



**“PROYECTO DE ESTUDIOS DE PELIGROS
NATURALES EN MUNICIPIOS DE LA
PLANICIE COSTERA DEL ESTADO DE
CHIAPAS”**

**ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE
MAPASTEPEC, CHIAPAS**

Por:

Ing. Edith Arlet Cardoso Vázquez

Pas. de Ing. Marcos Torres Ramírez

Pas. de Ing. Rogelio Díaz Jerónimo

Pas. de Ing. Francisco Javier Ávila Ramos

Pas. de Ing. Juan Carlos Gutiérrez Popoca

COORDINADOR

Cand. M. en C. Francisco A. Arceo y Cabrilla

ÍNDICE

CONTENIDO	Página
RESUMEN	1
1.- GENERALIDADES	2
1.1.- Antecedentes	2
1.2.- Objetivos	3
1.3.- Localización	3
1.4.- Vías de comunicación	7
1.5.- Fisiografía	7
1.6.- Clima	8
1.7.- Flora y Fauna	8
1.8.- Hidrografía	9
1.9.- Geología	10
2.-IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES	13
2.1.- Peligros geológicos	13
2.1.1.- Peligro por Fallas Geológicas	14
2.1.2.- Zonificación de Peligro por Falla Geológica	14
2.1.3.- Peligro por inestabilidad de laderas.	15
a).- Deslizamientos.	15
2.1.4.- Peligros por Erosión	19
a).- Erosión hídrica laminar.	19
a.1.- Nula (Eh0)	19
a.2.- Débil (Eh1)	22
a.3.- Moderada (Eh2)	23

a.4.- Fuerte (Eh3)	23
b).- Erosión concentrada	26
b.1.- Asociada a cauces y cañadas (Ec1)	26
b.2.- Erosión concentrada asociada a cárcavas (Ec2)	26
c).- Erosión antropogénica	29
c.1.- Erosión antropogénica por asentamientos humanos (Ea1)	29
c.2.- Erosión antropogénica por deforestación (Ea2)	31
c.3.- Erosión antropogénica por obras civiles (Ea3)	32
c.4.- Erosión antropogénica por aprovechamientos de recursos geológicos (Ea4)	31
d).- Erosión marina (Em1)	32
2.1.5.- Peligro por Sismos	32
2.1.6.- Peligro por Actividad Volcánica	37
2.2.- Peligros hidrometeorológicos	39
2.2.1.- Peligro por Inundación	39
3.- CONCLUSIONES	69
4.- RECOMENDACIONES	71
5.- BIBLIOGRAFÍA	73
6.- GLOSARIO DE TÉRMINOS.	75

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1.- Ubicación del municipio de Mapastepec.	5
1.2.- Plano de ubicación de la Ciudad de Mapastepec.	6
1.3.- Mapa geológico a nivel municipal de Mapastepec.	12

2.1.- Peligros por inestabilidad de laderas	17
2.2.- Mapa de erosión por grado y tipo del municipio de Mapastepec, Chiapas.	21
2.3.- Epicentros sísmicos del estado de Chiapas del periodo 1990-2003 de acuerdo al boletín del Servicio Sismológico Nacional.	34
2.4.- Zonificación de peligro sísmico y regiones del estado de Chiapas. Observe en rojo las zonas de peligro mayor. Zonificación realizada por Comisión Federal de Electricidad (2001).	35
2.5.- Peligro volcánico por acumulación de cenizas, con vientos preferenciales al norte y sur no representa ningún peligro, con vientos preferenciales al poniente presenta peligro bajo, áreas de influencia del Volcán Tacaná, en el municipio de Mapastepec.	36
2.6.- Mapa de zonificación de la ciudad de Mapastepec en tres diferentes rangos de peligros por inundación, el color rojo el peligro alto, en color amarillo el peligro medio y en color verde el peligro bajo.	46

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

2.1.- Punto de verificación AC-113, se ubica debajo del Puente Madre Vieja que se localiza sobre la carretera federal No. 200, cerca del campamento de la Policía Federal Preventiva PFP.	20
2.2.- Erosión hídrica nula (Eh0) asociada con erosión hídrica débil (Ea1) se observa en la ciudad de Mapastepec.	22
2.3 y 2.4.- Eh1 asociado a Ea1 y deforestación por ampliación de la frontera agrícola en el municipio de Mapastepec, la foto superior fue tomada en el poblado de Valdivia y la inferior subiendo hacia Nueva Libertada-Progreso.	24
2.5.- Eh2 asociado a Ec1 y a deforestación por incendios y natural por plagas (Ec2) en el municipio de Mapastepec.	25
2.6.- Erosión hídrica laminar de grado moderado (Eh2), corresponde al Punto de verificación AC-109, ubicado en Barrio Morelos II.	25

- 2.7 y 2.8.- Erosión concentrada (Ec1) asociado a desbordes del río San Nicolás. 27
- 2.9 y 2.10.- (Ec1) Erosión concentrada asociado a cauces y cañadas en las partes altas y a desbordes en las partes bajas, en la fotografía superior se asocia a erosión hídrica laminar de grado fuerte (Eh3). 28
- 2.11 y 2.12.- Erosión concentrada asociada a cauces y cañadas (Ec1), a desbordamientos y a deforestación por ampliación de la frontera agrícola (Ea2). 30
- 2.13.- Erosión antropogénica asociada a obras civiles-construcción de caminos e infraestructura (Ea3). 31
- 2.14.- Vista aérea de la Ciudad de Mapastepec, esta es la parte de la ciudad en donde el río causó más daños (foto aérea viendo al SE). Al fondo (de la foto) se observa el cauce original, a una distancia de 1 400 m. de la población, y en el centro se observa el brazo del río que se desbordó hacia el SW y daño a la población. 42
- 2.15.- Con clave MP-002 (foto tomada viendo al NW). Este punto está ubicado al NE de la ciudad de Mapastepec, a la orilla del río San Nicolás, en el lugar conocido como El Caribe. 42
- 2.16.- Con Clave MP-014 (foto tomada viendo al SE). En este punto es en donde se divide el cauce original del río (lado izquierdo de la foto) y la zona de inundación (lado derecho de la foto), también se puede observar el dique. 43
- 2.17.- Con clave MP-009 (esta foto se tomó viendo al Sur). Este punto es otro de los más importantes (aquí no es el cauce original del río), ya que en este lugar es donde el río ya se desbordó y tomó otra dirección más al SW, con dirección hacia la población. En este lugar se encuentra un pequeño cerro de 10 m. de alto y este pudo haber desviado el curso de la corriente del río. Aquí se construyó un dique de 4 m. de alto y 4 m. de ancho en la base, en su totalidad está hecho de grava gruesa y rodados de 15 a 35 cm. de diámetro y por lo tanto no se ve muy resistente para soportar una gran crecida del río. 44

2.18.- Con clave MP-010 (esta foto se tomo viendo al SE). En este punto es donde el río empezó a introducirse con dirección hacia la ciudad y a dañar las casas del Barrio Santa Cruz, aquí la planicie de inundación tiene 500 m. del límite de las casas dañadas hacia el oriente y el río se encuentra a 650 m. en el mismo sentido. En el fondo de la foto se ven o aprecian algunas de las tantas viviendas dañadas casi en su totalidad por las inundaciones, estas en el Barrio Santa Cruz. 45

2.19.- Con clave MP-050 (foto tomada viendo al NE). En este punto se ve el brazo del río que se desbordó con dirección hacia la población. En este lugar estaban asentadas casas de una parte del barrio santa cruz. Aquí la planicie de inundación es de 600 m. el cauce original de río se encuentra a 350 m. al Este de este punto (al lado derecho de la foto). 45

2.20.- Con clave MP-051. Este punto se encuentra en la calle 15^a Oriente esquina con la 7^a avenida Norte (desaparecida) del Barrio Santa Cruz, este lugar es uno de los mas afectados por la corriente del brazo del río que se desbordo, aquí el nivel del agua alcanzo 1.8 m. y dejo un espesor de arena de hasta 1 m. En la foto se pueden ver las casas dañadas parcialmente por la fuerza de la corriente. 46

2.21.- Con clave MP-052 (foto tomada viendo al Oeste). Este punto se encuentra en la esquina de la 15^a calle Oriente y la 5^a avenida Norte y nos marca el limite entre el peligro alto y medio, en este lugar el agua subió hasta 1.2 m. y cubrió esta zona durante 3 días, aquí se ven rodaos de hasta 20 cm. de diámetro, lo que significa que aquí todavía el agua tenia corriente pero no la suficiente para derribar las casa (aquí no hay casas dañadas en su estructura), por que aquí no causo grandes daños a la población. 47

2.22.- Con clave MP-053 (foto tomada viendo al Norte) El Barrio Santa Cruz. En este lugar el peligro por inundación es alto, ya que en esta parte el agua llevaba mucha corriente, y esto se puede percibir por que aquí están las casas dañadas casi por completo, hay rodados de hasta 40 cm. de diámetro y arena de grano grueso, en este lugar el agua alcanzo el nivel de 1.9 m. 47

2.23.- Con clave MP-047 (foto tomada viendo al Sur). Barrio Santa Cruz, en este lugar el peligro por inundación es alto ya que el río destruyo las casas casi por completo ya que el agua con su corriente llego hasta 1.85 m, aquí pasaba la 7^a avenida Norte. Este lugar es el limite Oriente de la ciudad. 48

2.24.- Con clave MP-036 (foto tomada viendo al Sur). Este punto se encuentra al Este de la ciudad a 700 m. del límite de la población. En este punto es el límite Este donde daña el río, en la foto se ve la última de las casas dañadas, el río se encuentra 150 m. al Este de este punto. En este lugar la litología es de arenas de grano medio y fino. 48

2.25.- Con clave MP-056 (foto tomada viendo al Norte). Este punto se encuentra 90 m. al Este del límite de la población, en este lugar se construyó un dique, pero este no presenta una continuidad y está hecho principalmente de arena, grava y rodados menores de 20 cm. de diámetro, lo cual no lo hace muy resistente para soportar una crecida del río. 49

2.26.- Con clave MP-058. Este punto se localiza en la 3ª calle Oriente del Barrio El Riíto, en este lugar el nivel del agua subió hasta 1.2 m. y dejando un espesor de 1 m. de arena, el agua tardó 3 días para volver a la normalidad. En esta cuadra la corriente del río afectó parcialmente las 5 primeras casas, este lugar se encuentra en peligro alto y a pesar del peligro y de que las casas están dañadas casi en su totalidad las personas siguen viviendo aquí e incluso en las casas dañadas. 50

2.27.- Con clave MP-059 (foto tomada viendo al Sur). Este punto se encuentra a 60 m. al Este del límite de la población del barrio El Riíto, aquí se está construyendo un dique de 4 m. de ancho en su base y 2.5 m. de alto, pero el problema es que este dique está hecho casi en su totalidad de arena de grano medio a fino lo cual no lo hace muy resistente para controlar una gran crecida del río. Las casas que se encuentran cerca de este lugar fueron afectadas ya que el agua subió hasta 1.8 m. del nivel del piso. 50

2.28.- Con clave MP-048 (foto tomada viendo al Este). Este punto se localiza en la esquina de la calle Central Oriente y la 5ª avenida Norte, del Barrio El Riíto. Hasta este lugar es a donde llegó el agua con corriente, las casas de esta zona no fueron dañadas en su estructura (al fondo de la foto se puede ver la planicie de inundación que dejó el desbordamiento del río). 51

2.29.- Con clave MP-060 (foto tomada viendo al SE). Este punto se encuentra en la 5ª Avenida Sur, del Barrio El Riíto. En este lugar las casas fueron dañadas por la fuerte corriente, ya que esta llegó hasta el límite de la casa que se ve en la fotografía, la corriente no subió hasta la calle, ya que esta tiene 1.5 m. más de alto que la del nivel de la planicie de inundación. El agua tardó 8 días en bajar. 52

2.30.- Con clave MP-061. Este punto se encuentra en el limite Este del Barrio Santa Cecilia, en este lugar el agua subió hasta 1.2 m. del nivel del piso. De este lugar hacia el Este, la planicie de inundación alcanzo 650 m. aquí el agua llego con mucha corriente ya que afecto varias casas. 53

2.31.- Con clave MP-049 (foto tomada viendo al Norte). Barrio Santa Cecilia. En este lugar el cauce o la corriente del río se desvió alejándose un poco de la ciudad, estas son unas de las últimas casas que fueron dañadas, estas viviendas a pesar de que están dañadas las personas siguen habitándolas. De este punto el cauce original del río se encuentra a 1,300 m. al oriente y la planicie de inundación es de 600 m. hacia el mismo sentido, en donde se encuentra una parte (como una isla) no inundada pero si se encuentra entre la planicie de inundación y el cauce original. 54

2.32.- Con clave MP-067(foto tomada viendo al SW). Punto ubicado en la 5ª Avenida Sur esquina con la 8ª Calle Oriente, en el Barrio Santa Cecilia. Este punto nos marca el limite entre el peligro alto y medio, aquí el agua que corría sobre las calles no llevaba mucha corriente y el nivel máximo que alcanzo es de 40 cm., no hubo daños a las casas de este lugar. 54

2.33.- Con clave MP-071. Este punto se encuentra en El Barrio del DIF, en esta zona fueron afectadas 3 viviendas por inundación de la precipitación y también asociado al desbordamiento del canal de aguas negras que pasa a 50 m. al oriente, el agua subió hasta 1 m. de nivel. En esta zona el peligro por inundación es medio, a pesar de que el río pasa a 2,300 m. al oriente del sitio. 55

2.34.- Con clave MP-072 (foto tomada viendo al Este). Este punto se localiza en El Barrio El Recuerdo, ubicado en la parte Sur de la ciudad. En este lugar el peligro por inundación es bajo. 56

2.35.- Con clave MP-074 (foto tomada viendo al Sur). Este punto se localiza en la esquina de la 3ª Avenida Sur con la 14ª Calle Oriente del Barrio Santa Cecilia. Y este nos marca el limite entre el peligro medio y bajo, en este lugar las calles no se encuentran pavimentadas y el agua precipitada se encharca en algunos puntos de este Barrio pero sin causar daños a la población. 56

2.36.- Con clave MP-075 (foto tomada viendo al Sur). Este punto se encuentra sobre la 10ª calle Oriente, en el Barrio Santa Cecilia. Y nos marca el limite entre el peligro medio y bajo, sobre esta calle corre el agua que viene del norte de la ciudad pero la mayoría o toda esta agua es de las precipitaciones, el agua

que escurre sobre las calles no representa peligro para la población, a este lugar no llego el agua del río. 57

2.37.- Con clave MP-076 (foto tomada viendo al Este). Este punto es prácticamente de control y se encuentra en la esquina de las calles Sexta (6ª calle) Oriente y Primera (1ª Av.) Avenida Sur. Este punto nos marca el limite entre el peligro Medio y el Bajo, hasta este lugar no llego el agua del río, ya que se encuentra un poco mas elevado respecto a los lugares donde el río afecto las viviendas. 57

2.38.- Con clave MP-073 (foto tomada viendo al Sur). Este punto se encuentra en el Barrio DIF, sobre la 5ª Avenida Sur, cerca de este lugar se encuentra ubicado provisionalmente el rastro municipal. En esta zona el peligro por inundación es bajo, ya que el agua del desbordamiento del río no llego hasta aquí, pero aquí pasa el canal de las aguas negras con una dirección al SE, y este se encuentra dañando el puente y sus paredes. Este canal solo unos cuantos metros mas hacia el NW pasa en medio de las casas y es posible que si no se tiene una buena canalización pueda con la humedad dañar los cimientos de las viviendas. 58

2.39.- Con clave MP-069 (foto tomada viendo al Norte). Este punto se localiza en costado oriente del Barrio Mario Galindo, en este barrio el agua llego hasta 35 cm. pero sin mucha corriente, la mayor corriente que hubo aquí se escurrió hacia el sur por la calle. De este punto el cauce original del río esta a 1,800 m. al oriente y a 100 m. la planicie de inundación. Aquí a pesar de que no hubo daños en el 2005, por encontrarse inmediato a la planicie de inundación y por la homogeneidad de la topografía el peligro por inundación en este lugar es alto. 59

2.40.- Con clave MP-064 (foto tomada viendo al SE). En este punto se localiza en la Ranchería el Puentón y esta se encuentra colindando con la vía del tren y cuyo terraplén sirve como represa, aquí el agua subió hasta 1 m. pero sin corriente, no hubo gran daño a viviendas, la vegetación es regular ya que hay varios árboles que miden hasta 35 m. de altura. De este punto a 100 m. poniente (Oeste) se encuentra un puente de la vía del tren, por donde pasaba la corriente, pero aquí las aguas se represaron, ya que el puente se taponó con la basura (árboles, ramas, troncos, etc.) que venia arrastrando el río, este puente tiene 35 m. de largo y fue dañado en su costado poniente. La litología en este lugar consiste de arenas de grano medio a fino casi sin rodados. 59

2.41.- Con clave MP-046 (foto tomada viendo al Sur). Este punto se localiza en el basurero municipal, ubicado al NW de la ciudad (a 1100 m). Este basurero se localiza a 300 m. al Sur de la carretera federal Tonalá-Tapachula y a menos de 100 m. de el río Viejo. Este basurero no tiene un control sanitario, es solo un tiradero y se encuentra en una planicie con una pendiente de 10° casi hacia el río, este basurero representa un gran peligro de contaminación para el río y en una creciente poder arrastrar la basura y atorarse en algún puente para topar el paso de la corriente hasta desbordarse, la litología en este lugar es aluvión. 60

2.42.- Clave MP-065 (foto tomada viendo al NW). Este punto se tomo sobre el camino que va hacia la Ranchería El Puentón, en este lugar hay 3 casas habitadas, el agua del río subió hasta 0.5 m. pero sin mucha corriente y estas no tuvieron daños severos, ya que este lugar se encuentra entre el Cauce Original del río (que se ubica a 1, 200 m. al oriente de este punto) y el brazo que se desbordo de este, abarcando hasta el limite de la población, que son 450 m. de planicie de inundación. En este lugar hay vegetación regular y esta un poco alto respecto a sus orillas (planicies de inundación), pero a pesar de no haber sido afectados se considera este lugar como zona de peligro alto. La litología que predomina en este lugar son las arenas de grano medio a fino sin rodados. 61

2.43.- Con clave MP-066 (foto tomada viendo al Norte). Este punto se encuentra a 130 m. al oriente del limite del Barrio Santa Cecilia, sobre un camino de terrecería (camino El Cascaron) que va hacia la ranchería El Puentón. En la orilla del barrio se encuentran casas dañadas que siguen siendo habitadas, este punto es de peligro alto. En este lugar la planicie de inundación tiene 700 m. de ancho, abunda la arena de grano grueso y medio. 62

2.44.- Con clave MP-079 (foto tomada viendo al Este). Este punto se encuentra en el Barrio Santa Cruz y nos marca el limite entre el peligro medio y bajo. Hasta este lugar no llego el agua del río pero por su cercanía a la zona de desbordamiento y a la topografía este lugar se esta considerando como peligro medio de este punto hacia el este. 62

2.45.- Con clave MP-080 (foto tomada viendo al Este). Este punto se encuentra sobre la 17ª calle Oriente, frente a la cancha de fútbol, en el Barrio Santa Cruz y nos marca el limite entre el peligro medio y bajo. Este lugar no fue afectado por las inundaciones de Octubre del año pasado (2005), el agua del río no llego hasta este lugar y tampoco tiene problemas por

encharcamiento ya que sus calles están pavimentadas y tienen pendientes suaves por donde corre el agua de las precipitaciones. 63

2.46.- Con clave MP-081 (foto tomada viendo al Este). Este punto se encuentra sobre la 13ª calle Oriente, en el Barrio Santa Cruz y marca el límite entre el peligro medio y bajo. El agua no llegó hasta este punto, en este lugar no hubo ningún daño por las inundaciones. 64

2.47.- Con clave MP-082 (foto tomada viendo al Este). Este punto se encuentra en la calle 9ª Oriente número 201, frente la Quesería Órnelas y marca el límite entre el peligro medio y bajo. El agua del desbordamiento del río llegó a 100 m. al oriente de este punto y en este lugar no hubo daños por los desbordamientos de los ríos. 64

2.48.- Con clave MP-083 (foto tomada viendo al Este). Este punto marca el límite entre el peligro medio y bajo, el agua del desbordamiento del río llegó 120 m. al oriente de este punto y en este lugar no hay daños por las inundaciones. 65

RESUMEN

Los peligros geológicos más importantes detectados en la zona urbana y municipio de Mapastepec, corresponden a peligros por inundación y en mucho menor grado peligro por deslizamientos de rocas y material no consolidado.

La erosión predominante es la erosión hídrica en sus grados bajo (50%) (Eh1), nulo (25%) (Eh0) y moderada (10%) (Eh2) que se observa en las porciones centro y sur, que aunque presenta zonas deforestadas debido a la intensa actividad agrícola y ganadera, favorece a la desaparición de la capa superficial del suelo, permitiendo una erosión mas profunda y de forma mas acelerada, en orden de importancia se tiene la erosión concentrada asociada a cauces y a cañadas (15%) (Ec1) que se ubica únicamente en la porción norte que representa el extremo del municipio.

Mapastepec se ubica dentro de una zonificación de peligro sísmico, denominada “D” la cual se caracteriza por presentar un gran número de sismos y una aceleración en el terreno mayor de 70% de la gravedad, por lo que de acuerdo a la zonificación realizada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 1993), el municipio se ubica en una zona de peligro alto, sin embargo a la fecha no se ha registrado un evento de esta naturaleza que ponga en peligro a la población.

En cuanto al peligro volcánico, el Volcán Tacaná se encuentra a 74 Km., afectaría al municipio con un espesor de cenizas de 9.3 cm si hay una columna eruptiva de 40 Km. con dirección al poniente.

1.- GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

Una de las características de nuestro país, es la gran variedad de aspectos naturales que presenta, la cual comprenden entre otros, el relieve, la vegetación, la hidrografía y sobre todo, la precipitación, la cual en general es menor en la parte norte del territorio nacional y muy abundante en el sur y sureste.

Uno de los estados en donde se presentan precipitaciones importantes, es el estado de Chiapas, en el cual por su ubicación geográfica, además se presentan un gran número de huracanes, los cuales de manera frecuente dejan a su paso, cuantiosas pérdidas tanto materiales, como humanas.

Si a lo anterior se le adiciona, que el crecimiento de las poblaciones 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 bien en las partes bajas de las laderas, se puede entender, que la presencia de estos fenómenos puede ocasionar, afectaciones tanto a la infraestructura de las zonas, como el poner en peligro inclusive, la propia vida de la población.

Para conocer si en la ciudad de Mapastepec, existen zonas que presenten problemas ante la ocurrencia de algún evento natural, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Servicio Geológico Mexicano (SGM), celebraron el convenio de colaboración No. FPP-2006-11, para que éste último realizara el **“Proyecto de Estudios de Peligros Naturales de la Planicie Costera del Estado de Chiapas”**, dentro del cual se incluyó el **“Atlas de Peligros de la ciudad y municipio de Mapastepec”**.

Cabe mencionar, que para la realización de este trabajo, se contó con la colaboración de la Secretaría de Seguridad Pública del Estado de Chiapas y la Subsecretaría de Protección Civil.

La integración de la información se llevó a cabo siguiendo el modelo utilizado como guía metodológica para la identificación y zonificación de peligros a nivel de zona urbana (SEDESOL-COREMI, 2004).

1.2.- Objetivos

El objetivo general fue integrar a través de un SIG, la información de los peligros naturales que afectan al municipio y a la cabecera municipal de Mapastepec.

Como objetivos particulares se establecieron:

- Identificar los peligros naturales de la zona, lo cual permitirá tomar decisiones preventivas y acciones de mitigación ante su ocurrencia.
- Generar y diseñar una base de datos de los peligros naturales, así como los mapas respectivos en un formato digital.
- Elaborar un SIG para el despliegue, consulta y actualización de la información de los peligros estudiados.

1.3.- Localización

La ciudad de Mapastepec se localiza en la porción sur del estado, en el centro de la Costa de Chiapas (*Figura 1.1*), dentro del municipio que lleva el mismo nombre. Se ubica entre las coordenadas geográficas 92°54' de longitud oeste y 15°26' de latitud norte, su extensión territorial es de 1,085.6 Km² que representa un 1.44% del estado, altura media sobre el nivel del mar de 80 m. La ciudad se sitúa entre las coordenadas geográficas 15°24' 16" y 15°28' 33" de latitud norte y 92° 51' 36" y 92° 56' 05" de longitud oeste cubriendo una extensión territorial de 6.0% , con una altitud promedio de 32 metros sobre el nivel del mar (*Figura 1.2*). A nivel municipal, colinda al norte con La Concordia y Jaltengo de la Paz, al sur con el Océano Pacífico, al noroeste con Siltepec, al oriente con Acacoyagua y Acapetahua y al poniente con Pijijiapan.

Localmente sus colindancias son con pequeñas comunidades o rancherías, que pertenecen al mismo municipio, al noreste se encuentran Adolfo Ruiz Cortínez, Nueva Esperanza, General Nicolás Bravo Numero Dos, Nueva Esperanza, El Caribe, La Ceiba, La Victoria, Nueva Libertad, El Progreso, al suroeste se localizan San Antonio, El Roble, Los Tulipanes, La Esperanza, Los Aguacates, al sureste se ubican San Pedro, San Rafael, El Encanto, El Guamúchil y al noroeste se encuentran La Trinidad Dos, Aguascalientes, El Mirador y San Antonio.

El número de habitantes en el municipio de Mapastepec corresponde a 39,055 aproximadamente (censo INEGI hasta el 2000).

La ciudad de Mapastepec se divide en 23 barrios; que son: Barrio San Agustín, El Llanito, 16 de Febrero, Los Laureles, Santa Cruz, Malucal, Centro, El Riíto, San Juan, Potrerillo, Santa Cecilia, 15 de Enero, DIF, Las Marillitas, Embarcadero, Juan Becerra, Benito Juárez, El Recuerdo, La Canchita, Luís Donaldo Colosio, Anahuac, Olímpico y Auditorio.

PROYECTO DE ESTUDIOS DE PELIGROS NATURALES EN MUNICIPIOS DE LA PLANICIE COSTERA EN EL ESTADO DE CHIAPAS
ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE MAPASTEPEC, CHIAPAS

CIUDAD
 MA. - TZ. 02

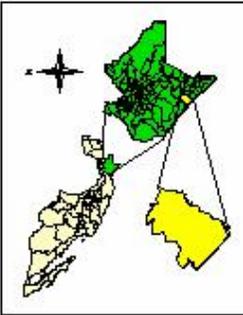
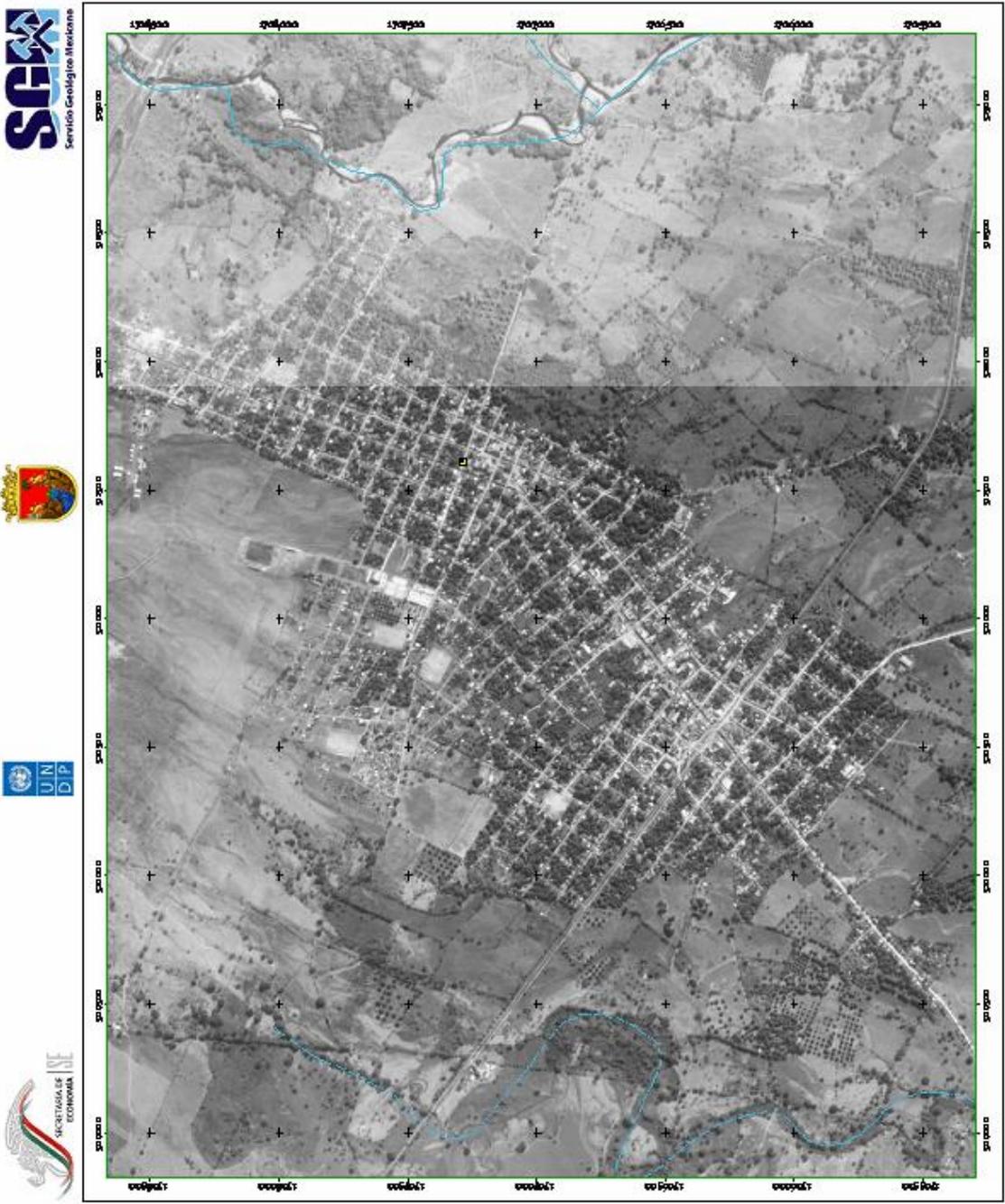
SEMIOLOGÍA

- Localidad
- ~ Río y Arroyo
- ~ Carretera o Ferrocarril
- ~ Carretera o Subterráneo

Copyright: Servicio Geológico Mexicano, SGM. Todos los derechos reservados. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

ELABORADO EN: 19/06/2012
PROYECTO: LIDERAR
 LÍNEA DE BASE: 1:50,000

COORDINADOR GENERAL: Carlos de la Haza
PROYECTISTA: Luis Ángel Trujillo
COORDINADOR LOCAL: Agustín Rodríguez
DISEÑADOR LOCAL: Wladimir
TIPO DE MAPA: 1:50,000
PROYECTO: LIDERAR
ESCALA: 1:50,000

1.2.- Plano de ubicación de la Ciudad de Mapastepec.

1.4.- Vías de Comunicación.

De acuerdo al inventario de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el municipio en el año 2000 contaba con una red carretera de 575.05 Km. Integrados principalmente por la red rural de la SCT (119.6 Km.) red de la Comisión Estatal de Caminos (173 Km.) y caminos rurales construidos por las Secretarías de Obras Públicas, Desarrollo Rural, Defensa Nacional y la Comisión Nacional del Agua (282.45 Km.). La red carretera del municipio representa el 47.1% de la región.

Otra vía de comunicación hasta antes de octubre del 2005, era la más importante de la región corresponde a la vía del ferrocarril en el tramo Tapachula-Ciudad Ixtepec, Oax., comunicando las principales ciudades de la costa como son Huixtla, Mapastepec, Pijijiapan, Tonalá, Arriaga entre otras. Las actividades del ferrocarril dejaron de operar por la afectación de su infraestructura (puentes principalmente) que atravesaban los principales ríos y poblaciones de importancia en la región.

1.5.- Fisiografía

Se localiza en la provincia fisiográfica que Raisz (1964) denomina Tierras Altas de Chiapas, específicamente en las Sub-provincias Sierra de Chiapas y la Planicie Costera del Pacífico, asimismo INEGI denomina a esta provincia como Cordillera Centroamericana.

Fisiográficamente la topografía esta ampliamente diferenciada y dividida por una marcada línea, que separa la Planicie Costera del Pacífico con la Sierra de Chiapas. Mapastepec puede distribuirse de la siguiente manera: el 35 % corresponde a terrenos montañosos, el 20% a planicies, el 30% a lomeríos, el 5% a terrenos accidentados y un 10% a terrenos pantanosos, en el municipio la zona costera tiene una longitud de 55.21 Km. y un ancho que varia entre 13.303 Km. a 18.774 Km., sus elevaciones son menores a 30 m.s.n.m, donde es posible observar planicies de inundación, lagunas, pampas y esteros.

La Sierra corresponde a una zona muy accidentada que pertenece a la Sierra Madre del Sur, inicia con pequeños lomeríos de baja altitud desarrollados en las faldas de la sierra y termina en la cúspide en formas escarpadas, con elevaciones mayores a 2780 m.s.n.m, siendo los cerros Negro, El Mal Paso, El Amparo los mas altos del municipio. Esta sierra forma parte de una cadena montañosa de rumbo noroeste-sureste paralela a la línea costera, que inicia en

el río Astuta y termina en el Volcán Tacaná, justo en la frontera con Guatemala. Representada por sierras abruptas con pendientes que varían entre los 40° y 80° de inclinación.

1.6.- Clima

Por su ubicación geográfica y las bajas altitudes, la Ciudad de Mapastepec, prevalece el clima cálido-húmedo con lluvias en verano. Según la clasificación de Köppen, es semicálido-húmedo con abundantes precipitaciones en verano y con menor intensidad en otoño e invierno, con una temperatura media de 27.9°C.

Se tienen un porcentaje de precipitación invernal 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 1,000 metros sobre el nivel medio del mar perteneciente a la Sierra Madre de Chiapas. Debido a estas condiciones climatológicas, se cuenta con una vegetación tipo selva tropical, mientras en la zona cercana a la costa, prevalece la vegetación especial acuática relacionada con los pantanos, lagunas y manglares. (CONAGUA 2002).

La temperatura media anual varía entre 26 y 31°C en primavera y verano, las temperaturas máximas diarias se registran en los meses de abril y mayo con valores de 30°C y las mínimas en diciembre y enero de 27°C. La temperatura media anual para esta zona se estima 28°C (CONAGUA 2002).

La precipitación media anual calculada para la zona es de 2,989.5 mm con una evapotranspiración potencial media anual de 1745.1 mm. (CONAGUA 2002).

1.7.- Flora y Fauna

La flora del área de estudio varia de acuerdo a las condiciones climatológicas y a la altitud a la que se encuentre desarrollándose.

En la sierra la vegetación es de bosque de encino-pino y la totalidad de su flora esta compuesta por una gran variedad de especies de las cuales las mas sobresalientes son: madre selva, helecho, arboraceo, capa de pobre, cedro, encino, liquidámbar, ciprés, pino, romerillo, manzanilla, primavera, hormiguillo y roble.

A pesar de la fuerte deforestación, en la zona de la planicie costera todavía se puede identificar la flora autóctona, la cual es variada de acuerdo al área que se trate, en zonas de ribera de los esteros el mangle, blanco y mangle rojo y madre sal. En las zona de marismas y humedad residual la vegetación predominante corresponde a la palma real, zapote de agua, tule, lirio acuática balona, papaturro y en la zona intermedia e inicio de lomeríos es común el guanacastle, roble, ámate, manaca, cocotero, huevo de iguana, sauce, jobo-lagarto, palo blanco, jocote, lombricera, guchume y guamucho, yaite y ixcanal.

Aun cuando la caza indiscriminada y la contaminación de los ríos esta dañando los ecosistemas, todavía se encuentran en forma silvestre especies animales, algunas de ellas muy escasas: lagarto real, gato montes, onza, puma, comadreja, pululo, zorra, tigrillo, coyote, tortugas, jabalí, venado, martha, ardilla, tuza, turupache, mapache, armadillo, iguana, censo, mono araña y zorrillo.

1.8.- Hidrografía

El Municipio de Mapastepec cuenta con ocho ríos principales que son: Las Arenas, Novillero, Agua Caliente, Río Viejo, San Nicolás, Tablazón, Puente Toño y Río Sesecapa, estos nacen cerca de los parteaguas de la Sierra Madre entre 10 y 30 Km. de distancia de la planicie costera, en altitudes entre 1700 y 2800 m.s.n.m y desembocan en la misma planicie costera

Los Ríos San Nicolás y Viejo son los importantes por su cercanía con la ciudad, La cuenca del río San Nicolás tiene una superficie total de 132.986 Km², presenta un sistema de drenaje dendrítico con una serie de tributarios de primero y segundo orden cuyas ramificaciones se extienden hacia las partes mas altas de la cuenca, el cauce principal es de sexto orden con una longitud de 29.986 Km., y una pendiente promedio de 04° grados. Las alturas mínimas y máximas encontradas en la cuenca son de 40 y 2780 m.s.n.m. El río tiene un caudal medio anual de 10.4 m³/s, con un volumen anual de 327.2 mm³; el flujo base promedio durante la temporada del nivel bajo es de 0.6 m³/s, con un volumen promedio 19.5 mm³ (SEMARNAT, 2004).

La temperatura mínima encontrada es de 22°C y la máxima de 30°C. El tipo de clima existente corresponde (Aw2) cálido sub-húmedo con lluvias en verano y (Am) cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, donde cae una precipitación promedio anual de 2,989.5 mm., siendo los meses mas lluviosos septiembre-octubre con un promedio mensual de 450 mm. La

temperatura media anual varía entre 26 y 31°C en primavera y verano, las temperaturas máximas diarias se registran en los meses de abril y mayo con valores de 30°C y las mínimas en diciembre y enero de 27°C. La temperatura media anual para esta zona se estima 28°C. (CONAGUA 2002).

Los tipos de suelos encontrados en la cuenca son el Cambisol crómico y Cambisol eútrico, las rocas que dieron origen a estos suelos corresponden a granitos y gneis que afloran en toda la cuenca. La cuenca tiene una superficie de 132.986 km². El uso de suelo esta compuesta por uso agrícola, pecuario, forestal, entre otros. Así mismo dentro de la cuenca existe 13 asentamientos humanos, entre comunidades, ejidos, cantones y rancherías, entre ellas son: San Nicolás, Los Cocos, El Potrero, San Antonio, Los Jarochos, Ampliación de la Victoria, Nueva Libertad el Progreso, Victoria, Pantaleón Domínguez, Unión los Olivos, Nicolás Bravo, El Ayotal y las Palmas.

1.9.- Geología

En el municipio en la parte serrana afloran rocas metamórficas e ígneas y la planicie costera se compone de depósitos cuaternarios. (**Figura 1.3**).

El Complejo Metamórfico Prebatolítico (ePb CM) de edad Cambriano-Devónico, está constituido principalmente por ortogneises, gneises, migmatitas, anfibolitas y paragneises. Aflora al norte de la ciudad paralelo al cauce del río San Nicolás. Aflora de norte a oriente del municipio, en la Sierra Madre de Chiapas, en las inmediaciones del poblado El Frijolar y a 1 Km. al sur, afloran ortogneises de color gris rosáceo en roca sana con tonos gris-naranja en roca intemperizada, estructura masiva, textura bandeada en colores blanco y verdoso. También aflora en el tramo Nicolás Bravo – Los Cacaos, en las inmediaciones del poblado Nueva Costa Rica, se trata de un ortogneis de color gris claro que intemperiza en color castaño, de estructura fanerítica y estructura masiva, constituido por bandas blancas constituida por cuarzo, feldespatos y bandas oscuras de hornblenda, con bordes alterados a óxidos de hierro, afectados y deformados.

El Macizo de Chiapas (Pp-TR MGr-MGd) de edad Pérmico-Triásico, corresponde a un cuerpo batolítico constituido principalmente por metagranito y metagranodiorita, que ha sufrido metamorfismo regional de bajo grado. En la zona aflora a manera de sierra alineada (NW-SE) sensiblemente paralelo a la planicie costera como un granito metamorfizado de color rosa, blanco moteado de negro y gris verdoso que intemperiza en tono amarillento y ocre,

estructura bandeada y porfídica, se observa con fracturamiento intenso y minerales deformados producto del metamorfismo de cizalla.

El magmatismo ocurre como producto de la migración hacia el oriente-nororiente del Bloque Chortis durante el Mioceno, lo que dio origen al emplazamiento de cuerpos intrusivos. El Granito y la Granodiorita (Tm Gd.-Gr) son unidades que representan la porción intrusiva del arco magmático de la Sierra Madre del Sur. En el municipio aflora paralelo a la carretera federal No. 200 Arriaga-Tapachula en la porción norte de la misma.

En la Planicie Costera el material predominante son depósitos continentales cuaternarios representados por aluvión (Qho al) que afloran en la porción sur del municipio. Y paralelo a la línea de costa predominan los depósitos lacustres, palustes y de litoral. (Carta Geológico-Minera Escuintla – SGM (antes COREMI), 1999).

Figura 1.3.- Mapa Geologico a nivel municipio de Mapastepec.

2.- IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES

Para realizar la identificación de los peligros se requiere el seguimiento de un proceso metodológico que se basa en los conceptos básicos de la *Guía Metodológica* para la identificación y zonificación de los peligros naturales al nivel de una zona urbana, documento que se elaboró en un convenio de colaboración entre el Servicio Geológico Mexicano (antes Consejo de Recursos Minerales) y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL – COREMI, 2004).

Antes de iniciar la descripción de los peligros en la región, es importante conocer el significado de “**peligro**”, cuya descripción, de acuerdo a la propia Guía Metodológica es: “*Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo de tiempo y en un sitio dado*”.

De esta forma, los fenómenos potencialmente dañinos o peligros, de origen natural se clasifican en dos tipos:

- Geológicos
- Hidrometeorológicos

La identificación de cada uno de estos tipos de peligro, se realizó a través de recorridos de campo, tomando como base para su evaluación, los criterios indicados en la ya mencionada guía metodológica, con la cual se pudo realizar su cuantificación en el espacio geográfico, sus características de origen y ocurrencia.

Una vez identificadas las zonas de peligro, se indicó su representación en un mapa digital, mientras que la organización de la información se concentró en una base de datos, para que todo en su conjunto, se integrara dentro de un sistema de información geográfica.

2.1.- Peligros geológicos

El municipio de Mapastepec se encuentra dentro de una zona amplia de fallas geológicas que en su conjunto han sido consideradas como una sola estructura asociada a un sistema estructural llamado Falla Motagua-Polochic para una descripción más sencilla. A lo largo de cientos o miles de años, las rocas

afectadas por la zona de falla Polochic se han fragmentado y por efecto de la erosión y del intemperismo se han disgregado, lo que ha generado materiales sueltos sin consolidar como gravas gruesas, arenas, limos y arcillas, depositados al pie de los cerros escarpados. Estos materiales geológicos a su vez presentan movimientos lentos como deslizamientos y caída de materiales, con lo cual conforman un peligro geológico importante (Ayala, 2002^a).

2.1.1.- Peligro por Fallas Geológicas

Una falla es un plano de discontinuidad de una masa rocosa o material poco consolidado en donde se observa, a diferencia de las fracturas, un movimiento relativo entre los bloques resultantes, es decir, la o las fallas rompen una masa de roca y se desplazan diferencialmente. Dependiendo de su movimiento, las fallas son pasivas o activas; las primeras, prácticamente no constituyen un riesgo debido a que no presentan desplazamiento, aunque el plano de falla puede tener material poco consolidado. Las fallas activas, pueden tener desde un movimiento imperceptible en términos históricos; es decir, de varios siglos, hasta otros que suceden súbitamente y que pueden romper aceras, tuberías, viviendas, surcos de cultivo, entre otros, o bien desencadenar sismos, deslaves o derrumbes en áreas inmediatas a la falla. Las fallas se clasifican en función del tipo de desplazamiento, en fallas normales, inversas y de transcurrencia o de tipo lateral. En las dos primeras hay un movimiento vertical entre los bloques y en la tercera el desplazamiento es horizontal.

2.1.2.- Zonificación de Peligro por Falla Geológica

Con los datos disponibles de fallas de la región, se han procesado en modelos de regionalización para comprender como se extienden las zonas de peligro, para representarse en zonas de valores alto, medio y bajo (Ayala, 2002b). En la región de Mapastepec, en donde se ubica el sistema de fallas Polochic representado por las fallas regionales Huixtla y Mapastepec (*Figura 2.2*).

En el municipio de Mapastepec, el sistemas de fallas Motagua-Polochic se expone en una longitud de 19.3 Km., corre en dirección sensiblemente W-E pasando por el poblado de Costa Rica.

2.1.3.- Peligro por inestabilidad de laderas.

a).- Deslizamientos.

Un deslizamiento es un movimiento de roca o material poco consolidado pendiente abajo (*Cruden 1990*) a lo largo de una o varias superficies planas o cóncavas, denominadas superficies de deslizamiento. Actualmente, la investigación de deslizamientos “*lato sensu*” está relacionada con varias áreas del conocimiento, tales como: Ingeniería Civil, Geología, Ingeniería Geológica, Geomorfología, Geotecnia, Mecánica de Suelos y de Rocas, etc.

Bajo el aspecto de la aplicación, la importancia del análisis y control de los deslizamientos resulta de la demanda socioeconómica proveniente de accidentes y problemas diversos concernientes a la inestabilidad de las laderas. (*Brabb 1991*) estima en millares de muertes y decenas de miles de millones de dólares por año, los perjuicios provenientes de la deflagración de estos procesos en el mundo entero. Los procesos de transporte de materia sólida de nuestro planeta pueden ser subdivididos en movimientos gravitacionales de masa, definidos como todos aquellos que son inducidos por la aceleración gravitacional y en movimientos de transporte de masa, donde el material movilizado es transportado por un medio cualquiera, como agua, hielo o aire (*Hutchinson, 1968*).

Los deslizamientos y procesos relacionados, forman parte de la lista de los movimientos gravitacionales de masa, directamente referidos a la dinámica de laderas, distinguiéndose de las subsidencias y colapsos, pertenecientes también a este gran grupo. Es importante considerar el peligro de deslizamiento de roca o suelo sobre zonas urbanas o conurbanas, generalmente en terrenos de mucha pendiente.

La ciudad de Mapastepec se encuentra asentada en las faldas de la Sierra de Chiapas y donde inicia la Planicie Costera, donde los cerros son de poca pendiente y de elevaciones menores. Los deslizamientos observados que se encuentran dentro de la mancha urbana, están asociados principalmente a los cortes del camino de la carretera federal, a cortes de calles así como a cortes derivados de los asentamientos humanos y las zonas cartografiadas dentro del peligro alto y medio se asocian a la influencia del sistema de fallas regionales Motagua-Polichic y al fracturamiento de las rocas de la región, principalmente las más antiguas como las metamórficas e intrusivos metamorfizados.

Los deslizamientos principales se cartografiaron al noroeste de la cabecera municipal con grado alto en los poblados Los Horcones, Las Saucedas, Las Mandarinas, Progreso de Chiapas, Portaceli, Los Cocos, San Marcos, Los Jobs, Gaby, El Carnero, El Arenal y Dr. Samuel León Brindis.

El Peligro medio por deslizamientos se cartografió en Santa Rosa-Las Nubes, Nicolás Bravo, Pantaleón Domínguez, Unión Los Olivos, Nueva Libertad-El Progreso, Las Brisas-San Nicolás, Nueva Costa Rica y sureste de Sesecapa.

Las comunidades del noreste del municipio se ubican en zona de peligro alto por falla son: Nueva Valdivia, Novillerito, San Ramón, Esmeralda, EL Zapote, La Trinidad Dos, Aguascalientes, San Antonio y la ciudad de Mapastepec. Las comunidades que se encuentran en el límite entre el peligro alto y medio son: Progreso de Chiapas y El Morador Novy. Finalmente las comunidades se ubican en el rango de peligro medio por que están fuera del predominio de la falla, sin embargo no están exentas de sufrir daños, son: Samuel León Brindis, Novillero (Viejo Valdivia), Las Mercedes, Juan Escutia Dos, Las Gardenias, La Soledad y Los Cocos.

En la porción sureste, las comunidades que se ubican en peligro alto por exposición a la falla son: Flores Magón y Nuevo Sesecapa. Las comunidades que se encuentran en el límite entre el peligro alto y medio son: El Caribe, Simón Bolívar, Flores Magón y Nueva Sesecapa. Las comunidades se ubican en el rango de peligro medio por que están fuera del predominio de la falla, sin embargo no están exentas de sufrir daños, son: Adolfo Ruiz Cortines, Simón Bolívar, El Barrancón y La Playa.

Al norte de la ciudad de Mapastepec, la falla Motagua tiene dirección NW53°SE, la zonificación de peligro por falla establece que seis barrios de la parte norte, entre ellos Ampliación San Agustín, DIF; Santa Cruz y tres mas que los circundan están expuestos a peligro alto, estos ocupan 133.8 hectáreas lo que representa que el 26% de la superficie de la ciudad esta expuesta a este tipo de peligro. Esta porción muestra como el crecimiento urbano se esta expandiendo hacia esta zona de peligro. Durante los programas de planeación urbana de la ciudad de Mapastepec, es importante considerar la presencia de esta falla geológica (**Figura 2.2**).

En Nuevo Sesecapa, la Falla Motagua pasa al norte de la ciudad con una dirección NW55°SE, paralela al trazo de la carretera federal numero 200. Dentro de la traza urbana cubre una longitud de 2.4 Km. con 470 m de ancho. La zonificación de peligro por falla establece que aproximadamente una cuarta parte de la población esta expuesta a peligro alto. La población muestra su crecimiento urbano al sur lejos de la influencia de la traza de la falla.

2.1.4.- Peligro por Erosión

La erosión consiste en un conjunto de procesos de tipo hídrico, eólico, cárstico (disolución de caliza), marino o glacial, que causa deformaciones en el relieve terrestre en una forma de desgaste de materiales, provocando remoción paulatina del suelo o rocas y materiales sin consolidar (CENAPRED, 2001). En este apartado, se tratan diferentes factores que contribuyen al proceso de erosión en el municipio de Mapastepec, tales como:

- Deforestación intensa
- Pendientes pronunciadas asociadas a las diferentes estructuras geológicas.
- Zonas con fracturamiento intenso (Rocas metamórficas e intrusivos alterados).

La erosión ocasiona grandes problemas, porque los productos generados (sedimentos) son arrastrados por las corrientes naturales en temporada de lluvias; lo cual provoca que los arroyos y ríos se asolven con mayor rapidez y se desborden afectando a la población en general.

La erosión en la región se encuentra en diferentes etapas. En la parte sur de la ciudad, la erosión es menor, porque la vegetación es abundante; sin embargo, en toda la parte norte de la ciudad la erosión es intensa, llegando a formar circos de erosión con sus respectivos abanicos aluviales, sobre estos últimos, se encuentran asentadas las viviendas. La erosión intensa en estos circos, provoca fenómenos como flujos de lodo, mismos que se detallan más adelante.

a.- Erosión Hídrica Laminar.- Se dice que es la remoción de una capa delgada de la superficie terrestre y el agente de desprendimiento de esta superficie son las gotas de lluvia, el resultado de este golpeteo en la superficie es que descubre las partículas del suelo, estas son proyectadas a una distancia considerable; la severidad de la erosión hídrica depende de la cantidad de material que se transporte y la capacidad del agente erosivo para poder transportarlo. Esta se divide en:

a.1).- Nula (Eh0).- Este tipo de erosión es originada en terrenos que son semiplanos o planos, aflora en una amplia extensión de terreno plano formado por sedimentos finos de origen aluvial. Corresponde a una morfogénesis fluvio-acumulativa en tierras llanas o de muy escasa inclinación con una

altitud cercana a la del nivel del mar. La vegetación es inducida para la siembra de pasto de raíz profunda, poca cantidad de árboles o arbustos, esta vegetación ha sustituido a la vegetación original del terreno, se puede observar en los predios de rancherías, su pendiente varia desde 0° hasta 5°, para toda la región se presenta muy cercano a los centros de población, en Mapastepec se cartografió bordeando las porciones sur-oriente y poniente de Hidalgo Novillero (Valdivia), bordeando la cabecera municipal, al sur de la misma hacia la zona de pampas, bordeando Abraham González y La Alianza, al sur y oriente de Nueva Sesecapa (**Figura 2.3**).

También al sur hacia las pampas y poniente de El Consuelo Ulapa, al oriente y sur de Jiquilpan (**Fotografías 2.1 y 2.2**).



Fotografía No.2.1 .- Punto de verificación AC-113, se ubica debajo del Puente Madre Vieja que se localiza sobre la carretera federal No. 200, cerca del campamento de la Policía Federal Preventiva PFP.

a.2).- Débil (Eh1). - Afecta terrenos casi planos o de muy suave pendiente y a lomeríos bajos de escasa inclinación con tierras de cultivo de temporal o con vegetación primaria en concentraciones aisladas formadas por sedimentos finos arcillo-arenosos predominantemente de origen aluvial. Se cartografió en las planicies o lomeríos con pendientes suaves que varían de 2° a 8°, su vegetación no es tan abundante como en la Eh0, existen pastizales cultivados y en muchas ocasiones abandonados, mezclados con pasto natural, arbustos y árboles frutales, la vegetación por lo general es secundaria, simiescaza, por lo general bordea la primer área y se ubica cercano a las poblaciones o vías de comunicación, en la figura aparece cartografiada en fondo blanco con puntos azules y se distribuye sensiblemente NW-SE, cubre principalmente la zona de cambios de pendiente ocupando un 60% aproximadamente del área en estudio. Cubre superficies con erosión hídrica laminar de grado nulo (Eh0), cuerpos de agua, zonas de pampas hasta casi la zona de costa (*Fotografías de 2.2, 2.3 y 2.4*).



Fotografía 2.2.- Erosión hídrica nula (Eh0) asociada con erosión hídrica débil (Ea1) se observa en la ciudad de Mapastepec.

a.3).- Moderada (Eh2). Esta presente en cerros de poca elevación o lomeríos, por lo general se ubica entre la Eh1 y la Ec1 en límite con los cambios de pendiente, casi siempre incluida en la segunda erosión mencionada, las pendientes varía de 9° a 12°, en donde la vegetación se compone de arbustos y árboles de poca altura, escasa presencia de pastos, se cartografiaron principalmente al norte de Mapastepec (*Fotografías 2.5 y 2.6*).

a.4).- Fuerte (Eh3).- Corresponde este tipo de erosión a aquellas formas litológicas medianamente compactadas, masivas o estratificadas desprovistas de vegetación primaria o con cultivos de temporal, o tierras abandonadas o en reposo, cuya morfogénesis es de fase denudativa o estructural plegada, formada por estratos litificados y semiconsolidados. Originada en lomeríos con pendientes de 12° a 16°, se destaca por la presencia de árboles y poco o nada de pasto o arbustos debido a la altura de los primeros. La vegetación al igual que los suelos es escasas, marcados por lo general en pequeños de nódulos ó relictos, casi siempre se asocia e incluye dentro de la erosión concentrada como en nuestro caso (*Fotografías 2.9 y 2.10*).



Fotografías 2.3 y 2.4.- Eh1 asociado a Ea1 y deforestación por ampliación de la frontera agrícola en el municipio de Mapastepec, la foto superior fue tomada en el poblado de Valdivia y la inferior subiendo hacia Nueva Libertada-Progreso.



Fotografía 2.5.- Eh2 asociado a Ec1 y a deforestación por incendios y natural por plagas (Ec2) en el municipio de Mapastepec.



Fotografía 2.6.- Erosión hídrica laminar de grado moderado (Eh2), corresponde al Punto de verificación AC-109, ubicado en Barrio Morelos II.

b.- Erosión Concentrada. Se refiere al desprendimiento de suelos de manera vertical contribuyendo a la formación de cañadas y cárcavas, asociándose a la primera eventos tectónicos que coadyuvan en la profundización de los cauces. Es la que se origina esencialmente por la precipitación fluvial y la debilidad del suelo y se clasifica en:

b.1.- Asociada a cauces y cañadas (Ec1).- Referida a aquellas áreas cuya remoción de partículas de suelo ha permitido la formación de densas redes de drenaje de unos cuantos a varias decenas de metros de profundidad. En función del tipo de roca, agresividad de la lluvia y efectos tectónicos a través del tiempo geológico, la erosión ha dado origen a cauces con diversa profundidad, misma que en algunos lugares, se asocia a factores estructurales de rompimiento o dislocación que favorecen la erosión vertical. Es aquella en donde el agua de lluvia al caer y fluir sobre terrenos con pendientes mayores a 16°, esta provoca canales que al paso del tiempo se pueden convertir en cauces. La morfogénesis corresponde, al tipo denudativo originada por la profunda alteración de intrusivos. Esta erosión predomina al norte de área en estudio ocupando aproximadamente un 25% de la superficie total, se cartografió en toda la porción centro-norte, marcando el límite de la Sierra Madre de Chiapas con la Planicie Costera del Pacífico (*Fotografías de 2.1, 2.5, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11 y 2.12*).

b.2.- Erosión concentrada asociada a cárcavas (Ec2).- Se asocia a zonas de suelos de poca o escasa compactación, debido a su fragilidad se producen surcos o canales las cuales con las precipitaciones fluviales crecen hasta formar barrancos o cañadas profundas, se cartografiaron en zonas con pendientes superiores a 16°. Se refiere a una erosión rápida en todos los sentidos en rocas deleznales o depósitos de sedimentos poco consolidados, sumamente alterados o suelos residuales, donde la lluvia remueve las partículas con relativa facilidad. En el área en estudio estas cárcavas son escasas y de origen antrópico dentro a la erosión concentrada asociada a cauces y cañadas.

La cárcava, es un pequeño surco excavado por las corrientes de agua y arrastrada sobre la superficie terrestre. Se desarrolla fundamentalmente en regiones áridas que registran fuertes precipitaciones ocasionales y dan lugar a un terreno de aspecto acanalado.



Fotografías 2.7 y 2.8.- Erosión concentrada (Ec1) asociado a desbordes del río San Nicolás



Fotografía 2.9 y 2.10.- (Ec1) Erosión concentrada asociado a cauces y cañadas en las partes altas y a desbordes en las partes bajas, en la fotografía superior se asocia a erosión hídrica laminar de grado fuerte (Eh3).

c.- Erosión Antropogénica.- Este tipo de erosión se asocia a la labor del hombre, a veces por necesidades de infraestructura, en otras ocasiones bien o mal intencionadas, ejemplo de esto son: la apertura de caminos, desmonte para áreas de cultivo o ampliación de la frontera agrícola, explotación irracional de bosques y zonas mineras, ampliación de zonas urbanas y todo lo que altera el equilibrio natural del uso del suelo. Se divide en:

c.1.-Erosión antropogénica por asentamientos humanos (Ea1). Este tipo de erosión se le atribuye al hombre, por ser este el principal causante de daños y cambios al suelo, en la búsqueda de expansión urbana, no importándole la inestabilidad del suelo mismo, se cartografió bordeando las principales localidades incluyendo sus zonas actuales de expansión con un tramado en forma de cuadros violetas con fondo blanco (*Fotografías 2.3 y 2.4*).



Fotografías 2.11 y 2.12.- Erosión concentrada asociada a cauces y cañadas (Ec1), a desbordamientos y a deforestación por ampliación de la frontera agrícola (Ea2).



Fotografía 2.13.- Erosión antropogénica asociada a obras civiles-construcción de caminos e infraestructura (Ea3).

c.2.- Erosión antropogénica por deforestación (Ea2). Existen dos tipos de deforestación que son natural y la antrópica o sea provocada por el hombre, la natural se asocia a las características físico-químicas de las rocas asociada a la temperatura, precipitación y pendiente del terreno que ocasiona inestabilidad en las laderas. La deforestación provocada por el hombre se ve reflejada en la tala de árboles para aprovechamiento forestal o para de la frontera agrícola, ganadera o de servicios (*Fotografías 2.5, 2.11 y 2.12*).

c.3.- Erosión antropogénica por obras civiles (Ea3). Este tipo de erosión al igual que las anteriores el hombre es el causante de ella, producto de los cambios que por la construcción de infraestructura para nuestro desarrollo. Como ejemplo las construcciones de vías de comunicación (*Fotografía 2.13*).

c.4.- Erosión antropogénica por aprovechamiento de recursos geológico (Ea4).- Se origina por el aprovechamiento de los recursos naturales, en la explotación de algún yacimiento mineral o banco de materiales, así como en el beneficio del suelo para alguna actividad agrícola o ganadera. En la zona solo se ubicaron pequeños y aislados bancos de materiales pétreos.

d.- Erosión Marina (Em1).- Relacionada con la acción del oleaje, mareas o corrientes de litoral que tienen un carácter destructivo en costas de laderas empinadas o escarpadas, así como, en playas donde depositan sedimentos. De morfogénesis denudativa mareal, estas áreas se ubican en la costa como playas de corta y gran longitud formadas por arena fina y ocasionalmente por fragmentos gruesos, incluso conglomeráticos. Las salientes rocosas esculpidas por la acción del mar, esta erosión tiende a modelar una zona característica de plataforma plana sobre los sedimentos de la costa, en ocasiones sobre dunas de arena y barras.

2.1. 5.- Peligro por Sismos

Los sismos se clasifican de acuerdo con la profundidad, la intensidad y la magnitud. La profundidad determina si el sismo fue superficial o profundo; la intensidad, es la medición del fenómeno de acuerdo con la percepción de la población y es medida en la escala de Mercalli; la magnitud, es determinada también en grados, pero de acuerdo con la cantidad de energía liberada es cuantificada por un sismógrafo en grados Richter (CENAPRED, 2001, CENAPRED, 2004).

El municipio de Mapastepec, se ubica dentro una zonificación por peligro sísmico denominada “D” que se caracteriza por presentar un gran número de sismos y una aceleración en el terreno mayor de 70% de la gravedad, de acuerdo a la zonificación realizada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 1993), el municipio se encuentra en una zona de peligro alto. Se han integrado los sismos publicados por el Servicio Sismológico Nacional (SSN, 1990 - 2003), comprendidos entre los años 1990 al 2003, por lo cual se tiene el registro de la disipación de la energía sísmica dentro del municipio.

El Sur de México se ve afectado por un sin número de sismos debido a que se encuentra en una confluencia de placas tectónica que interactúan entre sí desde hace millones de años y continuará así en el futuro por lo que el peligro sísmico en el estado estará siempre presente. La mayor parte de la corteza continental del estado de Chiapas se encuentra dentro de la placa Norteamericana la cual está en contacto tectónico con la placa Caribe a lo largo del sistema de fallas Polochic–Motagua. Estas dos placas a su vez se encuentran en contacto por subducción con la corteza oceánica de la Placa de Cocos, al poniente (Thorne y Terry, 1995).

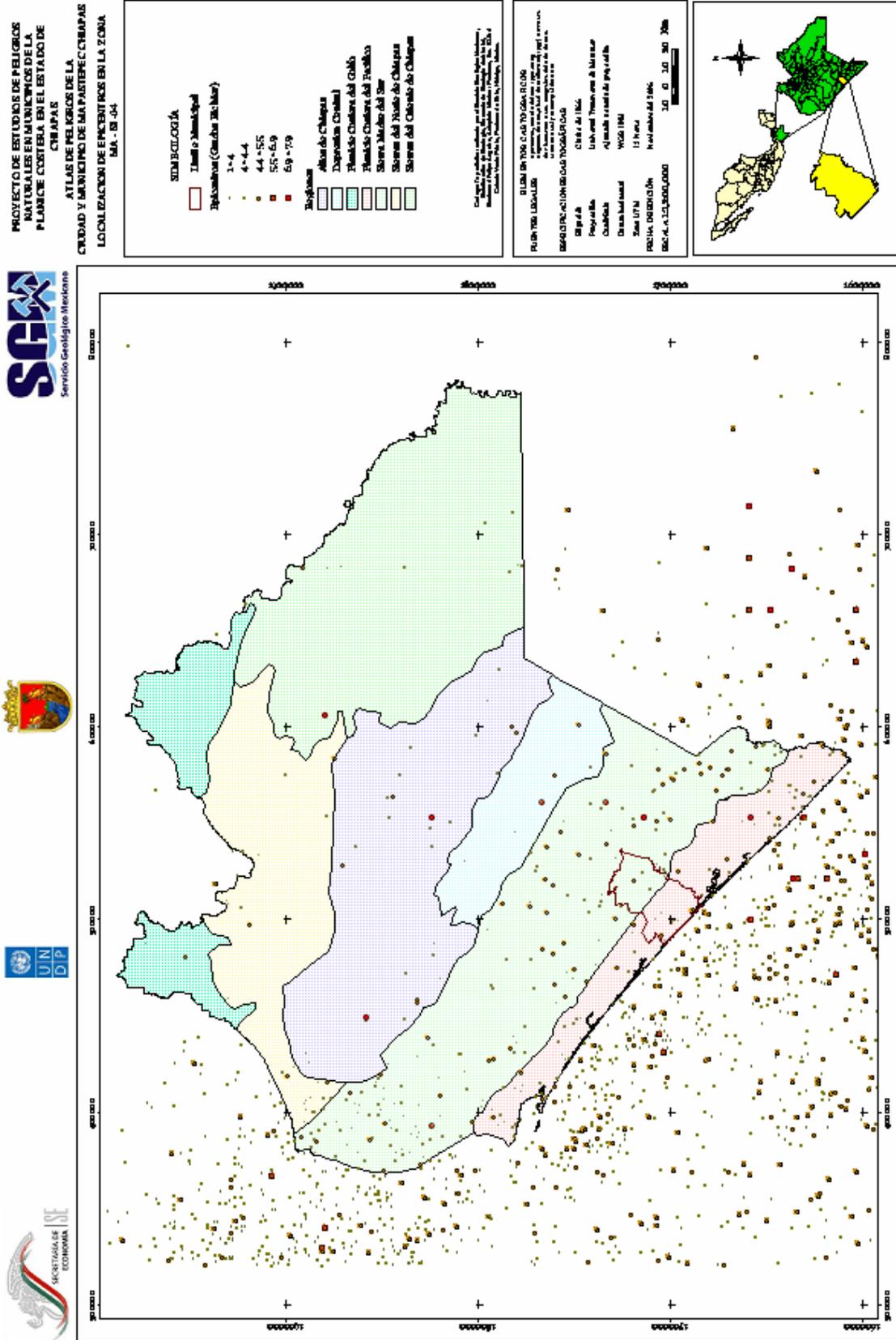
En la zona de subducción conocida como Fosa de Tehuantepec, se generan sismos por interacción entre placas o sismicidad “interplaca” y se almacena y disipa energía sísmica dentro de la corteza continental que genera sismos “intraplaca”. Para el estado de Chiapas se han integrado 1557 registros de epicentros sísmicos del periodo 1990–2003 publicados por el Servicio Sismológico Nacional (S.S.N., 1990-2003), de los cuales el 71 % quedan dentro de los límites de la placa Norteamérica, el 26 % en la placa Caribe y el 3 % en la placa de Cocos (**Figura No. 2.4**).

De acuerdo a la zonificación inicialmente propuesta del peligro por sismos (CFE, 1998), el estado se encuentra dentro de tres zonas de peligro que son:

Zona B.- Región en donde se presentan sismos de poca frecuencia con una aceleración del terreno menor al 75% de la gravedad, con un índice de peligro bajo. En ella quedan comprendidas las regiones de las Sierras del Oriente, Sierras del Norte y la Planicie Costera del Golfo.

Zona C.- Región en donde se presentan sismos menos frecuentes con una aceleración del terreno menor al 75% de la gravedad, con un índice de peligro medio. En ella quedan comprendidas las regiones de Altos de Chiapas y la Depresión Central.

Zona D.- Región en donde se presentan grandes sismos frecuentes con una aceleración del terreno mayor al 75% de la gravedad, con un índice de peligro alto. En ella quedan comprendidas las regiones de Sierra Madre del Sur y la Planicie Costera del Pacífico (**Figura No. 2.5**).



2.3.- Epicentros sísmicos del estado de Chiapas del periodo 1990-2003 de acuerdo al boletín del Servicio Sismológico Nacional.



PROYECTO DE ESTUDIOS DE PELIGROS NATURALES EN MUNICIPIOS DE LA PLANIE COSTERA EN EL ESTADO DE CHIAPAS
 ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE MAPASTEPEC, CHIAPAS
 PELIGRO SÍSMICO EN EL ESTADO DE CHIAPAS
 MA - 01 - 03

SEMIOLOGÍA

▭ Título Municipal

▭ Peligro Sísmico

▭ B

▭ C

▭ D

ESTUDIO DEL DARTO SISMICO

ELABORADO POR: SGM

FECHA DE ELABORACION: 01/08/2012

UBICACION: MUNICIPIO DE MAPASTEPEC, CHIAPAS

ESCALA: 1:50,000

PROYECTO: ESTUDIOS DE PELIGROS NATURALES EN MUNICIPIOS DE LA PLANIE COSTERA EN EL ESTADO DE CHIAPAS

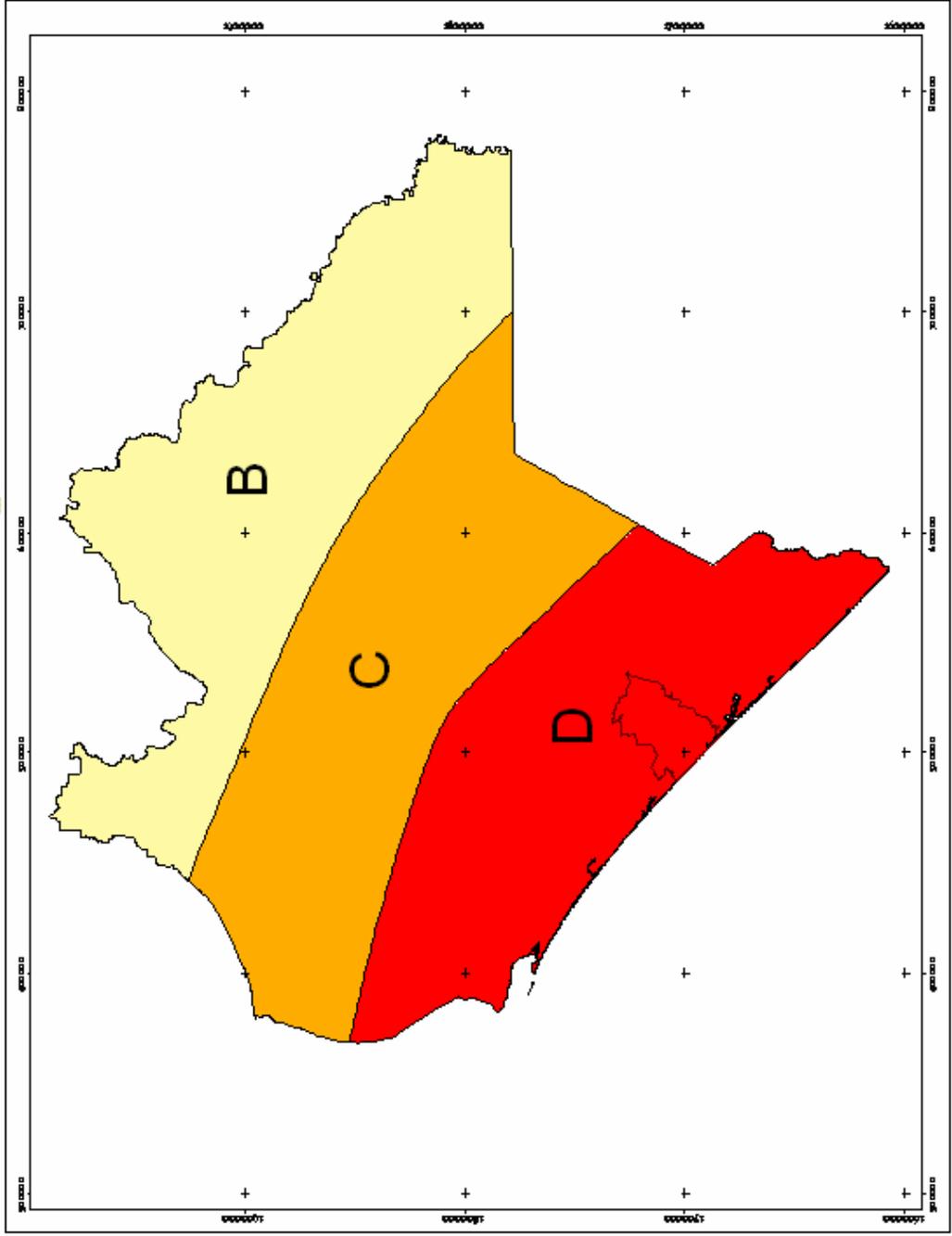
CLIENTE: SECRETARÍA DE SEGURIDAD PÚBLICA

ELABORADO POR: SGM

FECHA DE ELABORACION: 01/08/2012

UBICACION: MUNICIPIO DE MAPASTEPEC, CHIAPAS

ESCALA: 1:50,000

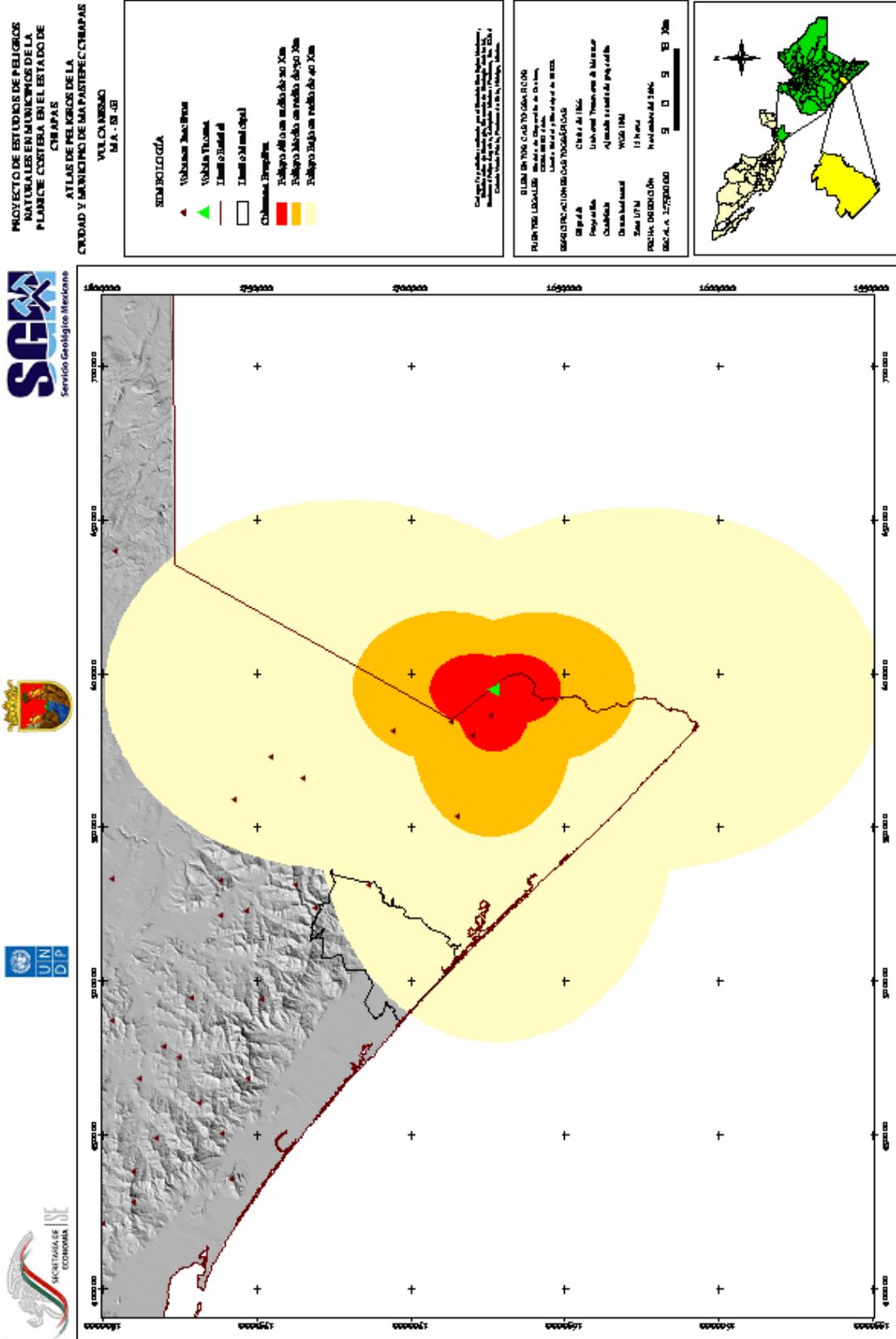


2.4.- Zonificación de peligro sísmico y regiones del estado de Chiapas. Observe en rojo las zonas de peligro mayor. Zonificación realizada por Comisión Federal de Electricidad (2001).

2.1.6.- Peligro por Actividad Volcánica

Los eventos volcánicos son generados por la salida de material magmático desde el interior de la Tierra en forma de lava o ceniza, a través de una chimenea o conducto principal. Entre los principales peligros de tipo volcánico destacan los siguientes: Caída de Ceniza, cuyo peso puede provocar el derrumbe de techos de poca resistencia (sobre todo cuando se acumulan más de 2 cm de espesor); además de provocar contaminación y afecciones a los ojos y las vías respiratorias de la población. Las Bombas, consistentes en la emanación de rocas incandescentes durante las explosiones volcánicas. Los Flujos de lava, ocurren principalmente en los flancos del volcán; son de poca velocidad, aunque pueden generar incendios. Los Flujos piroclásticos, son nubes de ceniza y gases tóxicos de alta densidad y altura (superior a los 100° C) que se deslizan sobre los flancos del volcán a más de 100 Km/h calcinando todo a su paso. No respeta barreras topográficas, lo cual incrementa la peligrosidad (SEGOB, 1993). Avalanchas, deslizamientos y derrumbes, generados por los cambios en la geometría del edificio volcánico por la presión de la lava y los microsismos. Lahares, son flujos de escombros, lodo y agua que se desliza por las cañadas del volcán a alta velocidad (de 40 a 100 km/h). Pueden originarse por el deshielo, por el desborde del agua del cráter o por las lluvias y llegar hasta 100 km de distancia. Gases tóxicos emanados de las inmediaciones de los cráteres y de las fumarolas.

En la región, el único volcán que amenaza la integridad de la población es el Volcán Tacaná; sin embargo, no se tienen antecedentes de daños por erupciones.



2.5.- Peligro volcánico por acumulación de cenizas, con vientos preferenciales al norte y sur no representa ningún peligro, con vientos preferenciales al poniente presenta peligro bajo, áreas de influencia del Volcán Tacaná, en el municipio de Mapastepec.

2.2.- Peligros hidrometeorológicos.

El ciclo del agua, la periodicidad de los vientos, las zonas térmicas y las variaciones de presión son fenómenos que se presentan como parte de la dinámica atmosférica del planeta. Cuando estos fenómenos se manifiestan en forma más intensa pueden ocasionar desastres. En general este tipo de peligros se estudia mediante dos grandes vertientes; la distribución temporal mediante el registro anual de eventos ya sea instrumental, hemerográfico o bibliográfico y la distribución espacial; es decir, la detección de áreas mediante representaciones cartográficas que muestran áreas de afectación o potencialmente afectables. Incluye otras variables como: magnitud, frecuencia, duración, extensión, velocidad de arranque, dispersión espacial, dispersión temporal, entre ellas. Por tal razón, en muchos casos se requiere un análisis histórico. La estadística de los peligros hidrometeorológicos que contribuye en la evaluación de riesgo en zonas urbanas, comprende los temas de:

2.2.1).- Peligro por Inundación

El municipio de Mapastepec históricamente ha sido afectada por inundaciones en sus partes de menor elevación, principalmente en las áreas aledañas a los ríos Las Arenas, Novillero, Agua Caliente, Río Viejo, San Nicolás, Tablazón, Puente Toño y Río Sesecapa donde se han reportado históricamente fracturamientos y demolición total en obras civiles y viviendas por inundaciones y en menor grado por inestabilidad de laderas, aunado a ello, esta jurisdicción se ubica en una región plana colindante con el Macizo de Chiapas donde el tectonismo, fallas geológicas activas, el fracturamiento y erosión de la roca también presentan efectos de afectación ya sea por caída de rocas o flujos de lodo.

El desbordamiento e inundación de zonas bajas de las márgenes del río San Nicolás es una prueba contundente de la interacción de los procesos sociales y naturales en la generación de desastres, donde los fenómenos geodinámicos afectan las estructuras sociales y económicas de la ciudad.

Los repetidos procesos de inundación que ha padecido la ciudad de Mapastepec, están asociados en primer lugar a su ubicación espacial con respecto al cauce del río, ya que la ciudad se encuentra asentada a 1.5 Km. al sur de la desembocadura de la cuenca, solo una pequeña porción de la ciudad esta edificada partes un poco altas respecto al nivel del cauce del río, y

aproximadamente un 30 % de la población se encuentra establecida en antiguas terrazas aluviales de la planicie del río.

Las zonas altas y medias de la cuenca del río San Nicolás padecen un grave proceso erosivo que va de 200 a 415 ton/ha/año, lo que provoca la pérdida de suelo de 10-20 mm/año por arriba de los 500 m.s.n.m (CNA 2000, 2002), siendo más notorio en las partes altas de los municipios de Tonalá, Pijijiapan, Mapastepec, Acacoyahua y Huehuetán (JICA 1999, CNA 2000 y 2002).

Una inundación es la acumulación de agua en grandes cantidades, producto del flujo o el escurrimiento ocasionado por el desborde de ríos, lagos o presas y por lluvias torrenciales o el incremento de las mareas. Una inundación ocurre cuando el sistema de drenaje y las propias características del suelo no son suficientes para que el agua se infiltre. Se tienen antecedentes de inundaciones en el municipio de Mapastepec causadas por el desborde de los diferentes ríos que se encuentran dentro del municipio, este cuenta con ocho ríos principales que son: Río Las Arenas, Novillero, Agua Caliente, Río Viejo, San Nicolás, Tablazón, Puente Toño y Río Sesecapa que se encuentran dentro del municipio.

El principal y el más importante peligro que se encuentra en la ciudad de Mapastepec son por inundación, asociado al desbordamiento de los ríos que se encuentran cerca de esta.

La ciudad de Mapastepec, fue afectada por el desbordamiento del río San Nicolás, esto ocurrió a principios del mes de Octubre del año 2005, esto debido a las lluvias precipitaciones ocasionadas por el Huracán Stan. Las intensas lluvias, los deslizamientos en las partes altas de la sierra, las diferentes características del suelo y la variedad de árboles que fueron arrastrados, lograron una gran acumulación de diferente material arrastrado y siendo insuficiente el ancho de el cauce original del río en algunos puntos para poder controlar el cauce original del río y de esta forma logrando que en zonas bajas o de debilidad se desbordara ocasionando daños a servicios y a la población directamente.

La zona más dañada por este fenómeno hidrometeorológico, junto con todo su flujo turbulento lo causo directamente y con grandes destrozos en el límite oriente de la población de Mapastepec (**Figura No. 2.7**), dañando los Barrios de Guatemalita (en el año de 1998), Santa Cecilia, El Riíto y casi desapareciendo por completo el Barrio de Santa Cruz. Y por otro lado

afectando a las vías de comunicación terrestres, como la carretera federal número 200 Arriaga-Tapachula, la vía del ferrocarril Ciudad Ixtepec (Oax)-Tapachula y puentes de los caminos de tercería que comunican la ciudad con las diferentes poblaciones del municipio.

Uno de los principales objetivos del presente trabajo es la zonificación del peligro por inundación en la ciudad de Mapastepec en tres zonas o áreas, con el mismo número de rangos de peligro por inundación, (asignándole un diferente color para cada rango) Alto (rojo), Medio (amarillo) y Bajo (verde) (*Figura No. 2.7*). Para que este sirva como apoyo para mitigar los daños a la población en general. De esta forma presentar una cartografía de peligros para que la autoridad correspondiente elabore programas de prevención de los desastres naturales por inundación.



Figura No. 2.7.- de zonificación de la ciudad de Mapastepec en tres diferentes rangos de peligros por inundación, el color rojo el peligro alto, en color amarillo el peligro medio y en color verde el peligro bajo.



Fotografía 2.14.- Vista aérea de la Ciudad de Mapastepec, esta es la parte de la ciudad en donde el río causó mas daños (foto aérea viendo al SE). Al fondo (de la foto) se observa el cauce original, a una distancia de 1 400 m. de la población, y en el centro se observa el brazo del río que se desbordo hacia el SW y daño a la población.



Fotografía 2.15.- Con clave MP-002 (foto tomada viendo al NW). Este punto esta ubicado al NE de la ciudad de Mapastepec, a la orilla del río San Nicolás, en el lugar conocido como El Caribe.

Este punto es quizás el o uno de los mas importantes, ya que fue en este lugar en donde se desbordó el río en el mes de octubre del 2005, en esta estación había un cerrito (una pequeña elevación topográfica de unos 25 m de alto) que hacia el papel de barrera natural y de esta forma el río tenia su cauce original en dirección SE (con respecto a este punto), por él cerro pasaba el conducto del agua potable y para colocar estos se tuvo que romper o abrirse una parte del cerro en dirección Sur, la misma dirección que tomo el desbordamiento del río. La litología en este punto es el Granito del Macizo de Chiapas, pero este se encuentra muy intemperizado, lo cual hace que no este del todo muy compacto y/o fuerte para soportar las fuertes turbulencias o avenidas extraordinarias del río.



Fotografía 2.16.- Con Clave MP-014 (foto tomada viendo al SE). En este punto es en donde se divide el cauce original del río (lado izquierdo de la foto) y la zona de inundación (lado derecho de la foto), también se puede observar el dique.



Fotografía 2.17.- Con clave MP-009 (esta foto se tomo viendo al Sur). Este punto es otro de los más importantes (aquí no es el cauce original del río), ya que en este lugar es donde el río ya desbordado y tomo otra dirección más al SW, con dirección hacia la población. En este lugar se encuentra un pequeño cerro de 10 m. de alto y este pudo haber desaviado el curso de la corriente del río. Aquí se construyó un dique de 4 m. de alto y 4 m. de ancho en la base, en su totalidad esta hecho de grava gruesa y rodados de 15 a 35 cm. de diámetro y por lo tanto no se ve muy resistente para soportar una gran creciente del río.



Fotografía 2.18.- Con clave MP-010 (esta foto se tomo viendo al SE). En este punto es donde el río empezó a introducirse con dirección hacia la ciudad y a dañar las casas del Barrio Santa Cruz, aquí la planicie de inundación tiene 500 m. del límite de las casas dañadas hacia el oriente y el río se encuentra a 650 m. en el mismo sentido. En el fondo de la foto se ven o aprecian algunas de las tantas viviendas dañadas casi en su totalidad por las inundaciones, estas en el Barrio Santa Cruz.



Fotografía 2.19.- Con clave MP-050 (foto tomada viendo al NE). En este punto se ve el brazo del río que se desbordó con dirección hacia la población. En este lugar estaban asentadas casas de una parte del barrio Santa Cruz. Aquí la planicie de inundación es de 600 m. el cauce original de río se encuentra a 350 m. al Este de este punto (al lado derecho de la foto).



Fotografía 2.20.- Con clave MP-051. Este punto se encuentra en la calle 15ª Oriente esquina con la 7ª avenida Norte (desaparecida) del Barrio Santa Cruz, este lugar es uno de los más afectados por la corriente del brazo del río que se desbordó, aquí el nivel del agua alcanzó 1.8 m. y dejó un espesor de arena de hasta 1 m. En la foto se pueden ver las casas dañadas parcialmente por la fuerza de la corriente.



Fotografía 2.21.- Con clave MP-052 (foto tomada viendo al Oeste). Este punto se encuentra en la esquina de la 15ª calle Oriente y la 5ª avenida Norte y nos marca el límite entre el peligro alto y medio, en este lugar el agua subió hasta 1.2 m. y cubrió esta zona durante 3 días, aquí se ven rodaos de hasta 20 cm. de diámetro, lo que significa que aquí todavía el agua tenía corriente pero no la suficiente para derribar las casa (aquí no hay casas dañadas en su estructura), por que aquí no causo grandes daños a la población.



Fotografía 2.22.- Con clave MP-053 (foto tomada viendo al Norte) El Barrio Santa Cruz. En este lugar el peligro por inundación es alto, ya que en esta parte el agua llevaba

mucha corriente, y esto se puede percibir por que aquí están las casas dañadas casi por completo, hay rodados de hasta 40 cm. de diámetro y arena de grano grueso, en este lugar el agua alcanzo el nivel de 1.9 m.



Fotografía 2.23.- Con clave MP-047 (foto tomada viendo al Sur). Barrio Santa Cruz, en este lugar el peligro por inundación es alto ya que el río destruyo las casas casi por completo ya que el agua con su corriente llevo hasta 1.85 m, aquí pasaba la 7ª avenida Norte. Este lugar es el limite Oriente de la ciudad.



Fotografía 2.24.- Con clave MP-036 (foto tomada viendo al Sur). Este punto se encuentra al Este de la ciudad a 700 m. del límite de la población. En este punto es el límite Este donde daña más el río, en la foto se ve la última de las casas dañadas, el río se encuentra 150 m. al Este de este punto. En este lugar la litología es de arenas de grano medio y fino.



Fotografía 2.25.- Con clave MP-056 (foto tomada viendo al Norte). Este punto se encuentra 90 m. al Este del límite de la población, en este lugar se construyó un dique, pero este no presenta una continuidad y está hecho principalmente de arena, grava y rodados menores de 20 cm. de diámetro, lo cual no lo hace muy resistente para soportar una crecida del río.



Fotografía 2.26.- Con clave MP-058. Este punto se localiza en la 3ª calle Oriente del Barrio El Riño, en este lugar el nivel del agua subió hasta 1.2 m. y dejando un espesor de 1 m. de arena, el agua tardo 3 días para volver a la normalidad. En esta cuadra la corriente del río afecto parcialmente las 5 primeras casas, este lugar se encuentra en peligro alto y a pesar del peligro y de que las casas están dañadas casi en su totalidad las personas sieguen viviendo aquí e incluso en las casas dañadas.



Fotografía 2.27.- Con clave MP-059 (foto tomada viendo al Sur). Este punto se encuentra a 60 m. al Este del límite de la población del barrio El Riño, aquí se esta

construyendo un dique de 4 m. de ancho en su base y 2.5 m. de alto, pero el problema es que este dique esta hecho casi en su totalidad de arena de Grano medio a fino lo cual no lo hace muy resistente para controlar una gran creciente del río. Las casas que se encuentra cerca de este lugar fueron afectadas ya que el agua subió hasta 1.8 m. del nivel del piso.



Fotografía 2.28.-Con clave MP-048 (foto tomada viendo al Este). Este punto se localiza en la esquina de la calle Central Oriente y la 5ª avenida Norte, del Barrio El Riíto. Hasta este lugar es a donde llego el agua con corriente, las casas de esta zona no fueron dañadas en su estructura (al fondo de la foto se puede ver la planicie de inundación que dejo el desbordamiento del río).



Fotografía 2.29.- Con clave MP-060 (foto tomada viendo al SE). Este punto se encuentra en la 5ª Avenida Sur, del Barrio El Riúto. En este lugar las casas fueron dañadas por la fuerte corriente, ya que esta llegó hasta el límite de la casa que se ve en la fotografía, la corriente no subió hasta la calle, ya que esta tiene 1.5 m. más de alto que la del nivel de la planicie de inundación. El agua tardó 8 días en bajar.



Fotografía 2.30.- Con clave MP-061. Este punto se encuentra en el limite Este del Barrio Santa Cecilia, en este lugar el agua subió hasta 1.2 m. del nivel del piso. De este lugar hacia el Este, la planicie de inundación alcanzo 650 m. aquí el agua llego con mucha corriente ya que afecto varias casas.



Fotografía 2.31.- Con clave MP-049 (foto tomada viendo al Norte). Barrio Santa Cecilia. En este lugar el cauce o la corriente del río se desvió alejándose un poco de la ciudad, estas son unas de las últimas casas que fueron dañadas, estas viviendas a pesar de que están dañadas las personas siguen habitándolas. De este punto el cauce original del río se encuentra a 1,300 m. al oriente y la planicie de inundación es de 600 m. hacia el mismo sentido, en donde se encuentra una parte (como una isla) no inundada pero si se encuentra entre la planicie de inundación y el cauce original.



Fotografía 2.32.- Con clave MP-067(foto tomada viendo al SW). Punto ubicado en la 5ª Avenida Sur esquina con la 8ª Calle Oriente, en el Barrio Santa Cecilia. Este punto nos marca el límite entre el peligro alto y medio, aquí el agua que corría sobre las calles no llevaba mucha corriente y el nivel máximo que alcanzo es de 40 cm., no hubo daños a las casas de este lugar.



Fotografía 2.33.- Con clave MP-071. Este punto se encuentra en El Barrio del DIF, en esta zona fueron afectadas 3 viviendas por inundación de la precipitación y también asociado al desbordamiento del canal de aguas negras que pasa a 50 m. al oriente, el agua subió hasta 1 m. de nivel. En esta zona el peligro por inundación es medio, a pesar de que el río pasa a 2,300 m. al oriente del sitio.



Fotografía 2.34.- Con clave MP-072 (foto tomada viendo al Este). Este punto se localiza en El Barrio El Recuerdo, ubicado en la parte Sur de la ciudad. En este lugar el peligro por inundación es bajo.



Fotografía 2.35.- Con clave MP-074 (foto tomada viendo al Sur). Este punto se localiza en la esquina de la 3ª Avenida Sur con la 14ª Calle Oriente del Barrio Santa Cecilia. Y este nos marca el límite entre el peligro medio y bajo, en este lugar las calles no se

encuentran pavimentadas y el agua precipitada se encharca en algunos puntos de este Barrio pero sin causar daños a la población.



Fotografía 2.36.- Con clave MP-075 (foto tomada viendo al Sur). Este punto se encuentra sobre la 10ª calle Oriente, en el Barrio Santa Cecilia. Y nos marca el límite entre el peligro medio y bajo, sobre esta calle corre el agua que viene del norte de la ciudad pero la mayoría o toda esta agua es de las precipitaciones, el agua que escurre sobre las calles no representa peligro para la población, a este lugar no llegó el agua del río.



Fotografía 2.37.- Con clave MP-076 (foto tomada viendo al Este). Este punto es prácticamente de control y se encuentra en la esquina de las calles Sexta (6ª calle) Oriente y Primera (1ª av.) Avenida Sur. Este punto nos marca el límite entre el peligro Medio y el Bajo, hasta este lugar no llegó el agua del río, ya que se encuentra un poco más elevado respecto a los lugares donde el río afectó las viviendas.



Fotografía 2.38.- Con clave MP-073 (foto tomada viendo al Sur). Este punto se encuentra en el Barrio DIF, sobre la 5ª Avenida Sur, cerca de este lugar se encuentra ubicado provisionalmente el rastro municipal. En esta zona el peligro por inundación es bajo, ya que el agua del desbordamiento del río no llegó hasta aquí, pero aquí pasa el canal de las aguas negras con una dirección al SE, y este se encuentra dañando el puente y sus paredes. Este canal solo unos cuantos metros más hacia el NW pasa en medio de las casas y es posible que si no se tiene una buena canalización pueda con la humedad dañar los cimientos de las viviendas.



Fotografía 2.39.- Con clave MP-069 (foto tomada viendo al Norte). Este punto se localiza en costado oriente del Barrio Mario Galindo, en este barrio el agua llegó hasta 35 cm. pero sin mucha corriente, la mayor corriente que hubo aquí se escurrió hacia el sur por la calle. De este punto el cauce original del río está a 1,800 m. al oriente y a 100 m. la planicie de inundación. Aquí a pesar de que no hubo daños en el 2005, por encontrarse inmediato a la planicie de inundación y por la homogeneidad de la topografía el peligro por inundación en este lugar es alto.



Fotografía 2.40.- Con clave MP-064 (foto tomada viendo al SE). En este punto se localiza en la *Ranchería el Puentón* y esta se encuentra colindando con la vía del tren y cuyo terraplén sirve como represa, aquí el agua subió hasta 1 m. pero sin corriente, no hubo gran daño a viviendas, la vegetación es regular ya que hay varios árboles que miden hasta 35 m. de altura. De este punto a 100 m. poniente (Oeste) se encuentra un puente de la vía del tren, por donde pasaba la corriente, pero aquí las aguas se represaron, ya que el puente se taponó con la basura (árboles, ramas, troncos, etc.) que venía arrastrando el río, este puente tiene 35 m. de largo y fue dañado en su costado poniente. La litología en este lugar consiste de arenas de grano medio a fino casi sin rodados.



Fotografía 2.41.- Con clave MP-046 (foto tomada viendo al Sur). Este punto se localiza en el basurero municipal, ubicado al NW de la ciudad (a 1100 m). Este basurero se localiza a 300 m. al Sur de la carretera federal Tonalá-Tapachula y a menos de 100 m. de el río Viejo. Este basurero no tiene un control sanitario, es solo un tiradero y se encuentra en una planicie con una pendiente de 10° casi hacia el río, este basurero representa un gran peligro de contaminación para el río y en una creciente poder arrastrar la basura y atorarse en algún puente para topar el paso de la corriente hasta desbordarse, la litología en este lugar es aluvión.



Fotografía 2.42.- Clave MP-065 (foto tomada viendo al NW). Este punto se tomo sobre el camino que va hacia la Ranchería El Puentón, en este lugar hay 3 casas habitadas, el agua del río subió hasta 0.5 m. pero sin mucha corriente y estas no tuvieron daños severos, ya que este lugar se encuentra entre el Cauce Original del río (que se ubica a 1, 200 m. al oriente de este punto) y el brazo que se desbordo de este, abarcando hasta el limite de la población, que son 450 m. de planicie de inundación. En este lugar hay vegetación regular y esta un poco alto respecto a sus orillas (planicies de inundación), pero a pesar de no haber sido afectados se considera este lugar como zona de peligro alto. La litología que predomina en este lugar son las arenas de grano medio a fino sin rodados.



Fotografía 2.43.- Con clave MP-066 (foto tomada viendo al Norte). Este punto se encuentra a 130 m. al oriente del limite del Barrio Santa Cecilia, sobre un camino de terrecería (camino El Cascaron) que va hacia la ranchería El Puentón. En la orilla del barrio se encuentran casas dañadas que siguen siendo habitadas, este punto es de peligro alto. En este lugar la planicie de inundación tiene 700 m. de ancho, abunda la arena de grano grueso y medio.



Fotografía 2.44.- Con clave MP-079 (foto tomada viendo al Este). Este punto se encuentra en el Barrio Santa Cruz y nos marca el límite entre el peligro medio y bajo. Hasta este lugar no llegó el agua del río pero por su cercanía a la zona de desbordamiento y a la topografía este lugar se está considerando como peligro medio de este punto hacia el este.



Fotografía 2.45.- Con clave MP-080 (foto tomada viendo al Este). Este punto se encuentra sobre la 17ª calle Oriente, frente a la cancha de fútbol, en el Barrio Santa Cruz y nos marca el límite entre el peligro medio y bajo. Este lugar no fue afectado por las inundaciones de Octubre del año pasado (2005), el agua del río no llegó hasta este lugar y tampoco tiene problemas por encharcamiento ya que sus calles están pavimentadas y tienen pendientes suaves por donde corre el agua de las precipitaciones.



Fotografía 2.46.- Con clave MP-081 (foto tomada viendo al Este). Este punto se encuentra sobre la 13ª calle Oriente, en el Barrio Santa Cruz y marca el límite entre el peligro medio y bajo. El agua no llegó hasta este punto, en este lugar no hubo ningún daño por las inundaciones.



Fotografía 2.47.- Con clave MP-082 (foto tomada viendo al Este). Este punto se encuentra en la calle 9ª Oriente número 201, frente la Quesería Órnelas y marca el límite entre el peligro medio y bajo. El agua del desbordamiento del río llegó a 100 m. al oriente de este punto y en este lugar no hubo daños por los desbordamientos de los ríos.



Fotografía 2.48.- Con clave MP-083 (foto tomada viendo al Este). Este punto marca el limite entre el peligro medio y bajo, el agua del desbordamiento del río llego 120 m. al oriente de este punto y en este lugar no hay daños por las inundaciones.

Las precipitaciones ocasionadas por los Huracanes Rita y Norma entre el 24 y 25 de septiembre de de 2005 surgieron los primeros desbordamientos y destrozos en la región con el desbordamiento de 20 ríos, inundaciones y deslaves en 12 municipios incluyendo el de Mapastepec (**Figura No. 2.7**), afectaciones a la agricultura y ganadería en 361 localidades de Chiapas; a partir del 1 de octubre de 2005, se configuraron condiciones climáticas para la catástrofe que se enfrento ese año, en el Océano Atlántico se formó la Depresión Tropical No. 20 que se convirtió rápidamente en tormenta tropical y luego en el Huracán Stan cuya humedad se sumó a la ya concentrada en esta región, en esta zona vivieron lluvias torrenciales de carácter extraordinario durante cuatro largos e interminables días, en esta región del soconusco (en ella se incluye al municipio de Mapastepec) se registraron precipitaciones del orden de 600 a 700 mm en un lapso de 72 horas (fuente: CONAGUA, 2006) esa cantidad de lluvia representa mas del doble de la precipitación media histórica en todo el mes de octubre y casi la tercera parte de la media anual de la región; fue tanta la cantidad de lluvia, que cayó el equivalente al agua que llueve en el Distrito Federal en dos años, cabe mencionar que en los municipios de la costa afectados por el huracán Stan, la lluvia promedio fue hasta de un 88% mas que las lluvias registradas en 1998 durante las

afectaciones en la misma región causadas por el huracán Mitch; las lluvias provocadas por Stan, golpearon esta región sin piedad durante cuatro días y sus noches, en la mañana del 4 de Octubre del 2005, los cauces de los grandes ríos de esta región comenzaron a ser insuficientes para contener cientos de miles de metros cúbicos de agua que bajaban de la sierra y partes altas de la llanura costera cuyo torrente provocó el desbordamientos de los mismos. Del 3 al 6 de Octubre se registraron precipitaciones en las estaciones hidrometeorológicas de Pijijiapan- Pijijiapan con 457 mm, Novillero (Mapastepec) 818 mm, en Tapachula Observatorio 516 mm, en Tonalá 648 mm y en El Despoblado (Villa Comaltitlán) 741 mm (fuente: CONAGUA, 2006).

Para esta zona la declaratoria de emergencia en el 2005 se extendió a 41 municipios incluyendo a Mapastepec el torrente provocó el desbordamiento de 98 ríos y arroyos que afectaron a 800 localidades, provocando según las cifras oficiales el fallecimiento de 82 personas, quedaron parcial o totalmente aisladas aproximadamente 700 mil personas por cierre y derrumbe de caminos.

Figura No. 2.8.- de zonificación del municipio de Mapastepec en tres diferentes rangos de peligros por inundación, el color rojo el peligro alto, en color amarillo el peligro medio y en color verde el peligro bajo.

3.- CONCLUSIONES

a).- La ciudad y municipio de Mapastepec, se encuentran en peligro por fallas geológicas, la parte norte del municipio en peligro alto, la zona de cambio de pendiente en peligro medio, algunas partes de la ciudad sobre todo la porción norte en peligro alto y medio.

b).- La erosión predominante es la erosión hídrica en sus grados bajo (50%) (Eh1), nulo (25%) (Eh0) y moderada (10%) (Eh2) que se observa en las porciones centro y sur, que aunque presenta zonas deforestadas debido a la intensa actividad agrícola y ganadera, favorece a la desaparición de la capa superficial del suelo, permitiendo una erosión mas profunda y de forma mas acelerada, en orden de importancia se tiene la erosión concentrada asociada a cauces y a cañadas (15%) (Ec1) que se ubica únicamente en la porción norte que representa el extremo del municipio.

c).- La Ciudad de Mapastepec se encuentra en peligro por inundación en grado alto, debido a la cercanía de los ríos San Nicolás y Viejo, también a la topografía que es predominantemente plana y solo unos cuantos barrios se encuentran en partes poco elevadas, la vulnerabilidad es alta ya que la población sigue asentada en las zonas de peligro alto.

d).- Con los eventos del año pasado (2005), se puso de manifiesto la vulnerabilidad en algunas zonas de la ciudad en lo referente a peligro por inundación, debiéndose probablemente a un inadecuado manejo de suelo, asociado a la falta de planeación urbana, manifestándose en algunas construcciones que permanecen establecidas sobre las márgenes de los ríos.

e).- Considerando estos elementos se reconocieron tres zonas de peligro por inundación dentro de la ciudad: alto medio y bajo:

e.1).- La zona de peligro alto comprende una franja que abarca desde el cauce original del río y hasta donde llego el desbordamiento con mucha fuerza, dañando las estructuras de las casas, la altura del agua subió mas de 50 cm.

e.2).- La zona de peligro medio es una franja paralela a la zona de peligro alto y que abarca aproximadamente entre 70 y 200 m. de ancho dentro de la ciudad. El nivel del agua subió de 10 hasta 50 cm.

e.3.- La zona de peligro bajo en un poco mas extensa y esta se localiza en la parte central y poniente de la ciudad y abarca entre los 800 y 1450m. El nivel del agua subió hasta 10 cm.

4.- RECOMENDACIONES

a).- Se recomienda reforzar el dique que se construyó en la parte donde rompió el río ya que este a pesar de estar hecho de rodados grandes no están unidos entre ellos por alguna matriz de grava, arena o en el mejor de los casos de cemento, y otra forma de reforzar sería de manera que con barreras naturales, como plantar árboles al margen del cauce ya que si el río se logra encausar bien por su original cauce es más difícil que pueda causar daños a la población de la ciudad.

b).- Hacer trabajo comunitario de limpieza sobre el cauce del río, principalmente quitar del cauce principal del río y de sus márgenes todos los árboles tirados, ramas y basura que pudieran ser arrastrados, atorarse en puentes y servir como represa, y de esta forma se deja paso libre a las aguas evitando se represe en zona alguna y se desborde.

c).- Implantar nuevos y mejores programas de regulación del cambio del uso de suelo, procurando que las viviendas se construyan en terrenos fuera de las zonas cartografiadas en peligro alto o medio por inundación.

d).- Reubicar a las viviendas que se encuentren o estén afectadas directamente por estos fenómenos.

e).- Promover programas de reforestación en las partes altas de la cuenca y sus microcuencas.

f).- Crear un programa continuo de mantenimiento, desazolve y limpieza de los ríos y de los drenajes que cruzan o se encuentran dentro de la ciudad.

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

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

j).- El desarrollo de un programa de crecimiento agroindustrial entre Tonalá, Pijijiapan, Mapastepec, Acapetahua, Acacoyahua, Escuintla y Huixtla, para incentivar el crecimiento entre estas localidades, favoreciendo la creación de nuevos empleos a largo plazo, reactivando la agricultura de riego y la reforestación.

k),- Otra recomendación importante es la de reubicar el basurero (tiradero) municipal ya que este se encuentra muy cerca del río Viejo, representando un foco de contaminación para el río y este convertirse en un agente para transportar la basura sobre su cauce y llegar a estrechar el paso de la corriente en algún puente para provocar un desbordamiento.

5.-BIBLIOGRAFÍA

Ayala, C. F. J., 2002a. Introducción al análisis y gestión de riesgos. Riesgos naturales, ED. Ariel, pp. 133-135.

Ayala, C, F. J., 2002b. Introducción a la matemática probabilística del riesgo. Riesgos naturales, ED. Ariel, pp. 1147-148.

Carfantan J. C. (1977).- La Cobijadura de Motozintla – Un Paleoarco volcánico en Chiapas, México D. F. Universidad Nacional Autónoma de México, Revista del Instituto de Geología Volumen 1, Numero 2, paginas 133 – 137.

Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED, 2001. Diagnóstico de Peligros e identificación de Riesgos de Desastres en México. 225 p.

Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED, 2004. Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república Mexicana en el año 2003. pp. 299-355.

Comisión Federal de Electricidad, CFE, 1993. Manual de obras civiles.

Comisión Nacional del Agua, CNA, 1999. Sistema de Alerta Hidrometeorológica Motozintla, Chiapas. 43 p.

Gobierno del Edo. De Chiapas y otras dependencias. 2002. “Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mapastepec, Chiapas”. 241 p.

Secretaría de Desarrollo Social y Consejo de Recursos Minerales, SEDESOL – COREMI, 2004. Guía metodológica para la elaboración de atlas de peligros naturales a nivel de ciudad, identificación y zonificación, 101 p.

Secretaría de gobernación, SEGOB, 1993. Guía técnica para la preparación de mapas de ubicación geográfica de riesgos. Sistema Nacional de Protección Civil

Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, SEMARNAT, 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1996.

Servicio Sismológico Nacional, S.S.N., 1990-2003. Boletín del servicio sismológico Nacional.

6.- GLOSARIO DE TÉRMINOS

Absorción.- Es la capacidad de un material de retener entre sus moléculas las de otro ya sea en estado líquido o gaseoso, sin que ocurra una reacción.

Acciones antrópicas.- Acciones realizadas por la especie humana; del Griego anthropos (hombre).

Acidez.- Son ácidas las disoluciones que tienen pH menor de 7, esto significa que sus concentraciones de iones H_3O^+ es mayor que los iones OH^- . Las disoluciones ácidas corroen los metales, tienen un sabor picante característico y pueden producir quemaduras y otros daños si se ponen en contacto con la piel cuando el pH es muy bajo.

Acimut: Ángulo que forma el plano vertical que contiene una dirección con el meridiano local, contado en el plano del horizonte en sentido retrógrado. Como origen se toma en unos casos la dirección sur y en otros la norte.

Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento Estrato de roca permeable que puede almacenar agua si se encuentra situado sobre otro estrato impermeable.

Agentes perturbadores.- Se denominan a los diferentes fenómenos que pueden causar un desastre, sismos, huracanes, etc.

Aguas nacionales: Las aguas propiedad de la Nación en los términos del párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Alineamiento.- Característica topográfica lineal que podría representar una estructura de la corteza.

Alóctono.- 1) Material que se ha formado o introducido en otro sitio distinto del que ocupa cuando ha sido encontrado. 2) Fragmentos rocosos que han sido expulsados de un cráter durante su formación y que caen de nuevo dentro del cráter rellenándolo parcialmente o cubren sus laderas exteriores después del impacto.

Altitud.- Altura de un punto de la tierra con relación al nivel del mar.

Aluvión: corriente fuerte de agua que transporta arena, lodo y grava.

Ambiente: Conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados;

Amenaza Sísmica.- Posibilidad de ocurrencia de movimiento de terreno capaz de generar una respuesta dinámica importante de información geológica natural o de las construcciones desplantadas en sitios afectados por dichos movimientos.

Análisis de peligro (Hazard Analysis).- Es una técnica de naturaleza predictiva y objetiva. Identifica los tipos de eventos peligrosos, determina la frecuencia de tales eventos y define las condiciones especiales y temporales de su ocurrencia.

Análisis de riesgo (Risk Analysis).- Es una técnica que a partir del análisis de peligros, trata de cuantificar las informaciones, correlacionado las probabilidades de consecuencias indeseables, estimando los daños y realizando estudios de vulnerabilidad.

Anticlinal: Pliegue de terreno cuyo núcleo está constituido por las rocas estratigráficamente más antiguas.

Antrópico o antropogénico.- De origen humano o de las actividades del hombre, incluidas las tecnologías.

Aprovechamiento sustentable: La utilización de los elementos naturales, en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos indefinidos.

Áreas Naturales Protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley.

Atlas estatales y municipales.- Se representan no solo información de los peligros, sino también de los riesgos que se derivan de las condiciones locales

específicas y de la situación de la población y de infraestructura expuesta a los fenómenos potencialmente desastrosos.

Área suburbana o semiurbana.- Zona con núcleos de población entre 5,000 y 15,000 habitantes. En estas áreas puede(n) presentarse alguno(s) de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

Área urbana.- Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y puede(n) presentarse alguno(s) de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

Asentamiento humano.- Establecimiento provisional de un grupo de personas, con el conjunto de sus sistemas de subsistencia en un área físicamente localizada.

Atlas Nacional.- Solo puede proporcionar una información mas completa posible sobre peligros y sobre incidencia de fenómenos a escala regional, poca es la información que puede incorporarse sobre los efectos locales y sobre sistemas que pueden ser afectados.

Atmósfera terrestre.- Es la envoltura gaseosa, de unos 2,000 Km. de espesor, que rodea la tierra.

Avenidas.- Situación que se produce cuando crece el nivel del agua que trae un río y en poco tiempo llega una gran cantidad a un lugar que se ve inundado.

Balance Hídrico.- Termino que se refiere a las relaciones entre la ganancia y pérdidas de agua (en forma de evaporación, precipitación, escorrentía o almacenamiento superficial subterráneo), bien de una región o cuencas concretas, bien en una estación o periodo determinado.

Barra.- Depósito de arena que se forma en el mar frente a la desembocadura de algunos ríos, como consecuencia del encuentro de la corriente fluvial con las existentes en el mar.

Basalto.- Término genérico que se aplica a las rocas ígneas de color oscuro compuestas por minerales que son relativamente ricos en hierro y magnesio.

Biodiversidad: La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Biosfera.- Todos los organismos vivos de La Tierra, reúne por tanto a todas las comunidades.

Biota: Conjunto de flora y fauna de un área.

Brecha.- Roca de grano grueso, compuesta por fragmentos angulosos de otras rocas, que se mantienen juntos mediante un cemento mineral o una matriz de grano fino.

Brecha sísmica.- Son zonas donde se producen sismos frecuentes, aún no haya evidencias que confirmen la ocurrencia de grandes sismos en el pasado. Para estas zonas es necesario realizar estudios de detalle y mediciones sistemáticas para determinar si la energía solo se ha disipado a través de sismos pequeños o se trata de una zona potencialmente peligrosa y se esperaría un gran sismo.

Buzamiento: valor de la inclinación de una capa, filón o estrato, medido según la línea de máxima pendiente.

Caducifolios.- Árboles cuya hoja cae en invierno, por ejemplo el roble, haya, olmo, tilo, etc.

Caliza: Roca sedimentaria formada principalmente por carbonato cálcico. Este material es soluble en agua ácida y caliente. El terreno constituido por este material está sometido a fuertes erosiones, originando un modelaje particular llamado modelo cárstico.

Caída de rocas.- Ocurren de manera súbita, por caída libre, rodando o rebotando a lo largo de pendientes abruptas y cortes de carretera, y se generan por lo general asociados con fuerte y/o continuos periodos de precipitación y puede iniciar pequeños deslizamientos y flujo.

Cambio del uso del suelo.- NOM 120-Ecol-1997–Norma Oficial Mexicana para trabajos de exploración.

Cárcava: Canalículo excavado por aguas de lluvia sin encauzar en cuevas, pendientes arcillosas o margosas. Sinónimos de alcabén, barranca. Pequeño surco excavado por las aguas de escorrentía y arrolladas sobre la superficie terrestre. Se desarrolla fundamentalmente en regiones áridas que registran fuertes precipitaciones ocasionales y dan lugar a un terreno de aspecto acanalado, con estrías en principio poco profundas y separadas entre sí por interfluvios agudos. Inciden con más facilidad sobre materiales blandos y poco compactos, como los suelos arcillosos y de margas.

Cartografía de peligros.- Ofrece una amplia posibilidad de representación, una colección de mapas de este tipo constituye principalmente un atlas.

Cauce de una corriente: El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento;

CENAPRED.- Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Ceniza volcánica.- Material piroclástico muy fino, emitido durante las erupciones volcánicas. Procede del magma y material rocoso desmenuzado, debido a la pulverización entre la fase líquida y gaseosa producida en el conducto volcánico.

Cerro: Elevación de tierra aislada y de menor altura que el monte o la montaña.

Ciclón.- Zona de la atmósfera con presiones bajas, los vientos que entran en ellas en lugar de ser perpendiculares a las isobaras, se desvían en sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur y al revés en el hemisferio norte.

Clasto.- Fragmento de roca que ha sido transportado, por procesos volcánicos o sedimentarios. Fragmento de un mineral, roca o fósil que está incluido en una roca, formando parte constitutiva de ella.

Clima.- Es una media de los tiempos meteorológicos de una zona a lo largo de varios años; para definir un clima se suelen usar medias de temperatura, precipitación, etc, de 20 a 30 años. Intensidad y frecuencia de las precipitaciones y su distribución en áreas por intensidad y régimen de vientos dominantes, que llegan a la distribución y régimen de temperaturas.

Comunidad.- Todos los organismos vivos que se encuentran en un ambiente determinando, incluye por tanto a todas las poblaciones de las diferentes especies que viven juntas, por ejemplo la comunidad de una pradera está formada por todas las plantas, animales, bacterias, hongos que se encuentran en lugar ocupado por pradera.

Conífera.- Planta gimnosperma del orden coníferales, cuyas fructificaciones tienen forma de cono o piña, generalmente son árboles de gran porte como los pinos y los abetos.

Cono.- Son formas simétricas, sus flancos tienen de 30° a 40° con respecto a la horizontal, son formados por apilamiento de escorias o materiales calientes solidificados en el aire, en las proximidades del centro de emisión, por lo que presentan gran regularidad de tamaños, raramente tienen una altura mayor de 1000 m y generalmente son monogénicos.

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico; cualquier alteración física, química o biológica del aire, agua o la tierra que produce daños a los organismos vivos.

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural;

Contaminación atmosférica.- La presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza.

Contaminantes naturales.- Volcanes, incendios forestales y descomposición de materia orgánica en el suelo y océanos.

Continente.- Es una región que emerge por encima del nivel del mar, es la tierra firme. Se refiere a bloques gigantescos constituidos esencialmente por rocas de tipo granítico que se extienden bajo los océanos hasta profundidades que varían de los 2,500 hasta los 4,000 m.

Cota: Número que indica la altitud de un punto con relación a una superficie de referencia determinada.

Cráter.- Depresión en forma de embudo o cuenca volcánica de paredes abruptas, burdamente circular, cuyo diámetro es menor de tres veces su profundidad. Sus flancos tienen un ángulo de 30° a 35° con la horizontal. Estas estructuras pueden asemejarse en su forma a una caldera, pero esta es una forma producida por procesos constructivos más que destructivos. La configuración de un cráter viene dada por el agujero que se forma en el conducto al salir violentamente los gases y los piroclásticos que caen en torno a esta boca eruptiva.

Corteza.- Comienza en la superficie de la tierra y llega hasta una profundidad de 35 Km., pudiendo ser mayor en algunas zonas continentales como las cadenas montañosas y menor en los océanos donde llega a un espesor de 10 Km., la corteza es completamente sólida y fracturable.

Cuenca.- Territorio rodeado de alturas, territorio cuyas aguas fluyen todas a un mismo río, lago o mar.

Cuenca endorreica.- Espacio que estaba situado entre montañas y que ha sido rellenado con materiales erosionados; en la planicie que va quedando es frecuente que se formen lagos de corta vida.

Cuenca hidrológica: El territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forma una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. La cuenca, conjuntamente con los acuíferos, constituye la zona de gestión del recursos hidráulico

Cuerpo receptor de agua: La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos

Curvas de peligro sísmico.- Relación matemática entre la intensidad, tasa de incidencia y periodo de recuperación.

Damnificado.- Persona afectada por un desastre, que ha sufrido daño o perjuicio en sus bienes, en cuyo caso generalmente ha quedado ella y su

familia sin alojamiento o vivienda, en forma total o parcial, permanente o temporalmente, por lo que recibe de la comunidad y de sus autoridades, refugio temporal y ayuda alimenticia temporales, hasta el momento en que se alcanza el restablecimiento de las condiciones normales del medio y la rehabilitación de la zona alterada por el desastre.

Daños directos.- Son aquellos causados por un desastre en los acervos de capital y en general en el patrimonio de las personas, empresas o instituciones, incluyendo la existencia de bienes terminados, en proceso y materias primas; se agregan a este tipo de daños las cosechas agrícolas que al ocurrir el desastre estaban a punto de ser levantadas.

Daños indirectos.- Se refieren básicamente en los flujos de bienes y servicios que se dejan de producir durante el periodo que se lleva a cabo la reconstrucción de la infraestructura física, se incluyen también mayores gastos para la sociedad motivados por el desastre y que tienen por objeto proveer en forma previsoramente los servicios hasta que se restituya la capacidad operativa original de los acervos destruidos.

Datum geodésico: Conjunto de parámetros que determinan la forma y dimensiones del elipsoide de referencia, y su posición con respecto al centro de la Tierra.

Declinación: Ángulo que forma la dirección de un astro con el plano del ecuador. Se mide sobre el círculo horario del astro de 0 a $\pm 90^\circ$ con origen en el ecuador y positivo hacia el norte.

Deforestación.- Destrucción temporal o permanente de bosques para dedicarlo a la agrícola u otros usos.

Degradación del suelo.- Es la pérdida de calidad y cantidad de suelo. Esta puede deberse a varios procesos: erosión, salinización, contaminación, drenaje, acidificación, laterización y pérdida de la estructura del suelo o a una combinación de ellas.

Denudación: Suavización de los accidentes naturales en la superficie terrestre ocasionada por la erosión.

Derrumbes.- Consiste en una rotación rápida de una unidad de roca o suelo, alrededor de un punto. Por lo general, este tipo de movimientos es muy local y no generan deslizamiento o flujos.

Desarrollo Sustentable: El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Desastre.- Se concibe como los daños que provoca la ocurrencia de los fenómenos destructivos en un centro de población los cuales pueden modificar sustancialmente las estructuras urbanas y desajustar la estructura social impidiendo así el cabal cumplimiento de las actividades básicas de la población, alterando el funcionamiento del centro de población y como parte de este, la prestación de los servicios urbanos. Desgracia grande, suceso infeliz y lamentable.

Desastres naturales.- Desastres debido a circunstancias naturales que ponen en peligro el bienestar del ser humano y el medio ambiente. Se suele considerar como tales a aquellos que son debidos a fenómenos climáticos o geológicos, lo que excluye los riesgos sanitarios que representan los agentes patógenos.

Desequilibrio Ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Desertificación.- Aproximación del suelo a las condiciones propias del desierto. Se da en zonas áridas o semiáridas de hasta 600 mm de precipitación debido a influencias humanas y cambios climáticos.

Deslizamiento.- Un deslizamiento puede definirse simplemente, como un movimiento de rocas, suelo o material combinado, hacia debajo de una pendiente (Crudden, 1991). La palabra deslizamiento también ha sido usada para describir a los rasgos geomorfológicos que resultan como consecuencia directa de este tipo de movimientos. Se puede considerar a los deslizamientos como eventos superficiales que involucran el transporte de material, generalmente complejos y formados por procesos geológicos-geomorfológicos y por tanto difíciles de poderlos clasificar. Son movimientos que involucran una o más superficies de ruptura, se han reconocido dos tipos: rotacionales y los de traslación dependiendo de la forma de los planos de ruptura.

Deslizamiento de roca firme.- Se refiere al material litificado por alguno de los procesos formadores de roca. Su resistencia depende por lo regular no solo del tipo de roca, sino también del grado de intemperismo o alteración que presente y de la densidad y orientación de discontinuidad (fracturas y fallas); las cuales, comúnmente corresponden con planos de debilidad en la masa rocosa.

Deslizamiento de tierra o suelo.- Se refiere al material producto de la descomposición de las rocas, el cual puede ser de grano fino (limos y arcillas). La resistencia de este material depende de la cohesión intramolecular de las pequeñas partículas.

Desmante.- Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de una obra.

Desprendimiento.- Son fragmentos de roca que se separan de un talud y caen saltando por el aire en buena parte de su recorrido.

Desprendimiento de derrubios.- Dan lugar a escarpes.

Detritos.- Se componen principalmente por fragmentos de roca de tamaño grueso (peñascos, gravas y arenas gruesas) o como se ha mencionado, pueden incluir masas de roca altamente fracturadas. En este caso, la resistencia del suelo está directamente asociada a la posible fricción que se pueda dar entre los fragmentos de roca. En este tipo de depósitos, se pueden encontrar, cantidades apreciables de materia orgánica (truncos de árboles u otro tipo de vegetación).

Discordancia: Discontinuidad que altera la sucesión paralela de los estratos sedimentarios causada por movimientos orogénicos o epirogénicos.

Diversidad.- Abundancia de elementos distintos, expresada en términos no absolutos para cada especie (solo número de especies y abundancia relativa de las mismas).

Ductilidad.- Es la capacidad de un elemento estructural para sufrir deformación plástica sin perder su resistencia.

Dureza.- Es la resistencia que ofrece la superficie de un mineral a ser rayado, el grado de dureza se puede observar por la dificultad con que un mineral es rayado por otro o por una punta de acero.

Ecología.- Estudio de animales y plantas con relación a sus hábitat y costumbres (Colinvaux, 1980). Es la biología de los ecosistemas, entendidos estos por retazos de biosfera delimitados de alguna manera por una serie de características más o menos definibles.

Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Edafología.- Es la ciencia que estudia las características de los suelos, su formación y su evolución (edafogénesis), sus propiedades físicas, morfológicas, químicas, mineralógicas y su distribución.

Educación ambiental.- Proceso educativo tendiente a la formación de una conciencia crítica ante los problemas ambientales.

Emisión.- Descarga directa o indirecta a la atmósfera de energía, de sustancias o de materiales, en cualquiera de sus estados físicos.

Eólico.- Relacionado con los depósitos producidos por el viento y los efectos asociados.

Epicentro.- Punto ubicado en la superficie terrestre, que va verticalmente al punto en el interior de la tierra, donde se origina el sismo. Es el punto de la superficie, donde se siente con mayor intensidad el sismo.

Equilibrio ecológico: La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

Erosión: Fenómeno de descomposición y desintegración de materiales por acciones mecánicas o químicas. Bajo este término se engloba a todos los procesos de destrucción de rocas y arrastre de suelos, realizado por agentes naturales móviles o inmóviles. Fase de un proceso de denudación que comprende el desgaste de la superficie terrestre mediante la acción mecánica de los materiales o detritos transportados.

Erosión hídrica laminar de grado nulo (Eh0).- Corresponde a una morfogénesis fluvio-acumulativa en tierras llanas o de muy escasa inclinación (de 0 hasta 4°), terreno plano formado por sedimentos finos de origen aluvial, donde la agricultura de cultivos permanentes y las prácticas de conservación de la tierra ayudan en la protección del suelo.

Erosión hídrica laminar de grado débil (Eh1).- Afecta terrenos casi planos o de muy suave pendiente y a lomeríos bajos de escasa inclinación (de 4° a 8° de pendiente) con tierras de cultivo de temporal o con vegetación primaria en concentraciones aisladas formados por sedimentos finos arcillo-arenosos predominantemente de origen aluvial. La morfogénesis se relaciona con acumulaciones en llanuras a partir de corrientes superficiales.

Erosión hídrica laminar de grado moderado (Eh2).- Se localiza en montañas de cualquier altura con formas de relieve de cimas arredondeadas y pendientes planas, lomeríos y cerros aislados de baja altura, cubiertos con vegetación constituida por bosques, selvas o cultivos de temporal en concentraciones densas o en remanentes aislados, con pendientes entre 8° a 12°. La morfogénesis en partes es cárstica, volcánica o estructural plegada que corresponde a suelos en calizas, lavas, piroclastos y rocas volcanosedimentarias andesíticas, carbonatadas y terrígenas, donde a pesar de que existen procesos denudativos, las causas de las formas son la disolución, plegamientos, estratificación y pseudoestratificación.

Erosión hídrica laminar de grado alto (Eh3).- Corresponde este tipo de erosión a aquellas formas litológicas medianamente compactadas, masivas o estratificadas desprovistas de vegetación primaria o con cultivos de temporal, o tierras abandonadas o en reposo, cuya morfogénesis es de fase denudativa o estructural plegada, formada por estratos litificados y semiconsolidados. Esta erosión afecta terrenos que se localizan en relieves pronunciados, cerros aislados y lomeríos cuyas pendientes oscilan entre doce y veinte grados.

Erosión hídrica muy alta asociado a desbordes (Eh4).- Se refiere a la erosión normal que provocan las fluctuaciones o variaciones de los niveles de agua en ríos, presas y lagunas. Se encuentra en las márgenes amplias de cauces con nula o escasa pendiente, donde a través del tiempo, los ríos han formado con sus desbordes y aportaciones de sedimentos terrazas, cuyos componentes son removidos periódicamente en condiciones de precipitaciones pluviales extraordinarias. Lo mismo acontece en cuerpos lagunares y presas cuyos aportes de agua dependen de los escurrimientos superficiales o de las

mareas. La granulometría que constituye a estos suelos son predominantemente limos y arcillas y en menor proporción, arenas de variados tamaños, gravas y fragmentos mayores.

Erosión Concentrada.- El agua de lluvia, al fluir sobre el terreno forma canales en el suelo; si la pendiente es muy acentuada, se produce erosión en surcos (erosión asociada a cauces y cañadas). Las sucesivas temporadas de lluvia intensa y la poca compactación de los suelos provocan cárcavas, mismas que transforman el paisaje en hondonadas de varios metros de profundidad que se denominan barrancos, las paredes de los barrancos cuando son casi verticales, son susceptibles de sufrir una erosión intensa; así, los barrancos crecen vertiente arriba y pueden unirse unos con otros, a este proceso se le conoce como abarcamiento. Otro factor esencial es el régimen de lluvias, estos deben ser esporádicos pero no torrenciales. El abarcamiento se puede producir en zonas áridas o semiáridas, con escasa vegetación y en aquellas zonas húmedas en las que se ha destruido la cubierta vegetal. El resultado es la formación de barrancos con paisaje rugoso.

Erosión Concentrada asociada a cauces y cañadas (Ec1).- Referida a aquellas áreas cuya remoción de partículas de suelo ha permitido la formación de densas redes de drenaje de unos cuantos a varias decenas de metros de profundidad. En función del tipo de roca, agresividad de la lluvia y efectos tectónicos a través del tiempo geológico, la erosión ha dado origen a cauces con diversa profundidad, misma que en algunos lugares, se asocia a factores estructurales de rompimiento o dislocación que favorecen la erosión vertical. Este tipo de erosión tiene una gran distribución y se encuentra prácticamente en cualquier tipo litológico, con pendientes del terreno y mayores de quince grados. La morfogénesis corresponde, por una parte, al tipo denudativo originada por la profunda alteración de intrusivos y por otra a la estructura plegada, en cuyas rocas sedimentarias y vulcanosedimentarias han quedado impresos los efectos tectónicos.

Erosión Concentrada asociada a cárcavas (Ec2).- La cárcava, es un pequeño surco excavado por las corrientes de agua y arrastrada sobre la superficie terrestre. Se desarrolla fundamentalmente en regiones áridas que registran fuertes precipitaciones ocasionales y dan lugar a un terreno de aspecto acanalado, con estrías en principio poco profundas y separadas entre sí por interfluvios agudos, Inciden con facilidad sobre materiales blandos y poco compactos, como los suelos arcillosos y margas. Se refiere a una erosión rápida en todos los sentidos en rocas deleznales o depósitos de sedimentos

poco consolidados, sumamente alterados o suelos residuales, donde la lluvia remueve las partículas con relativa facilidad. Se encuentra en lomeríos de mediana altura y mayores de quince grados. La morfogénesis puede asociarse a la de tipo denudativo como consecuencia del desprendimiento y desplazamiento acelerado de sedimentos.

Erosión Eólica.- El viento puede arrastrar partículas de suelo de dos maneras: en la primera, arrastra suelos por medio de un proceso denominado reptación (movimiento lento e imperceptible de una película superficial de suelo en el sentido de la pendiente a ras del suelo) y la segunda es, cuando los granos ascienden por medio de un proceso denominado deflación causada por la acción de los vientos (remolinos), estos, van cayendo gradualmente al suelo nuevamente y se desplazan en la dirección del viento en una serie de saltos (fenómeno conocido como saltación), las partículas que llegan al suelo chocan con las otras partículas inmóviles, lo que provoca que estas últimas inicien la saltación. Este proceso se multiplica rápidamente y genera una delgada capa de tierra en suspensión cerca del suelo, las partículas más finas como los limos y arcillas que están en suspensión en la corriente de aire, se elevan mucho más que los materiales pesados como las arenas, esto genera las tormentas de arena, aunque los dos tipos de sedimentos provocan abrasión (erosión por fricción) cuando chocan sobre la superficie rocosa, las partículas de arena lo hacen únicamente a ras del suelo; por esta razón, las partículas más finas desempeñan el papel más importante como agente erosivo, ya que pueden operar a mayor elevación, el modelado resultante de los depósitos eólicos origina paisajes semidesérticos, desiertos o campos de dunas.

Erosión eólica moderada (Ee2).- La remoción de partículas de suelo por la acción del aire. En el poco desplazamiento de partículas de suelo tienen una importante participación los cultivos permanentes y las concentraciones densas de vegetación primaria que relativamente impiden el movimiento o pérdida de sedimentos. Evidencias de una acción eólica moderada se encuentra en los cordones de dunas con alturas de tres y cuatro metros de altura que se localizan paralelas al litoral, en las inmediaciones de los cuerpos lagunares o sobre afloramientos rocosos cercanos al mar. Se les encuentra a una altitud cercana a la del mar con pendientes entre uno y cuatro grados, correspondiendo su morfogénesis a la de tipo eólica

Erosión Antropogénica.- Este tipo de erosión se asocia a la acción del hombre, a veces por necesidades de infraestructura y en otras ocasiones bien o mal intencionadas, ejemplo de esto son: la apertura de caminos, desmonte para

áreas de cultivo, explotación irracional de bosques y zonas mineras, ampliación de zonas urbanas y todo lo que altera el equilibrio natural del uso del suelo.

Erosión antropogénica por asentamientos humanos (Ea1).- Erosión atribuida al hombre que en la búsqueda de una expansión cambia la vocación original de los suelos dando paso al crecimiento de la población. La práctica de esta modificación al entorno natural se encuentra en cualquier lugar, de cualquier región a cualquier altitud.

Erosión antropogénica por obras civiles o aprovechamiento de recursos geológicos (Ea2).- Se refiere a los cambios que el hombre produce a través de la construcción de infraestructura para su desarrollo o aprovechamiento de rocas y minerales. Ejemplo de ello lo constituyen las vías de comunicación, presas, minas o bancos de material que en ocasiones modifican grandes áreas.

Erosión antropogénica por deforestación (Ea3).- Constituye una actividad dinámica que contribuye o favorece la remoción de partículas de suelo. La necesidad económica de los pobladores de esta región obliga a extender sus tierras de cultivo, en muchos casos dando origen a una agricultura nómada a la que hay que agregar la explotación desmedida de especies maderables. Este tipo de erosión se encuentra esparcida por toda el área en pequeñas o grandes extensiones de terreno utilizadas principalmente en el cultivo de granos, agave o inducción de pastizal.

Erodabilidad.- También conocida como sutura de poros superficiales y favorece el encostramiento, reduce la capacidad de infiltración y desarrollo de las plantas.

Erupción.- Emisión de materiales volcánicos (lavas, piroclastos y gases volcánicos) sobre la superficie, tanto desde la abertura central, como desde una fisura o grupo de ellas. Es la salida de materiales como magma (roca fundida que puede salir líquida como lava o fragmentos es decir como cenizas, gravilla o trozos mayores), gases calientes y otros fluidos a través de un conducto o fisura en la corteza terrestre.

Escala de Mercalli (introducido por el sismólogo italiano Guiseppe Mercalli).- Mide la intensidad de un temblor con gradaciones entre I y XII, puesto que los efectos sísmicos de superficie disminuyen con la distancia desde el foco, la intensidad I se define como la de un suceso percibido por

pocos, mientras que se asigna una intensidad XII a los eventos catastróficos que provocan destrucción total. Los temblores con intensidades entre II y III son casi equivalentes a los de magnitud 3 y 4 en la escala de Richter, mientras que los niveles XI y XII en la escala de Mercalli pueden asociarse a las magnitudes 8 y 9 en la escala de Richter.

Escala de Richter (en honor al sismólogo estadounidense Charles Francis Richter).- Mide la energía liberada en el foco o hipocentro de un sismo, es una escala logarítmica con valores de medición entre 1 y 10, ejemplo, un temblor de magnitud 7 es diez veces mayor que uno de magnitud 6, cien veces mayor que uno de magnitud 5, y mil veces mayor que uno 4. Esta escala mide la magnitud de la cantidad de energía liberada en el movimiento sísmico, indicada por la amplitud (intensidad) de las vibraciones cuando llegan al sismógrafo (instrumento de registro).

Escarpe: Discontinuidad en la pendiente general del terreno. Línea de acantilados producida por las fallas o la erosión; ladera o pendiente en forma de acantilado de considerable longitud y relativamente recta, que rompe la continuidad general del terreno mediante la separación de las superficies situadas a diferentes niveles.

Escorrentía directa.- Es la porción de lluvia que no es interceptada, detenida, evaporada o infiltrada y que fluye sobre las laderas. En realidad la escorrentía directa, la infiltración y los almacenamientos en el suelo son interactivos entre sí. Por tal motivo se debe tener cuidado en seleccionar el modelo adecuado para cada caso.

Esquisto: Roca metamórfica que presenta estructura hojosa, con láminas dispuestas paralelamente entre sí, visibles a simple vista como la mica.

Estación climatológica.- Instalación conexas a las hidráulicas que dispone de un conjunto de instrumentos para medir la temperatura, la humedad del viento y la precipitación en las cuencas.

Estación de monitoreo.- El conjunto de elementos técnicos diseñados para medir la concentración de contaminantes en el aire en forma simultánea, con el fin de evaluar la calidad del aire en un área determinada.

Estación hidrométrica.- Instalación hidráulica consistente en un conjunto de mecanismos y aparatos que registran y miden las características de una corriente.

Estero.- Faja estrecha de tierra próxima a la orilla del mar o a una ría, que suele inundarse como consecuencia de la marea.

Estrato: Unidad litológica de tipo sedimentario, delimitada nítidamente a techo y muro por superficies fácilmente visibles.

Estuario.- Zona de la desembocadura de un río, generalmente en forma de embudo, en donde tiene lugar una mezcla de agua dulce y salada, potenciada por la acción de las mareas. Según el sentido de la circulación se habla de estuario positivo y estuario negativo.

Estudios de Peligro (o amenaza).- Son mas objetivos y se basan en información física cambiante con el tiempo.

Evaporación.- Proceso por medio del cual un líquido se transforma en vapor a una temperatura inferior al punto de ebullición.

Falla geológica.- Grieta o fractura entre dos bloques de la corteza terrestre, a lo largo de la cual se produce un desplazamiento relativo, vertical u horizontal. Una falla ocurre cuando las rocas de la corteza terrestre han sido sometidas a fuertes tensiones y compresiones tectónicas, más allá de un punto de ruptura. Las fallas se clasifican en activas, e inactivas. Las primeras representan serios riesgos para las estructuras, y son la causa de graves problemas de deslizamientos de tierra que amenazan a los asentamientos humanos.

Falla inversa.- Es una falla de salto según el deslizamiento, de ángulo grande o pequeño en el cual el techo ha subido en relación al piso.

Falla normal.- Es una falla de gran ángulo o de salto según el buzamiento, cuyo techo ha bajado en relación al piso.

Fenómeno natural.- Todo lo que ocurre en la naturaleza, puede ser percibido por los sentidos y/o instrumentalmente y ser objeto de conocimiento, puede generar un peligro natural y por tanto una emergencia o desastre.

Fenómeno antrópico.- Todo fenómeno producido por el hombre que puede provocar una situación de emergencia, como son la contaminación ambiental, derrame de sustancias químicas peligrosas, incendios y explosiones.

Fisiografía.- Parte de la geología que estudia la formación y evolución del relieve terrestre y las causas que determinan su transformación.

Flujos.- Describen el movimiento del material desplazado como si fuera un flujo viscoso. Algunos pueden ser lentos y otros rápidos y violentos. La velocidad del flujo, decrece con la profundidad hacia los bordes. En la mayoría de los casos, el agua es el medio de deslizamiento.

Flujos de lava.- Roca fundida emitida por una erupción efusiva, puede avanzar con velocidades que dependen de la topografía del terreno y de su composición y temperatura pero por lo general son bajas. Esto permite a la gente ponerse a salvo y contar con suficiente tiempo para desalojar sus bienes.

Flujos de lodo.- Mezcla de bloques, ceniza y cualquier otro escombros con agua, puede producir avenidas muy potentes de lodo y escombros que tienen un poder destructivo similar a los flujos piroclásticos y por lo general mayor alcance.

Flujos de tierra.- Son movimientos lentos de materiales blandos, estos flujos frecuentemente arrastran parte de la capa vegetal.

Flujos detríticos.- Son deslizamientos de tierra de movimiento rápido que ocurren en una gran variedad de ambientes, por lo general se componen de agua y material principalmente arena, grava y piedras, pero también pueden incluir árboles, automóviles, edificios pequeños, etc., usualmente los flujos de detritos tienen la consistencia del concreto húmedo y se mueven a una velocidad superior a 16 m por segundo.

Flujos piroclásticos.- Son masas secas y calientes (300° a >800°C) de escombros piroclásticos y gases que se movilizan rápidamente a ras de la superficie a velocidades con un rango de 10 a varios cientos de metros por segundo.

Foco o hipocentro.- Es el punto en que se origina un terremoto.

Fractura: Sinónimo de falla. En mineralogía se conoce como fractura cuando un mineral no se exfolia, se rompe adoptando las superficies de rotura diversos aspectos. Se habla de fractura concoidal cuando las superficies son lisas, pero no planas.

Fractura frágil.- Cuando un material se fractura bajo una deformación dentro de un rango elástico.

Geología.- Es parte de las ciencias de la tierra que se consagra al estudio de la estructura y evolución de la corteza terrestre. Distribución en tiempo y espacio de componentes litológicos, suelos en función de su origen, sistemas estructurales predominantes fases de deformación tectónica, recursos minerales, meteorización, erosión. Es la ciencia que estudia la tierra, los materiales que la componen, los procesos que actúan sobre estos materiales, así como la historia del planeta y formas de vida desde su origen. La geología permite el conocimiento y aprovechamiento racional de los recursos no renovables. Es este sentido el beneficio que el hombre obtiene de ella radica en que permite definir sitios para la explotación de minerales, combustibles fósiles, identificar sitios para la explotación de minerales, combustibles fósiles, identificar sitios adecuados para la construcción de obras de ingeniería, prevenir catástrofes que pudieran ser provocados por los procesos geológicos que operan en una determinada parte del planeta, entre otras aplicaciones.

Geomorfología.- Forma y textura del relieve, configuración de las pendientes.

GIS (Geographic Information System).- Es un sistema que permite integrar, analizar, administrar y consultar, cualquier tipo de información que se contenga de cualquier punto de la superficie de la tierra (**SIG** en castellano Sistema de Información Geográfica).

Granizada.- Fenómeno meteorológico que consiste en la precipitación atmosférica de agua congelada en formas más o menos irregulares.

Granizo.- Cristal de hielo, duro y compacto, que se forma en las nubes tormentosas del tipo cumulonimbos. Puede adoptar formas muy variadas y alcanzar en algunos casos un diámetro de hasta 8 cm, con un peso de un Kg., pero por regla general su tamaño no excede los 2 cm. Los granizos grandes tienen ordinariamente un centro de nieve rodeado de capas de hielo que, de manera alternada, pueden ser claras y opacas. Las violentas corrientes ascendentes que se producen en el interior de las nubes donde se forman, hacen que el granizo, mientras alcanza el peso suficiente para resistir su empuje, sea arrastrado hacia arriba cada vez que llega a la base de la nube, hasta que finalmente se precipita al suelo.

Hábitat.- Lugar en que vive un organismo.

Hectárea (ha).- Múltiplo de la unidad de superficie equivalente a 10,000 m²

(diez mil metros cuadrados).

Hemisferio.- Mitad de la esfera celeste que está dividida en dos mitades por el horizonte, el ecuador celeste o la Eclíptica.

Hipocentro.- Es el lugar, en el interior de la tierra, donde se produce la liberación de energía.

Humus: Componente orgánico de los suelos que contiene principalmente ácido húmico. Se forma por descomposición de vegetales y animales y se emplea en la mejora de los suelos. Palabra latina que significa suelo. Es el último estadio de la materia orgánica, rico en ácidos orgánicos suaves (ácidos húmicos) y actúa en las propiedades de agregación de las partículas (estructura) estando también íntimamente ligado a la materia mineral (complejo arcilla-humus).

Hundimiento.- Dislocación de la corteza terrestre que da lugar a la remoción en sentido vertical de fragmentos de la misma.

Huracán (Tifón ó Ciclón).- Vientos en forma de espiral con velocidad superior a los 110 Km./hora y elevación de 15 Km. y velocidad de desplazamiento de 20 Km./hora, un huracán de 150 Km. de diámetro es considerado pequeño, puede provocar olas de 15 a 18 Km. de alto.

Ígneo.- Roca o mineral que se solidificó a partir de material parcial o totalmente fundido.

Inestabilidad.- Condición de persistentes oscilaciones indeseables en la salida de un dispositivo electrónico. Condición atmosférica en la cual se pueden producir cambios bruscos en las variables meteorológicas.

Infiltración.- Absorción en el terreno del agua que está en la superficie.

Intensidad de un sismo.- Esta asociada a un lugar determinado y se le asigna una función de efectos causados en el hombre, en su infraestructura, y en general en el terreno de dicho sitio. Impacto que causa un sismo en personas, edificaciones y superficie terrestre en general.

Intrusión.- Entrada de algún material en otro.

Isoyeta: Lugar geométrico de los puntos de igual pluviosidad en un periodo determinado de tiempo. Se mide en milímetros de altura.

Karst: Terreno calizo que por meteorización y disolución por aguas superficiales adquiere un aspecto careado, caracterizado por la abundancia de crestas agudas, grietas, dolinas y en profundidad, cavernas y chimeneas.

Ladera: Falda de una montaña de perfiles suaves.

Ladera estable.- Es el estado de la ladera en que el margen de estabilidad es muy amplio y es capaz de soportar todo tipo de fuerzas desestabilizadoras.

Ladera inestable.- Es el estado en que las fuerzas desestabilizadoras producen movimiento continuo.

Latitud: Coordenada de un punto sobre una esfera (terrestre o celeste) definida por su distancia angular al plano fundamental del sistema, medida sobre el círculo máximo que pasa por el punto considerado y el polo del sistema.

Lava.- Material fundido viscoso que es expulsado por los volcanes a elevadas temperaturas a lo largo de una erupción. Al enfriarse da lugar a rocas efusivas o a escorias volcánicas.

Lineamiento.- Se emplea para describir cualquier estructura lineal representativa en una muestra de roca; en fotointerpretación se emplea para describir accidentes topográficos lineales de alcance regional de los cuales se cree que reflejan la estructura cortical.

Llovizna.- Precipitación de gotas de agua de un diámetro inferior a 0,5 mm

Lluvia.- Precipitación de gotas de agua de un diámetro superior a 0,5 mm.

Macizo.- Complejo rocoso amplio y bien definido, generalmente más rígido que las rocas circundantes.

Magma.- Acumulación o conjunto de material pétreo móvil generado en el interior de la Tierra, manto superior o corteza, susceptible de intuir y ser extruido. Roca fundida en el interior de la corteza de un planeta que es capaz de realizar una intrusión en las rocas adyacentes o de una extrusión hacia la superficie. Las rocas ígneas se derivan del magma a través de la solidificación

y los procesos asociados o mediante la erupción del magma sobre la superficie.

Magnitud.- Extensión del Impacto. Es una medida de tamaño del fenómeno, de su potencial destructivo y de la energía que libera. Nivel de brillo de un cuerpo celeste designado en una escala numérica, donde la estrella más brillante tiene magnitud -1.4 y la estrella más tenue visible tiene un magnitud 6, graduada de tal forma que una disminución de una unidad representa un aumento en el brillo aparente por un factor de 2.512; también llamado magnitud aparente.

Manantial.- Afloramiento natural de agua surgente. Sinónimo de fuente.

Manto.- Comprende desde la parte inferior de la corteza hasta una profundidad de 2900 Km., debido a las condiciones de temperatura y presión a las cuales se encuentran los materiales del manto, estos se hallan en un estado entre sólido y plástico.

Meandro.- Forma tortuoso en el cauce de un río.

Medio ambiente.- Es el entorno vital, o sea el conjunto de factores físico - naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interaccionan con el individuo y con la comunidad en que vive.

mm de lluvia.- Forma de medir las precipitaciones de lluvia o nieve o la evapotranspiración. Corresponde a la altura de agua que se evapora o cae sobre el terreno. En número es igual al de litros por m², porque si llueve un litro en 1 m² significa que sobre ese terreno se deposita una capa de 1 mm de agua.

Nivel freático.- Superficie que separa la zona del subsuelo inundada con agua subterránea de la zona en la que las grietas están rellenas de agua y aire.

Normas Oficiales Mexicanas: Las que expidan las dependencias competentes, de carácter obligatorio sujetándose a lo dispuesto en esta Ley y cuyas finalidades se establecen en el artículo 40 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Las dependencias sólo podrá expedir normas o especificaciones técnicas, criterios, reglas, instructivos, circulares, lineamientos y demás disposiciones de naturaleza análoga de carácter obligatorio, en las materias a que se refiere la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, siempre que se

ajusten al procedimiento establecido y se expidan como normas oficiales mexicanas.

Paleozoico.- Término geológico que denota el intervalo de la historia terrestre desde los 570 a 245 millones de años.

Pantano.- Terreno fácilmente inundable y cenagoso, caracterizado por un ambiente palustre.

Peligro o peligrosidad.- Es un factor externo de riesgo representado por la posibilidad o potencial de ocurrencia de que un área en particular, sea afectado por alguna manifestación destructiva de la calamidad con una duración e intensidad determinada.

Peligro antrópico.- La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno tecnológico potencialmente dañino, que puede presentarse en un lugar vulnerable.

Peligros hidrometeorológicos.- Inundaciones, ciclones tropicales, lluvias torrenciales, altas temperaturas y las sequías.

Peligro sísmico.- Se describe mediante indicadores cualitativos y cuantitativos de las posibilidades de ocurrencia de movimientos distintos interpretados durante un lapso dado.

Peligro volcánico.- Puede representarse de varias formas, la más utilizada es en forma de un mapa, donde se muestran los alcances más probables de las diferentes manifestaciones volcánicas, para su elaboración primero se identifican con base en la información geológica disponible obtenida de los estudios de los depósitos de materiales arrojados en erupciones previas (que es un indicador de lo que el volcán en estudio ha sido capaz en el pasado) las regiones que han sido afectadas por erupciones previas.

Permeabilidad.- Capacidad de un cuerpo para dejar pasar un flujo bajo presión.

Piroclástico.- Relacionado con el material rocoso clástico (roto y fragmentado) formado por una explosión volcánica o una expulsión aérea desde un orificio volcánico.

Plegamiento: Fenómeno geológico que puede producirse a cualquier escala geológica y cuyo efecto es la formación de pliegues o doblamiento de los materiales a los que afecta. En la mayor parte de los casos es consecuencia de compresión e implican un acortamiento de la superficie ocupada originalmente.

Pliegue: Estructura de una roca o conjunto pétreo cuando una superficie de referencia, definida como plana antes de la deformación, se transforma en una superficie curvada o doblada. Salvo casos especiales, implica un acortamiento del espacio ocupado originalmente. Se forman por contracción continua.

Porosidad.- Porcentajes de espacios abiertos o intersticios de una roca o de otro material terrestre. Es la cantidad de poros por volumen que existe en el suelo, cuanto mas poros mas materia orgánica, en arenas muy finas la porosidad es baja.

Precámbrico.- Término geológico que denota el intervalo de la historia terrestre de los 4000 a los 570 millones de años.

Precipitación.- Descarga de agua en forma de lluvia, nieve, granizo, entre otras, sobre la tierra o sobre una superficie de agua.

Recurso natural: El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

Región ecológica: La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes

Reglamento: Disposiciones jurídicas que tienen como objeto desarrollar el contenido de las leyes ordinarias, con la finalidad de coadyuvar en su correcta aplicación, también sirven para determinar el régimen interior de una dependencia.

Relieve.- Se evalúa en función de la estabilidad o inestabilidad del tipo de relieve, apoyado con el grado de ondulación del terreno y algunos parámetros climáticos asociados con su medición.

Reptación (Creep).- Es un tipo de flujo que ocurre de manera continua por lo general, pero muy lenta. Se trata de un movimiento lento e imperceptible de

una película superficial de suelo en el sentido de la pendiente debido a causas varias. Flujo Plástico.

Riesgo.- La UNESCO define como riesgo, la posibilidad de pérdida tanto en vidas humanas como en bienes o en la capacidad de producción; esta definición involucra tres aspectos relacionados en la siguiente fórmula $\text{Riesgo} = \text{Vulnerabilidad} \times \text{Valor} \times \text{Peligro}$. La ley General de Protección Civil define como riesgo “La posibilidad de que se produzca un daño originado por un fenómeno perturbador”.

Rumbo: Ángulo acimutal contado en sentido retrógrado desde una dirección determinada, generalmente desde el norte verdadero. Dirección media que sigue la línea de costa. Orientación de los estratos o accidentes geológicos cuando están afectados de cierta pendiente.

Selva.- Bosque tropical donde la vegetación se desarrolla ininterrumpidamente y se encuentra siempre verde por la gran pluviosidad. Los árboles alcanzan de 30 a 40 m de altura y existen varios estratos de vegetación que la hacen por lo general impenetrable.

Sierra.- Cordillera de poca extensión. Cordillera de bosques o peñascos cortados.

Sismo.- Es un conjunto de movimientos y vibraciones bruscas de la corteza terrestre, los cuales se manifiestan en sentido oscilatorio y vibratorio.

Sismógrafo.- Aparato que registra los temblores de tierra, consta de una gran masa suspendida de un soporte firmemente anclado en la tierra, la gran inercia de esta masa hace que se desplace con un ligero retraso respecto a su soporte cuando todo el conjunto tiembla y un sistema de registro de estas diferencias de movimiento permite obtener un gráfico del movimiento sísmico. Instrumento que señala la intensidad y dirección de las oscilaciones producidas por el sismo.

Soliflucción: Movimiento lento por gravedad sobre una ladera del suelo o de los derrubios como resultado de la congelación y deshielos alternativos del agua que contienen. Se produce en condiciones climáticas adversas, frías y consiste en deslizamiento de una masa viscosa del material del suelo saturado sobre la superficie impermeable, tiene lugar generalmente en vertientes de escasa pendiente. Raíces con cierta inclinación.

Subducción: Fenómeno geológico según el cual una placa continental se hunde bajo otra contigua hasta ser absorbida por el manto.

Suelo: Formación superficial de la corteza terrestre, resultante de la alteración de las rocas por meteorización y por la acción de los organismos. Sostén de la vida vegetal y animal, es el cuerpo natural que se forma a partir de los componentes de la corteza terrestre (las sustancias minerales). Es el sustrato natural donde viven las plantas terrestres.

Talud.- Son los diferentes tipos de cortes y rellenos que se hacen en el suelo y estratos superiores para cavar la zanja donde se alojará la tubería. El ángulo de inclinación o de corte lo determina el tipo de zanja diseñada y la consolidación del material en cada punto.

Tectónica: Estudio de las deformaciones sufridas por la corteza terrestre y de las estructuras resultantes: fracturas, pliegues, esquistocidad, etc., y de las causas que las han originado.

Terremoto.- Conjunto de sacudidas de terreno provocadas por la llegada a la superficie de ondas elásticas generadas por un foco llamada epicentro.

Textura.- Aspecto físico general de un suelo o una roca, según se ve por el tamaño, forma y disposición de las partículas que lo formen.

Toba volcánica: Roca volcánica formada por los productos piroclásticos consolidados.

Tsunamis.- Termino japonés para designar a olas submarinas que traen consigo energía sísmica, también se les conoce como maremotos y olas de marea, termino incorrecto ya que el origen de este tipo de olas se asocia a temblores submarinos y no en mareas por lo que debe llamarse olas sísmicas.

Valle.- Llanura de tierra entre montes o alturas. Cuenca de un río.

Volcán.- 1) Abertura en la superficie planetaria por la cual el magma y los gases y cenizas asociados son expulsados. 2) Forma o estructura producida por los materiales expulsados.

Vulnerabilidad.- Probabilidad de daño. Cantidad de personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio considerado y que es factible que sean

dañados por el evento. Es el grado que indica la prospección del sistema afectable a los daños que pueda causar el impacto de un fenómeno destructivo. Es la susceptibilidad de sufrir un daño, es un factor interno de riesgo que corresponde y se expresa mediante un porcentaje del valor que puede ser perdido en el caso de que ocurra un evento destructivo determinado.