



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLOGICAS

MONOGRAFÍA

**Inundaciones y sus causas en la cuenca
del río Pijijiapan**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA Y MANEJO
INTEGRAL DE CUENCAS**

PRESENTA

MARIA VIRGINIA CASTRO AGUILAR

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

FEBRERO 2018



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLOGICAS

MONOGRAFÍA

**Inundaciones y sus causas en la cuenca
del río Pijijiapan**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA Y MANEJO
INTEGRAL DE CUENCAS**

**PRESENTA
MARIA VIRGINIA CASTRO AGUILAR**

Director

Dr. Gustavo Rivera Velázquez

Instituto de Ciencias Biológicas. UNICACH

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

FEBRERO 2018

“El ingrediente más importante es levantarte y hacer algo. Así de simple. Muchas personas tienen ideas, pero solo algunas deciden hacer algo hoy. No mañana. No la siguiente semana. Sino hoy. El verdadero emprendedor actúa en lugar de soñar”

Nolan Bushnell, emprendedor.

“Tu mente puede generar miles de obstáculos, pero el único que garantiza tu fracaso es el no intentarlo.”

Anonimo

AGRADECIMIENTO:

A Dios por todas las bendiciones que ha derramado en mí y regalarme el don del conocimiento, el carisma e inteligencia, y un sinfín de dones, el permitirme llegar a esta parte de mi vida, y concluir mis estudios universitarios y dar la vuelta a un siguiente capítulo de mi vida. *Hechos 20:24*: Pero en ninguna manera estimo mi vida como valiosa para mí mismo, a fin de poder terminar mi carrera y el ministerio que recibí del Señor Jesús, para dar testimonio solemnemente del evangelio de la gracia de Dios.

A mis padres por apoyarme siempre e incondicionalmente, por la paciencia, el esfuerzo, la dedicación y todo, no hay palabras que puedan explicar cuanto les agradezco, solo dios sabe cuánto les debo y les deberé toda la vida, en este trabajo dedicado a ustedes que fruto de su trabajo se está cosechando.

A mi hijo por ser mi motivación, por darme esa sed de salir adelante, y demostrar que ante la adversidad todo se puede.

A mis amigos y demás familiares que han sido pilar fuerte en esta formación, y que me han hecho mejor persona.

A mis profesores, académicos y de más personal de esta universidad que me guiaron para poder culminar esta faceta; en especial al Dr. Peralta porque sin su guía y paciencia no lo hubiera logrado.

¡GRACIAS!

DEDICATORIA:

A DIOS QUE ME PERMITIO CONCLUIR ESTA ETAPA
A LOS AMORES DE MI VIDA MI HIJO, MIS PADRES Y MIS HERMANAS.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	2
II. OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo General.....	4
2.2 Objetivos Específicos.....	4
III. ÁREA DE ESTUDIO	5
3.1. Localización del municipio	5
IV. MÉTODOS.....	7
V. RESULTADOS	8
5.1 Hidrología de Pijijiapan	8
5.2 Condiciones Naturales	9
5.3 Información General de Inundaciones y sus Causas	16
5.3.1 Llanuras de Inundación	16
5.3.2 Inundación y sus Causas	17
5.3.3 Clasificación de las Inundaciones	19
5.4 Inundaciones en Pijijiapan	22
5.5 Causas de inundaciones en la ciudad de Pijijiapan	27
5.6 Medidas de Prevención para Inundaciones	27
5.6.1 Mapas de Riesgo de Inundación	28
5.6.2 Umbrales de Alertamiento	31
5.6.3 Legislación Ambiental en Materia de Riesgos de Inundación	33
VI. CONCLUSIÓN.....	35
VII. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES	36
VIII. REFERENCIAS DOCUMENTALES	38

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Factores que contribuyen a la ocurrencia de inundaciones (cervantes, 2012).	18
----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del municipio de Pijijiapan, Chiapas (secretaria de planeación, 2013).	5
Figura 2. Localidades del municipio de Pijijiapan, Chiapas (inegi, 2010).	6
Figura 3. Cuenca del río Pijijiapan.(inifap, 2016)	9
Figura 4. Fisiografía del municipio de Pijijiapan, Chiapas. Secretaria de planeación, gestión pública y programa de gobierno 2013.....	10
Figura 5. Geología del municipio de Pijijiapan, Chiapas. Secretaria de planeación, gestión pública y programa de gobierno. 2013.....	11
Figura 6. Edafología de Pijijiapan, Chiapas; secretaria de planeación, gestión pública y programa de gobierno. 2013.....	12
Figura 7. Mapa de clima del municipio de Pijijiapan, Chiapas. Secretaria de planeación, gestión pública y programa de gobierno 2013.....	14
Figura 8. Mapa de vegetación y uso del suelo de Pijijiapan, Chiapas; secretaria de planeación, gestión pública y programa de gobierno 2013.....	15
Figura 9. Hidrografía del municipio de Pijijiapan, Chiapas. Secretaria de planeación, gestión pública y programa de gobierno 2013.....	16
Figura 10. Acontecimiento de 1933 en Pijijiapan, Chiapas.....	22
Figura 11. Puente carretero tras la inundación de 1998, en Pijijiapan, Chiapas.	23
Figura 12. Marca de donde llego el agua en la viviendas.	24
Figura 13. Puente ferroviario, en 1998.....	25

Figura 14. Fotografía tomada el 9 de septiembre de 1998 durante la inundación a las 16:30 horas.	25
Figura 15. Fotografía tomada el 19 junio de 2006, fotografía del puente actual.	26
Figura 16. Foto panorámica del río de octubre 2005, en la cual se aprecia el dique.....	26
Figura 17. Vista panorámica, tomada en junio del 2006 (Atlas de riesgo, 2006).	27
Figura 18. Mapa de riesgo por inundación, ciudad Tapachula, Chiapas (Cervantes, 2012).....	28
Figura 19. Zonificación del peligro por inundación de la zona urbana de Pijijiapan (Cenapred, 2012).....	31
Figura 20. Colores de alertamiento de SIAT-CT	32

RESUMEN

La presente monografía se basa en la recopilación de información sobre eventos hidrometeorológicos que se originaron en la cuenca del río Pijijiapan. Históricamente la ciudad de Pijijiapan ha sido afectada por diferentes inundaciones, con causales diferentes a lo largo de la historia. Ciertas instituciones han trabajado en la generación de los mapas de riesgos por inundaciones a raíz de todos los diferentes acontecimientos que se han vivido. La zona urbana del municipio se localiza en la parte media de la cuenca, debido a las actividades humanas y eventos hidrometeorológicos que se han presentado en diferentes ocasiones, se pudo identificar que las inundaciones que se originaron en la cuenca del río Pijijiapan son por su origen fluviales y pluviales debido al desbordamiento del río y a la saturación del suelo con respecto a la infiltración. Es necesario realizar un análisis de estos eventos, así como también dar recomendaciones y mantener alertada a la población, dado que estos eventos son cíclicos y pueden volver a repetirse.

I. INTRODUCCIÓN

Una de las características de nuestro país, es la gran variedad de aspectos naturales que presenta, comprende entre otros, el relieve, la vegetación, la hidrografía y la precipitación; características que permiten una gran biodiversidad en la región (Cervantes, 2012).

Uno de los estados que presenta precipitaciones importantes, es Chiapas; el cual por su ubicación geográfica, tiene grandes riquezas naturales, pero además se presentan un gran número de huracanes, los cuales de manera frecuente dejan a su paso una serie de desastres naturales, así como cuantiosas pérdidas materiales como humanas (Cervantes, 2012).

Si a lo anterior se le anexa que el crecimiento de la población se ha venido realizando hacia zonas cuyas condiciones naturales son inadecuadas para ese crecimiento, como son el establecimiento cerca de las márgenes de los ríos, o hacia las partes bajas de las laderas, se puede entender, que la presencia de estos fenómenos puede ocasionar, afectaciones tanto a la infraestructura de las casas habitación, como incluso poner en peligro la misma vida de la población (INEGI, 2010).

El conocimiento de las precipitaciones pluviales extremas y el consecuente dimensionamiento adecuado de los órganos extravasores de las represas garantizarán su seguridad y la seguridad de las poblaciones y demás estructuras que se sitúan aguas abajo de la misma. El conocimiento de la duración de las lluvias, es muy importante para dimensionar el drenaje urbano, y así evitar inundaciones en los centros poblados (Cervantes, 2012).

La región istmo-costal carece de información hidrológica, por la falta de estaciones hidrometeorológica y continuidad de los datos existentes, el seguimiento de más investigaciones, ha impedido el avance en medidas de prevención y alertamiento en esta zona (CONAGUA, 2013).

La cuenca del río Pijijiapan tiene una superficie total de 306,55 km², la cual recorre la zona urbana del municipio en parte media de la cuenca. Debido a la recopilación de más de 30 años de datos se identifican los meses con una precipitación más abundante, los meses de septiembre y octubre (Escalante, 2010).

La acumulación de agua en grandes cantidades, producto del flujo o el escurrimiento ocasionado por el desborde de ríos, y por lluvias torrenciales o el incremento de las mareas, han provocado inundación. Ocurre cuando el sistema de drenaje y las propias características del suelo no son suficientes para que el agua se infiltre; la acumulación de leños en los bordes de los puentes, el acarreo de materiales y la acumulación de los mismos son factores que propician a el desbordamiento de los ríos.

El municipio de Pijijiapan, se encuentra ubicado en la región istmo-costa, y la cuenca del río Pijijiapan es la única que cuenta con una estación por CONAGUA con datos que dan la pauta a continuar con la investigación, Escalante nos menciona en su libro Técnicas Estadísticas en Hidrología que se necesitan periodos de 30 años continuos para poder hacer un análisis hidrológico de la cuenca, existen otras cuencas que tuvieron afectaciones en los mismos años pero no cuentan con este requisito para poder realizar el análisis (CONAGUA, 2013; Escalante, 2010).

Ante la ocurrencia de diversos eventos hidrometeorológicos extremos que han pasado por la cuenca del río Pijijiapan, se ha propiciado cambios en la geomorfología del cauce; así mismo, las pérdidas humanas y materiales ocurridas en los años 1998 y en el 2005 es necesario identificar las causas de inundaciones y describir a la cuenca del río Pijijiapan, así como realizar una descripción de los daños causados en la ciudad.

II. Objetivos

2.1 Objetivo General

Describir las inundaciones y sus causas en la cuenca del río Pijijiapan de los años 1933, 1998 y 2005.

2.2 Objetivos Específicos

Describir la hidrología de la cuenca del río Pijijiapan.

Describir los registros históricos de las inundaciones en la ciudad de Pijijiapan por el desbordamiento en la cuenca del río Pijijiapan.

Describir las causas de desbordamiento del río en la ciudad de Pijijiapan.

Conocer las medidas de prevención de una inundación.

III. Área de estudio

3.1. Localización del municipio

El municipio se encuentra dentro de las coordenadas geográficas: latitud norte 15°24'31" y 15°52'45" y longitud oeste 92°50'32" y 93°30'53". Su extensión territorial es de 1761km². Colinda al noreste con Villacorzo y la Concordia, al noroeste con Tonalá, al sureste con Mapastepec y al suroeste con el Océano Pacífico (INEGI, 2010).

La ciudad de Pijijiapan se localiza en la región económica istmo-costa del estado, dentro del municipio que lleva el mismo nombre, se ubica en las coordenadas geográficas de 15°43'12" y 15°49'24" de latitud norte y de 93°10'37" y 93°14'34" de longitud oeste, tiene una extensión territorial de 5.7 km², a una altura de 50 msnm.

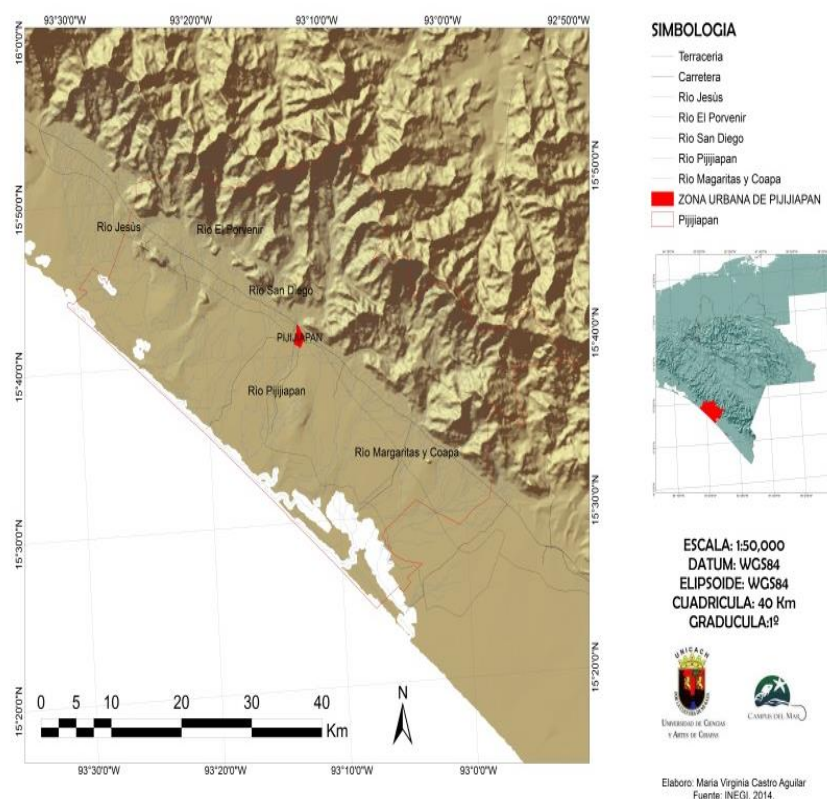


Figura 1. Localización del municipio de Pijijiapan, Chiapas (Secretaría de planeación, 2013).

Colinda con pequeñas localidades que pertenecen al mismo municipio (Figura 2), al noreste se encuentran los Sauces, Guadalupe, la Morita, San Antonio, las Cobras, El rincón del bosque, al suroeste se encuentran el Golfo, las Anonas, Cachimbo, Colima, Cochepeón, las Garzas, los Laureles, Palo Blanco, Tapón, al sureste: Guanajuato, Salto del Agua, Ceniceros, Nuevo México y al noroeste las Lluvias, El Potrero, San Ramón, Nuevo Urbina, San Antonio Candelaria, Colonia Central, Urbina.

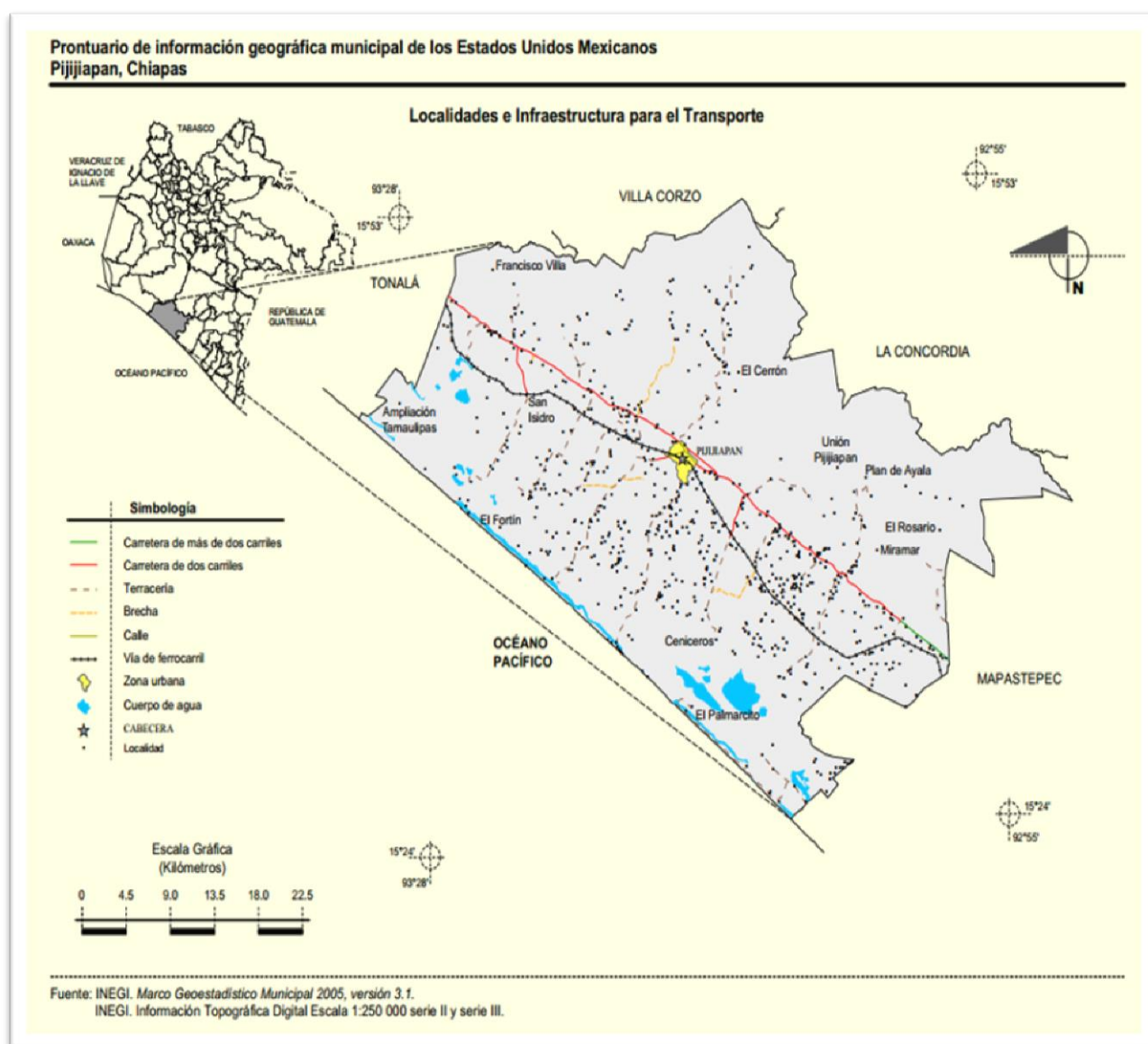


Figura 2. Localidades del Municipio de Pijijiapan, Chiapas (INEGI, 2010).

IV. MÉTODOS

La monografía se elaboró a través de diversas fuentes bibliográficas, como se describe a continuación.

Fuentes Principales: revisión bibliográfica especializada de eventos hidrometeorológicos, revisión de páginas web de dependencias gubernamentales, como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) según su base de datos del 2010, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) consultas en el 2017, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) publicaciones de acuerdo al tema en el año 2013.

Por medio de Periódicos locales, y registros dentro del municipio.

Se recopiló información por medio de entrevista con el Arquitecto Arturo Sibaja Nieto, que en su casa tiene un museo abierto al público general, que le interese saber sobre las inundaciones del municipio, y cultura general.

V. RESULTADOS

5.1 Hidrología de Pijijiapan

El río Pijijiapan es el más importante por su cercanía con la ciudad, la cuenca tiene una superficie total de 306.55 km², presenta un sistema de drenaje dendrítico con una serie de corrientes tributarios. Su cauce es de sexto orden y se considera exorreica, tiene una longitud de la corriente principal de 629.11 km con una pendiente promedio de 36.66%, establecida a partir de la parte más alta, hasta donde inicia la zona urbana de Pijijiapan con una elevación máxima en la cuenca de 2440 m y mínima de 0 metros (INEGI, 2010).

El río tiene un caudal medio anual de 10.4 m³/s, con una pendiente de corriente principal de 3.608% y una elevación máxima en corriente principal de 2269 m, y la elevación mínima en 20 m y una densidad de drenaje de 1.9357; el flujo base promedio durante la temporada del nivel bajo es de 0.6 m³/s, con un volumen promedio 19.5 mm³ (SIATL v.2.2) (INEGI, 2010).

Dentro de la cuenca del río Pijijiapan (Figura 3), existen 28 asentamientos humanos, divididos entre comunidades, ejidos, cantones y rancherías conocidos como: Los Altos, San Antonio, La Guadalupe, Los Gemelos, San Isidro, Santa Anita, La Concepción, La esperanza, Santa Lucia, El Zapote, El Cafetal, El Escondido, África, San Lorenzo, Juan de Dios, Santa Teresa, San Martín, Santa Martha, Santaella, Tres Hermanos, El Rosario, El Naranjo, El Triunfo, Cupape, San Antonio II, Guadalupe, La Morita y Los Sauces. El uso de suelo lo utilizan para uso agrícola, pecuario, forestal, entre otros (INEGI, 2010).

La estación Pijijiapan, tiene registros desde 1961 a la fecha; el dato con precipitación extrema registrado en esta estación ocurrió en septiembre de 1988, con 961.6mm. Con un gasto de 303.58423 m³/s Las precipitaciones registradas en los años que ocurrieron los desastres son: en septiembre de 1998 fue de 952.8 mm y en octubre del 2005 de 824.8 mm (IMTA, 2014) y en 1933 por reseñas y fotografías que se tienen dentro del municipio.

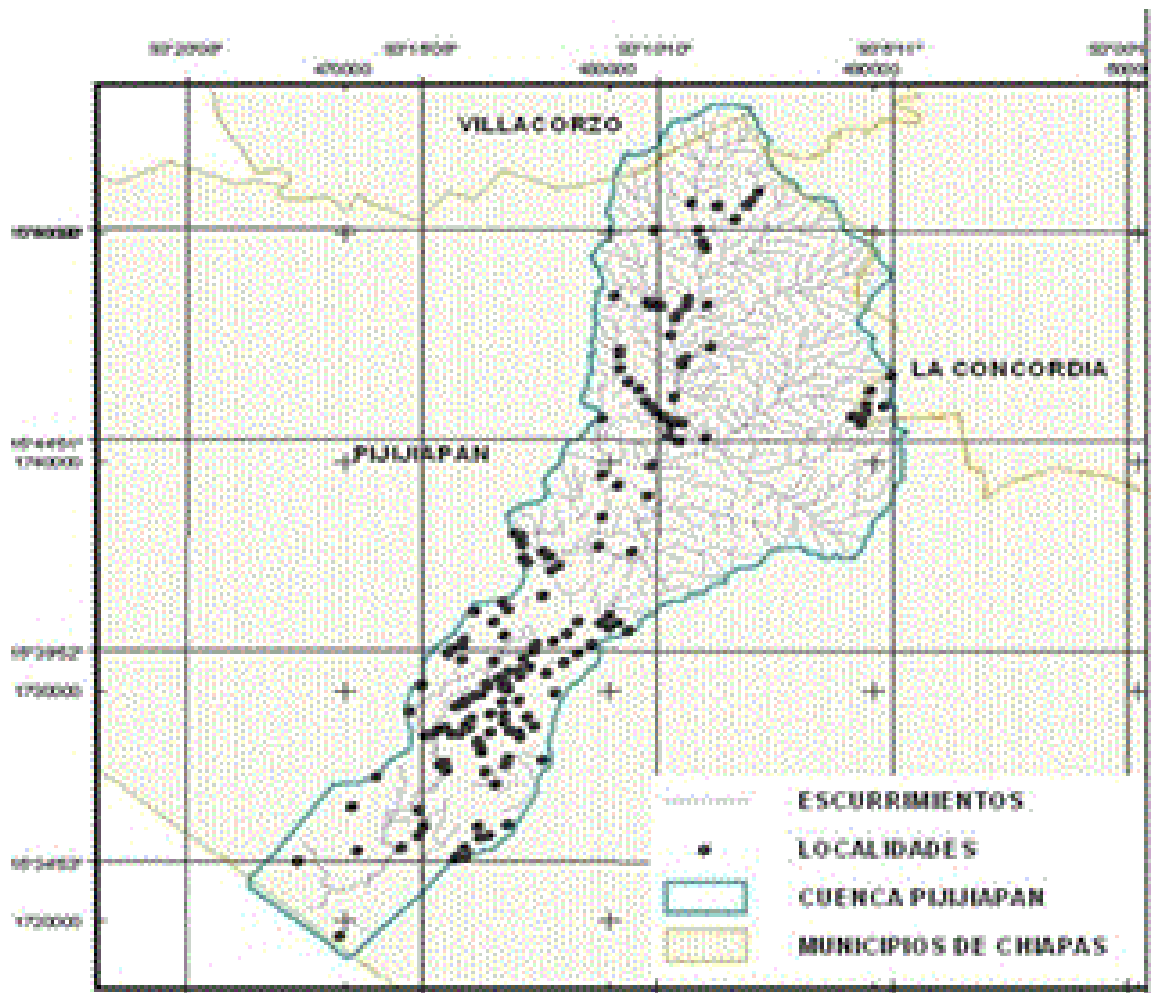


Figura 3. Cuenca del río Pijijiapan.(INIFAP, 2016)

5.2 Condiciones Naturales

- Fisiografía

El municipio de Pijijiapan, forma parte de la regiones fisiográficas Llanura Costera del Pacífico y Sierra Madre de Chiapas. El relieve del terreno está formado principalmente de llanuras y sierras; forma parte de la provincia denominada “Centroamericana”, que comprende las Subprovincias. “Llanura del Istmo” y “Las Llanuras Costeras de Chiapas y Guatemala”, se ubican en la planicie costera de Chiapas y zona litoral del Pacífico, en donde la pendiente de los suelos puede variar desde zonas sujetas a inundaciones marinas hasta elevaciones que van más allá de los 2,400 m.s.n.m. (CENAPRED, 2012).

Las formas del relieve presentes en el municipio son: Sierra alta de laderas escarpadas (45.55%), Llanura costera (39.82%), Llanura costera inundable y salina (13.32%), Lomerío (1.01%) y No aplica (0.31%). El 48% es Planicie, 19% de lomerío, 20% Montañoso y el 4% Pantanoso (Figura 4).

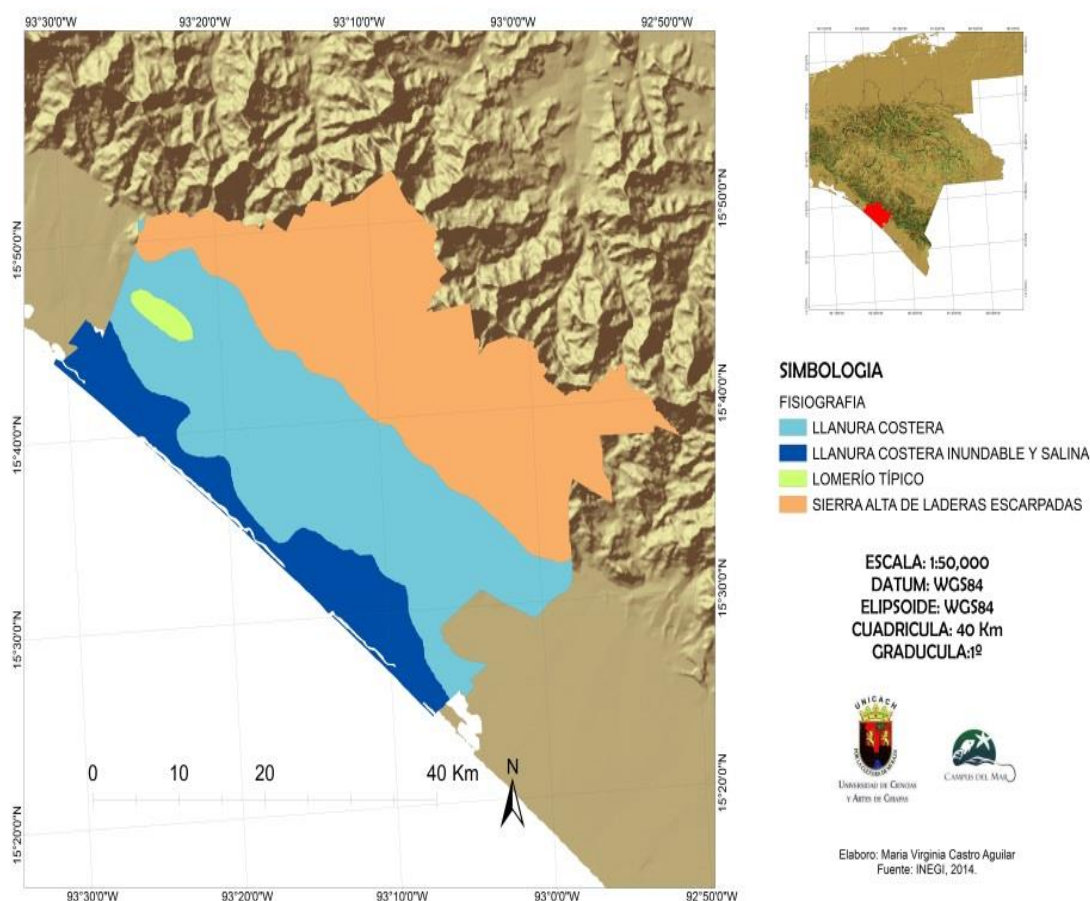


Figura 4. Fisiografía del municipio de Pijijiapan, Chiapas. Secretaría de planeación, Gestión Pública y Programa de Gobierno 2013.

- **Geología**

En el municipio en la parte de la Sierra afloran rocas metamórficas, ígneas y la parte de la planicie costera compone de depósitos cuaternarios. Los tipos de roca que conforman la corteza terrestre aquí son: Granito (roca ígnea intrusiva) (48.23%), Aluvial (suelo) (35.06%), Lacustre (suelo) (11.6%), Litoral (2.14%), Granodiorita (roca ígnea intrusiva) (1.27%), Cuerpo de agua (1.04%), Caliza-Arenisca (roca sedimentaria) (0.44%) y Caliza-Lutita (roca sedimentaria) (0.01%) (Figura 5) (INEGI, 2010).

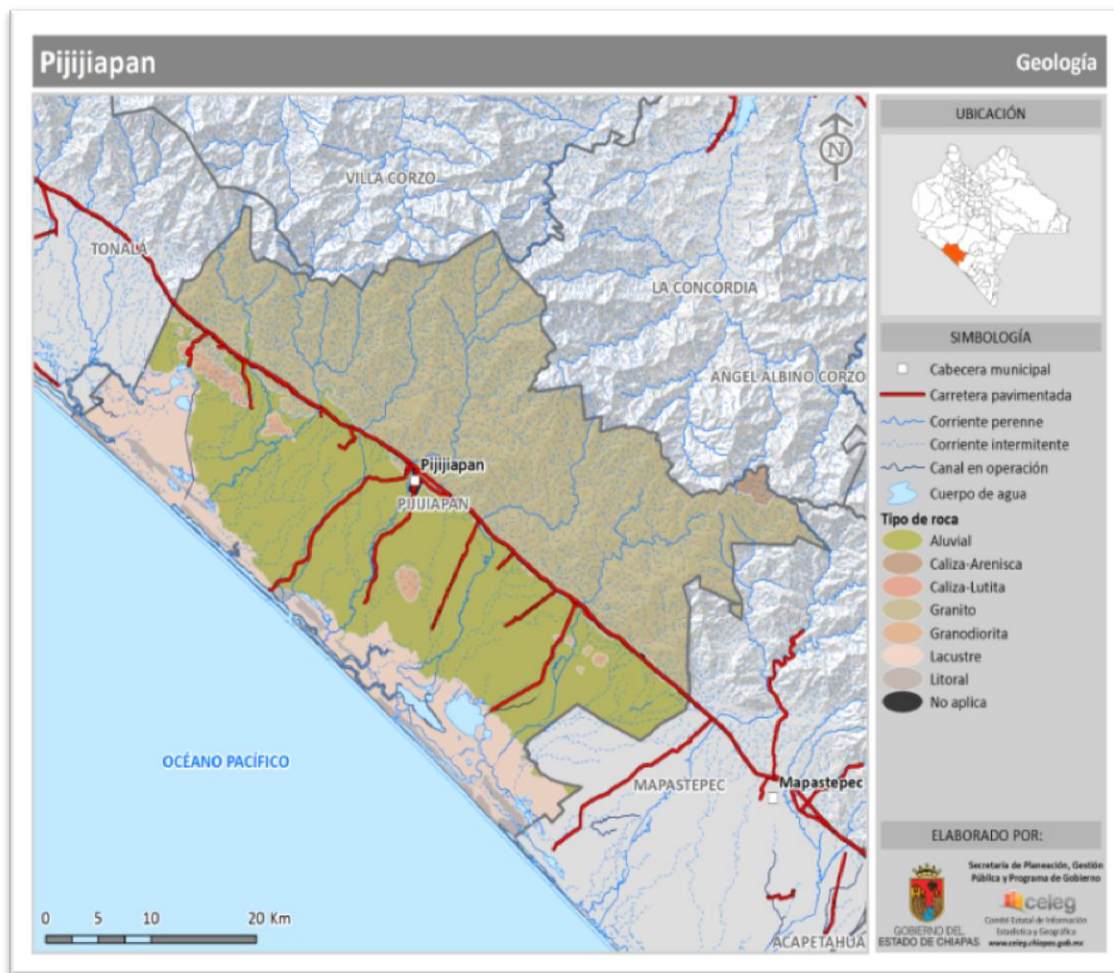


Figura 5. Geología del municipio de Pijijiapan, Chiapas. Secretaria de planeación, Gestión Pública y Programa de Gobierno. 2013.

- Edafológico

En el municipio se observaron siete tipos de suelos, de los cuales el predominante es el litosol con un 35.55% del territorio del municipio y se encuentra en la parte de la división de la planicie hacia la sierra de Chiapas. El regosol ocupa el 30.7% del municipio y se encuentra en la parte de la planicie costera en los depósitos aluviales. El tipo de suelo cambisol predomina en la porción poniente del municipio y al oriente cubriendo un 12.34%. El tipo de suelo solonchak cubre un 11.56%, se encuentra paralelo a la línea de costa, sobre los depósitos palustres y lacustres. En la parte norte de la ciudad se encuentra el tipo de suelo luvisol, este ocupa el 3% del municipio. Y el fluvisol se localiza en las planicies de inundación dejadas por los ríos con un 3.42%, uno de estos se

encuentra al sur de la ciudad. El gleysol se encuentra en la parte suroeste y sureste del municipio con un 1.7% en los depósitos lacustres y de litoral (Figura 6) (INEGI, 2010) (CENAPRED, 2012).

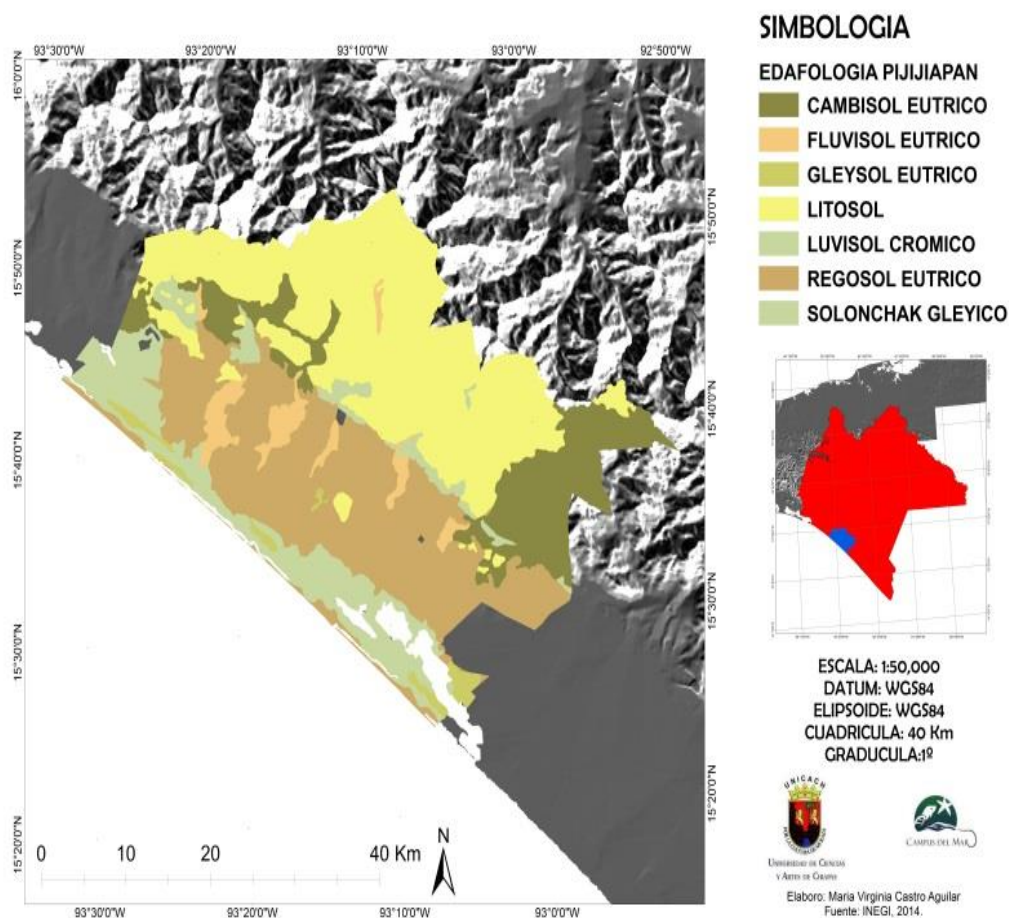


Figura 6. Edafología de Pijijiapan, Chiapas; Secretaria de planeación, Gestión Pública y Programa de Gobierno. 2013.

- Clima y precipitación

Por su ubicación geográfica y las bajas altitudes, en la ciudad de Pijijiapan prevalece el clima cálido-húmedo con lluvias en verano (44.51%). Según la clasificación de Köppen, es semicálido-húmedo con abundantes lluvias en verano (9.75%), Cálido subhúmedo con lluvias de verano, más húmedo (44.56%), y Templado húmedo con lluvias abundantes de verano (1.02%). y con menor

intensidad en otoño e invierno, temperatura media de 27.9°C (Figura 7) (INEGI, 2010).

La precipitación invernal tiene un porcentaje entre el 5 y el 10% isotermal con marcha de la temperatura tipo ganges. Esta zona climatológica se extiende en la parte suroriental de la Planicie Costera Pacífico y en regiones de hasta unos 1000 metros sobre el nivel medio del mar, perteneciente a la Sierra Madre de Chiapas (CONAGUA, 2013).

En los meses de mayo a octubre, las temperaturas mínimas promedio se distribuyen porcentualmente de la siguiente manera: de 9 a 12°C (0.18%), de 12 a 15°C (3.22%), de 15 a 18°C (7.7%), de 18 a 21°C (23.44%) y de 21 a 22.5°C (63.23%). En tanto que las máximas promedio en este periodo son: de 21 a 24°C (2.21%), de 24 a 27°C (3.99%), de 27 a 30°C (9.3%), de 30 a 33°C (23.7%) y de 33 a 34.5°C (58.56%) (INEGI, 2010).

Durante los meses de noviembre a abril, las temperaturas mínimas promedio se distribuyen porcentualmente de la siguiente manera: de 9 a 12°C (2.78%), de 12 a 15°C (4.35%), de 15 a 18°C (18.38%) y de 18 a 19.5°C (72.23%). Mientras que las máximas promedio en este mismo periodo son: de 18 a 21°C (0.39%), de 21 a 24°C (1.57%), de 24 a 27°C (3.35%), de 27 a 30°C (8.74%), de 30 a 33°C (29.08%) y de más de 33°C (54.62%) (INEGI, 2010).

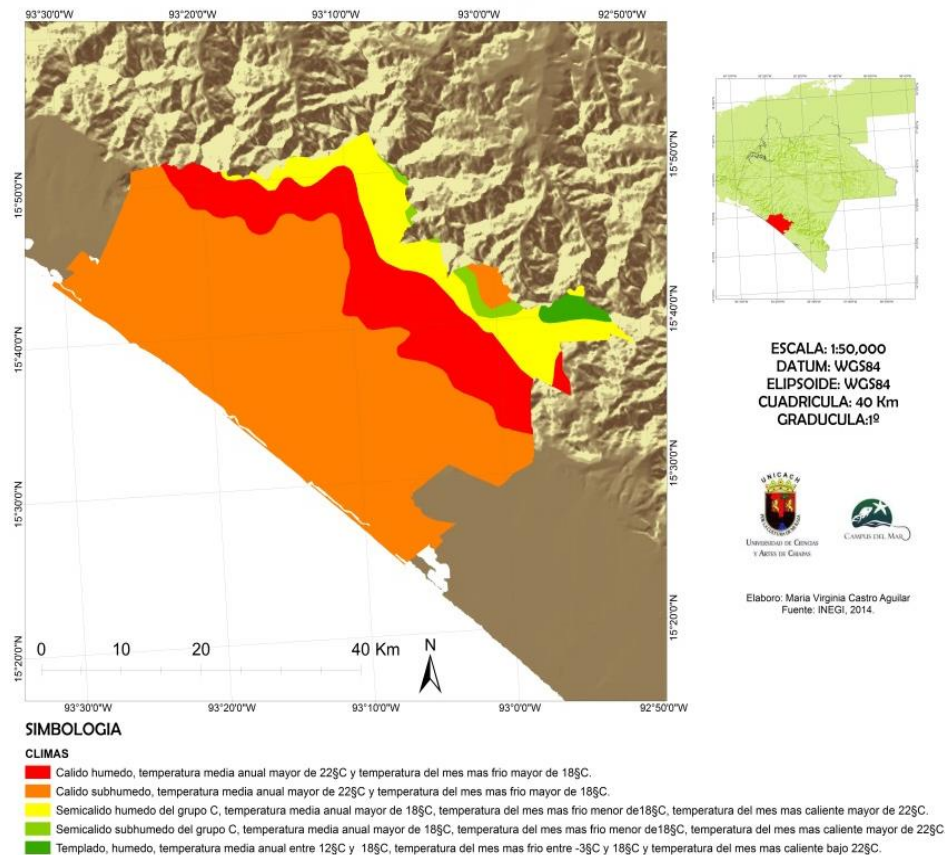


Figura 7. Mapa de clima del municipio de Pijijiapan, Chiapas. Secretaría de planeación, Gestión Pública y Programa de Gobierno 2013.

En los meses de mayo a octubre, la precipitación media es: de 1400 a 1700 mm (11.39%), de 1700 a 2000 mm (13.95%), de 2000 a 2300 mm (40.11%), y de 2300 a 2600 mm (32.31%). En los meses de noviembre a abril, la precipitación media es: de 50 a 75 mm (8.45%), de 75 a 100 mm (18.63%), de 100 a 125 mm (13.06%), de 125 a 150 mm (30.22%), de 150 a 200 mm (24.49%) y de 200 a 250 mm (2.9%) (INEGI, 2010).

- Uso del suelo y vegetación

La cobertura vegetal y el aprovechamiento del suelo en el municipio se distribuye de la siguiente manera: Pastizal cultivado (41.87%), Selva alta perennifolia (secundario) (27.81%), Pastizal inducido (10.05%), Manglar (6.82%), Bosque

mesófilo de montaña (4.31%), Manglar (secundario) (2.4%), Otros (2.36%), Agricultura de temporal (1.66%), Selva mediana subperennifolia (secundario) (1.46%), Tular (0.97%), Bosque mesófilo de montaña (secundario) (0.71%), y Vegetación de dunas costeras (0.1%) (Figura 8) (INEGI, 2010).

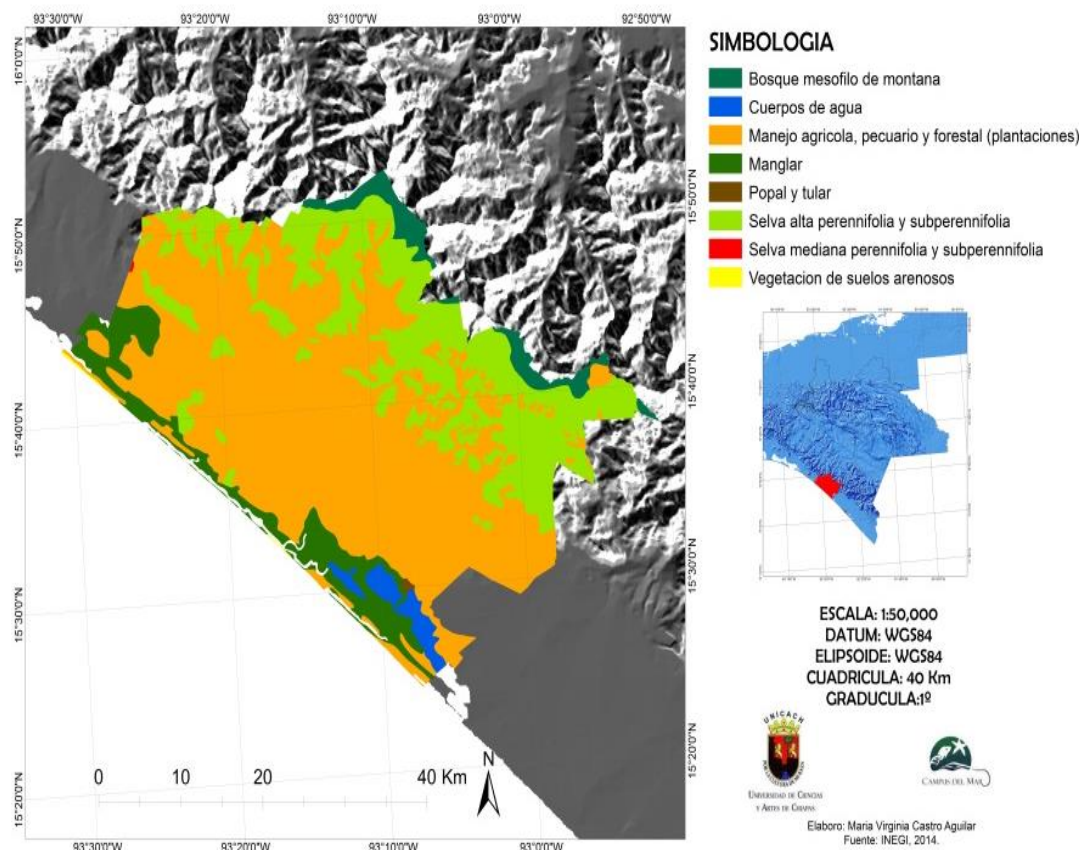


Figura 8. Mapa de vegetación y uso del suelo de Pijijiapan, Chiapas; Secretaria de planeación, Gestión Pública y Programa de Gobierno 2013.

- Hidrológico

En Pijijiapan se ubican las microcuencas de los ríos Margaritas y Coapa (El Porvenir), río Pijijiapan, río San Diego, río Jesús y la laguna de la Joya que forman parte de la cuenca río Pijijiapan-otros (INEGI, 2010).

Las principales corrientes de agua en el municipio son: río Coapa, arroyo Banderón, río San Diego, río Urbina, río Pijijiapan, río la Flor, río Frío, río San

Isidro, arroyo Los Zavala y río la Confluencia; y las corrientes intermitentes: arroyo Bobos, arroyo las Piedronas, río Frío, arroyo Frío, arroyo la Vaca, arroyo Caña Brava, río el Chorro, arroyo las Piedronas, arroyo el Mosquito y arroyo Siete Cigarros (Figura 9) (INEGI, 2010).

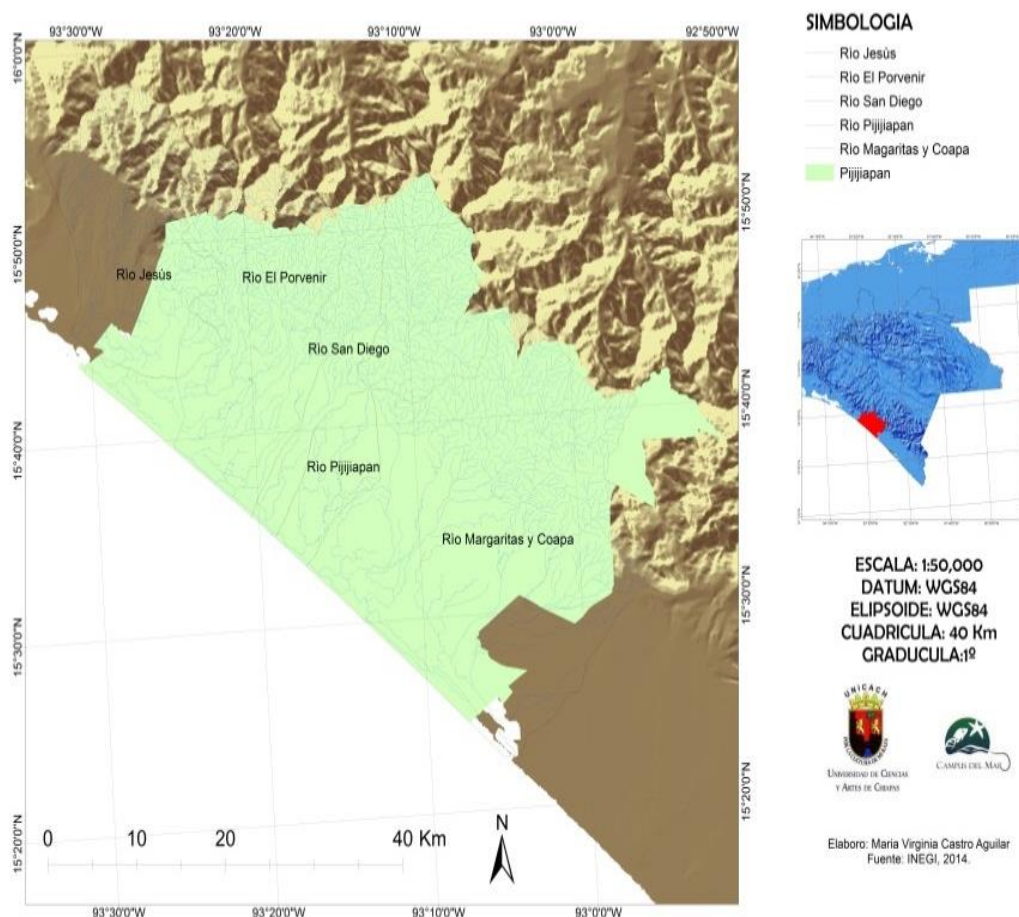


Figura 9. Hidrografía del municipio de Pijijiapan, Chiapas. Secretaria de planeación, Gestión Pública y Programa de Gobierno 2013.

5.3 Información General de Inundaciones y sus Causas

5.3.1 Llanuras de Inundación

Las llanuras de inundación son áreas de superficie adyacente a ríos o riachuelos, sujetas a inundaciones recurrentes. Debido a su naturaleza siempre cambiante,

las llanuras de inundación y otras áreas inundables deben ser examinadas para precisar la manera en que pueden afectar al desarrollo o ser afectadas por él.

De acuerdo con el glosario internacional de hidrología de la Organización Meteorológica Mundial/Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la cultura (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso, “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas económicas importantes.

Por otra parte, avenida se define como: “Una elevación rápida y habitualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad” (OMM/UNESCO, 1974). Estos incrementos y disminuciones, representan el comportamiento del escurrimiento en un río.

La evaluación del peligro de inundaciones, explora el uso de los datos de percepción remota de satélites para complementar las técnicas tradicionales para su evaluación. Para la cartografía de las inundaciones, en los países en desarrollo, es proporcionar a los planificadores y a las instituciones de manejo de desastres una metodología práctica y costo-efectiva para identificar llanuras de inundación, y otras áreas susceptibles, y evaluar el grado de impacto de desastres.

5.3.2 Inundación y sus Causas

Una inundación puede definirse como un evento hidrológico caracterizado por grandes descargas o tirantes que se incrementan hasta provocar la ocupación temporal de cierta zona por el agua.

Puede deberse, entre otras causas, a precipitaciones intensas o de larga duración, falla de presas, terremotos, desbordamiento de cauces, torrentes de

montaña y en zonas costeras, a cambios en el nivel del mar (Van Alphen *et al*, 2009) (Cuadro 1).

El daño potencial de las inundaciones se ha incrementado, en parte debido a la concentración de la población en zonas urbanas que localizadas en zonas propensas a inundaciones; la ciudad de Pijijiapan no es la excepción como lo mencionamos en el apartado 3.1 la zona urbana del municipio se encuentra en la parte media de la cuenca, y aunque se encuentran obras de control a inundaciones, siguen habitando las zonas propensas a inundarse.

Generalmente, este tipo de obras están diseñadas para eventos de pequeña o mediana magnitud, por lo tanto los daños debidos a este tipo de inundaciones ha disminuido otros factores que contribuyen al incremento del riesgo de inundación son una mayor área impermeable (pavimentos y urbanización), la deforestación y la rectificación de canales.

Las consecuencias directas son mayores coeficientes de escurrimiento, mayores gastos pico en menor tiempo (como respuesta a precipitaciones intensas), una rápida erosión del terreno, desplazamiento de agua, sedimentos y otros materiales (Kundzewicz y Takeuchi, 1999).

Cuadro 1. Factores que contribuyen a la ocurrencia de inundaciones (Cervantes, 2012).

Causas meteorológicas	Causas hidrológicas	Actividades humanas que incrementan el riesgo natural de inundación
Precipitación.	Nivel de humedad del suelo.	Cambios en el uso del suelo que incremente el escurrimiento y posiblemente acumulación de sedimentos.
Tormentas ciclónicas.	Nivel freático previo a la tormenta.	Ocupación de la planicie de inundación obstruyendo el flujo.
Tormentas	Nivel de infiltración de la	Ineficiencia o falta de

pequeñas.	superficie.	mantenimiento de la infraestructura.
Temperatura.	Presencia de cubierta impermeable.	Alta eficiencia en el drenado en las zonas altas que incrementa el gasto pico.
Nevadas y derretimiento.	Forma y rugosidad de sección transversal de canales.	Efectos del cambio climático en el régimen de precipitación de inundaciones
	Presencia de flujo fuera de la sección transversal del cauce, red fluvial.	El microclima urbano puede propiciar los eventos de precipitación.
	Sincronización de escurrimiento desde varios puntos de la cuenca.	
	Marea alta que impide el drenaje.	

5.3.3 Clasificación de las Inundaciones

De acuerdo a su origen las inundaciones se clasifican en:

- Inundaciones pluviales

Se presentan como resultado de la precipitación, en terreno saturado cuando el agua de lluvia comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días.

Su característica principal es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona. La República Mexicana es afectada por precipitaciones originadas por diferentes fenómenos hidrometeorológicos. En época de lluvias más intensas, de junio a octubre, éstas están asociadas con la acción de ciclones tropicales que

afectan gran parte del territorio nacional, por otro lado durante el invierno los frentes fríos son la principal causa de precipitación.

A lo anterior se suma el efecto ejercido por las cadenas montañosas (*lluvia orográfica*), además del convectivo, que ocasiona tormentas de corta duración, poca extensión y gran intensidad (*lluvias convectivas*), (Jiménez et al., 2007).

- Inundaciones fluviales

Originadas por el desbordamiento de los ríos cuando el agua cubre el terreno colindante, debido a que el volumen de escurrimiento excede la capacidad del cauce.

El volumen que escurre sobre el terreno a través de los cauces, va en aumento junto con el área de aportación de la cuenca, por lo que las mayores inundaciones fluviales se presentarán en los ríos de mayor longitud, (Jiménez et al., 2007) Dado lo anterior, a diferencia de las inundaciones pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes puede provenir de precipitaciones ocurridas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente de lluvia sobre la zona afectada.

- Inundaciones costeras

Suceden debido a la presencia de marea alta y marea de tormenta, generadas por los vientos de los ciclones tropicales sobre la superficie del mar y por la disminución de la presión atmosférica en el centro de estos meteoros. Estas provocan el cubrimiento de grandes extensiones de terreno. Al mismo tiempo, las mareas altas pueden impedir la descarga de los ríos y los sistemas de drenaje, causando inundaciones locales. También pueden ser causadas, aunque con menor frecuencia, por tsunamis, provocados por los terremotos de gran alcance en alta mar (World Meteorological Organization, 2008).

- Por falla de la infraestructura hidráulica

Las inundaciones debidas a alguna falla de estructuras de control hidráulico son las de mayor peligrosidad. Puede ocurrir debido a un diseño escaso, errores en la operación, falta de mantenimiento o el fin de la vida útil de la obra.

Las inundaciones de este tipo han sido poco frecuentes. En 1976, el huracán Liza produjo lluvias extraordinarias que hicieron fallar uno de los bordos del arroyo El Cajoncito, afectando la ciudad de La Paz, en el estado de Baja California Sur; en 1973, la falla de la presa El Conejo y algunas otras represas pequeñas provocaron una inundación en la zona del Bajío. En 2003, la falta de mantenimiento, debido a la conclusión de la vida útil de la infraestructura, propició la falla de la presa Dolores en San Luis Potosí y la presa El Capulín en Zacatecas (Jiménez et al., 2007) (CENAPRED, 2013).

Según *Ahmed* 2008, la duración pueden clasificarse en:

- Rápidas o dinámicas

Tienen lugar en zonas con pendientes fuertes, como ríos de montaña, y se originan por lluvias intensas.

- Lentas o estáticas

Son las que dan origen a planicies o llanuras de inundación. Se originan debido a lluvias de larga duración aunque no intensas, que llevan a un aumento en el nivel del cauce hasta que este se desborda.

En la clasificación que nos presenta Ahmed, la cuenca del río Pijijiapan debido a la duración de las lluvias que se propiciaron se encuentra en la clasificación de lentas o estáticas.

5.4 Inundaciones en Pijijiapan

A lo largo de la historia dentro de la ciudad de Pijijiapan, han sucedido diferentes tipos de inundaciones que se mencionan a continuación:

A) En la ciudad de Pijijiapan, un acontecimiento hidrológico sucedió en el año 1933 (Figura 10), durante la temporada de lluvias extremosas del mes de septiembre; llovió durante 10 días o más, durante los cuales no finalizaba la lluvia, cambiando de llovizna a lluvia torrencial. El cauce del río se desbordo aproximadamente a las cuatro de la madrugada un 25 de septiembre, afectando varios barrios ubicados en los linderos del cauce del río e inundando las calles. La corriente del río atravesó el pueblo por la tercera norte hasta el barrio cuatro milpas (que en aquel tiempo no existía) hasta desembocar en el arroyo El Chucho. El cauce se bifurco corriendo un brazo rumbo al sur llegando a la vía del ferrocarril. Por otro lado la corriente empezó abatir el puente de ferrocarril y debajo de él; se acumularon troncos y árboles (CENAPRED, 2012).



Figura 10. Acontecimiento de 1933 en Pijijiapan, Chiapas.

B) En el año de 1998, la lluvia de cuatro días en el mes de septiembre (mismo mes del año 1933), por una tormenta tropical, el río volvió a inundar la ciudad, afectando los barrios aledaños al cauce, las proporciones de la inundación

son mayores que las ocurridas en 1933, puesto que el antiguo cauce del río estaba totalmente poblado, un flujo de lodo y árboles arrastrados por la corriente irrumpió violentamente contra la ciudad. Esto fue el resultado de 8 depresiones tropicales precipitadas en forma continua en la zona. La inundación afectó los barrios Ojo de Agua y 5 de Mayo; el cuatro de septiembre su crecida máxima ocurrió entre las 17:00 y 17:30 horas, el desbordamiento ocurre el día 8 de septiembre entre las 3:00 y 3:30 de la madrugada, comienza a inundar la porción norte de la ciudad, rompe el puente nuevo de ferrocarril y deja incomunicado el barrio de El Llanito, finalmente a las 6:40 a.m. cae el puente de la carretera federal (Figura 11).

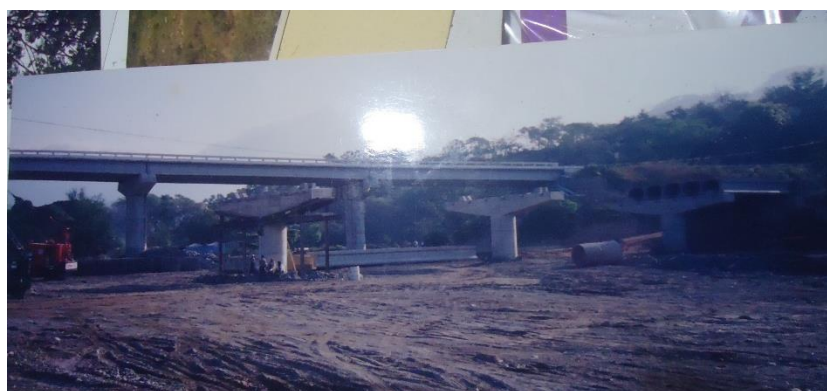


Figura 11. Puente carretero tras la inundación de 1998, en Pijijiapan, Chiapas.

Los barrios afectados por la inundación fueron: El Arenal, Dr. Rafael Alfaron Gonzalo, Ojo de Agua, Las Flores, el Centro, Cuatro Milpas (Nuevo México), Canta Ranas y la Unidad Deportiva Pijijiapan, así como para la zona urbana porción sur los barrios afectados fueron: Las Vegas, San Felipe, Colonia Obrera, 20 de Noviembre y Los Pinos. Y de los barrios que pertenecen a la zona conurbana son los siguientes Nuevo Pijijiapan, Brisas del Río, Los Almendros, Colonia Guadalupe (también conocido como el Llanito) y San Pedrito. El barrio 5 de Mayo fue afectado severamente, aproximadamente 10 hectáreas de asentamientos humanos quedan totalmente destruidos. (Figura 12) Los barrios que fueron totalmente dañados y que desaparecieron en el 98, son: 5 de Mayo, Los Amates y Ampliación 5 de Mayo, los cuales se ubicaban en los bordes del río Pijijiapan.



Figura 12. Marca de donde llego el agua en la viviendas.

La parte que no sufrió daños, fueron los barrios ubicados en la porción sur de la ciudad al sur de la vía del ferrocarril. (Figura 13) La vía férrea sirvió dique retuvo el agua lo que salvo la porción sur de la ciudad. Sin embargo en la porción norte se vio severamente afectada por que la vía del tren sirvió como represa donde el agua se estancó e inundo la parte de los barrios del centro, el agua corrió hacia el oriente de la ciudad, afectando los barrios la Balastrea, San José, San Pedro, San Francisco, Fraccionamiento Magisterial, San Juan.



Figura 13. Puente ferroviario, en 1998.

Cabe señalar que en octubre del 2005 la ciudad no fue afectada gravemente por el desbordamiento del río, ya que se encontraba el “dique”, pero como se tienen antecedentes de los barrios que se inundaron en 1933 y 1998 se les considera a esta zona de Alto Peligro, así mismo la zona al sur de la vía del tren que no sufrió inundaciones se les considera de Riesgo Medio. Los barrios que fueron reubicados para las familias damnificadas en septiembre del 1998, son los siguientes: Fraccionamiento Vida Nueva, Heberto Castillo, Jubileo 2000, Nueva Guadalupe y Tapachulita.

En septiembre de 1998, unos de los carriles del puente Pijijiapan en el tramo de la carretera federal Tonalá-Tapachula, en el lado este del puente, la corriente del río logro socavar los cimientos del puente, provocando que se colapsara y se demoliera, dejando incomunicado al municipio (Figura 14).



Figura 14. Fotografía tomada el 9 de septiembre de 1998 durante la inundación a las 16:30 horas.

Fotografía actual del puente (Figura 15) que fue afectado en 1998; comparando, se observa la magnitud del desastre.

Teniendo como antecedente las afectaciones que tuvo el puente durante los desbordamientos de 1998, se visitó el lugar y se observó que el puente Pijijiapan, específicamente en el carril que se dirige hacia la ciudad de Tonalá, muestra afectaciones en los cimientos del lado oriente, presentando fracturas en las estructuras y desprendimientos de los cimientos que lo sostienen.



Figura 15. Fotografía Tomada el 19 junio de 2006, fotografía del puente actual.

C) Durante las lluvias en octubre del 2005 se tenía construido el “dique” de aproximadamente 6 m de ancho (Figura 16) y el agua casi llego al límite del mismo; no ocurrió desbordamiento, sin embargo quedo muy angosto. Se realizó el desasolvamiento del río y con el mismo material se amplió el dique 15 m, teniendo el dique actual de 21 m de ancho (Figura 17) pero el material se observa muy fácil de erosiona con la corriente del río, por lo que se considera un área e alta peligrosidad.

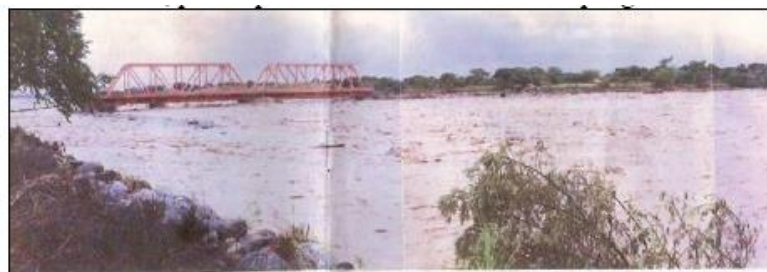


Figura 16. Foto panorámica del río de octubre 2005, en la cual se aprecia el dique.



Figura 17. Vista panorámica, tomada en junio del 2006 (Atlas de Riesgo, 2006).

Debido a los acontecimientos ocurridos, por los antecedentes que se tienen se elaboró un atlas de riesgo en el año 2012 en el cual se muestra una zonificación de las zonas de riesgo, dentro del área urbana.

5.5 Causas de inundaciones en la ciudad de Pijijiapan

Dentro de las causas que se mencionan en el apartado 5.3.2, la cuenca del río Pijijiapan principalmente se ha identificado las inundaciones por el desborde del río, corresponde a la clasificación como causa hidrológica principalmente, ya que se ha incrementado la actividad humana a la orilla del río pero no gradualmente (CENAPRED, 2017).

Las inundaciones que se presentaron en el municipio de Pijijiapan son principalmente pluviales; como se mencionó anteriormente, el terreno presentó saturación cuando la lluvia se empezó a acumular como fue el caso en el 2005 con el huracán Stan, e inundaciones fluviales como lo sucedido en el año 1933, cuando el volumen de agua superó la capacidad del cauce lo que provocó el desbordamiento del río. (INEGI, 2010).

5.6 Medidas de Prevención para Inundaciones

La frecuencia de las inundaciones a nivel mundial se ha incrementado notablemente en los últimos años, son una de las causas principales de numerosas pérdidas humanas y económicas. La creación de mapas de riesgo de inundación para la prevención de los daños causados por estos desastres

naturales, es una práctica difundida sólo en algunos países de la Unión Europea y en Estados Unidos, donde actualmente es la base de la gestión del riesgo por inundaciones (Jiménez *et al.*, 2007).

5.6.1 Mapas de Riesgo de Inundación

Los mapas de riesgo de inundación, son útiles tanto para instituciones gubernamentales como privadas. En Estados Unidos y Canadá, existen varios programas nacionales de inundación, en los que la generación de mapas de riesgo es una actividad prioritaria. En 1968 el National Flood Insurance Program (NFIP) se lanzó en Estados Unidos, y en 1976 el Flood Damage Reduction Program (FDRP) tuvo sus inicios en Canadá (Moel *et al.*, 2009).

En México, los tipos de mapas relacionados con fenómenos naturales y el riesgo que representan para la población generados por el Centro Nacional de Prevención de Desastres; un ejemplo se observa en la Figura 18.

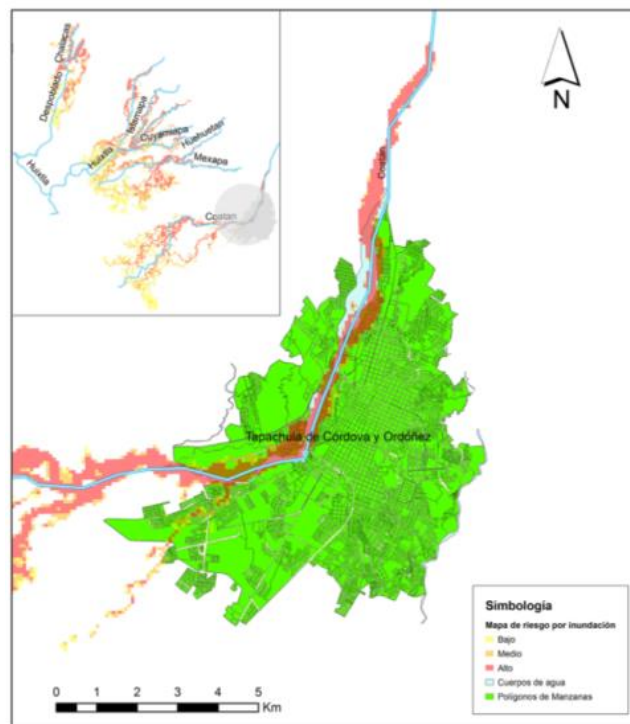


Figura 18. Mapa de riesgo por inundación, ciudad Tapachula, Chiapas (Cervantes, 2012).

- Mapas de amenazas y recursos

Esta información generalmente se circunscribe a localidades urbanas y la base cartográfica es un mapa que representa la zona urbana (localización y nombre de calles, avenidas, manzanas, colonias y tipo de infraestructura). Estos mapas se pueden elaborar a partir de dos fuentes: la primera, sobre mapas que tienen fines recreativos y de turismo, en los cuales se presenta la zonificación de regiones donde habitualmente se atienden emergencias, la segunda, emplea una base cartográfica formal y se destaca la presencia o ausencia de un fenómeno (amenaza), sin considerar la frecuencia e intensidad (CENAPRED, 2009).

Aunque este tipo de planos generalmente no cuentan con características que permitan determinar su escala, proyección y simbología, sirven de apoyo para contar con una base cartográfica mínima. Su dimensión generalmente varía desde tamaño carta hasta planos de diferentes medidas.

- Mapas de peligro

Son mapas que representan la distribución de los fenómenos perturbadores de origen natural o antropogénico, basados en datos probabilísticos y/o estadísticos que conducen a la determinación de un nivel cuantitativo de la intensidad de algún fenómeno perturbador que existe en un lugar determinado. Los estudios pueden realizarse a distintas escalas y se basan principalmente en información obtenida del monitoreo, trabajo en campo, experimentación y su posterior análisis y modelación. Centros de investigación y diversas instituciones han elaborado mapas de peligro a nivel nacional, generalmente a escalas menores. La representación de un peligro a través de un mapa asocia su distribución espacial (ubicación territorial y extensión) con su probabilidad de ocurrencia en un tiempo determinado (periodo de retorno). Estos mapas representan la intensidad del fenómeno de estudio mediante una clasificación asociada a una escala de colores, relacionándola con una base cartográfica, que puede ser una carta topográfica, la

división estatal o municipal de la zona o elementos de infraestructura como vías de comunicación o presas.

- Mapas de riesgo

Para fines de protección civil el riesgo de desastres está claramente definido, entre otros por las Naciones Unidas, que lo caracteriza como “el grado de pérdida previsto en un sistema determinado, debido a un fenómeno natural definido y en función tanto del peligro como de la vulnerabilidad”. De acuerdo con la definición anterior, mapas de riesgo son aquellos que representan gráficamente en una base cartográfica, la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno, su periodo de retorno e intensidad, así como la manera en que impacta en los sistemas afectables, principalmente caracterizados por la actividad humana (población, vivienda, infraestructura y agricultura).

De acuerdo a la clasificación de mapas que se mencionó en los párrafos anteriores, el mapa que se elaboró en la ciudad de Pijijiapan en el 2012 (Figura 19) es un mapa de peligro a inundaciones porque es basado principalmente por el monitoreo que hacen en la estación de CONAGUA con respecto a los datos de lluvia. (CONAGUA, 2013).

El objetivo de un mapa de riesgo de inundación es identificar las zonas de acuerdo al riesgo estimado en cada una, en la Figura 19 se encuentra la zonificación del municipio de Pijijiapan, en el que se identificaron las zonas de mayor alto peligro a menor; los puntitos de color rojo son los de mayor peligro los cuales se ubican principalmente en la parte norte de la ciudad pero aledaño al río, así también, partes bajas de la ciudad pero siempre alrededor del río se encuentra con un alto peligro y la parte alta de la ciudad es la que menor riesgo a inundarse tiene, quedando el resto de la parte intermedia de la ciudad queda en un esquema de medio peligro; estos mapas sirven para cuantificar los daños potenciales bajo diferentes escenarios y posibilitar un análisis costo-beneficio que involucre diferentes propuestas de solución (Salas, 1999).

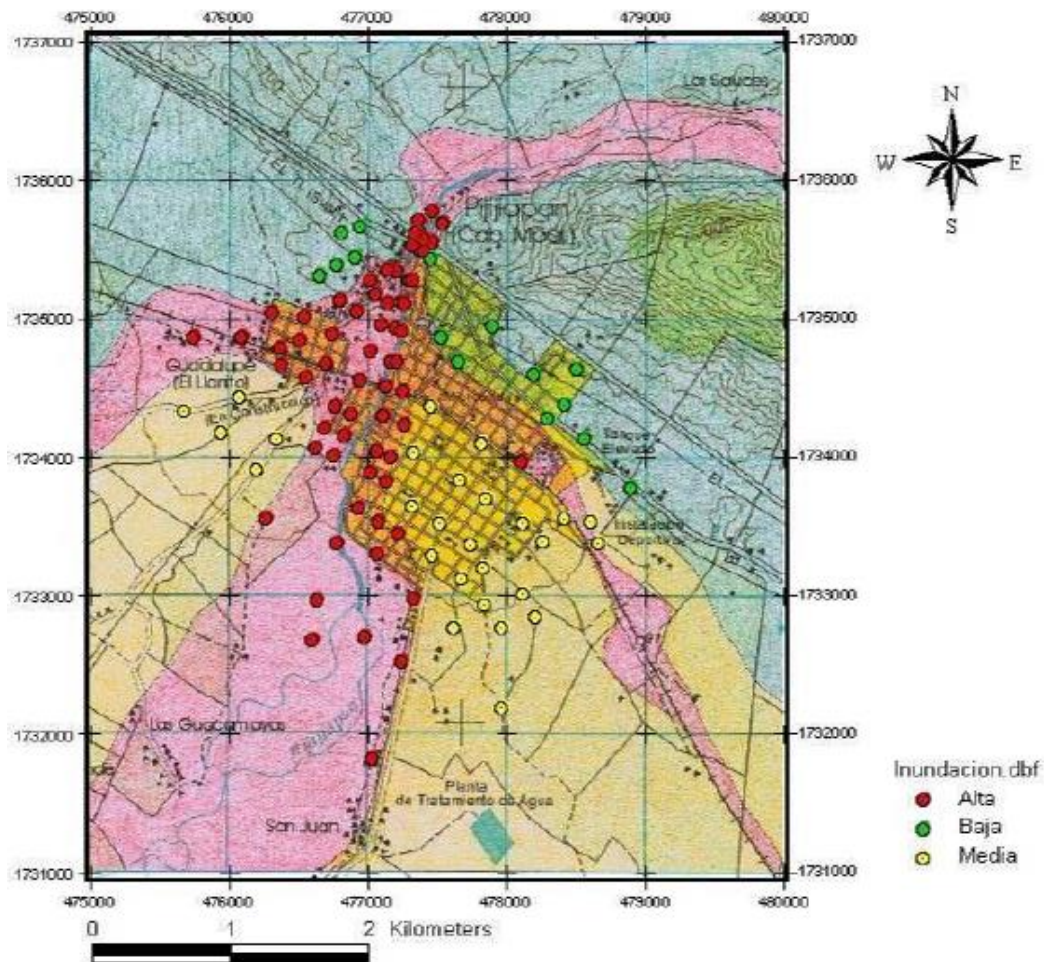


Figura 19. Zonificación del peligro por inundación de la zona urbana de Pijijiapan (CENAPRED, 2012)

5.6.2 Umbrales de Alertamiento

Los umbrales de alertamiento se definen como un porcentaje de gasto máximo que puede escurrir por el río sin que este ocasione problemas (CENAPRED, 2017).

Un sistema de Alerta Temprana (SIAT) es aquel dispositivo complejo que avisa con antelación de la eventualidad de un acontecimiento natural o humano que puede causar un desastre, con el objetivo de evitarlo. Los SIAT son diseñados y puestos en funcionamiento para avisar a la población de la proximidad de un evento y hacerla de forma inmediata mucho menos vulnerable (Ocharan, 2007).

Los sistemas de alerta temprana pueden tratar de anticipar los eventos naturales que, en interacción con la vulnerabilidad, pueden desembocar en desastres. Son muy importantes para la toma de decisiones y disminuir riesgos.

Las características de los umbrales de alertamiento que se pueden presentar en un río, basándose en los colores que se han publicado por parte del Sistema para indicar el Estado de Alerta cuando existe alguna formación Tropical con posibilidades de afectar o con cercanía a Territorio Mexicano (SIAT CT), el cual indica las acciones a realizar oportunamente para lograr una Protección Civil optima y de Intereses Nacionales en áreas de probable afectación.

Las alertas funcionan por medio de cinco Fases (colores fijos) y dos Etapas (acercamiento y alejamiento), los cuales se presentan en la figura siguiente. Es importante mencionar que no existe un SIAT para inundaciones con la estructura que maneja el SIAT para ciclones tropicales, siendo ésta un sistema con fases de alertamiento entendible y fácil de realizar, se adoptó el SIAT-CT para este estudio y definir alertas para inundaciones, mediante umbrales de alertamiento (Figura 20).



Figura 20. Colores de Alertamiento de SIAT-CT

5.6.3 Legislación Ambiental en Materia de Riesgos de Inundación

Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento:

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) para entender sus efectos, nos menciona en su artículo 3 fracción XLIX: "Servicios Ambientales": Los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como control de inundaciones. Así mismo en el artículo 83 párrafo segundo establece: "La Comisión", en los términos del reglamento, y con el apoyo de los Organismos de Cuenca, clasificará las zonas en atención a sus riesgos de posible inundación, emitirá las normas y, recomendaciones necesarias, establecerá las medidas de operación, control y seguimiento y aplicará los fondos de contingencia que se integren al efecto.

En el Reglamento de dicha ley antes mencionada el artículo 128 "La Comisión" establecerá un sistema de pronóstico y alerta contra inundaciones y organizará la formulación de planes regionales de operación para aminorar los daños por inundación e implantar las medidas de emergencia conducentes.

Ley General de Protección Civil y su Reglamento.

La ley General de Protección Civil (LGPC) el artículo 19 fracción IX establece: Instrumentar y en su caso, operar redes de detección, monitoreo, pronóstico y sistemas de alertamiento, en coordinación con las dependencias responsables e incorporando los esfuerzos de otras redes de monitoreo públicas o privadas.

La Coordinación Nacional para el desarrollo de los Sistemas de Alerta Temprana, tomara en cuenta según lo establecido en el Reglamento de la LGPC en el artículo 64 fracción I El estudio y conocimiento previo del Riesgo para el cual se hará el alertamiento, basado en el Atlas Nacional de Riesgos y los Atlas Estatales y Municipales de Riesgos, e incluir el análisis y evaluación de las características del Fenómeno Natural Perturbador tales como intensidad, probabilidad de ocurrencia, Vulnerabilidad, identificación de zonas geográficas y comunidades que podrían verse afectadas; y fracción IV Los

modelos que permitan, en su caso, el pronóstico de intensidades y la definición de los umbrales para su activación.

De acuerdo a lo fundamentado en estos artículos, queda dentro de las funciones de la Comisión Nacional del Agua y Protección Civil, el instrumentar, conservar y emitir alertas, a través de los llamados: sistemas de alerta temprana, para proteger a la población, ante la ocurrencia de un fenómeno Hidrometeorológico extremos, tanto en nuestra área de estudio como a nivel nacional.

VI. CONCLUSIÓN

Factores como su ubicación geográfica, geológica, favorecen que se agudice más el efecto negativo de los fenómenos hidrometeorológicos a los que se ve expuesta la población.

La erosión, la presencia de escurrimientos, la actividad sísmica y la intensa deforestación en la parte media, entre otras actividades humanas, han sido factores coadyuvantes para atenuar la probabilidad de ocurrencia de peligros naturales.

La morfología de la ciudad de Pijijiapan favorece a la zonificación de peligro alto por inundación, aunado a que la mancha urbana fue creciendo hacia el cauce del río Pijijiapan.

Dentro de las causas que originaron la inundación se identificó por el desborde del río, corresponde a la clasificación como causa hidrológica principalmente, ya que se ha incrementado la actividad humana a la orilla del río.

Las inundaciones que se presentaron en el municipio de Pijijiapan son principalmente pluviales, porque presentó saturación en la infiltración como fue el año 2005 con el huracán Stan, e inundaciones fluviales como lo sucedido en el año 1933, cuando el volumen de agua superó la capacidad del cauce lo que provocó el desbordamiento del río.

Es importante tener un mapa de inundación de la ciudad de Pijijiapan actualizado, para la prevención de desastres naturales.

La importancia de la legislación ambiental en Materia de Riesgos de Inundación sea aplicada verdaderamente dentro de la cuenca del río Pijijiapan.

VII. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

En el 2005 esta ciudad no fue afectada, ya que se tenía la construcción un dique, pero el nivel del agua llegó al límite, por lo que se recomienda reforzarlo con infraestructura verde en la parte alta de la cuenca como micropresas, mampostería, etc.

Quitar el puente del ferrocarril que ya no está en uso desde 1998, actualmente es utilizado para comunicar a la zona conurbana con la urbana.

Con base en la identificación de los peligros naturales, los procesos de desarrollo urbano y de crecimiento de Pijijiapan, se propone:

- Hacia la parte alta de la cuenca promover la reforestación en los poblados ubicados dentro de esta; considerando que se siembren árboles nativos.
- Hacer labor comunitaria de limpieza sobre el cauce del río, principalmente quitar del cauce principal del río todos los árboles tirados que pudieran ser arrastrados por la corriente, de esta forma se deja paso libre evitando que se represe en zona alguna.
- Las manzanas que se localizan al margen de peligro alto se propone promover una reubicación y desalojo inmediato de sus habitantes, destruyendo toda vivienda tan pronto se dé la reubicación.
- Implementar áreas recreativas, como parques, entre otras infraestructuras para evitar que las personas regresen a hacer asentamientos en esa zona.
- Prohibir toda licencia cambio de uso de suelo a habitacional en zonas de peligro alto.
- Prohibir toda licencia de modificación, ampliación o crecimiento de vivienda, tanto en zona de peligro por inundación e inestabilidad de laderas tanto alto como medio.
- Construir un sistema de drenaje pluvial adecuado de los arroyos que nacen dentro de la ciudad.
- Crear y mantener un sistema de alarma para prevención de desastres.

- Capacitar a la población mediante pláticas y programas de desarrollo para fomentar la cultura de limpieza y seguridad.

Hacer un programa permanente de simulacros especificando las rutas de evacuación dentro de los diferentes puntos de la ciudad.

Es necesaria la creación de una gerencia de cuencas que trabaje con la cuenca del río Pijijiapan.

VIII. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Ahmed, 2008. Aplicaciones del modelo Hec-Ras para análisis del Flujo no permanente con superficie libre.
- CENAPRED. 2012. Atlas de Peligros de la Ciudad y Municipio de Pijijiapan, Chiapas.
- CENAPRED. 2013. Obtenido de <http://www.cenapred.unam.mx/es/>
- CENAPRED. 2017. Obtenido de <http://www.cenapred.unam.mx/es/>
- CENAPRED.2009. *Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*.
- Cervantes C. 2012. Generación de Mapas de Inundación Mediante Modelación en dos Dimensiones. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de México. 94pp.
- CONAGUA. 2013. Manual para el Control de Inundaciones, <https://www.gob.mx/conagua/documentos/archivo-historico-del-agua?idiom=es>
- Escalante S. y Reyes C. 2010. Técnicas Estadísticas en Hidrología. Universidad Autónoma de México. 298pp.
- IMTA. 2014. *Inundaciones en chiapas* . <http://galileo.imta.mx/chiapas/noticias.php>
- INEGI. 2010. Prontuario de Identificación Geográfica Municipal de los Estados Mexicanos, Pijijiapan, Chiapas Clave Geoestadística.
- INIFAP. 2016. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382016000200002
- Kundzewicz W. Z. y Takeuchi K. 1999. Flood protection management: quo vadimus? *Journal del Sciences hydrologiques.*, 44:3, 417-432. pp.
- Moel H. de van Alphen J., and J. C. H. Aerts. 2009. Flood maps in Europe- Methods, availability and use. *Nat.* 9, pp. 289-301.
- Ocharan J. 2007. Sistemas de Alerta Temprana. *Fotografía actual y retos*.
- OMM/UNESCO. 1974. Glosario Internacional de Hidrología. . En *Organización Meteorológica Mundial/Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la cultura*, .
- Salas S. y Jiménez E. 2007. Inundaciones. Serie Fascículos. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

- Salas S., M. A. 1999. "Obras de protección contra inundaciones". (Coordinación de investigación, Ed.) *CENAPRED*, No. 49.
- Secretaria de planeación, G. P. 2013. <http://www.planeacion.chiapas.gob.mx/>
- Van Alphen J. M., Martini F., Loat R., Slomp R. y Passchier R. 2009. Flood risk mapping in Europe,. *experiences and best practices*.
- World Meteorological Organization. 2008. Urban Flood Risk Management. En *A Tool for Integrated Flood Management*.