

Capítulo 2

Casos de procesos de remoción de masa en México

2.1 Introducción

A continuación se presentan y se describen brevemente algunos casos de procesos de remoción de masa ocurridos en México asociados: 1) a sismos y 2) a lluvias intensas. Esto nos permite delimitar las zonas más susceptibles de presentar deslizamientos los cuales pueden derivar en flujos de detritos y que representan un proceso comúnmente asociado a la sismicidad y a las lluvias intensas. Otros mecanismos de movimiento como las caídas, volteos, reptaciones y expansiones laterales, quedan fuera del alcance del presente trabajo (Jaimes. M. A. 2008).

2.2 Casos catastróficos de procesos de remoción de masa en México asociados a sismo

2.2.1 Sismo en Puebla, 1920

El 3 de enero de 1920, un sismo con una magnitud estimada de 6.5–7, provocó un enorme flujo de detritos y de lodos, de 40 a 65 metros de altura sobre las barrancas. El material movilizado consistió de agua, cenizas y roca volcánica. La ciudad más afectada fue Barranca Grande, asentada sobre una parte plana, en la desembocadura del valle del Río Huitzilapan, 15 km pendiente debajo de la zona del epicentro. En la figura 2.1 se presenta las isosistas de intensidad de Mercalí donde de acuerdo *Scott et al 2001* se presentaron deslizamientos que coinciden con los flujos de material presentados que en las orillas de los cerros de esa zona.

Los flujos de lodo cercanos al río Páez a 30 km de las cercanías del pico de Orizaba, fueron los más presentes en dé un paso de material y de escombros, En relación a las afectaciones donde la más grande destrucción se presento fue en la barranca Grande producida por flujos de lodo y material del rio Huitzalapa, con una cercanía de 15 km del epicentro del sismo, en ese momento dando como afectación a mas de 900 personas que residían en Barranca Grande, en este suceso de gran magnitud se dio como un reporte inicial de no menos de 600 personas y de 220 personas desaparecidas.

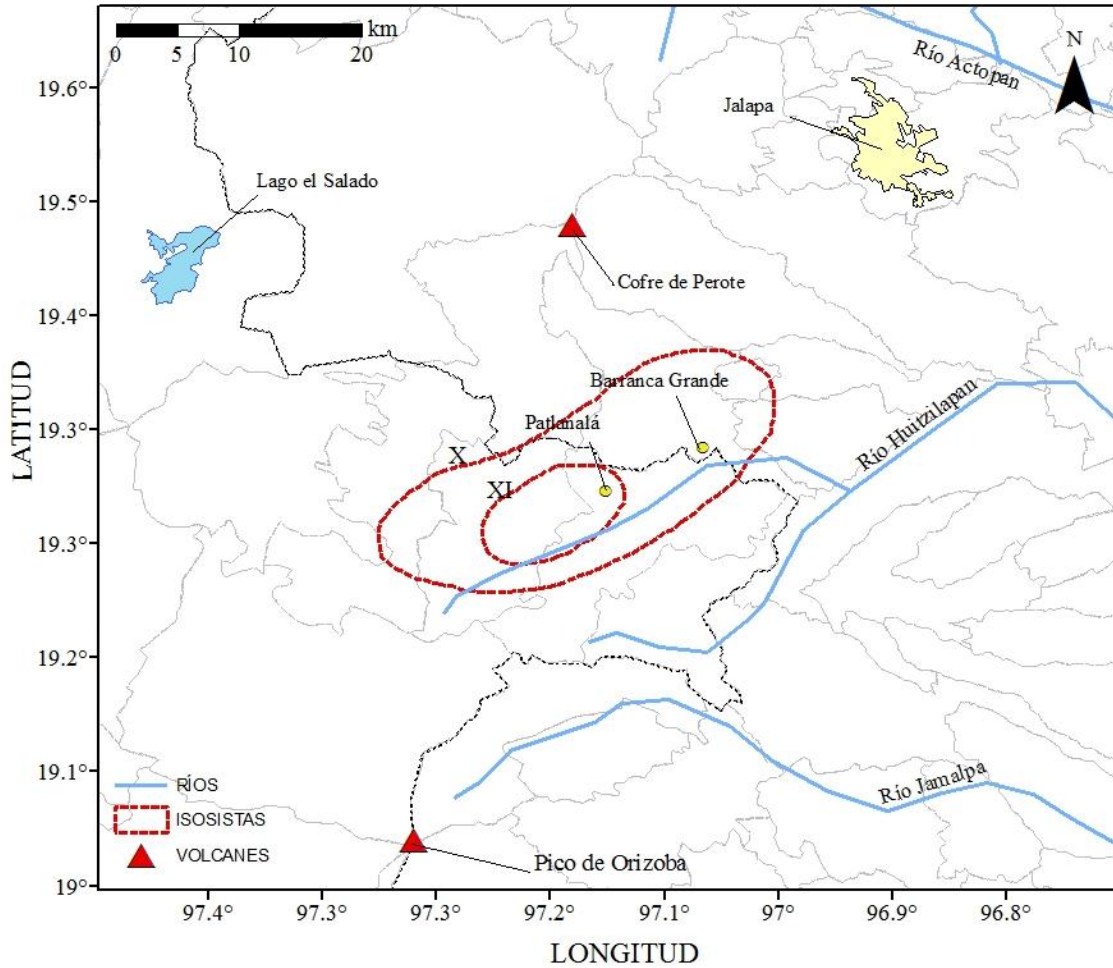


Figura 2.1 Isosistas de intensidad de Mercalli donde hubo material movilizado durante el sismo del 3 de enero de 1920 (Scott et al., 2001)

2.2.2 Sismo 11 de enero de 1997

Situación similar se presentó durante el sismo de 11 enero de 1997 donde hubo serias afectaciones en los municipios. El sismo tuvo epicentro cercano a Caleta de campos (Michoacán)

2.2.3 Sismo de Colima, Tecomán 2003

El martes 21 de enero de 2003, a las 8:06 p.m. del tiempo local, un fuerte sismo se originó en las costas de Colima. Sus efectos se sintieron en los estados de Jalisco, Michoacán así como en la Ciudad de México. La magnitud reportada fue de 7.6. Este sismo provocó licuación de suelos así como numerosos deslizamientos y caídas de rocas (Keefer k. D). En la figura 2.2 se presenta los diferentes deslizamientos inducidos por el sismo tanto en la zona costera del estado así como las partes centrales.

Los daños provocados por los deslizamientos fueron en su parte en infraestructura carretera, daños al sector ferrocarrilero y sistemas de riego, los diferentes deslizamientos ocurridos en toda la parte carretera dejaron ver que la influencia de inestabilidad era muy perceptible y un peligro latente para las viviendas que ahí residían. Las fallas locales los diferentes deslizamientos captados, así como en la zona costera y la parte central del estado, reflejan las características de cada uno de ellos. Los diferentes deslizamientos que se generaron fueron en gran parte por fallas de las pendientes artificiales construidas o en casos donde la roca estuvo sometida a intemperismo natural, por lo que respecta al total de los deslizamientos la mayoría de ellos fueron en la parte de las zonas costeras.

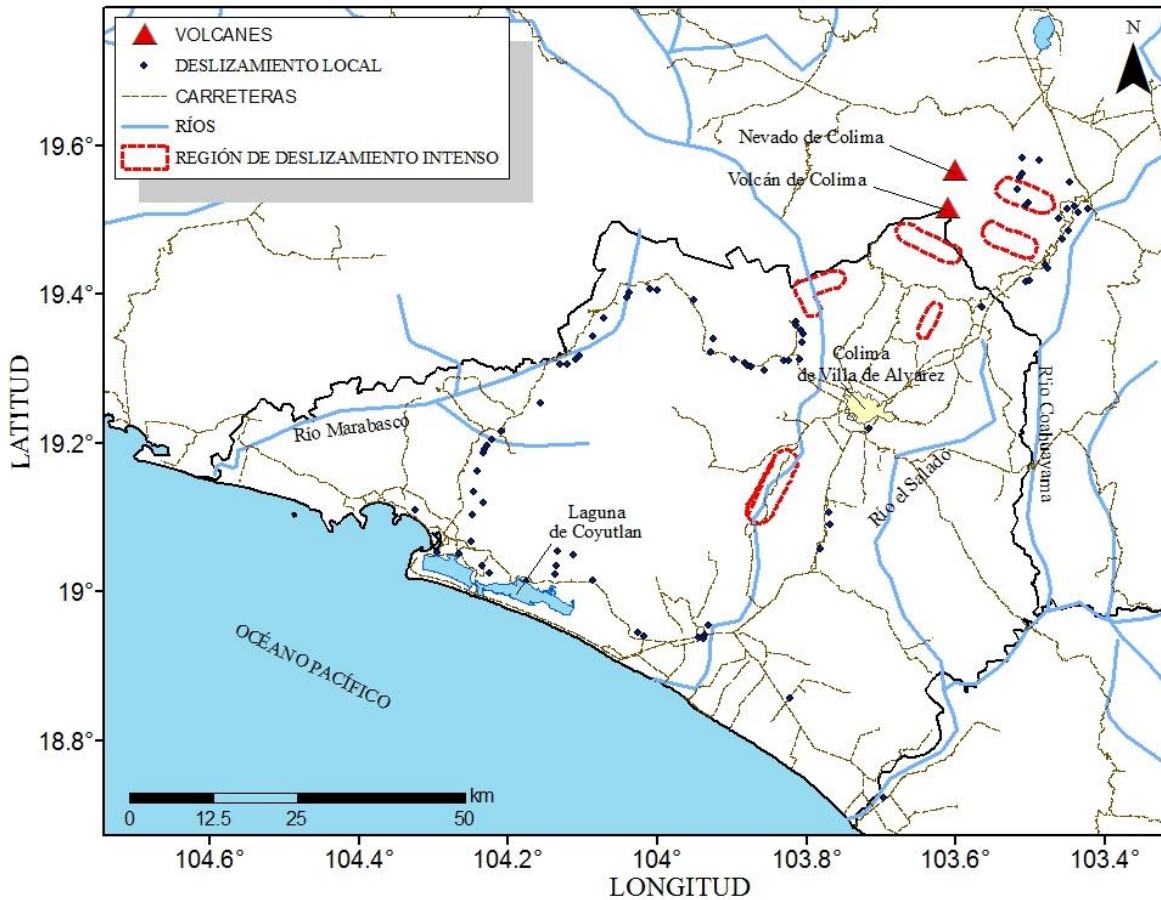


Figura 2.2 Material movilizado durante el sismo del 21 de enero de 2003 (Keefer k. D., 2006)

2.2.4 Sismo de Tehuacán puebla 1999

Este sismo ocurrió el 15 de junio de 1999 y fue ubicado a 80 km de profundidad, a unos 20 km al sur de Tehuacán, Puebla y 230 km al sur este de la ciudad de México, se sintió en los estados vecinos y provoco serios Daños a la capital y a las ciudades cercanas al epicentro con un aproximado de daños de 230 km., en el cual se vieron afectadas cientos de casas y provocando la muerte de 17 personas. La afectación por deslizamiento más grande fue en el avistamiento que tuvo lugar en el municipio de Zapotitlán, donde el 25 de octubre apareció una grieta de 450 metros, en menos de 24 horas su tamaño aumento su tamaño, alcanzando los 232 cm y 6 metros de profundidad, lo que origino un deslizamiento con un escarpe de 30 cm. El cual llego alcanzar los 100 metros (CENAPRED, 2000).

La falla de ladera que destruyo completamente la colonia Miguel Hidalgo (Figura 2.3) fue de tipo rotacional y posteriormente se produjo una componente traslacional, el deslizamiento se presento en materiales relativamente secos, con un contenido de agua promedio del 5%, donde sus principales características referenciadas en la figura 2.3 se presenta la zona de deslizamiento con una longitud de 853 metros, una ancho medio de 95.49 m, una área de 583 m² y un volumen de 8817 m³ en una pendiente de 22°.

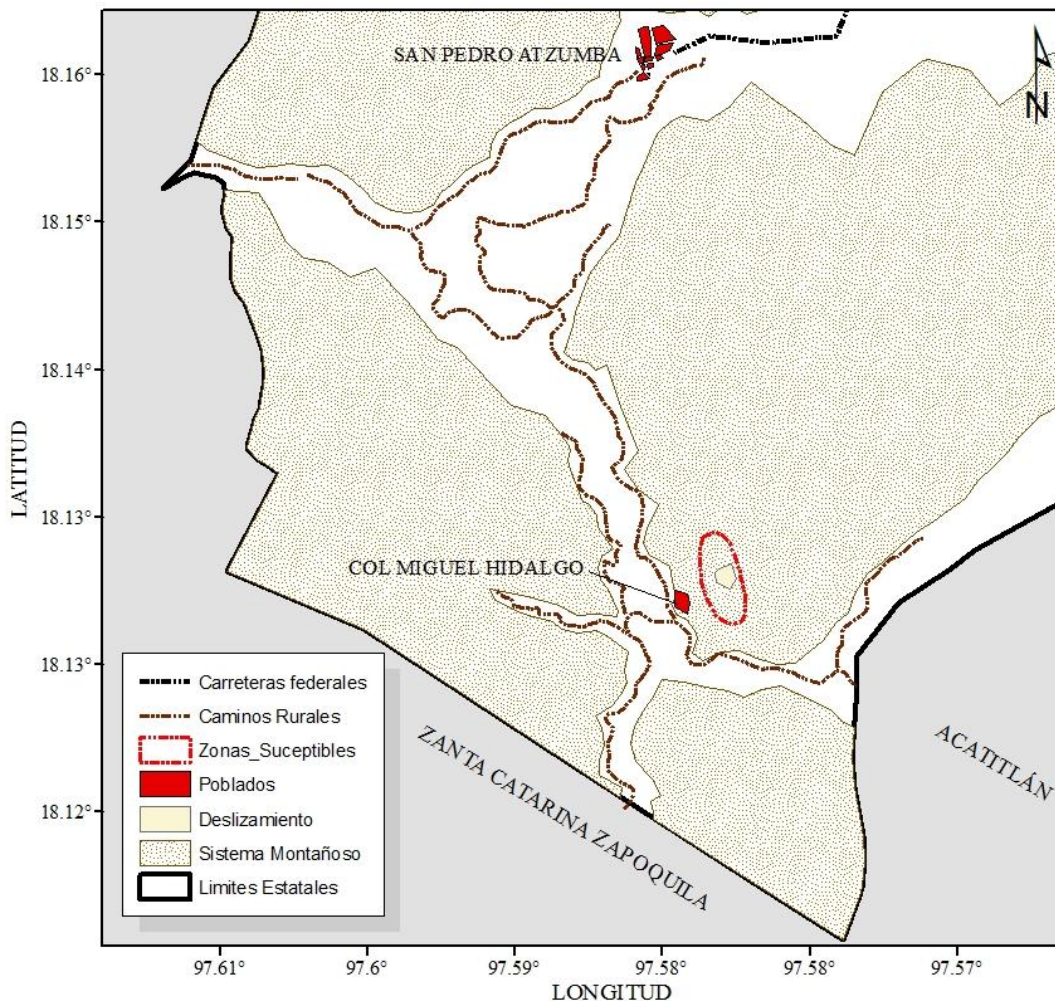


Figura 2.3 Material movilizado durante el sismo del 15 de junio de 1999 en municipio de Zapotitlán, Puebla (Oscar A., 2006)

2. 3 Casos catastróficos de procesos de remoción en masa en México asociados a lluvia

Las características que presenta el país descritas en el capítulo 1, así como los diferentes fenómenos que están presentes por región del país, están reflejados las características que se mencionaran en los casos a continuación descritos, Las influencia de diferentes fenómenos como huracanes, frentes fríos son parte principal de que en la región sucedan los PRM, Los daños a las infraestructuras locales y los números de muertos originados por un deslizamiento son parte importante de cada uno de los eventos que se presenta, en algunos de ellos las afectaciones casi fueron totales, ya que arrasaron con pueblos o colonias completas, casos como el de Tehuacán en 1999 son parte de estos eventos, las características particulares de algunos de estos fenómenos están descritas en cada uno de ellos.

Las lluvias como parte detonante de un deslizamiento en el país, es en particular mucho mayor detonador que los sismos en sí, esto a razón de la combinación de la geología del país y los fenómenos hidrometeorológicos que se presentan en él, la comparación de los diferentes volúmenes de material deslizados por cada uno de los eventos es mucho mayor comparada con los que están por parte de sismo. Con respecto al capítulo 1 refleja las partes más susceptibles a deslizamiento en comparación a las zonas de ocurrencias de cada uno de ellos

2.3.1 Septiembre de 1997, caso de la vertiente sur de la Sierra de las Vigas-Tecuán, San Juan Cosalá, Jocotepec, Jalisco

El 8 de septiembre de 1997, en la localidad de San Juan Cosalá y la Sierra de las Vigas, ubicadas en la margen norte del Lago de Chapala, fueron afectadas por una intensa precipitación local, estimada en 50 mm en 20 minutos, lo que generó siete flujos de lodo y rocas que se desplazaron por barrancas cuyas cabeceras se ubican en la parte alta de la Sierra Las Vigas-Tecuán. El proceso dejó un depósito compuesto de lodo, piedras y materia vegetal que alcanzó espesores de 0,6 m hasta 3,5 m, afectando el sector poniente de San Juan Cosalá, los fraccionamientos residenciales de tipo campestre Tempisque y Villas El Limón además de varias hectáreas de cultivos de hortalizas.

2.3.2 Tormenta tropical “Earl”, septiembre de 1998

En septiembre de 1998, la tormenta tropical Earl produjo una intensa lluvia en los estados de Oaxaca y Chiapas. La lluvia del día 8 de septiembre acumuló 175 mm y la del día 9 acumuló 130 mm de precipitación, duplicando en dos días el promedio mensual de precipitación en la región. Los deslizamientos y flujos ocurridos en el sur de Chiapas, causaron la muerte de 214 personas, 307 desaparecidos y la destrucción parcial o total de 444 km de la carretera Panamericana. Uno de los eventos más desastrosos se presentó en la ciudad de Motozintla, causando la incomunicación total de la ciudad con el resto del estado de Chiapas durante casi un mes, así como daños a viviendas, sistemas de electricidad, agua potable etc. En la ciudad de Motozintla se presentaron flujos de detritos, flujos hiperconcentrados y amplias zonas de depósito, con espesores de hasta 2 m.

2.3.3 Depresión tropical número 11, octubre de 1999

En octubre de 1999, como resultado de la conjunción de un sistema de baja presión que originó la depresión tropical 11 en las costas de Veracruz y del Frente Frío 5, ocurrieron precipitaciones extraordinarias en el oriente del país, afectando principalmente a los estados de Hidalgo, Oaxaca y Puebla. Las consecuencias fueron diversas, derivadas principalmente de las inundaciones y de la ocurrencia de miles de procesos de remoción en masa. El impacto y la magnitud de este evento fue tal, que se le calificó como el desastre de la década (Bitrán, 2000). Particularmente en la sierra

Norte de Puebla, ocurrieron cuantiosos daños económicos y numerosas pérdidas humanas, principalmente en los municipios de Cuetzalan, Huauchinango, Chiconcuautla, Teziutlán, Zapotitlán de Méndez, Totomoxtla y Zacapoaxtla (Lugo *et al.*, 2001).

En la *figura 2.4* se puede observar varios cientos de movimientos de ladera en la Sierra Norte de Puebla. De manera particular, la ciudad de Teziutlán fue noblemente afectada ya que más de cien personas perdieron la vida, muchas quedaron sin hogar y se registraron cuantiosos daños económicos. Teziutlán se encuentra localizado en un área de lomeríos con pendientes variables (CENAPRED).

Esto es parte fundamental ya que las características de la geología del área, comprende distintos flujos piroclásticos provenientes de la caldera de los Humeros, de edad cuaternaria que pertenecen a la Faja Volcánica Transmexicana. Estos materiales, son principalmente tobas y brechas con cementación intermedia. Son rocas blandas de grano fino a medio, aunque también se encuentran estratos con una cantidad considerable de fragmentos rocosos y gravas, empacadas en una matriz fina (Mendoza *et al.*, 2000).

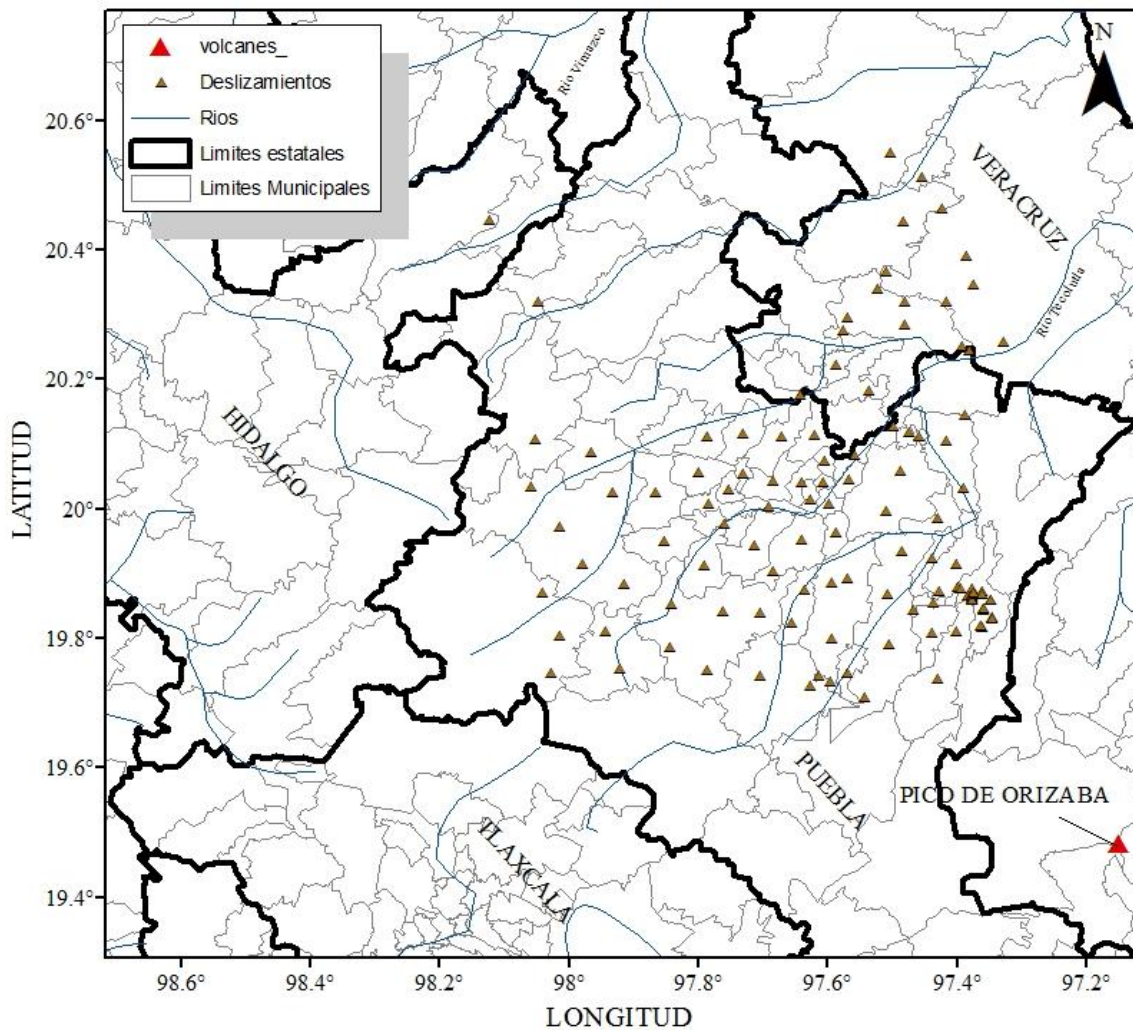


Figura 2.4 Material movilizado durante la depresión tropical y el frente frío, Puebla (Alcántara-Ayala., 2006)

2.3.4. Evento del 4 de julio de 2007, Deslizamiento del Km. 8, Carretera Interestatal Tlacotepec de Porfirio Díaz-Tehuacán

Un autobús en el que viajaban 60 personas quedó sepultado por un deslizamiento de rocas y lodo. De acuerdo con especialistas del Centro Universitario de Prevención de Desastres Naturales, este alud quizá no sea el más grande que ha ocurrido en Puebla, pero sí podría ser el segundo que más vidas ha cobrado. El deslizamiento más mortífero ocurrido en el estado de Puebla, fue detonado por una tormenta y se presentó en la colonia La Aurora, municipio de Tezuitlán, donde 200 personas perdieron la vida.

2.3.5. Tormenta tropical Henriette, septiembre de 2007

La tormenta tropical Henriette, causó daños y evacuaciones de personas de zonas de alto riesgo en Acapulco, Guerrero. En el puerto de Acapulco hubo varios heridos y murieron seis personas debido a procesos de caída de rocas de hasta 15 metros de diámetro. Protección Civil Estatal reportó numerosos deslaves en la Carretera Federal Chilpalcingo-Tlapa, además de que los municipios de Malinaltepec, Metlatónoc, Atlamajancilgo del Monte, Zapotitlán Tablas, Acatepec, Tlacoapa quedaron incomunicados, sin servicio telefónico y con los caminos de terracería afectados por derrumbes.

2.3.6. Caso Juan de Grijalva, noviembre de 2007

El día 4 de noviembre del 2007, ocurrió el deslizamiento de un cerro que obstruyó el cauce del río en el Alto Grijalva, a la altura del poblado Juan de Grijalva, en el municipio de Ostucacán, del estado de Chiapas, entre las presas hidroeléctricas Mal Paso y Peñitas. La erosión de la base del talud arcilloso, ocasionada por la fuerte corriente del río y la sobresaturación de agua en las capas incompetentes, debido a las intensas lluvias, facilitaron el deslizamiento del bloque sobre un plano de despegue paralelo a la inclinación de las capas y a favor del talud del terreno. Millones de metros cúbicos de material rocoso cayeron en el cauce del río Grijalva, provocando una gran ola que cayó sobre la comunidad de Juan de Grijalva, borrándola por completo.



Figura 2.5 Deslizamientos zona del río Grijalva imágenes del material movilizado y el cuello originado por el deslizamiento (Alcántara-Ayala., 2010)

El deslizamiento ocurrido en el cerro de la Pera de San Juan Grijalva al Noreste de Chiapas teniendo una superficie de deslizamiento de 1.12 km² y un volumen de 50 mil m³ lo cual es uno de los más grandes deslizamientos en su tipo en el siglo XX, El deslizamiento creó un dique de más de 80 m de altura y de 1.170 m de ancho a través del río, formando un lago de 49 km², los

tsunamis generados por este deslizamiento tuvieron alturas de hasta 15 m los cuales tuvieron como efecto directo a la zona de San Juan Grijalva, inundando en su totalidad 21 pequeños poblados, muriendo 16 personas, siendo detonante la precipitación de esa época que fue aproximadamente mayor por 67% de la promedio anual en más de 30 años. En menor proporción pero como una parte que mencionar sería factor el sismo de M 4.5 días antes del deslizamiento y la liberación de agua de la Presa Peñitas.

En la figura 2.6 se describe en particular las zonas de afectación a las orillas del río Grijalva y el municipio de Ostucán, conforme lo explicado con anterioridad los trayectos de deslizamientos y como estos originaron los tsunamis de flujos de agua y lodo que afectaron en total al municipio de San Juan Grijalva. Se puede observar en particular las características de la zona y en parte no descrita en la imagen sería las zonas montañosas que están correspondidas como en las imágenes descritas en la figura 2.6.

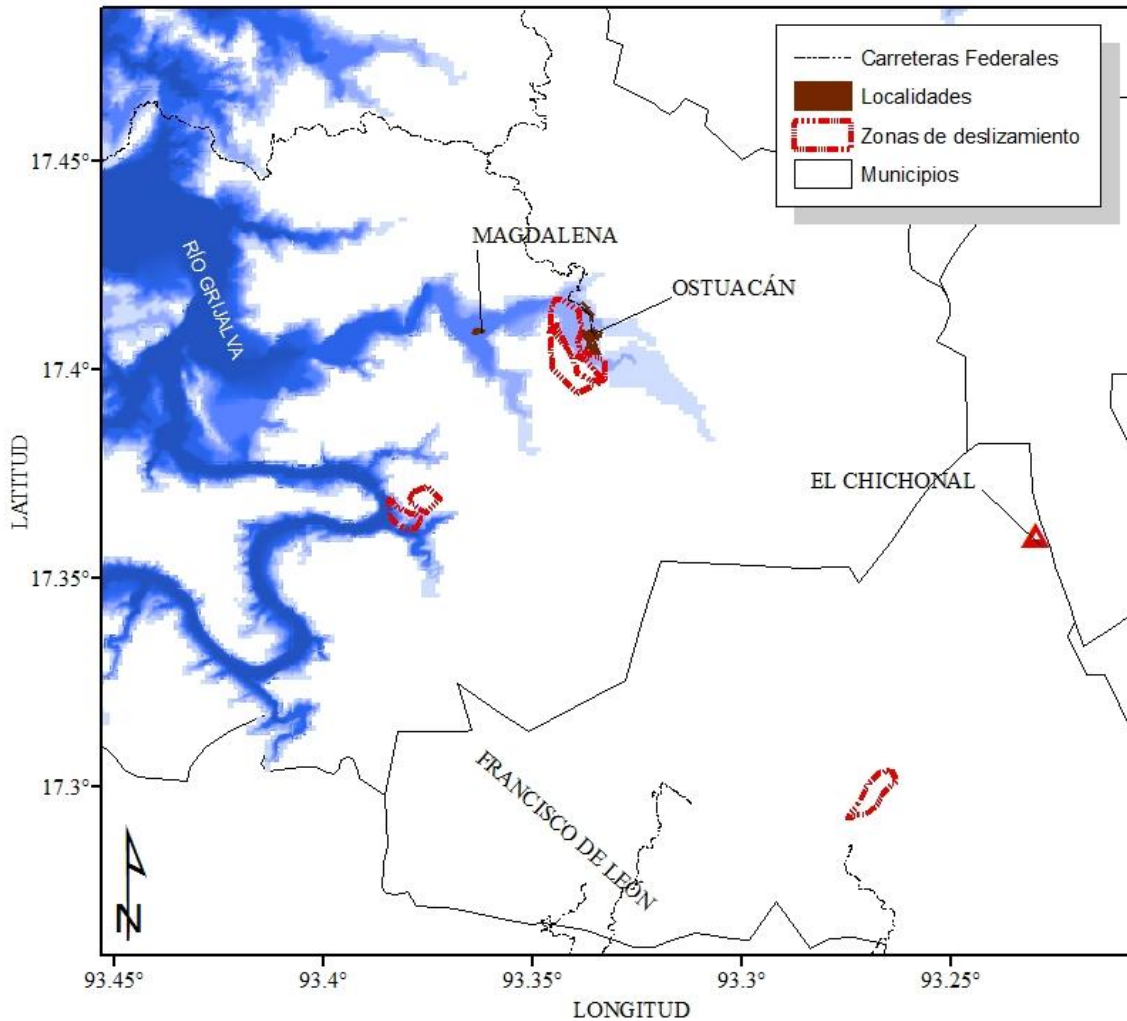


Figura 2.6 Deslizamientos zona del río Grijalva municipio de Ostucán (Alcántara-Ayala., 2010)

2.3.7. Caso Parral, Chihuahua, sábado 30 y domingo 31 de agosto de 2008

Una precipitación histórica de 187 mm en la ciudad de Parral, Chihuahua ocasionó severos daños a la población e infraestructura. El lunes 1 de septiembre se tenía el reporte de 300 casas inundadas, 66 vehículos atrapados, 84 derrumbes, varios sectores quedaron incomunicados y las noticias de días posteriores fueron presentando resultados mayores sobre el impacto de estas lluvias.

2.3.8 Michoacán, lluvias del 1 al 4 de febrero del 2010

Las Lluvias registradas por el paso del frente frío número 29 y la quinta tormenta invernal de la temporada en el mes de febrero del 2010 tuvieron como afectación principal la inundación de poco mas de 25 municipios del estado de Michoacán resultando 34 muertos y con más de 10 mil damnificados. Los deslizamientos en los municipios de Angangueo, ejido el Rosario, Ocampo y Zitacuaro dejaron como resultado la muerte de más de 8 personas al caer un alud de lodo sobre su casa. Las zonas de deslizamiento ocasionaron daños a poblados completos en el cual Protección Civil reporta en más de 5 municipios como zona de desastre, con el cual se activo el Plan DN-III.

En la figura 2.8 se puede observar los municipios afectados por las lluvias en la primera semana de febrero del 2010 así como un índice de precipitación de la localidad, muchas de las zonas susceptibles, ya que son zonas montañosas, en la figura 2.7 podremos observar los disparadores y niveles de precipitación, esto fue el disparador de los deslizamientos más importante y las inundaciones locales.

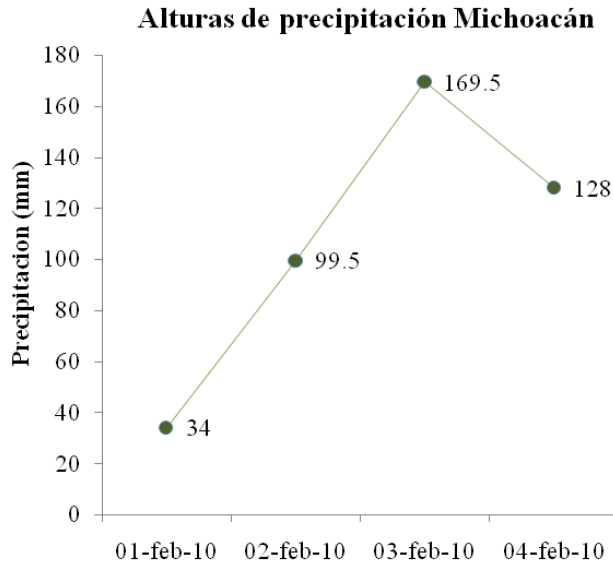


Figura 2.7 Alturas de precipitación en Michoacán por cada uno de los días, afectando así los crecimientos de los ríos y los escurrimientos de la Zona

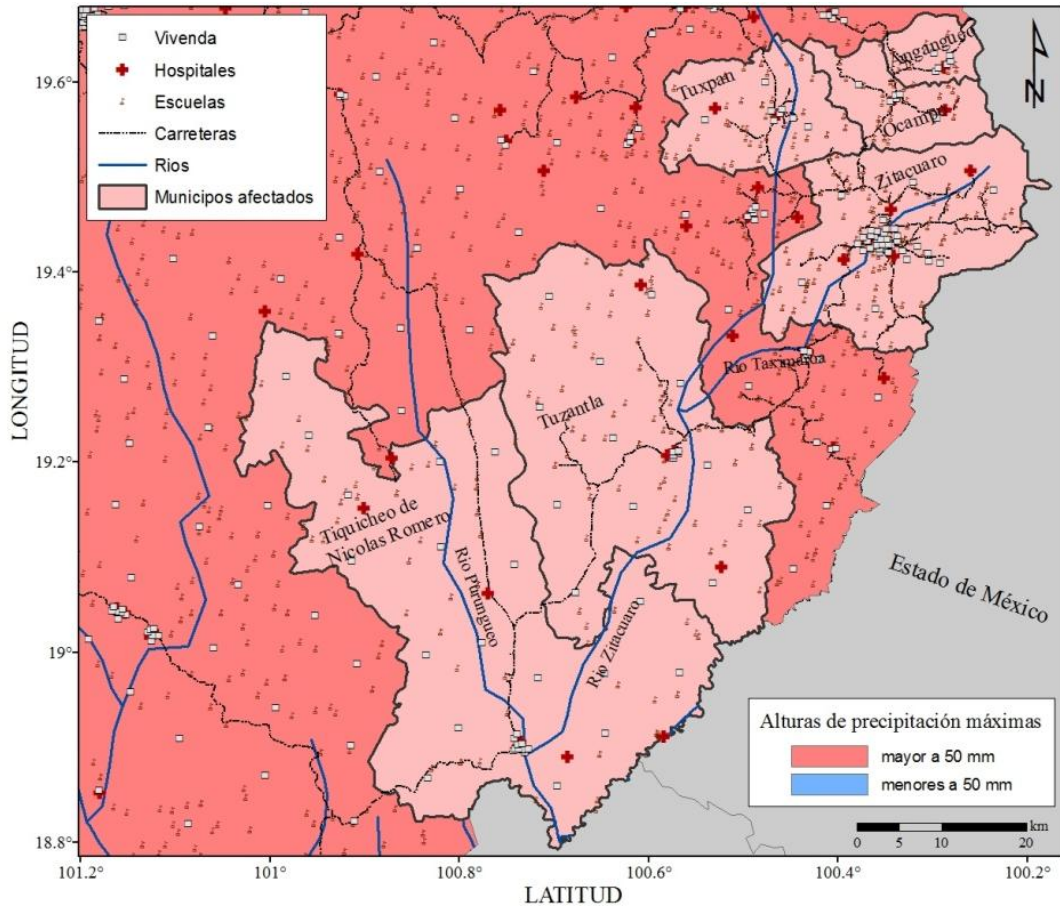


Figura 2.8 Caso Michoacán Lluvias del 1-4 de febrero del 2010

2.3.9 Caso de lluvias por temporada, deslizamientos de la carretera cuota Tijuana-Ensenada, B.C.S

En México las inscripciones de diferentes tipos de deslizamiento están referidas a las fallas y el tipo de deslizamiento que ocurren, las principales causas de estos son por forma gravitacional y las partes detonantes predominantes son sino y lluvias durante los últimos 30 año. La correspondencia los deslizamientos mas predominantes son en la colonia San Miguel y los Villa de Cibola, La forma de crecimiento de poblacion en la zona a dado cuenta de los diferentes factores de influencia, En particular muchos de estos se dan como origen por causa de las pendientes del lugar y por las fallas a las que están referidas, Los diferentes tipos de deslizamientos en la zonas están dados a flujos de detritos y fallas laterales. Las precipitaciones anuales y la interacción de construcciones en la zona originan con frecuencia deformaciones en la zona que después de un tiempo toman gran importancia y se origina un deslizamiento (Cruz-Castillo, 2000).

En la figura 2.6 se presentan los diferentes tipos de deslizamientos en lo que concuerda a la carretera y las partes que se observaron durante la construcción de los nuevos tramos, el reflejo de cada uno de los tipos de deslizamientos denotados por los números romanos I al XXIV son parte de las características de el avance de la construcción y como se fueron tomando los diferentes tipos de deslizamientos, las características del mapa principales es la importancia de las zonas pobladas.

En los casos de las zonas aledañas así como los fraccionamientos construidos en las cercanías de la costa, son parte fundamental del turismo de la zona ya que las regiones están creciendo como zonas industriales y zonas de fraccionamiento privado donde la construcción de accesos particulares, están creciendo, es así como los deslizamientos que se presentan son parte de la importancia de tratar de darle un origen y métodos de remediación.

Los deslizamientos ocurridos en su mayoría de los observados fueron en su mayoría denotados por pendientes artificiales para la construcción de la carretera, pero la parte de los flujos de detritos y los deslizamientos en las fracturas mayores son parte de procesos naturales.

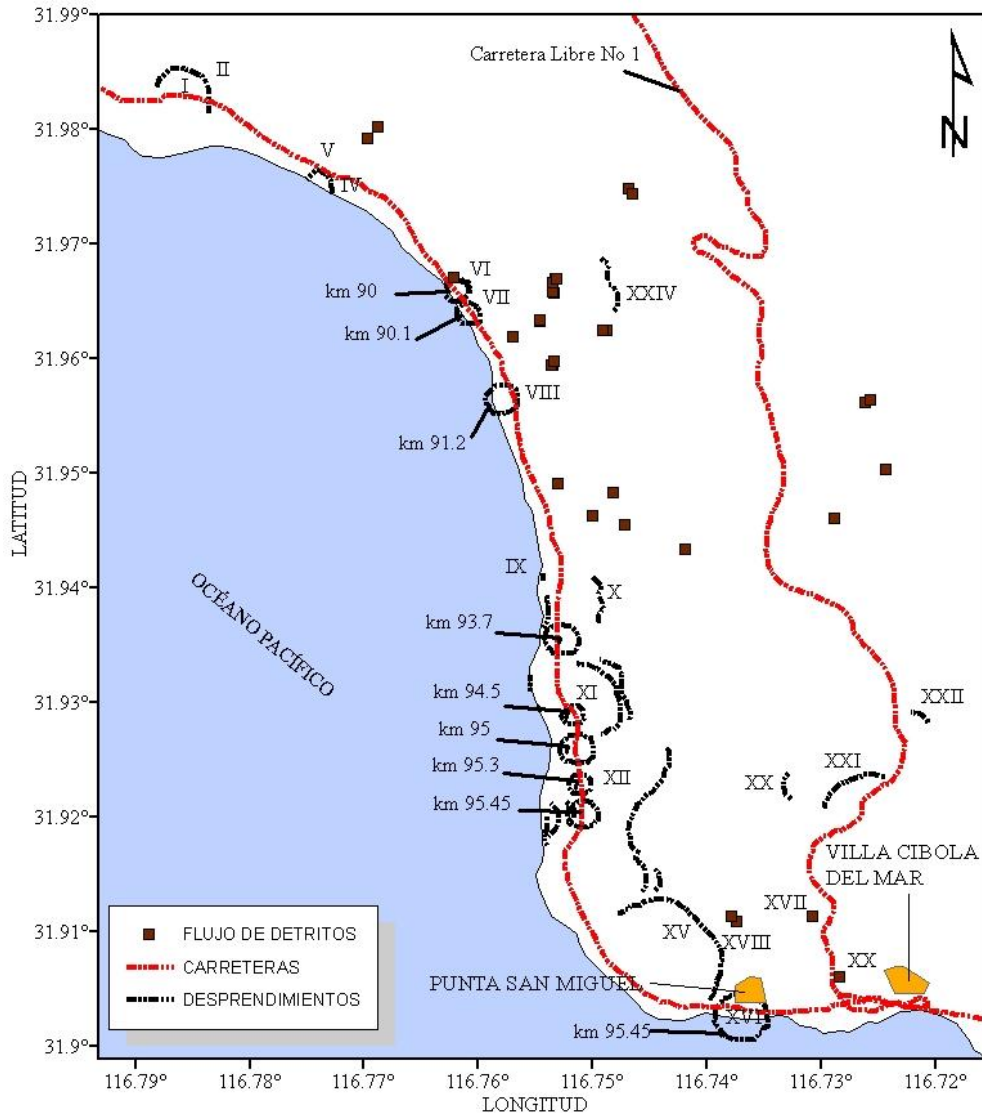


Figura 2.8 Material movilizado en la carreta Tijuana-Ensenada (Cruz-Castillo, 2000)