



**“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  
HUIXTLA, CHIAPAS**

**SUBDIRECCIÓN DE GEOLOGÍA**

**PACHUCA, HGO., NOVIEMBRE 2006.**

**Por:**

**Pas. de Ing. Ma. Guadalupe Navarro Villalpando**

**M. en C. Marco Aurelio Zárate Castillo**

**Pas. de Ing. José Antonio Rafael Fernández**

**COORDINACIÓN**

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

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>1.- GENERALIDADES</b>	<b>2</b>
1.1.- Antecedentes	2
1.2.- Objetivos	4
1.3.- Localización	4
1.4.- Población	7
1.5.- Clima	8
1.6.- Hidrografía	9
1.7.- Geología	9
1.8.- Edafología	12
1.9.- Vegetación y uso del suelo	12
<b>2.-IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES</b>	<b>13</b>
<b>2.1.- Peligros Geológicos</b>	<b>13</b>
2.1.1.- Peligro por Fallas Geológicas	14
2.1.1.1.- Zonificación de Peligro por Falla Geológica	14
2.1.2.- Peligro por fracturas geológicas en el municipio	17
2.1.3.- Peligro por erosión	20
a).- Erosión hídrica laminar	22
a.1).- Eh0 (Nula)	22
a.2).- Eh1 (Débil)	23
a.3).- Eh2 (Moderada)	23
a.4).- Eh3 (Fuerte)	23
b).- Erosión concentrada	23

b.1).- Ec1 Erosión concentrada asociada a cauces y cañadas	23
b.2).- Ec2 Erosión concentrada asociada a cárcavas	24
c).- Erosión antropogénica	24
c.1).- Ea1 Asociada a asentamientos humanos	24
c.2).- Ea2 Asociada a deforestación	24
c.3).- Ea3 Asociada a obras civiles	25
c.4).- Ea4 Asociada a aprovechamiento de recursos geológicos	25
2.1.4.- Peligro por sismos	28
2.1.5.- Peligro por actividad volcánica	33
2.1.5.1.- Peligro volcánico en el municipio	34
2.1.6.- Peligro por deslizamiento	35
<b>2.2.- Peligros hidrometeorológicos</b>	<b>46</b>
2.2.1.- Peligro por Inundación	47
2.2.1.1.-Zonificación de peligro por Inundación	57
<b>3.- CONCLUSIONES</b>	<b>91</b>
<b>4.- RECOMENDACIONES</b>	<b>94</b>
<b>5.- BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>97</b>
<b>6.- GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>98</b>

## ÍNDICE FIGURAS

1.1.- Plano de localización del municipio de Huixtla, estado de Chiapas.	5
1.2.- Plano de la zona urbana de la ciudad de Huixtla, estado de Chiapas.	6
1.3.- Mapa geológico a nivel municipal.	12
2.1.- Mapa de fallas geológicas. Obsérvese en la parte norte del municipio, 3 sistemas de falla: el principal con rumbo preferencial NW-SE, el segundo con rumbo E-W y la última con rumbo NE-SW.	16
2.2.- Mapa de fracturas. Obsérvese en la parte norte del municipio de Huixtla, 2 sistemas de fracturamiento, el primero con dirección preferencial NW-SE y el segundo con rumbo NE-SW.	19
2.3.- Cartografía de erosión del municipio de Huixtla, por tipo y grado.	23
2.4.- Zonas de peligro sísmico del estado de Chiapas. Observe en rojo las zonas de peligro mayor.	31
2.5.- Mapa de epicentros sísmicos del periodo 1990-2003 en la región de la Llanura Costera del Pacífico. Observe que la distribución de los epicentros en la región es escasa, sin embargo, es más densa en la plataforma continental, entre la línea de costa y la Fosa de Tehuantepec.	32
2.6.- Áreas de influencia del peligro volcánico que presenta el volcán Tacaná, en el municipio de Huixtla.	36
2.7.- Mapa inestabilidad de laderas, a nivel municipal.	37
2.8.- Peligro por inestabilidad de laderas en Huixtla. Nótese la ubicación de los sitios dentro de la ciudad.	42
2.9.- Sección esquemática río arriba de la cabecera municipal de Huixtla, identificando el peligro por inundación.	59
2.10.- Al centro de la figura se remarca con líneas azules la configuración actual del cauce río Huixtla y las colonias que fueron afectadas.	65

- 2.11.- Zonificación del peligro por inundación dentro de la cabecera municipal, achurado en rojo las zonas en peligro alto, en amarillo el peligro medio y en verde el peligro bajo. 81
- 2.12.- Sección esquemática río abajo de la cabecera municipal de Huixtla, identificando el peligro por inundación. 82

### **ÍNDICE TABLAS**

- 1.1.- Precipitación máxima registrada en 24 horas del mes de julio de 1954 al mes de abril del 2006. 9
- 2.1.- Epicentros registrados dentro del municipio de Huixtla. 30
- 2.2.- configuración del cauce en base en estaciones para determinar el área geométrica. 83

## **RESUMEN**

El municipio de Huixtla se ubica en la zona de transición entre el valle fluvial del río del mismo nombre con la Planicie Costera de Chiapas, específicamente en la porción apical del abanico aluvial que por sus características geológicas y geográficas representa una zona altamente vulnerable a inundarse en la planicie y presentar inestabilidad de laderas a partir del cambio de pendiente hacia la sierra ya sea asociada al sistema regional de fallas Polochic-Motagua o bien por fracturamiento y competencia de la roca.

El sistema de fallas esta compuesta por tres estructuras de tipo normal con componente lateral izquierdo, dos de ellas con dirección NE-SW y una al NW-SE; este sistema de fallas muy locales, es una continuación de la falla regional denominada El Retiro y se puede relacionar con problemas de inestabilidad de laderas que afecta a varias viviendas ubicadas sobre esta elevación.

En la porción norte de Huixtla es donde se presentan problemas relacionados con inestabilidad de laderas, lo que provoca principalmente afectaciones a vías de comunicación y viviendas, dejando a las poblaciones de la zona incomunicadas; tal es el caso de las poblaciones Quince de Enero y Flor de Mayo donde se observa caída de bloques y deslizamientos a lo largo de los caminos que intercomunican a varias poblaciones de la sierra.

El peligro volcánico que presenta el Volcán Tacaná, es bajo, debido a la distancia a la que se encuentra, estando en función de la dirección del viento. La ciudad de Huixtla se localiza a 37 Km. al poniente del volcán. Esto indica que solamente con columnas eruptivas de más de 30 Km. de altura y con los vientos favorables en dirección poniente, norte o sur podría ser afectado el municipio de Huixtla.

Con los desastres del año 2005 ocasionados por el Huracán Stan, puso de manifiesto la vulnerabilidad en la que se encuentra la ciudad y municipio, ya que todas las colonias que colindan con los ríos y arroyos principales, fueron arrasadas y sepultadas, debiéndose a la mala planeación urbana. En ese sentido la ciudad no tiene una adecuada red de drenaje pluvial, así como la presencia de asolve de canales y alcantarillas por basura y asentamientos irregulares sobre las planicies de inundación.

## **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 Huixtla, 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 Huixtla”**.

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 Huixtla.

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.

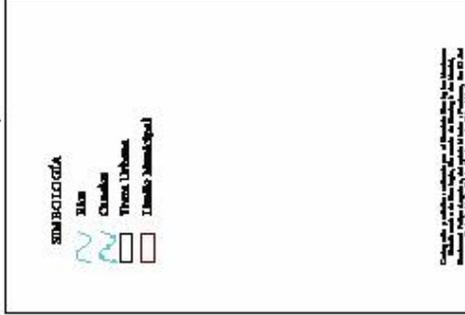
## **1.3.- Localización**

El municipio de Huixtla se ubica al sureste del estado de Chiapas. Se localiza dentro de las coordenadas geográficas 15°07' latitud norte y 92°28' longitud oeste. Su extensión territorial es de 397 Km<sup>2</sup>; su altitud de 50 m.s.n.m. Limita al norte con los municipios de Escuintla y Motozintla, al poniente con Villa Comaltitlán, al oriente con Tuzantán y Huehuetán, al sur con Mazatán y el Océano Pacífico, (Figuras 1.1 y 1.2)



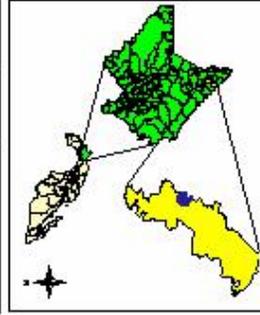
PROYECTO DE ESTUDIOS DE PELIGROS NATURALES EN MUNICIPIOS DE LA PLANIECH COSTERA DEL ESTADO DE CHIAPAS

ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE HUIXTLA, CHIAPAS  
ZONA URBANA  
HXZUSU-04



**RESEÑA DEL MUNICIPIO DE HUIXTLA**

El municipio de Huixtla, Chiapas, se encuentra en el centro del estado, con una extensión territorial de 1,500 km<sup>2</sup>. Su cabecera municipal es la ciudad de Huixtla, que cuenta con una población de aproximadamente 100,000 habitantes. El municipio está dividido en 15 localidades y tiene un clima predominantemente semiárido.



1.2.- Plano de la zona urbana de la ciudad de Huixtla, estado de Chiapas.

La población total del municipio es de 48,476 habitantes, que representa el 7.3% de la regional y el 1.2% de la estatal; de ese total, el 49.3% son hombres y 50.7% son mujeres. De acuerdo a la clasificación que realizó el Consejo Nacional de Población, en el año 2000, al municipio se le considera dentro de un índice de marginación media.

La población total se distribuye de la siguiente manera: 55.7% vive en una localidad urbana, mientras que el 44.3% restante reside en 206 localidades rurales, esto representa el 99.5% del total de las localidades que conforman el municipio.

De las 207 localidades que existen en el municipio, la mayoría son muy pequeñas, ya que 154 de ellas tienen de 1 a 49 habitantes, 11 poblados tienen de 50 a 99 habitantes, 27 de 100 a 499, 10 de 500 a 999, 4 de 1,000 a 1,999 y la cabecera, que es considerada como zona urbana, posee entre 20,000 a 49,999 habitantes (INEGI, 2005)

Siendo uno de los factores adicionales para que se presenten problemas durante la ocurrencia de grandes precipitaciones, la fragilidad de las viviendas, se hizo un análisis de las mismas, en donde se encontró lo siguiente: existen 10,643 viviendas habitadas en el municipio, de las cuales 9,615 disponen de energía eléctrica, 7,183 de agua entubada, 8,076 de drenaje. Los materiales de construcción predominantes en pisos son 71.42% de cemento y firme; 20.29% de tierra. Las paredes son 77.54% de tabique y 8.51% de madera. En techos 49.47% son de lámina de asbesto y metálica 27.33% de teja.

El municipio cuenta con 180 fuentes de abastecimiento; de las cuales 9 son pozos profundos, 58 manantiales y 113 por otros (como son ríos, arroyos, norias, etc.). El volumen promedio diario de extracción en pozos profundos es de 2,206 m<sup>3</sup>, 892 m<sup>3</sup> del manantial y 4,718 m<sup>3</sup> de otros.

En el ámbito de salud, el 73% de la población total no es derechohabiente. De la población derechohabiente, el 78% pertenece al IMSS, el 20% al ISSSTE, el 0.4% a PEMEX, Defensa o Marina, el 2% a otra institución y el resto no está especificado. Existen 11 unidades médicas dentro del municipio; 7 pertenecen al IMSS-Oportunidades, 3 a la SSA, y una del Instituto de los Pueblos Indígenas. De hospitalización general existen una clínica del IMSS y una del ISSSTE (Anuario Estadístico de Chiapas, INEGI, edición 2005). Esta información se recabó con el fin de conocer a grandes rasgos la

infraestructura hospitalaria con la que cuenta el municipio y sea de utilidad en caso de emergencia.

La fragilidad de la vivienda se clasifica de la siguiente forma; existen 10,643 viviendas habitadas en el municipio; de las cuales 9,615 disponen de energía eléctrica, 7,183 de agua entubada, 8,076 de drenaje. Los materiales de construcción predominantes en pisos son 71.42% de cemento y firme; 20.29% de tierra. Las paredes son 77.54% de tabique y 8.51% de madera. En techos 49.47% son de lámina de asbesto y metálica 27.33% de teja.

El municipio cuenta con 180 fuentes de abastecimiento; de las cuales 9 son pozos profundos, 58 manantiales y 113 por otros (como son ríos, arroyos, norias, etc.). El volumen promedio diario de extracción en pozos profundos es de 2,206 m<sup>3</sup>, 892 m<sup>3</sup> del manantial y 4,718 m<sup>3</sup> de otros.

En el ámbito de salud, el 73% de la población total no es derechohabiente. De la población derechohabiente, el 78% pertenece al IMSS, el 20% al ISSSTE, el 0.4% a PEMEX, Defensa o Marina; el 2% a otra institución y el resto no está especificado. Existen 11 unidades médicas dentro del municipio; 7 pertenecen al IMSS-Oportunidades, 3 a la SSA, y una del IDH. De hospitalización general existen una clínica del IMSS y una del ISSSTE (Anuario Estadístico de Chiapas, INEGI, edición 2005). Esta información se recabó con el fin de conocer a grandes rasgos la infraestructura hospitalaria con la que cuenta el municipio y sea de utilidad en caso de emergencia.

### **1.5.- Clima**

El clima según la clasificación de Köeppen, es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano; existen zonas con precipitaciones mayores a 3,000 mm, aunque en la Planicie Costera, la media anual va desde los 1,500 mm (en la porción sur-costa) hasta los 2,500 mm en el centro del municipio.

Dentro del municipio de Huixtla se obtuvieron datos hidrometeorológicos de la estación número 7077 (coordenadas en X= 556972, Y= 1674033), la cual registró una precipitación máxima registrada en 24 horas para el mes de septiembre de 2005, de 244 mm; sin embargo, la precipitación del mes de octubre pudo ser mayor pero no se tiene el registro total ya que fue el último dato que se obtuvo antes de ser evacuados. Se tiene conocimiento de una estación más dentro del municipio, la No. 7321, pero no se tienen datos de esta.

Del mes de julio de 1954 al mes de abril del 2006 se muestran los registros mensuales para ese periodo de la precipitación máxima registrada en 24 horas (tabla 1.1):

**Tabla 1.1.- Precipitación máxima registrada en 24 horas del mes de julio de 1954 al mes de abril del 2006.**

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mínimo	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	40.5	30.0	41.0	42.5	28.0	0.0	0.0
Máxima	48.3	46.6	92.5	77.0	140.7	236.9	178.8	163.3	244.5	157.2	160.0	69.2
Medio	6.1	6.7	16.4	30.3	68.7	89.9	82.5	91.0	104.1	87.5	46.2	14.3
Des. Est.	10.8	11.7	22.1	20.1	29.4	35.2	27.2	28.2	34.6	25.7	32.7	18.4

## **1.6.- Hidrografía**

La hidrografía está representada al norte por el Río Huixtla que cruza el municipio de norte a sur, siendo el más importante y caudaloso escurrimiento fluvial de la zona. Se le une dentro del área urbana el arroyo El Cuba. El municipio pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Río Huixtla y otros, tiene una superficie de 337 Km<sup>2</sup>, el río Huixtla es de 5° orden y la longitud del cauce principal es de 39 Km.

## **1.5.- Geología**

En este apartado se describirán los tipos de rocas que existen en la zona, su edad aproximada y procesos de cambio que han sufrido a lo largo del tiempo; para esta descripción se utilizaron términos propios del lenguaje geológico, el cual para una mejor comprensión, se emplearon algunas palabras de uso más común; sin embargo, en caso de que se requiera conocer el significado de algunas de ellas, se sugiere consultar el glosario de términos técnicos que acompañan a este informe.

De esta forma, el área en estudio se ubica dentro del Terreno Tectonoestratigráfico Maya (Campa y Coney, 1983), que es la denominación para identificar la antigua fragmentación del continente en esa zona; regionalmente su basamento o roca más antigua, se compone de un Complejo Metamórfico Pre-Batolítico representado por una unidad conocida regionalmente como Macizo de Chiapas, la cual está constituido por rocas de tipo gneises, migmatitas, anfibolitas y paragneises, que se encuentran expuestos en la Sierra Madre de Chiapas con orientación sensiblemente NW-SE; su edad varía desde el Cámbrico hasta el Silúrico (590 a 410 Millones de

años = M.a.). Es importante mencionar, que éste tipo de rocas, al igual que las que se describirán más adelante, tienen poca capacidad para permitir el paso del agua hacia el subsuelo, ya que la mayor parte del agua que se precipita sobre ellas, escurre, factor que se ampliará más adelante.

Sobreyaciendo a la unidad anterior se tiene rocas del Grupo Chuacus, representado por una secuencia metamórfica de esquistos de biotita, cuarcita, anfibolita y gneis definida en la Sierra de Chuacus República de Guatemala (Dengo G., 1973), del Carbonífero al Mississípico-Pensilvánico (edad 360 a 290 M.a.).

El Macizo de Chiapas está compuesto por metagranitos y metagranodioritas que corresponden a un cuerpo batolítico que ha sufrido metamorfismo regional de bajo grado, los cuales afloran sobre una franja orientada NW-SE en dirección a la Sierra Madre de Chiapas, que representa el límite con la planicie costera; al norte de área en estudio (Rosario-Zacatonal), toda la zona se encuentra afectada por un metamorfismo de cizalla que produce franjas de milonita y ultramilonita, ocasionado por la Falla Polochic; su edad se considera del Permiano al Triásico.

Entre Belisario Domínguez y El Triunfo aflora una porción intrusiva de arco magmático de la Sierra Madre del Sur, constituida por granito, diorita y cuarzomonzonita donde también es afectada por la falla Polichic produciendo protomilonitas y milonitas,.

Cubriendo parte de las unidades anteriores, se encuentran materiales de las emisiones del Volcán Tacaná, dentro del sistema regional conocido como “Campo Volcánico Centroamericano”; se trata de eventos piroclásticos cerrando con depósitos de lavas (Saucedo G. R., 1988), compuesto por tobas andesíticas denominadas como “paquete de rocas volcánicas Terciarias”; se encuentran constituidos por andesitas, depósitos de piroclastos, así como derrames dacíticos y riolíticos, los que por la distribución corresponden a diferentes fuentes de emisión; en estas rocas se refleja la mineralización de la zona de Tolimán.

El lahar y brecha volcánica andesítica corresponde a eventos explosivos del Volcán Tacaná, constituido por tobas de caída libre, tefra, toba de lapilli y brecha volcánica, su edad es Cuaternario Pleistoceno, aflora en el área de Unión Juárez en color rojizo con estructura en capas poco compactas,

sostenido en una matriz de ceniza volcánica que explotan los lugareños como material de construcción.

Los depósitos lacustres se componen de sedimentos localizados en zonas de inundación limitando transicionalmente al aluvión de la planicie costera, teniendo mayor extensión en las zonas conocidas como pampas.

Los depósitos palustres Cuaternarios, se distribuyen paralelos a la playa, donde el mar tiene contacto con el agua dulce; estas zonas se caracterizan por el crecimiento de manglares, sus raíces retienen sedimento fino y materia orgánica, que junto con el agua producen pantanos.

Los depósitos litorales Cuaternarios, se caracterizan porque limitan el medio marino del terrestre; en algunos sitios han sido cubiertos por depósitos palustres.

Los depósitos de aluvión están formados por materiales acarreados y depositados en partes planas por las corrientes de ríos y arroyos, se encuentran ocupando valles y la planicie costera.

La geología del municipio, en las partes altas esta representada por afloramientos de granodioritas del Macizo de Chiapas. El Terciario se caracteriza por los depósitos de lahar y derrames andesíticos que se encuentran como remanentes en las faldas de los volcanes. Los depósitos continentales Cuaternarios están representados por aluvión que afloran en una franja paralela a la línea de costa, depósitos palustres que se localizan en toda la planicie costera, depósitos lacustres que ocurren como afloramientos aislados y litoral que esta presente a lo largo de la línea de costa. La distribución de las rocas antes descritas, se presenta en la figura 1.3



### **1.8.- Edafología**

Los suelos predominantes dentro del municipio corresponden al tipo Cambisol, los cuales se distribuyen en una superficie de 118 Km<sup>2</sup> y cubren depósitos cuaternarios del tipo aluvión; los suelos del tipo Acrisol se localizan dentro de la región Sierra Madre, en zonas de pendientes de moderadas a fuertes y sobre rocas ígneas, cubren una superficie de 106 Km<sup>2</sup>. Los suelos del tipo Feozem se encuentran en la zona de transición entre la sierra y planicie costera. Existe otro tipo de suelo denominado Solonchak, el cual se ubica en la zona lacustre del municipio y cubre una superficie de 89 Km<sup>2</sup>.

### **1.9.- Vegetación y uso de suelo**

Según el inventario forestal de Chiapas año 2000, para el municipio de Huixtla se registró un área de pastizal cultivado de 137 Km<sup>2</sup>, 131 Km<sup>2</sup> de superficie agrícola, 66 Km<sup>2</sup> de popal y 13 Km<sup>2</sup> de manglar. El municipio ha sufrido una acelerada alteración de su cobertura natural para el desarrollo de actividades agrícolas, dejando desprotegido el suelo orgánico y acelerando los procesos de erosión. Según el Anuario Estadístico de INEGI 2005, se obtuvieron datos de la actividad agrícola del municipio durante los años 2003 y 2004. La superficie sembrada de maíz fue de 2,000 has, 20 has de sandía, 10 has de melón, 4,701 has de café, 2,009 has de pastos, 6,230 has de caña de azúcar, 220 has de plátano, 260 has de mango, 583 has de cacao, 361 has de palma de aceite, 6 has de papaya maradol, una hectárea de naranja, 100 has de coco-copra, 191 has de marañón, 40 has de aguacate; la frontera agrícola tuvo un incremento con respecto a las cifras del año agrícola 2002/2003.

## **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**

Los fenómenos naturales de origen geológico son: los sismos, volcanes, tsunamis, estructuras geológicas como fallas, fracturas y la inestabilidad de laderas (Oropeza, et al., 2001). Su ocurrencia han sido la causa de muchos desastres en nuestro país, ya sea que hayan actuado de forma única o combinada.

En la región de estudio sólo algunos de estos se presentan, por lo que a continuación, se describirán los más importantes, iniciando por la definición de su origen, para posteriormente mencionar en donde se pueden presentar o donde se han identificado (zonificación).

### **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 peligro 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 transurrencia o de tipo lateral. En las dos primeras hay un movimiento vertical entre los bloques y en la tercera el desplazamiento es horizontal.

#### **2.1.1.1.- Zonificación de peligro por falla geológica**

Con el trabajo de verificación de campo en la cabecera municipal se observó una zona que presenta problemas por fallamiento, la cual se encuentra al norte de la traza urbana, sobre la margen izquierda del Río Huixtla. La zona de falla se localiza en andesitas. El sistema de fallas esta compuesta por tres estructuras de tipo normal con componente lateral izquierdo, dos de ellas con dirección NE-SW y una al NW-SE (Fotografía 2.1) con punto de verificación ILHX014; este sistema de fallas locales, es la continuación de la falla regional denominada El Retiro y se puede relacionar con problemas de inestabilidad de laderas que afecta a varias viviendas ubicadas sobre esta elevación. La identificación de las fallas en la zona, se presenta en la figura 2.1.

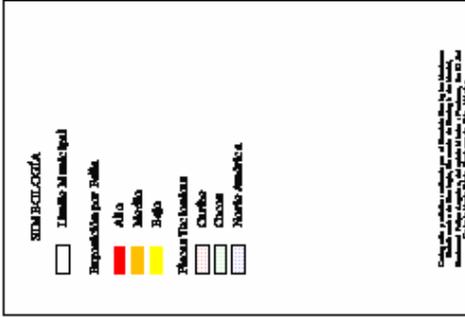
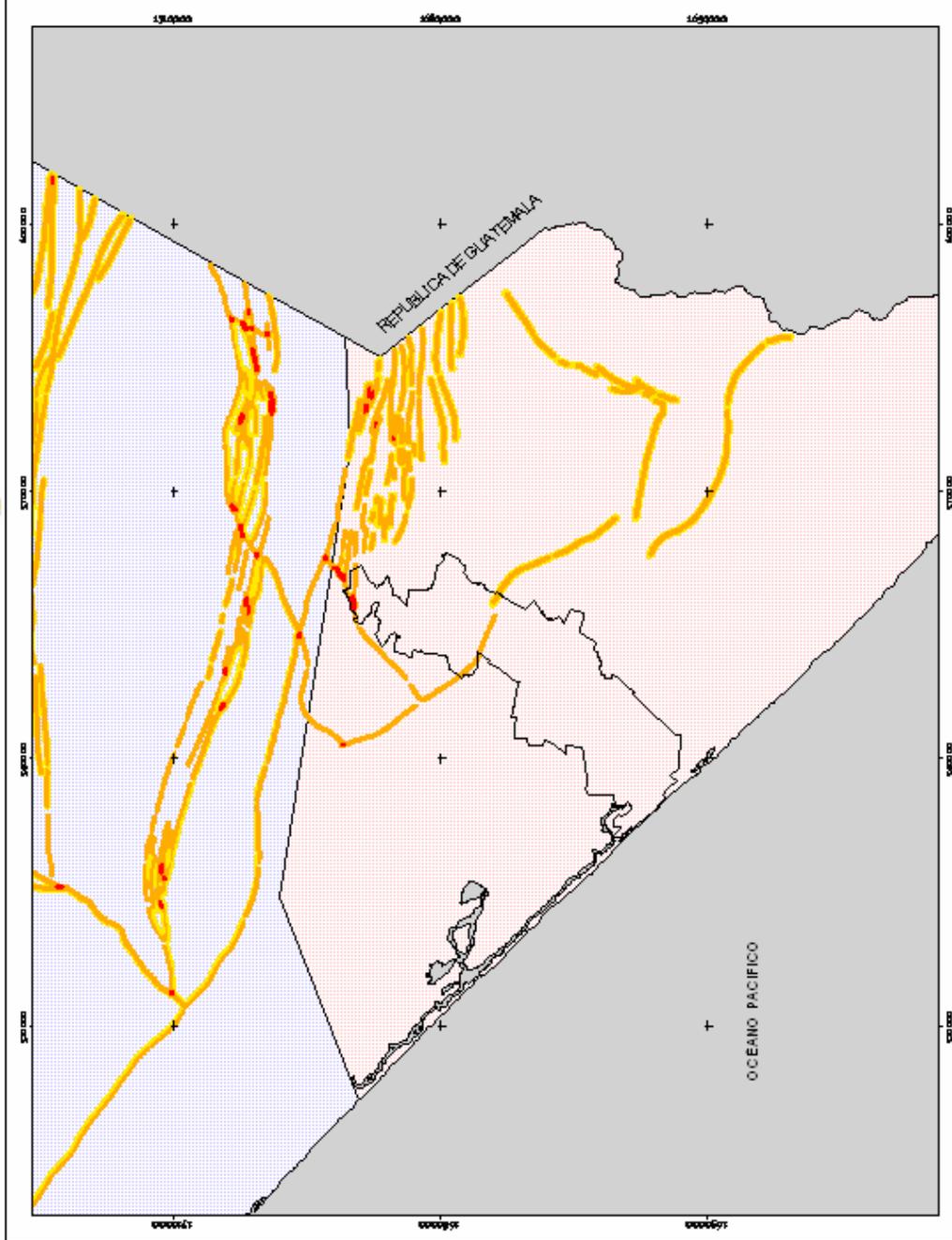


*Fotografía 2.1.- Plano de falla sobre la margen izquierda del Río Huixtla.*



PROYECTO DE RESERVA DE FELICIDAD NATURAL EN MUNICIPIOS DE LA ZONA COSTERA A DEL ESTADO DE CHIAPAS

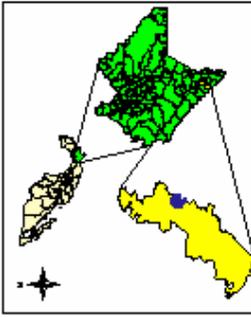
ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE HUIXTLA, CHIAPAS  
FALLAS POR FALLAS EN LA ZONA HUIXTLENSIS



**RESERVA DE FELICIDAD**  
El presente mapa muestra el resultado de un estudio geológico realizado en el municipio de Huixtla, Chiapas, con el fin de identificar las fallas que existen en la zona y evaluar su potencial de actividad. Este estudio se realizó en el marco del proyecto de Reserva de Felicidad Natural en Municipios de la Zona Costera del Estado de Chiapas, financiado por el Gobierno del Estado de Chiapas y el Servicio Geológico Mexicano (SGM).

**PROYECTO DE RESERVA DE FELICIDAD**  
El presente mapa muestra el resultado de un estudio geológico realizado en el municipio de Huixtla, Chiapas, con el fin de identificar las fallas que existen en la zona y evaluar su potencial de actividad. Este estudio se realizó en el marco del proyecto de Reserva de Felicidad Natural en Municipios de la Zona Costera del Estado de Chiapas, financiado por el Gobierno del Estado de Chiapas y el Servicio Geológico Mexicano (SGM).

**PROYECTO DE RESERVA DE FELICIDAD**  
El presente mapa muestra el resultado de un estudio geológico realizado en el municipio de Huixtla, Chiapas, con el fin de identificar las fallas que existen en la zona y evaluar su potencial de actividad. Este estudio se realizó en el marco del proyecto de Reserva de Felicidad Natural en Municipios de la Zona Costera del Estado de Chiapas, financiado por el Gobierno del Estado de Chiapas y el Servicio Geológico Mexicano (SGM).



2.1.1.- Mapa de fallas geológicas. Obsérvese en la parte norte del municipio, 3 sistemas de falla: el principal con rumbo preferencial NW-SE, el segundo con rumbo E-W y la última con rumbo NE-SW.

### **2.1.2.- Peligro por fracturas geológicas en el municipio.**

Una fractura es un plano de discontinuidad de una masa rocosa o de material poco consolidado, que se observa en la superficie como una línea de abertura con un ancho de milímetros o varios decímetros. El conjunto de fracturas o fracturamiento implica una debilidad de la roca o material mal consolidado que favorece a los deslizamientos, los derrumbes o caída de bloques y en ocasiones a los flujos de lodo, por lo que estos a su vez pueden afectar una zona urbana.

En la parte norte de la cabecera municipal se observó una roca intensamente fracturada en dos direcciones, NE – SW y NW – SE (Fotografía 2.2. y Figura 2.2), con punto de verificación ILHX014 (Fotografía 2.3), representa una debilidad estructural que favorece al peligro por inestabilidad de laderas en la zona de la Colonia 2 de Octubre.

### **2.1.2.- Peligro por fracturas geológicas en el municipio.**

Una fractura es un plano de discontinuidad de una masa rocosa o de material poco consolidado, que se observa en la superficie como una línea de abertura con un ancho de milímetros o varios decímetros. El conjunto de fracturas o fracturamiento implica una debilidad de la roca o material mal consolidado que favorece a los deslizamientos, los derrumbes o caída de bloques y en ocasiones a los flujos de lodo, por lo que estos a su vez pueden afectar una zona urbana.

En la parte norte de la cabecera municipal se observó una roca intensamente fracturada en dos direcciones, NE – SW y NW – SE (Fotografía 2.2), con punto de verificación ILHX014 (Fotografía 2.3), representa una debilidad estructural que favorece al peligro por inestabilidad de laderas en la zona de la Colonia 2 de Octubre. En la figura 2.2 se muestran las zonas en donde se presentan las fracturas más importantes.



*Fotografía 2.2.- Obsérvese el alto grado de fracturamiento hacia la margen izquierda del Río Huixtla*



*Fotografía 2.3.- Obsérvese daño parcial a una vivienda asentada sobre una falla normal. Antigua Colonia el Recreo.*



### **2.1.3.- 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 la zona suburbana de Huixtla, tales como:

- Deforestación intensa (Fotografía 2.4)
- Pendientes pronunciadas asociadas a las diferentes estructuras geológicas.
- Zonas con fracturamiento intenso (Rocas metamórficas e intrusivos alterados).

La erosión de suelos ocasiona graves problema al entorno natural y al mismo ser humano; debido a la alteración de la cobertura vegetal con fines agrícolas, de explotación forestal y de otros tipos, el producto generado por la desintegración de las rocas de la región es afectado principalmente por erosión del tipo hídrico laminar, esta erosión es favorecida por las intensas precipitaciones a las que se encuentra expuesto el territorio, lo que ocasiona que en zonas de fuerte pendiente se tenga una erosión hídrica laminar fuerte. El escurrimiento de este material en forma de barro comúnmente es transportado pendiente abajo hacia los cauces de ríos y arroyos, provocando que la capacidad de almacenamiento de estos disminuya y que con avenidas extraordinarias o en ocasiones con fuertes lluvias se desborden y afecten tanto asentamientos humanos como a cultivos y vías de comunicación.



*Fotografía 2.4.- Zonas con deforestación asociadas a erosión concentrada por cauces y cañadas ubicadas en la porción serrana del municipio de Huixtla.*

Durante la prospección regional con apoyo de helicóptero, sobre este municipio se distinguieron varias zonas donde se presenta deforestación para ampliación de la frontera agrícola y ganadera u obtención de leña. Con la alteración de la cobertura natural además de acelerar el movimiento normal de sedimentos permite un considerable incremento en el perfil de escurrimiento, razón por la cual se han presentado los recientes problemas de inundación en la región. En la cuenca del río Huixtla además de la deforestación causada por el hombre existe una alteración natural a la cobertura vegetal (Fotografía 2.5), esto está íntimamente ligado a las fuertes pendientes de la cuenca, precipitaciones mayores de 3,000 mm anuales y suelos de desarrollo limitado a causa de lo mismo. Gran parte del sedimento provocado por la erosión es transportado por las corrientes en forma de gasto sólido hacia la planicie, lugar en donde es depositado en forma de material no consolidado, constituyendo una zona de relieve acumulativo (Figura 2.3)

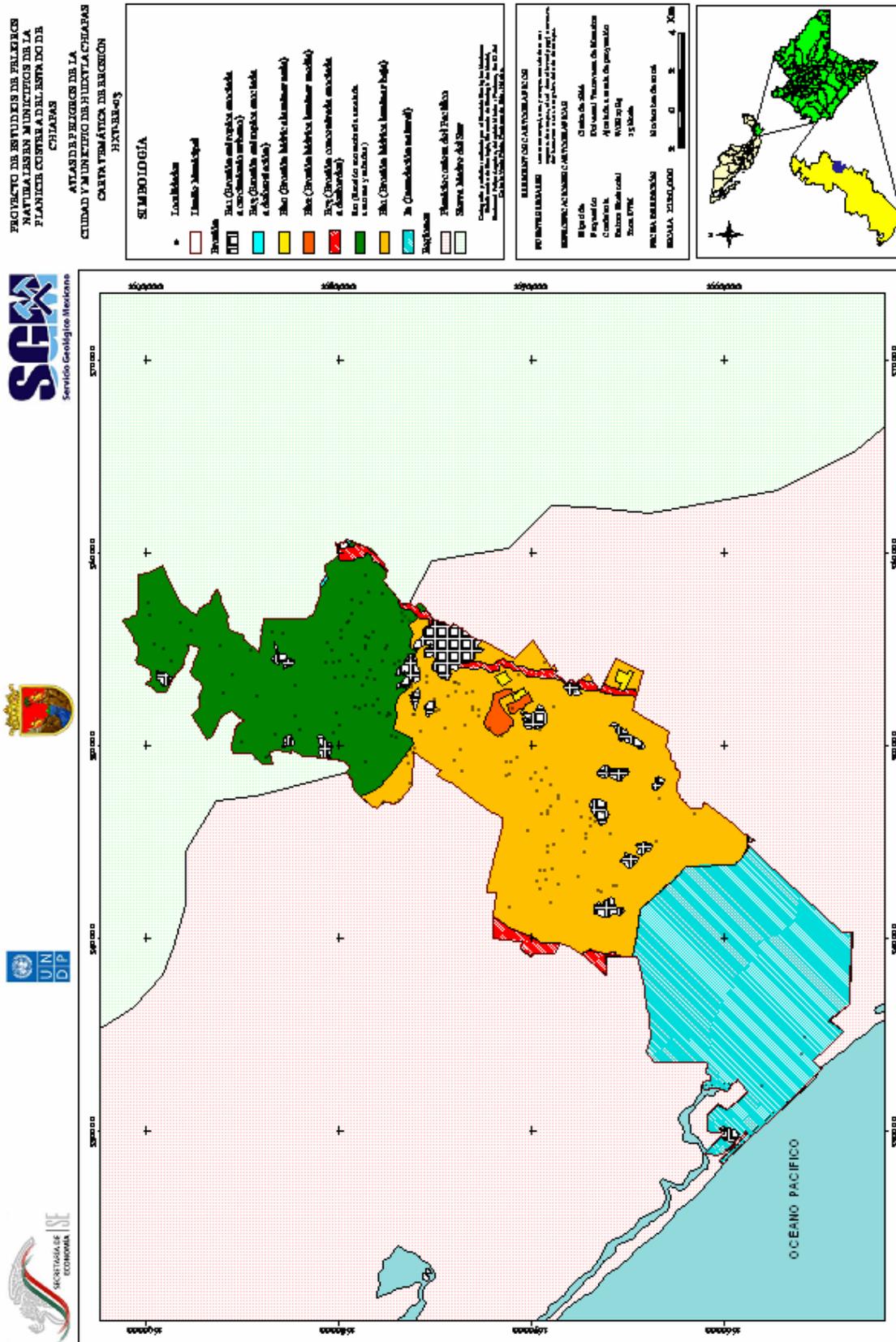
Para la elaboración de los planos de erosión, se realizó con un enfoque de análisis de los tipos de erosión que pueden afectar a los suelos de este lugar basado en el análisis de la relación, los factores que contribuyen en su aceleración como son la precipitación fluvial, pendientes del terreno, la

litología que presenta el terreno, cubierta vegetal y la defensa natural de un terreno contra la erosión) y las funciones del hombre que modifican el entorno natural y favorecen el proceso erosivo.

La clasificación fue tomada para el tipo de erosión es basada de acuerdo al Manual de Erosión de la Sociedad Internacional de Geomorfología y Edafología, 2002.

**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 golpeo 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 a través del desprendimiento y la capacidad del agente erosivo para poder transportarlo. Esta se divide en:

**a.1).- Eh0 (Nula).-** 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 varía desde 0° hasta 5°, en el municipio de Huixtla se observa en las partes planas hacia el extremo sur.



2.3.- Cartografía de erosión del municipio de Huixtla, por tipo y grado.

**a.2).- Eh1 (Débil).** - 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 formados por sedimentos finos arcillo-arenosos predominantemente de origen aluvial. La morfogénesis se relaciona con acumulaciones en llanuras a partir de corrientes superficiales. 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 Eh1, 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. Se distribuye sensiblemente E-W, cubre principalmente la zona de cambios de pendiente (Fotografías 2.7 y 2.8).

**a.3).- Eh2 (Moderada).** 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 (Fotografías 2.7 y 2.8).

**a.4).- Eh3 (Fuerte).**- 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.

**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).- Erosión 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.

**b.2).- Erosión asociada a cárcavas (Ec2).**- Son las que con poca captación de los suelos y debido a la fragilidad de este producen surcos o canales las cuales, con el tiempo o nuevas precipitaciones fluviales crecen hasta formar barrancos o cañadas profundas, se presentan en pendientes mayores a 16°. Se refiere a una erosión rápida en todos los sentidos en rocas deleznable 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.

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.

**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, 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 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, para este trabajo se cartografió bordeando las principales localidades incluyendo sus zonas actuales de expansión.

**c.2).- Erosión 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, 2.6, y 2.7).

**c.3).- Erosión 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 son las construcciones de vías de comunicación, presas para generación de energía.

**c.4).- Erosión por aprovechamiento de recursos Geológicos (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.

Para poder controlar la erosión en las zonas altas del municipio, se debe buscar un esquema para motivar a la población en el cultivo en forma de terrazas y la rotación de cultivos con el propósito de minorizar la pérdida de suelo. Además se debe de reforestar aquellas zonas agrícolas que han sido abandonadas por su baja productividad, esto con el fin de la recuperación de suelos, disminuir la erosión y evitar problemas de inestabilidad de laderas.



***Fotografía 2.5.- Parteaguas de la cuenca del río Huixtla, observe las costras o cicatrices de erosión asociadas a la deforestación natural.***



*Fotografía 2.6.- Vista aérea de zonas deforestadas como ampliación de la frontera agrícola en la porción serrana del municipio de Huixtla. Observe que éstas, son utilizadas para la ampliación de la frontera agrícola.*

En la zona de transición entre ambas regiones (sierra-planicie) y la porción central del municipio se presenta erosión hídrica laminar de grado medio; sin embargo, no se puede despreciar que algunas zonas deforestadas la erosión sea fuerte.



*Fotografía 2.7.- Zonas deforestadas asociadas a la erosión hídrica laminar en sus grados débil y medio al norte de la ciudad de Huixtla.*

Hacia la porción sur del municipio se observa erosión hídrica laminar baja, esto debido a las pendientes suaves y a la constante sedimentación de depósitos no consolidados provenientes de la región sierra, lo que refleja un relieve acumulativo. Hacia la planicie predominan las zonas de cultivo por lo que el suelo al no tener una cobertura vegetal apropiada es muy vulnerable al golpeteo de las gotas de lluvia, desplazando el material hacia los lados, este material desplazado es transportado en forma de lámina por la superficie del terreno.



*Fotografía 2.8.- Planicie Costera. Acumulación de sedimentos provenientes de la región sierra. La erosión hídrica laminar es de grados débil y medio.*

#### **2.1.4.- Peligro por sismos**

Los sismos se clasifican de acuerdo con su profundidad, intensidad y 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 por la escala de Mercalli; la magnitud es determinada también en grados, pero de acuerdo con la cantidad de energía liberada y que es cuantificada por un sismógrafo en grados Richter (CENAPRED, 2001, CENAPRED, 2004). El municipio de Huixtla, se encuentra dentro una zonificación de peligro sísmico denominada “D” (figura 2.4) que 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 encuentra en una zona de peligro alto. Se han integrado los sismos publicados por el Servicio Sismológico Nacional (SSN, 1990 - 2003), comprendido en el año 1990 al 2003, por lo cual se tiene el registro de la disipación de la energía sísmica dentro del municipio (Figura 2.5). Los sismos en la región de la planicie costera se generan principalmente en la zona de la

Fosa de Tehuantepec y en la región de la Plataforma Continental, por lo que la energía sísmica se propaga desde las rocas ígneas de la corteza oceánica hacia los sedimentos y rocas deformadas de la región de la plataforma continental.

En el municipio de Huixtla se tienen registrados dos epicentros con las siguientes características (Tabla 2.1)

**Tabla 2.1.- Epicentros registrados dentro del municipio de Huixtla.**

LONGITUD	LATITUD	MAGNITUD	PROFUNDIDAD	FOCO	INTENSIDAD	FECHA	HORA	PLACA	AÑO	DISTANCIA
-92.5200	15.1800	4.6	135	-135	4	23/ago/91	15:23:19	Caribe	1991	148
-92.5200	15.0400	4.0	128	-128	3	05/jun/01	04:20:16	Caribe	2001	135

En los municipios con los cuales colinda se han registrado sismos de magnitud de 3.5 a 5.1 grados en la escala de Richter siendo pocos frecuentes. Son sismos que según su magnitud a menudo se sienten pero ocasionan daños menores.

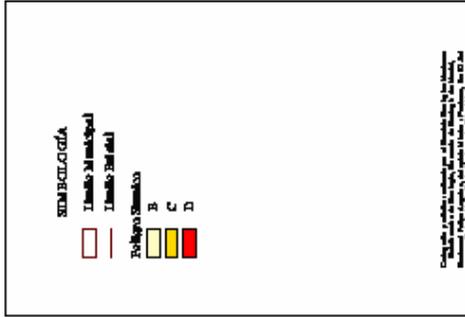
Dada la profundidad de los eventos hasta 32 Km., la intensidad calculada en la escala de Mercalli es baja, con un promedio de VI y estos epicentros sísmicos se relacionan principalmente al sistema de falla Motagüa-Polochic. Con base a los valores de profundidad y magnitud, se ha calculado la intensidad sísmica que esta representada regionalmente con una magnitud de 6 a 7 en la escala de Mercalli en la ciudad de Huixtla. La gente que habita la región hace mención de no tener problemas por sismos ya que solo se perciben en muy bajo grado. Además, el personal de Protección Civil no tiene información de sismos que hayan ocasionado daños. Sin embargo, por las características del suelo constituido por material poco consistente y con alto contenidos de materiales expansivos, un sismo de gran intensidad puede provocar graves daños a la población.

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 HUIXTLA, CHIAPAS

PELIGRO SISMICO EN EL ESTADO DE CHIAPAS

HUIXTLA-07



**REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA**

El presente mapa fue elaborado por el Servicio Geológico Mexicano (SGM) en colaboración con el Estado de Chiapas, el Municipio de Huixtla y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

**COORDINADAS UTM**

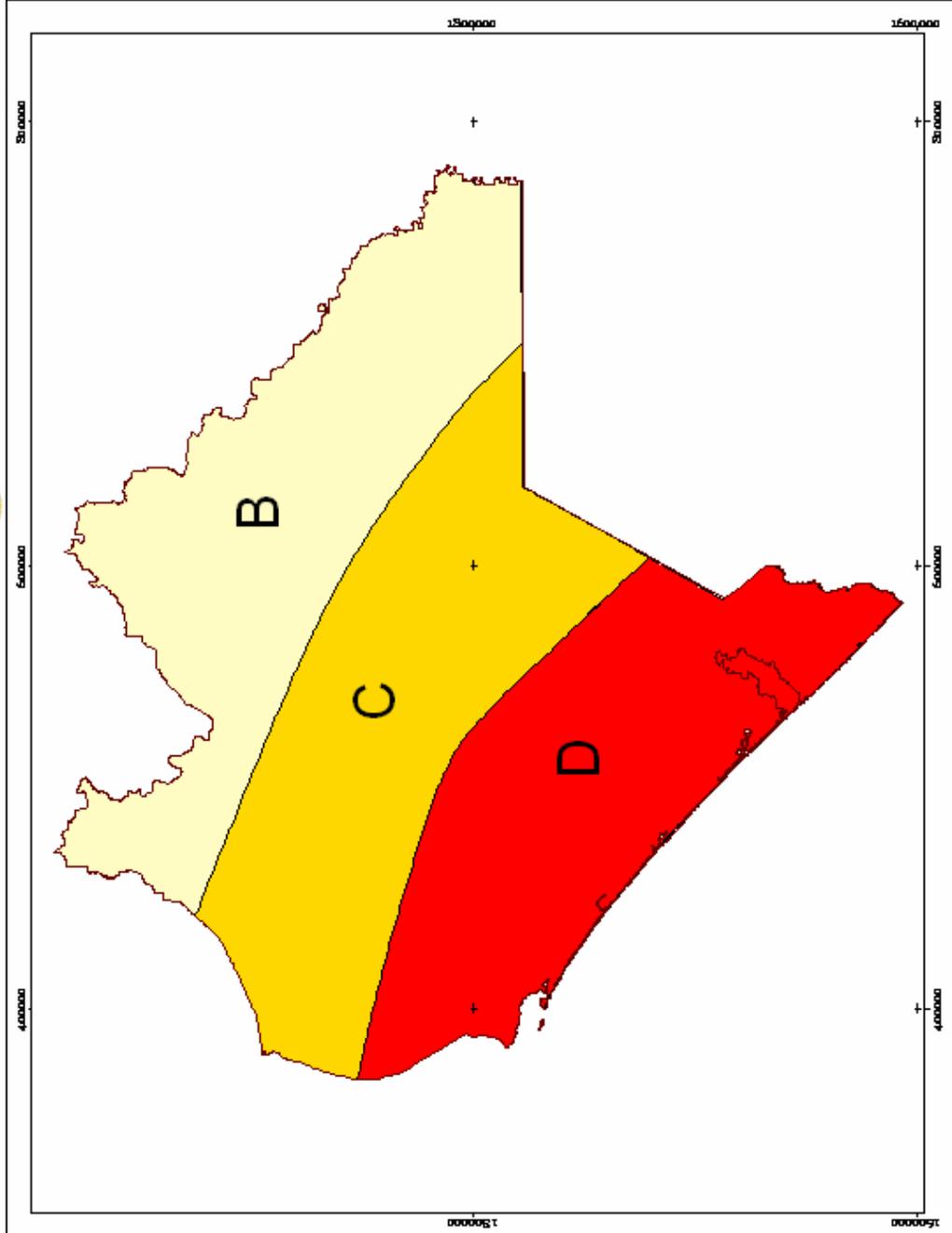
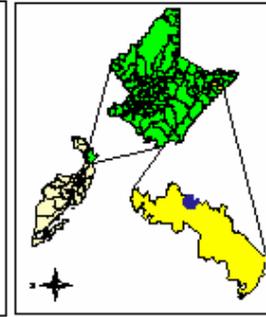
Proyector: UTM  
 Datum: WGS 84  
 Zona: 17N  
 Escala: 1:50,000

**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 HUIXTLA, CHIAPAS

PELIGRO SISMICO EN EL ESTADO DE CHIAPAS

HUIXTLA-07



2.4.- Zonas de peligro sísmico del estado de Chiapas. Observe en rojo las zonas de peligro mayor.



### **2.1.5.- 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 hay más de 2 cm de espesor); además de provocar contaminación y afecciones a los ojos y las vías respiratorias. Bombas, consistentes en la emanación de rocas incandescentes durante las explosiones volcánicas. Flujos de lava, que ocurren principalmente en los flancos del volcán; son de poca velocidad, aunque pueden generar incendios. 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.

Para valorar los peligros que tiene la lluvia de ceniza en la salud de las personas son importantes cinco factores: la concentración y tamaño total de las partículas suspendidas que viajan por el aire; la frecuencia y duración de la exposición; factores adicionales como enfermedades preexistentes de las vías respiratorias y la presencia de sílice cristalino ( $\text{SiO}_2$ ) en las cenizas. Los cristales de sílice que viajan por el aire y que tienen tamaño “respirable”, es decir, menos de 10  $\mu\text{m}$  de diámetro por partícula cuando penetran al alveolo pulmonar pueden irritar las vías respiratorias y ocasionar síntomas de obstrucción en ellas. Las partículas de ceniza pueden penetrar en los ojos como “cuerpos extraños” y causar abrasiones de la córnea o conjuntivitis. La actividad volcánica puede acarrear efectos adversos a la ganadería y a la agricultura, tanto a las que se encuentran próximas al cono volcánico, como a las situadas a grandes distancias. Las cenizas pueden afectar al ganado de varias formas; por acción física directa que produce la destrucción de los pastos; por la ingestión de grandes cantidades de ceniza, que puede provocar la muerte de los animales en pastaje o ser envenenados por los constituyentes tóxicos de las cenizas. Los grandes volúmenes de ceniza que desgajan los

árboles pueden ocasionar daño directo en las cosechas, o las sustancias ácidas pueden aniquilar las hojas de las mismas.

### **2.1.5.1.- Peligro volcánico en el municipio**

El Volcán Tacaná representa un peligro es bajo, debido a la distancia a la que se encuentra, estando en función de la dirección del viento. La ciudad de Huixtla se localiza a 37 Km. al poniente del volcán. Con la posibilidad de un evento volcánico con una columna eruptiva de 40 Km. y vientos favorables al poniente, el volumen de cenizas en la parte suroeste del municipio puede ser de 9.44 cm de espesor y hacia la parte noreste de 14.16 cm. En dado caso de que los vientos fueran hacia el sur, la parte noreste reportaría caída de cenizas de 4.72 cm de espesor. Si el viento favorable fuera hacia el norte, la parte afectada se tendría al noreste con un espesor similar al anterior. Con una columna de cenizas de 30 Km. de alto, si el viento favorable es al poniente, se tendría un espesor de 9.18 cm en la parte noreste del municipio. En conclusión esto indica que solamente con columnas eruptivas de más de 30 Km. de altura y con los vientos favorables en dirección poniente, norte o sur podría ser afectado el municipio de Huixtla (Figura 2.6).



### **2.1.6.- Peligro por deslizamiento**

Un deslizamiento es un movimiento de roca o material poco consolidado pendiente abajo a lo largo de una o varias superficies planas o cóncavas, denominadas superficies de deslizamiento. Es importante considerar el peligro por deslizamiento de roca o suelo sobre zonas urbanas o suburbanas, generalmente en terrenos de mucha pendiente. Como ya se menciona, la erosión intensa favorece deslizamientos de grandes volúmenes de material, además, se pueden presentar deslizamientos en zonas con más vegetación. Existen deslizamientos asociados a fracturas y fallas, de manera adicional a los anteriores.

La porción norte de Huixtla comprende parte del Macizo de Chiapas, zona donde se ubican las mayores elevaciones y se presentan problemas relacionados con inestabilidad de laderas, lo que provoca principalmente afectaciones a vías de comunicación y viviendas, dejando incomunicadas a las siguientes poblaciones: Quince de Enero y Flor de Mayo (con puntos de verificación ILHX003 Y ILHX005), donde se observa caída de bloques y deslizamientos a lo largo de los caminos que intercomunican a varias poblaciones de la sierra (Fotografía 2.9). El fracturamiento intenso que presenta la roca, genera planos de debilidad con cierta dirección preferencial, lo que provoca que se presente caídas de bloques hasta con 2 m de diámetro (Fotografía 2.10), afectando a vías de comunicación, lo que trae como consecuencia la obstrucción del paso a vehículos y personas, impide en caso de desastre que llegue la ayuda oportuna o muchas veces estos caminos son su única ruta de evacuación. En la mayoría de los casos, al no contar con maquinaria para habilitar los caminos, los pobladores de la sierra han quedado incomunicados por varios meses (Figura 2.7).





***Fotografía 2.9.- Caída de bloques y roca sobre el camino que une a las poblaciones Quince de Enero y Flor de Mayo al norte del municipio.***



***Fotografía 2.10.-Caída de bloques y roca a 300 m al SE del poblado Flor de Mayo.***

En zonas con suelo residual generado por el alto grado de alteración de las rocas, presenta inestabilidad de laderas de tipo flujo de detritos; esto debido al contenido de arcillas que con la influencia de intensas precipitaciones, pendientes abruptas y zonas deforestadas da origen a movimientos de derrubios en forma de solifluxión (descenso en forma de barro). Este problema se presenta en el poblado Estrella Roja (ILHX001), se observa un flujo de material que afectó a 14 viviendas, siendo una zona de peligro alto por inestabilidad de laderas debido a las condiciones geológicas e hidrometeorológicas de la región, siendo más grave (Fotografía 2.11) por las condiciones de difícil acceso hacia el área .



***Fotografía 2.11.- Flujo de material no consolidado sobre vías de comunicación. Observe la ubicación de las viviendas.***

Durante la prospección regional con apoyo de helicóptero, se observaron viviendas en zonas de pendientes abruptas no aptas para los asentamientos humanos (Puntos de verificación 182 y 183), tal es el caso de las viviendas aisladas que comprenden el poblado Esperancita (Punto de verificación 182, fotografía 2.12), dichas viviendas se ubican en pendientes mayores de 30°.



***Fotografía 2.12.- Vista aérea del poblado La Esperancita. Observe que las viviendas están asentadas sobre las laderas de una montaña de pendiente fuerte.***

El Zapote (punto de verificación 183, Fotografía 2.13) se ubica en una zona susceptible de presentar problemas de inestabilidad de laderas en forma de deslizamiento de suelos o flujos de materiales o detritos, debido a las pendientes fuertes sobre las cuales construyeron sus viviendas y por alterar la cobertura natural alrededor de estas, lo que facilita la infiltración y saturación de agua en el terreno, aumentando el peso de los suelos y provocando una pérdida de equilibrio en la ladera.



***Fotografía 2.13.-Poblado El Zapote. Observe las viviendas que están sobre una ladera de pendiente fuerte.***

A nivel municipal, la zonas con problemas de inestabilidad se presentan al noreste (figura 2.7), mientras que dentro de la cabecera municipal, en la zona de transición entre la región sierra y la planicie costera, se pueden observar algunas áreas de mayor pendiente, principalmente al norte de la ciudad que es susceptible a presentar deslizamientos, ya que ésta se edificó sobre un suelo residual proveniente de rocas ígneas muy fracturadas que se comporta en forma plástica al existir saturación de agua. Dentro de la ciudad se reconocieron tres zonas en forma aislada con problemas de inestabilidad (Figura 2.8).



En la porción norte se ubica la Colonia El Recreo y 2 de Octubre donde se presentó un deslizamiento de suelo destruyendo 20 viviendas construidas en la ladera, su origen fue la excesiva filtración de agua hacia el suelo generando un aumento en la presión de poro; el terreno está conformado por un piamonte de rocas ígneas muy alteradas que originan suelos arcillosos, bajo éste se observa una roca de composición granodiorítica con intenso fracturamiento, las principales estructuras muestran una dirección preferencial NW y NE (sitios de verificación ILHX009, ILHX010, ILHX011 y ILHX012) generando bloques en forma de cuña. Estas condiciones geológicas se observan sobre la margen izquierda del río Huixtla entre el Libramiento y la Avenida González Norte (Fotografías 2.14 y 2.15). El deslizamiento presenta varios escarpes con diferentes alturas, el más alto es de 7 m; se originó una grieta de 400 m de longitud semi-paralela al río Huixtla, el flujo de material es con dirección al noroeste. La zona de influencia tiene una longitud de 1.5 Km. por 150 m de ancho. Cabe destacar que algunas de las familias afectadas construyeron viviendas de lámina metros arriba sobre la corona del deslizamiento, lo que las ubica en una zona de peligro alto y es necesario se prohíba el uso habitacional en este sitio (Fotografía 2.16).



**Fotografía 2.14.- Vista panorámica de la Colonia El Recreo y 2 de Octubre, margen izquierda del río Huixtla.**



*Fotografía 2.15.-Evidencias de deslizamiento en la margen izquierda del Río Huixtla.*



*Fotografía 2.16.-. Escarpe de deslizamiento, observe la vivienda ubicada sobre la corona en peligro por desplome.*



*Fotografía 2.17.- Escarpe indicativo de un deslizamiento.*

El segundo punto se localiza en la gasolinera cercana al puente de la carretera costera (punto de verificación ILHX013), en este sitio aflora un suelo residual rojizo con gran contenido de arcillas y limos, el talud presenta una altura de 12 m; este deslizamiento representa peligro alto ya que se encuentra a un costado de esta estación de servicio (Fotografía 2.18) por lo que es necesario se rebaje el talud en forma de terrazas para estabilizarlo.



*Fotografía 2.18.-Deslizamiento de material no consolidado. Obsérvese la cercanía con la gasolinera.*

Un tercer punto, se ubica en la calle Juárez y José María Paz, (ILHX015) presenta características en el terreno que indica probable inestabilidad de laderas, es importante no se continúe deforestando la zona para evitar flujo de lodos hacia las viviendas ubicadas al pie de la ladera (Fotografía 2.19).



*Fotografía 2.19.-Ladera con peligro de deslizamiento. Obsérvese la inclinación de los árboles.*

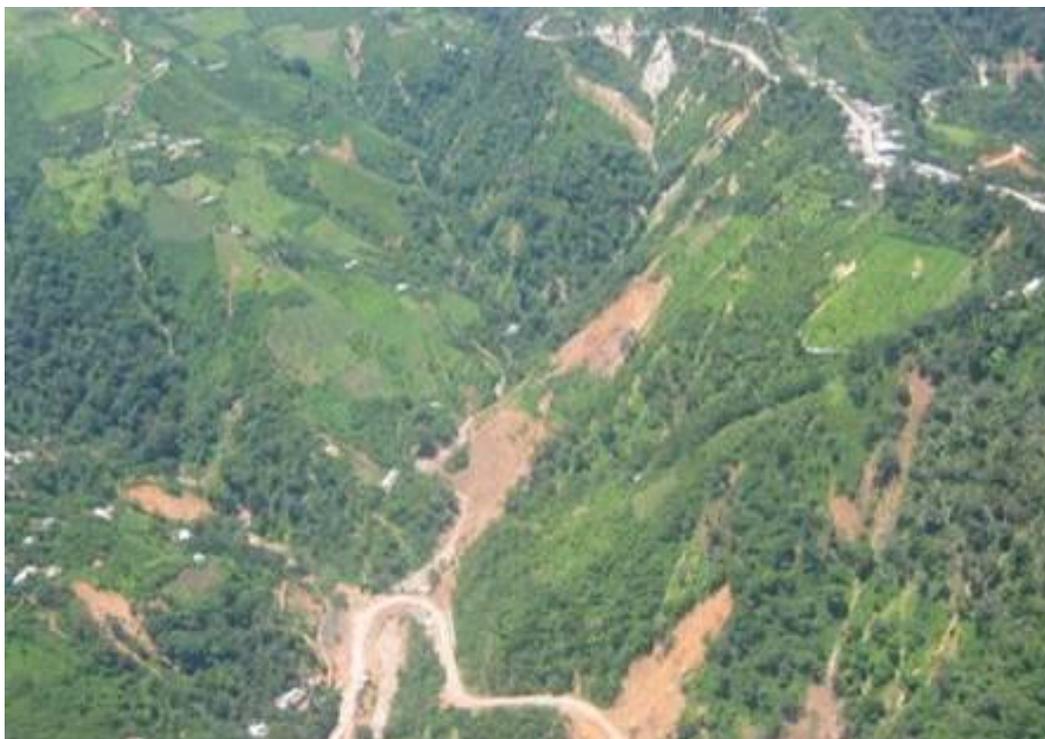
## **2.2.- Peligros hidrometeorológicos**

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 en 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 zonas 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 peligros en zonas urbanas.

### **2.2.1.- Peligro por 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 (CENAPRED, 2001).

El municipio de Huixtla se encuentra en la zona de influencia de la cuenca del río del mismo nombre la cual tiene una superficie de 337 Km<sup>2</sup>, su cota más alta tiene 2,300 m.s.n.m. El cauce principal es de quinto orden, los tributarios principales son los ríos Chevolcán y Etzumú que al interceptarse forman el Río Tolimán, el cual durante su recorrido aguas abajo es alimentado por los ríos Negro, Pedregoso y Cangrejero para así formar el cauce principal del Río Huixtla. La cobertura vegetal dentro de la cuenca se ha visto alterada debido a las intensas precipitaciones y a la influencia del hombre, lo que ha ocasionado una erosión hídrica laminar fuerte, en algunas zonas ha desaparecido completamente el suelo, dejando al descubierto la roca; con todo esto, el perfil de escurrimiento normal se ha visto modificado, siendo cada vez más elevado el caudal de la red de drenaje que alimenta al Huixtla. El Chevolcán al unirse al Huixtla ya es de tercer orden; este afluente nace desde el límite de la cuenca, en las cercanías de los poblados El Rosario, Emiliano Zapata, Chevolcán, Tolimán y Buenavista (localidades del municipio de Motozintla); este afluente recibe una gran cantidad de sedimentos provenientes de la intensa erosión de la cuenca y de una gran cantidad de deslizamientos y flujos ocasionados por las pendientes abruptas, deforestación, alteración y fracturamiento de las rocas (punto de verificación ILMT002) (Fotografías 2.20 y 2.21). Durante la prospección con apoyo de helicóptero sobre la cuenca, se observó que el río Chevolcán en la región alta del municipio posee una forma sinuosa y es encajonado hacia ambos lados por laderas pronunciadas; a la altura de la localidad Villa Hermosa la intensa erosión de ambas márgenes amplió el cauce afectando a las viviendas que se ubicaban a las orillas (Fotografía 2.22).



***Fotografía 2.20.- Vista panorámica del parteaguas de la subcuenca del río Huixtla. Observe la gran cantidad de deslizamientos y flujos de material en el lugar.***



***Fotografía 2.21.- Vista Panorámica del cerro Chevolcán, donde se aprecian el factor de deforestación que favorece el origen de los deslizamientos. Localidad de Tolimán, Motozintla.***



*Fotografía 2.22.- Se observa el crecimiento a ambos lados del cauce Chevolcán a la altura de Villa Hermosa. Observe las viviendas a las orillas del río que fueron afectadas.*

Otro río importante que alimenta al Huixtla es el Etzumú, según la clasificación de corrientes de Horton-Strahler es de cuarto orden (Fotografía 2.23). Es uno de los ríos que contribuye con mayor cantidad de gasto líquido y sólido hacia el afluente principal. Después del Huracán Stan, el río muestra mayor amplitud en su cauce (Fotografía 2.24), esto debido a la intensa erosión fluvial de sus márgenes.



***Fotografía 2.23.- Aporte de sedimentos hacia el río Etzumú, además se observan viviendas de la localidad Maíz Blanco en peligro de deslizamiento.***



***Fotografía 2.24.- Se observa el río Etzumú a la altura de la localidad del mismo nombre. Nótese la ampliación del cauce en ambos extremos y las viviendas cercanas al cauce.***

Como se mencionó anteriormente, el río Chevolcán y el Etzumú forman al río Tolimán a la altura de la localidad Belisario Domínguez a 12.5 Km al NE de Huixtla (Fotografía 2.25, punto de verificación INMT001). Durante la creciete de dichos afluentes por el Huracán Stan, el poblado Belisario Domínguez fue gravemente afectado, viviendas completas fueron destruidas por el desborde del río, el cual arrastraba bloques de hasta 2.5m de diámetro.



***Fotografía 2.25.-. Intersección de los ríos Chevolcán y Etzumú. Nótese la afectación a la población.***

Durante la temporada de lluvias del 2005, el desbordamiento de varios ríos de la cuenca causó daños a poblaciones, vías de comunicación, cultivos, servicios, etc., de la zona serrana y planicie costera. Con el trabajo de campo se observó que el camino que une a las poblaciones 15 de Enero y Europa (punto de verificación INHX028, fotografía 2.26) fue afectado por el incremento de su caudal.



*Fotografía 2.26.- Puente destruido por el paso de la corriente. Obsérvese la dimensión de los bloques arrastrados.*

A lo largo del río Huixtla, aguas abajo se ubicaron varias zonas afectadas por la creciente de esta corriente. En el puente Río Negro en la población Nueva Tenochtitlán el cauce es de 12 m, se observan bloques rodados de hasta 3m de diámetro (Fotografía 2.27), la profundidad del río fue mayor de 6 m durante la creciente del año pasado (punto de verificación INHX029).

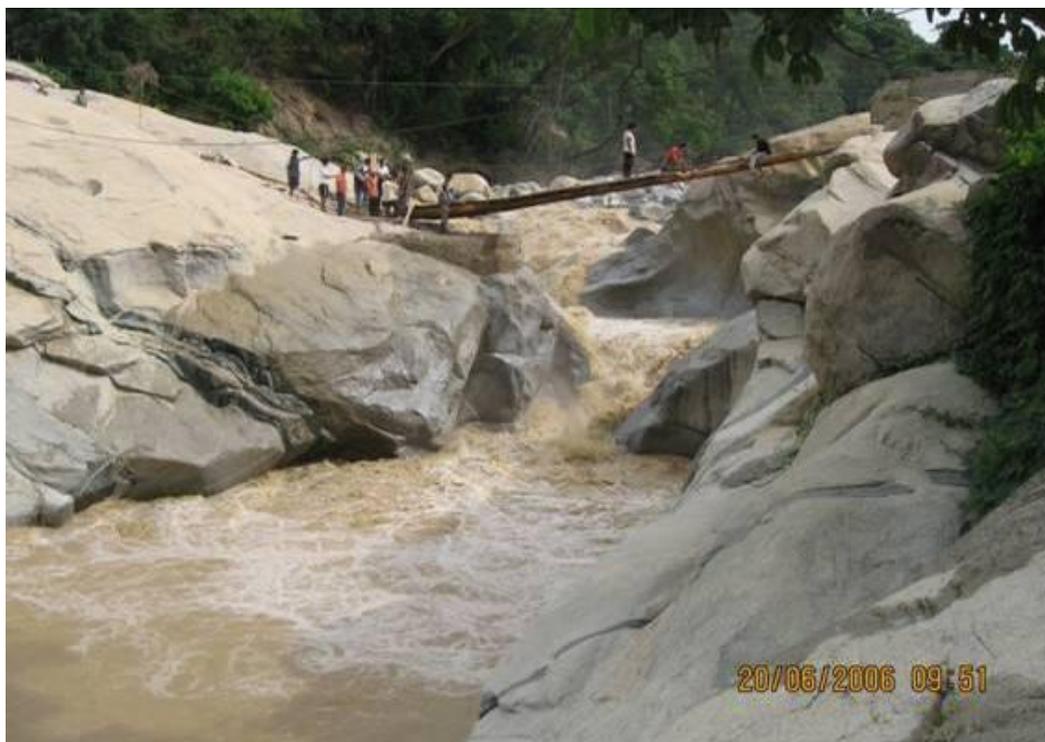


***Fotografía 2.27.- Puente Río Negro sobre el cauce del Río Huixtla. Nótese las viviendas que están muy cerca del cauce.***

El poblado Puente de Material (punto de verificación INHX030) fue seriamente afectado por el incremento del caudal del río Huixtla, el cauce se amplió 70 m aproximadamente, se observan bloques transportados por la corriente de hasta 3 m de diámetro (Fotografía 2.28). Cabe señalar que el nivel de agua subió hasta 5 m, manteniéndose así por 5 días, el flujo de detritos y escombros destruyó totalmente 22 viviendas, una casa de salud, una iglesia y un puente de concreto (Fotografía 2.29), dejando incomunicados por lo menos a cinco poblaciones. Actualmente existen viviendas aún habitadas a la orilla del río por lo que es necesario que se reubique a la población de esa zona; además, es necesario se refuerce el puente a construir ya que representa una importante vía de comunicación entre los poblados de la zona.



***Fotografía 2.28.- Cauce del Río Huixtla a la altura del poblado Puente de Material. Observe el tamaño de los bloques y la cercanía de las viviendas con el río, las cuales fueron semidestruidas.***



***Fotografía 2.29.- Destrucción de un puente de concreto que pasa por el Río Huixtla a la altura del poblado Puente de Material.***

La ciudad de Huixtla fue una de las poblaciones mas afectadas del estado de Chiapas durante las avenidas extraordinarias ocasionadas por el Huracán Stan en el 2005. Durante el trabajo de campo se observó que el Río Huixtla, hacia la parte norte de la cabecera, abrió una ventana generando un nuevo brazo (Fotografías 2.30 y 2.31) incrementando considerablemente su cauce, con una amplitud de 1 Km., se observa material trasportado de diferente tamaño, hasta bloques de 1.5 m de diámetro, los cuales quedaron envueltos en depósitos de arenas y limos (Fotografía 2.32).



*Fotografía 2.30.- Cauce del Río Huixtla. Observe el brazo que abrió a su paso por el libramiento de la ciudad de Huixtla.*



*Fotografía 2.31.- Cauce del río Huixtla visto de norte a sur, hacia la margen derecha se aprecia la zona de rompimiento del nuevo brazo.*



*Fotografía 2.32.- Pared de la margen izquierda del Río Huixtla, a la altura del puente del libramiento de la carretera 200. Nótese antiguos depósitos fluviales de tres metros de alto.*

### **2.2.1.1.- Zonificación de peligro por inundación**

La ciudad de Huixtla tiene graves problemas por inundación de carácter fluvial y pluvial; siendo el primero, el que ha causado más afectación hacia la población y sus pertenencias pero el segundo es más común incomodando a los habitantes de la zona. Las inundaciones de tipo fluvial se deben principalmente a la ubicación de los asentamientos humanos, ya que Huixtla se construyó sobre la zona de transición y cambio de pendiente entre una serie de elevaciones que constituyen la región sierra y la zona baja de la planicie costera. Dadas estas condiciones morfológicas, Huixtla ha presentado diversas inundaciones a lo largo de su historia. En 1998, los asentamientos cercanos al cauce desaparecieron, una avenida extraordinaria del río arrasó con colonias enteras; sin embargo, el daño causado por el Stan en el 2005 fue mucho mayor. Las intensas lluvias ocasionadas por este fenómeno meteorológico ocasionaron el desbordamiento de los ríos de la región ya que no fueron capaces de contener el caudal extraordinario, lo cual causó graves daños a vías de comunicación, infraestructura carretera, servicios básicos para la población, viviendas, escuelas, hospitales, entre otros; traducándose en grandes costos de restauración y pérdida de vidas humanas. Dentro de la mancha urbana, desaparecieron manzanas enteras, algunas construcciones fueron arrastradas por la corriente y otras fueron sepultadas por el flujo de escombros y fueron declaradas como pérdida total (Figura 2.9 sección esquemática). En el presente estudio se han identificado dentro de la cabecera tres niveles de peligro, los cuales están representados por la magnitud de afectación hacia la población (figura 2.10), por lo que las zonas de peligro alto se representan de rojo, de naranja la zona de peligro medio y de amarillo las zonas en peligro bajo. Aquellas zonas sin color no se encuentran en peligro por inundación (Figura 2.11).

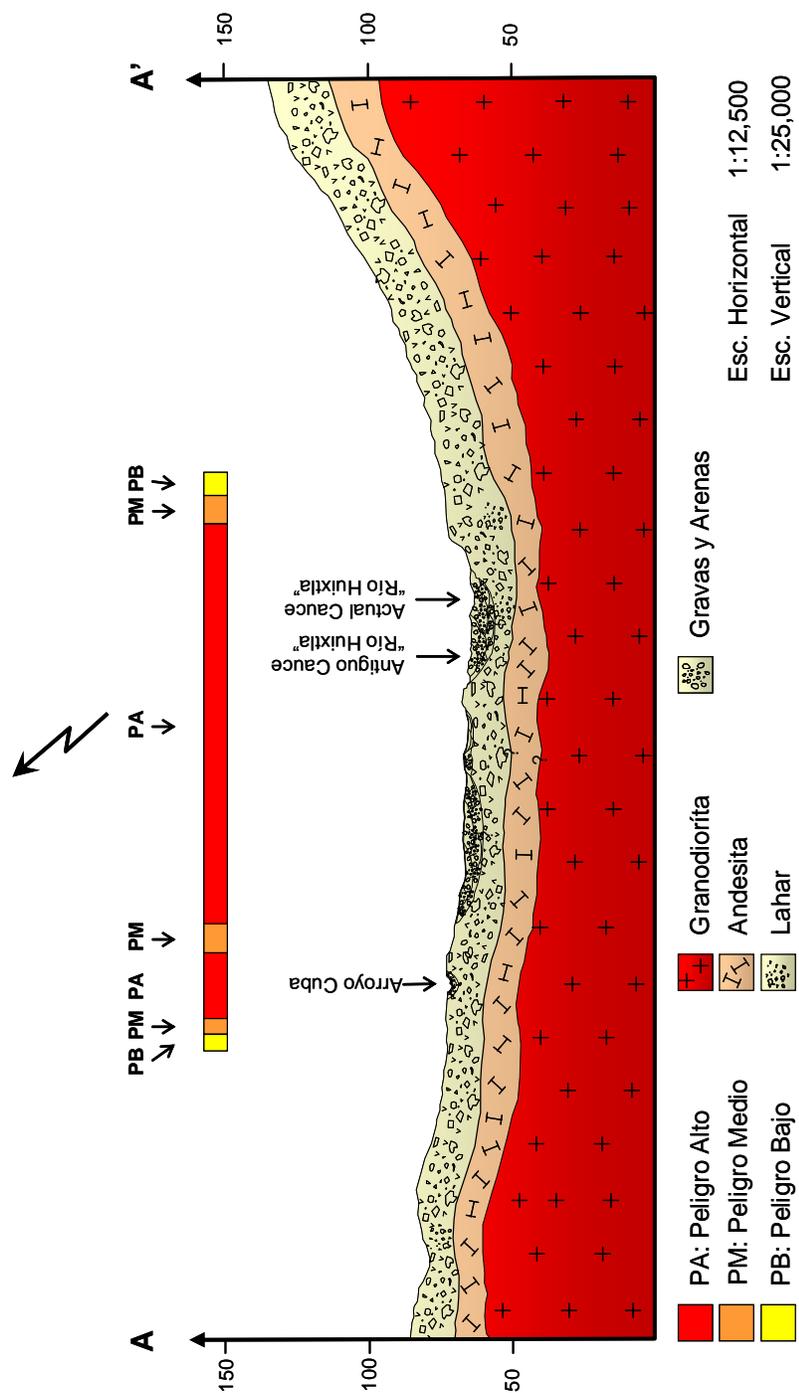


Figura 2.9.- Sección esquemática río arriba de la cabecera municipal de Huixtla, con su rango de identificación de peligro por inundación.

En la figura 2.10 se muestran dentro de las líneas (rojo mas grueso) el cauce actual, peligro alto y destrucción (achurado rojo) las zonas que sufrieron pérdida total o que simplemente ya no existe ninguna vivienda, éstas líneas corresponden a la configuración del cauce después de la tragedia. Dentro de dicha configuración se ubica una parte de las siguientes avenidas, localizadas entre el libramiento norte y la carretera 200 que atraviesa por la ciudad de Huixtla:

- Avenida Artículo 123.
- Avenida Plan Chiapas.
- Avenida Constitución.
- Avenida Capulín.
- Avenida San Francisco.
- Avenida Apolo.
- Prolongación Independencia.
- Prolongación Avenida Central.
- Callejón del Muro.
- José María Paz poniente.
- Algunas viviendas construidas entre el camino a la pedrera y la calle Piscis.
- Prolongación Lerdo de Tejada poniente.
- Prolongación Corregidora poniente.
- Callejón Poniente.

De la carretera 200 hacia los límites de la mancha urbana al sur desaparecieron las siguientes colonias, o parte de ellas como son:

- Rodolfo Figueroa poniente (al final de la calle).
- Porfirio Díaz poniente (al final de la calle).
- Guerrero (al final de la calle).
- Morelos (al final de la calle).
- Ignacio Zaragoza (al final de la calle).
- Francisco I. Madero poniente (media cuadra).
- Agustín de Iturbide poniente (media cuadra).
- Allende poniente (media cuadra).
- Belisario Domínguez poniente (casi la totalidad de la cuadra).
- Constitución poniente esquina con Matamoros sur (toda la cuadra).

- Javier Mina poniente, desaparecieron por completo las cuadras que forman esta calle con las calles Callejón Mina, Av. Nicolás Bravo Sur, Av. Matamoros sur, Av. Aldama sur, Av. Galeana sur.
- Venustiano Carranza poniente, desaparecieron por completo las cuadras que forman esta calle con las calles Callejón Mina, Av. Matamoros Sur, Av. Aldama Sur, Av. Galeana Sur y Av. Independencia.
- Sobre la Av. 12 Poniente, desaparecieron las esquinas formadas con las calles Av. Aldama Sur, Av. Galeana Sur y Av. Independencia.
- Sobre la Avenida Independencia, desaparecieron los cruces con las Avenidas Venustiano Carranza poniente y la Av. Central Sur.
- Otros entronques que desaparecieron fueron los compuestos por: Av. Central sur con los Andadores Las Rosas, Las Bugambilias, Las Gardenias, Los Tulipanes y Las Gladiolas.

Las calles que fueron solo inundadas pero que registraron perdidas materiales por la acumulación de agua y lodo dentro de las viviendas se agruparon dentro del polígono de peligro alto (> de 50 cm de agua) y son de norte a sur:

- Av. Central norte esquina con José María poniente.
- Av. Independencia norte, toda la calle se inundo.
- Lerdo de Tejada esquina con Independencia.
- Corregidora poniente, Av. Aldama norte esquina con Independencia.
- Todo el Callejón poniente.
- Francisco Zarco poniente, Av. Matamoros norte esquina con Independencia.
- Negrete poniente esquina con Independencia.
- Rodolfo Figueroa poniente esquina con Independencia.
- Porfirio Díaz poniente esquina con Independencia.
- Guerrero poniente esquina con Independencia.
- Ferrocarril poniente, la creciente del río destruyó la vía del ferrocarril y la afectación llego hasta la esquina con Independencia.
- Morelos poniente hasta Independencia.
- Ignacio Zaragoza poniente hasta un poco después de la Av. Independencia.
- Francisco I. Madero hasta la mitad de la cuadra delimitada por la Av. Independencia y la Av. Central.
- Agustín de Iturbide poniente hasta la mitad de la cuadra delimitada por la Av. Independencia y la Av. Central.
- Allende poniente, hasta la Av. Central.

- Belisario Domínguez poniente, desde Av. Matamoros hasta un poco antes de Av. Benito Juárez sur.
- Constitución poniente, de Av. Matamoros hasta la Av. Benito Juárez sur.
- Javier Mina poniente, de la mitad de la cuadra delimitada ente la Av. Galeana sur y la Av. Independencia hasta la Av. González Ortega sur.
- Venustiano Carranza poniente desde la Av. Independencia hasta un poco después de González Ortega sur.

La zona de peligro medio (cartografiada en colores naranja medio con tendencia a alto y amarillo) es aquella zona que puede tener problemas de inundación de tipo fluvial en caso de otra avenida extraordinaria, esto porque los ríos de la región se observan sumamente azolvados y el trabajo de dragado ha sido muy lento. Las manzanas que se encuentran dentro del polígono de peligro medio ( $\div$  10 y 50 cm de agua) son:

- Av. Central norte, sólo hasta las vías del ferrocarril.
- Av. Benito Juárez norte; sin embargo, esta calle tiene graves problemas de inundación pluvial
- Av. Benito Juárez sur esquina con Constitución oriente
- Av. González Ortega sur, desde la esquina con la calle Morelos oriente hasta la esquina con Javier Mina Ortiz.
- Av. Rayón sur, desde las vías del ferrocarril hasta las afueras de la ciudad.
- Av. Abasolo sur, desde las vías del ferrocarril hasta las afueras de la ciudad.
- Av. Retiro sur, desde las vías del ferrocarril hasta las afueras de la ciudad.
- Av. Arteaga sur, desde las vías del ferrocarril hasta las afueras de la ciudad.
- Av. Miguel Alemán sur, desde las vías del ferrocarril hasta las afueras de la ciudad.
- Av. Ayuntamiento sur, desde las vías del ferrocarril hasta las afueras de la ciudad.

La zona de peligro bajo se ubica desde los límites del polígono medio hasta la parte donde inicia el aumento en la pendiente del terreno, tal como se puede observar en el plano de zonificación de peligro por inundación; las calles en peligro bajo ( $<$  10 cm de agua) son:

- Av. Retiro sur, desde Zaragoza oriente hacia las vías.
- Av. Arteaga sur, desde Morelos oriente hacia las vías.
- Av. Miguel Alemán sur, desde Morelos oriente hacia las vías
- Callejón Tuzantán, desde Morelos oriente hacia las vías.

Cabe destacar que toda la zona baja de Huixtla tiene problemas de inundación de tipo pluvial debido a las condiciones del terreno y a la falta de un buen sistema de drenaje y alcantarillado. Hacia el lado poniente del río, las manzanas que fueron inundadas por el desbordamiento del río Huixtla y que se encuentran dentro de la zonificación de peligro alto son:

- Algunas de las viviendas construidas entre el camino a la pedrera y la calle Hércules.
- Calle Piscis
- Calle Sagitario
- Calle Leo
- Av. Acuario, a la esquina con la calle Leo
- Av. Escorpión, un poco antes de la calle Virgo
- La Colonia Jardines de Huixtla
- Calle Pichucalco, desde la configuración actual del cauce hasta la Av. Central
- Calle Ocozocoautla, el límite se localiza entre la Av. Central y la Av. Montebello.
- Calle Palenque, el límite se localiza entre la Av. Central y la Av. Montebello
- Calle San Juan del Bosque, el límite se localiza entre la Av. Central y la Av. Montebello.
- Calle Echegaray, el límite se localiza entre la Av. Central y la Av. Montebello
- Calle Huixtan, el límite se localiza entre la Av. Central y la Av. Montebello
- Calle Bonampak, el límite se localiza entre la Av. Central y la Av. Montebello
- Calle Malpaso, el límite se localiza entre la Av. Central y la Av. Montebello
- Calle San Fernando, desde la configuración del actual cauce hasta la Av. Central.

- Calle Chicoasen, el límite se localiza entre la Av. Central y la Av. Montebello
- Calle Tonalá, desde la configuración del actual cauce hasta la Av. Montebello
- Calle Jiquipilas, desde la configuración del actual cauce hasta la Av. Reforma.
- Calle Yajalón, desde la configuración del actual cauce hasta la Av. Reforma
- Calle Ocosingo, desde la configuración del actual cauce hasta la Av. Reforma
- Calle Villa Flores, desde la configuración del actual cauce hasta la Av. Reforma
- Colonia La Torrecilla

Las calles inundadas por el desbordamiento del río El Cuba también registraron graves afectaciones, algunas viviendas fueron devastadas completamente por la fuerte corriente y otras fueron afectadas por flujos de escombros. Las zonas de peligro alto comprenden un tramo de las calles Atlas, Ciprés, Capulín, Apolo, Atenea, Afrodita, Zeus, Olimpo, Av. Acuario y Av. Escorpión entre las calles Aries y Sol; las viviendas más próximas al arroyo fueron las que desaparecieron en su totalidad tal y como se observa en el plano de zonificación.



En la figura 2.9 se ejemplifica sobre una sección la zonificación de peligro por inundación al norte de la ciudad de Huixtla, esta por considerar la zona como representativa, se realizó a 500m aproximadamente del libramiento.

La sección anterior ejemplifica el peligro por inundación, se levantó a 500 m sobre el libramiento. La zona de peligro alto tiene una amplitud de 900 m, esto a causa de la bifurcación del cauce original; la delimita hacia ambos extremos un ligero incremento en la pendiente. Entre ambos cauces se aprecia una isla donde quedaron en pie algunas viviendas (Fotografía 2.33), estas viviendas se localizan dentro la zona de peligro alto y en la actualidad aún siguen habitadas por lo que es urgente sean desalojadas, estos asentamientos constituían la Colonia El Chamizal (INHX056), la cual fue destruida casi en su totalidad.



***Fotografía 2.33.- Obsérvese la configuración del actual cauce y la construcción del bordo de contención dejando dentro del cauce a las viviendas de la Colonia El Chamizal.***

En esta zona se unen ambos cauces para forman uno solo río de gran amplitud (Fotografía 2.34), su configuración actual en este punto posee 150 m de ancho, con una profundidad promedio de 5m. Las viviendas localizadas hacia ambas márgenes se encuentran en peligro alto ya que la capacidad de

almacenamiento del cauce se reduce con respecto a la capacidad de la sección anterior (Estación 7), por lo que en caso de una avenida extraordinaria será más fácil que se desborde el río en este punto donde se unen las dos corrientes (Estación 8).



***Fotografía 2.34.- Tramo comprendido entre el libramiento y el puente de la carretera federal No. 200 (vista NE-SW). Observe la amplitud del cauce después del Huracán Stan.***

Hacia la margen derecha del Río Huixtla, por desbordamiento la colonia Buenos Aires (punto de verificación INHX012) fue afectada, esta comunidad es habitada por gente reubicada por el desastre de 1998 provenientes de una localidad llamada El Espejo; el poblado es habitado por aproximadamente 1,200 personas. Durante el 2006 varias veces tuvieron problemas de desbordamiento del río a causa del asolve. En esta situación se encuentran asentamientos irregulares localizados a la orilla del camino a La Pedrera con punto de verificación INHX013, en la zona se observan depósitos recientes de arena producto de la inundación (Figura 2.13, Fotografía 2.35).



***Fotografía 2.35.- Afectación a viviendas durante el Huracán Stan y en la presente época de lluvias. Se aprecian depósitos recientes de arena.***

A la altura de la carretera federal No. 200, el cauce se amplía a 85 m, por lo que se considera una zona con peligro alto por desbordamiento, esta reducción puede generar una represa en caso de que la corriente transporte basura, troncos, rocas, etc., por lo que es importante que la profundidad sea considerable para evitar que el caudal exceda la capacidad de almacenamiento del cauce y se desborde. Durante el presente año dado las condiciones del cauce, en varias ocasiones las viviendas cercanas al río fueron inundadas. Cercano a este punto se localiza la colonia El Progreso, debido a la falta de desazolve del río, el nivel de agua registrado por las inundaciones de este año fue mayor que el registrado durante el Huracán Stan (80 y 40 cm respectivamente), las calles afectadas son Piscis y Acuario. Las calles Escorpión y Av. Sagitario, registraron un nivel de agua de 60 cm; en esta zona la intensa corriente destruyó un par de viviendas (Fotografía 2.36).



***Fotografía 2.36.- Punto ubicado en calle Escorpión, se aprecian viviendas afectadas por inundaciones de tipo fluvial.***

Otra colonia en peligro alto por inundación es Jardines de Huixtla, durante la creciente del 2005 el nivel de agua alcanzado fue de 70 cm, afectando a las 65 viviendas que se ubican en la zona; el agua tardó en bajar 8 días. En la temporada de lluvias del 2006, las afectaciones a los habitantes de esta colonia también fueron graves, ya que se registraron niveles de agua de 40 cm en las viviendas cercanas al Huixtla mientras que aquellas que fueron afectadas por el desbordamiento del río El Cuba tuvieron una altura de 1.5m de agua.

El desbordamiento del río Huixtla además afectó viviendas localizadas entre la carretera federal No.200 y el puente ferroviario, que corresponden a la Colonia El Relicario; se levantaron puntos de verificación en la calle Palenque (punto de verificación INHX060), San Fernando (punto de verificación INHX061), Yajalón y Reforma (INHX062), el promedio del tirante de agua fue de 40 cm; se delimita la zona de peligro por inundación hasta donde existe un incremento en la pendiente del terreno. Existe un zanjón a lo largo de la Av. Central que representa peligro para los habitantes de la zona ya que se observa muy azolvado y ha presentado problemas de desborde.

Hacia la margen izquierda del río se registraron grandes pérdidas y la devastación de un área mayor con asentamientos humanos. En la parte norte de la población el cauce aumentó considerablemente su tamaño, erosionando la pared del río, zona en donde además se presentaron serios problemas de inestabilidad de laderas, ya que varias viviendas fueron destruidas a causa de un deslizamiento.

A 500 m al sur del libramiento, se localiza la colonia El Recreo (punto de verificación INHX036), zona en donde desaparecieron aproximadamente 20 viviendas, el tirante de agua sobre el terreno subió 3m. Actualmente esta zona quedó dentro de la configuración del río y ya no existen asentamientos humanos. A 150 m del punto anterior se localizaba la Colonia El Paraíso, 50 viviendas fueron arrasadas por la creciente del río, se construyó un bordo de contención; sin embargo, aun existen viviendas en peligro alto de inundación.

La mayor concentración de asentamientos humanos se localiza a partir del punto de verificación INHX001, 970 m al sur del libramiento (prolongación Av. Central, fotografía 2.37 y 2.38), en esta zona desaparecieron todas las viviendas construidas en la planicie de inundación, quedando algunas sobre la ladera desgastada de la margen izquierda.



***Fotografía 2.37.- Prolongación Av. Central, al fondo se aprecian viviendas en peligro de inundación, actualmente el río pasa por donde fuera la Colonia Callejón del Muro.***



***Fotografía 2.38.- Aún se logran apreciar viviendas sepultadas por el flujo de escombros en la colonia Callejón del Muro.***

Desde la calle José María Paz hasta Negrete Poniente, un buen número de viviendas fueron arrasadas por la corriente o algunas fueron sepultadas por los flujos de escombros, tal como se observa en la Figura 2.10, los asentamientos dentro de la línea azul son los declarados en pérdida total.

Las personas que perdieron sus propiedades, construyeron viviendas improvisadas de lámina en la calle José María Paz (punto de verificación INHX002) y colocaron barreras de costales de arena para mitigar este peligro (Fotografías 2.39 y 2.40). Estos asentamientos irregulares son sumamente vulnerables a sufrir graves daños en caso de nuevas inundaciones.



***Fotografía 2.39.- Costales de arena en la calle José María Paz, norte de Huixtla, para mitigar el peligro por inundación.***



*Fotografía 2.40.-Viviendas improvisadas hechas de lámina sobre la margen izquierda del Río Huixtla.*

Con punto de verificación INHX004, se ubican las viviendas de la calle Francisco Zarco que están en peligro alto por inundación (Fotografías 2.41 y 2.42); en el presente año debido a la proximidad al cauce y a la poca diferencia entre el nivel del río y la del terreno, tuvieron graves problemas por inundación. En esta zona existen viviendas semi-sepultadas que aún continúan habitadas, estas viviendas se localizan entre lo que fueran las calles Aldama y Matamoros, por lo que es necesario sean reubicados los habitantes de la zona.



***Fotografía 2.41.- Viviendas en peligro alto por inundación localizadas en la calle Francisco Zarco, entre Av. Aldama y Av. Matamoros, afectadas por recientes desbordamientos del río.***



***Fotografía 2.42.- Se aprecian las marcas del nivel de agua durante la inundación del Huracán Stan (marca superior) y una inundación ocurrida el día 9 de Junio del presente año.***

Una de las zonas con mayor afectación fue el sur de la ciudad, en donde desaparecieron 31 manzanas de diferente tamaño, tal como se aprecia en la figura 2.11, fotografía 2.43.



*Fotografía 2.43.- Zona de desastre al sur de la ciudad de Huixtla, manzanas devastadas.*

La gran cantidad de escurrimiento superficial así como el caudal extraordinario transportado por el cauce del río Huixtla, ocasionaron la pérdida de un gran número de viviendas en la zona denominada Colonia FONAPO, es una de las zonas más bajas de la ciudad, dichas viviendas se localizaban sobre la planicie de inundación del río, zona potencial a sufrir inundaciones de tipo fluvial por la cercanía al cauce y del tipo pluvial por las condiciones del terreno.

La configuración del cauce actual, se localiza en la Calle Belisario Domínguez entre lo que fueran las calles Nicolás Bravo y Matamoros, en esta zona se observan viviendas completamente destruidas (Fotografía 2.44 y 2.45).



***Fotografía 2.44.- Viviendas destruidas en la calle Belisario Domínguez, punto de verificación INHX009.***

En la calle Matamoros esquina con Javier Mina (punto de verificación INHX010), se observan depósitos de arena con un espesor de 2 m por encima del nivel anterior del terreno, aquí las viviendas fueron sepultadas por el flujo de escombros que transportaba la corriente. Algunas viviendas localizadas dentro de la zona de desastre aún continúan habitadas lo que representa peligro constante a los moradores, además de ser una fuente de infección al existir agua estancada y fugas de agua del drenaje de la ciudad.



*Fotografía 2.45.- Viviendas sepultadas en la colonia FONAPO, se aprecia la construcción de viviendas de lámina en zona de desastre.*

La calle Aldama entre Constitución y Javier Mina con punto de verificación INHX022, se localiza dentro de la zonificación de peligro alto por inundación ya que el nivel de agua fue de 1.2 m, actualmente estas viviendas continúan habitadas, las personas de la zona al ser evacuadas utilizaron la Fabrica de Textiles como albergue. En la calle Central Sur el nivel de agua fue de 1.2 m, se observan viviendas abandonadas, en esta zona existe un arroyo de aguas negras proveniente de la ciudad.

Para realizar dicha zonificación se realizaron varios puntos de verificación en campo (Figura 2.11), los cuales para mayor detalle pueden ser consultados en el anexo de fichas.

Hacia la porción norte de la ciudad, el cauce fue modificado en su amplitud y forma, la intensa corriente originó un nuevo cauce aproximadamente a 1 Km al norte del libramiento, tal modificación causó graves daños a los asentamientos y a las vías de comunicación que encontró a su paso (Fotografías 2.46 y 2.47, punto de control INHX033). La amplitud del cauce al norte del libramiento es de 800 m, actualmente se realizan obras civiles como medida de mitigación contra inundaciones, en la margen derecha del río se está construyendo un

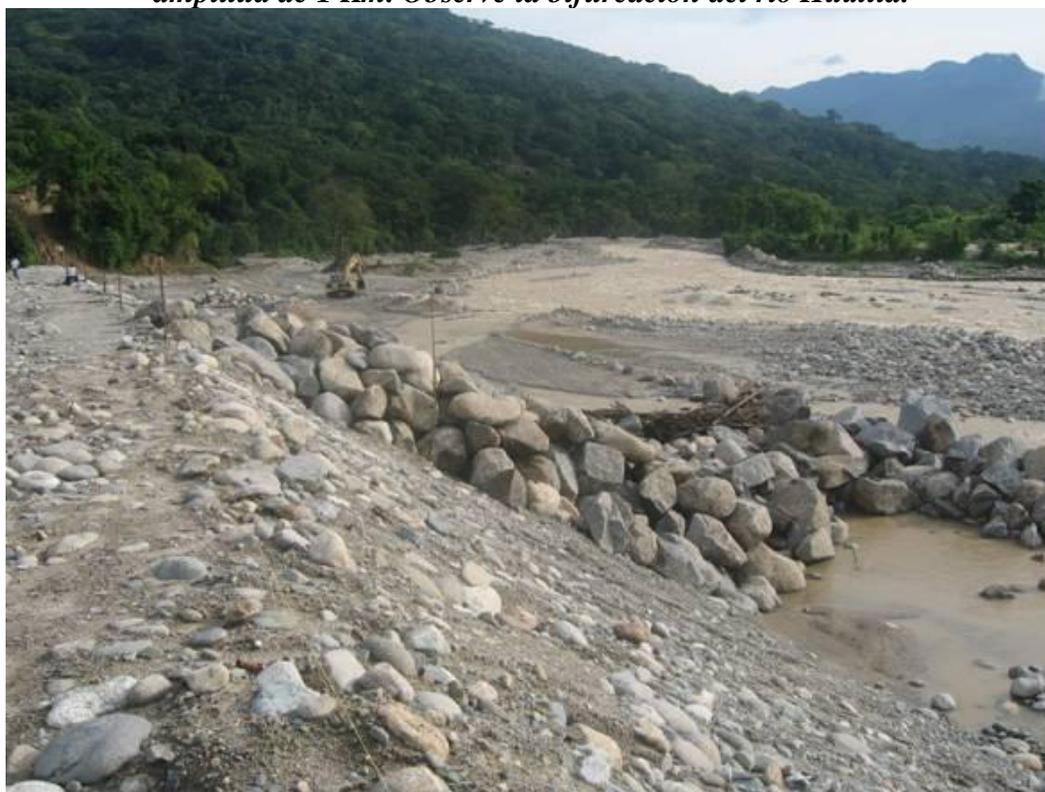
bordo de arena cubierto con enrocado (Fotografía 2.35), lo que permite configurar el cauce de alguna forma. Se realizaron varias secciones transversales para determinar las áreas geométricas de esos puntos y conocer la capacidad de almacenamiento de este; cabe destacar que hasta el momento aguas arriba del libramiento solo se está construyendo el bordo en la margen derecha y hacia la margen izquierda el bordo es natural. El ancho promedio del bordo en la parte superior es de 4.5 m y la altura vertical es de 5m.



*Fotografía 2.46.- Puente del libramiento de la carretera que conduce a Arriaga, destruido por el paso de la corriente del Río Huixtla. Obsérvese la amplitud del Río.*



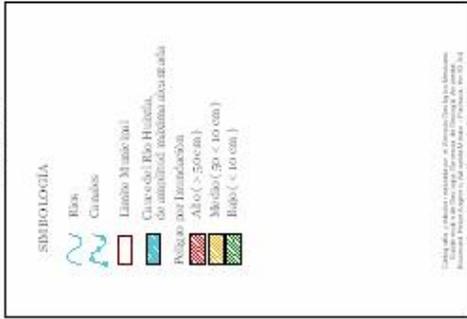
***Fotografía 2.47.- Parte norte de la ciudad de Huixtla la zona de peligro alto alcanzo una amplitud de 1 Km. Observe la bifurcación del río Huixtla.***



***Fotografía 2.48.- Construcción del bordo de contención al norte del libramiento de la ciudad de Huixtla.***



PROYECTO DE ESTUDIOS DE PELIGROS NATURALES EN MUNICIPIOS DE LA PLANIEDE COSTERA DEL ESTADO DE CHIAPAS  
**ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE HUIXTLA, CHIAPAS**  
 CARTA TEMÁTICA DE INUNDACIÓN CIUDAD HUIXTLA-GS



Elaborado a partir de información de la Dirección de Hidrología y Meteorología del Estado de Chiapas, del Instituto de Estudios Geográficos y Cartográficos del SGM, y de la información proporcionada por el Ayuntamiento de Huixtla, Chiapas.

**COORDINADAS CARTESIANAS**

**UTM**

**PROYCCION**

**ESCALA**

**FECHA DE ELABORACION**

**ELABORADO POR**

**REVISADO POR**

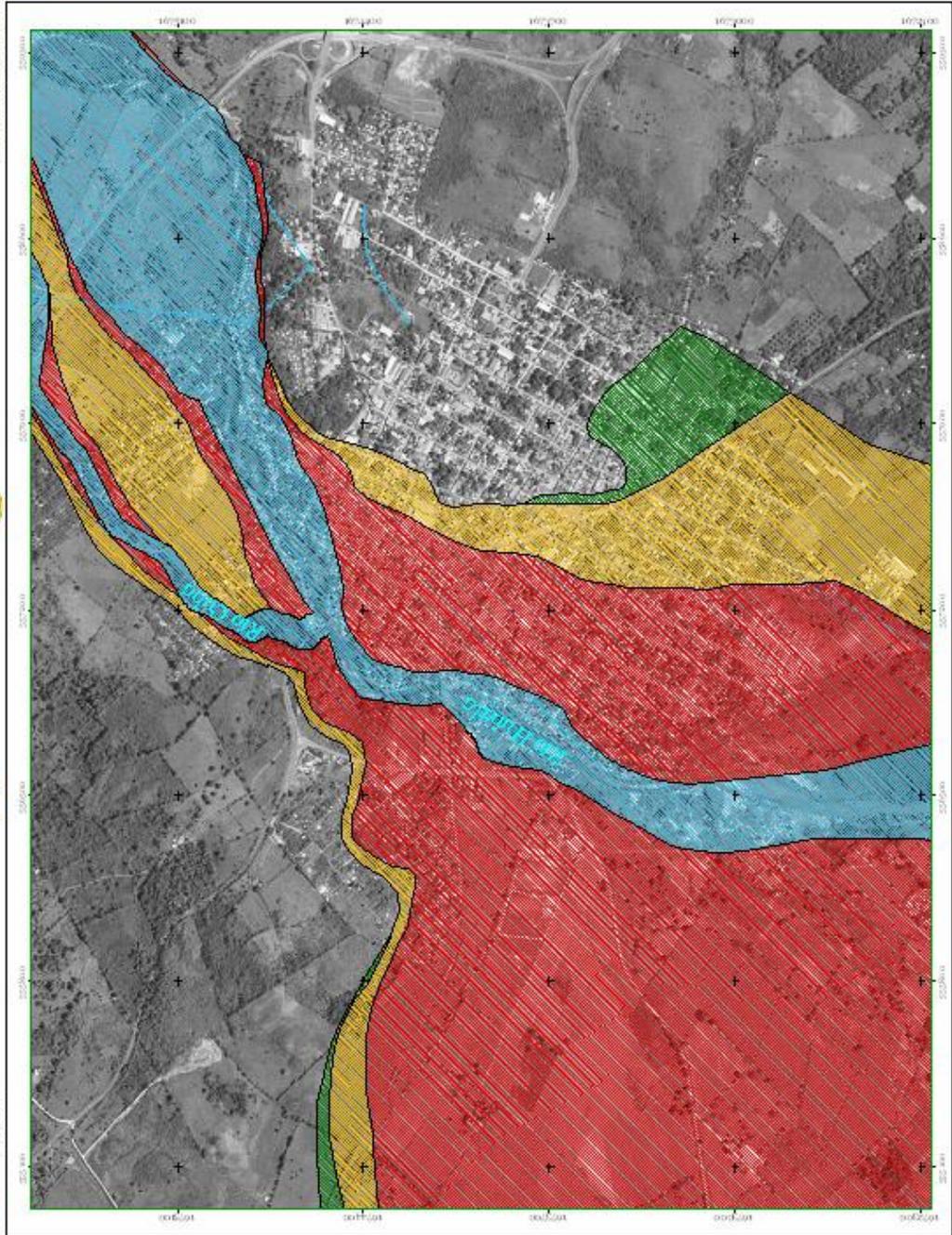
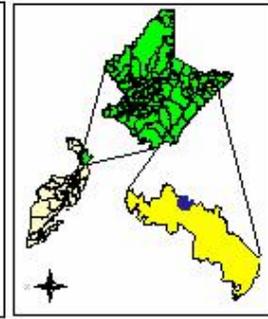
**APROBADO POR**

**REVISADO POR**

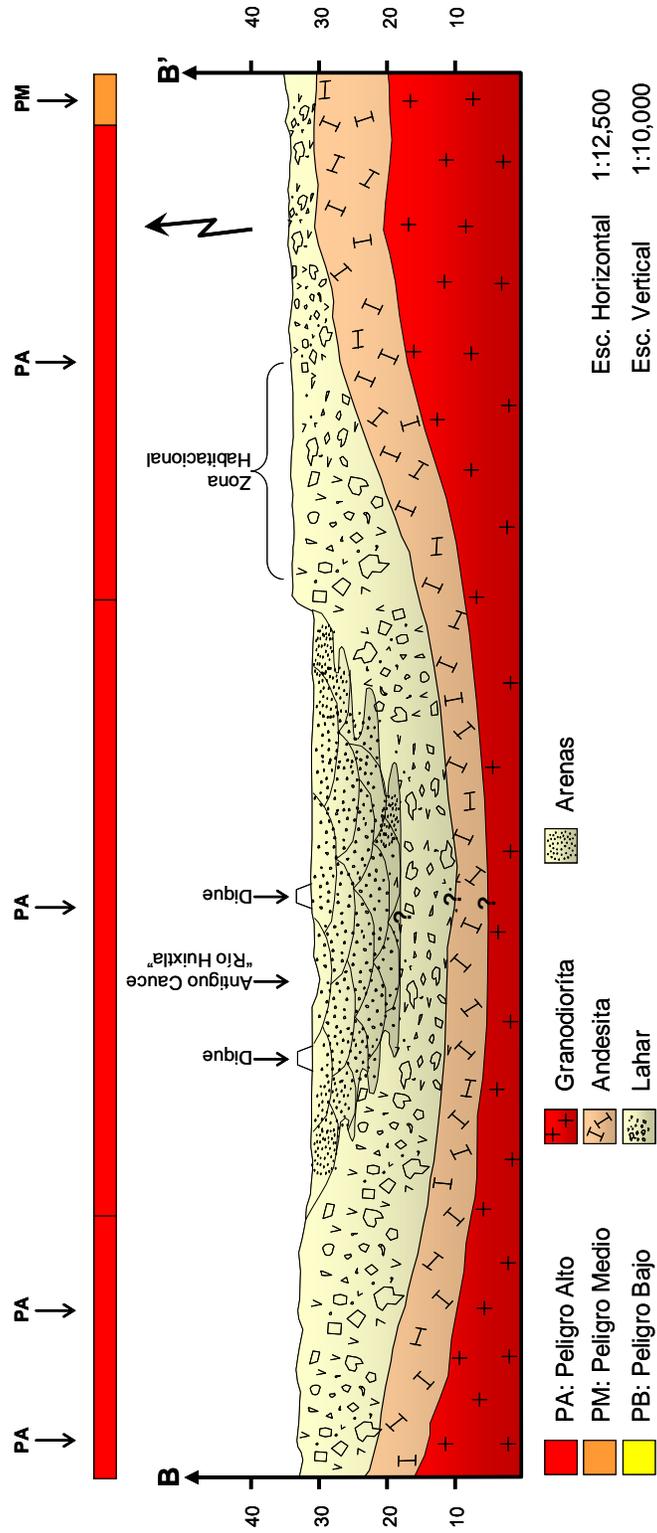
**FECHA DE ELABORACION**

**FECHA DE REVISION**

**FECHA DE APROBACION**



**2.1.1.- Zonificación del peligro por inundación dentro de la cabecera municipal, achurado en rojo las zonas en peligro alto, en amarillo el peligro medio y en verde el peligro bajo.**



2.12.- Sección esquemática río abajo de la cabecera municipal de Huixtla, con su rango de identificación de peligro por inundación.

En la porción sur de esta zona, se realizó una sección transversal al cauce para definir con mayor detalle la zonificación de peligro por inundación. Sección B-B'. (Figura 2.12).

Posterior al levantamiento de campo se construyó el bordo de contención cuya configuración en algunas zonas corresponde a la forma que adoptó el cauce después de la creciente del 2005 (Fotografía 2.49). En promedio el bordo tiene un ancho de 4.5 m en la parte superior por 5 m de altura, aunque esta es variable. En primer lugar se realiza un bordo formado con material producto de la excavación del cauce compactado, en la corona y en el talud se realiza un revestimiento seco con material granular en espesor de 20 cm; sobre el revestimiento se coloca la protección con rocas de tamaños mayores de 80cm en talud y trinchera (Fotografía 2.49). Sobre esta configuración del cauce se realizaron 12 estaciones para determinar el área geométrica de cada una de ellas; cuyas áreas se muestran en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2.- Configuración del cauce en base en estaciones para determinar el área geométrica.**

<b>SECCION</b>	<b>AREA GEOMETRICA</b>
Estación 1	504 m <sup>2</sup>
Estación 2	492.5 m <sup>2</sup>
Estación 3	647.5 m <sup>2</sup>
Estación 4	372.5 m <sup>2</sup>
Estación 5	426 m <sup>2</sup>
Estación 6	273 m <sup>2</sup>
Estación 7	1472 m <sup>2</sup>
Estación 8	685 m <sup>2</sup>
Estación 9	305 m <sup>2</sup>
Estación 10	521 m <sup>2</sup>
Estación 11	921 m <sup>2</sup>
Estación 12	858 m <sup>2</sup>



***Fotografía 2.49.- Construcción de bordo de contención como obra de mitigación contra inundaciones.***



***Fotografía 2.50.- En esta zona se observaron algunas deficiencias en la construcción del bordo de contención.***

Hacia la parte sur de la cabecera municipal, todas las localidades fueron afectadas por la escorrentía del agua desbordada de los ríos y arroyos de la región. A 5 Km. al sur de Huixtla se ubica la colonia Las Lechugas que fue sepultada por el flujo de detritos y escombros proveniente desde la región sierra, en esta zona el nivel del terreno quedó un metro por encima del anterior, cabe señalar que las viviendas de los damnificados las reconstruyeron de concreto en el mismo sitio, lo que las ubica aún en zona de peligro alto por inundación, además de asentamiento en sus construcciones ya que están sobre arenas gruesas, troncos y basura. Así como la colonia Las Lechugas, los asentamientos de la porción centro y sur del municipio de Huixtla se vieron fuertemente afectados por inundaciones de tipo pluvial y fluvial ocasionadas por el Huracán Stan. El desbordamiento del río Huixtla afectó a localidades próximas a su cauce, también a localidades que se ubican lejanas a él; esto se debió a la intensa escorrentía, saturación de agua del terreno y a la distribución del caudal por algunos canales de riego.

Algunas de estas comunidades sufrieron más daños que otras, esto en base al tirante de agua que se presentó en el terreno. Las localidades más afectadas fueron aquellas que presentaron un tirante de agua mayor a 1m como son: Cantón Yaital (INHX073), Cantón Playa Grande (INHX085, INHX078), El Arenal (INHX040), Altamira (INHX096), Tzinacal Buenos Aires (INHX094), Cantón Cahulotal (INHX095), Cantón Cinco de Marzo (INHX083), Cantón San Fernando (INHX084).

Altamira está ubicada dentro de la zona lacustre denominada Pampa La Cantileña, lo que es considerada una zona de inundación natural, el nivel de agua que afectó a esta localidad fue en promedio de dos metros, tal como se observa en la fotografía 2.51, las viviendas de la zona son en su mayoría construidas de madera con techo de lámina, siendo vulnerables a los peligros naturales, aproximadamente la localidad la constituyen 296 personas y habitan 63 viviendas, las cuales en su gran mayoría carecen de los servicios básicos.



***Fotografía 2.51.- Obsérvese el grado de afectación a las viviendas de la localidad Altamira y la alta vulnerabilidad de las mismas asociada a su ubicación y material con que fueron construidas.***

La localidad Tzinacal se ubica muy cercana a la zona lacustre, por ser terrenos muy planos son zonas de acumulación del agua proveniente de la escorrentía de las partes de mayor elevación; durante las inundaciones de Huracán Stan el nivel de agua alcanzado fue de dos metros, dañando completamente los bienes de los habitantes de la zona, las condiciones en las que viven son precarias, aproximadamente la localidad se integra de 588 habitantes distribuidos en 117 viviendas las cuales no cuentan con los servicios básicos (Fotografía 2.52). El Cantón Cahulotal se ubica en terrenos en condiciones similares a la anterior localidad, por lo que se considera dentro de la zonificación de peligro alto por inundación, es poblada por 274 habitantes.



*Fotografía 2.52.- Nivel de afectación a las viviendas de la localidad el Tzinacal, observe el tipo de construcción vulnerable por su ubicación y materiales.*

El Cantón San Fernando (Fotografía 2.53) se compone por aproximadamente 57 habitantes distribuidos en 13 viviendas. Se localiza en los límites de la zona lacustre, el nivel de agua registrado en la localidad fue de 1.7m, este refleja que todos los bienes de la población fueron dañados. Es una zona de peligro alto por inundación debido a su cercanía al río Huixtla y a un arroyo intermitente sin nombre que fue alimentado por el agua que desbordo del río principal.



*Fotografía 2.53.- Cantón San Fernando, en las viviendas aún se aprecia el nivel de agua alcanzado en esta zona.*

Dentro de la zonificación de peligro alto existen algunas localidades en donde se registraron marcas de tirantes de agua de 50 cm a un metro, éstas localidades son Cantón El Cedral (INHX087), Cantón Las Delicias (INHX079), La Ponderosa (INHX099, fotografía 2.54), Rancho La Esperancita (INHX098), El Bethel (INHX097), Francisco I. Madero (INHX092), La Unión (INHX082). En algunos casos, el terraplén de los caminos fue el que ayudó a disminuir el grado de afectación por inundación, ya que sirvió para represar el agua en algunas zonas y disminuir el flujo de esta.



***Fotografía 2.54.- Terrenos escasamente poblados (La Ponderosa) en donde se observan depósitos recientes de arenas indicando que es una zona de inundación.***

Las localidades que sufrieron menores pérdidas materiales fueron aquellas en donde se registró un tirante de agua menor a 50 cm, tal es el caso de Efraín A. Gutiérrez (INH088) y Cantón Rancho Nuevo (INH101); sin embargo, se encuentran dentro de la zonificación de peligro alto por inundación a causa de la morfología plana del terreno, la evidencia de inundaciones históricas, la saturación de agua en el terreno, entre otras.

El poblado de Efraín A. Gutiérrez se compone por 854 habitantes distribuidos en 167 viviendas, el tirante de agua fue variado, siendo el centro de la población el que registro mayor afectación con un nivel de agua de 50 cm a un metro en la Calle Abasolo y eso se debió a la existencia de un zanjón que se desbordo; hacia las orillas del poblado el nivel de agua fue menor (Fotografía 2.55).



***Fotografía 2.55.- Calle Revolución esquina con Avenida Juárez, tirante de agua de 10 cm propiciado por saturación de agua en el terreno.***

En el Cantón Rancho Nuevo se registraron niveles de agua menores de 50 cm; sin embargo a las orillas del poblado en las calles Venustiano Carranza (603NH), Ignacio Zaragoza (601NH) y Xochimilco (605NH) el nivel de agua fue un poco mayor. Existen aproximadamente 1,053 habitantes y están distribuidos en 200 viviendas, la mayoría no poseen los servicios básicos (Fotografía 2.56).



***Fotografía 2.56.- Viviendas de la calle Xochimilco afectados por el desbordamiento del río Huixtla, tirante de agua de 55 cm.***

En general a partir de la vía del ferrocarril que cruza por la ciudad de Huixtla (actualmente sin funcionar ya que fue dañada por el Huracán Stan) hasta el límite del municipio con el Océano Pacífico, la población se encuentra en peligro alto por inundación, ya que son terrenos planos y bajos conformados por depósitos recientes del tipo aluvión, disectados por arroyos intermitentes y canales artificiales construidos con fines de riego agrícola. Además, el principal peligro al que se encuentran expuestos es el desbordamiento del río Huixtla, durante la creciente del 2005 el cauce aumentó considerablemente su amplitud, ahora con las obras de mitigación el cauce nuevamente fue reducido, siendo muy poca su capacidad de almacenamiento lo que con precipitaciones mayores o iguales es factible que sucedan nuevas inundaciones.

### **3.- CONCLUSIONES**

1.- La ciudad de Huixtla es la población más importante económicamente del municipio del mismo nombre, por consiguiente la mancha urbana tienen una tendencia a crecer. Esto se ha puesto de manifiesto con algunos asentamientos irregulares que se han establecido en zonas de peligro alto, tales como las márgenes de los ríos, o zonas de laderas inestables.

2.- Factores tales como su ubicación geográfica, geológica y política, favorecen que se agudice más el efecto negativo de los fenómenos meteorológicos a los que se ve expuesto.

3.- La población de Huixtla se encuentra establecida en la zona de transición del valle fluvial del Río Huixtla con la Planicie Costera de Chiapas, específicamente en las cercanías de la porción apical de un abanico aluvial que por sus características geológicas, representa una zona muy vulnerable a inundarse. De igual forma, la erosión, la presencia de escurrimientos y la intensa deforestación, han sido determinantes para incrementar la probabilidad de ocurrencia de estos peligros naturales.

4.- Con los eventos del año 2005, se puso de manifiesto la vulnerabilidad en la que se encuentra la ciudad, ya que prácticamente algunas de sus colonias fueron arrasadas y sepultadas, debiéndose quizá a la falta de planeación urbana. En ese sentido la ciudad no tiene una adecuada red de drenaje pluvial, así como la presencia de asolve de los canales y alcantarillas por la basura y los asentamientos irregulares sobre las planicies de inundación.

5.- Tomando en cuenta todos estos factores se identificaron tres zonas de peligro dentro de la ciudad: alto medio y bajo.

a).- La zona de peligro alto se distribuye a lo largo de las márgenes del río ampliándose en la parte norte hasta 850 m y en la parte sur hasta 1 Km. de la margen izquierda hacia la ciudad, lo que supone que esta margen esta sufriendo un proceso de ampliación y pondrá en peligro 8 manzanas de viviendas que actualmente están dentro la zonificación de peligro medio. En la parte central se ubica la parte mas angosta con un promedio de 115m, zona que representa un peligro alto para la población ya que aquí se localiza el puente de la carretera federal No. 200 y el puente del tren, lugar estrecho en donde es fácil que se atore la basura, troncos, rocas, etc., y se pueda generar una represa desbordando hacia los lados.

La primera zona de peligro alto por inundación se ubica en la margen izquierda, en la parte norte, específicamente en las colonias El Recreo y 2 de Octubre, a espaldas de la subestación eléctrica. Sobre un depósito de limos y arcillas que cubren un afloramiento de rocas muy fracturadas, la erosión que esta sufriendo esta área refleja una amplitud de la margen izquierda del río que va a contribuir a incrementar la zona de peligro alto por inundación y a debilitar la base de la ladera. Cabe señalar que en el trabajo de campo esta zona también se delimito como zona de afectación por peligro alto por fallas geológicas ya que se observó un sistema de fallas con dirección preferencial NW – SE y NE- SW.

La segunda zona de peligro alto por inundación se localiza en la porción noroeste del poblado, en donde el deslizamiento ponen en peligro una la gasolinera y su área circundante.

Una tercera zona de peligro alto por inundación esta situada en las calles de José María Paz y Juárez Norte, ya muestra rasgos de desplazamiento, manifestándose en la inclinación que muestran los árboles.

b).- La zona de peligro medio se comporta de la manera siguiente, en la porción norte tiene una amplitud de 100 m mientras que en la parte central, tiene 270 m, en el parte sur tiene como ancho 670 m siendo la parte con mayor amplitud.

c).- Por último la zona de peligro bajo, se localiza al sureste de la ciudad, después de las vías del tren, es una zona baja que puede presentar problemas de estancamiento e inundación de tipo pluvial. La zona más amplia tiene 500 m aproximadamente.

6.- Las zonas que se identificaron con un peligro alto por deslizamientos y derrumbes afectan a manzanas y predios de uso de suelo habitacional de densidad media y alta, fueron descritas en el cuerpo del informe y se pide a las autoridades correspondientes las tomen en cuenta para programas de prevención y mitigación.

7.- Las observaciones de peligros naturales determinan que la ciudad de Huixtla, no debe crecer al norte, sur y poniente; la zona más adecuada de crecimiento urbano es hacia el oriente.

8.- A nivel municipal hacia la parte norte el peligro más latente al que está expuesto la población es el relacionado con la inestabilidad de laderas, ya que por lo general los componentes geológicos del terrenos sufren un intenso intemperismo generando grandes espesores de suelo residual laterítico que es el material que presenta un alto grado de inestabilidad, en otras zonas son los factores estructurales los que detonan los problemas de inestabilidad de taludes y laderas, siendo difícil controlar estos factores con obras civiles. Hacia la parte sur del municipio son las inundaciones los fenómenos que traen graves consecuencias para la población, a causa de la pérdida de sus propiedades, bienes materiales y sobre todo poniendo en peligro la vida de las personas. Al ser una zona de baja elevación y poca o nula pendiente, el escurrimiento del agua proveniente de la zona sierra y de otras zonas de mayor elevación se acumula en la zona, lo que ha ocasionado que algunos poblados principalmente los cercanos a la zona lacustre hayan registrado niveles de agua por encima de 2m.

9.- En conclusión la planicie es una zona ampliamente susceptible a presentar problemas por inundación a causa de sus características morfológicas, por lo que se debe de evitar la densa concentración de asentamientos humanos en la zona y que el uso de suelo sea con fines de aprovechamiento.

#### **4.- RECOMENDACIONES**

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

- El desarrollo de un programa de crecimiento agroindustrial entre Huixtla y Huehuetán, para incentivar el crecimiento entre esas dos localidades. Favoreciendo la creación de nuevos empleos a largo plazo, reactivando la agricultura de riego y la reforestación en la parte alta de la microcuenca del río Huixtla.
- Promover al sur de Huixtla, en la planicie, los usos de suelo agrícola a nivel familiar (autoconsumo), promover los cambios de uso de suelo habitacional afectados a uso de suelo agrícola y forestal.
- Hacia la parte alta de la microcuenca promover la reforestación entre Huixtla y Belisario Domínguez.
- Sobre la carretera federal No. 200, promover la agricultura de árboles frutales y hortalizas evitando el desarrollo de tala de bosque y selva baja.
- En la zona urbana de Huixtla entre el libramiento y la carretera federal No. 200 en las zonas de peligro medio por inundación de ambos márgenes, promover el cambio de uso de suelo habitacional y reforestar dentro de la zona de peligro alto como barreras naturales.
- Se requiere quitar toda obstrucción y vegetación (hojas, ramas, troncos y árboles), removiendo el material a cada 1 Km. antes y después de cada puente y ubicar esos desperdicios en los márgenes río abajo.
- Identificar cuantas manzanas están en el margen de peligro alto para promover un desalojo de sus habitantes.
- Prohibir toda licencia de uso de suelo habitacional en zonas de peligro alto y dentro de los cauces de ríos y arroyos o en zonas inestables.
- Prohibir toda licencia de modificación, ampliación o crecimiento de vivienda si está dentro de la zona de peligro alto.
- Los futuros crecimientos de la ciudad de Huixtla deben ser hacia el oriente por lo que se requiere considerar en un plan de desarrollo urbano a corto plazo.
- Promover programas de reforestación al norte de la ciudad de Belisario Domínguez y en las partes altas de la microcuenca.
- La Reserva la Encrucijada ocupa un % del territorio del municipio de Huixtla, en total tiene una superficie de 146,158 hectáreas. Su finalidad es proteger los humedales del litoral chiapaneco, los cuales son fuente

de recarga de los mantos freáticos de la zona, evita la intrusión salina, protegen el suelo de la erosión, funcionan como filtro biológico mejorando la calidad del agua y sirven como barrera natural de protección contra huracanes, por lo que es de suma importancia su preservación. La Gerencia de Geomática del Servicio Geológico Mexicano, realizó un procesamiento preliminar para identificación de zonas deforestadas mediante imágenes de satélite Landsat ETM con combinación de bandas RGB 7-4-1, el comparativo entre los años 1993 y 2000, refleja que para 1993 la superficie deforestada dentro de la reserva es de cero hectáreas, para el año 2000 se refleja una superficie deforestada para aprovechamiento agrícola, pastizales, entre otros de 49,629 ha que corresponde al 34% de la superficie, lo que indica un grave deterioro para el entorno y un desequilibrio ecológico del ecosistema. Por lo que se recomienda tomar las medidas necesarias para preservar la flora y fauna del área.

Las medidas principales que podrían tomarse para mitigar el peligro por inundación:

- Establecer un programa continuo de desazolve y limpieza de los ríos y del drenaje que cruza la ciudad. La finalidad de estas obras de rectificación es incrementar la capacidad de almacenamiento de los cuerpos de agua. Las obras de rectificación se realizan por medio de la canalización de los cauces o con el incremento de la pendiente (mediante el corte de meandros).
- La construcción de los bordos longitudinales a lo largo del río, la cual ya se esta realizando; sin embargo, es necesario se aumente la profundidad del cauce. Además se deben de realizar con sumo detalles ya que una falla en este puede tener consecuencias mayores, como el caso de pérdidas humanas o daños materiales.
- Construir un sistema de drenaje pluvial adecuado, ya que se ha observado que es ineficiente y hasta en algunos casos inexistentes.
- Reactivar el sistema de alarma para prevención de desastres.
- Dar pláticas a la población para fomentar la cultura de limpieza y seguridad.
- Hacer un programa de simulacros especificando las rutas de evacuación dentro de los diferentes puntos de la ciudad y dar a conocer a la población la simbología utilizada ya que durante los recorridos de campo nos percatamos que muchas personas no tienen conocimiento de

lo que significan. Además deben de tener conocimiento sobre los albergues permanentes de la zona.

- Construir más puentes que comuniquen a los diversos poblados del municipio para considerarlos como apoyo de rutas de evacuación.
- Reforzar las estructuras de los puentes y así como también reconstruirlos a mayor altura.
- Con la delimitación de las zonas inundables se debe de realizar una correcta planeación urbana evitando el uso habitacional en aquellas zonas donde hubo devastación total.
- Instalar instrumentos de medición de eventos hidrometeorológicos dentro de la cuenca del río Huixtla para poder pronosticar escenarios futuros, ya que en la actualidad se tienen muy pocos datos para poder realizar un cálculo confiable. Con ello se podrían realizar los modelos hidrológicos e hidráulicos dentro de la zona de estudio para determinar las características de las avenidas y determinar si es necesario evacuar a la población.

Las medidas principales que podrían tomarse para mitigar el peligro por deslizamiento y fallas geológicas:

- Evitar los desarrollos urbanos en zonas de peligro y cambiar el uso de suelo habitacional a uso de suelo agrícola o como áreas verdes.
- Hacer un programa de reforestación y preservación de áreas verdes evitando la tala de árboles para estabilizar las laderas. Los programas de conservación, preservación y reforestación de las diversas especies, deben llevarse a cabo en coordinación entre autoridades y personal técnico adecuado para fomentar la recuperación y conservación de los recursos naturales (suelo y agua).
- Construir muros de contención y terraplenes para proteger a las viviendas de la caída de rocas, así como para estabilizar las laderas.

## **5.- BIBLIOGRAFÍA**

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

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

**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.

**Centro Nacional de Prevención de Desastres.** Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Versión 2004.

**CNA.** Datos hidrometeorológicos de las estaciones de la zona. 2006

**Gobierno del Estado de Chiapas.** Perfil Demográfico y Socioeconómico.

**INEGI.** Anuario Estadístico Chiapas. Tomo I y II. Edición 2005.

**Salas Marco, CENAPRED.** Obras de Protección contra Inundaciones. Noviembre 1999

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

**Servicio Geológico Mexicano.** Carta Geológica – Minera Escala 1:250000 de Huixtla, D15-2. 2004.

**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 un 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 confiéales, 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 un 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 más 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 m<sup>2</sup> (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 elevada temperatura 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 m<sup>2</sup>, porque si llueve un litro en 1 m<sup>2</sup> 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.