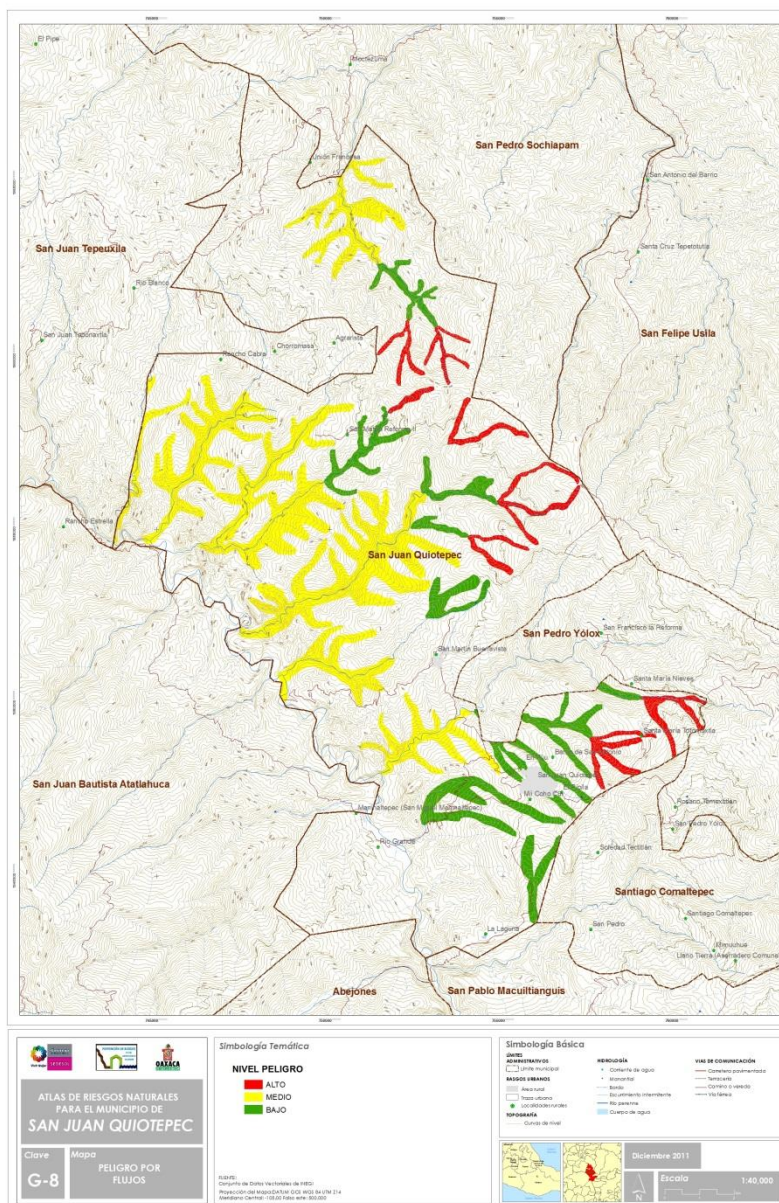
Lo anterior provoca deforestación, con ello la pérdida de humedad en el suelo, en arroyos y aumento de temperatura. Esta situación es muy visible en la cabecera municipal, lo anterior ocasiona que el suelo y las rocas sean inestables y se presenten derrumbes, sobretudo en zonas muy escarpadas, como es el caso donde se han formado caminos y carreteras.

Los flujos de lodo son considerados una masa de suelo con sedimentos y agua que fluye pendiente abajo muy rápidamente. En el Municipio de San Juan Quiotepec, la Geología superficial predominante es el Esquisto y la Lutita- Arenisca. Este tipo de rocas metamórficas, al estar expuestas son fácilmente erosionables, por lo tanto las áreas deforestadas son altamente susceptibles a la inestabilidad, por lo tanto son fácilmente erosionables por las corrientes de agua formando flujos de lodo.

Dentro del municipio se identificaron las corrientes principales a partir de las que se pueden generar flujos y se compararon con factores internos como la geología, altitud, pendiente y con factores externos que pueden generar zonas de inestabilidad como el tipo de vegetación o el uso de suelo.

A partir de estas características se definieron tres rangos de susceptibilidad que son alto, medio y bajo, considerando que la cantidad de material que puede ser removido por las corrientes de agua, puede alcanzar las zonas bajas siempre y cuando sean de gran volumen.

Figura 22. Mapa de Susceptibilidad a flujos en el Municipio de San Juan Quiotepec



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI

5.1.9. Erosión

La erosión es considerada como remoción del suelo por agentes del medio físico, en el ámbito mundial constituye uno de los problemas ambientales más severos, el 80% de la superficie del planeta presenta este fenómeno.

La erosión es la remoción del suelo por la acción de agentes físicos, como el agua o el viento, por lo cual, las capas superiores más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas. Para el cálculo de este fenómeno, se utilizó la fórmula universal de pérdida de suelos, con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE.

La metodología requiere de la preparación de 6 mapas intermedios que se mencionan a continuación:

PECRE: Período de crecimiento: se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual), se obtiene con el siguiente cálculo:

$$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.1019$$

$$IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875$$

2. IALLU: Índice de agresividad de la lluvia,

3. CAERO: Coeficiente de erodabilidad: Para la evaluación de la erosión laminar hídrica se elaboró la capa de coeficiente de erodabilidad (CAERO) con base en los valores que se detallan en la tabla siguiente, reclasificando la capa de edafología.

4. CATEX: Calificación de textura y fase: La capa se elabora a partir de la textura y fase de los suelos presentes.

5. CATOP: Calificación de la topografía: Esta capa se elabora en base a una reclasificación del mapa de pendientes.

6. CAUSO: Calificación por uso del suelo: Esta capa se elabora a partir del uso de suelo y vegetación

Esta capa da como resultado la erosión hídrica expresada en términos de toneladas por hectárea por año con el siguiente cálculo:

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

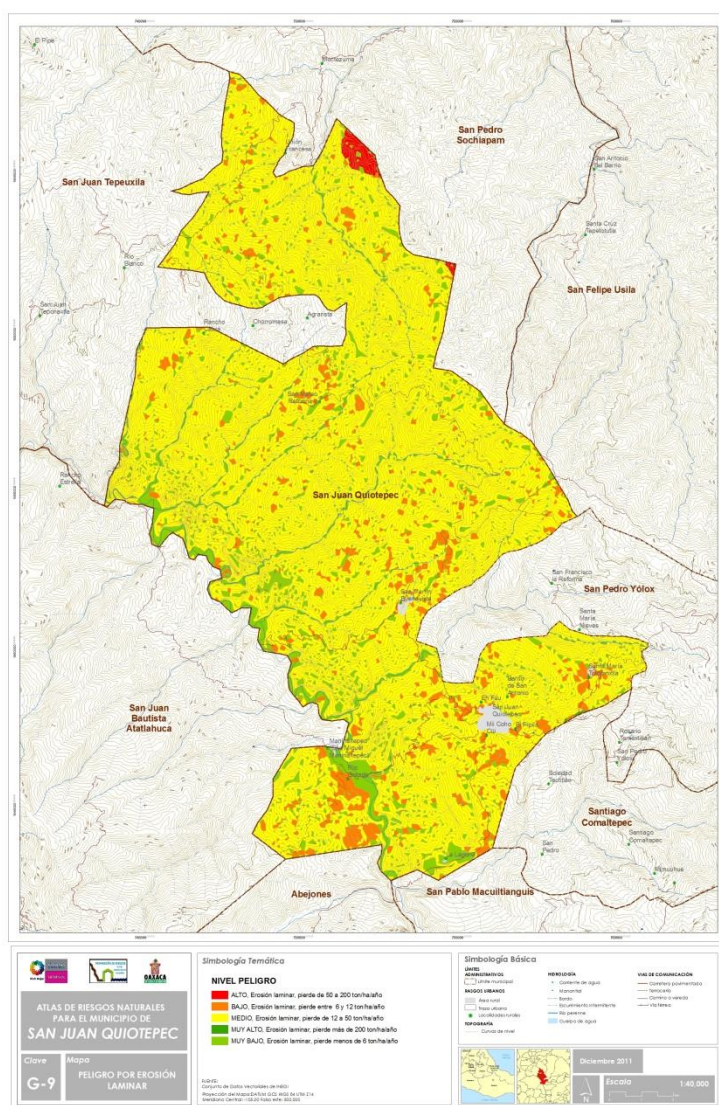
Una vez aplicada la fórmula se obtuvo el modelo de erosión laminar del suelo (Figura 23), en donde se muestra que en el municipio se encuentra dentro de un riesgo de erosión media que ocupa cerca del 54% de la superficie municipal, debido a que existen diversas formaciones de corrientes de agua dentro de valles intermontanos, pero con vegetación aparentemente abundante, lo que ha favorecido a que constantemente se estén dando procesos de arrastre y acumulación de suelo, así mismo el 27% y 18% está distribuido en el territorio municipal con un riesgo a la erosión laminar que va de bajo a muy bajo respectivamente, solo se aprecia en pequeñas porciones hacia la zona noreste y sureste con riesgo alto y muy alto, en donde se observa que la densidad de vegetación ha disminuido notablemente.

Aunque el mapa nos muestre que dentro del municipio no existen problemas aparentes de erosión del suelo, es importante tomar en cuenta que si se llevan a cabo procesos, a consecuencia de cambios de uso de suelo, sobretodo de forestal a agrícola, en este caso el suelo pierde estabilidad, si a esto se le suman las fuertes precipitaciones que se presentan en la zona con pendientes

prolongadas el problema incrementará de forma acelerada, ya que los suelos que se encuentran en la zona son poco profundos, con ello queda a la vista el material rocoso, en donde no puede existir vegetación.

Dentro del municipio se encuentran básicamente tres tipos de suelo que es el Luvisol, Litosol y Regosol, siendo el primero el que ocupa la mayor parte del territorio, cuya fertilidad es moderada pero muy susceptible a la erosión, los Litosoles son suelos con profundidades menores a los 10cm, también es susceptible a la erosión, por ello se recomienda que tenga un uso forestal y finalmente los suelos de tipo Regosol son suelos sueltos acompañado por afloramientos de rocas o tepetates, son de fertilidad media o alta dependiendo de la profundidad, sin embargo también es altamente susceptible a la erosión, por ello debe de tener un uso pecuario pero sobretodo forestal.

Figura 23. Mapa de Peligro por Erosión Laminar



5.2. Análisis de los Peligros Geológicos a nivel de localidad

El municipio de San Juan Quiotepec, Oax., se localiza al norte de la capital del estado dentro de la Sierra de Juárez. El relieve que caracteriza el territorio del municipio es accidentado, se puede definir como una serie de barrancos que disecan elevaciones mayores de rocas metasedimentarias y sedimentarias; sus laderas presentan un fuerte gradiente de pendientes, que aunado con la incompetencia del material, lo que las hace altamente vulnerables a presentar fenómenos de remoción en masa o gravitacionales de ladera.

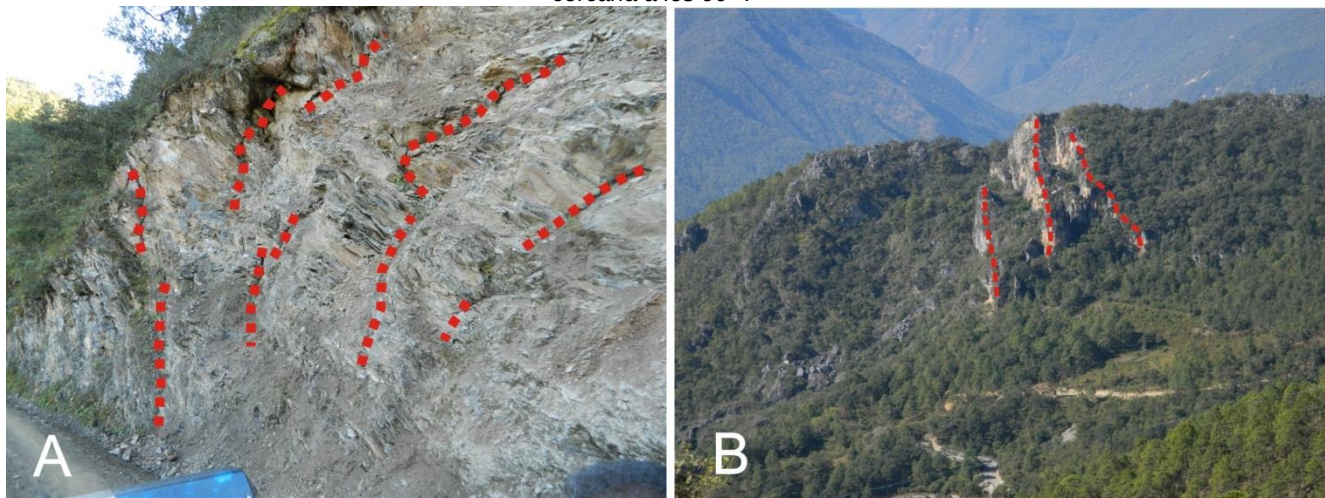
Es muy importante señalar que el territorio ha sido poblado por una serie de comunidades antiquísimas, en donde al día de hoy todavía conservan su lengua (además de variaciones en cada una) como lo es el Chinanteco (principal lengua en el municipio) alto y bajo, así como el zapoteco (principal lengua en la región). Los pobladores siguen comunicándose en su lengua y enseñan a sus hijos la misma, aunque todos hablan español sin problema. Desafortunadamente la población de la región, se ha visto inmersa en problemáticas complejas (discriminatorias y culturales) a lo largo del tiempo pasado (centurias). En la actualidad (y a partir de 1940 aprox.) la relación de los pueblos cercanos al municipio es cordial y benéfica. Pero algunos escollos han quedado en la configuración social del territorio. Ya que refieren a los límites actuales del municipio de San Juan Quiotepec, Oax., los ríos Blanco al noroeste y el Grande al suroeste, dejando fuera del mismo al poblado de San Martín Buenavista al norte (del cual expresan que pertenece al municipio de San Pedro Yólox) y a Maninaltepec al sur (que pertenece al municipio de San Juan Bautista Atatlahuca). Estos factores socio-culturales no definen o modifican los peligros naturales de los cuales se puede ver afectado el territorio. Pero la capacidad de afrontar un peligro y la cooperación de la población para la mitigación se pueden ver mermados.

Por otro lado, la población del municipio está consciente de los repetidos fenómenos que afectan su territorio, que son principalmente los procesos de remoción en masa. Y buscan atenuarlos y mitigar su afectación al realizar obras de contención de materiales en los caminos principales a San Juan Quiotepec. Desafortunadamente los altos costos de las obras así como la gran cantidad de relieve propenso a presentar un movimiento hace insostenible la implementación de obras civiles para la contención de taludes. En cambio pueden, con el tiempo, reducir poco a poco la pendiente de las principales zonas con alto potencial de remoción de las laderas en un futuro. A continuación se esbozan los principales peligros vistos en el relieve de San Juan Quiotepec, Oax.

5.2.1. Fallas y fracturas

La historia geológica del territorio que compone al municipio, contiene una compleja dinámica de levantamiento y plegamiento de rocas sedimentarias que posteriormente fueron metamorfoseadas, presumiblemente por la intrusión de un cuerpo plutónico. Por esta razón existe una gran cantidad de fallas y fracturas en las laderas de las elevaciones mayores del municipio. Las principales y con mayor potencial de peligrosidad son aquellas con una orientación noroeste-sureste. Muchas grietas con esta orientación se pueden observar en los cortes de caminos. La mayor concentración de las mismas fue vista a lo largo del camino de San Juan Quiotepec hacia Santa María Totomoxtla al norte (Figura 1.A). Además es evidente que el río Grande fluye en la parte baja del semigraben de Maninaltepec, flanqueado dentro del municipio por fallas normales con una orientación noroeste-sureste, que no solo corta las rocas metamórficas sino también las sedimentarias químicas como las calizas localizadas al sur del municipio (Figura 24.B).

Figura 24.A) Numerosas grietas semiparalelas (líneas intermitentes rojas) entre sí en un talud con pendiente cercana a los 85° de pendiente, en el camino de San Juan Quiotepec hacia Santa María Totomoxtlá. B) Falla normal (líneas intermitentes rojas) del semigraben de Minanltepec al suroeste del municipio, nótese el escarpe con una pendiente cercana a los 90°.



Casi la totalidad del municipio está constituida por rocas metasedimentarias (esquisto), esta roca es poco competente y su estructura permite la fisuración y agrietamiento. Por esta razón la mayor parte del territorio de San Juan Quiotepec se ve afectada por el fenómeno mismo de esquistosidad (gran fisuración superficial) lo que debilita sustancialmente la roca (Figura 25), que aunado con la heterogeneidad de pendientes, el grado de peligrosidad aumenta. El esquisto tiene una textura foliada, por lo que gran parte de sus minerales (micas) se parecen a hojuelas muy delgadas. La fisuración (agrietamiento que se desarrolla entre los minerales) de este material hace que los fenómenos de intemperización ataquen fuertemente y debiliten así la superficie. Esto incrementa la infiltración de agua, que a su vez expande los minerales que componen al esquisto como las micas y debilita la roca al interior.

El desarrollado agrietamiento del sustrato y la fisuración superficial hace que constantemente los taludes de los caminos a lo largo y ancho del municipio se vean desestabilizados. Es un fenómeno con el que la población ha vivido por mucho tiempo, pero solo en la actualidad la fisuración se ha incrementado por el aumento de terracerías amplias.

5.2.2. Sismos

San Juan Quiotepec se encuentra alejado de la zona sismogeneradora, pero desafortunadamente no lo excluye de la ocurrencia de sismos. La gran mayoría de los sismos ocurridos en Oaxaca se producen cerca de la costa, las ondas sísmicas en su viaje por el estado, reducen su intensidad cuando atraviesan una roca compacta (más no necesariamente competente) como las calizas y los esquistos, por lo que la magnitud de un sismo se ve considerablemente disminuida al llegar a la Sierra de Juárez. En cambio, si el epicentro se encuentra cerca del municipio, la profundidad y dimensión de la ruptura determinarían la magnitud del mismo.

Figura 25. Fotografía de un talud en las afueras del pueblo de San Juan Quiotepec con dirección a Santa María Totomoxtlá, nótese las grietas onduladas naturales de la roca misma.



Por esta razón es importante que aunque las construcciones se encuentre en un material de terreno firme (roca sólida) e intermedio (lomeríos o depósitos de remoción en masa), el mayor problema que puede generarse en caso de que se presente un sismo de magnitud considerable (mayor a 5.5 °) es el desencadenamiento de un proceso de remoción como lo son las caídas y desprendimientos de escombros, en laderas inestables y/o con pendientes mayores a los 45 ° de pendiente. De esta manera las laderas superiores alrededor del mismo pueblo de San Juan Quiotepec pueden verse desestabilizadas en caso de un sismo y afectar a la población (Figura 26).

Figura 26. Fotografía de la ladera suroriental de San Juan Quiotepec (detrás del panteón) en donde se observan crestones de rocas (señalados por las flechas rojas) que afloran por encima de la cobertura de bosque. Estos crestones son de esquisto, fisurado y alterado por los agentes meteorizantes, por lo que en caso de presentarse un sismo de magnitud considerable (mayor a 5.5) pueden movilizarse y producir una caída o desprendimiento de rocas.



5.2.3. Hundimientos

Los hundimientos ocurren por múltiples factores, como extracción de agua subterránea, remoción interna de clastos finos, etc. Dentro del municipio de San Juan Quiotepec, la litología del territorio no favorece la ocurrencia de hundimientos. No se observaron evidencias de hundimientos ocurridos en la actualidad en alguna área urbana.

Lo que sí pudo observarse es que al sur del municipio existen afloramientos de rocas calcáreas (Figura 27), aquí puede ocurrir el colapso de la superficie por el desarrollo de cavidades al interior. Este fenómeno tiene su máxima expresión en las superficies cimbres y laderas de baja pendiente (mapa de hundimientos de la caracterización de peligros de San Juan Quiotepec). Además la subsidencia del terreno también puede presentarse cuando existen depósitos friables constituidos por materiales finos, como el aluvión. Esto producto de la lixiviación y descenso del manto freático. Estas condiciones se observan en el fondo del Río Grande (Figura 27). De esta manera las zonas con potencial de subsidencia y colapso fueron corroboradas.

Figura 27. Fotografía desde el fondo del Río Grande en el camino hacia Maninaltepec al suroeste del municipio. Se muestra una pared de calizas (parte superior) y areniscas (parte inferior), al fondo de la fotografía y en primer plano se muestra una terraza fluvial.



5.2.4. Remoción en masa

El fenómeno con mayor repercusión en el territorio de San Juan Quiotepec, son los procesos de remoción en masa. Dentro de los procesos de remoción, vistos en los recorridos de campo, los principales fueron caída de bloques y rocas; desprendimientos de escombros, deslizamientos rotacionales y traslacionales; flujos y complejos.

La mayor parte de las zonas susceptibles a caídas y desprendimientos (ejemplos en las Figura 24 y Figura 26). Estos fenómenos ocurren cuando el movimiento de un bloque o escombros descienden en caída libre. Para que se desencadenen es necesaria la inestabilidad de una parte de la ladera, ya sea por efectos tectónicos o exógenos (intemperismo), la fisuración e infiltración de agua en el esquistos acelera la alteración de la roca expuesta. Una vez que se separan los bloques o rocas de la ladera, descienden y pueden rebotar, rodar e incluso deslizarse ladera abajo, en la mayoría de los casos dejan a su paso evidencias de su movimiento a manera de corredor de escombros. Dependiendo del tamaño del bloque o la cantidad de rocas, el material se acelera y se vuelve difícil reducir su inercia por lo que si en su paso se encuentran casas o construcciones serán arrasadas. Por otro lado, también se encuentra el caso extremo, en donde el material se encuentra tan alterado que el desprendimiento de escombros se hace común (Figura 28).

Figura 28. Ladera del camino hacia San Juan Quiotepec desde San Pedro Yólox, nótese como el material muestra un color café blanquecino. Aquí el material se ve muy alterado, cuando este material es hidratado en el caso de una lluvia constante, se convierte en un lodo resbaladizo que comienza un movimiento en bloques y termina en pequeños flujos.



El fenómeno que constantemente se observa en los taludes de los caminos y laderas de las elevaciones del territorio de Quiotepec son los deslizamientos, principalmente los rotacionales. Los deslizamientos son movimientos ladera debajo de una masa de suelo, detritos o roca, y ocurre sobre una superficie de ruptura (Alcántara, 2000). Este proceso se caracteriza por una corona de desprendimiento, que es una gran fractura en la cabecera del deslizamiento, un cuerpo del deslizamiento que la parte de la ladera que se desplaza. Cerca de la corona de desprendimiento es común observar el desarrollo de bloques basculados y separados por grandes grietas (Figura 30). Al frente a veces se observa un lóbulo o parte final del depósito. En el caso de los deslizamientos de San Juan Quiotepec, estos frentes solo se observan en las partes bajas del municipio. Es importante reconocer que estos deslizamientos ocurren por la inestabilidad de una ladera, que junto con el peso de la misma genera una superficie de deslizamiento de manera cóncava o de cuchara, en donde se desliza. Por otro lado, cuando la superficie de deslizamiento es paralela a la ladera el deslizamiento es de tipo translacional. Este tipo de deslizamiento puede viajar una mayor distancia de su corona de desprendimiento. En las laderas de las elevaciones de San Juan Quiotepec también se observa este proceso (Figura 35).

Figura 29. Fotografía de la zona superior de un deslizamiento rotacional (cerca de la entrada este de San Juan Quiotepec). En la parte superior derecha se observa un escarpe que indica la corona de desprendimiento (línea punteada), mientras que en primer plano se notan bloques (parte superior, línea continua) y como estos se basculan hacia el escarpe de la corona de desprendimiento. Nótese como el material se encuentra revuelto (diferentes tonalidades al interior del depósito) pero no completamente mezclado lo que indica la corta distancia de remoción.

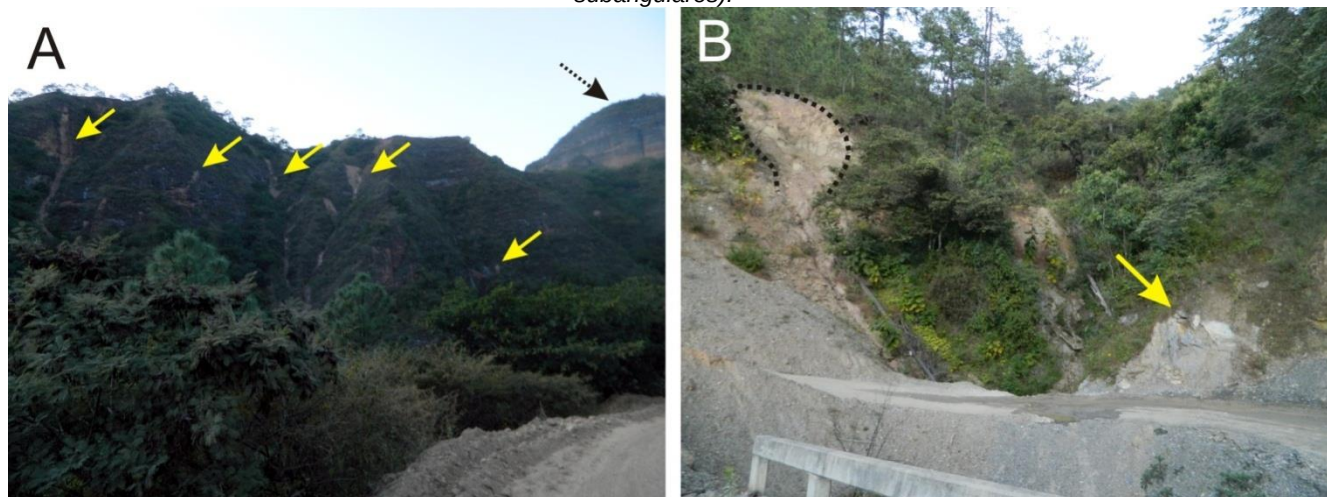


Figura 30. Deslizamiento de tipo translacional, nótese como el área removida es mayor y la corona no es del todo semicircular. También se puede observar que el depósito ha sido repoblado por árboles, por lo que no es del todo reciente.



Por otro lado las laderas con fuerte pendiente y material superficial inestable y alterado facilita la ocurrencia del desprendimiento de una importante cantidad de material detrítico. Aquí el material se desplaza de manera continua ladera abajo, alcanza altas velocidades y por ende son de corta duración. El material se desliza a manera de un fluido de alta densidad (en algunos casos). Los materiales que lo componen llegan a ser principalmente heterométricos. Son los fenómenos que mayormente ocurren en las laderas con pendientes mayores a 45° de pendiente. El material a veces se canaliza al valle cercano o en algunos casos hace su propio corredor de flujo (Figura 31).

Figura 31. Fotografías de la parte sur del municipio en las inmediaciones del camino a Maninaltepec. A) Ladera afectada por remoción de material en flujo (flecha continua), nótese como cada flujo se canaliza o avanzan con dirección al valle principal, en la parte superior derecha se observa un escarpe de rocas caliza (flecha discontinua), aquí es común el desarrollo de caídas de bloques. B) Fotografía de "El Puente" (QUI-1107, Mapa de puntos Anexo B), se observa una corona de desprendimiento con su corredor de flujo en la parte inferior, también es evidente que gran parte de las laderas están formadas por antiguos depósitos de deslizamientos (flecha continua que señala bloques heterométricos subangulares).



De esta manera los flujos son un fenómeno que se maximiza en época de lluvias, por esta razón es importante la caracterización de zonas vulnerables a presentar procesos de remoción en masa (mapa de peligros por remoción, caracterización de peligros geológicos). Es difícil señalar la cantidad de flujos que se observan, mayor mente en las laderas al oeste del municipio (pertenecientes a San Juan Bautista Atlatlahuaca) (Figura 32).

Es tal la diversidad de procesos de remoción en masa que incluso se presentan en escala menor. Un ejemplo se observa atrás del panteón de San Juan Quiotepec, en donde varios deslizamientos del tamaño de hasta un metro se presentan en un camino descendente (Figura 33). Aquí el factor principal es la alteración antrópica (constante ir y venir de las personas por un estrecho camino flanqueado por una ladera con pendiente mayor a 45°). Aunado a la alteración por efectos naturales y facilidad del esquisto a aceptar la infiltración, pone de manifiesto el escenario para el desarrollo de fenómenos de remoción. Es importante señalar que estos pequeños fenómenos son raros y que los que predominan son aquellos de magnitudes de decámetros, por lo que es necesario concientizar a la población de la mecánica de estos procesos. Para que en un futuro ellos mismos funcionen como controladores y/o mitigadores de la inestabilidad de sus laderas. Un aspecto importante y alentador es el profundo cuidado que se tiene para respetar sus bosques en el sentido de la tala. No se observa esa práctica, por lo menos no de manera evidente. Al conservar la vegetación de las laderas, el impacto de los agentes de intemperización disminuye

(aunque otros como el intemperismo biológico aumenta) lo que desfavorece la ocurrencia de erosión y remoción en masa.

Figura 32. Múltiples flujos de escombros en las elevaciones menores al oeste del municipio (fuera del mismo).

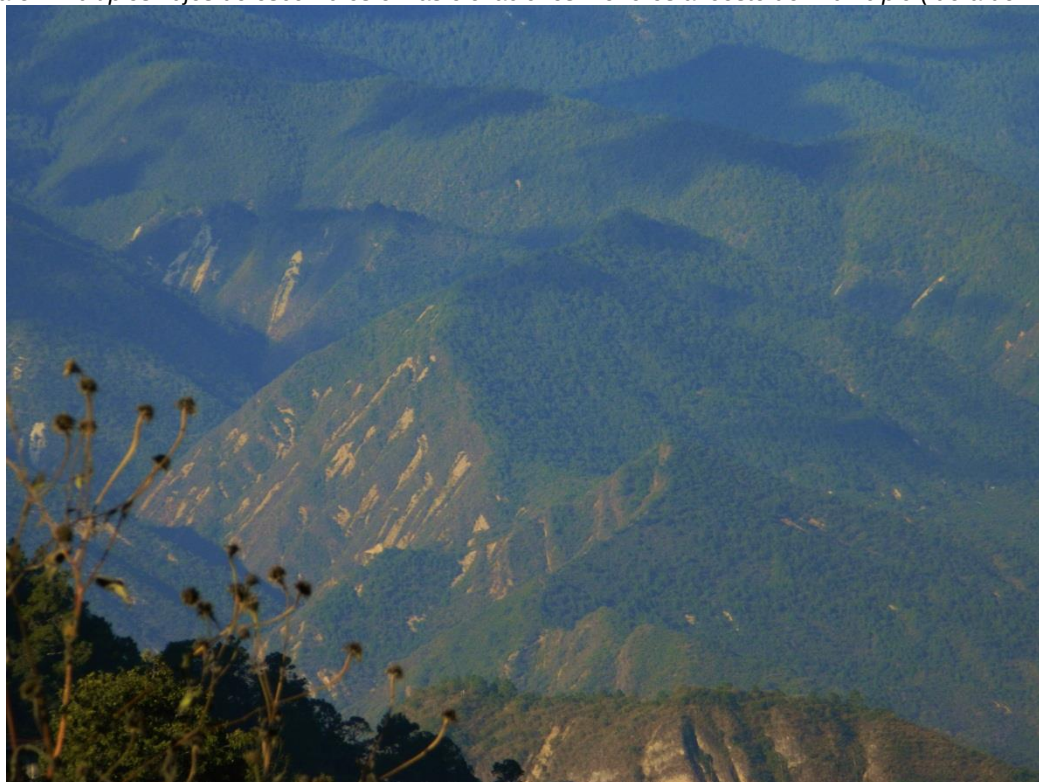


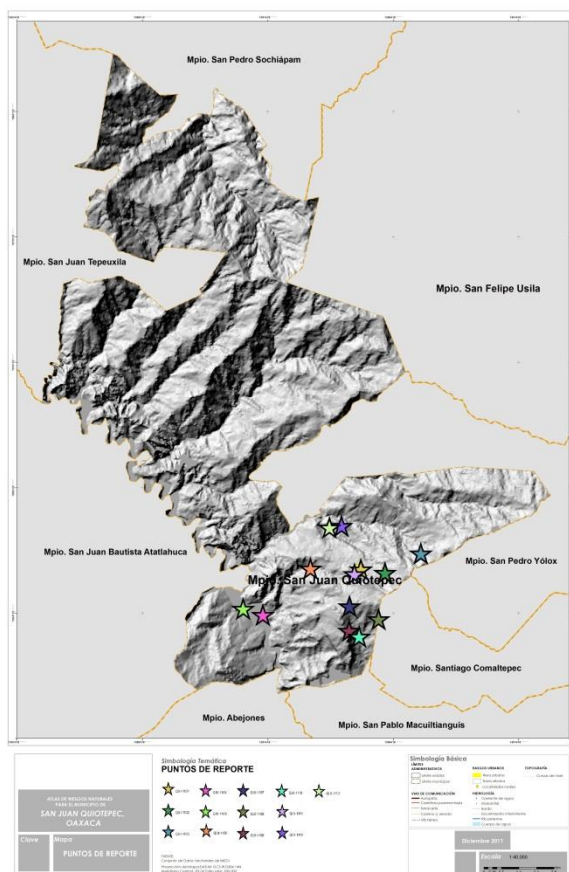
Figura 33. Pequeños deslizamientos complejos. Inician como un deslizamiento rotacional y terminan como un flujo, en donde se depósito viaja a una mayor distancia (en relación con el tamaño de su corona –línea discontinua). Ambas fotos ocurren en la parte posterior del Panteón de San Juan Quiotepec.



Cuadro 13. Puntos visitados en campo.

Y	X	Clave	Altitud	Lugar
1947156	756434	QUI-1101	1850	Palacio Municipal
1947478	756895	QUI-1102	2147	Carretera a Santa María
1948197	758335	QUI-1103	2186	Cercanías a Santa María
1945969	752017	QUI-1104	1118	Rio Blanco
1946236	751248	QUI-1105	1109	San Miguel
1947741	753954	QUI-1106	1429	El Puente
1946200	755451	QUI-1107	2073	Muros de contención
1945657	756580	QUI-1108	2081	Muros de contención
1945234	755404	QUI-1109	1930	Pinturas en Caliza
1944987	755794	QUI-1110	1669	Camino a la laguna
1947948	755685	QUI-1111	1965	Escaler y caminito abajo del panteón
1949387	755234	QUI-1112	1478	Mina de veta
1949335	754755	QUI-1113	1272	Rio Cuoo un joo

Figura 34. Mapa de puntos visitados



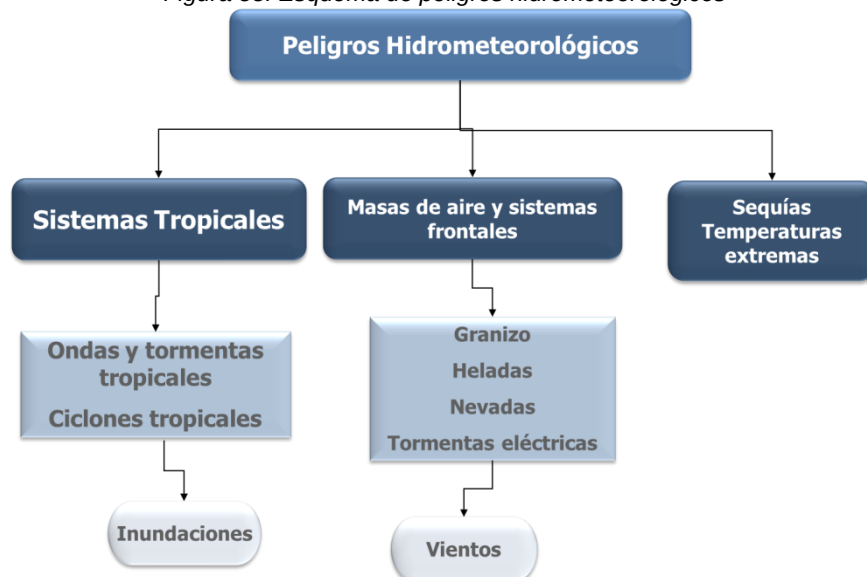
5.3. Peligros ante fenómenos de origen Hidrometeorológico

Este tipo de fenómenos son provocados por los procesos atmosféricos, hidrológicos u oceanográficos que pueden provocar efectos como: marejadas, tormentas, granizo, lluvias fuertes y vientos, nevadas y otras tormentas severas, sequías, ciclones e inundaciones, los dos últimos han causado a lo largo de la historia un gran número de daños y pérdidas económicas.

Los fenómenos hidrometeorológicos provocan la pérdida de vidas humanas o daños materiales de importancia. Del conjunto de fenómenos, las inundaciones producidas por las perturbaciones ciclónicas o por lluvias normales de temporada, son las que tienen una mayor incidencia en nuestro país.

Los peligros hidrometeorológicos se clasifican como lo muestra el siguiente esquema:

Figura 35. Esquema de peligros hidrometeorológicos



Fuente: Elaboración propia con base en la clasificación de CENAPRED.

Cabe señalar que los científicos coinciden en observar un incremento tanto en la frecuencia como en la intensidad de este tipo de amenazas derivado de los efectos del Cambio Climático Global, de los cuales, se predice un aumento en los daños a las poblaciones costeras o aquellas que se localizan en las zonas montañosas próximas a las costas.

Desastres como el del huracan Gilberto (1988); Paulina en Acapulco (1997); Wilma (2005) afectando principalmente la península de Yucatán y Chiapas; las lluvias intensas en Tijuana (1993 y 1998); Chiapas (1998) y Monterrey (1999); inundaciones y deslaves ocurridos en octubre de 1999 en Veracruz, Puebla e Hidalgo; las producidas en Tabasco en 2007, 2008 y 2009; y los desastres por inundaciones de Nuevo León, en los municipios de Carranza, Minatitlán y Coatzacoalcos en Veracruz son ejemplos claros del alcance destructivo de este tipo de fenómenos.

5.3.1. Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)

Un ciclón tropical es una gran masa de aire cálido y húmedo con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una zona de baja presión. Cuando éstos se ubican en el hemisferio norte, giran en el sentido contrario a las manecillas del reloj¹. En nuestro país también se les conoce como huracanes, estos fenómenos se originan en el mar entre las latitudes 5° a 15°, tanto en el hemisferio norte como en el sur, en la época en que la temperatura del agua es mayor o igual a 26° C.

Los ciclones tropicales transportan gran cantidad de humedad, los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la presión que existe en su centro o a la velocidad de sus vientos. Cuando un ciclón alcanza una presión de 1008 a 1005mb o velocidad de los vientos menor que 63km/h, se le denomina depresión tropical; una tormenta tropical alcanza una presión de 1004 a 984mb o velocidad del viento entre 63 y 118km/h y los huracanes tienen presión mayor que 985mb o velocidad del viento mayor que 119km/h.

Los tres principales efectos de los huracanes son provocados por los siguientes efectos:

Lluvias intensas.- Estas pueden extenderse a grandes distancias de su región central. Mientras más tiempo se mantenga el huracán en tierra, desprenderá mayores niveles de lluvia.

Marea de tormenta. Puede provocar inundaciones en las zonas bajas continentales cercanas al mar y que las olas impacten sobre las áreas costeras.

Viento.- Los vientos provocados por los huracanes son muy fuertes, en la categoría más baja (tormenta tropical) tienen una velocidad de 63 km/h, en niveles más fuertes se presentan vientos con una velocidad mayor a los 118 km/h, y alcanzan en su máximo nivel hasta de 250 Km/h (según la escala Saffir-Simpson).

En el Municipio de San Juan Quiotepec, debido a que no se encuentra en una zona litoral, los efectos de marea de tormenta y viento no impactan en el municipio, sin embargo, si se han podido identificar efectos provocados por las lluvias, entre los registrados por declaratorias de emergencia o de desastre en el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) se encuentra el Huracán "Stan", que produjo daños provocados por lluvias extremas, también se tienen registradas lluvias extremas derivadas de tormentas tropicales como el Huracán "Frank".

Cuadro 14. Huracanes y tormentas tropicales que han impactado en el municipio.

Fenómeno	FECHA	DAÑOS	UBICACIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Huracán Stan	3 al 5 de octubre de 2005	Las fuertes lluvias provocaron daños en varios municipios de Oaxaca entre los que destacan. Acatlán de Pérez Figueroa, Ixtlán de Juárez, Loma Bonita, San Felipe Jalapa de Díaz, San Francisco Ixhuatán, San Juan Atepec, San Juan Bautista Tuxtepec, San Juan Bautista Valle Nacional, San Juan Quiotepec, San Miguel Soyaltepec, San Pablo Macuiltanguis, San Pedro Tututepec, Santa Catarina Juquila, Santiago Jamiltepec y Santiago Pinotepa Nacional	San Juan Quiotepec	Decreto de beneficios fiscales para Oaxaca, Chiapas, Puebla y Veracruz afectados por huracán Stan.

¹ CENAPRED. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México.

Fenómeno	FECHA	DAÑOS	UBICACIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Tormenta tropical Frank	1 de Septiembre 2010	Se detalló que las vías de comunicación que se han recorrido y están en graves condiciones pertenecen a los municipios de Santa Cruz Yagavila, San Miguel Tiltepec, el sector Zapoteco Chinanteco, desde San Pablo Macuiltianguis, Santiago Comaltepec, San Pedro Yólox hasta San Juan Quiotepec, al igual que el sector Marcos Pérez, Teococuilco, Nuevo Zoquiapam, Santa Ana Yareni y San Miguel Aloapam, pues presentan derrumbes.	San Juan Quiotepec	Noticias net

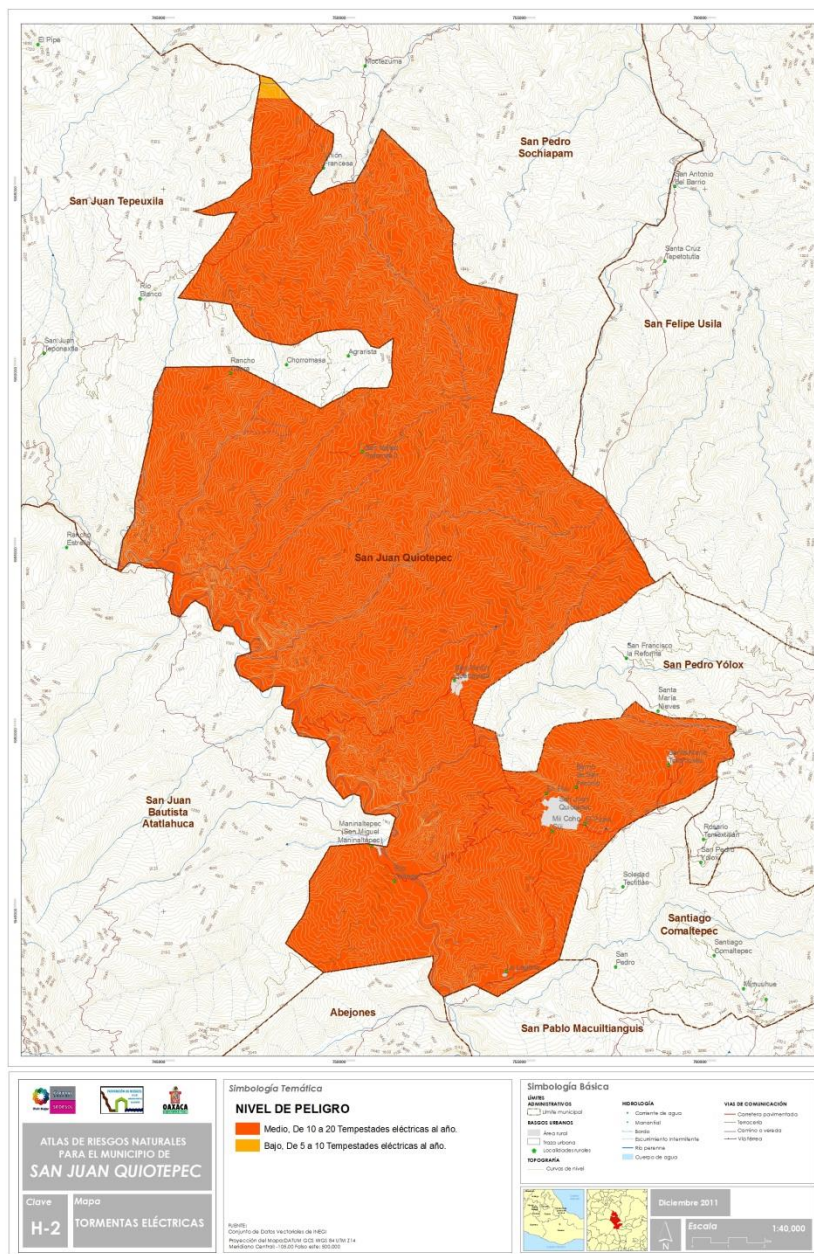
Fuente: Elaboración propia con base en investigación hemerográfica

Los daños que provocan los huracanes en el municipio se relacionan principalmente con deslizamientos que se detonan por el exceso de humedad en el suelo, cabe señalar, que debido a las condiciones orográficas del municipio los procesos de remoción en masa son una de las principales amenazas de la zona.

5.3.2. Tormentas eléctricas

Este tipo de fenómenos meteorológicos se presentan generalmente en zonas boscosas. En el Municipio San Juan Quiotepec llegan a presentarse hasta 20 tormentas por año. Las tormentas eléctricas son descargas de rayos producidos por el incremento del potencial eléctrico entre las nubes y la superficie terrestre.

Figura 36. Mapa de Peligro por Tormentas Eléctricas.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto de Geografía de la UNAM y el Servicio Meteorológico Nacional.

5.3.3. Sequías

Las sequías son eventos hidrometeorológicos con procesos muy lentos, los periodos pueden durar meses o incluso años, según la UNESCO se presentan en gran parte del mundo cada vez con mayor frecuencia. Este fenómeno se define como un lapso caracterizado por un prolongado y anormal déficit de humedad según la American Meteorological Society. México es un país que padece sequías desde tiempos ancestrales, recientemente se ha visto que la duración de las sequías y sus áreas de afectación han ido en aumento (CNA, 2001a).

Las regiones que padecen el fenómeno sufren fuertes pérdidas económicas y favorecen la migración de gran parte de su fuerza de trabajo hacia otras zonas. Las sequías afectan grandes extensiones de terreno de cultivo y pueden provocar la muerte de numerosas cabezas de ganado. Disminuyen la disponibilidad de agua para la producción industrial y pueden afectar el consumo doméstico de los habitantes. Las ondas de calor presentes en las sequías, pueden causar la muerte por deshidratación en seres humanos, sobre todo niños y ancianos; además, son motivo para que aumenten considerablemente las enfermedades gastrointestinales.

De acuerdo al índice de severidad del país, realizado por el Instituto Nacional de Ecología (INE 1995), se analizó la sequía desde el punto de vista meteorológico, y se definió como una función del déficit de precipitación con respecto a la precipitación media anual o estacional de largo periodo, y su duración en una determinada región.

Los resultados obtenidos mostraron cinco áreas del país que presentan sequía severa: la de mayor extensión se ubica sobre el noreste y norte de México y se prolonga hasta el Estado de Guanajuato; otra zona se localiza en el centro norte del Estado de Sonora; una más sobre la costa oriente de Baja California Sur, las otras dos áreas de menor extensión, se ubican en la costa del Estado de Oaxaca y en la costa noreste del Estado de Yucatán.

Figura 37. Mapa del Índice de Severidad por Sequía Meteorológica.

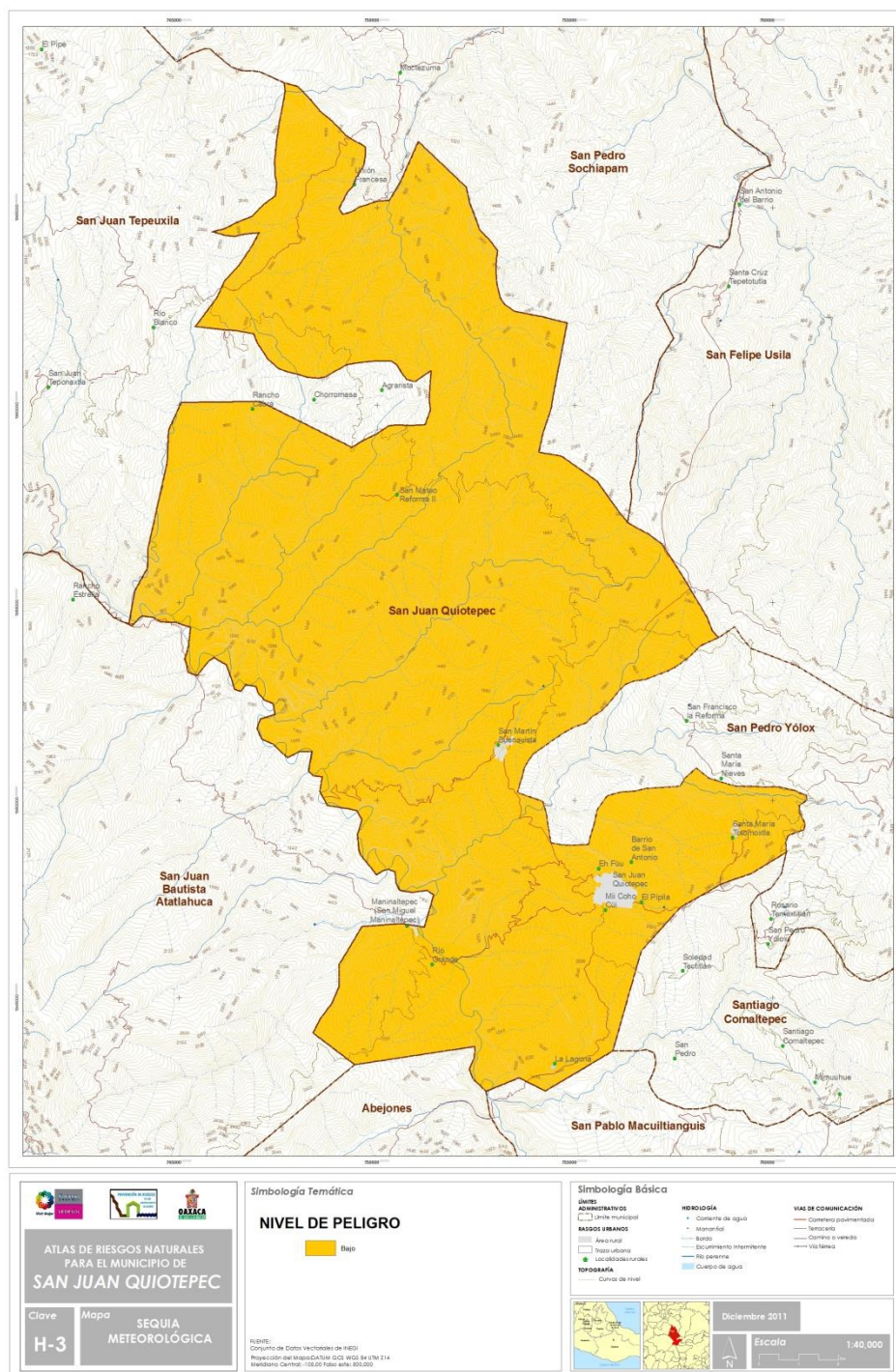


Instituto Nacional de Ecología (1995).

Las áreas que presentan un índice de severidad fuerte del territorio nacional, se ubican en la mitad

sur del país, en esta zona se encuentra el estado de Oaxaca donde la sequía presenta rangos de fuerte y muy fuerte. Sin embargo, al realizar un análisis a escala municipal, se identifica que San Juan Quiotepec tiene niveles de sequía bajos.

Figura 38. Mapa de peligro por Sequías Meteorológicas.



Elaboración propia con base Mapa de Peligro Sequía Meteorológicas, IG. UNAM.

5.3.4. Temperaturas máximas extremas

La ocurrencia de temperaturas máximas extremas constituye un peligro para la salud de la población, debido principalmente a golpes de calor, también provoca pérdidas en la agricultura e incluso en las zonas forestales podría provocar incendios. Las temperaturas máximas extremas son un elemento importante en el análisis de los Atlas de Riesgos en este caso para el Municipio de San Juan Quiotepec.

Se define a la Temperatura Máxima como la mayor temperatura del aire alcanzada en un lugar en un día (máxima diaria), en un mes (máxima mensual) o en un año (máxima anual). También puede referirse a la temperatura máxima registrada en un lugar durante mucho tiempo (máxima absoluta). En condiciones normales, y sin tener en cuenta otros elementos del clima, las temperaturas máximas diarias se alcanzan en las primeras horas de la tarde.

En este estudio se analiza el peligro por temperaturas máximas extremas partiendo de las temperaturas obtenidas en las estaciones meteorológicas del municipio (Estación 20279).

Los registros indican que las máximas mensuales suelen alcanzarse en los meses de mayo y junio, durante el periodo de observación (1981 a 2010) el año de 1998 fue uno de los años con mayores temperaturas, ya que se alcanzó en junio hasta 34.9° como máxima mensual. Cabe señalar, que como máxima diaria en 1998 se alcanzó hasta 41°C.

Cuadro 15. Temperaturas máximas en el municipio

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	23.8	25.5	28.6	31	32.3	30.9	29.6	29.8	28.9	27.5	25.9	23.9	28.1
MAXIMA MENSUAL	26.5	28.4	32.3	34.8	34.9	34.9	31.1	30.8	31.2	29.5	29.2	26	
AÑO DE MAXIMA	1993	1998	2000	1991	1995	1998	1994	1998	1987	1994	1988	1987	
MAXIMA DIARIA	38.5	35.5	37.5	41	39.5	40	38.5	36.5	34.5	38.5	33.5	31.5	
FECHA MAXIMA DIARIA	22/1993	27/1998	28/1991	16/1998	16/1980	abr-98	16/1999	14/1991	18/1988	24/1991	abr-88	19/1986	
AÑOS CON DATOS	20	20	20	21	21	21	21	20	21	20	20	20	

Datos Estadísticos Climatológicos SMN

Para este estudio y con base en sus temperaturas máximas históricas, se delimitaron las zonas de estudio y se establecieron dos niveles de peligro por la ocurrencia de estos fenómenos, al este el nivel de peligro es medio, mientras que al oeste el nivel de peligro es alto ante las temperaturas extremas, hasta la fecha este fenómeno no ha provocado daños a la población ni a sus bienes.

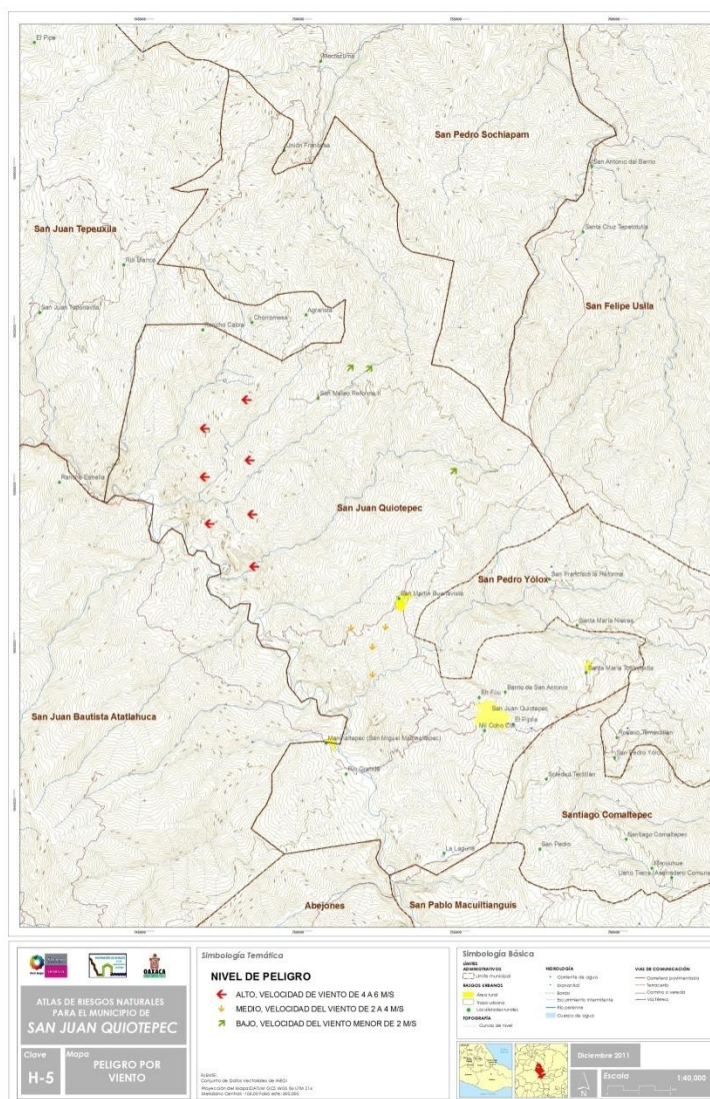
[illegible]

5.3.5. Vientos Fuertes

El viento es el aire en movimiento, cuando alcanza grandes velocidades puede generar empujes y succiones intensas que pueden dañar a las edificaciones, se origina por el desigual calentamiento de las masas de aire en las diversas regiones de la atmósfera. En nuestro país este efecto con mayor intensidad es el causado por los huracanes, de hecho la medición de la categoría de los huracanes se basa en la velocidad de los vientos.

Las zonas costeras están más expuestas al peligro de este fenómeno, sin embargo, dentro del territorio del Estado de Oaxaca, existen otros fenómenos atmosféricos capaces de producir vientos fuertes.

Figura 40. Mapa de peligro por Vientos



Fuente: Elaboración propia con base en el SMN e Instituto de Geografía de la UNAM.

Con base en el mapa de peligro de dicho fenómeno, elaborado por la Comisión Federal de Electricidad, en San Juan Quiotepec los vientos regionales dominantes surgen del poniente del municipio, su frecuencia es alta durante todo el año -sólo los meses de febrero y marzo se experimenta una disminución-, en promedio, la velocidad del viento del poniente va de 4 a 6 m/s (según la escala Beaufort); los vientos que vienen del sur son menos intensos, alcanzan velocidades que oscilan entre los 2 a 4m/s. En la zona el porcentaje de calma es menor al 5%.

5.3.6. Inundaciones

En el presente capítulo se ha elaborado el Mapa de Peligrosidad por Inundaciones para el Municipio de San Juan Quiotepec, en el cual fueron considerados dos procesos: inundaciones fluviales e inundaciones súbitas definidas según microcuencas. La sección que describe la forma de obtención de dichos procesos está estructurada de la siguiente forma:

1. Fundamentos teóricos.
2. Materiales y Métodos.
 - 2.a) Análisis Multicriterio y Modelación de Procesos (inundaciones fluviales).
 - 2.b) Análisis cuantitativo de cuencas (inundaciones súbitas).
3. Análisis de Resultados.
 - 3.a) Inundaciones fluviales.
 - 3.b) Inundaciones súbitas (avenidas).

1. Fundamentos teóricos.

Se considera inundación cuando el flujo de agua sobrepasa el canal natural por el que discurre la escorrentía, lo que afecta a casi toda la longitud del río, no obstante, en ocasiones una inundación puede impactar la zona aguas debajo de un canal o una inundación de aguas arriba puede disipar sus efectos en la parte baja de la cuenca.

Con base en la génesis y la zona en donde se originan, las inundaciones se clasifican en:

- Fluviales: se producen en valles con llanuras de inundación como resultado del desbordamiento de los márgenes del canal o de diques artificiales.
- Súbitas: en zonas donde la capacidad de infiltración es mínima y la respuesta a la precipitación es rápida (avenidas).
- Litorales: áreas de costas bajas, incluyendo estuarios y deltas, por penetración de agua del

mar superando los diques artificiales.

Asimismo, existen factores que influyen en la presencia y desarrollo de inundaciones, los cuales corresponden a las condiciones ambientales del territorio en estudio; dentro de estos se encuentran:

- Cantidad y distribución de la precipitación.
- Tipo de roca y suelo asociado.
- Morfología del relieve.
- Características de la cuenca y red de drenaje.
- Distribución de la cobertura vegetal.
- Efectos de actividades antrópicas.

Con base en lo anterior, se determinaron las zonas propicias para la ocurrencia de inundaciones en el Municipio de San Juan Quiotepec. Cabe señalar que en función de las características ambientales del territorio municipal, la peligrosidad por inundaciones se concentra en dos tipos: fluviales y súbitas.

2. Materiales y Métodos.

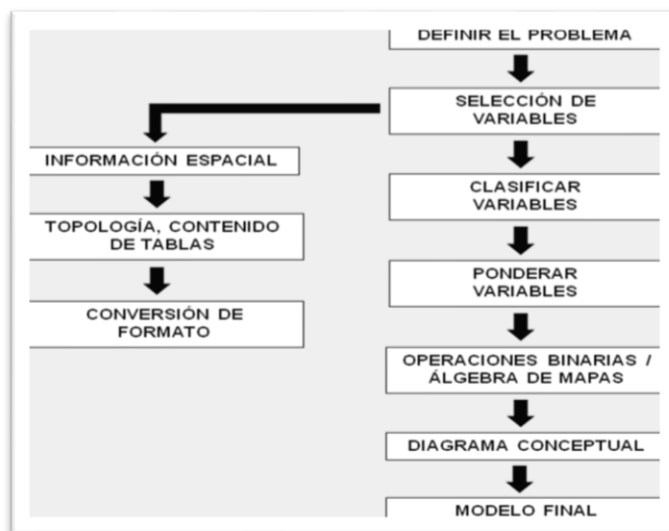
La obtención de la peligrosidad por inundaciones se desarrolló a partir de la aplicación de dos métodos: análisis multicriterio y modelación de procesos; y el análisis cuantitativo (morfometría) de cuencas. El primero se implementó con la finalidad de definir las áreas susceptibles a inundaciones fluviales, el otro método se empleó para realizar el análisis de las cuencas que, por sus características, tienden a generar inundaciones súbitas.

2.a) Análisis Multicriterio y Modelación de Procesos (inundaciones fluviales).

Se define como un conjunto de técnicas orientadas a asistir en los procesos de toma de decisiones. Así, se entiende como un mundo de conceptos, aproximaciones, modelos y métodos para auxiliar a los tomadores de decisiones a describir, evaluar, ordenar, jerarquizar, seleccionar o rechazar objetos, con base en una evaluación alimentada por varios criterios.

Bajo este enfoque, se implementó esta técnica apoyada en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), lo cual facilita y reduce el tiempo de elaboración, así como la construcción de un modelo cartográfico. El proceso se sintetiza en el siguiente diagrama:

Proceso de evaluación multicriterio y modelación



Las zonas susceptibles a inundación fluvial constituyen el problema de estudio, las variables seleccionadas corresponden a los factores que inciden en la génesis de este proceso, por otra parte, la ponderación asignada se realizó en función de la importancia que tiene cada elemento.

A continuación se enlistan las variables empleadas (mismas que como condición primaria deben estar como capas de información cartográfica), fuente de obtención y criterios para asignar la ponderación.

Cuadro 16. Litología superficial en el Municipio de San Juan Quiotepec.

Fuente	Simbología	Tipo de Roca	Ponderación	Criterio (s)
Datos vectoriales correspondientes a la Cartografía Geológica del INEGI	K (E)	Esquisto	1	El origen de estas rocas propicia la fracturación, por lo que existe una mayor filtración.
	TR-J (lm-ar)	Limolita – Arenisca	1	
	Ki (lu-ar)	Lutita – Arenisca	1	
	Ki (cz)	Caliza	1	
	Ts (lgei)	Ígnea Extrusiva Intermedia	2	Son rocas masivas, lo que reduce la filtración e incrementa la escorrentía.

Cuadro 17. Tipo de suelos en el Municipio de San Juan Quiotepec.

Fuente	Simbología	Suelo	Ponderación	Criterio (s)
Datos vectoriales correspondientes a la Cartografía Geológica del INEGI	Lv	Luvisol vítrico	1	Ambos suelos son poco desarrollados, sin una estructura bien definida, lo que facilita la infiltración.
	I	Leptosol	1	

Cuadro 18. Pendientes en San Juan Quiotepec.

Fuente	Rango de Pendiente (en grados)	Ponderación	Criterio (s)
Se construyó un Modelo Digital de Elevación con base en los datos vectoriales correspondientes a las curvas de nivel. Posteriormente se obtuvo la capa en formato raster de pendientes y se reclasificó en los rangos señalados.	0 – 2	4	Está en función de la inclinación del terreno que permite la acumulación de agua.
	2 - 3	3	
	3 – 5	2	
	>5	1	

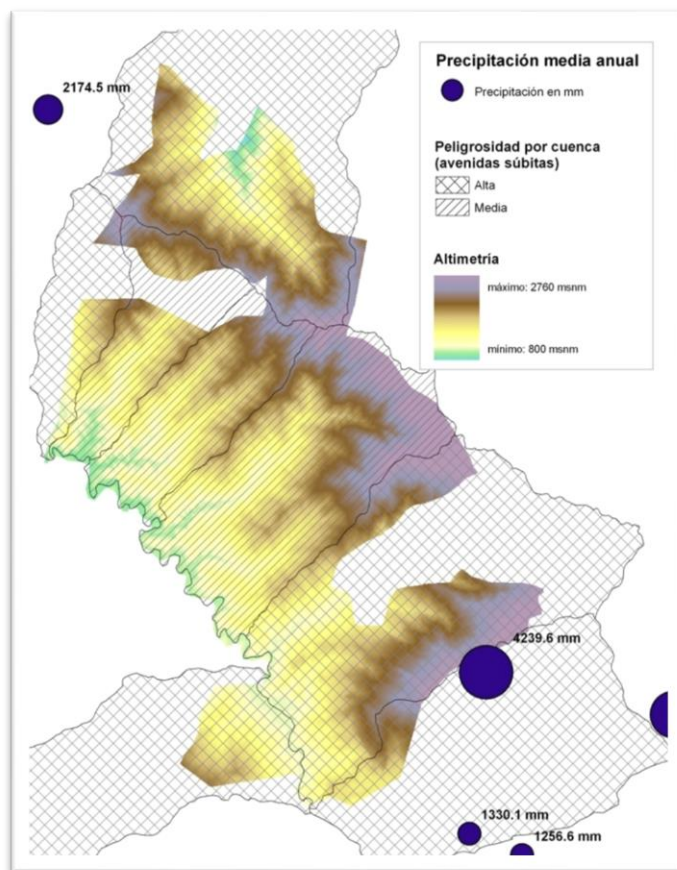
Cuadro 19. Uso de suelo y vegetación Quiotepec.

Fuente	Tipo	Ponderación	Criterio (s)
Datos vectoriales correspondientes a la Serie III del INEGI	Agricultura de temporal	2	Se asignó un valor mayor, debido a que estas actividades han eliminado la cobertura forestal y propician la escorrentía.
	Pastizal inducido	2	
	Bosque de encino	1	La presencia de vegetación favorece la infiltración y disminuye la escorrentía.
	Bosque mixto (encino - pino)	1	
	Bosque Mesófilo de Montaña	1	
	Selva Alta Perennifolia	1	
	Selva Baja Caducifolia	1	

Cuadro 20. Precipitación

Fuente	Rango de Precipitación (mm)	Ponderación	Criterio (s)
Con base en la información de las normales climáticas contenidas en las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, se seleccionaron aquellas que cubrieran el Municipio. A partir de esa información, se construyó una base de datos y una capa cartográfica. Posteriormente se desarrolló una interpolación para obtener la distribución de la precipitación.	1800 - 2000	1	Tomando como referencia el valor mayor y menor de precipitación, se definieron tres rangos que se relacionan con la parte alta, media y baja de las cuencas.
	2000 – 2500	2	
	>2500	3	

Figura 41. Mapa de Peligro de Inundación por Avenidas Súbitas



Una vez elaboradas las capas y asignada la ponderación a cada una de ellas, se transformaron los datos vectoriales a raster y se desarrollaron las operaciones matemáticas correspondientes; los valores obtenidos en cada sobreposición cartográfica se reclasificaron con la finalidad de reducir el número de grupos. El siguiente cuadro muestra el proceso señalado.

Cuadro 21. Reclasificación y mapas resultantes

CRUCE	VALORES OBTENIDOS	MAPA RESULTANTE	RECLASIFICACIÓN Y MAPA RESULTANTE
geolquiuo + suelosquiuo	2 - 3	Geosuel	rgeosuel 2 – 2= 1 3 – 3= 2
preciquiuo + usovegquiuo	2 – 5	cobertura	rcobertura 2 – 3= 1 3 – 5= 2
rgeosuel + pendienquiuo	2 – 6	Infrelieve	
infrelieve - rcobertura	0 - 5	Inun	inundaciones 0 – 2= 1 2 – 5= 2

2.b) Análisis cuantitativo de cuencas (inundaciones súbitas).

La aplicación de este método requirió subdividir la zona de estudio en 8 microcuencas, con la finalidad de obtener parámetros morfométricos para el análisis de este tipo de inundaciones.

A partir de los indicadores seleccionados, se obtuvieron características morfológicas de las microcuencas, así como de la red de drenaje, elementos que al interrelacionarlos y relacionarlos con los otros componentes ambientales del Municipio, arrojaron información de la influencia de la cuenca en la captación, infiltración y transmisividad del agua.

Cuadro 22. Los parámetros empleados en este análisis fueron los siguientes:

INDICADOR	PROCESO DE OBTENCIÓN	ELEMENTO A ANALIZAR	INTERPRETACIÓN
Factor de Forma	Cociente entre la superficie de la cuenca y el cuadrado de su longitud máxima, tomado a partir del exutorio hasta la parte más alejada de la cuenca, sobre el río principal.	Cuenca	Se acerca a 0 cuando la cuenca es alargada.
Coficiente de Compacidad	Relación entre el perímetro de la cuenca y la circunferencia del círculo que tenga la misma superficie que la cuenca.	Cuenca	Es igual a 1 cuando la cuenca es circular, igual a 1.128 en el caso de una cuenca cuadrada y puede alcanzar el valor 3 en cuencas muy alargadas.
Pendiente Media de la Cuenca	Cociente entre la diferencia de la elevación máxima medida entre el punto más alto de la cuenca y el exutorio; y la mitad del perímetro de la cuenca.	Cuenca	Se expresa en grados, está relacionada con la velocidad que tendrá la escorrentía.
Orden de la Cuenca	Con base en la red de drenaje, asignar un orden a cada segmento (corriente) que compone la red.	Cuenca y Red de Drenaje	Conocer el grado de desarrollo y modelamiento de la cuenca.
Relación de Bifurcación	Proporción existente entre el número de segmentos de un orden dado y los del orden inmediato superior.	Red de Drenaje	Crecimiento y desarrollo de la cuenca, los valores ideales oscilan entre 3 y 5.
Longitud Media de los Ríos	Es el valor en unidad de distancia considerando el número de segmentos y la longitud total.	Red de Drenaje	Capacidad erosiva de la red de drenaje.

INDICADOR	PROCESO DE OBTENCIÓN	ELEMENTO A ANALIZAR	INTERPRETACIÓN
Densidad de Disección	Relación entre la longitud total de las corrientes y el área total de la cuenca.	Red de Drenaje	Capacidad erosiva de la red de drenaje y resistencia de los materiales que constituyen la cuenca.

La información empleada para obtener la morfometría fueron los datos vectoriales correspondientes a la Región Hidrológica 28-Papaloapan del INEGI; el cálculo de los parámetros combinó el uso del SIG y hojas de cálculo.

3. Análisis de Resultados.

Con base en el apartado anterior, se obtuvo un mapa de peligrosidad por inundaciones fluviales en el Municipio de San Juan Quiotepec, asimismo, se construyó una matriz de datos con las 8 microcuencas definidas y los resultados de los parámetros aplicados.

3.a) Inundaciones Fluviales.

El mapa resultante está dividido en dos clases: alta peligrosidad y muy baja/nula peligrosidad; como se mencionó, la obtención de estas zonas obedece a interrelación existente entre los componentes ambientales que intervienen en la génesis y desarrollo de las inundaciones.

Peligrosidad muy baja/nula.

Corresponden a áreas que ocupan 195.13km², lo que equivale al 98.6% del territorio municipal, esto debido a que las condiciones ambientales al interior del Municipio no favorecen la ocurrencia de inundaciones.

Estas zonas están constituidas por rocas metamórficas (esquistos), sedimentarias (calizas, areniscas, lutitas) e ígneas (intermedias), los dos primeros tipos favorecen la infiltración debido a la cantidad de fracturas que contienen, resultado de los procesos tectónicos; por otra parte, las rocas volcánicas son materiales más compactados, lo que propicia la escorrentía.

La acción de los procesos endógenos (tectónicos, volcánicos) ha generado una configuración del relieve dominada por montañas, donde el territorio municipal se localiza en sistemas de laderas y valles, con valores de pendiente que oscilan entre 5° y 75°; lo que deriva en la inexistente acumulación de agua.

Los suelos derivados de los materiales parentales (Luvisol y Litosol), se caracterizan por ser poco desarrollados, presentando poca profundidad, textura dominada por materiales gruesos y estructura incipiente. Con estas propiedades, los suelos de la zona facilitan la infiltración sobre la acumulación.

A pesar de que los valores de precipitación anual (superiores a 2,000mm.), se concentran en la parte media y alta de las cuencas, la acción de los componentes ambientales señalados influye sobre el agua captada por la cuenca, ya que propicia la escorrentía e infiltración sobre la acumulación.

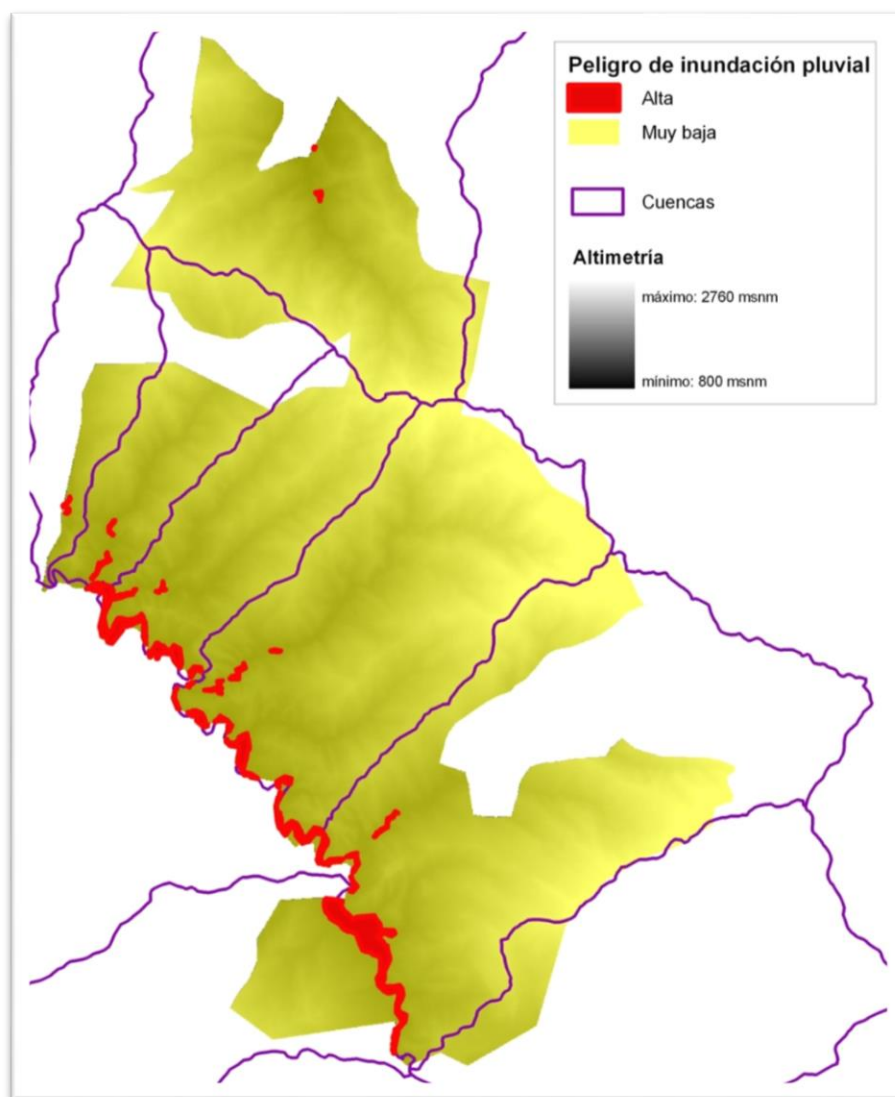
Peligrosidad Alta.

Solo equivale al 1.4% del territorio municipal (2.85 km²), corresponden a las planicies de inundación del Río Grande, el cual sirve de límite al polígono del Municipio.

Estas zonas se han originado a partir de la acumulación de sedimentos en las márgenes del río, en los periodos que el nivel del agua ha sobrepasado el canal actual y generado inundaciones, se componen principalmente de material aluvial poco consolidado; asimismo tienen una configuración plana que no rebasa los 2° de pendiente.

Estas características, aunadas a la poca profundidad del nivel freático, incrementan la probabilidad de inundación, no obstante, se deben considerar las modificaciones que se efectúen aguas arriba de la cuenca, así como la presencia de factores meteorológicos como tormentas y presencia de huracanes.

Figura 42. Mapa de Peligro de inundación pluvial



Es importante resaltar que este río recibe agua y sedimentos provenientes de microcuencas, por lo que al efectuar modificaciones en las microcuencas, se afectará la dinámica del río y por ende, un incremento en la ocurrencia de inundaciones.

Al interior del Municipio existen otras zonas con alta peligrosidad, las cuales se distribuyen en el Norte, Centro y Sur. Sin embargo, son de menor dimensión y corresponden a depresiones intramontanas y secciones de algunos valles. El principal factor es la pendiente, ya que son zonas que están por debajo de 2° de pendientes, lo que favorece la acumulación de agua.

Debido a las características señaladas, estas áreas tienden a utilizarse para el desarrollo de actividades económicas o el emplazamiento de asentamientos humanos, elevando el grado de peligrosidad.

3.b) Inundaciones súbitas (avenidas).

Este tipo de inundaciones se genera a partir de precipitaciones extraordinarias, características morfológicas de la cuenca y el efecto de modificaciones sobre los componentes ambientales. Al combinarse estos factores, se minimiza la capacidad de infiltración y por lo tanto, la escorrentía, dinámica y velocidad del agua se incrementa. Las consecuencias de este tipo de inundaciones se presentan en la salida de las cuencas.

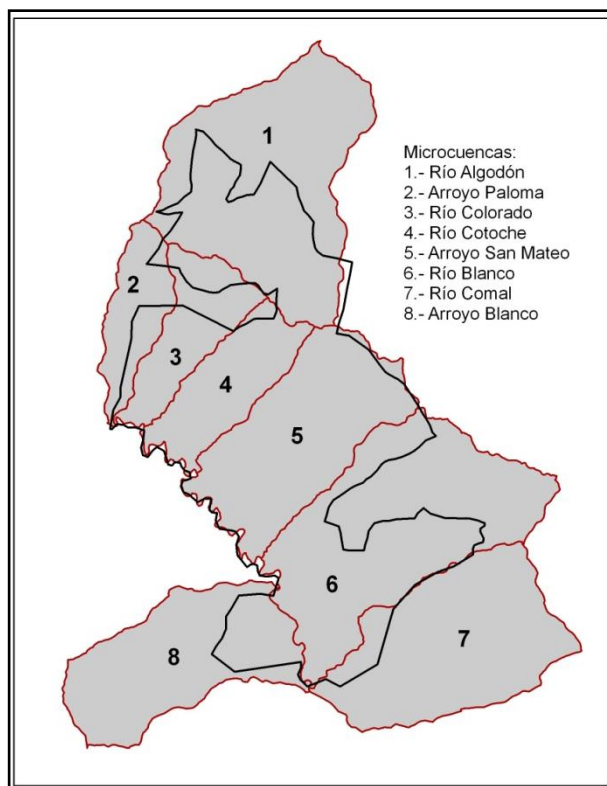
Como ya se mencionó, el Municipio de San Juan Quiotepec se localiza sobre un sistema de laderas y valles, mismo que conforma microcuencas. Para llevar a cabo este análisis, se dividió la zona de estudio en 8 microcuencas, las cuales se muestran en el siguiente cuadro y en la Figura 43:

Cuadro 23. Cuencas y Subcuencas

ID	CVE_RH	RH	CUENCA	SUBCUENCA	CVE_SUBCUE	MICROCUEENCA
1	RH28	Papaloapan	Río Papaloapan	Río Usila o S	RH28Ah	Río Algodón
2				Río Quiotepec	RH28Af	Arroyo Paloma
3						Río Colorado
4						Río Cotoche
5						Arroyo San Mateo
6						Río Blanco
7						Río Comal
8						Arroyo Blanco

A partir de los valores obtenidos en los indicadores aplicados, las microcuencas se subdividieron en dos clases, en función de la susceptibilidad para la ocurrencia de inundaciones súbitas: alta y media peligrosidad.

Figura 43: División de la zona de estudio en microcuencas



Cuadro 24. Peligrosidad Media.

ID	MICROCUEENCA	PERIMETRO	AREA	FF	CC	PMC	OR	RB	LMR	DD
3	Río Colorado	26.52	22.65	0.30	1.26	12.5°	4	4.67	1.34	1.70
4	Río Cotoche	27.53	25.10	0.20	1.51	12.2°	4	6.59	1.40	1.73
5	Arroyo San Mateo	38.40	53.60	0.28	1.45	11.3°	3	8.00	1.44	1.78

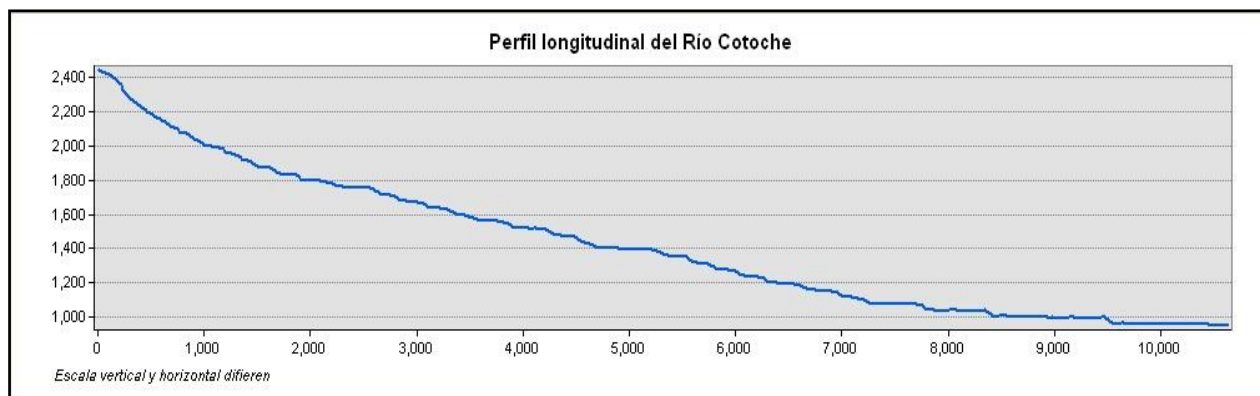
FF: Factor de Forma; CC: Coeficiente de Compacidad; PMC: Pendiente Media de la Cuenca; OR: Orden de la Cuenca; RB: Relación de Bifurcación; LMR: Longitud Media de los Ríos; DD: Densidad de Disección.

Las Microcuencas con esta categoría se localizan en la porción central del Municipio, se consideran con peligrosidad media debido a que los parámetros relacionados con la configuración de la cuenca (Factor de Forma y Coeficiente de Compacidad), señalan que se acercan más a una figura geométrica (rectángulo).

Esta característica corresponde a cuencas con mejor distribución de áreas para captar y concentrar el agua producto de la precipitación, lo que aumenta el tiempo que requiere el agua para trasladarse del punto más alto al exutorio de la cuenca.

Otro factor que minimiza la presencia de inundaciones súbitas es la Pendiente Media de la Cuenca (12° promedio). Con esta inclinación el agua discurre con menor velocidad, por otra parte, en el perfil longitudinal correspondiente al Río Cotoche (Figura 44), se observa que existen zonas con cambios de pendiente (casi planas), donde el agua disminuye aún más la velocidad.

Figura 44. Perfil longitudinal.



Con relación a las características de la Red de Drenaje, dos de las tres cuencas son de Orden 4, condición que está asociada a ríos con dinámica principalmente acumulativa, la Relación de Bifurcación en dos cuencas está por arriba del valor ideal (3 - 5), no obstante esto se debe a factores de carácter estructural.

La dinámica acumulativa de estas cuencas también se observa en los valores de los últimos dos parámetros, ambos reflejan valores bajos con relación a la capacidad erosiva de la red de drenaje aunque es importante considerar la resistencia de los materiales.

Otro factor que incide y minimiza la peligrosidad, es la presencia de vegetación en la cabecera de las cuencas (Bosque de Encino, Mixto, Mesófilo de Montaña, Selva Alta Perennifolia); de esta forma, se disminuye la acción erosiva del agua y existe una mayor infiltración.

Cuadro 25. Peligrosidad Alta.

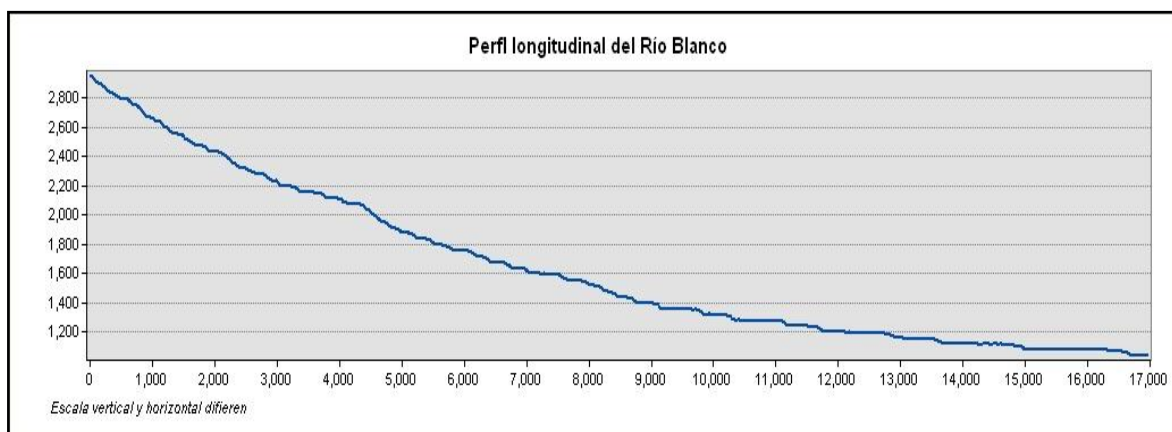
ID	MICROCUEENCA	PERIMETRO	AREA	FF	CC	PMC	OR	RB	LMR	DD
1	Río Algodón	40.53	79.59	0.27	1.47	12.0°	3	6.70	1.69	1.51
2	Arroyo Paloma	22.73	17.82	0.22	1.56	12.8°	4	3.93	1.51	1.66
6	Río Blanco	46.26	80.15	0.27	1.54	14.0°	4	3.77	1.69	1.93
7	Río Comal	34.94	60.54	0.36	1.40	15.4°	3	5.85	1.46	1.94
8	Arroyo Blanco	34.97	49.07	0.15	1.27	12.4°	3	5.75	1.57	1.94
FF: Factor de Forma; CC: Coeficiente de Compacidad; PMC: Pendiente Media de la Cuenca; OR: Orden de la Cuenca; RB: Relación de Bifurcación; LMR: Longitud Media de los Ríos; DD: Densidad de Disección.										

Se ubican en la porción Norte y Sur del territorio municipal, la peligrosidad alta está asociada principalmente con la forma de la cuenca, reflejada en los valores de Factor de Forma y Coeficiente de Compacidad. A diferencia de las otras microcuencas, los datos corresponden irregulares y para la microcuenca Arroyo Paloma, la forma es alargada.

La asimetría en estas microcuencas está influenciada por la configuración y modelación del relieve, por tal motivo, las áreas para captar y concentrar el agua producto de la precipitación no es uniforme, esta condición influye en la dinámica y velocidad del flujo de agua.

La Pendiente Media de la Cuenca se incrementa en dos de las tres cuencas. En la figura 45 se observa que la frecuencia de zonas con cambios de pendiente es menor, por lo que el agua encuentra menos obstáculos para fluir y por ende, la velocidad y tiempo de recorrido aumentan. Para las otras tres microcuencas, la dinámica del agua tendrá un comportamiento similar a la clase anterior.

Figura 45. Perfil longitudinal



Tres cuencas corresponden a Orden 3 y dos a Orden 4, relacionadas con una mayor actividad erosiva, reflejada en los valores obtenidos en la Relación de Bifurcación, Longitud Media de los Ríos y Densidad de Disección. La acción erosiva favorece una mayor disposición de materiales para ser transportados, lo que en eleva la capacidad destructiva de las inundaciones súbitas.

Al igual que en las microcuencas con peligrosidad media, la presencia de vegetación en la cabecera de las cuencas, limita la acción erosiva del agua y favorece la infiltración. Por tal motivo, es necesario evitar la deforestación y el cambio de uso con la finalidad de mantener la dinámica actual y aumentar la probabilidad de ocurrencia de inundaciones en el Municipio.

5.3.7. Masas de aire (granizadas, heladas y nevadas)

Otro fenómeno que provoca precipitaciones en la región es el desplazamiento de masas, frentes de aire fríos que provienen de las zonas polares y forman las llamadas tormentas de invierno. En algunas zonas del país el fenómeno de las bajas temperaturas, o frío, como se le conoce comúnmente, es tan frecuente que la gente está acostumbrada a vivir con él; en cambio, en otras zonas ocurren muy ocasionalmente.

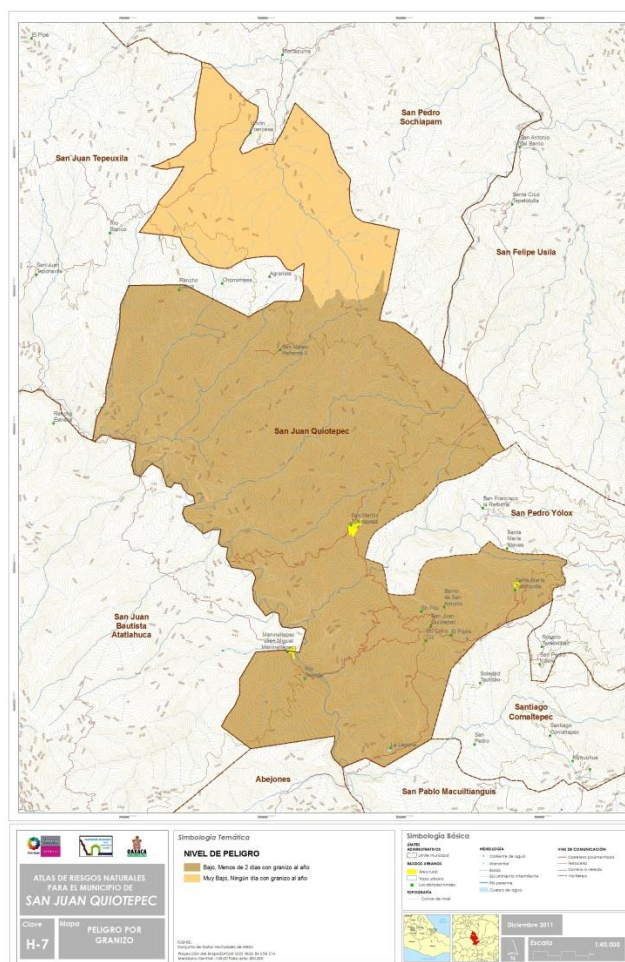
Cuando el aire posee propiedades físicas similares en una gran extensión, se llama masas de aire CENAPRED 2001. Estos fenómenos se producen en los continentes o sobre los océanos, en regiones donde el aire adquiere las características de la zona latitudinal de ubicación.

De acuerdo con las bases para la Estandarización de Atlas de Peligros y Riesgos de la SEDESOL, las masas de aire y los sistemas frontales se clasifican de la siguiente manera: granizadas, heladas y nevadas.

5.3.7.1 Granizadas

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedra 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 se forman dentro de una nube a alturas superiores al nivel de congelación.

Figura 46.- Mapa de Peligros por Granizo Municipio de San Juan Quiotepec.



Fuente: Elaboración propia con base en SMN y UNAM

Los principales daños del granizo se relacionan con las pérdidas agrícolas debido a que se destruyen las siembras y plantíos, este fenómeno puede causar daños a las viviendas construidas con materiales endeble, en las zonas urbanas las redes de infraestructura como el drenaje son afectadas por la acumulación de piedras de granizo que impiden su correcto funcionamiento y pueden provocar inundaciones.

Cuadro 26. Registro de Días con Granizo en San Juan Quiotepec

ESTACION: 00020279 SOYALAPA (CFE) LATITUD: 17°35'49" N. LONGITUD: 096°33'38" W. ALTURA: 2,193.0 MSNM.													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
GRANIZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2
AÑOS CON DATOS	23	23	23	24	24	24	24	24	24	23	23	23	

Fuente: Elaboración propia con base en SMN

Según la estación Soyala de la CFE, el último año se registro una fracción de día con granizo, por su parte, en los registros del Instituto de Geografía de la UNAM, durante los últimos veinte años se ha registrado menos de 2 días con granizo al año, en la zona sur del municipio, por lo cual el nivel de peligro es bajo, mientras que la zona norte no se ha registrado ninguna día con granizo durante dicho periodo el nivel de peligro por granizadas es muy bajo.

5.3.7.2. Heladas y Nevadas

Una helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C (WMO, 1992). Estos fenómenos se presentan de formas muy diferentes, pueden ser desiertos árticos, nieve abundante o en otros casos, el nivel de humedad cercano a la superficie es muy alto, hay un descenso de la temperatura y por lo tanto se puede presentar niebla cercana al suelo.

Cuadro 27. Registro de Días con Temperaturas Mínimas, San Juan Quiotepec, Oax.

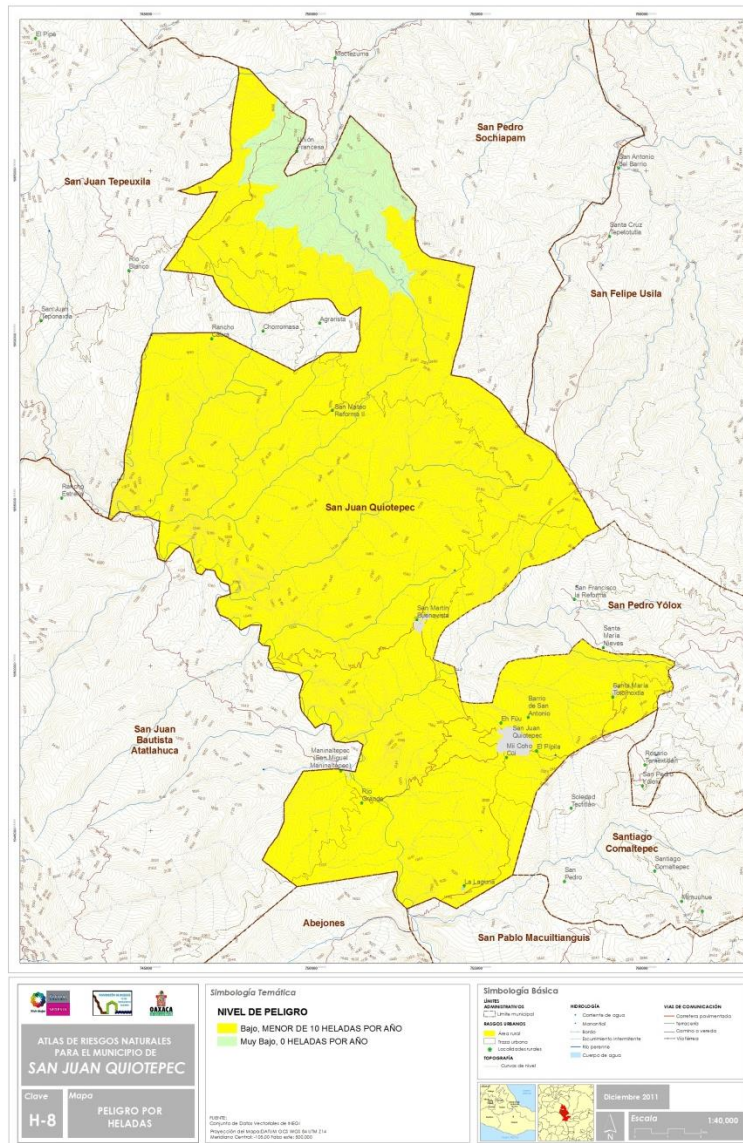
ESTACION: 00020279 SOYALAPA (CFE) LATITUD: 17°35'49" N. LONGITUD: 096°33'38" W. ALTURA: 2,193.0 MSNM.													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	13.5	14	15.8	17.9	19.4	19.9	19.2	19.1	19.2	17.6	15.4	14.4	17.1
MINIMA MENSUAL	10.9	12.1	14.3	15.6	17.2	19	18.5	18.5	18.5	15.9	8.1	12.9	
AÑO DE MINIMA	1987	1996	1986	1996	1997	1997	1994	1996	1994	1987	1998	1997	
MINIMA DIARIA	7	8	8	10.5	13	16	14.5	16	14	10.5	3	5.5	
FECHA MINIMA DIARIA	ene-87	ago-87	dic-89	mar-85	ago-92	ene-84	29/1992	jul-82	30/1979	24/1999	jun-98	13/1997	
AÑOS CON DATOS	20	20	20	21	21	21	21	20	21	20	20	20	

Fuente: Elaboración propia con base en SMN.

Debido a que el Municipio de San Juan Quiotepec se encuentra en una de cálida, estos fenómenos no se presentan o llegan a presentarse de una forma muy esporádica. A medida que aumenta la elevación sobre el nivel del mar, el aire difícilmente se expande por lo que se va enfriando al perder energía en forma de calor. Por este efecto hay nieve en las montañas más altas, incluso dentro de la zona tropical.

En el municipio las temperaturas mínimas registradas en un periodo mayor de veinte años son de 8°C, los meses más fríos son noviembre, diciembre, enero y febrero, sin embargo, debido al tipo de clima de la zona, las heladas y nevadas llegan a presentarse muy esporádicamente, el nivel de peligro en la mayor parte de la superficie municipal es bajo pues en un periodo de 30 años se han presentado menos de dos heladas anuales, sólo la zona norte municipal alcanza un peligro muy bajo debido a que no se ha presentado ninguna helada en más de treinta años.

Figura 47. Mapa de Peligro por Heladas



Fuente: Elaboración propia con base en Mapa de Heladas IG, UNAM.

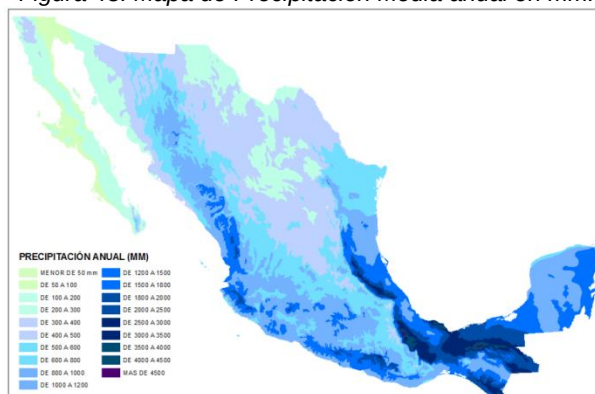
5.3.8. Lluvias

El agua es uno de los recursos más importantes de cualquier territorio, sin embargo, durante las últimas décadas en México se han experimentado situaciones extremas en el ciclo hidrológico, como son las inundaciones y las sequías.

La precipitación pluvial se refiere a cualquier forma de agua, sólida o líquida, que cae de la atmósfera y alcanza a la superficie de la Tierra. La precipitación es de varios tipos, según el CENAPRED los tipos de precipitación son: lluvia, llovizna, nieve, granizo o cellisca. La precipitación que ocurre en una zona no es constante y el escurrimiento que se genera depende en gran medida de la extensión y de las características del terreno como puede ser pendiente, tipo de suelo, cobertura vegetal, etc.

En México, la mayor cantidad de precipitación se concentra en los estados del sur y sureste, con cantidades superiores a los 1,200mm como media anual, lo cual muestra las áreas de mayor peligro por la ocurrencia de inundaciones y otros fenómenos hidrometeorológicos. Estados como Tabasco, Veracruz y Chiapas reciben una cantidad de precipitación anual muy alta.

Figura 48. Mapa de Precipitación Media anual en mm.



Elaboración propia con base en el mapa de precipitación media anual de INEGI.

Los tipos de lluvia se clasifican de la siguiente forma:

- Lluvias invernales (frentes fríos), consisten en el desplazamiento de frentes de aire frío procedentes de la zona del polo norte y que forman las llamadas tormentas de invierno o equipatas. En el país la zona norte es la más afectada por este tipo de fenómenos.
- Lluvias ciclónicas, son las provocadas por los ciclones tropicales que pueden ocasionar tormentas de larga duración por varios días y abarcan grandes extensiones.
- Lluvias orográficas, se originan con las corrientes de aire húmedo que chocan con las barreras montañosas, provocando su ascenso y consecuente enfriamiento lo que da lugar a su condensación y, como resultado, la ocurrencia de precipitación en el lado por donde sopla el viento (barlovento) hacia las montañas.
- Lluvias convectivas, tienen su origen en el calentamiento de la superficie terrestre; el aire en contacto con zonas cálidas llega a calentarse más que en los alrededores, lo que da lugar a corrientes verticales en las que asciende el aire caliente húmedo. Estas corrientes al llegar a la capa de la troposfera, se enfrían rápidamente, produciéndose la condensación de vapor de agua y formándose nubes densas, por lo general del tipo de cúmulos. Se presentan en áreas reducidas ya que el ascenso y descenso de las corrientes sólo muestran un espacio local (Ahrens, 2000 en CENAPRED, 2004 b).

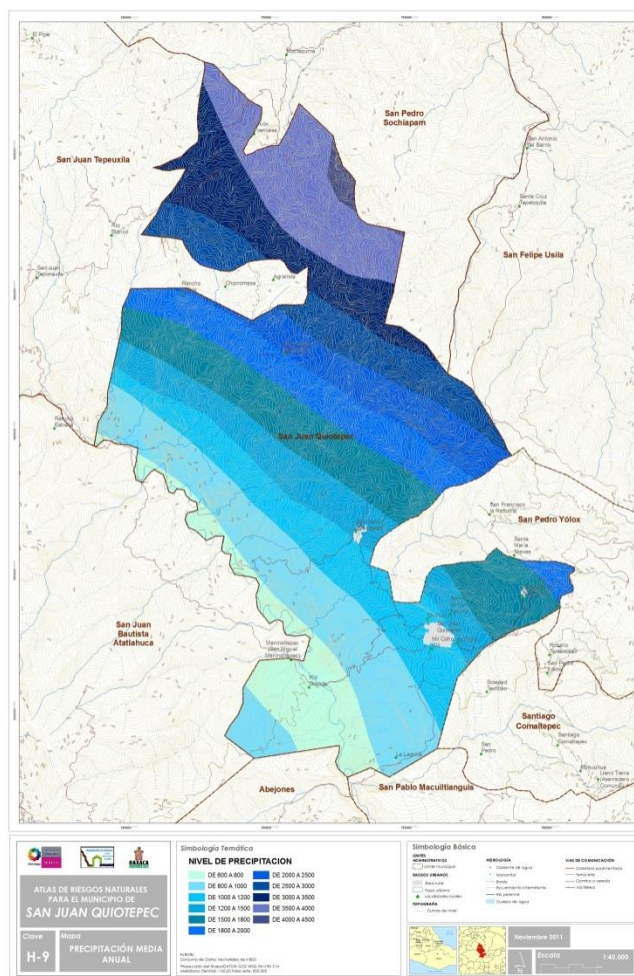
Cuadro 28. Precipitación media anual.

ESTACION: 00020279 SOYALAPA (CFE)				LATITUD: 17°35'49" N.			LONGITUD: 096°33'38" W.			ALTURA: 2,193.0 MSNM.			
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	135.7	148.8	113.4	152.6	212.8	559.8	642.8	633.4	667.7	459.6	297.3	215.7	4,239.60
MAXIMA MENSUAL	444	337.3	285.9	353.3	625.5	1,009.90	1,273.90	1,217.70	1,097.50	830.8	547.1	467.1	
AÑO DE MAXIMA	1991	1994	2000	1999	1991	1981	1983	1981	1992	1998	1997	1988	
MAXIMA DIARIA	150.2	118	156.2	160.2	104.6	161.5	217.3	260	239.3	250.8	228.8	120.3	
FECHA MAXIMA DIARIA	jul-91	24/1992	19/2000	16/1999	18/1985	oct-79	sep-98	sep-81	28/1986	feb-81	15/1997	14/1991	
AÑOS CON DATOS	23	23	23	24	24	24	24	24	24	23	23	23	

Fuente: Elaboración propia con base en SMN

En San Juan Quiotepec según los registros del Servicio Meteorológico Nacional, los niveles de precipitación oscilan entre los 600 mm y hasta 4,500mm, fue el año de 1981 donde se experimentaron las mayores precipitaciones alcanzando un máximo de 1,273 mm en el mes de Julio. El periodo de mayor precipitación es entre los meses de Junio y Agosto; en los meses de Diciembre a Abril los niveles de lluvia bajan hasta alcanzar precipitaciones medias de entre 300 mm.

Figura 49. Mapa de Precipitación



Fuentes: Elaboración propia con base en IG-UNAM.

5.4. Vulnerabilidad y Riesgos ante fenómenos de origen Geológicos

5.4.1. Peligros geológicos del Municipio de San Juan Quiotepec

La acumulación de diferentes peligros en un territorio cualquiera, es la expresión más común de la dinámica del entorno natural en donde se asienta la población. Para comprender de mejor forma la conjunción de varios fenómenos naturales potencialmente peligrosos, se ha pasado de los mapas de peligros basados en inventarios de desastres ocurridos en el pasado a modelos que integran los fenómenos perturbadores apoyados en un Sistema de Información Geográfica (Campos et al., 2010). En este contexto, se realizó el mapa de peligros geológicos del Municipio de San Juan Quiotepec, Primero fue necesario el reconocimiento y clasificación de los principales peligros geológico-geomorfológicos en el municipio de acuerdo con su potencial para afectación en el territorio el día de hoy. Este reconocimiento y clasificación, fue a partir de información geológica de gabinete, elaboración de la cartografía a partir de las unidades lito-estratigráficas y morfológicas del territorio, así como de trabajo de campo.

Para la obtención de este mapa, fue necesario el cruce de los mapas de peligros geológicos elaborados para el Municipio de San Juan Quiotepec. Para su clasificación cada valor de intensidad fue reclasificado de manera cuantitativa. De esta manera, a las intensidades de peligro muy alto y alto se les asignaron los valores mayores (10000 y 1000), mientras que a muy bajo y bajo los valores de 1 y 10 respectivamente. Al cruzar los mapas se obtiene una tabla en donde se unen los valores reclasificados. Posteriormente se multiplican los valores y se obtiene una base de datos con valores que van del 1 al 100 000 000 000.

Con el fin de obtener un mapa que delimite claramente las áreas de mayor peligro, se reclasifico a manera de índice el valor cualitativo, con solo cuatro rubros: peligro alto, medio, bajo y nulo. Es muy importante señalar que el índice de peligrosidad con valor nulo, no significa que sea el espacio con mayor estabilidad para el establecimiento de actividades urbanas o sociales, ya que, como se puede ver en la *Figura 50*, éste valor se observa en la partes bajas del municipio. Aquí los fenómenos hídricos juegan un papel fundamental para la caracterización de peligrosidad por tal motivo las áreas con peligro nulo se refieren como fenómenos geológicos como procesos de remoción en masa, sismicidad, vulcanismo, hundimientos y erosión.

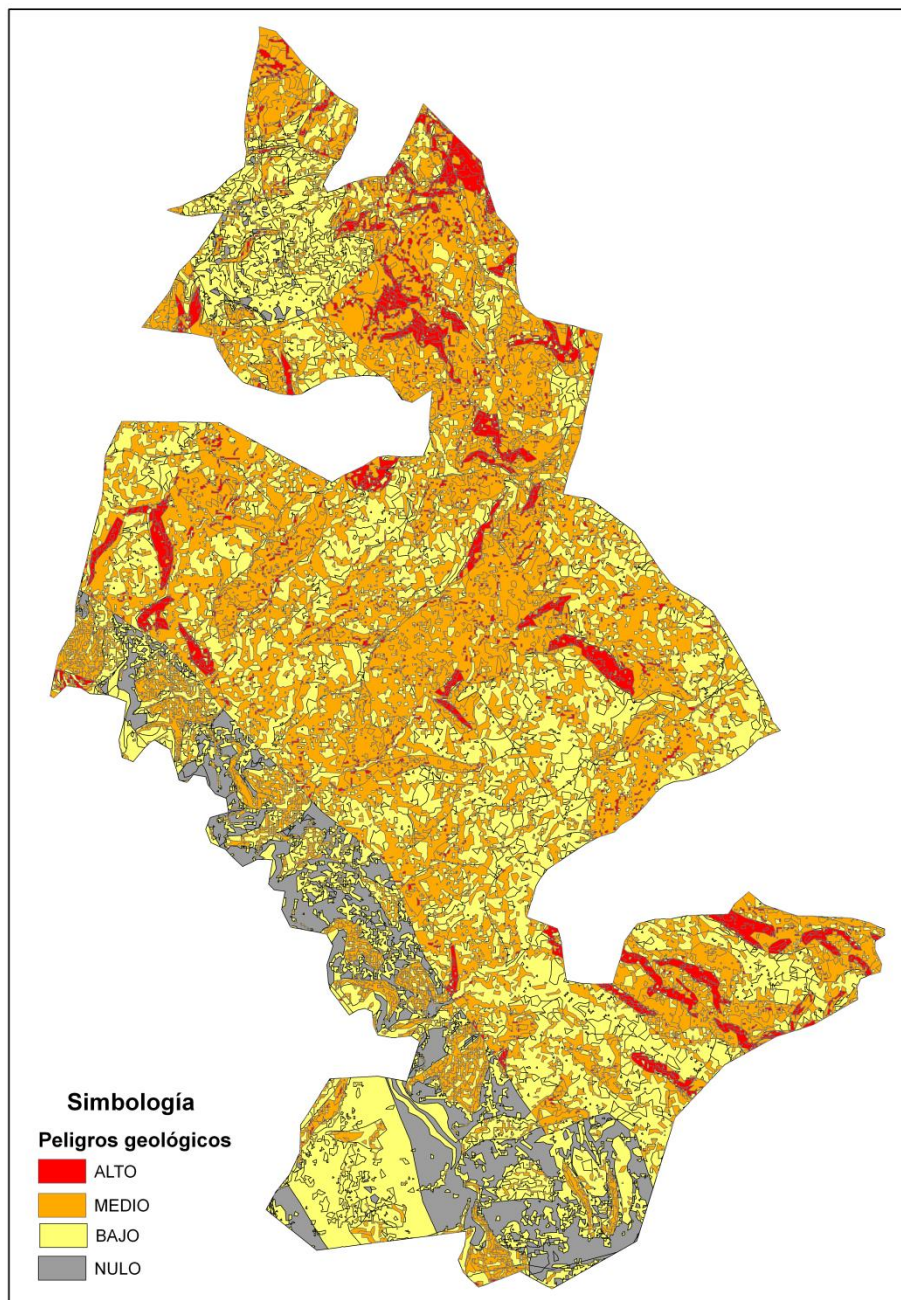
El mapa de peligros del Municipio de San Juan Quiotepec, define áreas con diferentes intensidades de peligrosidad de acuerdo con la amalgamación de los mismos. De esta manera las áreas con peligro alto son aquellas en las que por lo menos 3 peligros geológicos importantes suceden. Indistintamente de cuál de estos peligros sean los que se cruzan, el hecho de que tengan una muy alta o alta probabilidad de ocurrencia hace de esos espacios zonas muy vulnerables para el desarrollo de actividades humanas. En el mapa de la *Figura 50* se puede observar que las áreas de mayor peligro se ciñen a manera de lentes dispersos localizados al norte y este del municipio.

Por otro lado, se observa que cerca del 50% del territorio que ocupa el municipio se ve definido con una peligrosidad media. Esto indica que existe una alta a muy alta probabilidad de que ocurran al menos dos o tres fenómenos geológicos con media peligrosidad, que pueden afectar a la población. En este caso, se hace patente lo accidentado del territorio que ocupa el Municipio de

San Juan Quiotepec. Esto favorece que los procesos de remoción en masa se desencadenen por la actividad sísmica.

La baja peligrosidad, cubre cerca del 30 % del municipio, esto indica que por lo menos coexisten en ese espacio dos a tres peligros de baja intensidad o uno de mediana. Es el territorio con mayor estabilidad en relación a la ocurrencia de fenómenos geológicos potencialmente peligrosos.

Figura 50.- Mapa de peligros geológicos del Municipio de San Juan Quiotepec.



5.4.2. Vulnerabilidad estructural y riesgo

De acuerdo con el mapa de peligros de Municipio de San Juan Quiotepec, una gran parte del territorio puede experimentar en gran o menor medida algún fenómeno geológico-geomorfológico que puede afectar a la población. Principalmente la población y su infraestructura se ven afectada por la inestabilidad de las laderas, en donde los procesos de remoción en masa ocurren comúnmente en el municipio Figura 51.

Figura 51. Se muestra un deslizamiento translacional que afecto el camino hacia Municipio de San Juan Quiotepec.



En este sentido, la capacidad de la población para enfrentar estos peligros es fundamental para evaluar el riesgo al cual se encuentra expuesta la población. En el contexto de desastres naturales, esta capacidad de reacción se define como vulnerabilidad. Existen muchos tipos de vulnerabilidad, ya que depende de varios factores.

Vulnerabilidad política, se refiere a la capacidad para desarrollar e implementar medidas preventivas y de mitigación de los peligros naturales. Por ejemplo: En el caso en donde las políticas públicas no son capaces de organizar y reagrupar a la población para ayudar a las personas afectadas y habilitar las zonas dañadas, se habla de una alta vulnerabilidad política.

Vulnerabilidad social, se refiere a la capacidad de la población para afrontar un peligro, en este tipo de vulnerabilidad existen múltiples indicadores que la definen. Por ejemplo, los niveles de estabilidad en las construcciones habitacionales, la infraestructura en la comunidad y los factores socioeconómicos (como pobreza, desempleo, nutrición, entre otros).

De acuerdo con lo anterior, la vulnerabilidad es una variable que depende de varios factores que la hacen difícil de evaluar. Existen diferentes metodologías que ayudan a evaluar la vulnerabilidad de

una población, desafortunadamente se necesita información actualizada de diferentes elementos socioeconómicos.

También la vulnerabilidad puede ser evaluada de forma cualitativa. En este caso, el tipo de construcción, altura y estabilidad de la infraestructura, como las vías de comunicación y accesibilidad de la población, son las variables que ayudan para su valoración.

Bajo esta visión, la vulnerabilidad del Municipio de San Juan Quiotepec es alta. Dentro de las razones por las que se decide asignar este valor, se debe a tres factores, primero por la accesibilidad, segundo por la alta peligrosidad que se tiene en los caminos a lo largo del municipio, y en tercer lugar por la localización de los asentamientos en antiguos depósitos gravitacionales.

La accesibilidad, se define como las condiciones por las cuales se puede llegar al municipio, existen dos vías, por San Pedro Yólox y por Santa María Totomoxtla. De estas dos el camino principal es por San Pedro Yólox. El camino vía Yólox, es una brecha de buena calidad, pero que cruza laderas con pendientes abruptas por lo que comúnmente se ve obstruido por escombros y rocas. En la actualidad se han comenzado a implementar medidas para la estabilidad de los caminos que conectan a la población, como gaviones en la base del camino. Esto ayuda a la remoción, sin embargo no mitiga la caída de rocas de la parte superior. En cambio el camino vía Totomoxtla prácticamente es de herradura. Por esta razón la accesibilidad es precaria, ya que en caso de colapso la cabecera municipal quedaría aislada.

Los caminos que conectan a las diferentes comunidades al interior del municipio, continuamente han sido habilitados, pero la elevada velocidad con la cual los procesos de remoción en masa vuelven a obstruirlos y la pendiente en la cual se localizan, no permiten pavimentarlos (Figura 52).

Figura 52. Camino rehabilitado para el cruce de vehículos del Municipio de San Juan Quiotepec hacia Santa María Totomoxtla..



Tanto el camino a Santa María Totomoxtla, a San Martín Buenavista y a San Miguel Maninaltepec, necesitan de manera continua ser habilitados, ya que el desprendimiento de escombros en cada temporada de lluvias es alto. El camino a La Laguna al sur del municipio, se encuentra no apto para el cruce de vehículos. La capacidad de la población para habilitarlo se ha visto disminuida debido a los costos y necesidad de reducción de pendiente en los taludes laterales.

Como se ha observado, el Municipio de San Juan Quiotepec, se localiza en un territorio con una muy alta vulnerabilidad, ya que los procesos de remoción en masa son habituales. Gran parte de la población se asienta sobre antiguos depósitos gravitacionales (Figura 53). Desafortunadamente los procesos que ocurrieron en el pasado cercano, tienen una mayor probabilidad de ocurrencia en la actualidad y en un futuro.

Figura 53.- Excavación en el centro del Municipio de San Juan Quiotepec. El sustrato expuesto indica antiguos deslizamientos (nótese el cambio de la coloración al interior, típico de una mezcla de material)



No existe algún tipo de construcción que resista el impacto de un proceso de remoción en masa. Aunque si las construcciones tienen muros o barreras exteriores (barras de contención y/o redes de captación de escombros) pueden retener pequeños bloques (en algunos casos de hasta 2m). Estas obras deben colocarse en las zonas habitacionales localizadas en peligro alto, o por debajo de los mayores escarpes. No se observaron este tipo de construcciones en el municipio.

Aun así la mayoría de las construcciones observadas a lo largo del municipio, son construcciones estables, es decir con pilares estructurales (castillos y muros), con techos de loza, teja y/o lámina en algunos casos. No cabe duda de que un techo de loza tiene una mayor estabilidad que uno de lámina (

Figura 54), pero en el caso de ser afectado por un gran bloque de roca (2m) los daños son muy similares. Incluso, en el caso de que se presente un movimiento del terreno debido al inicio de un

deslizamiento, las construcciones con techo de cemento incrementan el peligro por colapso de la estructura.

Figura 54.- Foto del panteón de Municipio de San Juan Quiotepec, desde el Palacio Municipal. Se localiza en una loma que actualmente sufre de pequeños deslizamientos rotacionales (menores a 5 m en su cicatriz de desprendimiento).



Como se ha visto anteriormente el entorno geográfico en el cual se localiza el municipio es el factor principal que eleva la vulnerabilidad de la población (

Figura 55). Por este motivo es importante que la población sea consciente de la potencial ocurrencia de fenómenos geológico-geomorfológicos en su territorio.

Figura 55. Fotografía de Municipio de San Juan Quiotepec. Se localiza en una rampa constituida por varios depósitos gravitacionales. Nótese la altura de las construcciones, así como la mayor urbanización en la parte baja (izquierda).



Por último, si en la población se planean acciones en caso de ocurrencia y se advierte de las evidencias que definen el inicio de un proceso gravitacional, como son: Agrietamiento del terreno; Aparición de grietas en las construcciones o banquetas; Dificultad para abrir y cerrar puertas o ventanas en las casas; emanación de agua del suelo sin razón aparente (saturación del nivel freático), entre otros, la vulnerabilidad educativa (capacidad de reconocer los peligros y llevar a cabo acciones para mitigarlos) disminuye sustancialmente.

5.5. Vulnerabilidad y Riesgos ante fenómenos de origen Hidrometeorológico

5.5.1. Vulnerabilidad ante fenómenos Hidrometeorológicos

La Vulnerabilidad constituye uno de los componentes del riesgo, es el parámetro para considerar las posibilidades técnicas y económicas para prever los efectos destructivos de un fenómeno natural. Asimismo, permite evaluar los grados de exposición de las zonas ocupadas por grupos humanos susceptibles de ser afectados por el proceso.

El análisis de vulnerabilidad está dirigido a identificar las características de la población susceptible de sufrir daño en su persona o bienes, a consecuencia de algún fenómeno natural, aunado a la posibilidad de medir la capacidad de prevención y respuesta que se tenga en el municipio, es decir, el grado de organización y recursos para atender una emergencia.

Existen diversas clasificaciones de vulnerabilidad, la mayoría considera los siguientes elementos:

a) Ambiental.

La forma en que una comunidad determinada utiliza los elementos de su entorno natural, debilitando sus recursos y los ecosistemas, en su capacidad para absorber sin consecuencias los fenómenos de la naturaleza.

b) Física,

Se relaciona con la ubicación de los asentamientos humanos o actividades económicas, así como la calidad de los materiales de construcción.

c) Económica.

La economía lacónica de las comunidades, orilla a los pobladores a la mala explotación de recursos naturales, a la invasión de terreno en zonas de peligro alto y a construir sin alguna técnica o con materiales inadecuados.

d) Social.

En las condiciones de mayor o menor exposición al peligro también se tienen factores de aspecto social, como son el conjunto de relaciones, comportamientos, creencias, formas de organización (institucional y comunitaria) y maneras de actuar de las personas y sus comunidades.

- *Factores políticos:* Las comunidades toman decisiones consensadas según su capacidad de organización ante situaciones que les afecten, así como la negociación con “actores externos”: gobiernos regionales y nacionales, empresas multinacionales, cooperación internacional, instituciones del Estado.
- *Factores ideológicos y culturales:* Los usos y costumbres de las comunidades son elementos importantes ante situaciones de peligro, por lo tanto son un factor para prevenir y en su caso sobreponerse ante efectos nocivos de los riesgos naturales.
- *Factores educativos:* el nivel de conocimiento escolar o empírico que tienen las comunidades ante los peligros naturales que enfrentan, les da una guía única para actuar de manera apropiada ante los riesgos de la región.
- *Factores institucionales:* La falta de gobierno ágil, eficiente sin burocracias impiden una adecuada adaptación de la comunidad y una rápida respuesta de las instituciones en caso de desastre.
- *Factores sociales relativos a la organización:* capacidad de una comunidad para organizarse, para establecer en su interior lazos de solidaridad, de cooperación mutua y la representatividad o legitimidad de sus organizaciones y sus líderes.

Como se observa, el análisis de vulnerabilidad es complejo debido a la cantidad de variables consideradas; por otra parte, la información (cartográfica y estadística), no siempre está disponible o está en formatos diferentes. Por tal motivo, el análisis de vulnerabilidad para el municipio de San Juan Quiotepec se realizó considerando en gran medida los aspectos sociales y económicos.

Cabe señalar que el concepto de vulnerabilidad social se ha relacionado estrechamente con estudios de pobreza y marginación. Sin embargo, diversos autores han llegado a la conclusión de que la vulnerabilidad social es aquella propensión que tiene la población de caer, en un momento determinado, en una condición de pobreza y marginación.

La vulnerabilidad social es consecuencia directa del empobrecimiento, el incremento demográfico y la urbanización acelerada sin planeación. Asimismo, la vulnerabilidad social ante los desastres naturales se define como: “una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre”.

Materiales y métodos.

La estimación de la vulnerabilidad se realiza con base en la metodología propuesta por CENAPRED, la cual emplea indicadores que permiten conocer las principales características de la población, su capacidad de organización y elementos indispensables para la atención de una emergencia, los cuales aportan elementos para cuantificar la vulnerabilidad social asociada a desastres.

Los parámetros se dividen en cinco grandes categorías: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingresos y Población, ya que éstos influyen directamente sobre las condiciones básicas de bienestar, de desarrollo y de la sociedad en general. Las características de la población que se obtienen a partir del cálculo de los indicadores son:

- 1) *Salud*: Es uno de los principales indicadores del desarrollo de las regiones, por eso es necesario conocer el nivel de acceso que tiene la población a estos recursos, así como la capacidad de atención de los mismos. La insuficiencia de este rubro refleja parte de la vulnerabilidad de la población.
- 2) *Educación*: Las características educativas influirán directamente en la adopción de actitudes o conductas preventivas de autoprotección de la población, asimismo, pueden mejorar sus conocimientos sobre fenómenos y riesgos.
- 3) *Vivienda*: Es el principal elemento de conformación del espacio social, es el lugar en donde se desarrolla la mayor parte del tiempo. La accesibilidad y las características de la vivienda determinan en gran medida la calidad de vida de la población. En relación con los desastres de origen natural, la vivienda es uno de los sectores que recibe mayores afectaciones.
- 4) *Empleo e ingresos*: Estos elementos aportan gran parte de los recursos que posibilitan el sustento de las personas. Basando la observación en el corto plazo las familias de bajos recursos sólo pueden atender sus necesidades inmediatas. En el largo plazo se refleja la capacidad de prevención y respuesta con lo que se mide la vulnerabilidad en caso de un desastre.
- 5) *Población*: se consideran tres aspectos sociales, dos de ellos se refieren a la distribución y dispersión de los asentamientos humanos, el tercero al origen étnico de los grupos cuyas condiciones de vida se asocian a diferencias culturales y sociales.

Cuadro 29. Indicadores por rubro empleados en la metodología.

Salud	Educación	Vivienda	Empleo e ingresos	Población
-------	-----------	----------	-------------------	-----------

• Porcentaje de la población no derechohabiente	• Porcentaje de analfabetismo • Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela • Grado Promedio de Escolaridad	• Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada • Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje • Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad • Porcentaje de viviendas con todos los servicios • Porcentaje de viviendas con piso de tierra • Déficit de vivienda	• Razón de dependencia • Porcentaje de PEA	• Densidad de población • Porcentaje de la población de habla indígena • Dispersión poblacional
---	--	--	---	---

La información usada corresponde al XIII Censo General de Población y Vivienda (2010), contenida en el ITER. Con estos datos, el cálculo se realizó para las 8 localidades que integran el municipio, estableciendo así las condiciones de vulnerabilidad para cada asentamiento y cómo éste se refleja en el grado de riesgo.

Análisis de Resultados.

Con base en los datos obtenidos a partir de la metodología señalada, se obtuvo el grado de Vulnerabilidad Social para las 8 localidades registradas en el Municipio de Quiotepec, las cuales son:

Cuadro 30. Población por localidad.

Localidad	Población Total
San Juan Quiotepec	1,338
Maninaltepec	347
Santa María Nieves	146
Santa María Totomoxtle	350
Eh Fũu	8
Mii Coho Cũi	14
Santiago Cuasimulco	98
Barrio De San Antonio	12

La primera parte de este apartado, se concentra en señalar las condiciones que presentan las localidades por cada rubro estudiado; la segunda, refleja la integración de las variables empleadas. De esta manera, se obtienen las características relacionadas con la estructura y funcionamiento de la población, que determinan su capacidad para afrontar la ocurrencia de peligros.

a) Salud.

Cuadro 31. Nivel de Vulnerabilidad por localidad por población Derechohabiente

Localidad	Población Total	PnDH	Vulnerabilidad
San Juan Quiotepec	1,338	47.98	Media
Maninaltepec	347	78.10	Alta
Santa María Nieves	146	59.59	Media
Santa María Totomoxtle	350	8.29	Muy Baja
Eh Fũu	8	100.00	Muy Alta
Mii Coho Cũi	14	35.71	Baja
Santiago Cuasimulco	98	21.43	Baja
Barrio de San Antonio	12	33.33	Baja

PDH= Porcentaje no Derechohabiente

El parámetro empleado tiene por objetivo mostrar la cantidad de población que accede a alguna institución de salud, ya sea a través del lugar donde labora o estudia. Como se observa en el cuadro, existe variabilidad en el grado de vulnerabilidad, lo que indica una cobertura desigual por parte de las instituciones de salud pública.

La localidad con muy alta vulnerabilidad corresponde a la de menor población, por lo que no es representativo a nivel municipal, no obstante, es importante señalar que cerca del 50% de la población en la Cabecera Municipal no cuenta con asistencia médica.

Lo anterior constituye un elemento que debe mejorarse por parte de la administración municipal, ya que la cobertura puede resultar insuficiente al atender a la población en caso de presentarse algún peligro y por lo tanto, incrementar la vulnerabilidad para los habitantes del municipio.

b) Educación.

Cuadro 32. Nivel de analfabetismo por localidad

Localidad	Población Total	PA	V	PAE	V	GPE	V
San Juan Quiotepec	1,338	31.14	Media	95.41	Muy Baja	4.99	Alta
Maninaltepec	347	33.85	Media	90.91	Muy Baja	4.38	Alta
Santa María Nieves	146	25.84	Baja	93.75	Muy Baja	5.01	Alta
Santa María Totomoxtla	350	17.77	Baja	97.40	Muy Baja	5.68	Media
Eh Fũu	8	42.86	Media	0.00	Muy Alta	3.50	Alta
Mii Coho Cũi	14	25.00	Baja	80.00	Baja	5.63	Media
Santiago Cuasimulco	98	35.29	Media	92.86	Muy Baja	3.92	Alta
Barrio De San Antonio	12	0.00	Muy Baja	100.00	Muy Baja	3.67	Alta
PA= Porcentaje de Analfabetismo; PAE= Porcentaje de Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela GPE= Grado Promedio de Escolaridad. V= Vulnerabilidad							

La falta de educación se considera uno de los factores claves con respecto a la vulnerabilidad social, ya que al existir un buen nivel educativo, la población tendría la posibilidad de estar más informada acerca de los riesgos en el municipio.

Los primeros dos indicadores reflejan que el sector educativo no es un factor que pueda elevar la vulnerabilidad en las localidades, debido a que la población y las instituciones responsables, han establecido las condiciones para reducir el rezago educativo.

Sin embargo, el tercer indicador muestra un comportamiento distinto, derivado de que la población solo ha concluido la educación básica. Esto no necesariamente limita la comprensión de los habitantes sobre los procesos que ocurren, además de que es posible diseñar estrategias que hagan llegar la información a los habitantes.

c) Vivienda.

La vulnerabilidad asociada a este rubro, se relaciona con las condiciones estructurales de las viviendas y con los elementos que la integran. Ambas características permiten, por una parte, una mayor resistencia ante la ocurrencia de un peligro y por otra, interviene en la capacidad de respuesta de la población.

Los datos obtenidos muestran que solo el 58% de los hogares en el Municipio de San Juan Quiotepec se encuentran dotados de los servicios básicos, el 25% no cuenta con agua entubada, 27% no tiene drenaje, 19% carece de energía eléctrica y 41% tiene piso de tierra.

Cuadro 33. Características de la vivienda

Localidad	VAE	V	VD	V	VE	V	VS	V	VPT	V	DV	V
San Juan Quiotepec	3.89	Muy Baja	5.09	Muy Baja	0.90	Muy Baja	90.12	Muy Baja	39.82	Baja	39.82	Media
Maninaltepec	10.26	Muy Baja	30.77	Baja	2.56	Muy Baja	64.10	Baja	46.15	Media	46.15	Alta
Santa María Nieves	0.00	Muy Baja	60.00	Media	5.71	Muy Baja	40.00	Alta	28.57	Baja	28.57	Media
Santa María Totomoxtlá	15.25	Muy Baja	18.64	Muy Baja	1.69	Muy Baja	64.41	Baja	44.07	Media	44.07	Alta
Eh Fñu	100.00	Muy Alta	50.00	Media	50.00	Media	0.00	Muy Alta	50.00	Media	50.00	Muy Alta
Mii Coho Cñi	0.00	Muy Baja	0.00	Muy Baja	0.00	Muy Baja	100.00	Muy Baja	0.00	Muy Baja	0.00	Muy Baja
Santiago Cuasimulco	75.00	Muy Alta	50.00	Media	93.75	Muy Alta	6.25	Muy Alta	68.75	Alta	68.75	Muy Alta
Barrio de San Antonio	0.00	Muy Baja	0.00	Muy Baja	0.00	Muy Baja	100.00	Muy Baja	50.00	Media	50.00	Muy Alta
VAE= Porcentaje de Viviendas sin Agua Entubada; VD= Porcentaje de Viviendas sin Drenaje; VE: Porcentaje de Viviendas sin Electricidad; VS= Porcentaje de Viviendas con Servicios; VPT= Porcentaje de Viviendas con Piso de Tierra; DV= Déficit de Vivienda V= Vulnerabilidad												

Estas características permiten disminuir el grado de vulnerabilidad en las localidades, en caso de presentarse algún peligro, la población cuenta con los medios para evitar propagación de enfermedades y agilizar las labores de atención. Sólo el indicador relacionado con el déficit de vivienda marca vulnerabilidad alta, esto debido a que las localidades son de tipo rural, situación que genera dispersión de la población.

d) Empleo e ingresos.

Cuadro 34. Población económicamente activa

Localidad	Población Total	DE	V	PEA	V
San Juan Quiotepec	1,338	66.98	Baja	27.15	Alta
Maninaltepec	347	65.14	Baja	26.31	Alta
Santa María Nieves	146	61.40	Baja	31.41	Alta
Santa María Totomoxtlá	350	92.11	Media	20.55	Alta
Eh Fñu	8	60.55	Baja	29.14	Alta
Mii Coho Cñi	14	100.00	Alta	37.50	Alta
Santiago Cuasimulco	98	133.33	Muy Alta	35.71	Alta
Barrio De San Antonio	12	108.51	Alta	20.41	Alta
PEA= Población Económicamente Activa; DE= Dependencia Económica V= Vulnerabilidad					

Se observa que la totalidad de localidades presentan vulnerabilidad alta con relación a la Población Económicamente Activa, debido principalmente a la falta de fuentes de trabajo que generen ingresos a los habitantes. Por otra parte, la estructura de la población, así como los procesos migratorios, propician que en las localidades con menos habitantes existan altos grados de vulnerabilidad, situación que no sucede en las demás poblaciones.

Este rubro constituye uno de los elementos que incrementan la vulnerabilidad en el Municipio, debido a que los habitantes no cuentan con los medios económicos para hacer frente en el corto y largo plazo ante la ocurrencia de un desastre.

e) Población.

Cuadro 35. Densidad de población

Localidad	Población Total	DP	V	PLI	V	DPO	V
San Juan Quiotepec	1,338	1884.51	Alta	91.69	Muy Alta	100.00	Muy Alta
Maninaltepec	347	1156.67	Alta	90.91	Muy Alta	100.00	Muy Alta
Santa María Nieves	146	584.00	Media	97.60	Muy Alta	100.00	Muy Alta
Santa María Totomoxtla	350	1666.67	Alta	96.95	Muy Alta	100.00	Muy Alta
Eh Fñu	8	53.33	Muy Baja	100.00	Muy Alta	100.00	Muy Alta
Mii Coho Cui	14	82.35	Muy Baja	76.92	Muy Alta	100.00	Muy Alta
Santiago Cuasimulco	98	515.79	Media	100.00	Muy Alta	100.00	Muy Alta
Barrio De San Antonio	12	92.31	Muy Baja	100.00	Muy Alta	100.00	Muy Alta
DP= Densidad de Población; PLI= Población hablante de Lengua Indígena; DPO= Dispersión de la Población. V= Grado de Vulnerabilidad							

Las características sociales de San Juan Quiotepec muestran que el Municipio es de tipo rural, esta situación genera alta vulnerabilidad ante la ocurrencia de peligros. Esta situación se observa desde los datos obtenidos con indicadores correspondientes a la distribución de la población (Densidad de Población y Dispersión).

Ambos señalan la falta de concentración de población y un sistema de localidades organizado y jerarquizado, lo que minimiza la capacidad de respuesta frente a un desastre; asimismo, los procesos de distribución de ayuda y atención de la emergencia se ven afectados, debido a que los esfuerzos no se concentran en un solo punto.

Por otra parte, más del 90% de la población pertenece a un grupo étnico, lo que en ocasiones establece una estructura social y elementos ideológicos y culturales al interior de las comunidades, ello dificulta los mecanismos para concientizar a los habitantes y por ende, incrementa la susceptibilidad de verse afectados durante un desastre.

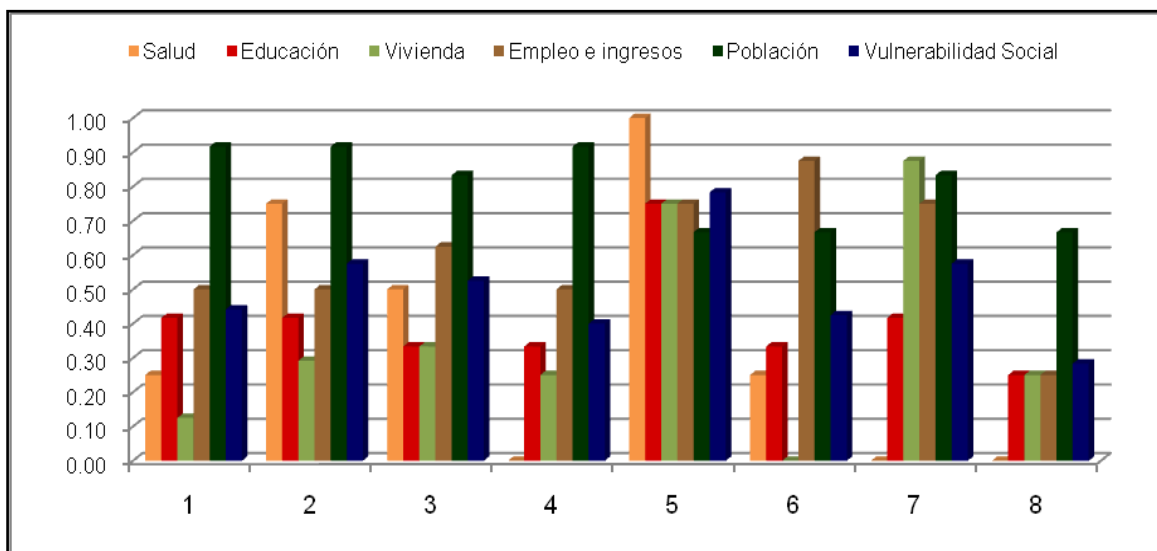
Vulnerabilidad Social.

Realizado el análisis por cada rubro, se integraron los datos para determinar el grado de vulnerabilidad que presentan las localidades en el Municipio de San Juan Quiotepec, lo anterior se observa en el siguiente cuadro y gráfica.

Cuadro 36. Vulnerabilidad de población

ID	Localidad	Salud	Educación	Vivienda	Empleo e ingresos	Población	Vulnerabilidad Social	Grado de Vulnerabilidad
1	San Juan Quiotepec	0.25	0.42	0.13	0.50	0.92	0.44	Baja
2	Maninaltepec	0.75	0.42	0.29	0.50	0.92	0.58	Media
3	Santa María Nieves	0.50	0.33	0.33	0.63	0.83	0.53	Media
4	Santa María Totomoxtla	0.00	0.33	0.25	0.50	0.92	0.40	Baja
5	Eh Fũu	1.00	0.75	0.75	0.75	0.67	0.78	Alta
6	Mii Coho Cũi	0.25	0.33	0.00	0.88	0.67	0.43	Baja
7	Santiago Cuasimulco	0.00	0.42	0.88	0.75	0.83	0.58	Media
8	Barrio de San Antonio	0.00	0.25	0.25	0.25	0.67	0.28	Baja

Figura 56. Gráfica de Vulnerabilidad Social



Como se observa al tomar en cuenta la totalidad de los parámetros, los índices de vulnerabilidad se ubican de medio a bajo para 7 localidades, solo el poblado Eh Fũu refleja un valor alto, sin embargo, esto se debe a que es el asentamiento con menor población. Por otra parte, las localidades más importantes (entre ellas la Cabecera Municipal), presentan los valores bajos.

Con base en lo anterior, las características sociales, económicas y culturales, así como las acciones realizadas por parte de las autoridades, permiten que los habitantes cuenten con los elementos indispensables para responder ante la ocurrencia de algún desastre.

No obstante, el análisis realizado por rubro, señala aspectos que deben ser atendidos y mejorados, con miras a minimizar los valores de vulnerabilidad, entre ellos están:

- Diversificar los sectores productivos, con la finalidad de generar fuentes de empleo y fortalecer la economía del Municipio.
- Ampliar el número de habitantes con acceso a servicio de salud.
- Generar estrategias encaminadas a concentrar la población dispersa y mejorar el sistema de localidades.
- Garantizar que el 100% de las viviendas cuenten con los servicios básicos.
- Reducir la tasa de analfabetismo.

Evitar la salida de habitantes, de esta forma, se mantiene una estructura equilibrada de la población.

5.5.2. Riesgos ante fenómenos Hidrometeorológicos

Existen diversas definiciones sobre el concepto de riesgo:

- “Número esperado de pérdidas en vidas, personas afectadas, daños en propiedad o interrupción de la actividad económica debido a un fenómeno natural particular” (Varnes, 1980).
- “Elementos del medio físico y biológico nocivos para el hombre y causados por fuerzas ajenas a él” (Burtón y Kates, 1964; cfr, Calvo, 1984).
- “Es aquella situación concreta en el tiempo, de un determinado grupo humano frente a las condiciones del medio” Calvo (1984).
- “Es la probabilidad de que ocurra un desastre” (WILCHES – CHAUX, 1998).

Por otra parte, los enfoques dominantes para el estudio del Riesgo son;

- a) Mayor énfasis a los procesos geofísicos que a los desastres naturales. Este enfoque asume que la tecnología puede resolver la mayoría de los problemas de causados por un desastre y que por lo tanto el estudio del proceso siempre es prioritario.
- b) Otro se concentra en la relación hombre – medio ambiente en los desastres naturales. Se basa en la idea de que el riesgo natural sólo puede existir en la presencia de una comunidad humana vulnerable y que un desastre natural, es una característica distintiva de las regiones.

A partir de los enfoques y definiciones referentes al riesgo, se establece la ecuación para su estudio, la cual está constituida de la siguiente manera:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} + \text{Valor} + \text{Vulnerabilidad}$$

La peligrosidad estudia la agresividad del proceso en términos absolutos, es decir, la magnitud física, ocurrencia y cobertura espacial, sin considerar aún la afectación al entorno cultural.

El valor estima cuantitativamente la susceptibilidad al daño, pérdida de vidas humanas, infraestructura y capacidad productiva dañada por los efectos destructivos del proceso, dándole al estudio de la peligrosidad un carácter aplicado.

La Vulnerabilidad es el parámetro para considerar las posibilidades técnicas y económicas para prever los efectos destructivos de un fenómeno natural. Asimismo, permite evaluar los grados de exposición de las zonas ocupadas por grupos humanos susceptibles de ser afectados por el proceso.

Con base en lo anterior, el análisis de Riesgo por inundaciones en el Municipio de San Juan Quiotepec se realiza con los componentes de la ecuación que se obtuvieron: peligrosidad y vulnerabilidad.

Materiales y métodos.

a) Peligrosidad.

Este componente se retomó de la cartografía elaborada previamente, la cual muestra las zonas de inundación fluvial así como las microcuencas que, por sus características morfológicas e hidrográficas, son susceptibles a presentar inundaciones repentinas.

Un elemento que complementó esta información, fue la obtención de la escorrentía superficial por cada microcuenca, lo anterior se desarrolló a partir de la metodología propuesta en los Apéndices Normativos “A” y “D”, contenidos en la Norma Oficial Mexicana Nom-011-CNA-2000 “Conservación Del Recurso Agua”.

La selección de la metodología, estuvo basada en la información disponible para las variables requeridas (tipo de suelo, uso de suelo y precipitación anual), las cuales sirvieron para generar, en primer lugar, los coeficientes de escurrimiento y posteriormente la escorrentía superficial por microcuenca.

b) Vulnerabilidad

Se realizó para las 8 localidades que integran el Municipio, con la finalidad de obtener las condiciones sociales y económicas de la población que marcan la capacidad de prevención o respuesta ante la ocurrencia de desastres (se anexa documento).

c) Riesgo

A partir de la Ecuación señalada en los párrafos anteriores, se obtuvo el Grado de Riesgo para las localidades que integran el Municipio de San Juan Quiotepec, considerando solo los componentes de peligro y vulnerabilidad.

El cálculo del Riesgo por cada tipo de inundación se realizó mediante el siguiente procedimiento:

- 1) Fluvial: se asignó un valor a estas áreas (Nula/Baja= 0; Alta= 2), asimismo se clasificaron los datos correspondientes a la escorrentía superficial, por último, se retomó el grado de vulnerabilidad. Los 3 parámetros se sumaron para estimar el Riesgo.
- 2) Súbitas: el proceso es similar al anterior, las microcuencas se ponderaron en función de la susceptibilidad para generar este tipo de inundaciones, también se retomaron los valores de escorrentía y vulnerabilidad.

Finalmente se determinó el Riesgo Total con base en el promedio de los Riesgos antes señalados.

Análisis de Resultados.

a) Escorrentía superficial.

Este dato refleja la cantidad de agua que discurre por microcuenca, la obtención mediante el método seleccionado considera el área de la cuenca, la precipitación y el coeficiente de escurrimiento.

El volumen de agua es importante no solo para proponer las estrategias de aprovechamiento del recurso, también es un parámetro que se considera para el estudio de las inundaciones, ya que permite conocer la cantidad de agua que es capaz de capturar una cuenca y relacionarlo con las características morfológicas e hidrográficas.

Con base en los resultados obtenidos, se definieron 3 categorías en función de la influencia para generar inundaciones:

- Baja: 0 – 30 mm³; Ponderación= 0.0
- Media: 30 – 50 mm³; Ponderación= 0.5
- Alta: > 50 mm³; Ponderación= 1.0

La siguiente tabla, señala los valores obtenidos para cada microcuenca y la ponderación asignada.

Cuadro 37. Ponderación del Riesgo por Microcuenca

Microcuenca	Area	PREC	C_ESC	ESC_SUP	PONDERACIÓN
Río Algodón	79.59	2.51	0.26	51.93	1.0
Arroyo Paloma	17.82	1.99	0.27	9.53	0.0
Río Colorado	22.65	2.10	0.28	13.35	0.0
Río Cotoche	25.10	2.23	0.30	16.64	0.0
Arroyo San Mateo	53.60	2.56	0.34	46.18	0.5
Río Blanco	80.15	3.11	0.34	85.96	1.0
Río Comal	60.54	2.66	0.26	42.41	0.5
Arroyo Blanco	49.07	1.85	0.18	16.45	0.0
PREC= Precipitación Anual; C_ESC= Coeficiente de Escurrimiento; ESC_SUP= Escorrentía Superficial					

Se observa que el 50% de las microcuencas se encuentran en la categoría baja, esto es debido en primera instancia, a la superficie con que cuentan.

Otros elementos a considerar son: Presencia de cobertura vegetal cercana al 100% y suelos con textura gruesa. La combinación de ambos factores propician la infiltración disminuyendo la escorrentía.

Cabe señalar que las características ambientales son similares para las 8 microcuencas, por lo que el cambio de categoría hacia media o alta, se relaciona principalmente con la sustitución de las formaciones vegetales por actividades antrópicas (menor retención y mayor escorrentía); para este factor también influye la superficie de la cuenca y la presencia de suelos con textura media.

b) Riesgos por Inundaciones.

b.1) Fluviales

Mediante el procedimiento explicado en el apartado metodológico, el cálculo del Riesgo para las localidades del Municipio se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro 38. Cálculo del riesgo Fluvial

Localidad	VS	GV	Peligrosidad Fluviales	Microcuenca	Ponderación Escorrentía	Valor Riesgo	Categoría Riesgo
San Juan Quiotepec	0.44	Baja	0	Río Blanco	1	1.44	Baja
Maninaltepec	0.58	Media	2	Arroyo Blanco	0	2.58	Alta
Santa María Nieves	0.53	Media	0	Río Blanco	1	1.53	Baja
Santa María Totomoxtlá	0.40	Baja	0	Río Blanco	1	1.40	Baja
Eh Fñu	0.78	Alta	0	Río Blanco	1	1.78	Baja
Mii Coho Cui	0.43	Baja	0	Río Blanco	1	1.43	Baja
Santiago Cuasimulco	0.58	Media	0	Río Blanco	1	1.58	Baja
Barrio de San Antonio	0.28	Baja	0	Arroyo San Mateo	0.5	0.78	Baja
VS= Vulnerabilidad Social; GV= Grado de Vulnerabilidad							

La categoría alta se presenta solo en el poblado de Maninaltepec, debido a que es la única localidad dentro de un área de alta peligrosidad correspondiente a este tipo de inundaciones. No obstante, el factor que disminuye el índice de Riesgo para esta localidad es la vulnerabilidad (media).

Esto permite que los habitantes cuenten con los elementos necesarios para prevenir y responder ante la ocurrencia de una inundación, así como recuperarse de los efectos ocasionados por el proceso.

Para las demás localidades, las características ambientales del Municipio evitan que se encuentren en Riesgo, sin embargo, es importante disminuir las condiciones de vulnerabilidad.

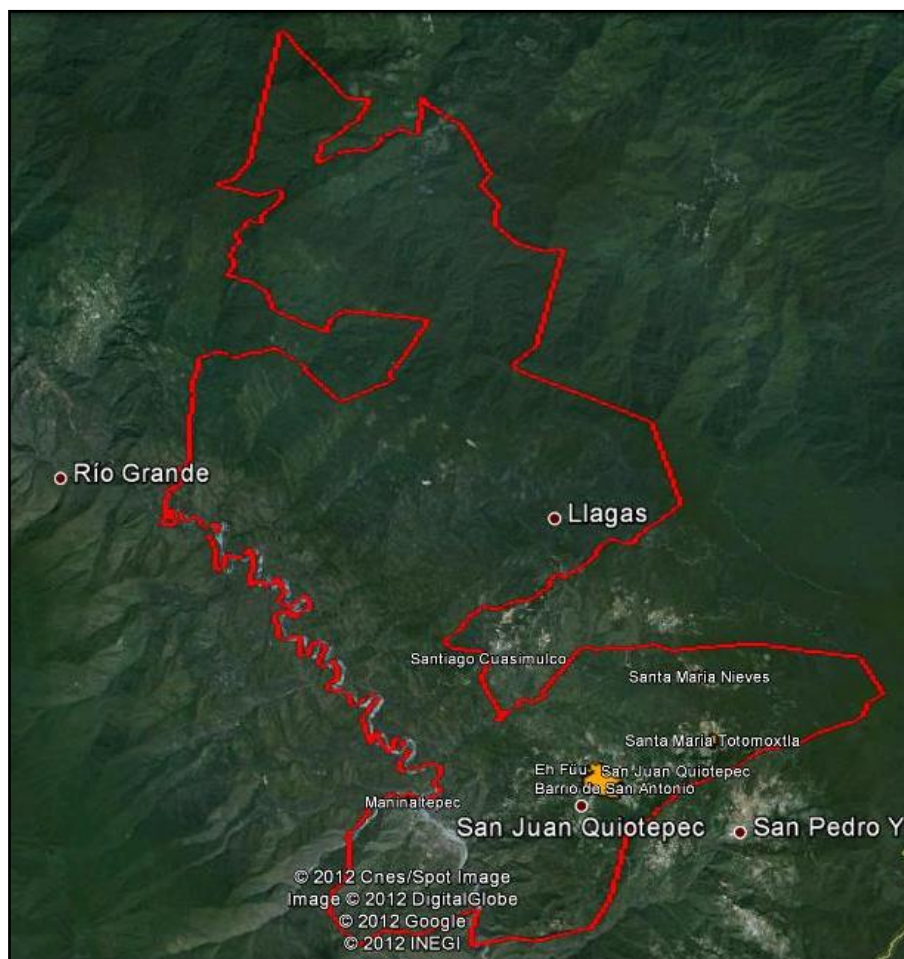


Figura 57. Vulnerabilidad del Municipio San Juan Quiotepec

b.2) Súbitas

El Riesgo por este tipo de inundación retoma los resultados generados mediante la morfometría, asimismo se incorpora la vulnerabilidad y la escorrentía superficial. El cálculo se muestra en la siguiente tabla.

Cuadro 39. Grado de Vulnerabilidad

Localidad	VS	GV	Peligrosidad Súbitas	Microcuenca	Ponderación Escorrentía	Valor Riesgo	Categoría Riesgo
San Juan Quiotepec	0.44	Baja	1	Río Blanco	1	2.44	Alta
Maninaltepec	0.58	Media	1	Arroyo Blanco	0	1.58	Media
Santa María Nieves	0.53	Media	1	Río Blanco	1	2.53	Alta
Santa María Totomoxtila	0.40	Baja	1	Río Blanco	1	2.40	Alta
Eh Fūu	0.78	Alta	1	Río Blanco	1	2.78	Alta
Mii Coho Cui	0.43	Baja	1	Río Blanco	1	2.43	Alta
Santiago Cuasimulco	0.58	Media	1	Río Blanco	1	2.58	Alta
Barrio de San Antonio	0.28	Baja	0.5	Arroyo San Mateo	0.5	1.28	Media

VS= Vulnerabilidad Social; GV= Grado de Vulnerabilidad

A diferencia de las inundaciones fluviales, el 75% de las localidades se encuentran con categoría de riesgo alta. Lo anterior se relaciona principalmente con las características morfológicas, ya que como se mencionó en el análisis de peligrosidad, la forma y área de captación de las microcuencas, aunado con los valores de escorrentía, son determinantes para generar inundaciones súbitas (ver imagen).

Figura 58. Zonas de riesgo por Inundaciones



La vulnerabilidad es variable, lo que constituye una oportunidad para el gobierno de incrementar las medidas de prevención y mitigación, así como mejorar las condiciones de vida de la población; de esta forma, las condiciones de riesgo tenderán a disminuir.

También es conveniente aplicar estrategias que permitan mantener las características ambientales actuales, evitando cambios de uso de suelo en las microcuencas, así como acciones que generen presiones sobre el ambiente.

b.3) Riesgo Total

Cuadro 40. Nivel de Riesgo Total

Localidad	Valor Riesgo Fluviales	Categoría Riesgo	Valor Riesgo Súbitas	Categoría Riesgo	Riesgo Total	Categoría
San Juan Quiotepec	1.44	Baja	2.44	Alta	2.66	Media
Maninaltepec	2.58	Alta	1.58	Media	3.37	Alta
Santa María Nieves	1.53	Baja	2.53	Alta	2.79	Media
Santa María Totomoxtla	1.40	Baja	2.40	Alta	2.60	Media
Eh Fũu	1.78	Baja	2.78	Alta	3.17	Media
Mii Coho Cũi	1.43	Baja	2.43	Alta	2.65	Media
Santiago Cuasimulco	1.58	Baja	2.58	Alta	2.87	Media
Barrio de San Antonio	0.78	Baja	1.28	Media	1.42	Baja

Al considerar ambos tipos de peligrosidad, la localidad de Maninaltepec presenta el riesgo mayor, motivo por el cual se convierte en la comunidad donde se deben concentrar esfuerzos por parte de las autoridades municipales.

La categoría media se distribuye en 6 localidades, indicada por los valores correspondientes a las inundaciones súbitas. La localidad "Barrio de San Antonio" presenta bajo Riesgo, producto de su localización y elementos relacionados con la estructura social.

Con base en lo anterior, la problemática de inundaciones en el Municipio de San Juan Quiotepec está relacionada principalmente con las inundaciones súbitas y sólo una localidad con las inundaciones de origen fluvial. Por tal motivo, resulta indispensable mantener el equilibrio entre los componentes ambientales a escala local y regional.

El análisis de vulnerabilidad señala, que la mayoría de las localidades se encuentran dotadas de elementos suficientes para responder ante un desastre, sin embargo, existen sectores que requieren mejorarse como salud pública y empleo.

CAPÍTULO VI. OBRAS Y ACCIONES PARA LA MITIGACIÓN DE RIESGOS

El conjunto de medidas de mitigación que se exponen en el presente capítulo, tienen como fin la disminución del riesgo ante los diferentes fenómenos naturales antes expuestos. Existen dos tipos de medidas de mitigación: las estructurales que se refieren al conjunto de obras que puedan reducir la vulnerabilidad de la población ante los efectos de los fenómenos; las no estructurales están relacionadas principalmente con todas aquellas acciones que están vinculadas con el conocimiento de los fenómenos naturales, la estimación de los niveles de peligro, vulnerabilidad y el riesgo, los instrumentos de planeación como los atlas de riesgos y los reglamentos de construcción.

La principal medida para la reducción de riesgos es difundir la cultura de la prevención de desastres en todas sus vertientes, es decir, con la población en general; con los funcionarios de los tres niveles de gobierno; con la iniciativa privada; así como lograr que los atlas de riesgos se vinculen con los uso de suelo, las inversiones en infraestructura, equipamientos y servicios.

Medidas de mitigación generales

- Difundir el resultado del Atlas de Riesgos del Municipio de San Juan Quiotepec con la población en general, mediante presentaciones en los principales sitios de simbolismo político, así como a través de un portal de internet.
- Fortalecer la Dirección de Protección Civil Municipal. A través de implementar sistemas de alerta y comunicación a la población en riesgo, dotar de infraestructura y equipo necesario para las diferentes contingencias.
- Difundir entre la población y los diferentes funcionarios públicos locales, el programa municipal de protección civil y los planes de emergencia que la Dirección de Protección Civil Municipal tenga contemplados.
- Solicitar a través de programas como el “Programa Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos”, cursos de capacitación para funcionarios públicos y población en general sobre la Cultura de la Reducción de Riesgos.
- Establecer contacto y reuniones generales entre las diferentes instancias que conforman el Comité de Protección Civil Municipal, para que en el marco de sus atribuciones se mantengan siempre refugios temporales para cualquier eventualidad.
- Vincular el resultado del presente Atlas de Riesgos con los Programas de Desarrollo Local, Programas Operativos Anuales, para evitar que se incremente el riesgo, que se impulse el crecimiento de San Juan Quiotepec hacia zonas que en este instrumento hayan sido identificadas como de peligro alto.

Medidas de mitigación Geológicas

Debido a la naturaleza geológica del municipio en las partes altas, gran parte de la zona en donde se concentra la población, presenta un riesgo por Procesos de Remoción en Masa PRM. Por tal motivo se deben realizar al menos seis muros de contención con las siguientes especificaciones:

- Muro 1: 253.13 m³.
- Muro 2: 194.88 m³.
- Muro 3: 217.56 m³.
- Muro 4: 89.78 m³.
- Muro 5: 36.74 m³.
- Muro 6: 50.63 m³.

Otra obra importante en el municipio de San Juan Quiotepec es la pavimentación con concreto hidráulico reforzado de los 2 accesos al poblado por ser las rutas de evacuación para la población en caso de algún fenómeno natural.

- Ruta de Evacuación 1: 2,425.50 m², avenida principal
- Ruta de Evacuación 2: 1,367.85 m²e