

# **ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE COMITÁN, ESTADO DE CHIAPAS**

**CONVENIO DE COLABORACIÓN ENTRE EL SERVICIO GEOLOGICO  
MEXICANO Y LA SECRETARIA DE SEGURIDAD PUBLICA**

CONTENIDO	Página
I.- INTRODUCCIÓN	3
I.1.- Localización	3
II.- IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS	5
II.1.- Identificación y zonificación de peligros Naturales y Antropogénicos	6
II.2.- Peligros Naturales y Antropogénicos	6
III.- PELIGROS GEOLÓGICOS	7
III.1.- Peligro por fallas geológicas	8
III.2.- Peligro por fracturas geológicas	10
III.3.- Peligro por hundimiento	11
III.4.- Peligro por deslizamiento	15
III.5.- Peligro por erosión	19
III.6.- Peligro por sismos	23
IV- PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS	24
IV.1.- Peligro Riesgo por inundación	25
V.- PELIGROS QUÍMICOS	37
V.1.- Peligro por estaciones de servicio	38
V.2.- Peligro por transporte de sustancias peligrosas	43
VI- PELIGROS SANITARIOS	44
VI.1.- Peligro por descargas de aguas residuales	45
VI.2.- Peligro por residuos sanitarios	48
VII.- PELIGRO SOCIO-ORGANIZATIVO	50
VII.1- Hospitales	51
VII.2- Refugios Temporales	55
VIII.- CONCLUSIONES	56
IX.- RECOMENDACIONES	58

Bibliografía

Anexos

## **I.- INTRODUCCIÓN**

Como parte de un convenio de colaboración entre el Servicio Geológico Mexicano (antes Consejo de Recursos Minerales) y la Secretaría de Seguridad Pública del estado de Chiapas, se desarrolló un proyecto para identificar y zonificar los peligros naturales y antropogénicos al nivel de la zona urbana de la ciudad de Comitán. Para la integración de la información se toma como modelo la guía metodológica para la identificación y zonificación de peligros a nivel de zona urbana (SEDESOL - COREMI, 2004).

### **I.1.- LOCALIZACIÓN**

La ciudad de Comitán de Domínguez, se encuentra al sureste del estado de Chiapas, a 163 Km de la capital de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez y a 90 Km de la frontera con Guatemala. Se encuentra comunicada a ellas por medio de la Carretera Panamericana 190,(figura 1).

Se localiza en los límites del Altiplano Central y de la Depresión Central, su relieve es semiplano con algunas elevaciones sobresalientes en el norte y en el sur. La vegetación del área corresponde en su mayoría a bosque de Pino-Encino.

Se encuentra a una altura de 1660 msnm, y ubicado en las coordenadas 16° 15' 03'' Latitud Norte y 92° 07' 57'' Longitud Oeste. El clima es templado con lluvias en verano y temperatura promedio de 24 °C.

Cuenta con una extensión territorial de 50.00 Km<sup>2</sup> .

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2000), tiene una densidad poblacional de 70,311 habitantes de los cuales 33,321 son hombres y 36,990 son mujeres.

Limita al norte con Amatenango del Valle, Las Rosas, al oeste con Socoltenango, Tzimol, al sur con La Trinidad, al noroeste con la Independencia, Las Margaritas y Chanal,(figura 2).

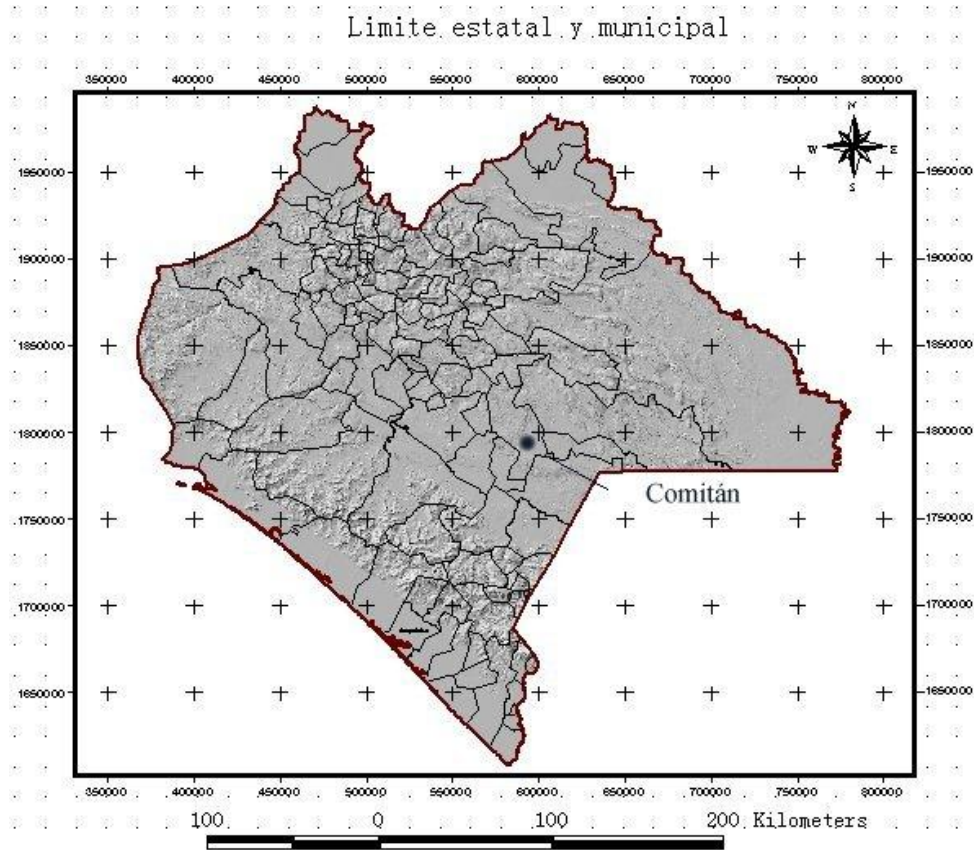


Figura 1.- Ubicación del municipio y de la ciudad de Comitán en un mapa estatal. Los límites municipales se marcan con línea negra continua.

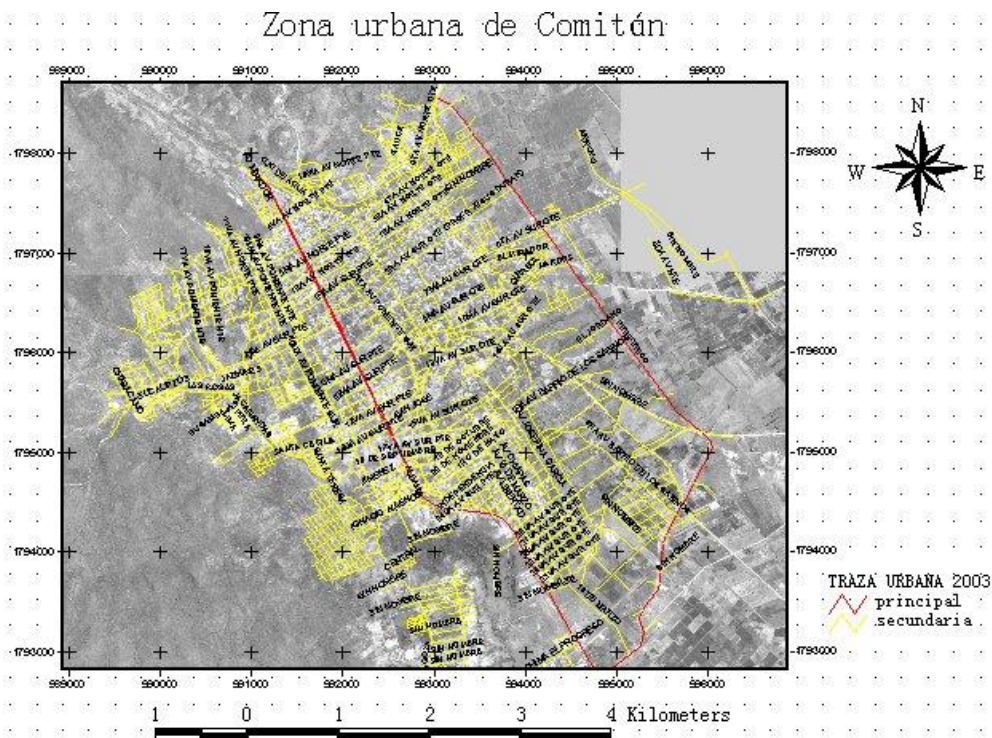


Figura 2.- Mapa de la zona urbana de la ciudad de Comitán. Nótese la extensión urbana al nivel de manzanas y calle con una superficie de 26.80 km<sup>2</sup>.

## **II.- IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS**

## **II.1- IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS**

Para la identificación de los peligros naturales se recurrió al 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 y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL-COREMI, 2004). Con las actividades de campo se obtuvieron datos para tener criterios de identificación e interpretación de los peligros naturales y se elaboraron fichas de trabajo para documentar los puntos verificados. Con estos argumentos se procedió a definir la ubicación y la extensión geográfica de los peligros naturales y así mismo, algunos de los peligros antropogénicos presentes en la zona urbana. Con base en la guía metodológica se ha realizado un diagnóstico para la identificación de los peligros, su cuantificación en el espacio geográfico, sus características de origen y ocurrencia. Finalmente se obtuvo su representación en un mapa digital y la organización de la información en una base de datos dentro de un sistema de información geográfica.

## **II.2.- PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS**

Los peligros naturales son :

- Geológicos
- Hidrometeorológicos

Los peligros antropogénicos son:

- Químicos
- Sanitarios
- Socio organizativos

### **III.- PELIGROS GEOLÓGICOS**

### III.1.- PELIGRO POR FALLAS GEOLÓGICAS

Una falla es un plano de discontinuidad de una masa rocosa o material poco consolidado en donde se observa, a diferencia de las fracturas, un movimiento relativo entre los bloques resultantes, es decir, la o las fallas rompen una masa de roca y se desplazan diferencialmente. Dependiendo de su movimiento, las fallas son pasivas o activas; las primeras prácticamente no constituyen un riesgo debido a que no presentan desplazamiento, aunque el plano de falla puede tener material poco consolidado. Las fallas activas pueden tener desde un movimiento imperceptible en términos históricos, es decir, de varios siglos, hasta otros que suceden súbitamente y que pueden romper aceras, tuberías, viviendas, surcos de cultivo, etc., o bien desencadenar sismos, deslaves o derrumbes en las áreas inmediatas a la falla. Las fallas se clasifican en función del tipo de desplazamiento, en fallas normales, inversas y de transcurrencia o de tipo lateral. En las dos primeras hay un movimiento vertical entre los bloques y en la tercera el desplazamiento es horizontal. La ciudad de Comitán se encuentra en una provincia geológica que se caracteriza por presentar rocas sedimentarias cuyas capas están deformadas por esfuerzos de compresión y se encuentran afectadas por fallas geológicas de tipo lateral y de tipo normal. La porción sur occidental de la zona urbana de la ciudad de Comitán se encuentra afectada por una zona de falla normal, con una orientación principal NW 50° SE, con cambios de orientación hacia el sur hasta llegar a NW 15° SE. El bloque levantado se encuentra en el suroeste y el bloque hundido en el noreste, en el valle en donde se asienta la ciudad de Comitán. Esta estructura geológica afecta una porción muy pequeña de la ciudad, en la zona de la colonia Miguel Alemán (Figura 3).

En este apartado se hace observación de los puntos CM-002, CM-010, CM-040 y CM-041 que se identifican como peligro de fallas geológicas, las cuales pueden afectar viviendas, vías de comunicación e infraestructura.

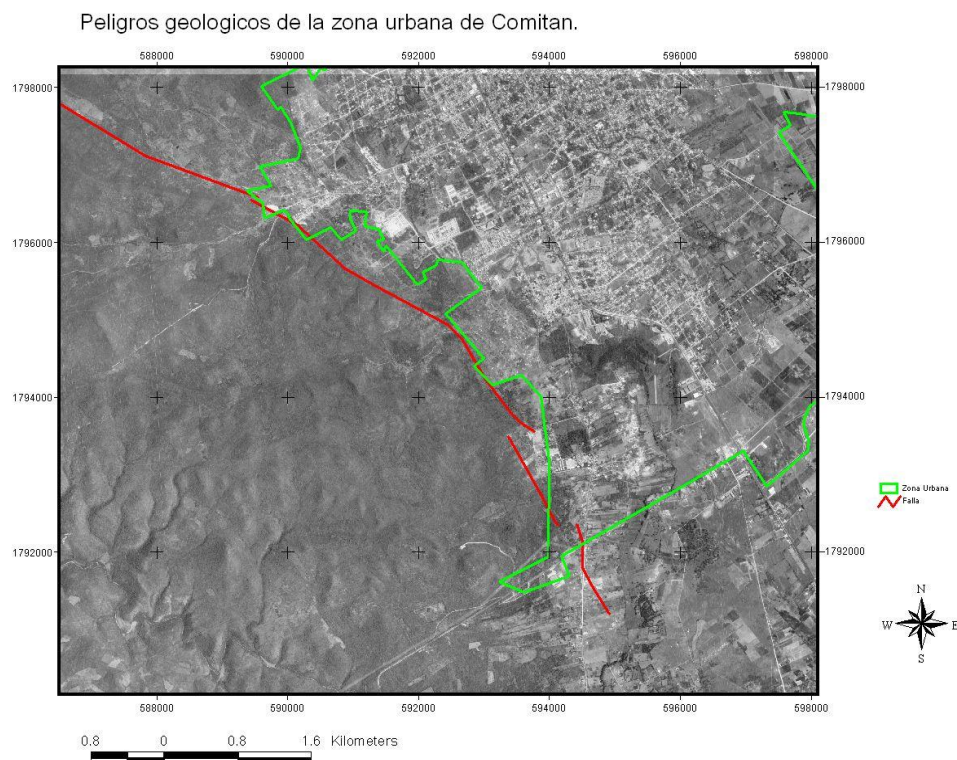
El punto CM-002 se localiza en el Boulevard Belisario Domínguez en la porción NW entrando a la ciudad de Comitán, el punto CM-010 se localiza en la parte sur de Comitán, es un banco de material a un costado de la unidad habitacional Tenam, y los puntos CM-040 y CM-041 se localizan en el tramo de la carretera San Cristóbal- Las Margaritas.

En estos puntos se encuentran fallas de tipo inversa con componente lateral izquierda, la cual puede ser de peligro por las condiciones del corte de carretera y el grado muy alto de fracturamiento por falla y la pendiente que se encuentra casi vertical, en el punto CM-002 Y CM-041 y con grado medio de alteración de la roca esto posteriormente puede ocasionar caída



de bloques y afectar el tránsito vehicular e incluso la vida de los conductores. El punto CM-010 es un banco de material en el cual la roca se presenta muy fracturada por efectos de las fallas antes mencionadas, se recomienda que la mancha urbana no se extienda hacia esta porción por estar expuesta a caídas de roca y asentamientos que provocarían fracturamientos en las viviendas, el punto CM-040 es una falla la cual esta muy vulnerable a provocar peligro por el tipo de material fino de la roca expuesta a erosión, en tiempo de lluvias provoca el flujo de lodos sobre las carretera San Cristóbal-Las Margaritas.

En el punto CM-002 se tomaron datos de fallas con diferentes rumbos, con un patrón de rumbo N 40° E con echado de 70° NW y pitch de 15°. En el punto CM-040 se tomo dato de falla con rumbo N 64° W con echado de 20° SW. El punto CM-010 tiene como dato de falla N 40° E con echado de 71° SE y pitch de 55°. Y en el punto CM-041 se tomaron datos de falla con rumbo N 20° E con echado de 75° SE y pitch de 50 (CM-023, que se identifican como de falla geológica. El punto CM-023 se localiza aproximadamente a 13 Km. al NE de Comitán, con características de una falla de tipo lateral, sin embargo no representa ningún peligro ya que se encuentra fuera de la población. En el punto CM-023 se tomo el rumbo de la falla con un patrón de rumbo S 40° E.



*Figura 3.- Mapa de peligro por falla geológica de la ciudad de Comitán. Obsérvese que la falla tiene una orientación principal NW 50° SE, de forma sinuosa y discontinua que afecta una porción pequeña de la zona urbana de la ciudad, en la colonia Miguel Alemán.*

### III.2.- PELIGRO POR FRACTURAS GEOLÓGICAS

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 con una abertura de milímetros o varios decímetros. El conjunto de fracturas o fracturamiento implica una debilidad de la roca o material no consolidado que favorece los deslizamientos, los derrumbes o caída de bloques y en ocasiones los flujos, que pueden afectar una zona urbana. La zona urbana de Comitán se encuentra afectada por un sistema de fracturas de orientación preferencial NE 45° SW, afecta a rocas sedimentarias de composición de carbonato de calcio, conocidas como caliza, del Terciario. En particular este sistema solo afecta una mínima porción de la colonia Miguel Alemán. Las rocas se encuentran cubiertas por rocas sedimentarias detríticas como conglomerado y arenisca de color rojizo, en estado semi consolidado y de baja cohesión por lo que no se presentan fracturas en esta unidad litológica que es sobre la cual se encuentra la ciudad de Comitán (Figura 4). Durante el trabajo de campo se localizaron algunos puntos que se encuentran afectados por el fracturamiento, lo cual se ve reflejado en algunas casas de la ciudad, como es el caso de los siguientes puntos (para mayor detalle ver fichas anexas) CM-011, CM-012, CM-013, CM-014, CM-015, CM-016, CM-017, CM-018, CM-019, CM-022. Los cuales están siendo afectadas por fracturamientos en las paredes de las viviendas. Y los puntos CM-021 Y CM-023 son fracturamientos en la roca, lo cual no es muy factible construir por la alteración de la misma ubicación. Estos puntos se ubican, en: la Séptima Avenida Poniente Norte (CM-011), en la calle Primera Norte Poniente CM-012, en la Octava Avenida Poniente Norte CM-013 Y CM-014 (Nota: en la manzana del punto CM-014 todas las casas presentan fracturas en las paredes) en la Novena Avenida Poniente Norte CM-015, en la Cuarta Calle Norte Poniente CM-016, Cuarta Avenida Oriente Sur CM-017, calle Primera Sur Poniente CM-018, Doceava Avenida Poniente CM-019, colonia Maya CM-021, en barrio El Rosario CM-022, colonia El Valle CM-023. En estos puntos se tomaron datos de fracturamiento en las paredes de las viviendas, en: CM-011: N 67° E con echado 30° NW y una abertura de 2 a 3 mm. CM-012: N 25° W echado de 62° NE y una abertura de 5 a 8 mm. CM-013 y CM-014: N 71° E con echado de 69° SE y N 30° E con echado de 28° SE y una abertura de 1 a 3 mm. CM-015: N 66° W con echado de 69° NE y una abertura de 5 a 10 mm. CM-016: N 20° E con echado de 54° SE y una abertura de 1 a 6 mm. CM-017: N 34° W con echado de 84° NE y una abertura de 4 a 6 mm. CM-018: N 74° W con echado de 34° NE y una abertura de 2 a 4 mm. CM-019: N 35° E con echado de 56° SE y abertura de 2 mm. CM-021 nota: este dato es de fracturamiento de la roca in-situ. N 40° E con

echado 66 ° NW. CM-022: N 61 ° W con echado de 51 ° NE y una abertura de 2 mm. CM-023 este dato es de fracturamiento de la roca in-situ N 45 ° E con echado 75 ° SE).

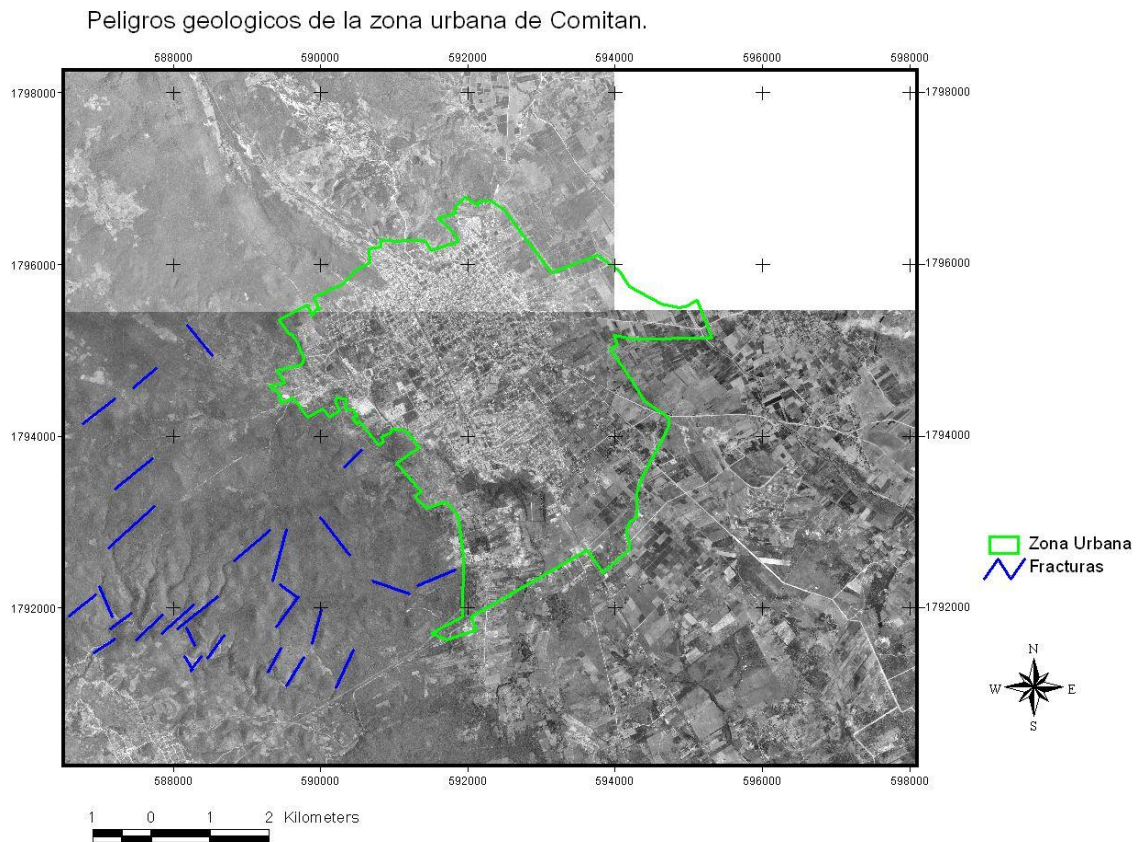
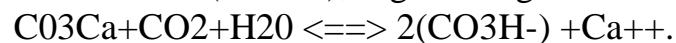


Figura 4.- Mapa de fracturas geológicas de la ciudad de Comitán. Nótese la presencia de un sistema de fracturas de orientación principal NE 45° SW que afecta muy poco a la zona urbana, en una mínima porción de la colonia Miguel Alemán.

### III.3.-PELIGRO POR HUNDIMIENTO

La disolución es un proceso que ocasiona el desmoronamiento de la red cristalina de los minerales que forman la roca -cloruros, sulfatos, bicarbonato cálcico-, en gran parte por el agua de lluvia que actúa como portadora de gases atmosféricos (CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> sobre todo), junto con ácidos y otros productos orgánicos, incorporados en su recorrido superficial, lo que aumenta su agresividad química. La disolución es efectiva sólo en rocas evaporitas -cloruros y sulfatos-. La calcita, por el contrario, es poco soluble en el agua de lluvia; sin embargo, es disuelta con facilidad por aguas cargadas de ácido carbónico (CO<sub>3</sub>H<sub>2</sub>), según la siguiente fórmula:



El CO<sub>2</sub> es más abundante en aguas frías- procedentes de la fusión nival, por ejemplo-, en aguas sometidas a presión- el agua que rellena un pequeño

conducto subterráneo- y en aguas cargadas de soluciones ácidos procedentes de la actividad biológica de las bacterias y las plantas en los suelos. Las aguas acidificadas permanecen algún tiempo en el suelo en contacto con la roca inalterada y penetran en la masa rocosa a través de los planos de sedimentación y de fractura (fallas y diaclasas). De este contacto entre elementos químicos básicos - la roca - y ácidos - las aguas - surgen los procesos de disolución que dan a las rocas formas muy variadas pero siempre llamativas. La velocidad de génesis y las dimensiones del proceso de disolución no dependen sólo de la litología, sino de toda una serie de factores como son la estructura geológica, el clima, la hidrología, la cubierta vegetal o el tiempo durante el cual la roca ha quedado expuesta a la actividad erosiva del disolvente. Si bien todos estos hechos condicionan el desarrollo de una determinada morfología kárstica, el factor clave es el litológico. La formación Kárstica que se produce por el colapso del techo de una caverna, generalmente se presenta como un pozo ancho de fondo más o menos aplanado. Su origen es la disolución de las rocas, haciendo que el agua se dirija a las zonas donde el proceso está más avanzado. Las formas exokársticas más simples son las huellas de disolución en forma de oquedades y, sobre todo, de canalillos visibles en la superficie de las rocas calcáreas. Reciben en nombre de lapiáz y pueden mostrar tamaños de centímetros, o formar canales más profundos en la superficie de la roca. La disolución superficial puede ser muy profunda y alcanzar gran desarrollo, dando origen a terrenos muy accidentados (Fotografía 1). El lapiáz o lenar, es posiblemente la forma inicial más sencilla de karst embrionario, que puede generar, posteriormente en dolina. Se presentan, generalmente, como un conjunto de pequeñas acanaladuras o surcos estrechos (desde centímetros (microlapiáz), hasta 1 metro (megalapiáz, separadas por crestas, a menudo agudas; o bien por orificios tabulares. Aparecen normalmente en superficies más o menos inclinadas y ausentes de vegetación. Las dolinas son depresiones circulares o elípticas que se forman por disolución (y consiguiente pérdida de volumen) en su fase inicial, a partir de la intersección de diaclasas, generalmente a favor de los planos de estratificación, produciéndose un proceso en cadena de infiltración-disolución. En cualquier caso no se disponen caprichosamente, sino que generalmente están alineadas. En sección tienen forma de cubeta o embudo. Sus dimensiones varían desde unos pocos metros de diámetro hasta incluso 500 m, siendo las más frecuentes de 20 a 25 m y normalmente están rellenas en su centro por arcilla de descalcificación



*Fotografía 1. Roca de caliza con numerosas cavidades, producto de la disolución. Zona urbana de Comitán.*

La formación de depresiones superficiales por disolución desde la superficie hacia el interior del complejo kárstico, generalmente a favor del punto de intersección de dos diaclasas. El fondo de estas dolinas suele quedar relleno por arcillas de descalcificación que pueden servir como tierra de labor (Fotografía 2). Las dolinas pueden contener agua si su fondo se encuentra bajo el nivel freático, formando lagunas que suelen tener forma circular o ligeramente ovalada (Fotografía 3). En la ciudad de Comitán se presenta la formación de algunas dolinas, encontrándoseles en la zona cercana a las instalaciones de la feria, parte posterior del CONALEP, Colonia Morales, Colonia Lomas del Sur, Colonia Santa Ana, parte posterior de las instalaciones de la feria. En este apartado se hace la observación de los puntos CM-028, CM-029, CM-030, CM-031, CM-035, CM-037, CM-038, CM-042, CM-044, los cuales se tomaron por riesgo de erosión cárstica, (figura 5). El punto CM-028 se localiza a un costado del centro de atención S.O.S, CM-029, se localiza en la colonia Morales, CM-030 localiza en la colonia Primera de Mayo, CM-031 se localiza en la colonia Mecalococ, CM-035 se localiza en la colonia Popular, CM-037 y CM-038 se localiza en la colonia Cristóbal Colon, CM-042 se localiza en la colonia jacarandas, CM-044 se localiza a 1 Km. al NW de la colonia El Chabacano. En estos puntos se presenta erosión de la roca provocando estructuras de karsticidad el cual en algunos puntos se observa relleno por aluvión, el peligro es que esto puede provocar hundimiento de suelos, el cual no es recomendable hacer construcciones ó mas factible hacer un estudio geofísico para observar el comportamiento a profundidad del terreno. En lo que respecta a karsticidad el de mayor interés es el punto

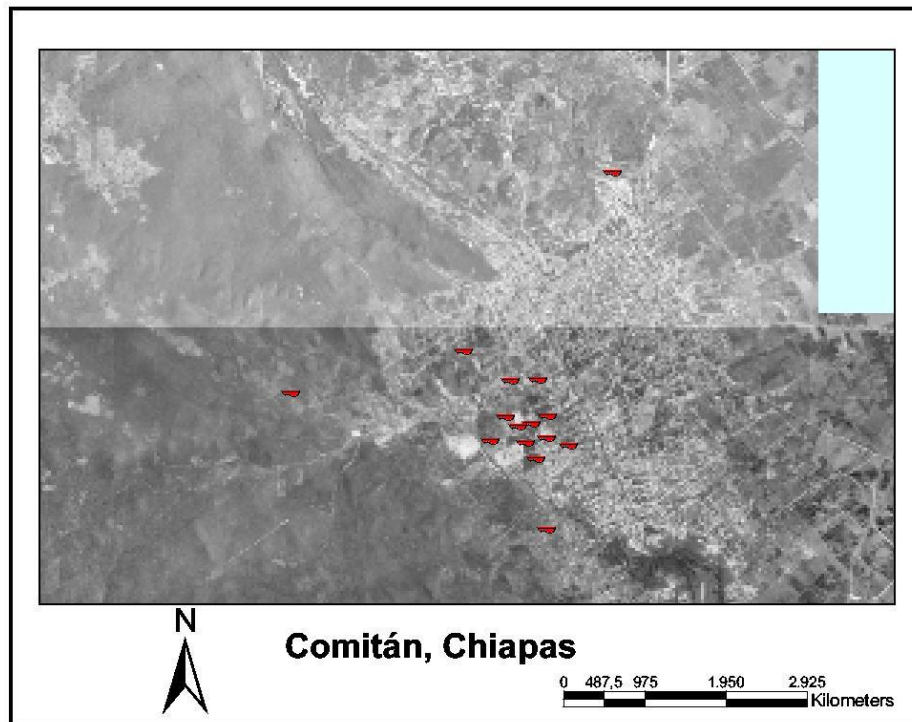
CM-044 ya que presenta una caverna con dimensiones de ancho de 1m. y una profundidad aproximadamente de 25 m y una longitud de 30m hasta donde se alcanzaba a ver, en la misma dirección en superficie se observaba hundimiento de suelos posiblemente a la misma causa de erosión de la roca caliza. En cuanto a los datos tomados en la zona de disolución de la caliza. Los datos de fracturamiento orientaban la mayoría un rumbo de N51°E con 84°. El punto CM-024, el cual se tomo por riesgo de erosión cárstica, el cual se localiza en las afueras de la población.



Fotografía 2 .Estructura de hundimiento cárstico llamada dolina en roca caliza.



Fotografía 3.Estructura de hundimiento cárstico, rellena con materiales para desarrollo de casas habitación en la zona urbana de Comitán.



*Figura 5, Localización de las zonas que presentan formación de dolinas, hundimiento natural por disolución de la roca de caliza. Obsérvese las zonas de hundimiento dentro de la zona urbana de Comitán.*

### **III.4.-PELIGROS POR DESLIZAMIENTO**

Este tipo de fenómeno son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta. Siendo la gravedad la principal causante de un deslizamiento, la ocurrencia de estos también dependerá del tipo de roca y suelo, topografía, orientación de las fracturas o grietas de la tierra, fenómenos meteorológicos, actividad humana (Corte en laderas, falta de canalización de aguas, entre otras) y por erosión (Natural y Antrópica). Los deslizamientos o movimientos de masas no son iguales en todos los casos, y para poder evitarlos o mitigarlos es indispensable saber las causas y la forma como de originan, tales como; caída se inicia con el desprendimiento de suelo y roca en una ladera con cierta pendiente, el deslizamiento, consiste en el movimiento, hacia abajo de una ladera, de una masa de suelo o roca el cual ocurre principalmente en la superficie de ruptura o falla (zona de debilidad del terreno). En general, el mecanismo acelerador de los movimientos en masa esta asociado con la realización de cortes en terreno natural inestable sin la debida protección geotécnica, así como el desprendimiento y la caída de bloques asociados a escarpes con

pendientes superiores a los  $35^\circ$ , otros factores que activan los movimientos en masa, son la actividad sísmica, la saturación del suelo por fluidos y la incidencia de procesos erosivos. Los cortes en el terreno como carreteras, cortes para construcción de casas, que crean masas inestables de material sin apoyo, generando pendientes negativas, construcciones de muros sin posibilidades para drenaje. El suelo retenida detrás de los muros incrementa las presión en los poros y el peso en el material retenido, desestabiliza la masa retenida, la remoción de plantas de raíces profundas desestabiliza el suelo en una ladera e incrementa el potencial de deslizamiento, el mal manejo de aguas superficiales o subterráneas en las laderas a través de irrigación, o vertiendo aguas residuales sobre las laderas (Figura 6) y (fotografías 4 y 5). Del trabajo de campo y de las fichas levantadas se tienen los siguientes puntos CM-003, CM-004, CM-005, CM-007, los cuales son vulnerables al peligro de deslizamiento de bloques en laderas, las cuales están siendo deforestadas para la construcción de viviendas, el punto CM-020 presenta un deslizamiento en la barda de una vivienda. Los puntos CM-003, CM-004, CM-005, se localizan en el arroyo, en la colonia La Represa y CM-007 en la colonia El Piedrón, en la parte NW de la ciudad de Comitán a un costado del Cerro El Mirador y el punto CM-020 se localiza en la colonia Primera Norte Poniente. En los puntos CM-003, CM-004, CM-005, CM-007 puede existir un peligro, ya que se ubican en las laderas de los cerros, las cuales presentan deforestación por la construcción de viviendas y existe el peligro por deslizamiento y caída de bloques por la roca que queda expuesta a la erosión y peligro de caída de bardas en viviendas, producto de la acumulación de material que es arrastrado en época de lluvia y se va depositado en las bardas, en el punto CM-007 se observo que una barda presenta deslizamiento con separación de 3-7 cm., existe con respecto al muro que representa la porción vertical, existe una inclinación de  $86^\circ$ . En los puntos CM-003, El rumbo de la estratificación es de  $N 30^\circ E$  y la pendiente de inclinación es de  $67^\circ SE$ , CM-004 El rumbo de la estratificación es de  $N 34^\circ E$  y la pendiente de inclinación es de  $56^\circ SE$ , CM-005 El rumbo de la estratificación es de  $N 40^\circ E$  y la pendiente de inclinación es de  $72^\circ NW$ , CM-007 el rumbo de la estratificación es de  $N 24^\circ W$  y la pendiente de inclinación es de  $48^\circ NE$ , y CM-020 tiene una inclinación de  $86^\circ$ . En el área de estudio se identificaron varios sitios en los que se presenta un peligro de inestabilidad, ya que algunas viviendas se encuentran a escasos metros, y algunas incluso a menos de 1 metro de los bancos de material, como son los puntos: CM-004, CM-005, CM-006, CM-007, CM-008, CM-009, CM-010, CM-013, CM-014, CM-015, CM-026 y el punto CM-025 donde se observan algunas grietas en las viviendas y en las banquetas debido al deslizamiento del terreno. Estos puntos se ubican, en: CM-004 entre la 31 va Av. Sur Oriente y Av. Chiapas, CM-005 entre la 25 va Av. Sur Oriente, 26 va Av. Sur



Oriente y Av. Libertad, CM-006 entre las calles Dr. Manuel Ávila Camacho y 24 va Av. Sur Oriente, CM-007 en la esquina Dr. Manuel Ávila Camacho y 24 va Av. Sur Oriente, CM-008 en la esquina con la calle Independencia y Dr. Manuel Ávila Camacho, CM-009 entre la calle 1 de Mayo, 22va Av. Sur Oriente (5 de Mayo) y la calle Dr. Manuel Ávila Camacho, CM-010 en la esquina Av. Adolfo López Mateos y 24 va Av. Sur Poniente, CM-014 entre la 30 va a Sur Oriente y Av. Chiapas, CM-015 entre la 28 va Av. Sur Oriente y Av. Chiapas, CM-025 en la esquina de 22 va Av. Sur Oriente (5 de Mayo) y Av. 18 de Marzo, CM-026 entre la 22 va Av. Sur Oriente (5 de Mayo), calle Independencia y Av. 18 de Marzo. En estos puntos: (CM-004 CM-005 CM-006 CM-007 CM-008 CM-009 CM-010 CM-013 CM-014 CM-015 CM-026) la extracción de material representa un riesgo de inestabilidad ya que las viviendas se encuentran a escasos metros de estos, y a pesar de que ya no se extrae arcilla de estas zonas el riesgo sigue siendo alto ya que en época de lluvias la erosión se acelera provocando que la distancia entre las viviendas y el reliz del banco se reduzca.: CM-004 donde se encuentran 3 viviendas en peligro, CM-005, 2 viviendas en peligro, CM-006, 2 viviendas, CM-007, 3 viviendas, CM-008, 2 viviendas, CM-009 de 1 a 2 viviendas, CM-010, 3 viviendas, CM-013 de 2 a 3 viviendas, CM-014, 2 viviendas, CM-015, 1 vivienda, CM-026, 3 viviendas y CM-025 donde se observan algunas grietas en las viviendas y en las banquetas debido al deslizamiento del terreno En el punto CM-025, El rumbo del fracturamiento en las banquetas es N 40° - 45° W.

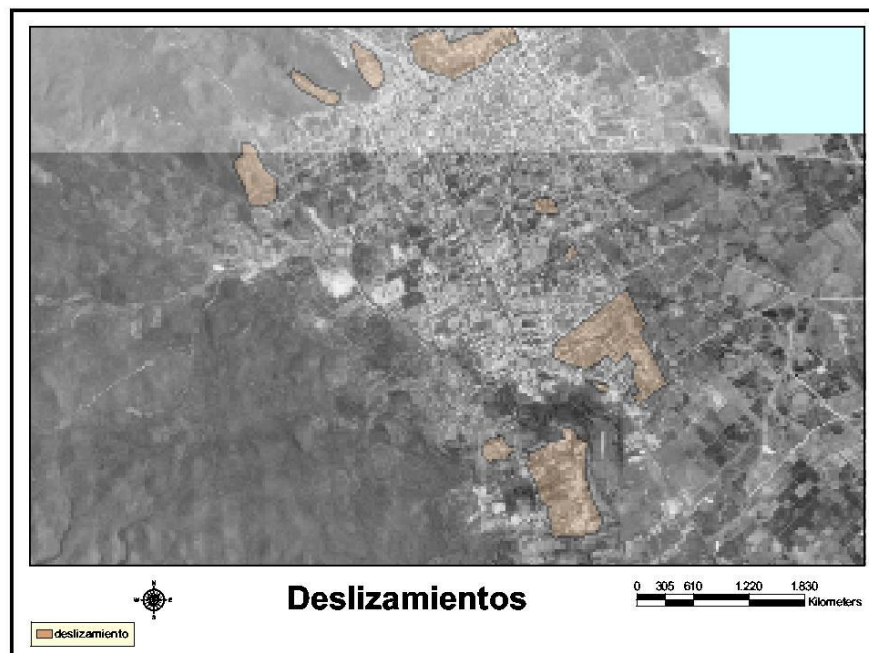


Figura 6.- Zonas de peligro por deslizamiento al poniente y sur de la zona urbana de Comitán.



*Fotografía 4.- Deslizamiento de materiales poco consolidados debido a la extracción de material para la elaboración de ladrillos.*

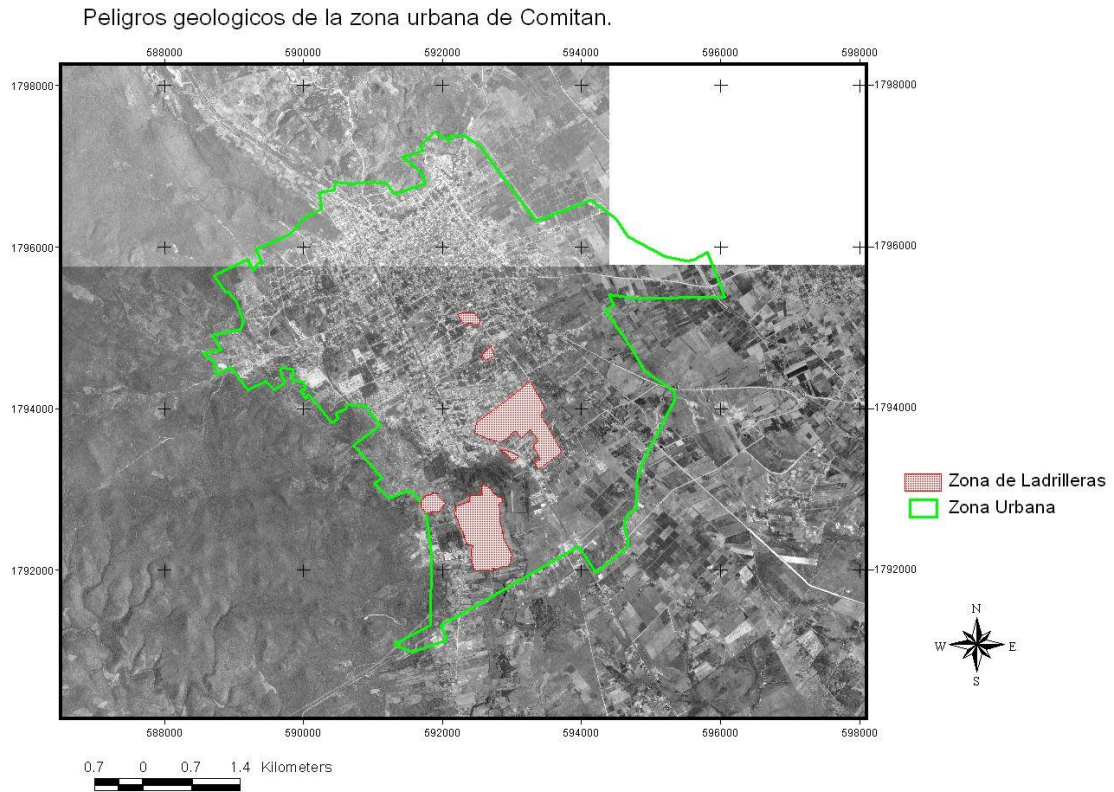


*Fotografía,5 Deslizamiento de rocas y suelo, producto del crecimiento urbano, Barrio San Miguel.*

### **III.5.-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 y que provoca remoción paulatina de suelo o roca. La zona urbana de Comitán presenta principalmente tres zonas o lugares en donde se tiene una erosión antropogénica que se debe a la extracción de arena y arcilla para la fabricación artesanal de ladrillos y materiales para auto construcción. Una de ella se encuentra al oriente y las otras dos en la porción sur de la zona urbana ubicadas dentro de la colonia Belisario Domínguez, Mariano N. Ruíz y Las Galeras. Esta actividad se ha intensificado en los últimos años y han quedado hoquedades y depresiones en el terreno que debilitan las estructuras y obras civiles de la ciudad. El relleno de las mismas debería ser una obra preventiva para evitar daños a futuro (Figura 7). La actividad humana en las fábricas domésticas de ladrillo también ocasiona deslizamientos locales de rocas y materiales que ponen en peligro las casas habitación de las colonias, así como la vida de los vecinos y los mismos trabajadores. Las consecuencias con el establecimiento de ladrilleras se manifiestan con la contaminación atmosférica, contaminación de aguas, contaminación del suelo, erosión, desequilibrio ecológico entre otros. Así mismo se producen impactos directos e indirectos, creando un ambiente inseguro. La irracional forma de explotación de arcillas en la ciudad de Comitán, provoca que en las zonas afectadas por la proliferación de ladrilleras se generen riesgos originando derrumbes, deslizamientos y movimientos de mas de tierra, esto pone en peligro la vida de obreros y de la ciudadanía en general por la cercanía de viviendas encontrándose las ladrilleras debido al rápido crecimiento demográfico en áreas urbanas y periurbanas de la ciudad. Los depósitos arcillosos son explotados de manera irracional, estas arcillas tienen variaciones litológicas, presentando lentes arenosos, y una variabilidad litológica apreciable por lo cual, debido a que las ladrilleras explotan el suelo compuesto por arcillas y limos finos, dejan de lado aquellas capas que presentan composición arenosas, socavan el talud de forma irregular provocando desestabilización, cuando las pendientes son demasiado fuertes se tiene como consecuencia el desequilibrio y caída de masas. Los impactos ambientales producidos por las ladrilleras, podrían ser considerados como irreversibles, sin embargo se deben tomar medidas precautorias para atenuar impactos en el futuro, mediante estabilización de pendientes, control de drenaje interno de los terrenos saturados, adaptación de técnicas de construcción a las pendientes y a los asentamientos diferenciales, (fotografías 6, 7 y 8). Se identificaron CM-001, CM-002, CM-003, CM-004, CM-005, CM-006, CM-007, CM-008, CM-009, CM-010, CM-011, CM-012, CM-013, CM-014, CM-015,

CM-016, CM-017, CM-018, CM-020, CM-021, CM-022 los cuales son producto de erosión antropogénica, ya que hay y hubo extracción y procesamiento de arcillas en el área. Estos puntos se ubican, en: CM-002 a 50 mts. al SE de donde termina la 34 va Av. Sur Oriente, CM-003 sobre el arroyo Tonajita, CM-004 entre la 31 va Av. Sur Oriente y Av. Chiapas, CM-005 entre la 25 va Av. Sur Oriente, 26 va Av. Sur Oriente y Av. Libertad, Cm-006 entre las calles Dr. Manuel Ávila Camacho y 24 va Av. Sur Oriente, CM-007 en la esquina Dr. Manuel Ávila Camacho y 24 va Av. Sur Oriente, CM-008 en la esquina con la calle Independencia y Dr. Manuel Ávila Camacho, Cm-009 entre la calle 1 de Mayo, 22 va Av. Sur Oriente (5 de Mayo) y la calle Dr. Manuel Ávila Camacho, CM-010 en la esquina Av. Adolfo López Mateos y 24 va Av. Sur Poniente, CM-011 en la esquina de la calle Independencia y Av. México, CM-012 entre la 31 va Av. Sur Oriente y Av. Chiapas, CM-013 entre la 29 va Av. Sur Oriente y Av. Chiapas, CM-014 entre la 30 va a Sur Oriente y Av. Chiapas, CM-015 entre la 28 va Av. Sur Oriente y Av. Chiapas, los puntos CM-016, CM-017, CM-018, CM-020, CM-021 y CM-022 se encuentran fuera de la población, pero siguen siendo zona de extracción, CM-026 entre la 22 va Av. Sur Oriente (5 de Mayo), calle Independencia y Av. 18 de Marzo. Algunas viviendas se encuentran a escasos metros, y otras incluso a menos de 1 metro de estos bancos de material, como en los puntos: CM-004 donde se encuentran 3 viviendas en peligro, CM-005, 2 viviendas en peligro, CM-006, 2 viviendas, CM-007, 3 viviendas, CM-008, 2 viviendas, CM-009 de 1 a 2 viviendas, CM-010, 3 viviendas, CM-013 de 2 a 3 viviendas, CM-014, 2 viviendas, CM-015, 1 vivienda, CM-026, 3 viviendas.



*Figura 7.- Mapa de erosión antropogénica en la zona urbana de Comitán. Nótese las tres zonas principales en donde se presenta la erosión antropogénica debido a la actividad de fabricación de ladrillos y materiales para la auto construcción.*



*Fotografía 6. Erosión Antropogénica, por extracción de material para la elaboración de ladrillos, obsérvese el asentamiento urbano en riesgo por esta actividad (Barrio Belisario Domínguez).*



*Fotografía 7. Erosión Antropogénica, por extracción de material para la elaboración de ladrillos, obsérvese el asentamiento urbano en riesgo por esta actividad (Barrio Belisario Domínguez).*



*Fotografía 8. Erosión Antropogénica, por extracción de material para la elaboración de ladrillos, obsérvese el asentamiento urbano en riesgo por esta actividad, oquedades sin algún tipo de protección (Barrio Belisario Domínguez)*

### III.6.- PELIGRO POR SISMOS

Los sismos se clasifican de acuerdo con la profundidad, la intensidad y la magnitud. La profundidad determina si el sismo fue superficial o profundo; la intensidad es la medición del fenómeno de acuerdo con la percepción de la población, y es medida por la escala de Mercalli y la magnitud es también la medida en grados, pero de acuerdo con la cantidad de energía liberada y que es medida por un sismógrafo en grados Richter. La ciudad de Comitán se encuentra en una región sísmica denominada zona "C" de acuerdo al mapa de peligro sísmico de publicado por Cenapred (Cenapred, 2001). Esta zona se caracteriza por presentar sismicidad de poca frecuencia, con aceleraciones del terreno menores a 70% del valor de la gravedad, (Figura 8). Los epicentros sísmicos disponibles, publicados por el servicio sismológico nacional (SSN, 1990-2003), en su expresión espacial en el estado de Chiapas, demuestran que la actividad sísmica esta presente en el municipio de Comitán, y en apariencia, el peligro sísmico es intermedio según la regionalización de Cenapred. Los epicentros que se encuentran en presentan en la región del municipio, van de 1 a 4.4 grados de la escala Richter.

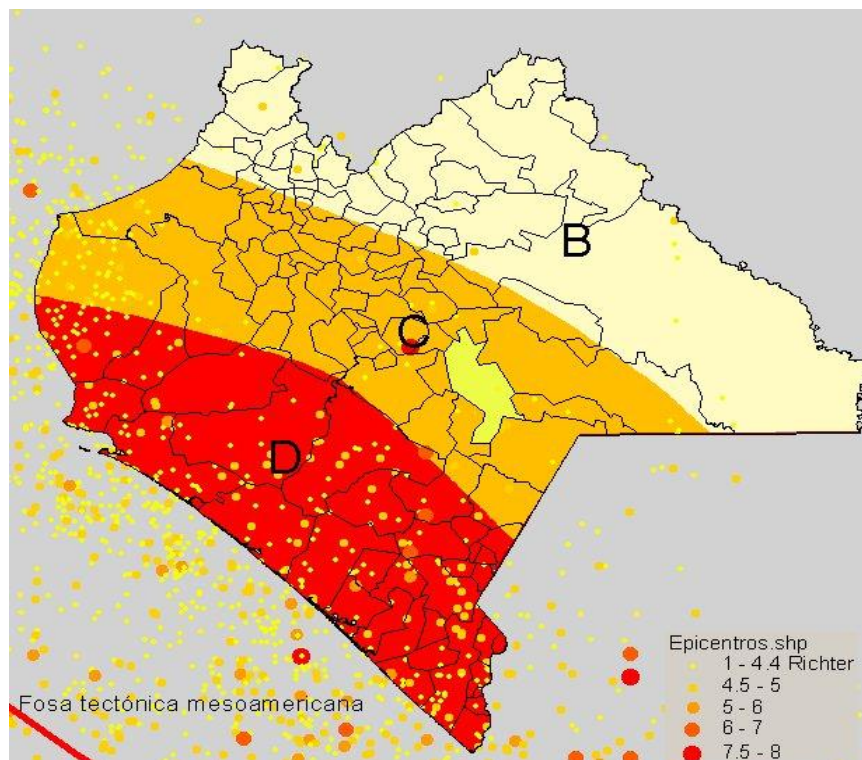


Figura 8.- Mapa de peligro sísmico del estado de Chiapas en donde se muestra la zonificación Sísmica de Cenapred (Cenapred, 2001). Nótese el municipio de Comitán en amarillo y la escala de Richter que muestra a los epicentros con valor de 1 a 4.4 grado Richter para la región en donde se encuentra la ciudad de Comitán.

#### **IV.- PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS**



## IV.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 filtre. De los datos recopilados del Servicio Meteorológico Nacional el Estado de Chiapas ocupa el segundo lugar en volúmenes de precipitación ya que durante el periodo que comprende los años de 1941 y 1996 el volumen de precipitación ha sido de 1982.4 mm de precipitación, al analizar este mismo periodo se observa que el mes de mayor precipitación es Septiembre con 342.1 mm y el de menor Marzo con 49.8 mm (Tabla 1 ).

Normales Climatológicas por Estado													
Lamina de Lluvia Normal Mensual													
Precipitación Media (mm)													
Periodo (1941 - 1996)													
Estado	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aguascalientes	13.3	6.3	3.4	7.5	16.4	70.8	101.4	103.3	76.9	33.2	12.5	11.1	456.1
Baja California	38.1	30.3	37.5	15.3	4.3	1.2	1.4	5.2	5.8	9.2	22.7	34.1	205.1
Baja California Sur	14.5	4.7	2.3	1	0.6	1	19.3	41.7	52	18.5	5.9	14	175.5
Campeche	27.6	19.2	18.4	13.9	60.1	157.3	189.4	200.3	207.2	120.9	54.7	33.7	1102.7
Coahuila	13.5	12.2	6.3	20.2	36.1	37.1	33.2	40.3	56.2	30.2	13.2	12.3	310.8
Colima	23.5	7.6	4	2.5	9.1	112.8	168.4	203.4	223.2	100.8	25.2	14.8	895.3
<b>Chiapas</b>	<b>83.8</b>	<b>59.4</b>	<b>49.8</b>	<b>56.5</b>	<b>133.1</b>	<b>270.5</b>	<b>272.9</b>	<b>265.2</b>	<b>342.1</b>	<b>230</b>	<b>111.6</b>	<b>107.5</b>	<b>1982.4</b>
Chihuahua	17.6	9.6	6.9	8.2	10.3	35.4	111.4	100.8	71.1	29.4	9.3	18.7	428.7
Distrito Federal	7.8	4.7	8.9	22.6	50.7	123.9	155.1	141.7	122.6	50.4	10.5	6.1	705
Durango	22	10.2	5.9	5.3	11.4	60.4	119.5	120	95.3	36.4	13.7	27.4	527.5
Guanajuato	13.2	7.1	8.4	15.7	36.5	105.3	125.3	122.7	98.5	41.7	12.2	10.8	597.4
Guerrero	10.8	3	2.7	9.6	50.4	204.9	227.7	226.9	263.4	108.4	26.5	6.2	1140.5
Hidalgo	21.6	18.1	22.3	41.7	69.4	128.4	120.7	111.5	161	80.5	37.3	22.5	835
Jalisco	16.2	8.3	7.1	7	26.2	147.9	212	187.3	144.8	63.7	17	14.1	851.6
México	14.2	6.8	9.4	24.9	65.1	163.7	193.4	183	166.8	75.4	21.1	9.4	933.2
Michoacán	15	4.8	4.2	10.	33.6	140.	190.	172.	162.2	66.3	16.4	9.7	826.4

				9		7	1	5					
Morelos	10.4	3.3	4.3	13.8	53.6	182.5	173.9	157.4	183.3	66.2	13.7	4.4	866.8
Nayarit	20.6	9.1	4.8	4.3	8.7	136.9	275.3	264.5	212.7	74.8	15.2	18.6	1045.5
Nuevo León	21.4	18.1	16.2	37.7	62.1	75.1	55.2	85.2	131.7	62.4	19	17.9	602
Oaxaca	31.4	28	22.3	31.1	88.9	257.3	265.3	247.6	288.2	143.2	61.2	38.5	1503
Puebla	30.6	25.5	26	44.4	83.3	181	187.6	174.1	222.2	123.4	59.9	35.4	1193.4
Querétaro	12.7	6	8.5	21.2	42.6	105.2	112.2	101.5	100.9	43.6	13.1	8	575.5
Quintana Roo	63.3	39.3	31.5	30.7	101.1	177.5	140.9	131.9	204.4	159.7	89.5	81.8	1251.6
San Luis Potosí	20.5	17.5	16.8	36.6	69.3	156.3	149.6	150.4	209	95.4	37.3	25.9	984.6
Sinaloa	31.5	14.6	13.1	9	11.1	60.3	191	196.3	159.6	61.6	22	35.1	805.2
Sonora	26.3	15.3	11.1	4.3	3.7	20.1	121.2	111.9	55.6	26.5	12.6	27.5	436.1
Tabasco	187.3	120.4	84.1	71.8	126.3	248.7	210	246.7	381.3	346.4	212.4	197.3	2432.7
Tamaulipas	19.5	15.8	15.9	35.8	70.3	129.3	108.9	105.6	154.5	72.4	25	19.9	772.9
Tlaxcala	7.9	6.6	11.4	32.8	73.1	129.7	125.7	124	107.2	51.4	16.4	6.9	693.1
Veracruz	42	35	32.9	44.4	76.8	208.8	237.1	195.8	292.3	155.2	82.7	56.5	1459.5
Yucatán	35.7	35.3	30.4	30.8	81.8	164.4	172.5	168.5	190.1	111.3	52.1	45.5	1118.4
Zacatecas	17.4	8.4	5.9	7.6	19	79.7	119	111.7	84.7	35.3	13.4	17.9	520
Nacional	27.3	18.2	15.2	19.2	40.8	104.6	140.4	136.1	142	72.5	31.1	30	777.4

Tabla No. 1

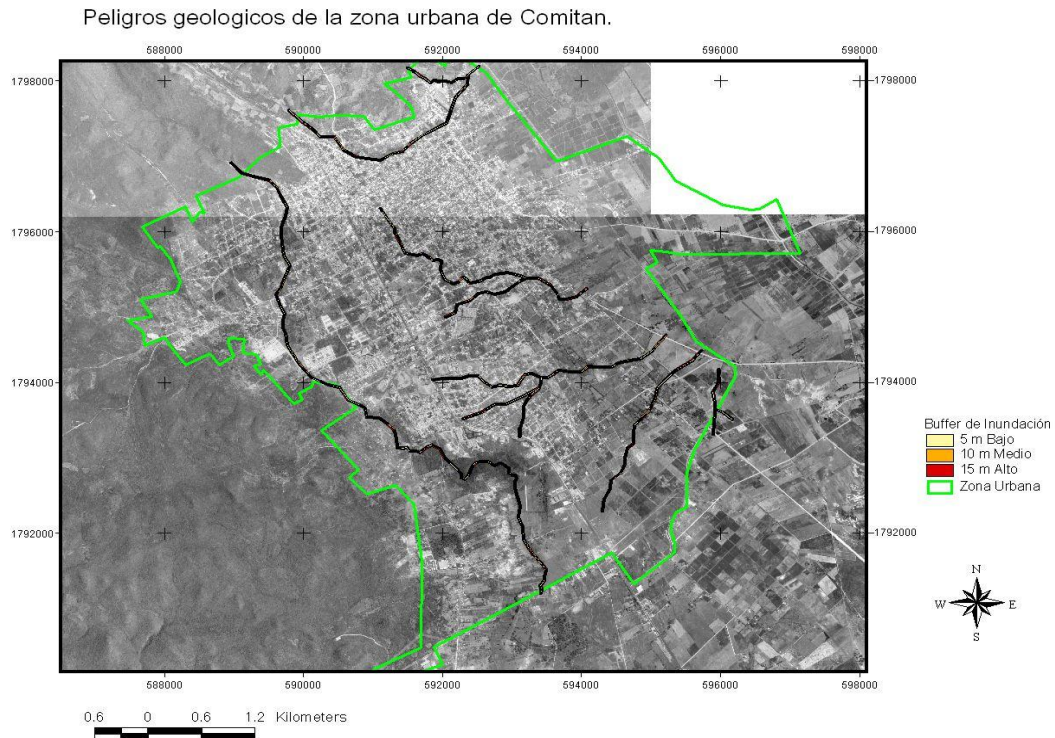
Valores de precipitación media anual en los 32 Estados de la Republica Mexicana.

El volumen de precipitación para el Estado de Chiapas se cuantifica en 179 Estaciones Climatológicas del Sistema CLICOM. La zona urbana de Comitán se encuentra asentada sobre un cause fluvial que va de la porción noroeste hacia el sur de la ciudad. En esa zonas, los causes naturales durante la época de lluvias se desborda ocasionando daños totales o parciales a las propiedades y casas habitación, algunas de las cuales se encuentran emplazadas precariamente en las terrazas aluviales y en las planicies naturales de inundación.

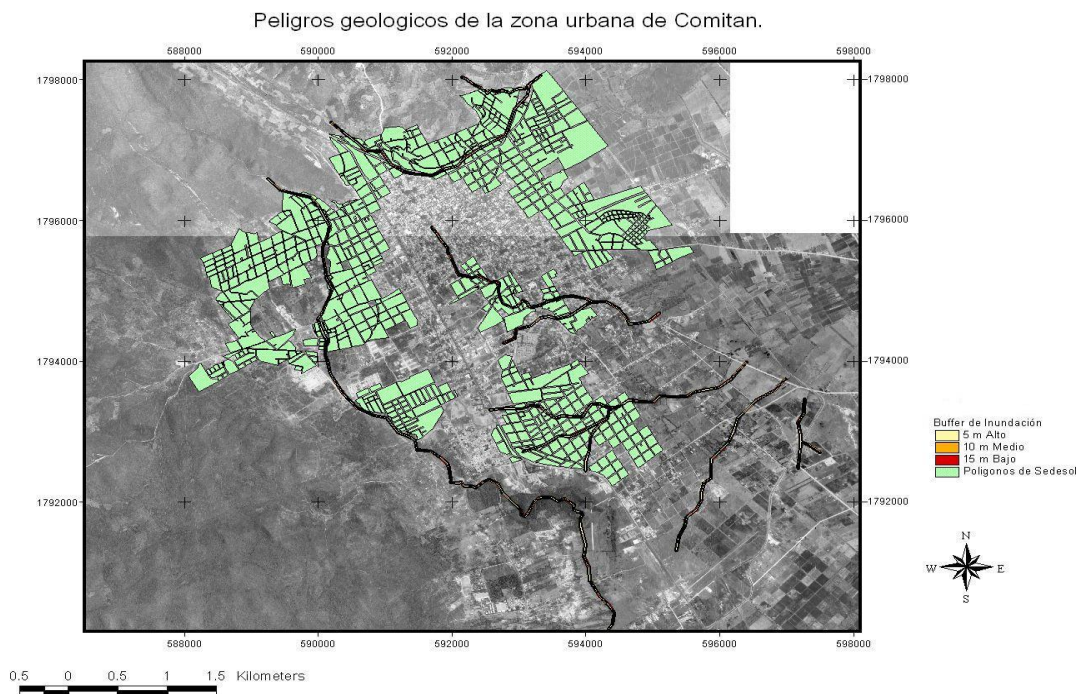
Durante el trabajo de campo se detectó que las obras de drenaje actuales se han canalizado hacia el cause naturales que de alguna manera han contribuido a incrementar las zonas de inundación natural, originándose problemas de inundación que son aceleradas en época de lluvia.

Las inundaciones son fenómenos naturales y puede esperarse que ocurran a intervalos irregulares de tiempo en todos los cursos del agua. El establecimiento humano en un área cercana a las planicies de inundación es una de las mayores causas de daño causadas por las inundaciones. La inundación tiene relación con la forma como se desarrolla la creciente en una cuenca torrencial y en una zona de planicie, su carácter súbito (de ocurrencia rápida), o lento, (de ocurrencia prolongada), tiene también relación con la dirección del flujo o la zona donde se concentra el flujo y la zona donde éste se extiende, como es el caso de la parte baja de la ciudad de Comitán, lo que corresponde a los Barrios de Jerusalén, San Antonio, La Pila, La Pila Seca, Yalchivol y Los Cipreses, así como la porción inferior del Cerrito Concepción, en áreas se tiene la desembocadura de los cauces fluviales en combinación con las aguas negras de la ciudad (Fig.9-19, y Fotografía 9-13, ).

En la ciudad de Comitán se determinaron las zonas susceptibles a ser afectadas por inundación, producto de la mala planificación de la red de drenaje, así como a la falta de mantenimiento de los mismos, en temporada de lluvia los cauces no son suficientes para la corriente que pasa por los mismos, provocando el desborde del cauce, ocasionando la afectación de algunas casas y vías de comunicación. Los siguientes puntos CM-006, CM-032, CM-033, CM-034, CM-036, CM-039, los cuales presentan un riesgo de peligro por inundación. El CM-006 se localiza en la colonia La Represa, CM-032 se localiza en la colonia Mecalococ, CM-033 se localiza en la colonia Lomas del Sur, CM-034 se localiza en la colonia Santa Ana, CM-036 y CM-039 se localiza en la colonia Cristóbal Colon. Estos puntos fueron tomados por ser muy vulnerables al peligro de inundación.



*Figura 9 .- Mapa de lugares de peligros por inundación en la zona urbana de Comitán. Nótese las áreas que marcan los sitios o lugares que presentan peligro por inundación.*



*Figura 10 .- Mapa de lugares de peligros por inundación en la zona urbana de Comitán considerando los polígonos de la zona urbana de sedesol. Nótese las áreas que marcan los sitios o lugares que presentan peligro por inundación.*

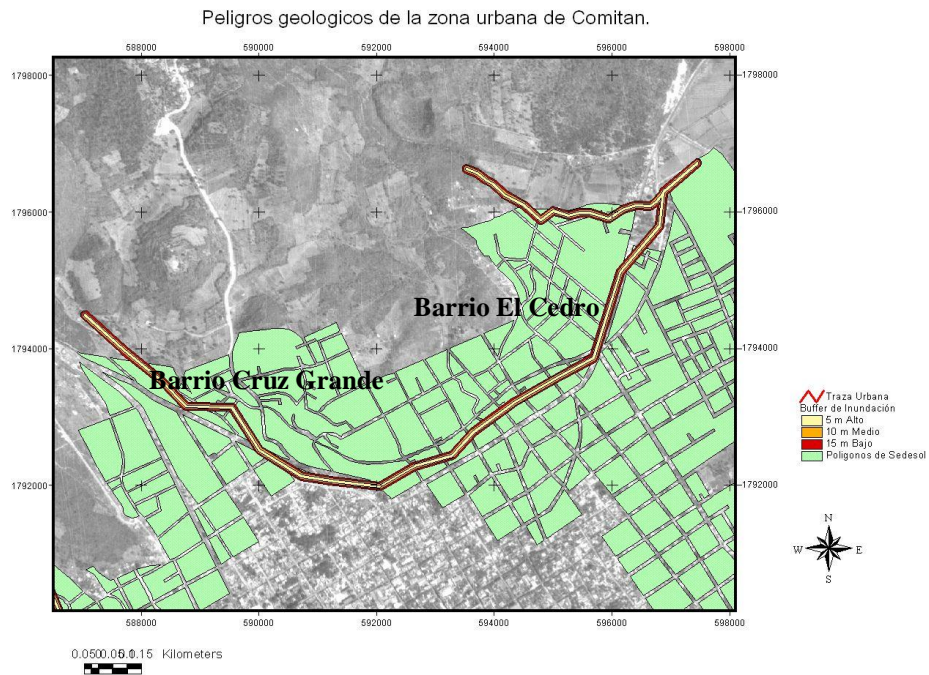


Figura 11, Plano de inundación de los barrios Cruz Grande hasta El Cedro, considerando los polígonos de sedesol.

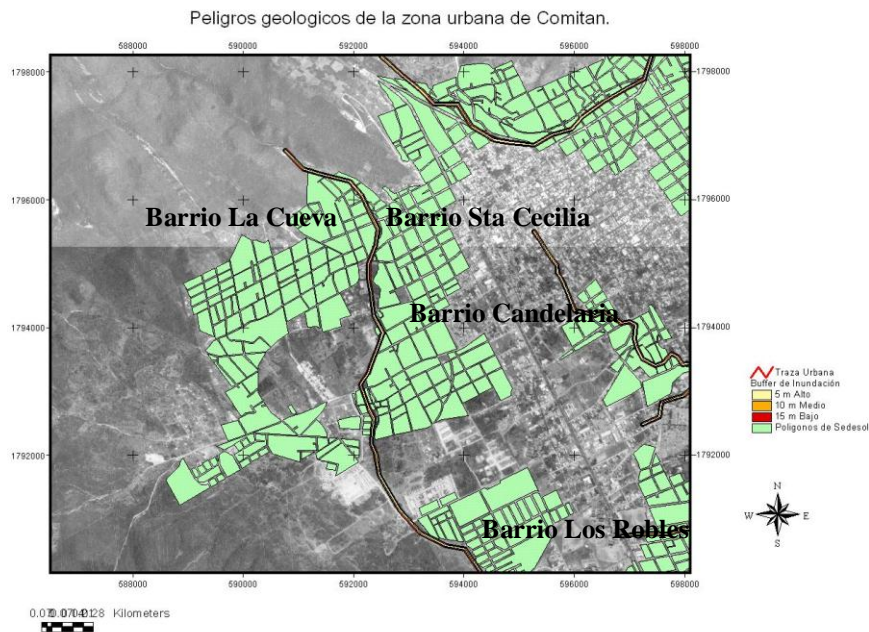


Figura 12, Plano de inundación de los Barrios Santa Cecilia hasta el Barrio Los Robles considerando los polígonos de sedesol.

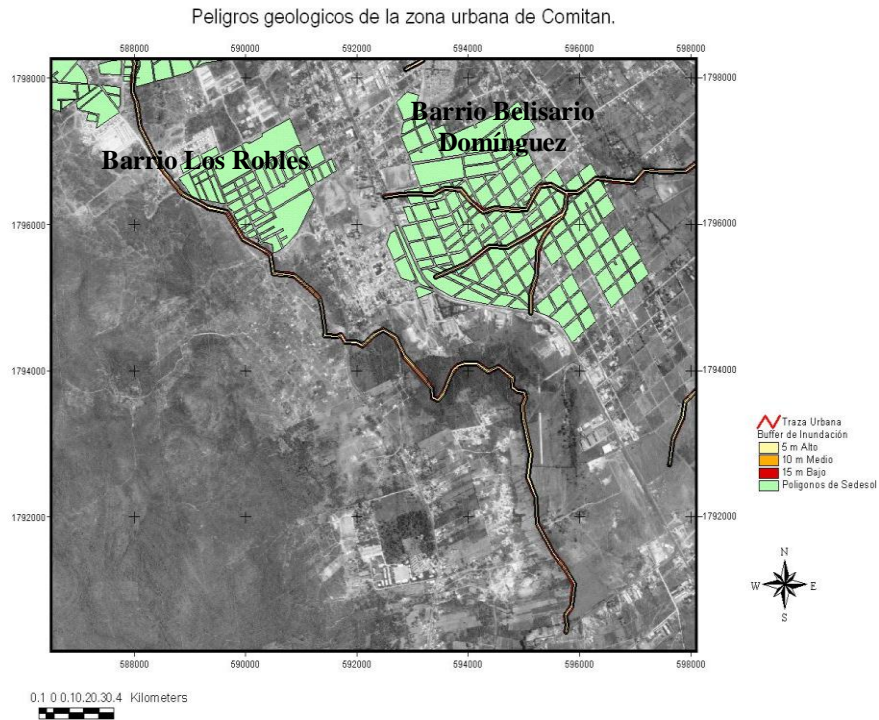


Figura 13, Plano de inundación de los barrios Los Robles y Belisario Domínguez, considerando los polígonos de sedesol.

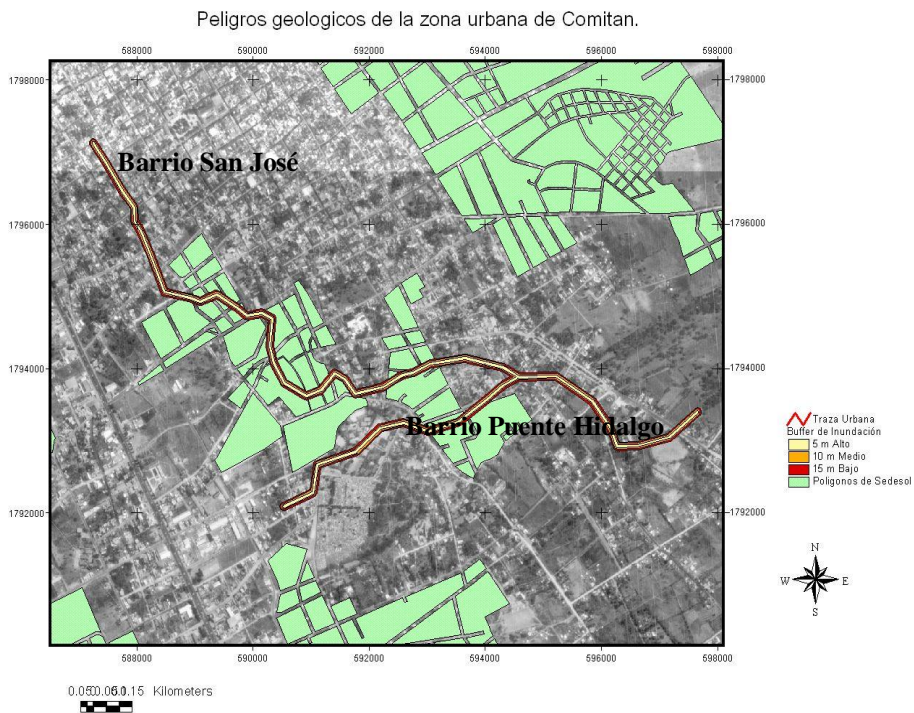


Figura 14, Plano de inundación de los barrios San José hasta Puente Hidalgo, considerando los polígonos de sedesol.

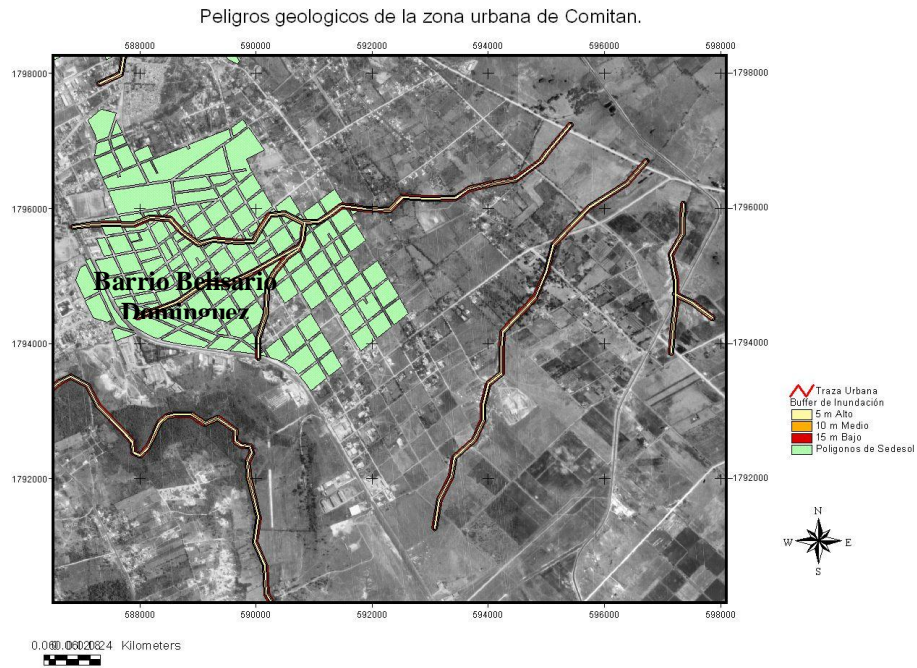


Figura 15, Plano de inundación del barrio Belisario Domínguez, considerando los polígonos de Sedesol.

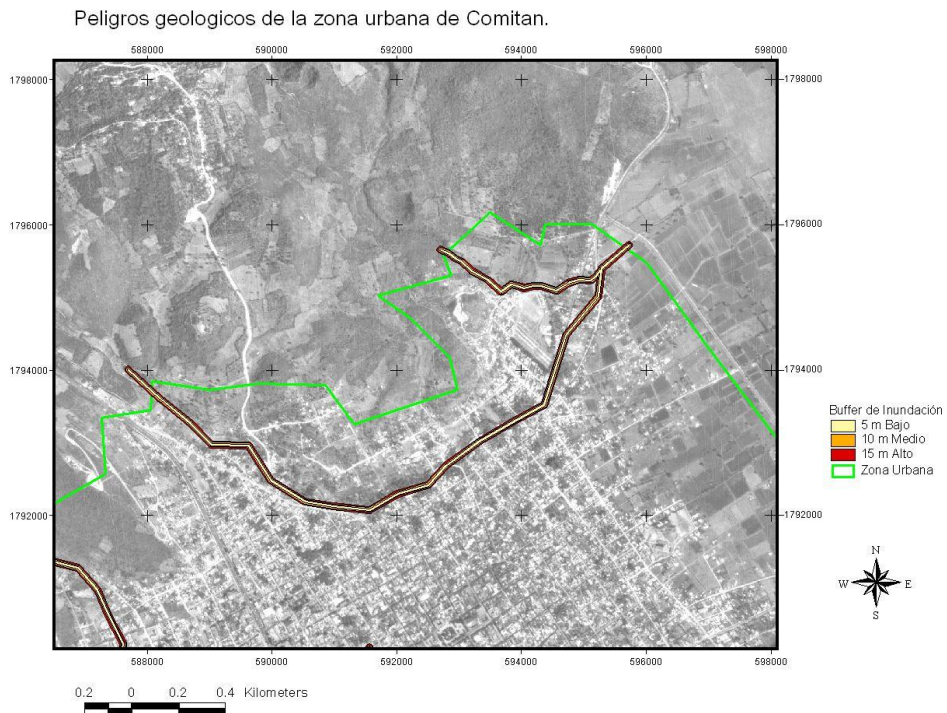


Figura 16, Mapa de peligros de inundación de los barrios Cruz Grande hasta el Barrio El Cedro.

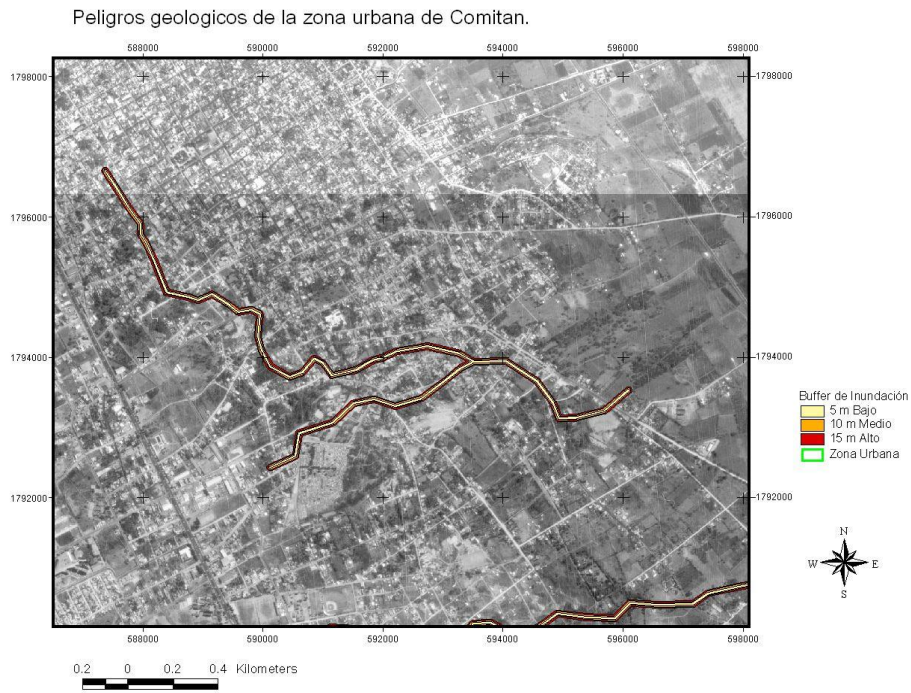


Figura 17, Barrio de Guadalupe, San José, La Pileta, Puente Hidalgo y Yalchivol.

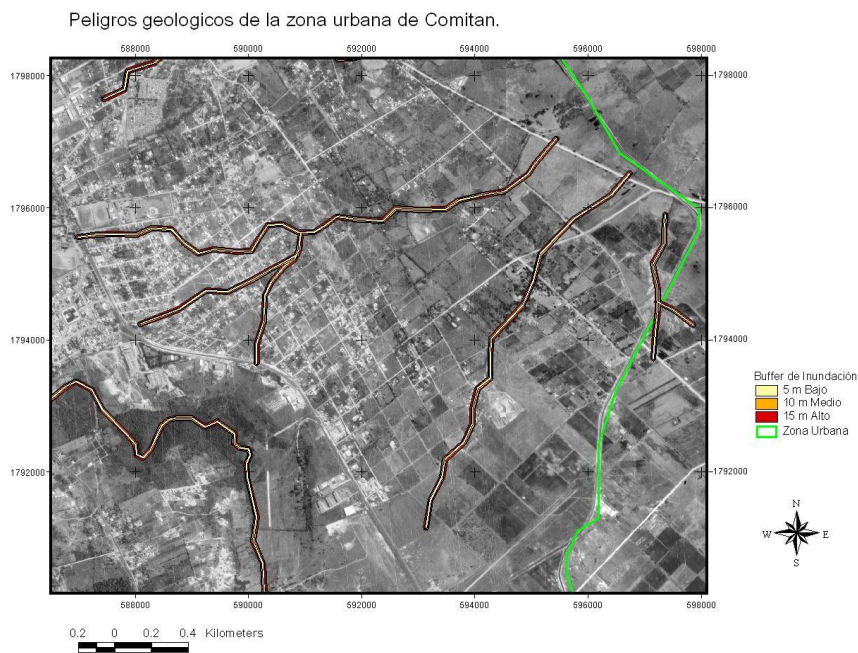
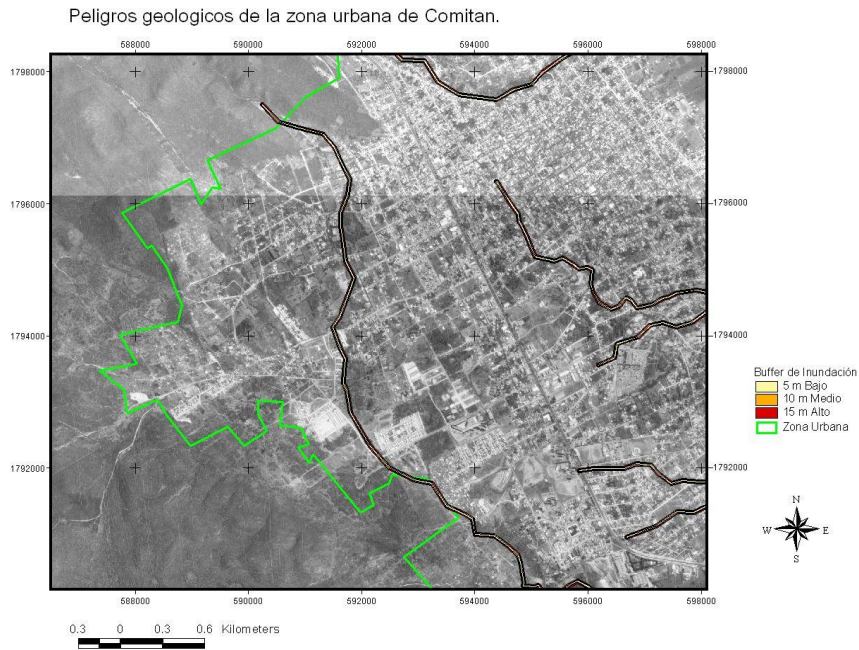
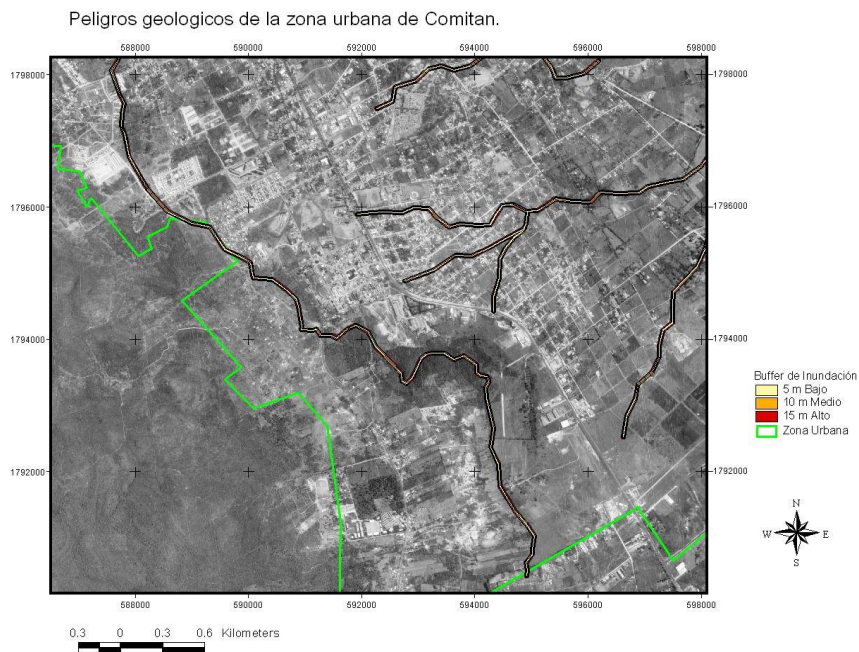


Figura 18, Colonia Belisario Domínguez hasta Barrio Los Sabinos





*Figura 18, Barrios Santa Cecilia, Candelaria, Las Flores, 1º de Mayo Miguel Alemán*



*Figura 19, Barrio Miguel Alemán hasta carretera Tzimol*



*Fotografía 9. Zona que se ve afectada por las inundaciones en época de lluvias, zona urbana construida sobre el cauce de un arroyo (Carretera al 15 Regimiento Militar)*



*Fotografía 10. Obsérvese la construcción de algunas casas sobre el cauce de un arroyo, utilizándolo como desembocadura del drenaje de la zona urbana (1ª Calle Norte Poniente).*



*Fotografía 11 . Obsérvese la construcción de casa sobre el cauce de un arroyo (Barrio Belisario Domínguez)*



*Fotografía 12. Obsérvese la construcción de algunas casas sobre el cauce de un arroyo, utilizándolo como desembocadura del drenaje de la zona urbana (Barrio Yalchivol).*



*Fotografía 13 . Obsérvese la construcción de algunas casas sobre el cauce de un arroyo, utilizándolo como desembocadura del drenaje de la zona urbana (Barrio 20 de Noviembre).*

## **V.- PELIGROS QUÍMICOS**

## V.1.- PELIGRO POR ESTACIONES DE SERVICIO

Las Gasolineras o Estaciones de servicio, así como las plantas de carburación, son establecidas en corredores urbanos y de servicios, vías principales, accesos a carreteras. A fin de lograr un equilibrio racional del servicio prestado, y como una medida de atenuación al impacto ambiental y la sobresaturación en dichas áreas por estas instalaciones, se establece una distancia mínima radial de 1000 metros en áreas urbanas y 10 000 metros lineales en áreas rurales con carretera, con respecto a otra estación de similar servicio, sujetándose invariablemente a los lineamientos y normas de uso de suelo que señalan las disposiciones legales que norman el desarrollo urbano del municipio. Las estaciones de gas LP, son un sistema fijo y permanente para almacenar y trasegar gas LP, que mediante instalaciones apropiadas haga el llenado de recipientes montados permanentemente en vehículos que lo usen para su propulsión. La colindancia y sus construcciones deberán estar libres de riesgos para la seguridad de la estación, tales como hornos, aparatos que usen fuego o talleres en los que se produzcan chispas, esto es con el fin de evitar un accidente. En la ciudad de Comitán se tienen siete estaciones de servicio, encontrándose la mayoría sobre la avenida principal (Boulevard Belisario Domínguez), hasta la salida a la carretera la Trinitaria. GRUPO AMAREL en Boulevard de las Instituciones 3002, Col. Mariano N Ruiz, con Propietario: Belisario Villatoro Robles, cuenta con 2 Cisternas para gasolina Magna y 1 cisterna para gasolina Premium. Esta estación es abastecida dos veces por semana de combustible desde Tuxtla Gutiérrez, (fotografía 14).



*Fotografía 14, Estación de servicios, Grupo AMAREL*

La Estación de servicio Carretera Altamirano, Barrio El Cedro cuenta con 2 Cisternas para gasolina Magna, 1 cisterna para gasolina Premium y 2 para diesel. Esta estación es abastecida dos veces por semana de combustible desde Tuxtla Gutiérrez, (fotografía 15).



*Fotografía 15, Estación de servicio en el barrio El Cedro. Nótese el estado apropiado de la estación.*

La estación Vendogas S.A. de C.V., con propietario: Severino Velásquez Rodríguez, cuenta con 4 tanques de almacenamiento con una capacidad de 4 500 litros al 90% y 2 bombas despachadoras (Fotografía 16 ).



*Fotografía 16, Planta de carburación Vendogas, S.A. de C.V. Obsérvese el buen estado físico.*

Grupo Dinámica, S.A. de C.V., con propietario: Marcos Ramos Penagos, cuenta con cuatro tanques de almacenamiento con una capacidad de 4500 litros al 90% y dos bombas despachadoras (Fotografía17).



*Fotografía 17, Planta de carburación Grupo Dinámica, S.A. de C.V.*

Gasolinera Villatoro, con propietario: Belisario Villatoro Robles, cuenta con 3 Cisternas para gasolina Magna, 2 cisterna para gasolina Premium y 2 para diesel. Esta estación es abastecida dos veces por semana de combustible desde Tuxtla Gutiérrez, (fotografía 18).



*Fotografía 18, Gasolinera Villatoro. Obsérvese el buen estado físico.*



Gasolinera Boulevard con propietario: Arnulfo Cordero Mora, cuenta con 2 Cisternas para gasolina Magna y 1 cisterna para gasolina Premium. Esta estación es abastecida dos veces por semana de combustible desde Tuxtla Gutiérrez, (fotografía 19).



*Fotografía 19, Gasolinera Boulevard*

Servicio Comitán, con propietario: Arnulfo Cordero Mora, cuenta con 3 Cisternas para gasolina Magna y 2 cisterna para gasolina Premium y 2 para diesel. Esta estación es abastecida dos veces por semana de combustible desde Tuxtla Gutiérrez, (fotografía 20).



*Fotografía 20, Servicio Comitán*

Gasolinera Morales, cuenta con 2 Cisternas para gasolina Magna y 1 cisterna para gasolina Premium y 1 para diesel. Esta estación es abastecida dos veces por semana de combustible desde Tuxtla Gutiérrez, (fotografía 21).



*Fotografía 21, Gasolinera Morales*

Antigua Gasolinera Ulises tiene algunas instalaciones fuera de servicio, (fotografía 22).



*Fotografía 22, Antigua Gasolinera Ulises*

Gasolinera Arnulfo Cordero Mora, S.A. de C.V., con propietario: Arnulfo Cordero Mora, cuenta con 3 Cisternas para gasolina Magna, 2 Cisternas para gasolina Premium y 1 para diesel. Esta estación es abastecida dos veces por semana de combustible desde Tuxtla Gutiérrez, (fotografía 23).



*Fotografía 23, Gasolinera Arnulfo Cordero Mora, S.A. de C.V.*

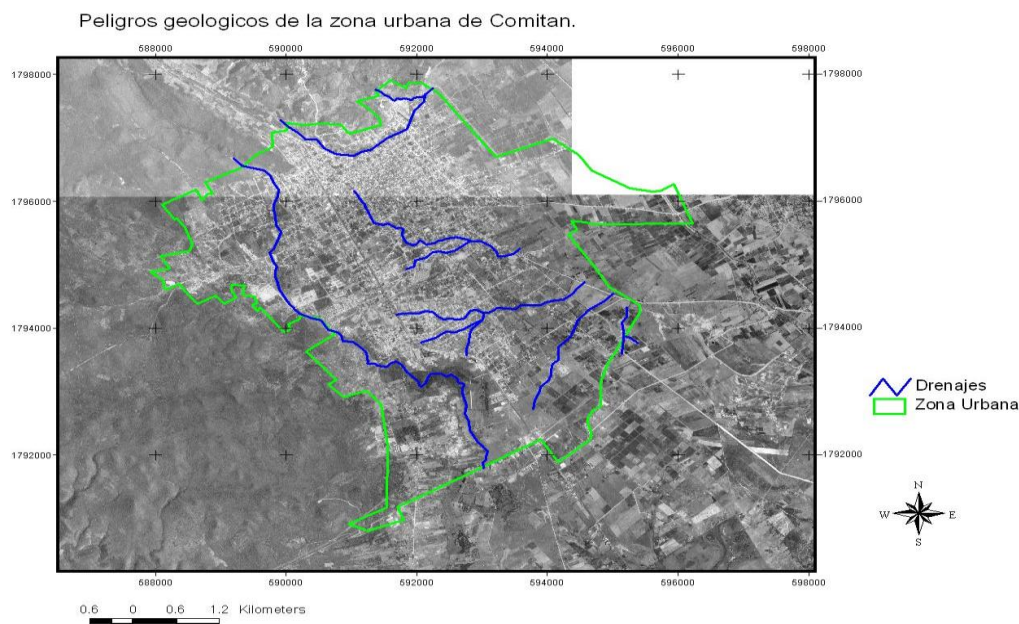
## **V.2.- PELIGRO POR TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS**

El transporte de sustancias peligrosas se realiza por la carretera federal No. 190 principalmente en camiones especiales y por lo general se trata de combustibles.

## **VI.- PELIGROS SANITARIOS**

## VI.1.- PELIGRO POR DESCARGAS RESIDUALES

En la ciudad de Comitán se presentan tres grandes regiones en donde se presenta las descargas de aguas residuales de la mayor parte de la zona urbana de la ciudad. Las descargas ocurren de manera irregular y no se tiene una infraestructura que conduzca las aguas negras por lo que éstas son descargadas directamente en las arroyos intermitentes que cruzan la ciudad, principalmente en la porción sur y oriente de la ciudad (Figura 20 y 21). En la región las descargas de aguas residuales de las porción oriental, contribuye a incrementar las inundaciones de una porción de la zona urbana y de zonas agrícolas. La agricultura de temporal se ve seriamente afectada durante la época de lluvias ya que las corrientes naturales arrastran los desechos y aguas negras a las zonas cultivadas. Otro de los problemas es que la humedad de estas regiones ha contribuido a dañar las vías de comunicación como terracerías y carreteras, las cuales presentan hundimientos diferenciales y con el paso del tiempo se ha ido dañando la carpeta. Una propuesta correctivas es canaliza adecuadamente los drenajes de la porción oriental de la ciudad y dar mantenimiento a las vías de comunicación. Se tienen dos estanques de estabilización de desechos (Fotografías 24 y 25 ), donde mediante un proceso en que se dejan asentar por gravedad los sólidos en suspensión en las aguas negras, para posteriormente ser trasladadas a otro estanque en que se dejan reposar y aerar, para posteriormente esta agua sea depositada en el Río Grande (Fotografías 26 y 27)



*Figura 20.- Mapas de zonas de peligros sanitario de la ciudad de Comitán. Nótese en naranja los sitios en donde se presentan los peligros sanitarios por las descargas de aguas residuales sin una infraestructura adecuada. Nótese también que la porción oriental de la ciudad se ve afectada en la zona urbana y en la zona de agricultura de temporal.*



*Fotografía 24 . Desembocadura del agua residual de la ciudad de Comitán, que en época de lluvia afecta las zona urbana y áreas de agricultura de temporal (Barrio Jerusalén).*



*Fotografía 25 . Desembocadura del agua residual de la ciudad de Comitán, obsérvese que el canal de desembocadura es muy pequeño y no presenta algún tipo de protección `por lo que las aguas negras se infiltran al terreno. (Barrio Jerusalén).*



*Figura 21, Localización de las Presas de Oxidación*



*Fotografía 26, Estanque de Oxidación II*



*Fotografía 27, Estanque de Oxidación I*

## **VI.2.- PELIGRO POR RESIDUOS SANITARIOS**

Residuos sólidos urbanos, los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que son utilizados en las actividades domésticas, de los productos que se consumen y de los envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos. Un relleno sanitario son obras de ingeniería que reúnen características específicas para la disposición final segura de residuos sólidos municipales. Los líquidos residuales generados por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de las basuras, bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas, o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación. La composición media de estos líquidos varía considerablemente según las áreas geográficas, edad del vertedero y tipo de residuo depositado en el mismo; pero todos coinciden en que están compuestos por una alta carga orgánica, su principal factor contaminante, en el caso del relleno sanitario de Comitán, no se tiene un buen control con los lixiviados, por lo que se observa en la fotografía 28 y 29, en el que se observa fuga de estos, infiltrándose al subsuelo. El relleno sanitario de la ciudad de Comitán, el cual se encuentra al oeste de la ciudad a 5 kilómetros aproximadamente partiendo del Ejido Pastón Acapulco.



Consiste en el depósito en el suelo los desechos sólidos, los cuales se esparcen y compactan reduciéndolos al menor volumen posible para que así ocupen un área pequeña, luego son cubiertos con una capa de tierra y se compactan nuevamente al terminar el día. En este relleno sanitario son depositados 60 toneladas de desechos sólidos diarios aproximadamente, el área que comprende este relleno es de 8 hectáreas, con un prospecto de ampliación de 4 hectáreas mas, con una antigüedad de cuatro años.



*Fotografía 28, Relleno Sanitario, lixiviación de la basura*



*Fotografía 29, Relleno Sanitario*

## **VII.- PELIGROS SOCIO-ORGANIZATIVOS**

## VII.1.- HOSPITALES

IMSS: Ecotermica de Oriente S.A. de C.V., es la empresa que se encarga de coleccionar los RPBI cada dos meses, generándose 35.32 Kg/mes, de acuerdo al Artículo 5° de la LGPGIR-2003, esta clínica se considera como microgenerador de residuos Biológico Infecciosos (hasta 400 Kg/año), (fotografía 30).

El personal con el que cuenta esta clínica es el siguiente:

Medico Familiar: 06

Medico General: 04

Epidemiológico 01

Otorrinolaringólogo: 01

Contando con tres camas para adultos y dos para pediatría.



(fotografía 30).

Instituto de Seguridad Social de los Trabajadores del Estado de Chiapas, Clínica Hospital Comitán, (ISSTECH). AMBIOSUR, S.A. de C.V. es la empresa que se encarga de coleccionar los RPBI, generándose 14 kg/mes, los cuales son coleccionados cada dos meses, (fotografía 31). El personal con el que cuenta esta clínica hospital, es el siguiente:

Médicos Generales: 10

Enfermeras: 08

Especialistas 14

Administrativos: 13

Especialidades: Anestesia, Traumatología, Ginecología, Pediatría, Odontología, Cirugía General, Oftalmología, Urología, Medicina Interna y Otorrinolaringología.



(fotografía 31).

ISSSTE, Clínica Hospital. Los RPBI, son colectados por la empresa, Protección Integral del Medio Ambiente, S.A. de C.V. (PRIMASA), y de acuerdo al ejercicio 2004, se tiene un promedio de 105 Kg. Mensual de RPBI, con un costo de \$15.28 c/Kg., cuenta con almacén temporal, los RPBI, son recolectados, cada 10 días aproximadamente. De acuerdo al Artículo 5° de la LGPGIR-2003, esta clínica se considera como pequeño generador de residuos Biológico Infecciosos (de 400 Kg/año hasta 10 toneladas), (fotografía 32). El personal con el que cuenta esta clínica hospital, es el siguiente:

Numero de médicos generales 07

Enfermeras 43

Médicos Especialistas 31

Numero total de especialidades 07

Especialidades: Cirugía General, Pediatría, Ginecología, Anestesia, Medicina Interna, Oftalmología y Urología.

Numero de camas disponibles 17.



(fotografía 32).

Sanatorio Genoveva 2000. Los RPBI, son colectados por la empresa Integral del Medio Ambiente, S.A. de C.V. (PRIMASA), se generan 40-45 kg/mes de RPBI, los cuales son colectados una vez por semana. De acuerdo al Artículo 5° de la LGPGIR-2003, esta clínica se considera como pequeño generador de residuos Biológico Infecciosos (de 400 Kg/año hasta 10 toneladas), (fotografía 33). El personal con el que cuenta este sanatorio, es el siguiente:

Médicos de Generales: 05

Médicos Especialistas: 09

Enfermeras: 09

Medicina Interna, Pediatría, Cirugía General, Traumatología y Ortopedia, Otorrinolaringología.

Camas disponibles 12



(fotografía 33).

Hospital General “K”, Maria Ignacia Gandulfo. Los RPBI, son colectados por la empresa AMBIOSUR, S.A. de C.V., se generan 2500 kg/mes, los cuales son colectados una vez por semana. De acuerdo al Artículo 5° de la LGPGIR-2003, esta clínica se considera como gran generador de residuos Biológico Infecciosos (mayor de 10 toneladas/año), (fotografía 34). El personal con el que cuenta este hospital, es el siguiente:

Personal Total: 535 empleados

Médicos: 91 entre especialistas y médicos generales

Enfermeras: 214

Enfermeras Especialistas: 13

Numero de Especialidades: 10

Especialidades: Medicina Interna, Cirugía, Ginecología, Traumatología, Cardiología, Pediatría, Dermatología, Anestesiología, Oftalmología, Urología.

Número de Camas: 90 Censables

Número de Camas: 40 No Censables.



(fotografía 34).

**VII.2.- REFUGIOS TEMPORALES**

DIF Municipal. Cuenta con 60 camas, colchonetas y cobertores, sanitarios y cocina para preparación de alimentos, (fotografía 35).



*Fotografía 35*

Hospital General “K” Maria Ignacia Gandulfo. Cuenta con 50 camas, colchonetas y cobertores, sanitarios y cocina para preparación de alimentos, (fotografía 36).



*Fotografía 36*

IDH Regional. Cuenta con 50 camas, colchonetas y cobertores, sanitarios y cocina para preparación de alimentos, (fotografía 37).



*Fotografía 37*

En Caso de una contingencia mayor se cuenta con los siguientes centros de acopio: CRED (Centro Regional de Emergencia y Desastres)  
Instalaciones de la Feria.

## **VIII.- CONCLUSIONES**

Los estudios realizados acerca de los peligros naturales en la ciudad de Comitán determinaron que los más significativos son los geológico e hidrometeorológicos.

De los peligros geológicos e hidrometeorológicos los más significativos son:

- Una zonas de peligro por falla geológica al poniente de la ciudad
- Quince zonas de peligros por hundimiento de origen cárstico al poniente de la ciudad, principalmente aquellos encontrados en zonas habitacionales de reciente formación.
- Nueve zonas de peligros por deslizamiento en el norte y centro de la zona urbana.
- La zona urbana de Comitán se encuentra en la zona “C”, con sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno menor al 70% de la



gravedad y con un riesgo medio caracterizado por un rango de nivel 6 en la escala Mercalli.

- La zona urbana de Comitán se encuentra en la zona de peligro volcánico bajo por la actividad del volcán Tacaná.
- Cinco zonas de riesgo por inundación, al norte y centro de la zona urbana.

De los peligros antropogénicos los más significativos son:

- Las trece estaciones de servicio encontradas a lo largo del Boulevard Belisario Domínguez, norte y sur que define para esta avenida un peligro químico de fuentes móviles por la distribución de gasolina y diesel.
- En el mismo tipo de peligro se encuentra la carretera Frontera Comalapa – Comitán, al sur de la zona urbana.
- Se encontraron doce talleres de giro electro – mecánico que almacenan gasolina y solventes, ubicados principalmente en el centro de la ciudad y distribuidas a lo largo del Boulevard Belisario Domínguez, norte y sur.
- Se encontraron cinco vulcanizadoras que almacenan materiales flamables, ubicados principalmente en el centro de la ciudad y en su mayoría distribuidas a lo largo del Boulevard Belisario Domínguez, norte y sur.
- Se encontraron diez y seis ferreterías almacenan y venden sustancias tóxicas y flamables, ubicadas principalmente en el centro y norte de la ciudad y distribuidas principalmente a lo largo del Boulevard Belisario Domínguez, norte y sur, 6ta av. Sur Poniente y Av. Central.
- Se encontraron cinco mercados y treinta y cinco escuelas ubicados principalmente en el centro y norte de la ciudad así como un centro recreativo de concentración masiva.

En la zonificación de peligro por inundación se encuentra; una parte de las manzanas que se encuentran entre las calles Ojo de Agua, Sauces, 5ta Av Norte Oriente y Sauces, estas calles se encuentran en la parte norte de la ciudad, para la porción Este de la ciudad el área que se encuentra entre las

calles 1ª Av Sur Poniente, 3ra Av Poniente Sur, 13va Av Sur Oriente, 14va Av Sur Oriente y El Jordano. En el area Sureste las manzanas que se encuentran en la 17av Av Sur Poniente, 16 de Septiembre, 12 de Octubre, 20 de Noviembre, 1º de Mayo, Independencia, 24av Av Sur Poniente, Av Libertad, Av 18 de Marzo, Av Chiapas, Av Josefina Garcia, 18 de Marzo y 3ra Av Barrio de Los Sabino. En la parte noroeste de la ciudad las áreas que se ven afectadas por riesgo de inundación 11av Av. Norte Poniente, 2da Av Sur Poniente, Jazmines Santa Cecilia, Santa Teresa, por estas calles antes mencionadas se encuentran los canales de agua pluvial y en algunos casos en estos se desaloja aguas negras, aumentando en época de lluvias en caudal de los mismo, rebasando su capacidad y provocando inundaciones.

En la parte baja de la ciudad que corresponde a las manzanas ubicadas en los barrios de Jerusalén, Cerrito Concepción, así con el las que se encuentran en las calles de la 6ta Av Sur Oriente, El Mirador Girasol Nardos, en estas áreas en época de lluvia se ven afectadas por inundación.

Para la zonificación de deslizamientos, este tipo de riesgos se tiene en la parte norte de la ciudad entre las calles 10ma Av Norte Poniente, Sauces y 5ta Av Norte, El Mirador, 11av Av Norte Poniente y en la parte este la 17av poniente Norte, en estas zonas el deslizamientos es producto del crecimiento urbano, así como a las pendientes de algunas áreas.

El área que se encuentra entre las calles 3ra Av Poniente Sur y 13av Av Sur Oriente, Av Josefina García, 1º de Mayo, hasta 31av Av Sur Oriente, estas zonas se encuentran en riesgo producto de la extracción de material para la elaboración de ladrillos

En la zonificación de hundimiento por carsticidad, las cueles son de alto riesgo, por la fragilidad del terreno, este tipo de riesgo se tiene en la parte Este de la calle 15va Av Poniente Norte, entre las calles 2da Av Sur Poniente y 10ma Av Poniente Sur, así como en la parte Norte de la calle Santa Cecilia.

## **IX.- RECOMENDACIONES**

En las zonas que se encuentran en riesgo de inundación, se recomienda que se lleven a cavo planes o trabajos de limpieza y desazolve de los canales, para permitir el libre flujo del agua, en lo que respecta a las zonas bajas es necesario la canalización de las corrientes provenientes de la parte alta de la ciudad para evita que se inunden las colonias que se encuentran en esta parte y aquellas zonas que se encuentran en zonas de inundación natural es necesario la reubicación para evitar los problemas permanentes de esta zonas, así como no permitir el desarrollo urbano.

En el caso de las ladrilleras, se recomienda tomar medidas precautorias para la atenuación de futuros impactos mediante estabilización de pendientes, control de drenaje interno de los terrenos saturados, adaptación de técnicas de construcción a las pendientes y a los asentamientos diferenciales. Tratamiento de aguas superficiales y la creación de depósitos adecuados para la captación de residuos de las ladrilleras, así como evitar la construcción de zonas habitacionales en o cerca de las zonas de extracción de material.

Para las zonas de resiente urbanización, es necesario impedir el crecimiento urbano en las zonas donde la pendiente favorece la caída y el fácil flujo de sedimentos, los cuales son acelerados u originados por la deforestación y por el fracturamiento de la roca, para tratar de nivelar los terrenos para urbanizar.

Para el problema de hundimiento se recomienda cambiar el uso de suelo en la zona, en las zonas que se encuentran sin urbanizar es conveniente que estas zonas sean utilizadas para áreas verdes, debido a la debilidad del terreno no es conveniente la urbanización.

## BIBLIOGRAFÍA

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

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

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

**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, CENAPRED, 2001.** Diagnóstico de Peligros e identificación de Riesgos de Desastres en México. 225 p.

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

**INEGI, 2000.** Principales resultados por localidad, XII Censo de Población y Vivienda, 2000.

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

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

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

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

## **ANEXOS**