

**ATLAS DE PELIGROS DEL
MUNICIPIO DE PICHUCALCO,
CHIAPAS**

**CONVENIO DE COLABORACIÓN ENTRE EL SERVICIO GEOLÓGICO
MEXICANO Y LA SECRETARÍA DE SEGURIDAD PÚBLICA**

CONTENIDO
PAGINA

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	5
II.2.- Peligros Naturales y Antropogénicos	6
III.- PELIGROS GEOLÓGICOS	7
III.1.- Peligro por Fallas Geológicas	7
III.2.- Peligro por Fracturas Geológicas	10
III.3.- Peligros por Erosión	12
III.4.- Peligro por Sismos	18
III.5.- Peligro por Actividad Volcánica	22
III.6.- Peligro por Derrumbes	32
III.7.- Peligro por Flujos de Lodo o Lahares	33
III.8.- Peligro por Deslizamientos	34
III.9.- Peligro por Hundimiento	40
IV.- PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS	41
IV.1.- Peligro por Inundación	41
V.- PELIGROS QUÍMICOS	47
V.1.- Peligros Químicos	36
V.2.- Estaciones de Servicio	58
V.3.- Sustancias Peligrosas	60
V.4.- Transporte de Sustancias Peligrosas	60
VI.-PELIGROS SANITARIOS	61
VI.1.- Peligros Sanitarios	61
VI.2.- Rellenos Sanitarios	62
VI.3.- Descargas de Aguas Residuales	64
VII.- RIESGOS SOCIO-ORGANIZATIVOS	65
VII.1.- Riesgos Socio-Organizativos	65
VII.2.- Concentración Masiva	66
VIII.- Conclusiones	67
IX.- Recomendaciones	69

Bibliografía

Anexos

I.- INTRODUCCIÓN

Como parte de un convenio de colaboración entre el Servicio Geológico Mexicano y la Secretaría de Seguridad Pública del Estado de Chiapas, se realizó un estudio geológico ambiental para identificar y zonificar los peligros naturales y antropogénicos al nivel de la zona urbana. La integración de la información se hará mediante el modelo de la guía metodológica para la identificación y zonificación de peligros a nivel de zona urbana (SEDESOL-COREMI, 2004).

I.1.- LOCALIZACIÓN

El Municipio de Pichucalco se localiza en el límite de la Sierra del Norte de Chiapas y la Planicie Costera del Golfo, sus coordenadas geográficas son 17° 30. N y 93° 07. W. Población que esta situada a la altura del km 76 de la carretera Federal 195, que une a las ciudades de Villahermosa, Tabasco y Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. (Ver figura no. 1)

Su extensión territorial es de 1,078.1 km² los cuales representan el 17.67% de la superficie de la región Norte y 1.42% de la superficie estatal. Su altura promedio es de 600 msnm debido a que la altura mas baja es de 20 m y la mas alta es de 1200 msnm. Limita al norte con el municipio de Juárez, al este con el Estado de Tabasco, al sur con Ixtapangajoyá, Ixtacomitán, Chapultenango, Francisco León, Ostucán y Sunuapa, al oeste con el Estado de Tabasco.

Clima y Vegetación: Su clima es cálido húmedo con lluvias todo el año, a excepción los meses comprendidos entre abril y junio, que generalmente son secos. La precipitación media anual es de 5,000 mm, mientras que la temperatura varía de 28° a 30° C. La vegetación original es de selva alta,

sumamente densa y típica de las regiones tropicales, con gran variedad de plantas, encontrándose bejucos, lianas, mangles y árboles de gran magnitud que forman una cubierta vegetal impenetrable. El municipio se encuentra bañado por una extensa red hidrográfica en la que destacan los ríos Platanar, Pichucalco, Camoapa, y Blanquillo, todos afluentes del Mezcalapa-Grijalva. La orografía es diversa, en el extremo sur del municipio predominan las zonas accidentadas; en la parte noroeste se encuentran zonas completamente planas. (Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2001)

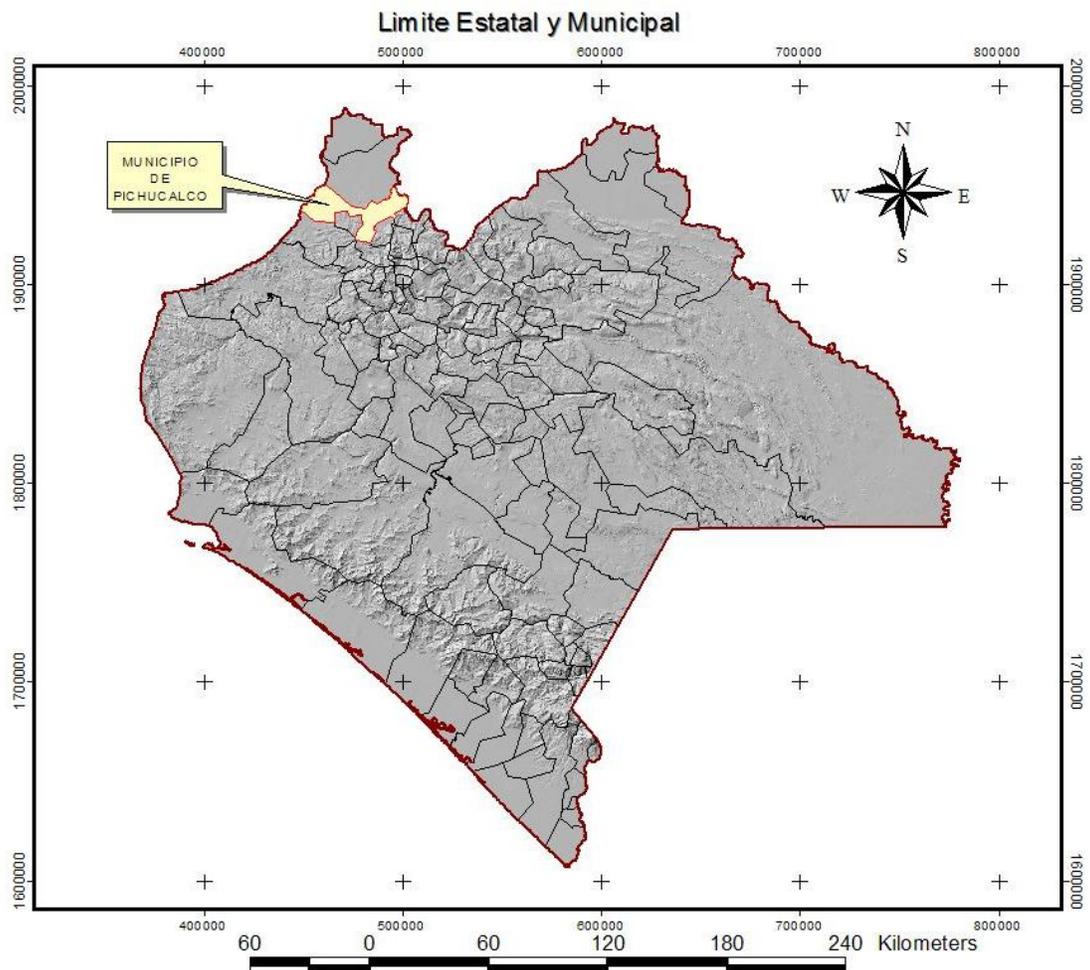


Figura No. 1.- Mapa de ubicación del Municipio de Pichucalco en un mapa estatal. Nótese los límites municipales en línea negra continua.

La mayor concentración de población se encuentra en la cabecera municipal, Zaragoza, Platanar Arriba, Nicapa, Azufre (segunda sección), Camoapa (primera y segunda sección), Tectuapán, Estación Crimea, Estación Suspiro y Nuevo Coahuila.

Los ejidos y comunidades que comprenden son: Tectuapán, Nicapa, Nuevo Nicapa, Viejo Nicapa, Playas, Plutarco Elías Calles, Santa Prócula, El Cerro 1ª Sección, Nicolás Bravo 1ª Sección, Camoapa 1ª Sección, Camoapa 2ª Segunda Sección, Camoapita 1ª Sección, Camoapita 2ª Sección, Ribera Mariano Matamoros 1ª Sección, Ribera Mariano Matamoros 2ª Sección, Ribera Platanar Abajo 1ª Sección, Ribera Platanar Abajo 2ª Sección, Ribera Platanar Arriba 1ª Sección, Ribera Platanar Arriba 2ª Sección, Ribera el Azufre 1ª Sección. Ribera el Azufre 2ª Sección, Ribera Blanquillo 1ª Sección, Ribera Blanquillo 2ª Sección, Ribera Miguel Hidalgo, Ribera General Ignacio Zaragoza.

II.- IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS

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

Para realizar la identificación se requiere el seguimiento de un proceso que se basa en 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 Consejo de Recursos Minerales y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL-COREMI, 2004).

II.2.- PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS

Los peligros naturales son:

- Geológicos
- Hidrometeorológicos

Los peligros antropogénicos son:

- Químicos
- Sanitarios
- Socio organizativos

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 (SEGOB, 1993). Finalmente se obtuvo su representación en mapa digital y la organización de la información en una base de datos dentro de un sistema de información geográfica.

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.

Regionalmente se ubica cerca del punto triple entre las placas de Cocos, Norteamérica y Caribe. El punto triple se define como un punto inestable del tipo trinchera-falla transcurrente. Su localización no se considera como un punto específico, pero se estrecha en una zona intensamente deformada de varios cientos de kilómetros en el sur de México y Guatemala. En el norte de Guatemala se encuentra el sistema de fallas Montagua-Polochic, fallas izquierdas se estrechan en una dirección este-oeste. Llegan hasta el sur de México, donde desaparecen a la altura del Batolito de Chiapas. Hacia el este

las fallas Montagua-Polochic forman la Fosa de Caimán que continúan al sur de Cuba.

Dentro de México al norte del estado de Chiapas, el sistema de fallas Montagua-Polochic se ramifica en otra zona de fallas transcurrentes izquierdas, esta es la zona de las fallas de Malpaso. Estas fallas cruzan el sureste del Volcán Chichonal y cubre una zona alrededor de 200 km (Gusmán-Speziale et al., 1989). En el Istmo de Tehuantepec, al SW del Chichonal, se encuentra una falla grande, también transcurrete e izquierda: la falla de Salina Cruz.

Para facilitar la descripción se dividió al municipio en nueve cuadrantes para, que son: Noroeste (NW), Centro norte (CN, Septentrional), Noreste (NE), Oeste (W), Central, Este (E), Suroeste (SW), Centro Sur (SC, Meridional) y Sureste (SE). Donde los cuadrantes Centro Norte, Suroeste y Sureste, caen fuera del municipio por lo tanto no se tomaran en cuenta de aquí en adelante.

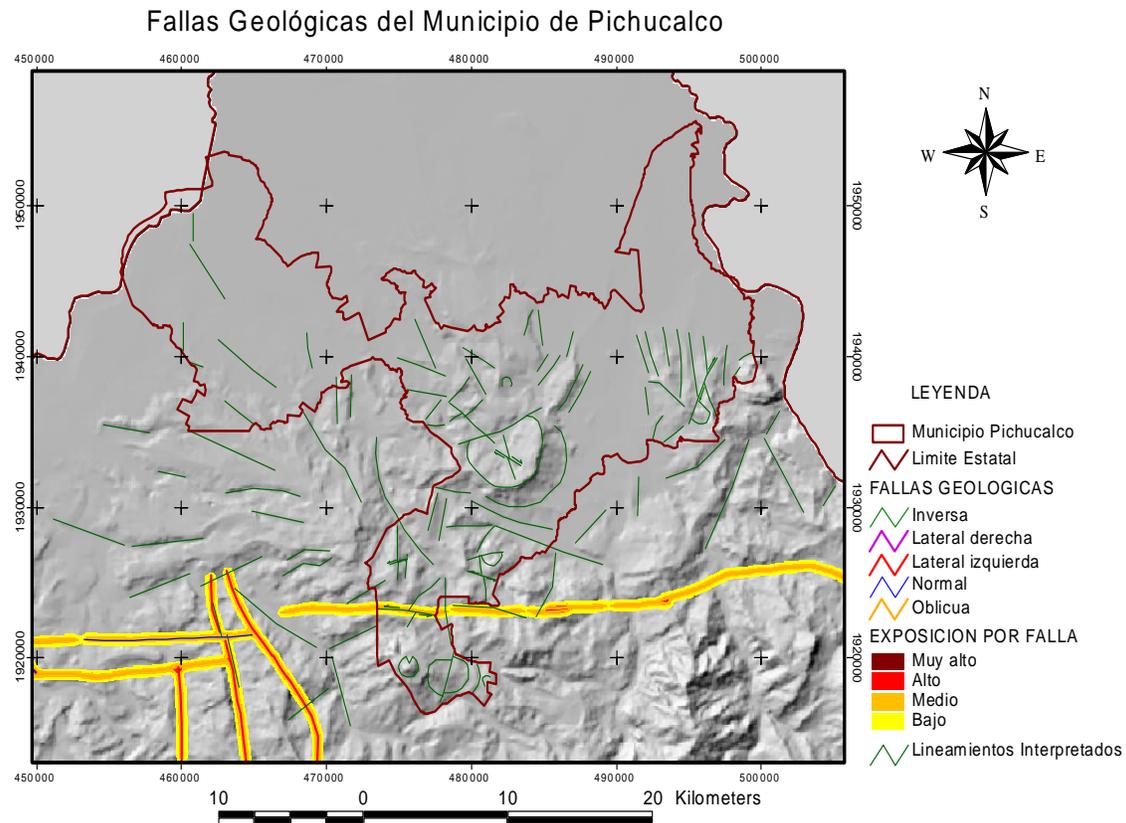


Figura No. 2.- Mapa de fallas del municipio de Pichucalco obtenido mediante la interpretación del modelo digital de elevación. Nótese la presencia de 3 sistemas de lineamientos, siendo la principal orientación NW-SE y siguiendo en orden de importancia NE-SW y por últimos NW-SE, con algunos curvi-lineamientos en el centro y sur del municipio.

Con la interpretación de Modelo Digital de Elevación, regionalmente se aprecian varios sistemas de lineamientos, la principal con una orientación NW-SE, la siguiente con una orientación NE-SW y por último N-S, dando con esto la ubicación de las posibles fallas dentro del municipio de Pichucalco (Ver Figura no. 2).

En la parte central se interpreta una falla lateral derecha con una orientación NW-SW; en el Este, se localiza una falla lateral derecha con orientación NE-SW. La parte Centro Sur (Meridional) del municipio presenta mayor concentración de lineamientos y fallas interpretadas, debido a que en la zona

del volcán se juntan fallas laterales izquierdas con orientaciones NE-SW y NW-SE respectivamente. El fracturamiento está asociado a un sistema distensivo provocado por el sistema de fallas transcurrentes sinestrales Polochic-Motagua. Estas fallas se estrechan hacia el norte y noroeste hundiéndose bajo los sedimentos de la Planicie Costera del Golfo de México.

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 con un ancho 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.

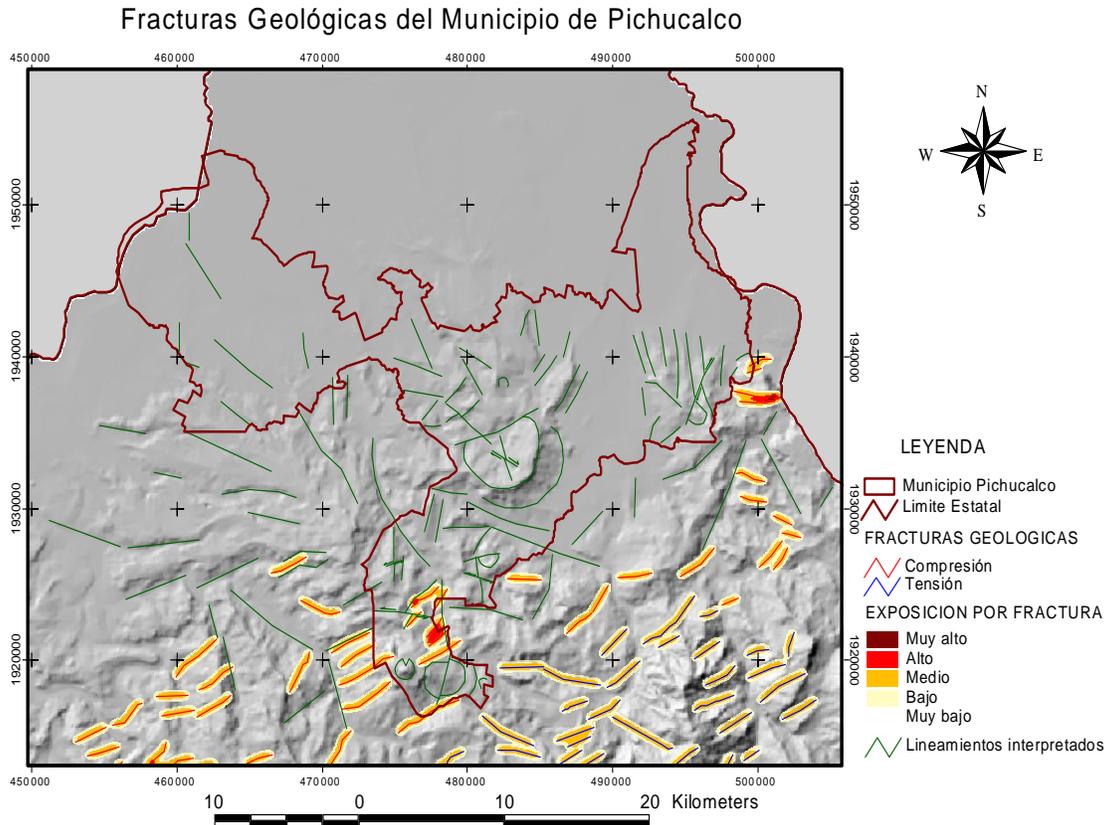


Figura No. 3.- Mapa de fracturas del municipio de Pichucalco obtenido mediante la interpretación del modelo digital de elevación. Nótese la presencia de 3 sistemas de fracturas, la principal con una orientación NE-SW, el otro con menor frecuencia N-S y por último con menos frecuencia NW-SE, con algunos curvi-lineamientos en el centro del municipio.

Con la interpretación de Modelo Digital de Elevación, regionalmente, se aprecian varios sistemas de lineamientos, siendo la principal con una orientación NE-SW (cabe mencionar que la mayoría de fracturas caen en la parte sur fuera del límite del municipio), la siguiente con una orientación NW-SE y por último un sistema con orientación NS, además se encuentran curvi-lineamientos en la parte Central, Este y Centro Sur, además de una estructura volcánica en la parte sur, dando con esto la ubicación de las posibles fracturas que puedan afectar a las poblaciones o infraestructura carretera del municipio de Pichucalco (Ver Figura no. 3).

III.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 y que provoca remoción paulatina de suelo o roca.

Al extremo noroeste del municipio las comunidades que se visitaron fueron Ejido Playas (PC011), pequeña comunidad que se ubica a escasos metros del río Grijalva, la topografía es horizontal, la localidad Plutarco Elías Calles, río Platanar (PC012), San Carlos (PM075), Platanar Abajo, 1ra. Sección (PC015, PM074), El encanto (PC017), Francisco Villa (PC022). En resumen esta zona esta compuesta por lomeríos bajos de pendientes pequeñas y en casos nulas. Debido a la topografía la erosión que se presenta en este lugar es laminar baja a media, en algunos casos en donde las localidades están a orillas de río la erosión es concentrada debido a que no lleva mucha fuerza la corriente.

En la parte noreste se visitaron las localidades como Nueva Nicapa (PM025), Rancho San José (PM063), Blanquillo 2da. Sección (PM064) y San Joaquín (PM066). Este lugar al igual que la anterior se encuentra en una zona totalmente plana. Es utilizada para el cultivo de plátano (Ver foto no. 1), aquí el tipo de erosión es antropogénica debido al continuo trabajo del suelo. La erosión laminar es baja a media.



Foto No. 1.- Se observa erosión antropogénica por la utilización del suelo para uso de los cultivos de plátanos, en el Rancho Arezú.

La parte Oeste muestra una topografía muy variada con lomeríos bajos a muy altos. Las partes bajas tienen la tendencia a tener una erosión laminar media y concentrada baja como podemos observar en las orillas del río Platanar en localidades como el Platanar Abajo (PC018, PC023) y Santa Martha (PM010). En las partes altas del lugar las pendientes son más pronunciadas, además de que hay más zonas de deforestación para generar el pasto inducido y así convertir el suelo en uso agrícola-ganadera. Esto se puede constatar en las localidades de Platanar Arriba (PC024, Ver foto no. 2) e Ignacio Zaragoza (PC028). Donde hay zonas deforestadas con gran extensión, pudiéndose observar principios de surcos o escalones por la erosión concentrada media a alta, presente en el lugar.

Nota.- En las zonas Noroeste y Oeste es donde se encuentra la mayor infraestructura petrolera como es la batería y compresora Girdaldas, batería Copano y Chiapas, trampas de recibo y envío, pozos y líneas de ductos, en

donde es muy poco probable ocurra un peligro por erosión. La batería Chiapas y Giraldas se ubican en lomeríos medianos con pendientes no muy pronunciadas, presentan escalones y en algunos casos cárcavas pero no de gran riesgo para infraestructura.



Foto No. 2.- Zona deforestada para uso ganadero, se observan principios de surcos o escalones por la erosión concentrada media a alta, localidad Platanar Arriba.

En la parte central se ubica la cabecera municipal, la topografía es más pronunciada y escarpada, la erosión más significativa es la antrópica, debido al impacto del hombre que es muy alta, a partir de esta derivan los demás tipos erosiones como se puede ver en los alrededores de la cabecera municipal muy específicamente en el fraccionamiento las Palmeras (PC048) en donde se ha eliminado la cubierta vegetal para la ampliación de este fraccionamiento, dejan al descubierto la roca que al contacto de con los agentes erosivos naturales se erosiona originándose cárcavas (Ver foto no. 3), determinando que la erosión concentrada es alta.

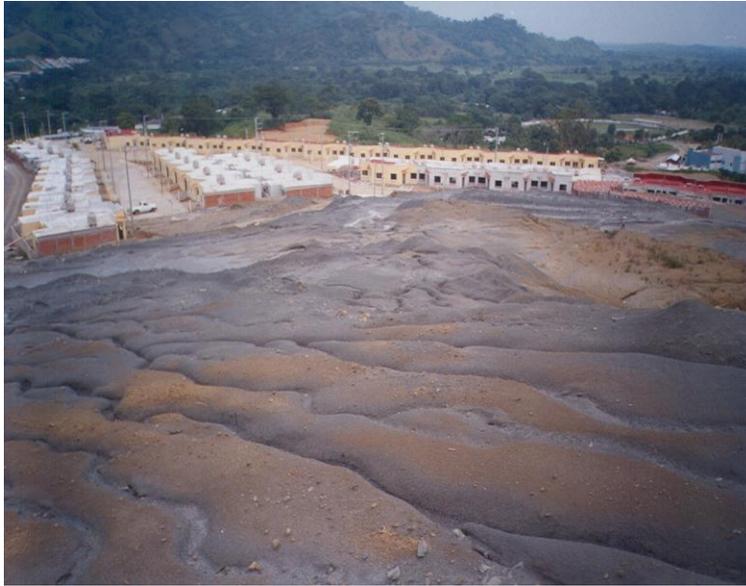


Foto No. 3.- Se observa intensa erosión laminar concentrada debido a la actividad humana, nótese los surcos originados en el terreno, fraccionamiento palmeras en la cabecera municipal.

La actividad ganadera es la más importante en este municipio, por el cual se debe de disponer de una gran extensión superficial para la crianza y alimentación del ganado vacuno. Es el motivo principal de talar grandes extensiones de terreno, generando el pasto inducido como es el caso del rancho San Vicente (PM078), en la localidad de Camoapa. Donde observa una gran área superficial sobre la cual se puede ver intensa erosión concentrada a tal grado de verse pequeñas estructuras en forma de surco y cárcavas, debido a la gran deforestación y sobre-pastoreo para uso ganadero (Ver foto no. 4).



Foto No. 4 Se observa erosión concentrada a tal grado de verse pequeños surcos y cárcavas, debido a la gran deforestación para uso ganadero, rancho San Vicente, Camoapa.

Puntos de verificación	Riesgo de Erosión	Puntos de Verificación	Riesgo de Erosión
PC030	Media	PC044	Media
PC031	Media	PC045	Media
PC032	Alta	PC046	Media
PC033	Media	PC047	Media
PC034	Media	PC049	Media
PC035	Media	PM060	Alta
PC036	Media	PM069	Alta
PC037	Media	PM070	Alta
PC039	Media	PM071	Alta
PC041	Alta	PM077	Alta
PC042	Alta	PM078	Media
PC043	Alta	PV001	Alta

Para ver más información verificar los puntos de verificación que se anexa en la siguiente tabla

En la parte Este tenemos una topografía de baja a altos lomeríos con pendientes moderadas a escarpados, dentro de esta área se encuentran pocos asentamientos humanos, pero grandes rancherías que se dedican a la ganadería y al negocio de los plátanos como es el rancho el Dólar (Diamante Tres, PM062). En las partes bajas presenta una erosión laminar alta a muy alta en

lomeríos bajos, en lomeríos altos presenta una alta erosión antrópica a tal grado que se presenta ya una erosión concentrada (PC050), por medio de escalones y escurrimientos como se presentan en el rancho San Francisco. Por mencionar algunos.

La parte centro sur es donde se encuentra el mayor índice de erosión laminar concentrada, esto es debido que es una zona de precipitación pluvial muy alta alcanzando los 5000 mm de promedio anual, aunado al tipo de roca que se encuentra en la zona, se fractura con gran facilidad y es muy deleznable (lutitas, areniscas). En este lugar las poblaciones se encuentran en zonas de pendientes pronunciadas, por tanto los pobladores forman terrazas para poder levantar sus viviendas (PV024), al igual que deforestan para poder aprovecharlo como uso agrícola.

A grandes rasgos las principales zonas de erosión laminar-concentrada se ubican en la parte Oeste, Central y Este con un rango de medio-alto y en la parte Centro Sur del municipio de alto- muy alto. Nótese que la erosión media a muy alta se concentra en la región de la Sierra del norte de Chiapas. (Ver figura no. 4)

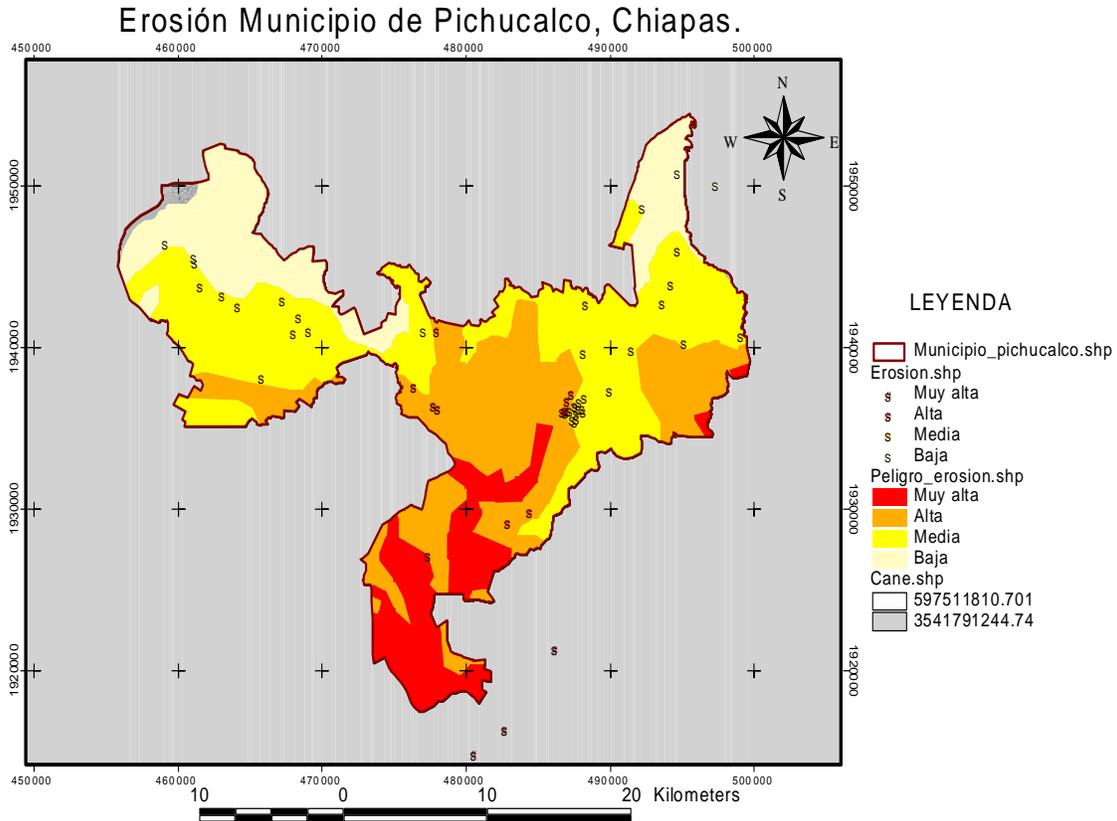


Figura 4.- Las principales zonas de erosión laminar-concentrada se ubican en la parte Central, Este y Centro Sur del municipio con un rango alto-muy alto. Nótese que la erosión media a muy alta se concentra en la región de la Sierra del norte de Chiapas.

III. 4.- PELIGRO POR SISMOS

Los sismos se clasifican de acuerdo con la 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 clasificada en base a la escala de Mercalli. La magnitud es también la medida en grados, pero de acuerdo con la cantidad de energía liberada y que es registrada por un sismógrafo en grados Richter.

El área muestra una complejidad tectónica a nivel regional ya que intervienen varios elementos como son las placas tectónicas antes mencionadas; la Trinchera Mesoamericana es el límite activo el cual se localiza frente a la línea de costa del Pacífico iniciando desde Jalisco y prolongándose hasta Centroamérica hasta la fractura de Panamá, que evidencia la convergencia de la Placa de Cocos con las Placas de Norteamérica y del Caribe.

Un elemento crucial en la subducción debajo de la placa continental Chiapaneca, es la dorsal de Tehuantepec. Una zona de fallas y pliegues con dirección SW-NE dentro de la Placa Oceánica de Cocos. La dorsal de Tehuantepec es una zona de deformación extensa, que divide la placa de Cocos en dos provincias corticales distintas con una batimetría diferente. La dorsal de Tehuantepec está interpretada como un límite dorsal-trinchera-falla transcurrente dentro de la placa de Cocos (Ponce et al. 1992).

Al norte la dorsal de Tehuantepec subduce debajo de placa de Cocos con un ángulo mas pequeño que la del sur (40° - 50°). Por medio de estudios sísmológicos en ambas zonas de subducción , no existe ninguna duda sobre los ángulos de subducción diferentes, al norte de la Dorsal de Tehuantepec la zona de Benioff-Wadati se encuentra a una profundidad máxima de 80 km mientras que al sur la dorsal esta a una profundidad máxima de 200 km. La interacción de las Placas Caribe y de Norteamérica esta marcada por un sistema transcurrente el cual incluye a la Falla Caimán (límite entre ambas) y la asociación con el sistema de fallas Polochic-Motagua; sin embargo la continuación en nuestro país de estos sistemas aún no están bien definidas.

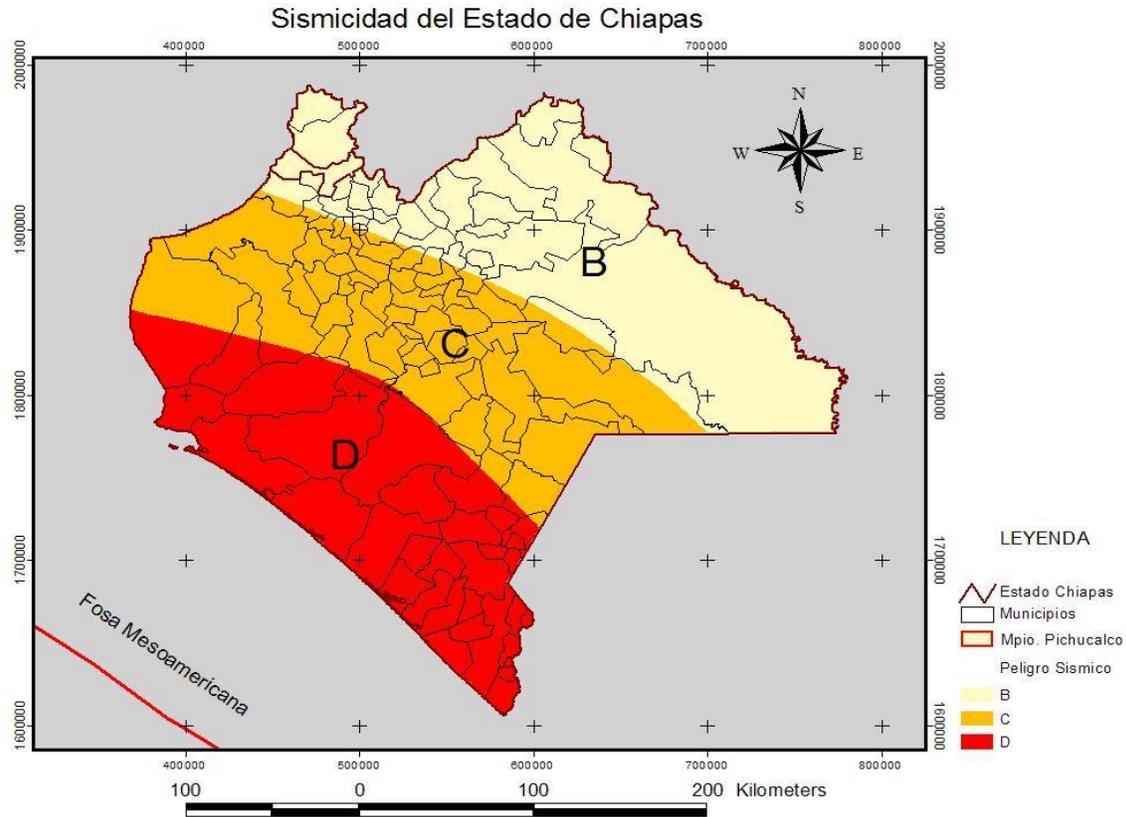


Figura 5.- Mapa de peligro sísmico del estado. Nótese que el Municipio de Pichucalco se encuentra dentro de una zona denominada “B”, presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de g.

El municipio de Pichucalco se encuentran dentro de una zona de peligro sísmico denominada “B” intermedia (Ver figura no. 5) según la zonificación de Cenapred, 2003, en donde presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de g. (CFE, 1993). Se encuentra aproximadamente a 350 km de la trinchera mesoamericana y a 170 km de la costa, en donde ocurre la interacción de placas tectónicas.

En cuanto a la información disponible de los epicentros sísmicos del Servicio Sismológico Nacional (SSN, 1990-2003), hasta el momento no se tiene

registro de epicentros que se hayan registrado sobre el municipio, sin embargo en la región norte de Chiapas y sur de Tabasco se han registrado algunos muy aislados que van de magnitudes de 3.6 a 4.7 grados Richter (Ver Figura no. 6).

En la ciudad no se reportan daños por sismos. Debido a que se tiene tres grandes placas tectónicas convergiendo en la zona, la Placa Norteamericana, la de Cocos y la del Caribe, se genera uno régimen de sismicidad muy alto y por otro, existe una importante actividad de tipo volcánico representada en la zona por la cercanía del Volcán Chichonal, donde cuentan con un sistema de monitoreo sismológico, teniendo registrados los microsismos asociados que ocurrieron antes, durante y después de la erupción volcánicas. El registro de temblores de CENAPRED, permite tener indicadores mas confiables sobre las aceleraciones y frecuencias que generan los sismos en el sitio y tener mejor referencia de la posibilidad de que ocurran sismos locales.

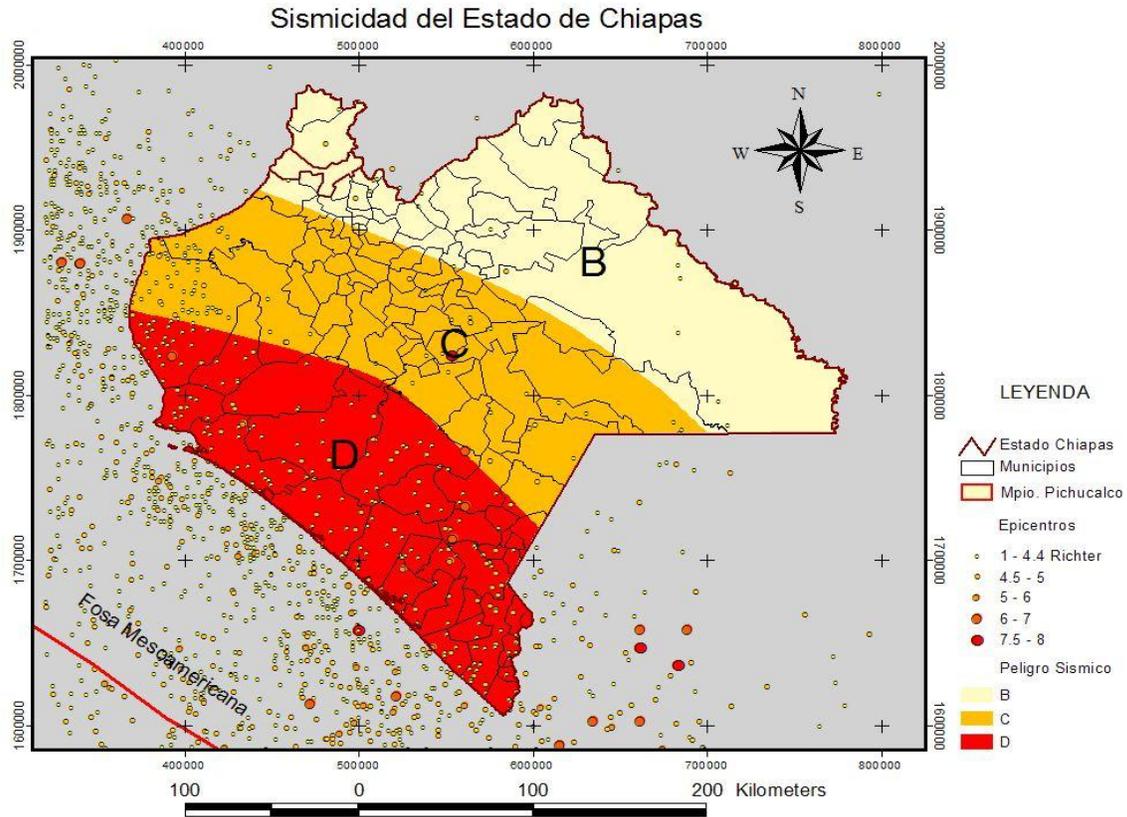


Figura No. 6.- Mapa de peligro sísmico y epicentros sísmicos del estado. Nótese la distribución espacial de los epicentros sísmicos disponibles del servicio sismológico nacional (SSN, 1900 – 2003). Presenta epicentros con valores de 1 a 5 grados Richter en la región del municipio de Pichucalco.

III.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 en la población. 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 desliza 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. Avalanchas, deslizamientos y derrumbes, generados por los cambios en la geometría del edificio volcánico por la presión de la lava y los microsismos. Lahar, es un flujo de escombros, lodo y agua que se desliza por las cañadas del volcán a alta velocidad (de 40 a 100 km/h). Puede originarse por el deshielo, por el desborde del agua del cráter o por las lluvias y llegar hasta 100 km de distancia. Gases tóxicos de las inmediaciones de los cráteres y de las fumarolas.

El volcán Chichonal conocido también como volcán de la Unión y de Ostuacan. Ha sido considerado y enlistado como un volcán activo en el catálogo de la “Internacional Vulcanological Association”, se sitúa a 170 km de la costa Chiapaneca y 350 km de la trinchera Mesoamericana, entre 180 y 225 km por arriba de la placa subducida de Cocos, con su espesor de alrededor de 45 km, en los límites occidentales de la zona de fallas de Malpaso y justamente arriba de la dorsal de Tehuantepec subducida (Figura 1.2) (Luhr et al., 1984; Havskov et al., 1983). El Chichonal se encuentra a 450 km al sureste de los volcanes activos de la Faja Volcánica Transmexicana, 220 km al sur de los volcanes Cuaternarios del campo volcánico de los Tuxtles y 280 km al noroeste del volcán Tacaná, que es el primer volcán de la Cadena Volcánica Mesoamericana en la frontera entre México y Guatemala (Medina-Martínez, 1986)

El Chichonal un volcán más joven, y único activo de la Faja Volcánica Chiapaneca, que se estrecha por 150 km de noroeste al sureste en el estado de Chiapas (Macias et al., 1997). El volcán se encuentra en los límites noroeste de la Sierra de Chiapas. Al noreste del Chichonal se estrecha la falla de San Juan en una dirección N60°W. Esta falla se considera la prolongación occidental del sistema de fallas de Motagua-Polochic.



Foto No. 5.- Vista lateral del volcán Chichonal.

Los fechamientos radiométricos por medio de K-Ar muestran que el Chichonal nació probablemente durante el Pleistoceno (entre 209,000 y 276,000 años AP) y eventos eruptivos recientes ocurrieron en los últimos 8,000-10,000 años (Duffield et al., 1984; Tilling et al., 1984; Espíndola et al., 2000).

Su actividad volcánica y tipo de vulcanismo durante la historia ha sido muy constante. El Chichonal no es un estratovolcán; sino una compleja estructura de domos y depósitos piroclásticos asociados (McGee y Tilling, 1983). Ningún flujo de lava se ha observado en los productos volcánicos que están constituidos por productos piroclásticos. Se observan depósitos de caídas plinianas de cenizas y pómez, flujos y oleadas piroclásticas, depósitos laháricos, depósitos de material dómico, suelos y paleosuelos. Todas las rocas formadas durante la historia tienen una composición alcalina; se han clasificado como traquiandesitas alcalinas, muchas veces ricas en anhidrita (McGee y Tilling, 1983; Espíndola et al., 2000).

Antes de la serie de erupciones de marzo y abril de 1982, ocurrieron eventos importantes hace - 550, 900, - 1250, 1500, - 1590, 1900, 2000, 2500, 3100, 3700 Y 7700 años (Carey et al., 1983; Espíndola et al., 2000). De estas 11 erupciones se sugiere que nueve eran eventos explosivos, parecidos o más fuertes al evento de 1982 de VEI entre 4 y 5 (Sigurdsson et al., 2000). La tasa de erupción del Chichonal es muy alta: la probabilidad que ocurra otra erupción dentro de los siguientes 100 años es de 22% (Espíndola et al., 2000).

Las erupciones fueron seguidas de una etapa de construcción de domos. Se pueden observar ciclos de actividad volcánica cada 100 hasta 650 años (Rose et al., 1984; Tilling et al., 1984; Espíndola et al., 2000). Varias erupciones en la historia, incluyendo la última en 1982, liberaron grandes cantidades de SO_2 , que puede tener gran influencia en el enfriamiento global (Tilling et al., 1984; Matson, 1984).

El 29 de marzo de 1982 comenzó la serie de diez erupciones (Tabla no. 1). La primera y las dos últimas explosiones, fueron de mayor magnitud. Altitudes de columnas plinianas hasta 32 km fueron calculadas por Carey y Sigurdsson (1986). La explosividad de las erupciones se debió al gran contenido de agua y de especies gaseosas (Medina-Martínez, 1986).

Fecha	Hora de inicio	Duración (h)	Caída	Descripción
29 de marzo	5.32	-5	A1	Erupción freatopliniana mayor hasta > 17km
30 de marzo				Explosión pequeña
30 de marzo		-4		Explosión pequeña
31 de marzo				Explosión pequeña
2 de abril	17.007			Explosión pequeña
3 de abril				Explosión pequeña
3 de abril			A2	Explosión pequeña
3 de abril				Explosión pequeña
4 de abril	1.35	-4	B	Erupción pliniana mayor hasta > 17km
4 de abril	11.22	7	C	Erupción freatopliniana mayor hasta > 17km

Tabla 1.-Resumen de las diez erupciones del Chichonal entre el 29 de marzo y el 4 de abril de 1982 (según Sigurdsson et al., 1984).

La primera erupción freatopliniana del 29 de marzo de 1982 generó una pluma de 20 km de altitud que transportó ceniza y pómez hacia el noreste y depositó la capa A1 (Ver figura no. 7), (Sigurdsson et al., 1984). La velocidad de la expulsión de la pluma pliniana de esta erupción fue de 400 m/s (Medina-Martínez, 1986). Una erupción menor, el día tres de abril de 1982, depositó la capa de tefra A2. Las columnas de las dos últimas erupciones plinianas y freatoplinianas del 4 de abril llegaron hasta 32 y 29 km, respectivamente y la velocidad de expulsión se aproximó 1,000 m/s (Carey & Sigurdsson, 1986; Medina-Martínez, 1986). Estas explosiones que duraron varias horas depositaron capas de tefra, respectivamente B y C, hacia el este del volcán

(Ver figura no. 7). Los cuatro depósitos de caída de tefra y ceniza cubren gran parte de la península Yucateca (Sigurdsson et al., 1984; Yokoyama et al., 1992).

Entre los eventos grandes del 29 y 4 de abril ocurrieron tres flujos piroclásticos importantes. El flujo piroclástico en el Valle de Nicapa, con un espesor hasta aproximadamente 40 metros, es rico en pómez y cenizas. Otros flujos piroclásticos bajaron por los ríos Susnubac y Magdalena. Estos dos tienen espesores menores a los de Nicapa (Sigurdsson et al., 1984).

En un radio máximo de ocho kilómetros del cráter, tres oleadas piroclásticas destruyeron la vegetación y cuatro poblaciones: Naranjo, Francisco León, Tanchichal y Guayabal, en una zona radial alrededor del volcán con una superficie de 153 km² (Sigurdsson et al., 1984; Sigurdsson et al., 1987). Las tres oleadas ocurrieron el cuatro de abril, durante las últimas erupciones más explosivas (Macias et al., 1997). La primer oleada, proviene directamente del cráter, las dos últimas, se generaron por colapso de la columna pliniana (Sigurdsson et al., 1987). El cráter actual se formó durante la penúltima erupción hidromagmática explosiva, el 4 de abril 1982 (Medina-Martínez, 1986; Sigurdsson et al., 1987; Macias et al., 1997).

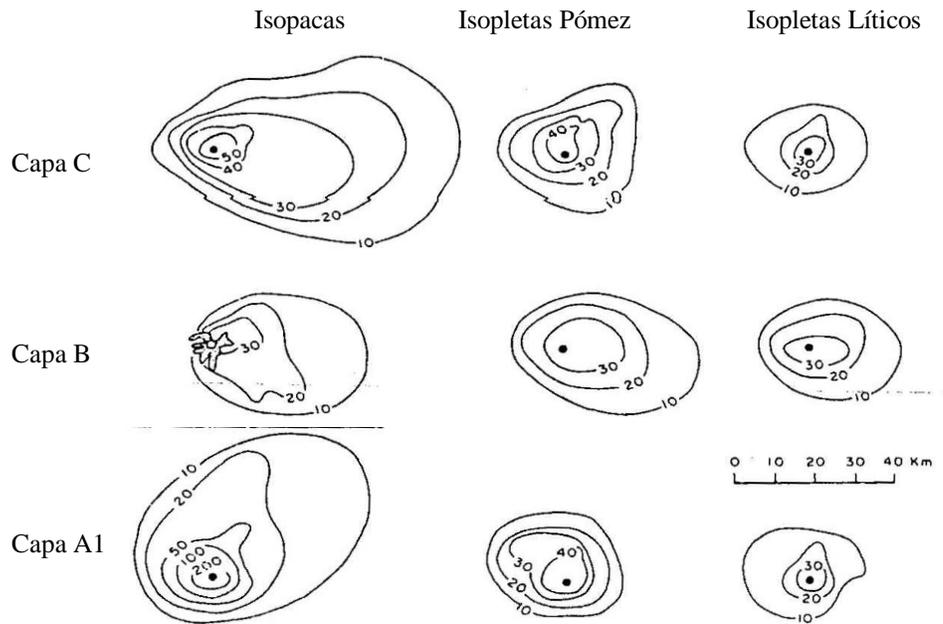


Figura No. 7.- Distribución de los depósitos de caldas de cenizas (Sigurdsson et al., 1984).

La columna pliniana de esta erupción incorporó muchos líticos del edificio volcánico y produjo un cráter de aproximadamente un kilómetro de diámetro. Dado que la densidad efectiva de la columna aumentó, se produjo el colapso de la columna pliniana y se generó la oleada, que tenía velocidades iniciales de aproximadamente 77 m/s (Macias et al., 1997). Medina-Martínez (1986) calculó un porcentaje de agua de 15% en estas erupciones plinianas. Estos eventos eruptivos se caracterizaron por fluctuaciones drásticas entre actividad magnética e hidromagmática (Macias et al., 1997). El domo central, que se formó antes de las erupciones del 1982, fue completamente destruido.

Las erupciones de abril y mayo de 1982 destruyeron nueve pueblos y mataron a alrededor de 2,000 personas. Antes de la erupción del Pinatubo en 1991, los

eventos más recientes del Chichonal son de los más destructivos y explosivos en el mundo durante los últimos siglos (Weintraub, 1982; Sigurdsson et al., 2000).

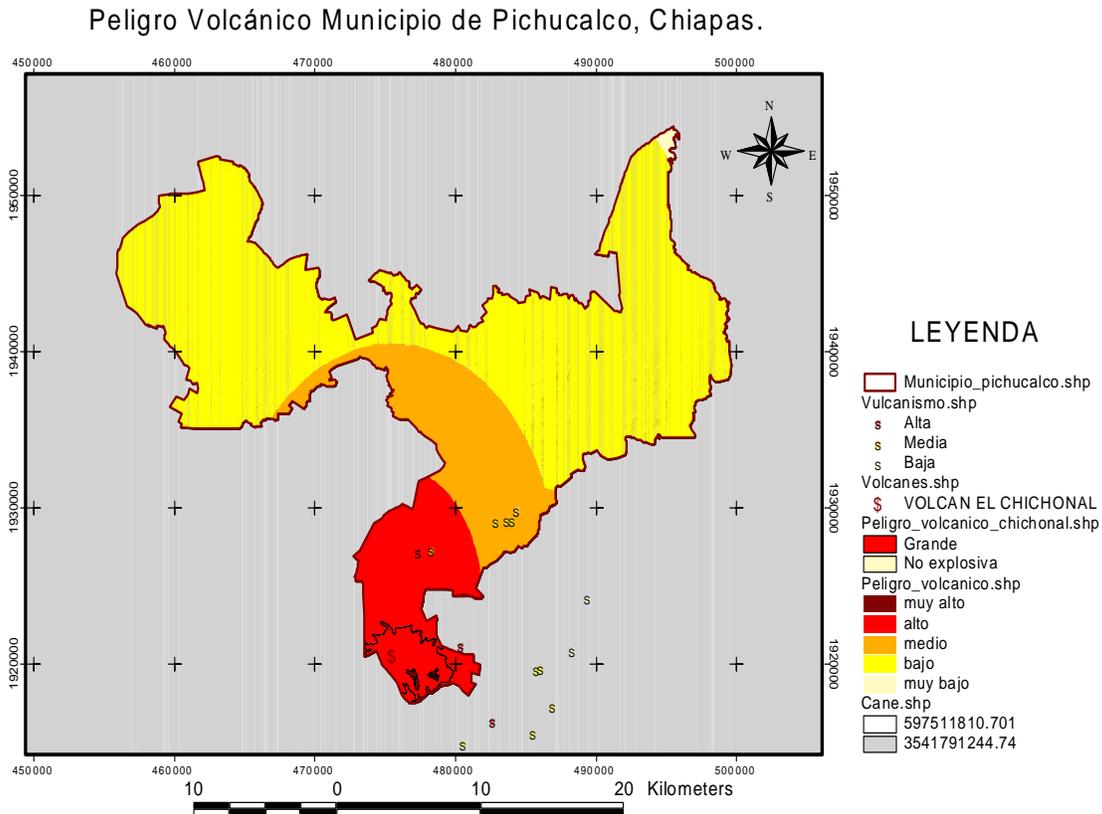


Figura No 8.- Se muestra el grado de peligrosidad en caso de erupción del volcán, tomando en cuenta la dirección del viento al Norte del Volcán.

En base a la figura No. 8, se observa que el peligro volcánico dentro del Municipio de Pichucalco es de grado bajo a muy alto.

Se determino que la parte Centro Sur del municipio, el peligro es muy alto dentro de un radio de 12 km, donde se ubican las siguientes localidades: Caimba, Cucayo, Nicapa, El Paraíso, El Sacrificio, Samba (El Azufre), San Carlos y Santa Inés, en donde el material emitido sería bloques, lapilli y

ceniza, esta última tendría un espesor de 39 cm. Donde los fragmentos más grandes caen cerca del volcán y los fragmentos más finos son arrastrados por el viento a grandes distancias, produciendo lluvias de ceniza sobre grandes extensiones.

El riesgo medio tendría un radio de 20 km, abarcando todo la parte meridional y central de Pichucalco, habría caída de ceniza con un espesor de 27 cm. Las localidades más afectadas son Nicapa, Camoapa (primera y segunda sección) y Tectupán. Estas localidades tiene la mayor concentración de población. (Ver foto no. 6)



Foto No. 6.- Los fragmentos finos de las erupciones de 1982 del Chichónal se acumularon sobre las calles y los techos del municipio de Pichucalco poblaciones a decenas de kilómetros del volcán, (Diagnósticos de Peligros e identificación de Riesgos de Desastres en México, 2001)

Por último el peligro bajo tiene un rango de alcance de 30 km, donde entran la parte Noroeste, Oeste, Noroeste, y Este del municipio. La localidad principal es la cabecera municipal entre otras, de concentrarse en esta área toda la

infraestructura de PEMEX como son baterías, pozos y ductos, etc., se verían seriamente afectadas.

En base a los puntos tomados en campo y al modelo antes mencionado, se tiene que la parte centro sur del municipio tiene el peligro volcánico más alto, como sucedió en el valle de Nicapa (PV020), donde sufrió de un flujo piroclástico, donde se aprecian depósitos de pumicita y ceniza (Ver foto no. 7) y donde parte del poblado fue reubicado al noreste del municipio (Nuevo Nicapa) y otra porción del poblado decidió quedarse en el lugar.



Foto No. 7.- Se observan 2 eventos registrados en el Poblado de Nicapa, en el primer evento se observan fragmentos de tamaños de 1 mm ceniza, hasta 6 cm de diámetro o mayores de piedra pómez.

Aun que la mayoría de los puntos se ubicaron fuera del municipio, es reflejo de la magnitud del evento. Un ejemplo es el poblado el Volcán Chichonal, que fue arrasado por completo y reubicado a otro municipio. Actualmente existen una colonia nombrada como Nuevo Volcán (PV016), donde hay 5 casas con 20 personas aproximadamente, en el lugar se pudo apreciar algunos depósitos

de ceniza de los diferentes eventos originados de la erupción de 1982. En este punto se observaron 7 eventos eruptivos con diferente espesor y granulometría. (Ver foto no. 8)

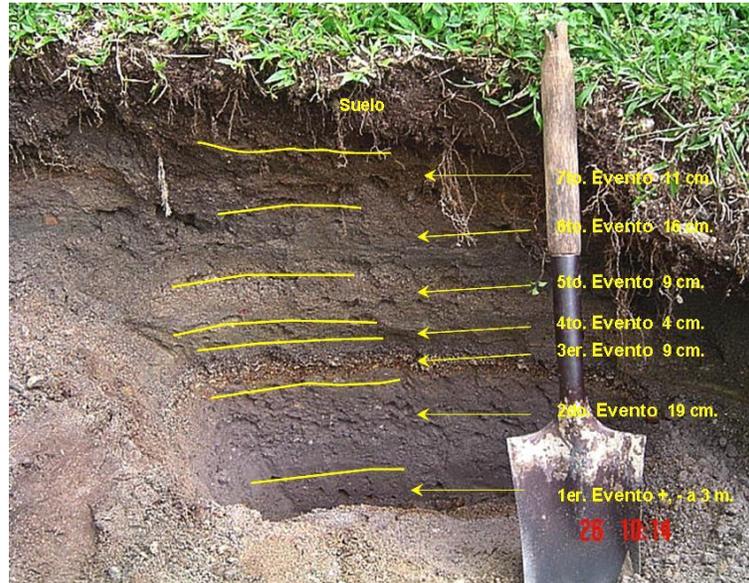


Foto No. 8.- Nótese se los diferentes eventos que se registraron cerca del poblado el Volcán Chichonal, que fue afectado y abandonado en la erupción de 1982. Ahora se esta asentando una nueva Colonia el Nuevo Volcán, Pichucalco.

III.6.- PELIGRO POR DERRUMBES

Son fenómenos asociados a la inestabilidad de las laderas de los cerros, consiste en el desprendimiento y caída repentina de una masa de tierra y roca, que pueden rodar o caer directamente en forma vertical, normalmente ocasionado por sismos, gravedad, actividad humana, erosión y por el efecto de la lluvia. Las zonas susceptibles a derrumbes locales son principalmente los márgenes de los ríos, esto es cuando las avenidas son grandes como las ocurridas en 1998 que desbordaron a los ríos Cahoacán, Coatán y Texcuyuapan.

III.7.- PELIGRO POR FLUJOS DE LODO O LAHARES

Son fenómenos provocados por el reblandecimiento y arrastre excesivo del suelo o ceniza en forma de lodo pendiente debajo de volcanes o cerros. Cuando son ocasionados por fuertes lluvias, se les conoce como flujos de lodo; cuando su origen se asocia al deshielo de volcanes activos, exceso de lluvias o el desborde de las lagunas de los cráteres se les conoce como lahares. Estas avenidas se mueven con rapidez, siguiendo las barrancas que forman el drenaje del volcán y pueden ocurrir durante o después de las erupciones.

Los flujos piroclásticos y flujos de escombros taparon el Río Magdalena por lo que se formó una represa natural de cinco kilómetros de largo después de las últimas erupciones. El 26 de mayo del 1982; la presa se rompió y un lahar bajó por el Río Magdalena (Sigurdsson et al., 1984). (Ver Foto no. 9).



Foto No. 9.- Generación de flujos de lodo o lahares. En este caso, el agua de la lluvia se mezcla con la ceniza volcánica de la erupción del Chichón en 1982, produciendo grandes cantidades de lodo. (Diagnósticos de Peligros e identificación de Riesgos de Desastres en México, 2001)

III.8.- PELIGRO POR DESLIZAMIENTOS

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 de deslizamientos de roca o suelo sobre zonas urbanas o suburbanas, generalmente en terrenos de mucha pendiente

Debido a que este riesgo esta asociado a terrenos de mucha pendientes. Se vera únicamente representada en la porción Central y Centro Sur. Los puntos verificación tomados en campo presentaron un tipo de roca que por sus características físicas no son muy resistentes a los factores climáticos que se presentan en el lugar de estudio. Estas rocas son lutitas, limonitas y areniscas.

Las porciones Noroeste, Noreste y Este, no se pudieron observar deslizamientos por la topografía muy baja del lugar.



Foto No. 10.- Deslizamiento que afecta el 50% de la carretera, con una longitud de 50 m con un salto de 60 cm. Se reforzó con muros de contención.

En esta porción Oeste, las laderas no son muy pronunciadas debido a estos los deslizamientos que se encuentra en esta zona son escasos pero a su vez significativos debido que afectan vías de comunicación principales como lo es la carretera Nuevo Xochimilco a Juárez (PM035), afectada por un deslizamiento que abarca el 50% del ancho de la carretera y tiene una longitud de 50 m el cual a sido detenida por muros de contención, la dirección del desplazamiento es al Este (Ver foto no. 10). Otros deslizamientos se observaron sobre el camino cerca del poblado Platanar arriba (PM036) y Miguel hidalgo (PM076).



Foto No. 11.- Casas al punto de caerse provocado por deslizamientos a un lado del centro social "El Mirador". Presenta en su base costales para evitar que se derrumbada. Colonia el Mirador.

En la porción central el grado de peligro es bajo en su parte norte en cambio en la sur el riesgo pasa a ser medio y en algunos casos altos. La cabecera municipal se ubica en una zona donde el riesgo es medio, se pudo detectar peligro por deslizamiento en el perímetro de la zona urbana, debido a que la topografía es mas pronunciada como se puede constatar en la colonia El Mirador (PM058 y PM059) al este de la ciudad (Ver fotos no. 11 y 12). Los deslizamientos tienen un rumbo N 45° W y N 60° W respectivamente, las casas pueden sufrir algún daño si no cuentan con muros de contención, para detener el deslizamiento. Las colonias que pueden sufrir este mismo problema son Fraccionamiento Vida Mejor (PM055), El Vivero (PM060), Jorge Camacho (PM061) que presenta algunos muros con un cierto grado de inclinación y a su vez grietas en las paredes de algunas casas ubicadas al Oeste y Noroeste del la cabecera municipal.



Foto No. 12- Deslizamiento que afecta la calle, tiene una longitud de 5 m y la roca expuesta son lutitas- limonitas, la dirección de sus echados son similares al a dirección del deslizamiento (NW).

A 1.5 km al Sur de Camoapa 2da. Sección (PM071), a la orilla del camino que va a Ostuacan, se observa una leve inclinación a SW, pero perceptible de los pocos árboles que quedan por deforestación.

Las localidades de El Cerro 1ra. Sección (PM056) y 2da. Sección (PM057), solo presenta un camino de terrecería el cual por la topografía es muy accidentado, presenta algunos deslizamientos con riesgo bajo pero en caso de surgir un deslizamiento que afecte esta vía de acceso grande quedarían totalmente incomunicados con la cabecera municipal.

En la porción Centro Sur, los deslizamientos que se presentan en su mayoría afectan las vías de comunicación. A tal grado de dejar incomunicado a los pobladores por algunos días. La lluvia es un factor importante para generarlos, ocurriendo este problema cada año en épocas de lluvia. La carretera Pichucalco-Tectupan se vio afecta en ciertos tramos. A 800 m del poblado

Candelaria y 1.5 km al NE del poblado de Tectuapan (PV001), se encontró el primer deslizamiento que afectaba un 95 % del ancho de la carretera, tiene 25 de largo y tiene una dirección de movimiento de N 45° W, (Ver foto no. 13).



Foto No. 13.- Carretera Pichucalco-Tectuapan, sufrió grandes daños casi en su totalidad por un deslizamiento debido a las intensas lluvias.

A 800 m del anterior punto y a 1 km al Este de Tectuapan se encontró otro deslizamiento que afecta también el 50% de ancho de esta, tiene una longitud de 30 m, la depresión tiene una altura de 18 cm (PV002). Con una dirección del deslizamiento N 30° E. Aproximadamente a 700 m al Este de Tectuapan se observo otro gran deslizamiento conocido como flujos de suelo (PV003) con una dirección al SE, provocado por la intensa lluvia y la pendiente mayor a 45°, las dimensiones son 60 m de largo por 30 m de ancho. No hay afectación de viviendas. (Ver foto no. 14)

A 1.5 km al Noreste de Nicapa (PV005), se presentan deslizamientos sobre el terreno no muy representativos debido a que la pendiente es menor a 45°, las consecuencias a esto se originan debido a la tala de árboles y aprovechamiento

para pastizales, el agua satura al suelo y se desprende en forma de pequeños bloques o escalones, no representa un gran riesgo debido a que no hay viviendas cercanas.



Foto No. 14.- Se observa escombros provocados por un deslizamiento debido a la intensa lluvia. A 700 m al Este del poblado de Tectuapan.

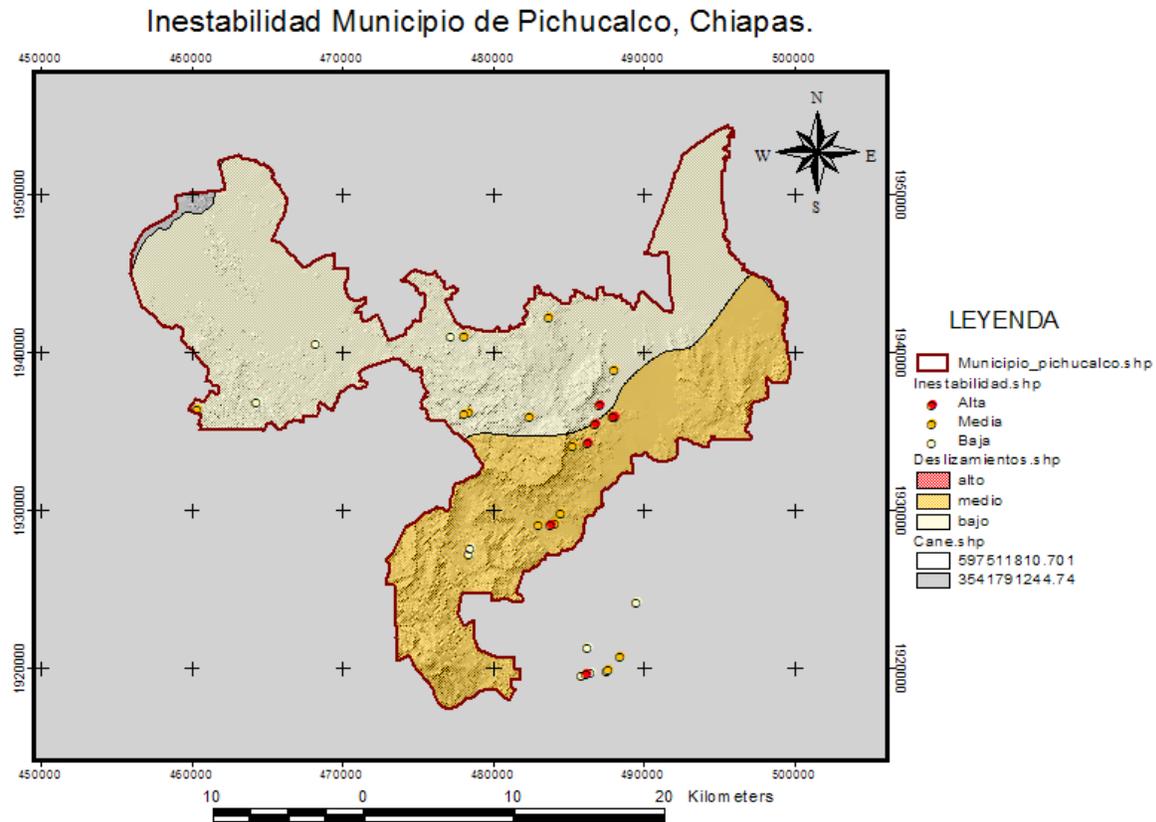


Figura No 9.- Mapa que muestra las zonas de riesgo deslizamiento, así como los puntos verificados en campo mostrando los peligros de Inestabilidad altos.

III.9.- PELIGRO POR HUNDIMIENTO

Un hundimiento es un movimiento vertical descendente de roca o material no consolidado, por acción y efecto de la gravedad. Representa aquellas zonas en donde ha ocurrido colapso por gravedad, disolución y derrumbes de techos de cavernas naturales o hechas por el hombre, como por ejemplo las minas en terrenos poco consolidados. También comprende los hundimientos menores debido a compactación del terreno o por reacomodo del suelo por sobre extracción de aguas subterráneas.

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. La zona urbana de la ciudad de Pichucalco se encuentra en una región de peligro por inundación ya que se encuentra en el extremo sur de un antiguo valle fluvial al borde del cual se han depositado, durante un tiempo geológico muy grande, materiales detríticos como gravas y arenas en cambios de pendiente hacia la planicie costera y que han dado lugar a una forma topográfica de abanico, llamada también abanico fluvial.

El municipio se encuentra bañado por una extensa red hidrográfica en la que destacan los ríos Platanar, Pichucalco, Camoapa, y Blanquillo y algunos arroyos pequeños, todos afluentes del Mezcalapa-Grijalva. (Ver figura no. 10)

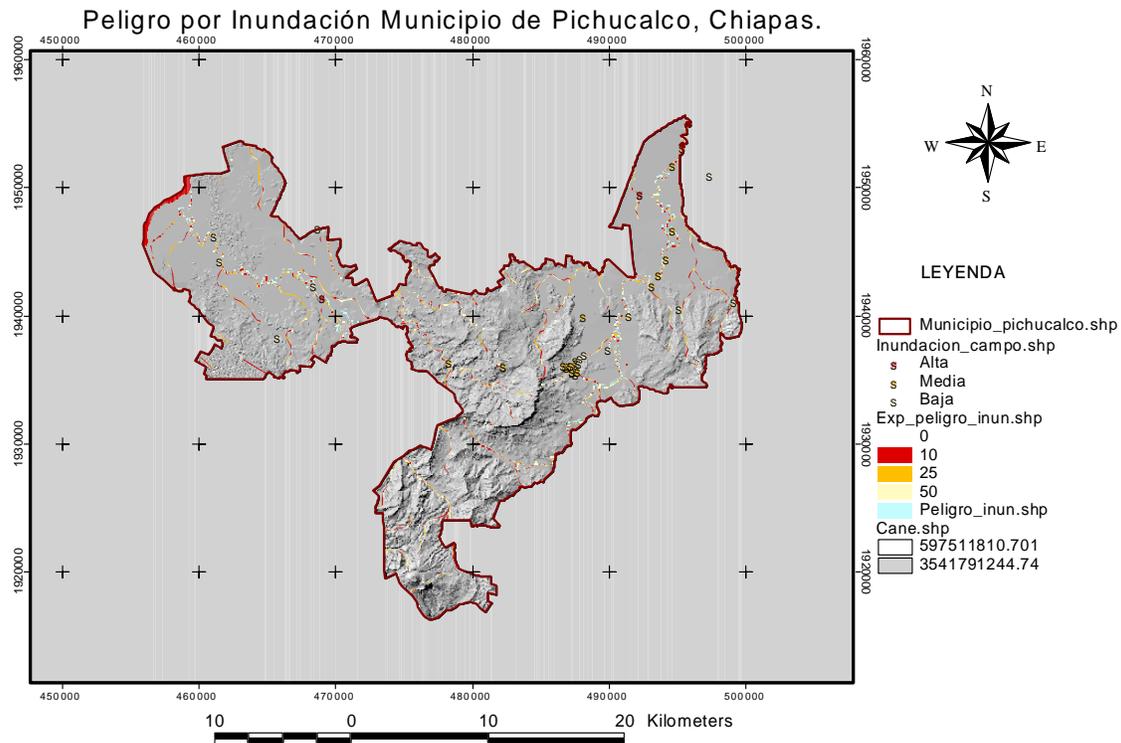


Figura No 9.- Mapa que muestra las zonas de peligro por inundación, nótese que la porción Noroeste, Oeste así como la Central y Noreste son las principales en sufrir inundaciones.

Los riesgos hidrometeorológicos a los que está sujeta la población son relacionados con el grave deterioro de las márgenes de los ríos que cruzan el municipio y la topografía escasa de algunos lugares. Las porciones Este y Noroeste se encuentra los ríos Platanar y Grijalva, con una corriente de tipo meandriforme. Aquí hasta el momento no se a registrado una inundación considerable pero no se descarta por estar en una zona plana. A lo largo del cauce están asentadas varias poblaciones como Santa Martha, Platanar Abajo 1ra. Sección, San Carlos, Platanar Abajo Segunda Sección, Plutarco Elías Calles, Las Playas.

Muy en especial el rancho San Carlos que se ubica a unos 30 m del cauce del río Platanar, este a llegado a tener problemas de desbordes, el borde de inundación natural esta a 40 cm y el Rancho esta construido a este mismo nivel. Ha sido construido un borde de arena de 4 m de ancho por 2 m de alto esto para contrarrestar las crecientes. Por tanto el riesgo de inundación va de medio a alto. (Ver foto no. 15)



Foto No. 15.- se observa una casa, que cuenta con un borde de protección hecho de arena de aproximadamente 2 m de altura, el río Platanar tiene un ancho de 120 m y un borde natural de 40 cm.

Históricamente se tiene muy pocos datos de inundación la más reciente se produjo en enero del 2004, en la porción Central específicamente en la cabecera municipal, entre la calle Morelos esquina con Independencia (PC040) colonia Centro, el nivel del agua subió hasta 1.5 metros, afectando comercios y casas aledañas. Esto se debió a la utilización de arroyos naturales como descargas de aguas residuales, así como a la construcción de casas, comercios, mercados, entre otros por encima de estos como es el arroyo Chalatenango; aunado a la falta de conciencia de los pobladores en arrojar

basura a este, junto con todos los sedimentos acarreados aguas arriba, fueron la causa de que se obstruyera, creando un tapón. Así acumulándose gran cantidad de agua a tal grado de salir por su cauce natural e inundar todas las periferias de de la calle Morelos (Ver foto No. 16, 17). Aquí se recomienda mantener desazolvados estos arroyos, en periodos de lluvia para que no ocurran nuevamente estos percances.



Foto No. 16, 17.- Inundación ocurrida el 9 de enero del 2004, entre la calle Morelos esquina con Independencia, colonia centro, el nivel subió aproximadamente 1.5 m. (proporcionadas por la dueña del Restaurant El Rincón de Flor).

En la calle Principal, de la colonia Jorge Camacho Vidal (PC043), existen lomeríos que presentan principios de cárcavas, en las partes baja existe un pequeño arroyo, donde hay viviendas en ambos extremos. El pasado enero 2004 se desbordo a causa de las lluvias intensas, el nivel alcanzo una altura de 30 cm, por encima del borde de inundación afectado las casas. La calle Francisco Contreras en la colonia Jorge Camacho Vidal (PC041), fueron afectadas las casas de las partes bajas subiendo el nivel del agua unos 50 cm (Ver foto no. 18). Esta colonia en especial situada en la parte noroeste es la más afectada por estar en una de las partes más bajas de toda el área

urbanizada de la cabecera municipal. Hasta el momento no se han construido un muro de contención en las orillas de este arroyo.



*Foto No. 18.- Nivel del agua alcanzado por las lluvias ocurridas el 9 de enero del 2004.
Col. Jorge Camacho Vidal, de la cabecera municipal de Pichucalc.*

En la localidad El Suspiro se ubica un pequeño arroyo, el cual sus aguas están muy contaminadas (probables lixiviados del basurero). Hace un año las aguas salieron del cauce provocando afectación de las casas llegando hasta 30 cm debido a las intensas lluvias.

La Porción Noreste es otra zona de posible inundación debido a que se encuentra en una zona de planicie con topografía escasa, lo que hace que esta zona sea pantanosa. Las localidades que se encuentran aquí la mayoría se dedican al cultivo de plátanos. Entre las que se visitaron son Blanquillo 1ra. Sección, California, Nueva Nicapa, Santa Ana (PM048), Santa Teresa (PM062), San José, Blanquillo 2da. Sección, la Floresta (PM066) y San Joaquín.

De todas estas la más representativa es la localidad de Nueva Nicapa (PM0259, que se ubica a 600 m al este del río Pichucalco (tipo meandriforme), en donde son continuas las crecientes a tal grado que tiene que evacuar a todas las personas de sus viviendas, a la cabecera municipal, el nivel del agua a llegado a subir a 1.5 del borde de inundación Las rancherías que más daños puede tener por estar una zona mas baja y por tanto el borde de inundación es alto, son la Palapa en Blanquillo 2da sección (PM064) que han construido un borde para mitigar la inundaciones(Ver foto no. 19), el rancho Arezús y la Florecita, estos tiene un riesgo de inundación de medio a alto.



Foto No. 19.- Presenta un dique de protección hecho por costales y arena de 2 m de alto, el río presenta 4 m de profundidad por 20 m de ancho y 5 m de borde de inundación, La Palapa, Blanquillo 2da sección.

V.- PELIGROS QUÍMICOS

V.1.- PELIGROS QUÍMICOS

Los peligros químicos comprenden la presencia de la industria de la transformación, la química básica, la minería, la industria petroquímica, entre otras, así como las sustancias o productos que tienen un proceso de elaboración, transformación, almacenamiento, manipulación, distribución y venta (Fernández, et al., 1998a). Dichas sustancias o productos que se vierten al suelo, aire y/o agua, en estado sólido, líquido, gaseoso o combinación de ellos, son de carácter tóxico, explosivo, flamable, venenoso, radioactivo o infeccioso. Son un peligro para la vida humana, los bienes y servicios y causan daño al ambiente en una zona urbana.

Los riesgos químicos comprenden los temas siguientes.

- Sitios de sustancias peligrosas
- Ductos de gas natural
- Ductos de combustible
- Estaciones de servicio y gasolineras.
- Líneas de transporte de combustible
- Industria de transformación
- Industria petroquímica.
- Instalaciones de PEMEX.
- Ductos PEMEX.
- Pozos PEMEX.

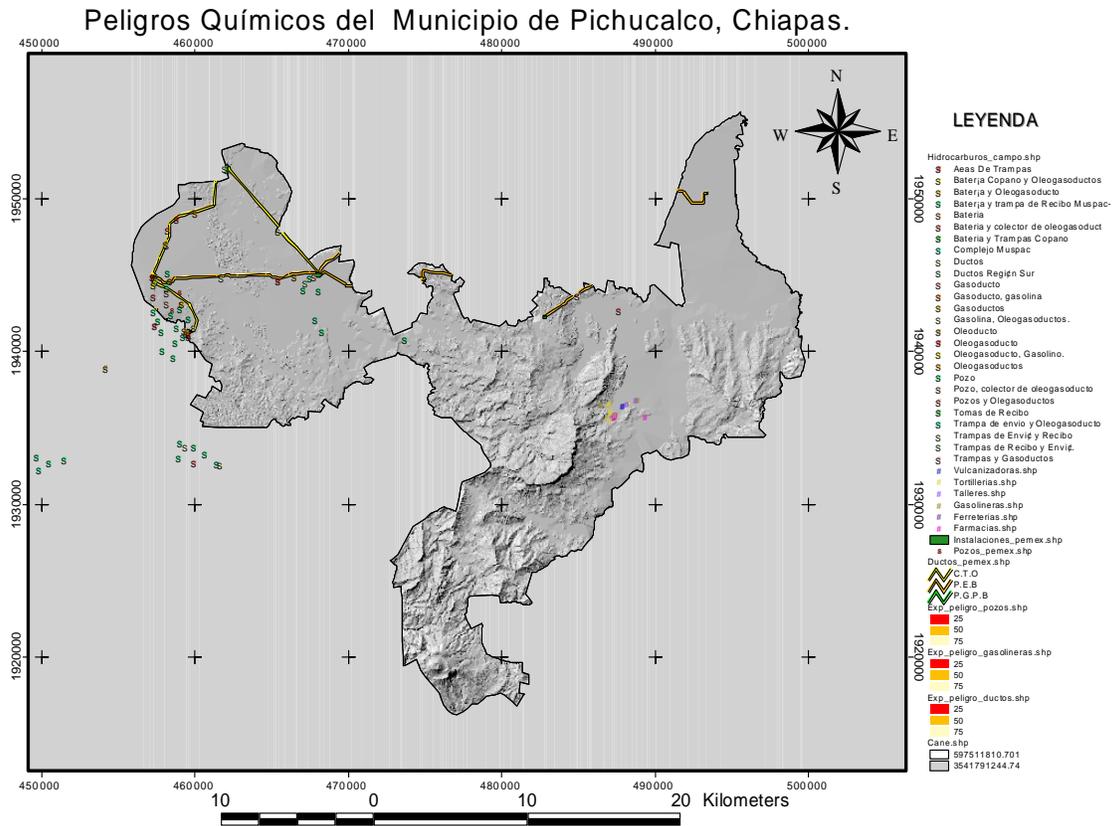


Figura No. 10.- Ubicación general de los peligros químicos en el municipio de Pichucalco, nótese que la mayor concentración se ubicado en la porción Noroeste y muy poco en la porción central.

V.2.- INSTALACIONES PEMEX.

En la porción Noroeste y Este del municipio se encuentra concentrada la infraestructura de PEMEX, contando con varios campos petroleros como Girdaldas, Copano, Sunuapa y Chiapas. De aquí se distribuye una serie de ductos que se entre conectan entre si, algunos de ellos cruzan perpendicularmente a algunos caminos y muy pocos están cerca de poblaciones. La mayoría de los pozos se ubican entre las baterías de Copano y Chiapas, en la parte Suroeste de esta porción, y en menor proporción al sur de la Batería Sunuapa.

Campo Petrolero Giralda

La infraestructura este campo es una Batería y Compresora, tanques de almacenamiento, trampas envío y recibo, fosa para quemadores (PC014, Ver Foto no. 20), pozos y cabezales. Además de contar con su propia plata de electricidad.

Este complejo se encuentra entre los límites con el municipio de Huimanguillo, estado de Tabasco. Perteneciendo la mitad a dicho estado y el otro al municipio de Pichucalco, Chiapas.

A grandes rasgos se aprecia que el equipo le dan mantenimiento continuo por tanto encuentra en buenas condiciones, aun cuando los poste se encuentren en mal estado y/o derribados y en algunos casos no cuenta con los datos específicos de estos.

La geomorfología esta compuesta por lomeríos medianos con pendientes a fuertes 25° a 35°, se observan zonas deforestadas para el uso de pastizales. La geología encontrada esta compuesta por areniscas no consolidadas de color rojo a amarillo. El grado de afectación es grande ya que cuentan con tres tanques de almacenamiento 10,000 bls (1,500 m³), y uno de 200,000 bls (30,000 m³). Las poblaciones más cercanas a este lugar son lo poblados de San Antonio y Estación San Manuel. (Ver foto no 21)



Foto No. 20.-Trampas de envío y de recibo de la batería giralda, al fondo se observa la fosa de los quemadores, se encuentra en buenas condiciones.



Foto No. 21.- Vista de la zona de la compresora dentro de las instalaciones de la Batería y Compresora Giraldas.

Campo Petrolero Sunuapa.

Este campo se ubica a 2 km al Este del poblado la Crimen, La Batería y compresora Sunuapa (PM007), pertenece al Activo de Producción Muspac, se llevan actividades de separación de aceite, gas y agua. Cuenta con tanques de almacenamiento de 3,000 y 5000 bls de aceite, pozos de captación de agua y sistema de bombeo. Sus instalaciones al parecer están en buenas condiciones. (Ver foto. 22)

La morfología del lugar son lomeríos bajos con pendientes fuertes de 25° a 35°, la mayor parte se encuentra deforestado, para uso de pastizales. A 200 m de existe un rancho ganadero, y algunas casas de madera improvisados.



Foto No. 22.- Vista de la entrada de la Batería Compresora Sunuapa, se observan algunos tanques de almacenamiento en buen estado.

Batería Copano.

La Batería se encuentra ubicado en la ranchería Santa Lucia pertenece al Activo de Producción Muspac, cuenta con algunos tanques de almacenamiento, área de trampas de recibo, envió y con ductos. Se encuentra en una zona de muy plana y por eso es un lugar de pantanos. El rancho se dedica a la crianza de ganado, otras casas se encuentran a 800 m al suroeste de la batería. Debido a que no cuenta con tanques de almacenamiento muy grandes, el peligro es medio a alto. (Ver foto no. 23)



Foto No. 23.- Se observa la fachada de la Batería Copano, existen líneas de llegada de oleógasoductos de 10"Ø, 8"Ø y 10"Ø copano-sunuapa, las casas se encuentran una distancia de 800m.

Activo Integral Chiapas.

La batería se encuentra en la ranchería Platanar Abajo 2da sección, cuenta con una infraestructura un tanque de almacenamiento, con un área de trampas y quemador (PC004), que en general se encuentra en buenas condiciones, con

algunas excepciones de ductos que a sido descubiertos y expuestos al intemperie observándose las malas condiciones al estar ya muy corroídos por oxidación, y en especial los postes que en su mayoría se encuentran en mal estado. (Ver foto no. 24)



Foto No. 24.- Se observa la parte posterior de la Bateria Chiapas, ranchería Platanar Abajo 2da sección.

La geomorfología del lugar son lomeríos medianos a altos con pendientes pronunciadas, erosión que presenta es concentrada alta, debido a la tala inmoderada de los árboles para la utilización de pastoreo. En las partes bajas se llega a inundar por ser zonas de pantanos, afectando vías de comunicación a tal grado de dejar incomunicada a la localidad.

Aquí se tiene un registro por una explosión de un área de trampas (PM022), no se tiene la fecha exacta pero fueron afectadas algunas viviendas y potreros que se encuentra en las inmediaciones, no hubo pérdidas humanas. (Ver Foto no. 25)



Foto No. 25 Área de trampas de ductos Giraldas-Chiapas, aquí se produjo un conato de explosión hace aproximadamente 5 años.

Punto	Sustancia	Infraestructura	Condición	Estado	Afectación
PM022	Gas, Aceite Agua.	Areas De Trampas	Bueno	Activo	Viviendas a 300 m.
PC008	Aceite, Gas	Batería Copano y Oleogasoductos	Bueno	Activos	Batería Viviendas y Vías de comunicación.
PC009	Aceite, Gas	Batería Copano y Oleogasoductos	Bueno	Activos	Batería Viviendas y Vías de comunicación.
PC004	Aceite, Gas	Batería y Oleogasoducto	Bueno	Activos	Batería y Vías de comunicación
PM007	Gas, Aceite Agua.	Batería	Bueno	Activo	Vías de comunicación.
PM021	Gas, Aceite Agua.	Batería	Bueno	Activo	Viviendas a 300 m
PM053	Aceite, Gas	Batería y colector de oleogasoducto	Bueno	Activo	Viviendas a 200 m
PM046	Aceite, Gas	Batería y Trampas Copano	Bueno	Activo	Viviendas a 200 m
PM018	Aceite, Gas	Pozo, colector de oleogasoducto	Bueno	Activo	Ranchería a 1000 m
PM039	Aceite, Gas	Pozos y Olegasoductos	Bueno	Activo	Riío contaminado de aceite.
PC013	Aceite, Gas	Tomas de Recibo	Mal estado	Activos	Terracerias
PC014	Gasolina, Gas.	Trampas de Envío y Recibo	Bueno	Activos	Batería y terraceria
PC007	Aceite, Gas	Trampas de Recibo y Envío.	Bueno	Activos	Veas de comunicación
PM042	Gas.	Trampas y Gasoductos	Bueno	Activo	Vivienda a 30 m

V.3.- DUCTOS PEMEX.

Los ductos en general, fueron muy pocos lo que se pudieron verificar debido a que todos se encuentran por debajo del suelo, la morfología de las zonas son generalmente lomeríos bajos a medianos y en algunos casos altos con pendientes escasas a pronunciadas. Debido a esto no se pudieron encontrar deslizamientos significativos que afectaran los ductos. En muy pocas ocasiones se pueden presentar cerca de las casas y escuelas como es el caso en el campo Chiapas que los ductos pasan a 15 m de una casa y a 200 m de una escuela Primaria (PM016), esta casa se encuentra en riesgo alto, estos ductos, además, no presentan la descripción en la base de los postes (Ver foto no.26).

El problema más significativo son los postes de señalización, la mayoría están en estado deplorable, muchos de ellos están derrumbados y no presentan las indicaciones correspondientes de cada ducto por el tiempo en operación.

Punto	Sustancia	Infraestructura	Condición	Estado	Afectación
PC005	Crudo ?	Ductos	Mal estado	Activos	Viviendas y Vías de comunicación
PC021	Crudo ?	Ductos Región Sur	Bueno	Activos	Vías de comunicación
PM013	Gasolina, Gas.	Gasoducto	Bueno	Activo	Vías de comunicación.
PM019	Gas	Gasoducto	Bueno	Activo	Ranchería a 400 m
PM037	Gas	Gasoducto	Bueno	Activo	Terracerías
PC010	Gas.	Gasoductos	Mal estado	Activos	Viviendas y Vías de comunicación
PM005	Gas y Aceite.	Oleoducto	Bueno	Activo	Terracerías
PM016	Aceite.	Oleoducto	Regular		Viviendas y Escuelas
PM008	Aceite, Gas.	Oleogasoducto	Bueno	Activo	Viviendas y Escuelas
PM012	Aceite, Gas.	Oleogasoducto	Bueno	Activo	Ranchería
PM045	Aceite, Gas	Oleogasoducto	Bueno	Activo	Viviendas a 200 m
PC006	Aceite, Gas	Oleogasoducto	Regular	Activos	Vías de comunicación
PM011	Aceite, Gas.	Oleogasoductos	Bueno	Activo	Ranchería
PM014	Aceite, Gas y Gasolina	Oleogasoductos.	Bueno	Activo	Viviendas y Vías de Comunicación.



Foto No. 26.- Oleoducto que pasan a 25 m de una casa, en el Campo Chiapas, 2da. Sección.

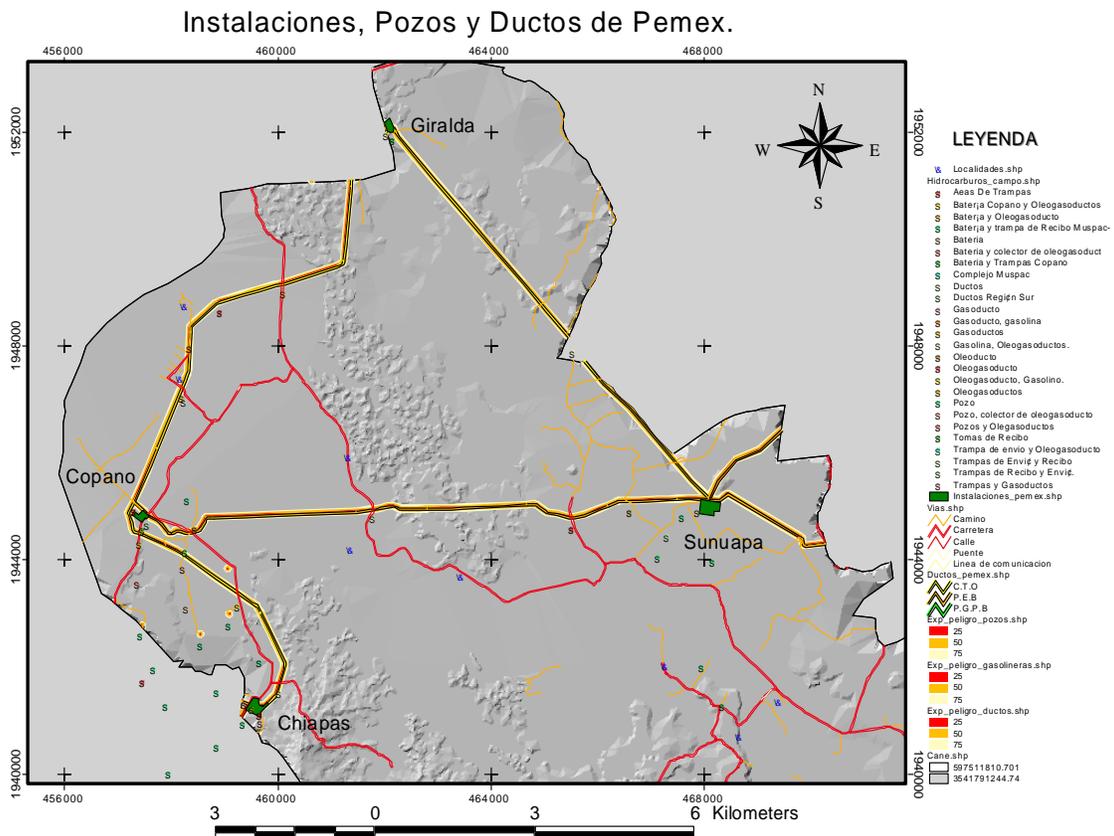


Figura No. 11.- Se observa la distribución de los campos petroleros e instalaciones, pozos y ductos con respecto a la ubicación de las poblaciones.

V.4.- POZOS DE PETROLEO

En el campo petrolero Sunuapa se encuentran una serie de pozos activos e inactivos como el Sunuapa 2001, que se encuentra en buenas condiciones al no presentar ningún rastro de crudo y equipo oxidado, el Sunuapa 211 se encuentra ya abandonado y en estado muy deteriorado por el oxido, el que presentan algunas manchas de aceite sobre el suelo es el pozo Sunuapa 22 (PM004) su área de afectación son potreros, el pozo ubicada a 1.5 km al Sureste de el poblado la Crimen no hay asentamientos cercanos (Ver foto no. 27). El pozo Sunuapa 1 (PM006), se encuentra en buenas condiciones, pero en otros equipos presentas rasgos de oxidación como es la bomba de agua.



Foto No. 27.- Pozo Sunuapa 22 en producción presenta una delgada capa de aceite, se ubicada a 1.5 km al Sureste de el poblado la Crimen.

Punto	Sustancia	Condición	Estado	Afectación
PM001	S/Información	Mal (oxidado)	Abandonado	Viviendas y Escuela
PM002	S/Información	Bueno	Producción	Terracerías
PM003	S/Información	Mal (oxidado)	Abandonado	Terracerías
PM004	S/Información	Regular	Producción	Terracerías
PM006	S/Información	Bueno	Activo	Terracerías
PM009	S/Información	Mal (oxidado)	Inactivo	Vivienda a 100 m
PM015	S/Información	Bueno	Activo	Terracerías
PM017	S/Información	Regular	Activo	Terracerías
PM020	S/Información	Bueno	Activo	Viviendas y Escuela
PM043	S/Información	Bueno	Inactivo	Terracerías
PM044	S/Información	Bueno	Inactivo	Viviendas a 150 m
PM018	Aceite, Gas	Bueno	Activo	Ranchería a 1000 m
PM039	Aceite, Gas	Bueno	Activo	Ri� contaminado de aceite.

V.5.- ESTACIONES DE SERVICIO

Las estaciones de servicio solamente se encuentran en la cabecera municipal de Pichucalco, contando con únicamente una gasolinera “Autol” que esta ubicada la carretera Pichucalco-Teapa km 1, esquina Libramiento-Tuxtla, tiene una capacidad de dos tanques de 50,000 lts. Maneja los tres tipos de gasolina Premium, magna y Diesel (Ver Foto no. 28)



Foto No. 28.- Gasolinera Autol, con capacidad de almacenamiento de 2 de 50,000 l, se ubica la carretera Pichucalco-Teapa km 1, esquina Libramiento-Tuxtla.

Otras estación que distribuye el gas en todo el municipio es la estación de gas La Gasolinera Com S.A. de C.V., no se cuenta con información detallada de los tanques de almacenamientos que tienen. Se localiza en la carretera Pichucalco-Teapa km 1. (Ver foto no. 29).



Foto No. 29.- Estación de gas La Gasolinera Com S.A. de C.V., se localiza en la carretera Pichucalco-Teapa km 1.

V.6.- SUSTANCIAS PELIGROSAS

En la zona urbana de Pichucalco se encuentran 18 en la porción central y en menor proporción al sur, en zonas de uso de suelo habitacional de densidad alta – media y zonas con equipamientos y centros de barrio, en donde se almacena, vende y distribuye solventes y sustancias flamables. Así mismo se encontraron 11 talleres que usa combustible como la gasolina y 12 vulcanizadoras que tienen materiales muy flamables.

V.7.- TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Con base en la distribución de las estaciones de servicio que venden, almacenan gasolina y diesel, la ruta con mayor peligro es a lo largo de la avenida 4 norte sur que define como de alto riesgo porque conforma una fuente móvil de sustancias peligrosas y flamables en su paso a través de zonas habitacionales de densidad media – alta. Al oriente de la ciudad, otras avenidas con el mismo tipo de peligro y riesgo son: Prolongación Central Oriente, Prolongación Moisés Calderón y Avenida Justo Sierra.

VI.- PELIGROS SANITARIOS

VI.1.- PELIGROS SANITARIOS

Los peligros sanitarios se refieren a la recolección, manejo, transporte, almacenamiento y ubicación de desperdicios y desechos domésticos, hospitalarios e industriales cuyos productos o sustancias son un peligro para la salud de la población de una zona urbana o ciudad (Fernández, et al., 1998a). Comprenden los temas de rellenos sanitarios, basureros, tiraderos y sitios de descarga de aguas residuales, que contienen sustancias tóxicas, explosivas, flamables, radioactivas, cancerígenas e infecciosas que quedan expuestas en la superficie terrestre. Esta exposición superficial y sub-aérea o en medio acuoso, es un peligro tanto para la población vulnerable de una zona urbana o ciudad como para la contaminación de acuíferos, ríos, lagos y zonas costeras. También comprende aquellas sustancias volátiles como son desechos o descargas industriales a la atmósfera e incendios naturales o provocados por el hombre. Los riesgos sanitarios comprenden los temas siguientes.

- Rellenos sanitarios.
- Descargas de aguas residuales.
- Incendios.

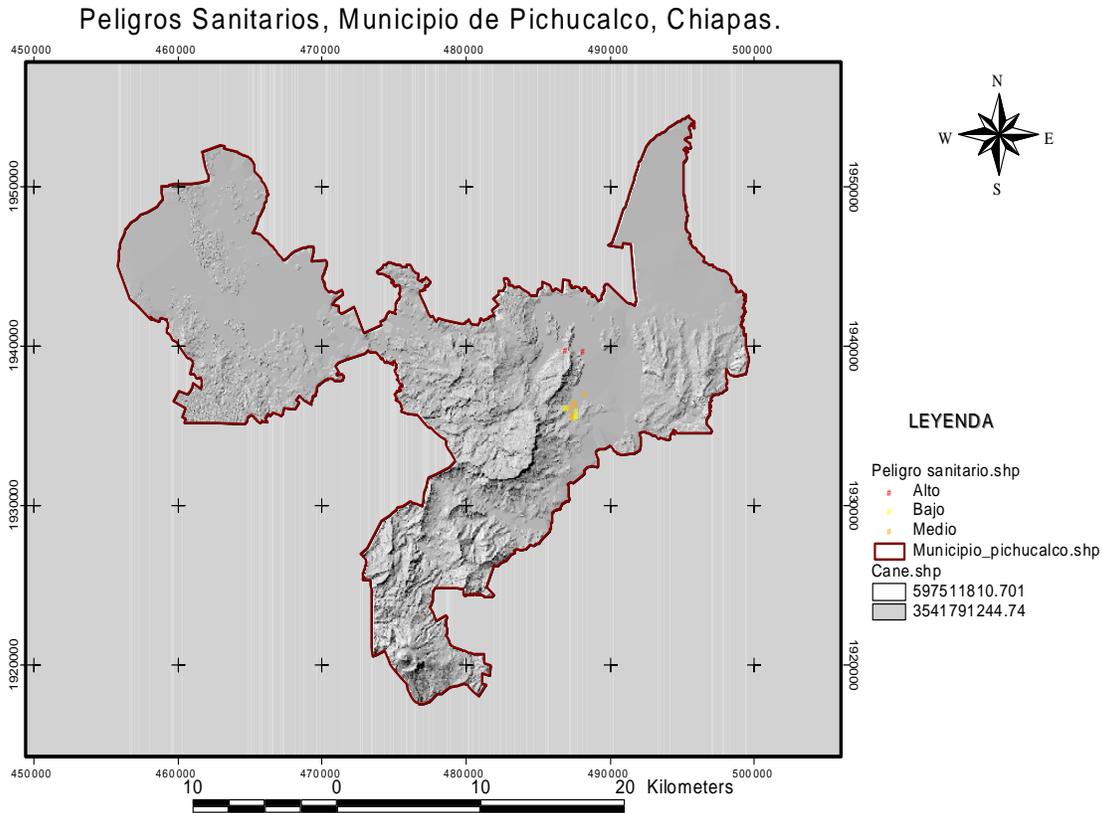


Figura No. 11.- Se observa la distribución de los campos petroleros e instalaciones, pozos y ductos con respecto a la ubicación de las poblaciones.

VI.2.- RELLENOS SANITARIOS

A 4 km al norte en línea recta de la cabecera municipal se ubicó el basurero municipal (PC029), con una superficie aproximada de 20,000 m².

La basura depositada puede originar riesgos como focos de infección para los pobladores cercanos (El Suspiro) y los pepenadores, y posteriormente el riesgo al medio ambiente. Para poder evaluar los problemas originados al medio ambiente se debe tener en cuenta el tipo de roca en que está asentado el basurero, es decir las propiedades físicas como porosidad y permeabilidad, así como el grado de fracturamiento. Esto más la gran cantidad de agua que cae

por la lluvia, debido a los escurrimientos se origina la filtración de lixiviados. Afectando en primer lugar corrientes superficiales como arroyos, canales, ríos y posteriormente el manto acuíferos de la región.

Es importante mencionar que al sureste del basurero a 1 km pendiente abajo se localiza el poblado el suspiro, en donde se realizó el punto (PC030) el cual atraviesa un río que muestra aguas con alto grado de contaminación. (Ver foto no. 30 y 31)



Por lo antes mencionado, quizá por ignorancia de la autoridad, se esta violando la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) que es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refiere a la protección de ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el

territorio nacional, bajo el principio de concurrencia previsto en el Artículo 73 fracción XXIX - G de la misma; la ley anterior menciona en su artículo 10 menciona que los municipios tienen a cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos que consisten en la recolección, traslado, tratamiento y disposición final conforme a 10 facultades que se les otorga, los sitios deben estar por lo menos a 500 m de vías de comunicación, arroyos, cuerpos de agua etc. Con este tiradero se viola también a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) principalmente a los Artículos 7º, 8º, 135, 136, 137 y 138. Por su volumen de acuerdo a la LGPGIR el tiradero municipal se clasifica en categoría B donde se reciben de 50 a 100 toneladas/día y otros que se mencionan se pueden clasificar en categoría C donde se reciben de 10 a 50 toneladas día.

VI.3.- DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES

Las descargas de aguas residuales solamente se llevan a cabo en la cabecera municipal debido a que cuentan con arroyos naturales intermitentes que cruzan por la zona urbana como son el Arroyo Chalatengo y Cristo Rey, estos arroyos sirve como drenaje para hacer sus descargas de aguas residuales y van a desembocar al río el Platanar (Ver foto no. 32).



Foto No. 32.-Se aprecia el Arroyo Chalatengo en la colonia centro, es utilizado para descargas de aguas residuales.

VII.- PELIGROS SOCIO-ORGANIZATIVOS

VII.1.- RIESGOS SOCIO-ORGANIZATIVOS

Los temas relativos a peligros socio-organizativos se refieren a aquellas actividades humanas que debido a sus concentraciones eventuales y masivas involucran algún tipo de riesgo de una zona urbana (De la Cruz y Alcántara, 2001). Los temas de peligro socio-organizativo se obtienen de la cuantificación mediante el trabajo de campo, o mediante el análisis de reportes o estadísticas históricas, de al menos el año de 1985 hasta nuestros días. Contiene los temas de:

- Concentración masiva
- Accidentes
- Hospitales
- Refugios temporales

VII.2.- CONCENTRACIÓN MASIVA

La mayoría de los centro de concentración masiva se ubican dentro de la cabecera municipal de Pichucalco un auditorio municipal, un centro deportivo, 16 escuelas de diferentes niveles (primaria, secundaria, preparatoria y universidad) y 14 Iglesias, todas repartidas en las habitacionales del área urbana.

VIII.- CONCLUSIONES

En el estudio realizado en el municipio de Pichucalco, estado de Chiapas se detectaron cuatro tipos de peligros naturales más significativos, los cuales son: Deslizamiento, vulcanismo, inundación y peligro químico y antropogénico.

El deslizamiento es el problema mas significativo, afectando principalmente varias vías de comunicación como lo es en: Candelaria, Tectupan, Nicapa, Escobal, Rancho San Miguel, Carretera Rumbo a Juárez, Ejido Matamoros, así como también se encuentran afectando algunas viviendas en la cabecera municipal de Pichucalco: Centro Social el Mirador, col. El Mirador, col. El Vivero y algunas viviendas localizadas al sur de la población.

En las localidades mas cercanas al Volcán Chichonal se localizo la evidencia de eventos volcánicos, los cuales en el año de 1982 afectaron gravemente a la población, habiendo en algunos casos con perdidas humanas, obligándolos a evacuar y a otros a emigrar a lugares mas lejanos debido a la ceniza y los fragmentos de pumicita, los cuales llegaron a tener un diámetro de hasta 20cm. Sin embargo en la actualidad ya hay nuevamente asentamientos humanos en las cercanías del volcán, representando un riesgo alto en el caso de ocurrir otro evento. Las localidades más afectadas fueron: Col. Volcán, Esquipula Guayabal, San Pedro Yaspac, Nicapa, El Naranjo, Vicente Guerrero, Guadalupe Victoria, Carmen Tonapac y San Antonio Acambac (Municipio de Chapultenango).

En las partes mas bajas y cercanas al río Pichucalco se encuentran algunas comunidades que en temporada de lluvias se llegan a inundar, subiendo el nivel del agua hasta 1m y teniendo que evacuar hacia Pichucalco, estas comunidades son: Nueva Nicapa y La Floresta, con un menor riesgo Santa Teresa, San Joaquín, San José, Blanquillo (2da Sección)

Con respecto a la infraestructura de PEMEX como son ductos, pozos, trampas y baterías, los cuales representan un riesgo medio-alto en las localidades que se encuentran cercanas a estos. Algunos ductos y pozos se encuentran en mal estado y sin un mantenimiento adecuado, algunos pozos aun cuando ya se encuentran inactivos presentan capas de aceite a su alrededor. Estas localidades son las mas cercanas a líneas o pozos de PEMEX: La Crimea, Platanar de Abajo, Rancho San Alicia, Plutarco Elías Calles, Platanar Abajo (2da Sección), Copana y La Pasadita.

La mayoría de estos no presentan riesgo por causas geológicas, con excepción de algunas instalaciones que se encuentran en las localidades: San Miguel y Copana los cuales están siendo afectados por deslizamiento y erosión pero no muy significativa.

IX.- RECOMENDACIONES

Promover la reubicación de familias de la zona de peligro alto por vulcanismo y evitar nuevos desarrollos urbanos en las cercanías del volcán.

Promover la reubicación de las familias que mas son afectadas en las zonas de peligro por inundación, así como evitar y prohibir licencias de construcción en las cercanías del río Pichucalco.

Realizar una mejor compactación en las zonas donde las vías de comunicación se encuentran mas afectadas por los deslizamientos y poner barreras de contención donde el terreno se encuentre mas frágil y con mayor riesgo de deteriorarse

Colocar mayas a los costados de las carreteras que se encuentran en peligro por deslizamientos. Y reforzar los que ya se encuentran construidos.

Promover la reubicación de las familias que se encuentran en mayor riesgo debido a la inestabilidad del suelo.

Reforestar los lugares con más pendiente, ya que aquí son donde ocurren los deslizamientos más a menudo.

Construir bordes de inundación en las orillas del río Pichucalco cercanas a las comunidades afectadas.

Desasolver periódicamente los arroyos que cruzan la cabecera municipal.

Dar un mayor mantenimiento y/o reemplazar los ductos y pozos de PEMEX que se encuentran en mal estado, así como reubicar las viviendas y escuelas que se encuentren cercanas a estas instalaciones.

Eliminar los ductos que se encuentren ya inactivos

Poner mayor atención a los ductos de PEMEX que se encuentran en riesgo debido a los deslizamientos y a la erosión, ya que algunos ductos y pozos se encuentran cercanos a viviendas, escuelas o rancherías.

Construir un relleno sanitario reglamentado en una zona donde no haya un impacto ambiental.

Realizar análisis químicos de aguas superficiales y subterráneas, así como de suelo.

BIBLIOGRAFÍA

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.

Secretaría de Seguridad Pública y Protección Civil. Atlas Estatal de Riesgos, 64 p.

Investigaciones Tecnológicas de São Paulo- IPT, División de Geología. Curso Internacional de Aspectos Geológicos De Protección Ambiental, Instituto de Procesos Y Riesgos Geológicos. 24 p.

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

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

Jorge Julio Vivo. Tesis Profesional IPN. 1961. Posibilidades Petrolíferas del Área de Reforma Chiapas, Laurent. México D.F. P.p. 46

Comisión Federal de Electricidad, 1989. Superintendencia de Estudios Zona Sureste. Proyecto Hidroeléctrico, Penitas, Chis. México. Carlos M. González C. P.p. 103.

Scolamacchia and Macias Jose L. Distribution and stratigraphy of deposits produced by diluted pyroclastic density currents of the 1982 eruption of El Chichón volcano, Chiapas, México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 22, núm. 2, 2005, p. 159-180.

Dmitri Rouwet, Yuri A. Taran¹ and Nicholas R. Varley. Dynamics and mass balance of El Chichón crater lake, Mexico. Geofísica Internacional (2004), Vol. 43, Num. 3, pp. 427-434

René F. Canal-Dzul, Antonio Razo-Montiel y Victor Rocha-López. Geología e Historia Volcanologica del Volcán Chichonal, Estado de Chiapas. Instituto de Geología, UNAM, 1983.

Luís Silva Mora. La Erupción del Volcán Chichonal, Chiapas; una particularidad del volcanismo de México. Instituto de Geología, UNAM, 1983.

Ricardo Gutiérrez Coutiño, Mauro Moreno Corzo y Cándido Cruz Borraz. Determinación del volumen del material arrojado y grado de explosividad alcanzado por el volcán Chichonal, Estado de Chiapas. Instituto de Geología, UNAM, 1983.

Jean Jacques Cochemé y Alain Demant. Naturaleza y composición del material emitido por el volcán Chichonal, Chiapas (marzo-abril 1982). Instituto de Geología, UNAM, 1983.

Dimitri Rouwet. Geoquímica y Actividad del Volcán Chichón: La Dinámica del sistema Vulcano-hidrotermal y su lago cratérico entre 1983 y 2002. Instituto de Geofísica, UNAM.

ANEXOS