

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



INTRODUCCIÓN

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



INTRODUCCIÓN

Un Atlas de Peligros de un Municipio es una compilación de mapas de peligros del principal centro urbano y su entorno geográfico. La información que se integra a un Atlas Municipal se dispone tanto en medio impreso como en un medio digital, bajo un ambiente de Sistemas de Información Geográfica, permite el uso rápido y accesible de información sobre distintos temas que consta de tablas de datos que permiten su consulta y pueden ser asociadas o relacionadas a otros contenidos.

El Atlas de Peligros del Municipio de Minatitlán es más que una compilación porque está estructurado como una base de datos de peligros y riesgos de la cual se puede analizar y extraer información de utilidad para los planes y programas de mitigación de riesgos. Para la construcción de este documento fue necesario emplear como guía de trabajo la “Guía metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a nivel de ciudad, identificación y zonificación” la que propone las bases para integrar, manipular, administrar y modelar la información disponible de riesgos naturales.

Los Atlas de Peligros son la primera herramienta a emplear cuando se desea realizar una inversión en acciones de prevención, pues presenta el diagnóstico integral de la situación municipal, lo que permitirá priorizar dependiendo de la cantidad de población expuesta a los distintos peligros, cuál de los distintos peligros es necesario abatir o mitigar. Este Atlas cuenta además con una serie de recomendaciones y actividades de mitigación que se generaron tras haber realizado el diagnóstico de peligros a nivel municipal.

Objetivo

El propósito del Atlas de Peligros, es la integración de la información disponible de peligros de origen natural y aquellos provocados por la mano del hombre que afectan al Municipio de Minatitlán, Veracruz.

Como objetivos particulares se tienen: la identificación de los peligros geológicos, hidrometeorológicos, químico-tecnológicos, sanitario-ecológicos y socio-organizativos, la interpretación de las zonas de peligros mediante la regionalización de las variables de peligros y su relación de extensión geográfica con respecto al territorio municipal con especial énfasis en la zona urbana, así como la propuesta de acciones y obras en zonas identificadas como mitigables y los criterios para la determinación de zonas no mitigables.

Alcance

El alcance del Atlas de Peligros es la determinación de peligros principalmente de origen natural tal como los geológicos e hidrometeorológicos que se presentan en el Municipio de Minatitlán, sin embargo se incluyen los de origen humano como los Químico-Tecnológicos, Sanitario-Ecológicos y Socio-organizativos.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Antecedentes

Políticas públicas

De acuerdo al Programa Nacional de Protección Civil 2008-2012 existe un nuevo enfoque, que es el Manejo Integral de Riesgos, por esta razón hemos considerado necesario incluir de manera textual a lo que se refiere este nuevo enfoque y su descripción que tiene que ver con las nuevas políticas públicas:

“Una vez establecido en el Plan Nacional de Desarrollo que los desastres deben ser abordados desde la óptica del desarrollo humano y ser incorporados a los temas del desarrollo nacional, resulta imprescindible plantear y emprender la modernización conceptual, institucional y estratégica que responda a la dimensión que lanza el Plan en materia de protección civil.

En consecuencia, el Programa se propone crear un nuevo concepto de la protección civil en el país, mediante la introducción de un enfoque integral. Un enfoque que reconoce en los riesgos no sólo un producto de las manifestaciones de la naturaleza, sino también un fenómeno expuesto a factores institucionales, culturales, sociales, económicos y políticos, que en conjunto crean condiciones de vulnerabilidad en la población desde la propia gestación de los riesgos. Un enfoque que, además, integra a su universo de riesgos los de tipo antropogénico.

Así, el enfoque del manejo integral de riesgos reconoce que la generación de riesgos proviene de múltiples factores, tales como las decisiones políticas, el ordenamiento del territorio, la cultura de las comunidades, entre otros. Lo anterior explica que la presencia latente de un tipo de factor de riesgo, ya sea natural o antropogénico, no excluye o resuelve la amenaza de otros tipos de desastres. Por el contrario, los tipos de riesgos y desastres pueden ocurrir simultáneamente, y esto genera escenarios de riesgo complejos que hacen necesario integrar su manejo institucional.

En este sentido, los posibles efectos del cambio climático podrían agudizar y potenciar los factores de riesgos naturales y sociales, lo cual hace imperativo un nuevo enfoque de los riesgos asociados a la seguridad nacional. Se debe tomar en cuenta la posible ocurrencia simultánea o concatenada de fenómenos naturales y antrópicos, lo cual pondría a prueba las medidas diseñadas para la prevención, la mitigación y la atención de la emergencia.

Los fenómenos hidrometeorológicos agravados por el calentamiento global, en conjunto con los fenómenos geológicos ponen en peligro la vida humana y las condiciones para el desarrollo sustentable.

Por su parte, los llamados factores de riesgos antropogénicos o antrópicos han sido causados por el hombre debido a los procesos de industrialización y modernización, o provocados deliberadamente por causas delincuenciales. Entre los primeros, sobresalen el envejecimiento de la infraestructura urbano - industrial; el incremento del manejo de materiales y transportación de sustancias y residuos peligrosos en ciudades y carreteras;

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



la fuga de sustancias tóxicas y explosivas; el crecimiento urbano desordenado y los asentamientos irregulares en reservas ecológicas, en orillas de lagunas, riveras y barrancas; y la contaminación del agua y la deforestación. Entre los segundos, se encuentran típicamente el terrorismo, la delincuencia, los accidentes tecnológicos, y el comercio ilegal de estupefacientes y armas, entre otros.

Se trata de un enfoque cuya racionalidad parte de contar con dos propósitos: uno técnico-científico, que estriba en prever, prevenir y mitigar el impacto de los fenómenos; y uno socio-político, consistente en atender las condiciones y procesos múltiples que recurrentemente impiden la continuidad operativa y equitativa del desarrollo.

Destacadamente, este enfoque reconoce el riesgo como un proceso en permanente construcción. Ello permite márgenes de acción para neutralizar su potencial de daño y para diseñar las políticas que reduzcan la vulnerabilidad. Igualmente, este enfoque del riesgo da oportunidad a las comunidades para que mejoren sus condiciones de seguridad y así puedan plantear, con menor interferencia de los desastres, sus planes de desarrollo social y económico en forma equitativa y sostenible frente a los escenarios de riesgo de desastres.

De esta manera, el manejo integral de riesgos es un conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación y reducción de los riesgos, las cuales apoyan de manera sistemática la toma de decisiones para la creación e implementación de políticas, estrategias y procedimientos que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de resistencia de la sociedad.

Este enfoque se compone de cuatro elementos fundamentales: (1) definición del contexto, (2) identificación de riesgos, (3) análisis de riesgos y (4) tratamiento y reducción de riesgos. La definición del contexto consiste en identificar la naturaleza de los riesgos (internos y externos), su dimensión, tipo y origen.” (DOF, 19 de septiembre de 2008).

La Ley General de Protección Civil publicada en el año 2000 y reformada en el año de 2006 menciona en su artículo 12 que “La coordinación ejecutiva del Sistema Nacional recaerá en la Secretaría de Gobernación, la cual tiene las atribuciones siguientes en materia de protección civil:

XVII. Desarrollar y actualizar el Atlas Nacional de Riesgos.

Acciones como estas plasmadas en una Ley Nacional implica una obligatoriedad para que la dependencia realice estas acciones.

Por su parte el Centro Nacional de Prevención de Desastres como órgano técnico del Sistema Nacional de Protección Civil, desde el año de 2001 publicó en apoyo a la identificación de peligros el documento denominado “Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México” documento que si bien no fue nombrado Atlas Nacional de Riesgos este fue considerado en su momento como los inicios de lo que actualmente es el portal del Atlas Nacional de Riesgos que actualmente se hospeda en la dirección electrónica www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx y donde se puede acceder para

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



consultar algunos peligros que el mismo CENAPRED por medio de sus investigadores ha elaborado.

Complementariamente el CENAPRED en el año 2006 publicó las “Metodologías básicas para la elaboración de atlas estatales y municipales de riesgos”, estos documentos tanto en papel como en formato electrónico están disponibles en su portal www.cenapred.unam.mx.

Antecedentes de la SEDESOL en materia de prevención de desastres

Durante el periodo 1976-1982, se creó en la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) la Dirección General de Prevención y Atención de Emergencias Urbanas, encargada de desarrollar el tema en los planes de desarrollo urbano, elaborando el Plan Nacional de Prevención y Atención de Emergencias Urbanas en 1981. Posteriormente en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1990-1994 se incorporó un anexo en el que se establecen propuestas para reducir los riesgos a los que pueden estar sujetos los centros de población. A partir de la explosión en la ciudad de Guadalajara en 1992, se introduce el tema de prevención de desastres a través de la regulación del uso del suelo, con el propósito de que las localidades contempladas en el Programa de 100 Ciudades incorporen en forma amplia el tema de prevención de desastres a los planes de desarrollo urbano.

En 1993, la Secretaría de Desarrollo Social, con la promulgación de la Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH) promueve, mediante el Artículo 3º de dicha Ley, que con “el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, tenderán a mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural, mediante la vinculación del desarrollo regional y urbano con el bienestar social de la población; la adecuada interrelación socioeconómica de los centros de población; el desarrollo sustentable de las regiones del país; el fomento de centros de población estratégicos; la descongestión de las zonas metropolitanas; la coordinación y concertación de la inversión pública y privada; la prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanos en los centros de población, así como la participación social en los asentamientos humanos, entre otros aspectos”.

En el Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio (PNDUyOT) 2001–2006 se contemplan las acciones dirigidas a mejorar los sistemas de prevención-alarma; la elaboración de planes de contingencias y organización de la sociedad para su aplicación: el desarrollo de estudios territoriales y urbanos de riesgo, la elaboración y aplicación de planes y reglamentos de control y uso del suelo; el estudio, planeación, proyecto, gestión y ejecución de obras de infraestructura para protección y control ante fenómenos que originan desastres.

A partir del año 2003, con el Programa Hábitat, la SEDESOL propone, además de contribuir a superar la pobreza urbana y mejorar el hábitat popular, hacer de las ciudades y sus barrios espacios ordenados, seguros y habitables, mediante acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad de los hogares y mejorar la infraestructura frente a peligros de

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



origen natural. Es a través de la Modalidad de Ordenamiento del Territorio y Mejoramiento Ambiental que a partir de este 2004, se pretende fortalecer los esfuerzos de prevención de desastres en las zonas urbano-marginadas mediante el impulso de seis tipos de acciones:

- a) La elaboración de Estrategias para la prevención de desastres, que incluyen atlas de riesgos naturales a nivel ciudad y estudios y mapas de riesgo;
- b) la elaboración de propuestas para ordenar el uso del suelo con fines de prevención;
- c) acciones de educación y sensibilización para la prevención de desastre;
- d) la realización de obras de mitigación que contribuyan a reducir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos frente a amenazas de origen natural;
- e) la reubicación de familias asentadas en zonas de riesgo no mitigable; y
- f) apoyos a viviendas en situación de emergencia mediante el aprovisionamiento de enseres domésticos básicos.

Por otro lado, de acuerdo a la guía rápida de los programas de la Secretaría de Desarrollo Social también se mencionan que el programa Hábitat tiene entre sus modalidades, una que consideramos de especial interés para la elaboración de los Atlas de peligros naturales:

“Mejoramiento del Entorno Urbano: apoya acciones para introducir, ampliar o mejorar la infraestructura y los servicios urbanos básicos en los asentamientos precarios e integrarlos a la ciudad; mejorar el entorno ecológico; reducir la vulnerabilidad de la población en zonas e inmuebles de riesgo frente a amenazas de origen natural; fortalecer la provisión o rehabilitación del equipamiento y mobiliario urbanos; apoyar la protección, conservación o revitalización de los Centros Históricos y, en general, contribuir a conservar y mejorar la imagen urbana”. (Sedesol, 2007).

Los primeros antecedentes de mapas de riesgos o peligros para Minatitlán se presentan en el Atlas Estatal de Riesgos que publicó en el año 2002, la Subsecretaría de Protección Civil dependiente de la Secretaría de Seguridad Pública del Gobierno del Estado de Veracruz donde también se mencionan algunos peligros del Municipio de Minatitlán como: riesgo sísmico, riesgo de inundación, sequía, granizo, peligro por el impacto de huracanes, temperaturas máximas, ductos, líneas de alta tensión y epidemias.

Más recientemente, el Centro Nacional de Prevención de Desastres ha publicado el Atlas Nacional de Riesgos donde se señalan algunos peligros para la zona, obviamente al ser un estudio a nivel país la escala es poco más pequeña y puntualiza en menor grado a nivel municipal pues es un sistema de información geográfica que no cuenta con un texto que complemente la información cartográfica, los peligros que se mencionan a nivel estatal.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



MARCO CONCEPTUAL

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



MARCO CONCEPTUAL

Conceptos básicos sobre peligros, riesgos, desastres, prevención y mitigación

El tema del riesgo dentro de la prevención de desastres ha sido tratado y desarrollado por diversas disciplinas que han conceptualizado sus componentes de manera diferente, aunque en la mayoría de los casos de manera similar. Un punto de partida es que los riesgos están ligados a actividades humanas. La existencia de un riesgo implica la presencia de un agente perturbador (fenómeno natural o generado por el hombre) que tenga la probabilidad de ocasionar daños a un sistema afectable (asentamientos humanos, infraestructura, planta productiva, entre otros) en un grado tal, que constituye un **desastre**. Así, un movimiento del terreno provocado por un sismo no constituye un riesgo por sí mismo. Si se produjese en una zona deshabitada, no afectaría ningún asentamiento humano y por tanto, no produciría un desastre.

En términos cualitativos, se entiende por **Riesgo** la probabilidad de ocurrencia de daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores. La probabilidad de ocurrencia de tales eventos en un cierto sitio o región constituye una amenaza, entendida como una condición latente de posible generación de eventos perturbadores.

El **Peligro** se define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo de tiempo y en un sitio dado. Para el estudio de los peligros, es importante definir los fenómenos perturbadores mediante parámetros cuantitativos con un significado físico preciso que pueda medirse numéricamente y ser asociado mediante relaciones físicas con los efectos del fenómeno sobre los bienes expuestos. En la mayoría de los fenómenos pueden distinguirse dos medidas, una de magnitud y otra de intensidad.

La forma más común de representar el carácter probabilístico del fenómeno es en términos de un **periodo de retorno** (o de recurrencia), que es el lapso que en promedio transcurre entre la ocurrencia de fenómenos de cierta intensidad. El concepto de periodo de retorno, en términos probabilísticos, no implica que el proceso sea cíclico, o sea que deba siempre transcurrir cierto tiempo para que el evento se repita.

La **Vulnerabilidad** se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas. En términos generales pueden distinguirse dos tipos: la vulnerabilidad física y la vulnerabilidad social.

La primera es más factible de cuantificarse en términos físicos, por ejemplo la resistencia que ofrece una construcción ante las fuerzas de los vientos producidos por un huracán, a diferencia de la segunda, que puede valorarse cualitativamente y es relativa, ya que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, así como el grado de preparación de las personas.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



La **vulnerabilidad física** se expresa como una probabilidad de daño de un sistema expuesto y es normal expresarla a través de una función matemática o matriz de vulnerabilidad con valores entre cero y uno. Cero implica que el daño sufrido ante un evento de cierta intensidad es nulo, y uno, implica que este daño es igual al valor del bien expuesto. De dos bienes expuestos uno es más vulnerable si, ante la ocurrencia de fenómenos perturbadores con la misma intensidad, sufre mayores daños.

La **Exposición o Grado de Exposición** se refiere a la cantidad de personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio y que son factibles de ser dañados. Por lo general se le asignan unidades monetarias puesto que es común que así se exprese el valor de los daños, aunque no siempre es traducible a dinero. En ocasiones pueden emplearse valores como porcentajes de determinados tipos de construcción o inclusive el número de personas que son susceptibles a verse afectadas.

El grado de exposición es un parámetro que varía con el tiempo, el cual está íntimamente ligado al crecimiento y desarrollo de la población y su infraestructura. En cuanto mayor sea el valor de lo expuesto, mayor será el riesgo que se enfrenta. Si el valor de lo expuesto es nulo, el riesgo también será nulo, independientemente del valor del peligro. La exposición puede disminuir con el alertamiento anticipado de la ocurrencia de un fenómeno, ya sea a través de una evacuación o inclusive evitando el asentamiento en el sitio.

Una vez que se han identificado y cuantificado el peligro, la vulnerabilidad y el grado de exposición para los diferentes fenómenos perturbadores y sus diferentes manifestaciones, es necesario completar el análisis a través de escenarios de riesgo, o sea, representaciones geográficas de las intensidades o de los efectos de eventos extremos. Esto resulta de gran utilidad para el establecimiento y priorización de acciones de mitigación y prevención de desastres. Ejemplos de escenarios de peligro son la representación de los alcances de una inundación con los tirantes máximos de agua que puede tener una zona; distribución de caída de ceniza consecuencia de una erupción volcánica; la intensidad máxima del movimiento del terreno en distintos sitios debido a un sismo. Ejemplos de escenarios de riesgos serían el porcentaje de viviendas de adobe dañadas para un sismo de determinada magnitud y epicentro, el costo de reparación de la infraestructura hotelera por el paso de un huracán, el número de personas que podrían verse afectadas por el deslizamiento de una ladera inestable, entre otros.

Mitigación y Prevención: basado en la identificación de riesgos, consiste en diseñar acciones y programas para mitigar y reducir el impacto de los desastres antes de que éstos ocurran. Incluye la implementación de medidas estructurales y no estructurales para reducción de la vulnerabilidad o la intensidad con la que impacta un fenómeno: planeación del uso de suelo, aplicación de códigos de construcción, obras de protección, educación y capacitación a la población, elaboración de planes operativos de protección civil y manuales de procedimientos, implementación de sistemas de monitoreo y de alerta temprana, investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de mitigación, preparación

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



para la atención de emergencias (disponibilidad de recursos, albergues, rutas de evacuación, simulacros, entre otros). (CENAPRED, 2006)

Análisis e identificación de peligros naturales

Los peligros naturales aquí tratados fueron identificados e interpretados por especialistas así como integrados en un grupo interdisciplinario para su representación temática en mapas específicos de identificación de riesgo en zonas urbanas. Esta actividad es muy importante porque de ella deriva la proposición de modelos de zonificación de riesgos a nivel municipal y en zonas urbanas que son el soporte para la toma de decisiones en regiones donde los riesgos son mitigables en donde se propondrá obras de infraestructura, proyectos de crecimiento urbano, cambios de uso de suelo, entre otros.

Asociado a lo anterior, la localización y representación cartográfica de estos peligros, permitirá a las autoridades involucradas en la elaboración de los Atlas, disponer de información valiosa, útil para la toma de decisiones en la protección de la ciudadanía y en la Ordenación Territorial, dentro del Programa Hábitat de Sedesol. Estos estudios, también se enfocan a motivar el cambio para que la protección civil no sea reactiva, sino preventiva.

El uso de nuevas tecnologías de informática actualmente disponibles, permitió disponer de información de peligros y riesgos de una manera más rápida dentro de un Sistema de Información Geográfica (Sedesol, 2004).

Zonificación de peligros naturales

A partir del análisis e identificación de los peligros naturales, es factible definir o delimitar áreas de mayor o menor incidencia mediante el uso de tecnologías como la percepción remota (uso y manejo de imágenes de satélite), el sistema de posicionamiento global (GPS), los sistemas de información geográfica (SIG) y los manejadores de base de datos. La consideración de todos estos elementos permite establecer una zonificación de los peligros con miras a proponer acciones y medidas preventivas y de mitigación concretas.

Con la identificación de los peligros y su interpretación, la información temática debe cruzarse con la traza urbana al nivel de calles, de manzanas, predios o al menos al nivel de colonias y barrios para definir una microzonificación. Esta última es un proceso de análisis al que se pretende llegar en análisis posteriores, mediante la definición de áreas más pequeñas o con mayor detalle en cuanto a la ubicación de zonas de riesgo potencial (Cenapred, 2001) y el grado de afectación de las zonas urbanas, las vidas humanas, los bienes y los servicios.

El procedimiento general consiste en integrar un tema de peligro del que se tiene una variable discreta o atributo específico y luego regionalizar dicha variable en una zona o

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



región denominada zonificación de riesgo. La zonificación es sobrepuesta digital o analógicamente con la traza urbana.

El propósito de la zonificación es apoyar el diseño de los programas de desarrollo urbano y los programas y estrategias de prevención de desastres y mitigación de riesgos.

Aunado a lo anterior, la identificación y zonificación de peligros naturales propuesta en esta Guía, pretende ser la base para la delimitación de las Zonas de Riesgo Mitigable y No Mitigable, partiendo de considerar el riesgo como mitigable cuando su reducción o minimización aparece como un proceso factible o alcanzable, mediante la ejecución de medidas de prevención definidas según sea el caso; en tanto que las áreas de riesgo no mitigable representan espacios donde el asentamiento humano no debe permitirse, dado que cualquier medida de mitigación es físicamente inadmisibles o financieramente inviable.

Los riesgos son mitigables cuando se conocen las características de los peligros naturales y antropogénicos y de cómo éstos llegan a afectar en una zona urbana bajo un riesgo potencial. Para llegar a la identificación de zonas de riesgos mitigables y no mitigables es necesario integrar información temática y específica en un medio que permita su análisis, su consulta rápida, que proporcione las bases, tener argumentos sólidos para proponer acciones como son las propuestas de obras de ingeniería, arquitectura, programas de apoyo económico, social, planes y programas de apoyo a la vivienda.

En cuanto a las zonas de riesgo no mitigables, se debe tener la propuesta de acciones en donde no se debe permitir el crecimiento urbano en el futuro, proponer los cambios de uso de suelo y proponer acciones como reforestación, obras de remediación, entre otras. También es importante que en la definición de la zonificación se considere la estadística histórica de los eventos y los efectos de desastre que se han generado con la finalidad de tener un argumento más de análisis en la definición de zonas de riesgo mitigable y no mitigable.

En resumen, la zonificación es un procedimiento de análisis de todos los temas de riesgo con respecto al grado de afectación al nivel de la traza urbana y la definición de zonas en donde los riesgos son mitigables, con la propuesta de obras y acciones para contribuir a la mitigación de desastres (Sedesol, 2004).

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



DISEÑO DE CARTOGRAFIA BASE Y TEMÁTICA

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



DISEÑO DE CARTOGRAFÍA BASE Y TEMÁTICA

Formato cartográfico

El formato cartográfico para la realización del Atlas de Peligros del Municipio de Minatitlán es el empleado por las distintas dependencias tanto del nivel Estatal como del nivel Federal. También se han empleado las distintas cartas temáticas digitales del Sistema Cartográfico Nacional del INEGI en su escala 1:50,000 y para algunas cartas temáticas específicas una escala 1:250,000 así como para trazas urbanas escala 1:5000.

Proyección cartográfica

La proyección cartográfica empleada para este trabajo son las Coordenadas Universal Transversa de Mercator con las siguientes características:

Unidades en metros
Datum WGS84
Elipsoide de Clark 1866
Zona 15 Norte

Escala del proyecto

La escala de trabajo para el ingreso de información básica es 1:50,000 o mayor, como 1:5,000 tal es el caso de la información que tiene la definición de calles y manzanas. La escala de salida es la que el usuario determine en el equipo de impresión y/o por el tamaño de papel. Se han realizado distintos levantamientos de rasgos de la ciudad de Minatitlán con el uso de sistemas de geoposicionamiento global (GPS) y los cuales fueron convertidos a formatos shapefile.

Estructura cartográfica

La estructura cartográfica es la base para la representación de la información espacial del proyecto que comprende el caneva, la cuadrícula y la gradícula. Sobre de ella se definen los temas y se construyen de acuerdo al tipo de elementos gráficos requeridos como son puntos, líneas, polígonos o celdas. Una vez construidos cada mapa temático tienen una estructura de sus atributos y en su conjunto conforman una base de datos de acuerdo a la estructura de un sistema de información geográfica (SEDESOL, 2004).

Caneva

El caneva es el límite de la carta topográfica dentro de la cual se encuentra el Municipio de Minatitlán que para el caso fueron las cartas E15A8A, E15C15, E15C16, E15C25, E15C26, E15C35 y E15C36.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



Cuadrícula

La cuadrícula es una subdivisión regular de la superficie dentro del cuerpo de una carta topográfica y consiste de líneas paralelas que están separadas cada 10,000 metros en X y 10,000 metros en Y. Para su definición utiliza el datum WGS84 y elipsoide de Clarke 1886. Para las cartas que integran el Municipio de Minatitlán se tienen seis líneas en X y nueve líneas en Y. Se representa con una línea sólida en color azul oscuro, con el atributo de su longitud en metros.

Gradícula

La gradícula para el Municipio de Minatitlán consiste de ocho marcas en X y diez marcas en Y, para hacer un total de 80 puntos. La simbología es de una cruz de color rojo. Los atributos asociados a cada punto son: coordenada X y coordenada Y en grados, minutos y segundos. (Figura CBT01).

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

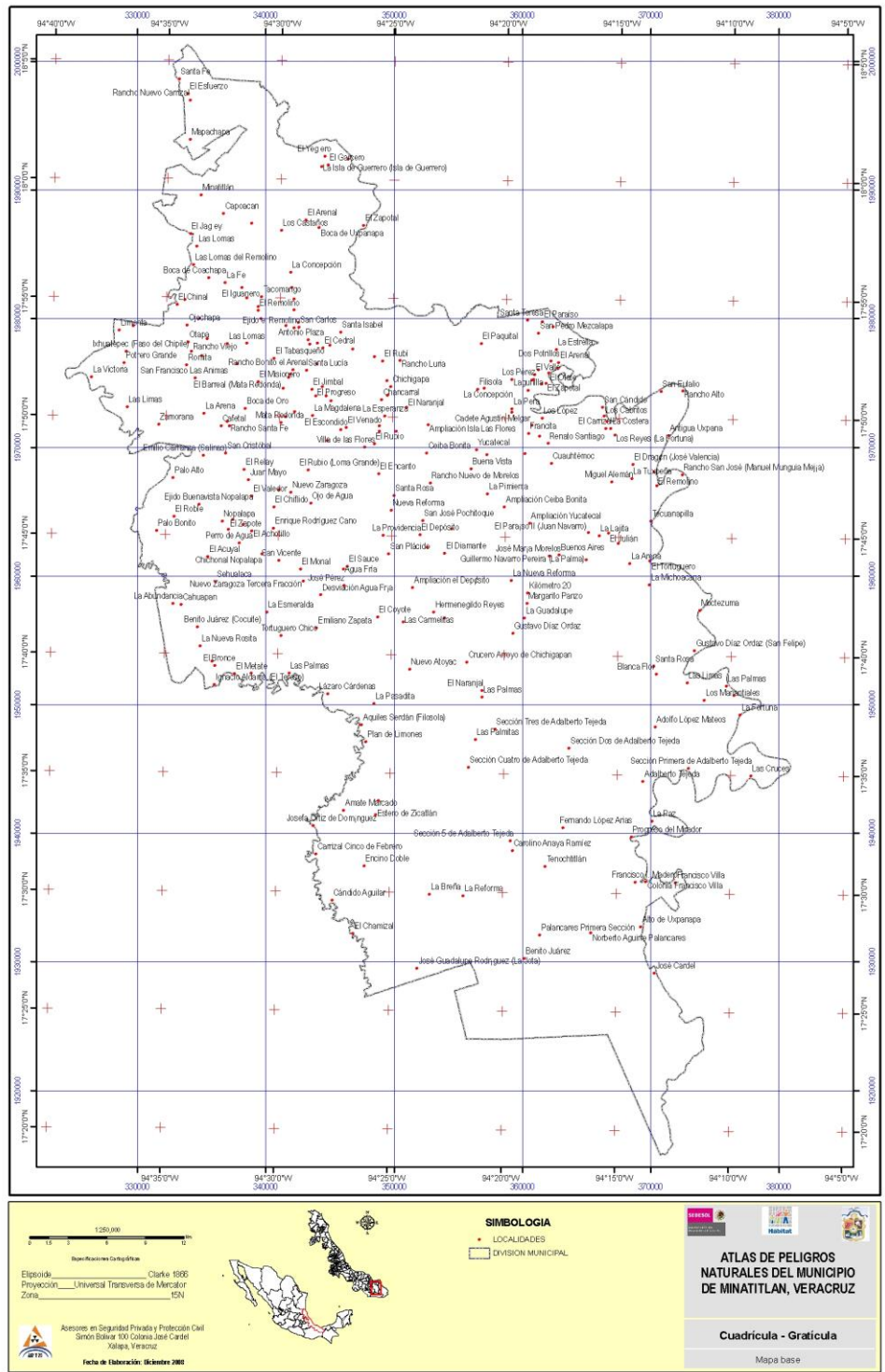


Figura CBT01. Estructura Cartográfica del Proyecto, comprende la cuadrícula y la gradícula.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



Fisiografía

En este apartado se describen las provincias fisiográficas y las unidades de paisaje, que se relacionan con los elementos formadores del medio físico, geomorfología y características climáticas.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

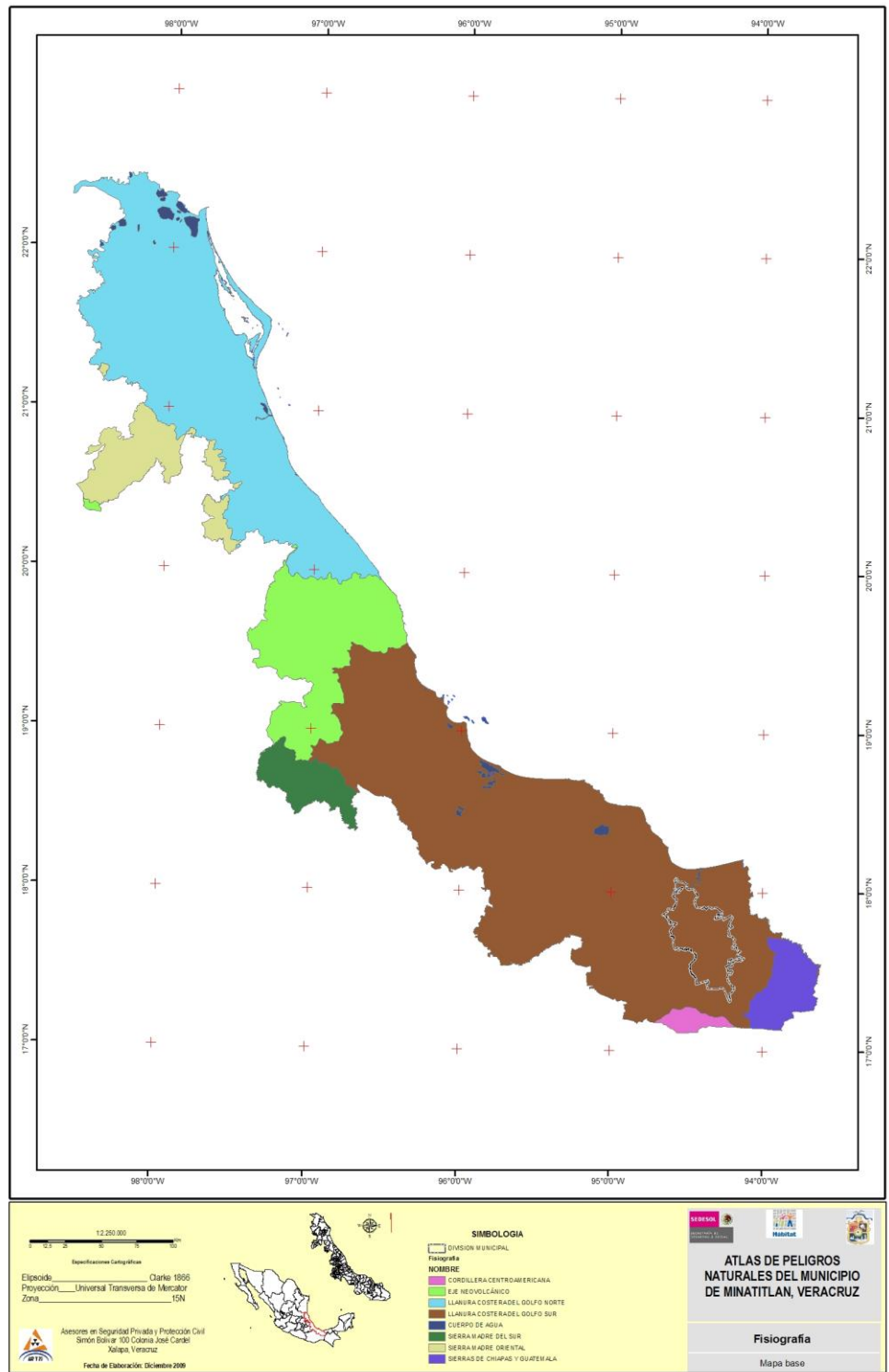


Figura C1. Provincias Fisiográficas de Veracruz.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



El Municipio de Minatitlán se encuentra totalmente contenido en la Provincia Llanura Costera del Golfo Sur, Subprovincia Llanura Costera Veracruzana. (Figura C1)

La Llanura Costera del Golfo Sur es de fuerte aluviamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país, que la atraviesan para desembocar en el sector sur del Golfo de México. La mayor parte de su superficie está muy próxima al nivel del mar y cubierta de material aluvial, donde es común encontrar extensas superficies bajas sujetas a inundación.

La Subprovincia de la Llanura Costera Veracruzana, se divide en tres grandes regiones: los sistemas de lomeríos del oeste, la llanura costera aluvial y los sistemas de lomeríos del sur y sureste.

Los sistemas de topofomas del oeste inician desde la Sierra de Chiconquiaco y constan de lomeríos tendidos con cañadas. Tales cañadas tienen una disposición radial y se aproximan a la costa, a la altura del puerto de Veracruz. Aproximadamente a partir de Tierra Blanca los lomeríos son muy suaves, asociados con llanuras amplias. La llanura aluvial es angosta en el norte, con una importante área alargada de dunas costeras cerca del puerto de Veracruz. Se ensancha en forma considerable a la altura de Boca del Río, donde desemboca el Atoyac. La llanura del Papaloapan y sus afluentes es también amplia, sufre inundaciones frecuentes en el sur, en tanto que en el norte, en la confluencia de los ríos Tesechoacán y San Juan con el Papaloapan, hay áreas de inundación permanente. El segundo sistema de lomeríos queda al sur de la discontinuidad de la Sierra de Los Tuxtlas. Son lomeríos suaves con materiales aluviales, casi todo menores de 100 msnm, la llanura del río Coatzacoalcos con inundaciones frecuentes es la de mayor extensión.

Paisaje y provincias fisiográficas

Los paisajes actuales del Estado de Veracruz se han desarrollado en el contexto de su posición geográfica, de su evolución geológica y geomorfológico, así como de sus características climáticas, y están determinados fundamentalmente por la interacción del relieve, la vegetación, los complejos de sedimentos y la intensidad de los procesos hidrodinámicos, así como por las actividades socio-económicas llevadas a cabo históricamente en este territorio. Esta interacción se manifiesta en una gran heterogeneidad de los complejos territoriales naturales, los cuales proporcionan una pluralidad de hábitats, aspecto que hace del Estado de Veracruz unos de los más biodiversos de la República Mexicana.

Las grandes unidades del paisaje han sido homologadas a las provincias fisiográficas de INEGI (1988). En la Tabla C1, se presentan las clases que conforman la Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur que está integrada por 85 paisajes, de los cuales 34 son naturales, 12 secundarios y 39 transformados.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Tabla C1. Provincia Llanura Costera del Golfo Sur y tipos de paisajes.

Clase	Subclase	Paisajes				
		Natural		Secundario	Transf.	Totales
I ₁ . Montañas de laderas abruptas de alturas relativas superiores a 600 m. Relieve modelado de disección plioceno-cuaternario.	2	No.	2	1	2	5
		%	40	20	40	100
		Km ²	416	44	173	633
I ₂ . Lomeríos de relieve modelado de disección del cuaternario.	5	No.	10	6	18	34
		%	29	18	53	100
		Km ²	1613	4027	10725	16365
I ₃ . Lomeríos formados por procesos acumulativos endógenos.	2	No.	2	1	2	5
		%	40	20	40	100
		Km ²	311	78	195	584
I ₄ . Valles	1	No.	1	1	4	6
		%	16	16	67	100
		Km ²	44	61	503	609
I ₅ . Planicies bajas formadas en el cuaternario.	1	No.	19	3	13	35
		%	54	9	37	100
		Km ²	3011	2713	6387	12111
Totales:	11	No.	34	12	39	85
		%	40	14	46	100
		Km ²	5396	6923	17983	30302

Llanura Costera del Golfo Sur

Esta provincia comprende una superficie de 30302 km². Dentro de ella se distinguen 5 clases, 11 subclases y 85 tipos de paisajes. De éstos, 34 corresponden a paisajes naturales (18% de la superficie total), 12 son secundarios (22%) y 39 están transformados por la acción antropogénica (59%). Las clases de paisajes presentes en esta provincia son las siguientes:

I 1. Montañas de laderas abruptas de alturas relativas superiores a 600m y relieve modelado de disección plioceno-cuaternario. Tienen como rasgo distintivo la presencia de acumulaciones de andesita basalto y flujos piroclásticos. Los paisajes naturales (40%) están tipificados por selvas pennifolias que se desarrollan en climas cálidos y semicálido

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



húmedos. Un 20% se consideran secundarios derivados de la formación antes mencionada y el 40% están dedicados a la agricultura.

I 2. Lomeríos de relieve modelado de disección del cuaternario. El 29% se considera como naturales caracterizados por diferentes comunidades tales como selva pennifolia, sabanas, popales y palmares, que se desarrollan bajo diferentes climas como son el cálido húmedo, el cálido subhúmedo y el semicálido húmedo. El 18% de los tipos de paisajes son secundarios, mientras que el 53% son paisajes transformados por prácticas agrícolas y pecuarias.

I 3. Lomeríos formados por proceso acumulativos endógenos. El 40% pertenece a paisajes naturales, dada por la presencia de selva perennifolia que aparece tanto en condiciones de clima cálido húmedo como semicálido húmedo. El 20% de los paisajes son secundarios, mientras el 40% son transformados.

I 4. Valles. Dentro de estos complejos la actividad antrópica ha sido considerable, ya que sólo queda un 16% de paisajes naturales, otro 16% son secundarios y el 67% corresponden a paisajes transformados fuertemente por la agricultura y la ganadería.

I 5. Planicies bajas formadas en el cuaternario. Se destacan varios ecosistemas naturales como selvas pennifolia, subperennifolia y caducifolia, manglares, sabanas, vegetación de dunas costeras, tulares y popales.

En la figura C2, se presentan los diferentes tipos de paisaje de la Provincia de la Llanura Costera del Golfo Sur.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

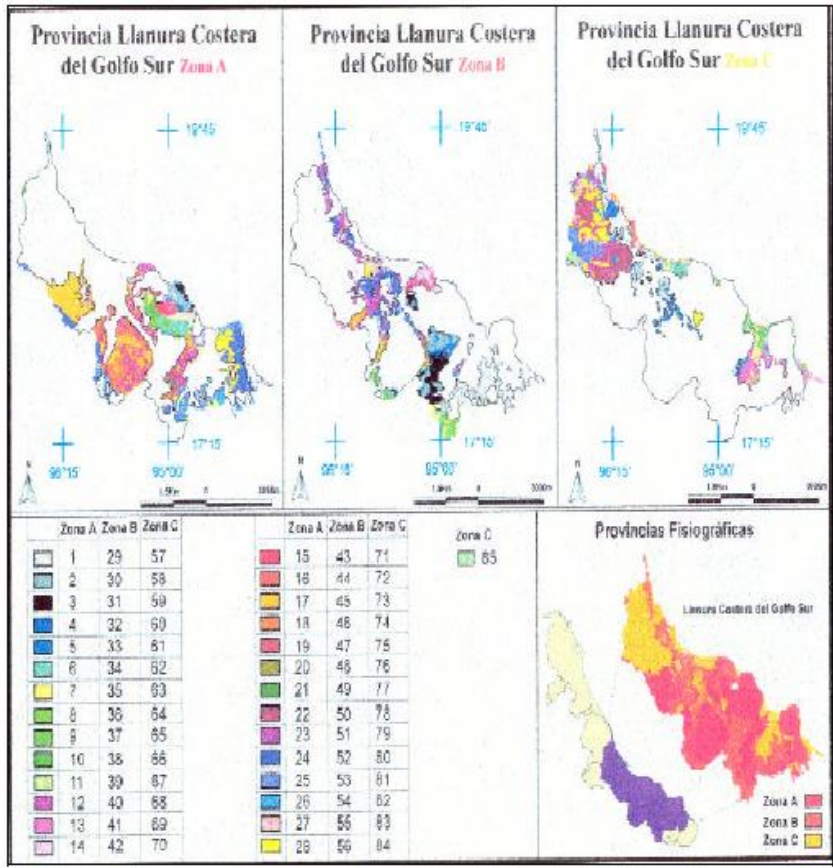


Figura C2. Se clasifican 85 tipos de paisajes que corresponden a la Llanura Costera del Golfo Sur.

Geología

En esta sección se describen las unidades geológicas del Municipio, la geología histórica y la estratigrafía. En la figura C3, se presenta el mapa de Geología Superficial, donde se añaden también las fallas y fracturas.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

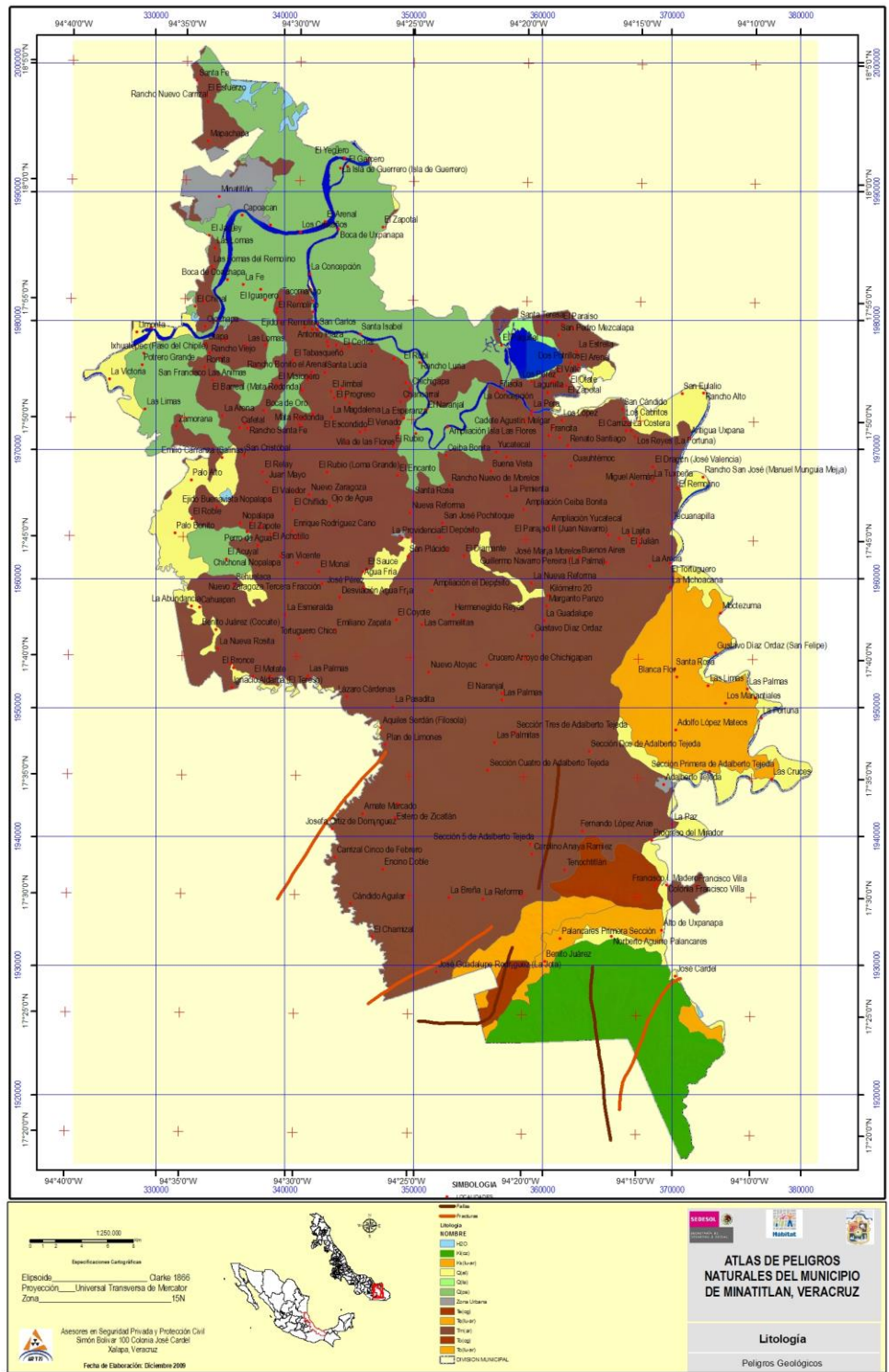


Figura C3. Geología Superficial.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Geología superficial

Las unidades identificadas son:

Calizas (cz): Son rocas sedimentarias, constituidas principalmente por carbonato de calcio provenientes de conchas.

Arenisca (ar): Es un tipo de roca sedimentaria. Las partículas constituyentes son visibles sin aumento, pero, en su mayoría, son más pequeñas de 2mm de diámetro. Con frecuencia están cementadas con carbonato de calcio o sílice y cantidades menores de óxidos de hierro lo cual le otorga a la roca color rojo, café o amarillo. Algunos tipos de arenisca son muy resistentes y se han utilizado ampliamente como roca para construcción.

Lutitas-areniscas (lu-ar): Son rocas sedimentarias alternándose la lutita y la arenisca. La lutita está formada principalmente por partículas microscópicas de limo y arcilla. Las capas de lutitas consisten de finas láminas y se pueden separar fácilmente a lo largo de superficies muy poco espaciadas. Dependiendo del contenido de materia orgánica, de óxidos de hierro y de pequeñas cantidades de otros elementos, las lutitas presentan una variedad de colores incluyendo al negro, púrpura, rojo, café, verde, gris.

Conglomerado (cg): Son rocas clásticas terrígenas y los fragmentos de grava constituyen la fracción predominante de los conglomerados y brechas. Se pueden identificar estas rocas clásticas de grano grueso por la redondez de los fragmentos de grava.

Aluvial (al): Se encuentra en la capa superficial del suelo y es sedimento que ha sido transportado y depositado por las corrientes.

Lacustre (la): Son sedimentos característicos de regiones con cuerpos de agua.

Palustre (pa): Son sedimentos característicos de zonas pantanosas.

Geología histórica

Las rocas sedimentarias aparecen expuestas desde las más antiguas a las más jóvenes de sur a norte, lo que es una evidencia de las condiciones regresivas del mar con cortos períodos transgresivos. Las grandes masas salinas de esta cuenta debieron obedecer a la existencia de un depósito de agua en un mar cerrado, sujeto a intensa evaporación, quizá durante el Triásico, que dio lugar a que se depositaran grandes cantidades de evaporitas las que posteriormente conformaron en domos salinos o en otras formas de levantamientos. Desde el punto de vista petrolero, las condiciones estructurales resultantes en la Cuenca Salina, revisten gran importancia ya que todas las acumulaciones de hidrocarburos descubiertas dentro de ella están íntimamente relacionadas a estas estructuras; así mismo son importantes desde el punto de vista azufrero ya que sobre el casquete de algunos domos se explotan considerables cantidades de este mineral (Pérez, 1959)

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Columna estratigráfica

La exploración geológica ha sido realizada principalmente por PEMEX, para la región de Minatitlán, se describe la columna estratigráfica del campo Ogarrío, que está localizado a 50km al Este de la zona urbana del Municipio de Minatitlán, a pesar de la distancia estas unidades pueden ser correlacionables con las características encontradas en el Municipio. La secuencia estratigráfica característica se presenta en la figura C4 (Pérez, 1959).

PERIODO	FORMACION	
Reciente		
Pleistoceno		
Mioceno	Superior	Cedral Agueguexquite
	Medio	Paraje Solo Filisola
	Inferior	Concepción Superior Concepción Inferior Encanto
Oligoceno	Superior	Cong. Nanchital
	Inferior	La Laja Lutitas Nanchital Cong. Uzanapa
Cretácico	Superior	Mendez
	Medio	Calizas Sierra Madre
	Inferior	Caliza Chinameca
Jurásico		
Triásico		Formación Salina
Paleozoico (?)		Pizarras y Esquistos
Basamento		Granito

Figura C4. Columna Estratigráfica.

Reciente

El material del Reciente está formado por una capa de suelo con espesor del orden de un metro, inmediatamente debajo de la cual se encuentra la formación Cidral.

Formación Cidral

Tiene un espesor aproximado de 500 metros, y se encuentra compuesta por depósitos continentales o de agua salobres formados por arenas de cuarzo de grano fino

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



a grueso, de color gris claro, unos con aristas angulosas, otros redondeados y suelen aparecer algunos fragmentos de pirita y de óxido de hierro.

Formación paraje solo

El espesor de esta formación alcanza hasta 500 metros. Está constituida por una serie de cuerpos de arena color gris claro, de grano fino a muy grueso, unos angulosos y otros redondeados; hay intercalaciones delgadas de lutitas carbonosas y restos de plantas. Predominan los granos de cuarzo y en cantidad subordinada se encuentran pirita, óxidos de hierro, lignita y fragmentos de conchas.

Formación filisola

El espesor de esta formación es difícil de precisar, aunque se infiere de 800 metros. Está constituida de arena gris claro con intercalaciones de arenisca calcárea bien cementada y de lutitas suaves, ligeramente arenosas de color gris verdoso.

Formación concepción superior

El espesor de esta formación es de aproximadamente 500 metros. Como se indicó anteriormente, en este campo no se ha podido precisar el contacto entre la formación superyacente y la Concepción Superior, a causa de la escasez e irregularidad de la microfauna determinativa.

Formación concepción inferior

Esta formación tiene un espesor que varía entre 200 y 500 metros. En la mayoría de los casos solo se han encontrado segmentos de ella. Tal variación se debe a los afallamientos que la afectan, lo cual ha dado lugar a que en algunos casos se encuentre en contacto directo con la masa de sal. Petrológicamente predominan las lutitas de color verde oscuro ligeramente arenosas con trazas de yeso, generalmente son plásticas y suelen aparecer lechos delgados de arenisca.

Formación encanto

Esta formación es la que se ha encontrado reposando en la cima de la intrusión salina, con efectos por la ascensión de la sal, de todas las formaciones del Mioceno, por eso que su espesor es muy variable. La potencia máxima es de 800 metros. Petrológicamente la composición consiste de arriba hacia abajo de lutita verde oscuro, es plástica en la parte superior y dura y calcárea hacia la base. Intercalados entre las lutitas aparecen cuerpos arenosos de color gris claro, de grano fino a muy fino y anguloso.

Secciones geológicas

La zona sur de México esta caracterizada por la producción de hidrocarburos, proveniente de las arenas del Mioceno en trampas asociadas a domos salinos. Las secciones sísmológicas determinan el aspecto estructural de los Domos Salinos.

En la parte central de la cuenca, se presentan los campos productores de Tonalá-El Burro, Cuichapa, Arroyo Blanco, La Venta, Ogarrio, entre otros. Los Domos Pajaritos, Tuzantépetl, cercanos a la ciudad de Minatitlán son estructuras salinas que no han tenido producción de hidrocarburos.

Una sección comprendida entre el Río Tonalá y Coatzacoalcos (Figura C5), se presenta la interpretación de la Cima de la Anhidrita en la región, correlacionando este horizonte con las columnas geológicas de algunos pozos en el área (Sánchez, 1975)

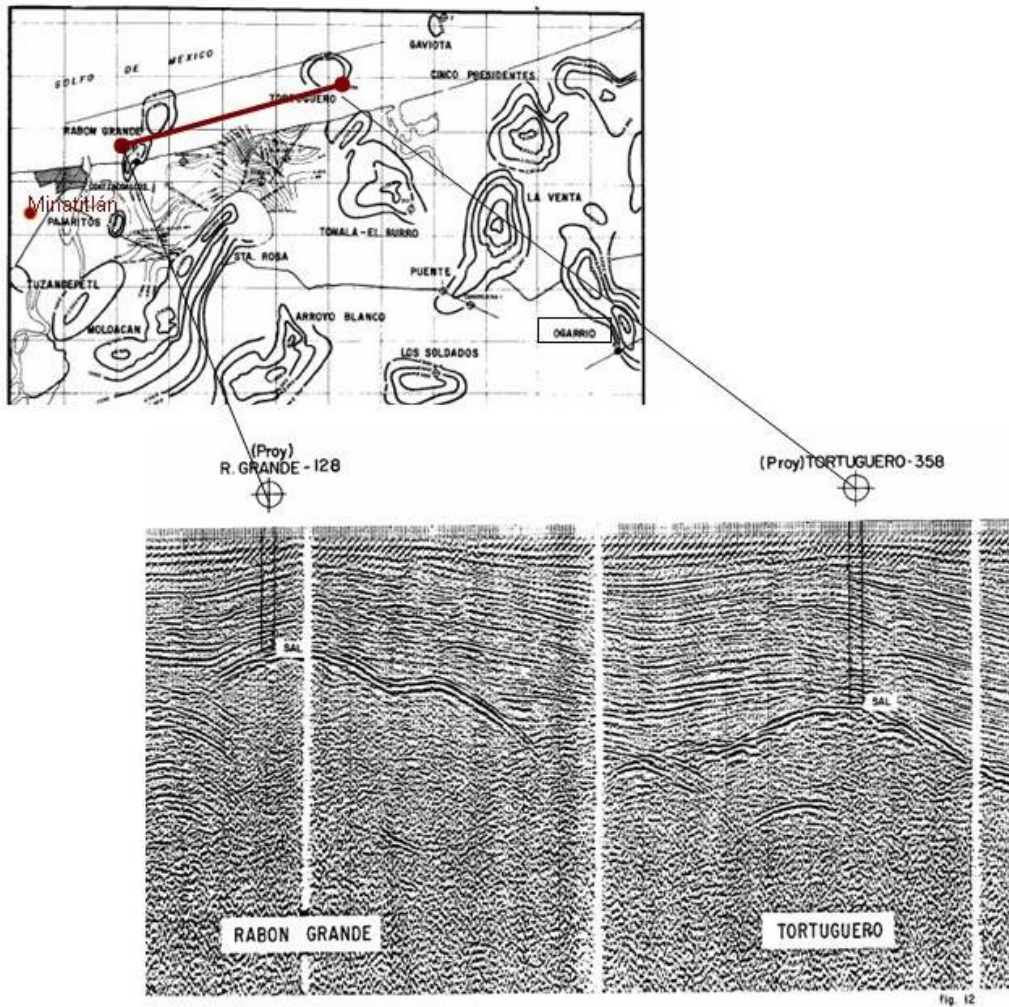


Figura C5. Sección sísmica característica.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Es de interés la sección localizada entre La Venta y Ogarrío (Figura C6), que presenta una estructura con fallamiento y bloques descendentes contra la pendiente de la masa de sal (Pérez, 1959). Es importante remarcar que estas secciones se localizan al Oriente del Municipio de Minatitlán, sin embargo dan un panorama general de las características del subsuelo en esta Región Sur del Estado de Veracruz

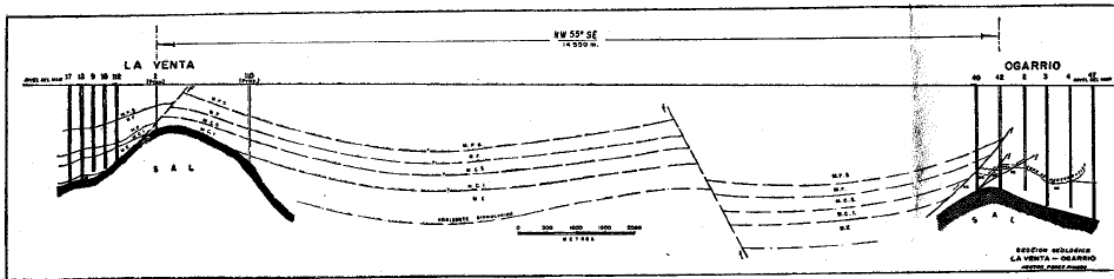


Figura C6. Sección Geológica.

Geomorfología

La Geomorfología describe las principales formas del relieve y se relaciona con la descripción de las formas de la tierra y el análisis de los procesos que las producen. (Robinson, 1990). Estas formas pueden ser positivas como: lomas, cerros, mesas, sierras o negativas como valles y cuencas. El relieve generalmente o en su mayoría se describe en función de las formas del relieve positivas. (Caballero, 2000)

El Municipio de Minatitlán se encuentra en la región de la cuenca salina del Istmo de Tehuantepec. Esta Cuenca se encuentra ocupando una porción de la llanura costera del Golfo, en la que predominan las tierras bajas pantanosas generalmente inundadas y con una vegetación herbácea compuesta principalmente de zacatones y mangles. Las porciones de tierra firme que escasamente sobresalen del nivel del mar, están cubiertas por una vegetación exuberante. Topográficamente, el área es prácticamente plana. Hacia el sur del área se observan algunas elevaciones que constityen las estribaciones del macizo granítico de Chiapas. La principal red fluvial está constituida por el río Coatzacoalcos con sus tributarios Coachapa y Uspanapa y el ríos Tonalá con sus afluentes que son los ríos Zanapa, Tancochapa y el río Blasillo.(Perez, 1959)

Las formas de relieve, conocidas como topofomas, características del Municipio son:

- Llanura aluvial con lomerío: La llanura es una planicie, que se halla cubierta de sedimentos que han sido transportados y depositados por las corrientes de agua. A estos sedimentos se les conoce como aluvión.
- Llanura aluvial Costera Inundable: Los ríos que pasan sobre la llanura desgastan gradualmente los suelos y distribuyen una capa de aluvión, cuando el cauce del río crece por una eventual precipitación y sobrepasa la capacidad hidráulica del cauce, ocasiona una inundación.
- Sierra Baja: Las sierras son formas de relieve positivas.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

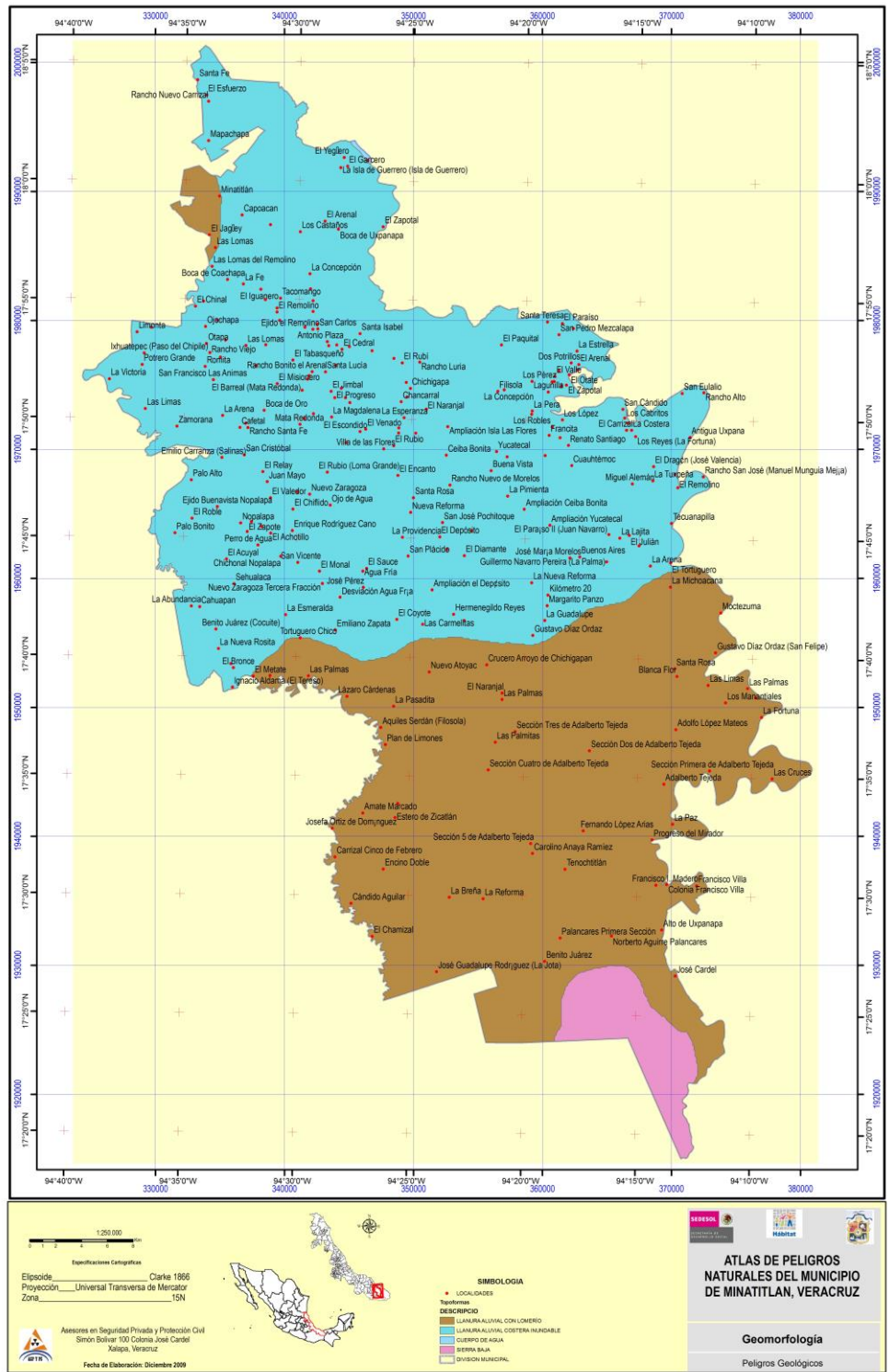


Figura C7. Geomorfología.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Edafología

Los suelos pueden verse como un recurso natural tan importante como el agua dulce. La agricultura se sostiene con el suelo y el agua. Los procesos de formación del suelo e intemperismo son casi los mismos. El suelo es un material que ha sido modificado por procesos de intemperismo y biológicos en tal forma que es capaz de soportar las plantas con sus raíces. La mayoría de los suelos tienden a colocarse en perfiles estratificados, y continúan evolucionando mediante procesos químicos, biológicos y físicos.

La vegetación de la superficie contribuye con importantes sustancias para el suelo. Los procesos orgánicos subsuperficiales, así como la actividad mecánica de los organismos que viven bajo la tierra pueden separar la vegetación degradada en partículas de diferente composición y tamaño de grano. Como resultado de estos procesos formadores de suelo se desarrollan capas de suelo más o menos horizontales. A una secuencia de capas de suelo se le llama perfil del suelo. En la mayoría de los perfiles se distinguen tres zonas. La zona superior, marcada como el horizonte A, es una zona eluviada, por lo general, rica en compuestos orgánicos. El humus orgánico, gris, producido por la degradación de la vegetación, es comúnmente un constituyente importante del horizonte A. El horizonte B es una zona iluviada que se halla casi desprovista de humus. Es rica en los constituyentes lixiviados o eluviados del horizonte A superior. La zona de suelo llamada horizonte C consiste en material madre, ya sea lecho rocoso o regolita, el cual no ha sido estratificado por la acción de los procesos formadores del suelo. (Robinson, 1990)

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

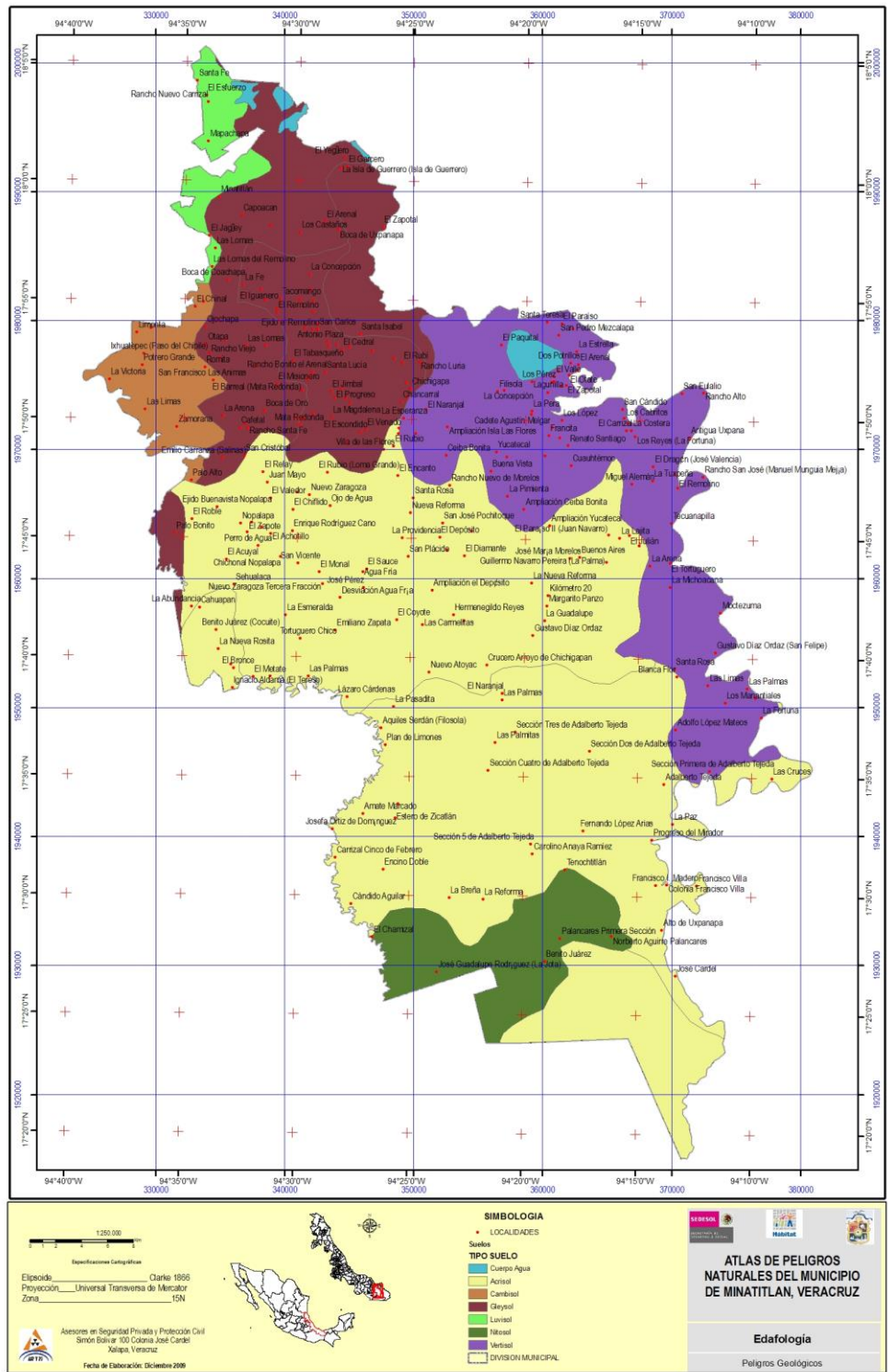


Figura C8. Edafología.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Los tipos de suelo en el Municipio son:

Acrisol: El término Acrisol deriva del vocablo latino “acris” que significa muy ácido, haciendo alusión a su carácter ácido y su baja saturación en bases, provocada por su fuerte alteración. Los acrisoles se desarrollan principalmente sobre productos de alteración de rocas ácidas, con elevados niveles de arcillas muy alteradas, las cuales pueden sufrir posteriores degradaciones. El perfil es del tipo AEBtC. Las variaciones están relacionadas con las condiciones del terreno. Un somero horizonte A oscuro, con materia orgánica poco descompuesta y ácida, suele pasar gradualmente a un E amarillento. El horizonte Bt presenta un color rojizo o amarillento más fuerte que el del E. La pobreza en nutrientes minerales, la toxicidad por aluminio, la fuerte adsorción de fosfatos y la alta susceptibilidad a la erosión, son las principales restricciones a su uso. Los acrisoles se utilizan para cultivos de subsistencia, con una rotación de cultivos parcial. No son muy productivos salvo para especies de baja demanda y tolerantes a la acidez.

Cambisol: El término Cambisol deriva del vocablo latino “cambiare” que significa cambiar, haciendo alusión al principio de diferenciación de horizontes manifestado por cambios en el color, la estructura o el lavado de carbonatos. Los cambisoles se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial. Aparecen sobre todas las morfologías, climas y tipos de vegetación. El perfil es de tipo ABC. El horizonte B se caracteriza por una débil a moderada alteración del material original, por la ausencia de cantidades apreciables de arcilla, materia orgánica y compuestos de hierro y aluminio. Permiten un amplio rango de posibles usos agrícolas.

Gleysol: El término gleysol deriva del vocablo ruso “gley” que significa masa fangosa, haciendo alusión a su exceso de humedad. El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados, principalmente sedimentos de origen fluvial, marino o lacustre. La mineralogía puede ser ácida o básica. Se encuentran en zonas deprimidas o zonas bajas del paisaje, con mantos freáticos someros. La humedad es la principal limitación de los gleysoles, suelen estar cubiertos con una vegetación natural pantanosa.

Luvisol: El término luvisol deriva del vocablo latino “luere” que significa lavar, haciendo alusión al lavado de arcilla de los horizontes superiores para acumularse en una zona más profunda. Los luvisoles se desarrollan principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales. Predominan en zonas llanas o con suaves pendientes de climas templados fríos o cálidos tipo mediterráneo. Cuando el drenaje interno es adecuado, presentan una gran potencialidad para un gran número de cultivos a causa de su moderado estado de alteración y su, generalmente, alto grado de saturación.

Nitisol: El término Nitisol deriva del vocablo latino “nitidus” que significa brillante, haciendo alusión al brillo de sus agregados nuciformes y poliédricos, en el horizonte Nítico. Los Nitisoles se desarrollan sobre productos de alteración de rocas intermedias o básicas, con textura fina, en ocasiones rejuvenecidos con depósitos de cenizas volcánicas. Su arcilla está dominada por caolinita y metahalosita. Son ricos en hierro y muy poca arcilla

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



dispersable en agua. Predominan en zonas llanas a colinadas bajo un bosque húmedo tropical. El perfil es de tipo ABtC. El horizonte B es rojo o pardo rojizo, arcilloso y con una alta estabilidad estructural. Se utilizan para granjas y cultivos. Se consideran suelos fértiles a pesar de su bajo contenido en fósforo asimilable y su baja saturación en bases. Son profundos, estables y con propiedades físicas favorables.

Vertisol: El término vertisol deriva del vocablo latino "vertere" que significa verter o revolver, haciendo alusión al efecto de batido y mezcla provocado por la presencia de arcillas hinchables. El material original lo constituyen sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmectíticas, o productos de alteración de rocas que las generen. Se encuentran en depresiones de áreas llanas o suavemente onduladas. El clima suele ser tropical, semiárido a subhúmedo o mediterráneo con estaciones contrastadas en cuanto a humedad. La vegetación cimácica suele ser de savana, o de praderas naturales o con vegetación leñosa. El perfil es de tipo ABC. La alternancia entre el hinchamiento y la contracción de las arcillas, genera profundas grietas en la estación seca y la formación de superficies de presión y agregados estructurales en forma de cuña en los horizontes subsuperficiales. Los Vertisoles se vuelven muy duros en la estación seca y muy plásticos en la húmeda. El labrado es muy difícil excepto en los cortos periodos de transición entre ambas estaciones. Con un buen manejo, son suelos muy productivos. Referencia de internet (<http://www.unex.es/edafo/FAO/>)

Topografía y planimetría

El Atlas de Peligros considera la información topográfica como un medio para comprender la distribución de los recursos naturales, la actividad humana, la infraestructura y la ubicación espacial de riesgos naturales y antropogénicos. La estructura cartográfica es indispensable para la georeferencia de la información digital y consiste de la altimétrica y la planimétrica que permiten medir formas, tamaños, distancias, ángulos y valores de coordenadas así como valores de perímetros y áreas que se requieren como datos adicionales en la definición de las zonas de riesgo (SEDESOL, 2004).

Curvas de nivel

Las curvas de nivel son las líneas que representan puntos y lugares de la superficie terrestre con la misma altura respecto al nivel medio del mar. Se representa con líneas sólidas de color café y tienen el atributo del valor de la altura cada 20 metros (Figura CBT02 y Figura CBT03).

En el Municipio de Minatitlán las curvas de nivel van desde los 370 hasta el nivel 0 medio del mar fundamentalmente las partes con mayor altitud están hacia el sur del Municipio y las partes bajas o con menos altitud o partes planas están hacia el norte hasta el Municipio de Coatzacoalcos. A nivel de ciudad las altitudes máximas se reportan de 30 metros de acuerdo al Instituto Nacional de Geografía.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

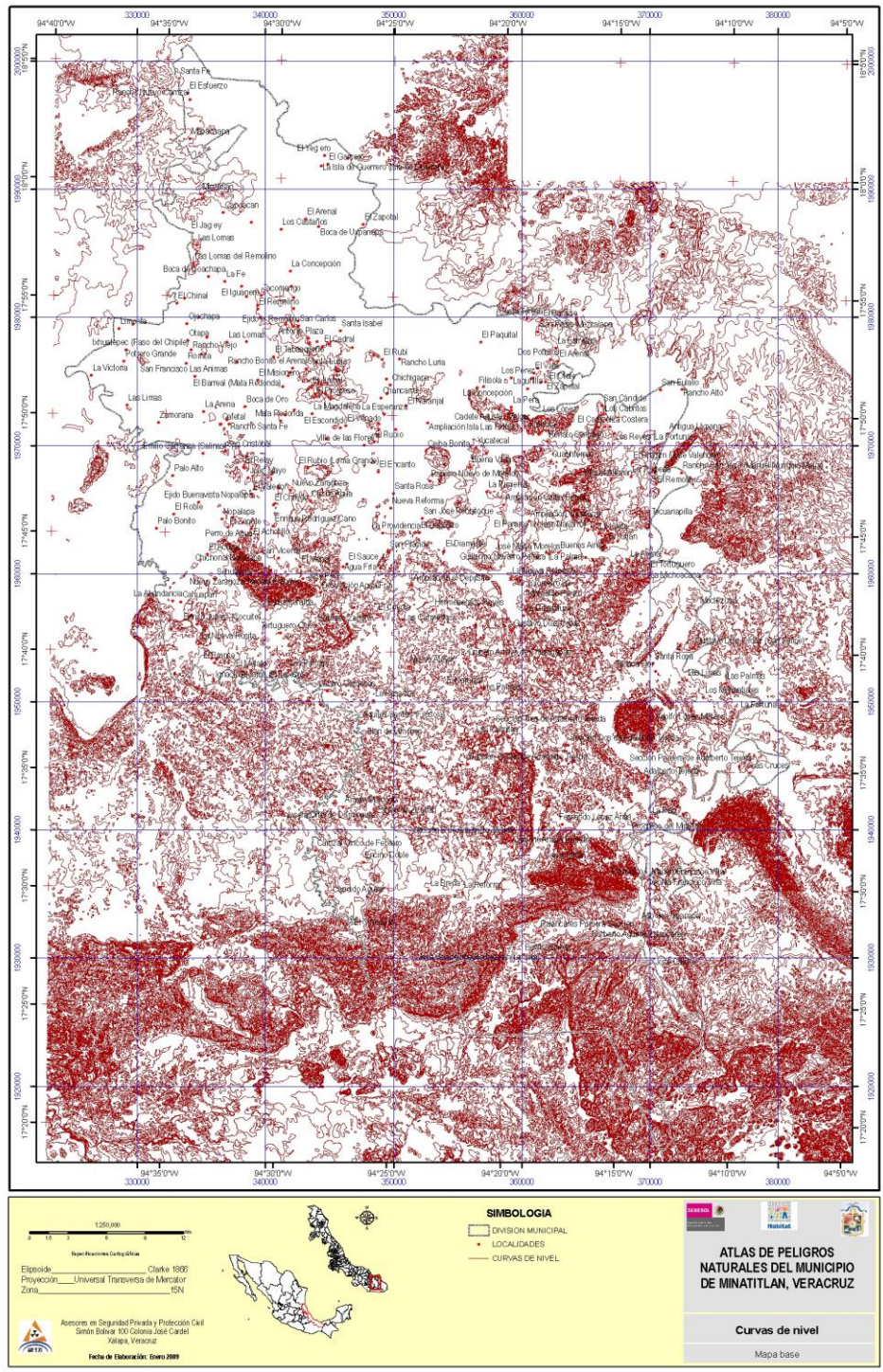


Figura CBT02. Topografía, se indican las curvas de nivel a cada 20 metros para el Municipio de Minatitlán.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

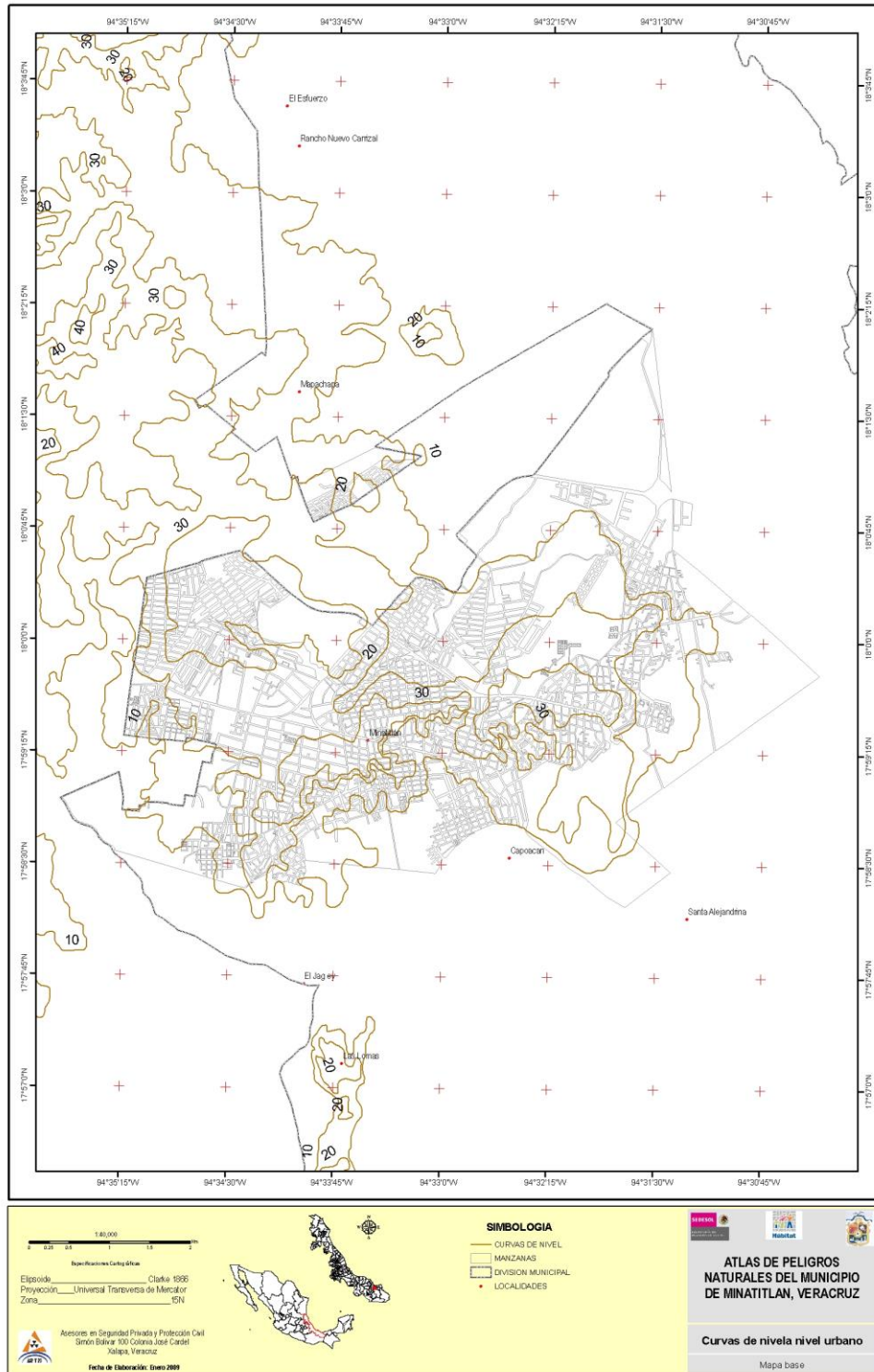


Figura CBT03. Curvas de nivel a cada 20 metros para la Ciudad de Minatitlán, Veracruz.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

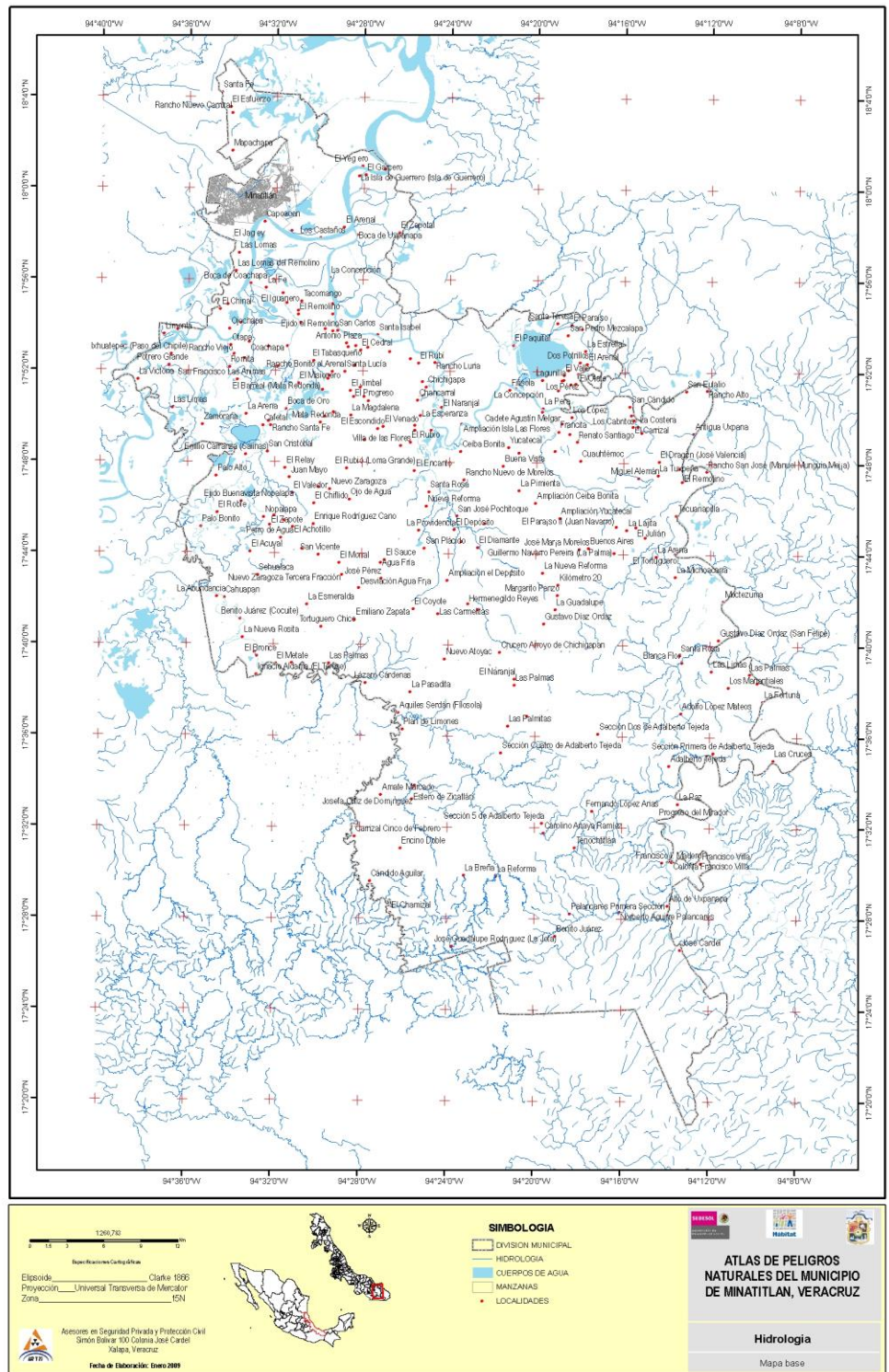


Figura CBT04. Hidrología Superficial del Municipio de Minatitlán.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Carreteras

El Municipio cuenta con dos estaciones de radiodifusora de AM, y 1 de FM se recibe señal de televisión y de cable. Tiene servicio telefónico por marcación automática en la cabecera y 105 localidades con telefonía rural, además de 1 oficina de red telegráfica y personal ocupado 17. Cuenta con 1 Centros Comunitarios digitales e-México en 1 localidades del Municipio. Fuente: Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, INEGI, edición 2008.

Cuenta con 12 usuarios de comunicación privada de onda corta y 2 estaciones radioeléctricas de aficionados. De los suscriptores al servicio de televisión restringida son 3,080.

Oficinas postales	Total
Oficinas	96
Administraciones	1
Sucursales	0
Agencias	4
Expendios	23
Instituciones públicas	66
Mexpost	1
Otras	1

Fuente: Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, INEGI, edición 2008.

El Municipio cuenta con infraestructura de vías de comunicación conformada por 205.66 Km. de carretera al 31 de diciembre del 2007, de los cuales se caracterizaron como Troncal federal pavimentada 35.56, Estatal Pavimentada una longitud de 42.36 y revestida 76.74. En los caminos rurales revestidos 51.00. Fuente: Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, INEGI, edición 2008.

La red carretera al año 2007 se encuentra distribuida de la siguiente manera:

Red carretera	Longitud (kilómetros)
Total en el Municipio	205.66
Troncal federal pavimentada	35.56
Alimentadoras estatales pavimentadas	42.36
Alimentadoras estatales revestidas	76.74
Caminos rurales pavimentados	0.00
Caminos rurales revestidos	51.00

Fuente: Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, INEGI, edición 2008.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



En cuanto a la longitud de la red carretera federal de cuota de acuerdo al tipo de administración se tienen los siguientes datos:

Longitud de la red carretera de cuota	Longitud (kilómetros)
Total en el Municipio	12.6
Federal	12.6
Estatales	0.0
Particular	0.0

Cuenta también con 7 puentes federales, con una longitud de 1,971 metros, a diciembre del 2007.

El parque vehicular al año 2006 se encuentra representado por 27,358 automóviles (1,220 públicos y 26,138 particulares), 448 camiones de pasajeros (328 públicos y 120 particulares), 8,082 camiones y camionetas de carga y 1,036 motocicletas. Los datos se presentan en el siguiente cuadro:

Vehículos de motor	Tipo de servicio		
	Público	Particular	Total
Automóviles	1,220	26,138	27,358
Camiones de pasajeros	328	120	448
Camiones y camionetas para carga	121	7,961	8,082
Motocicletas	0	1,036	1,036

Fuente: Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, INEGI, edición 2008.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

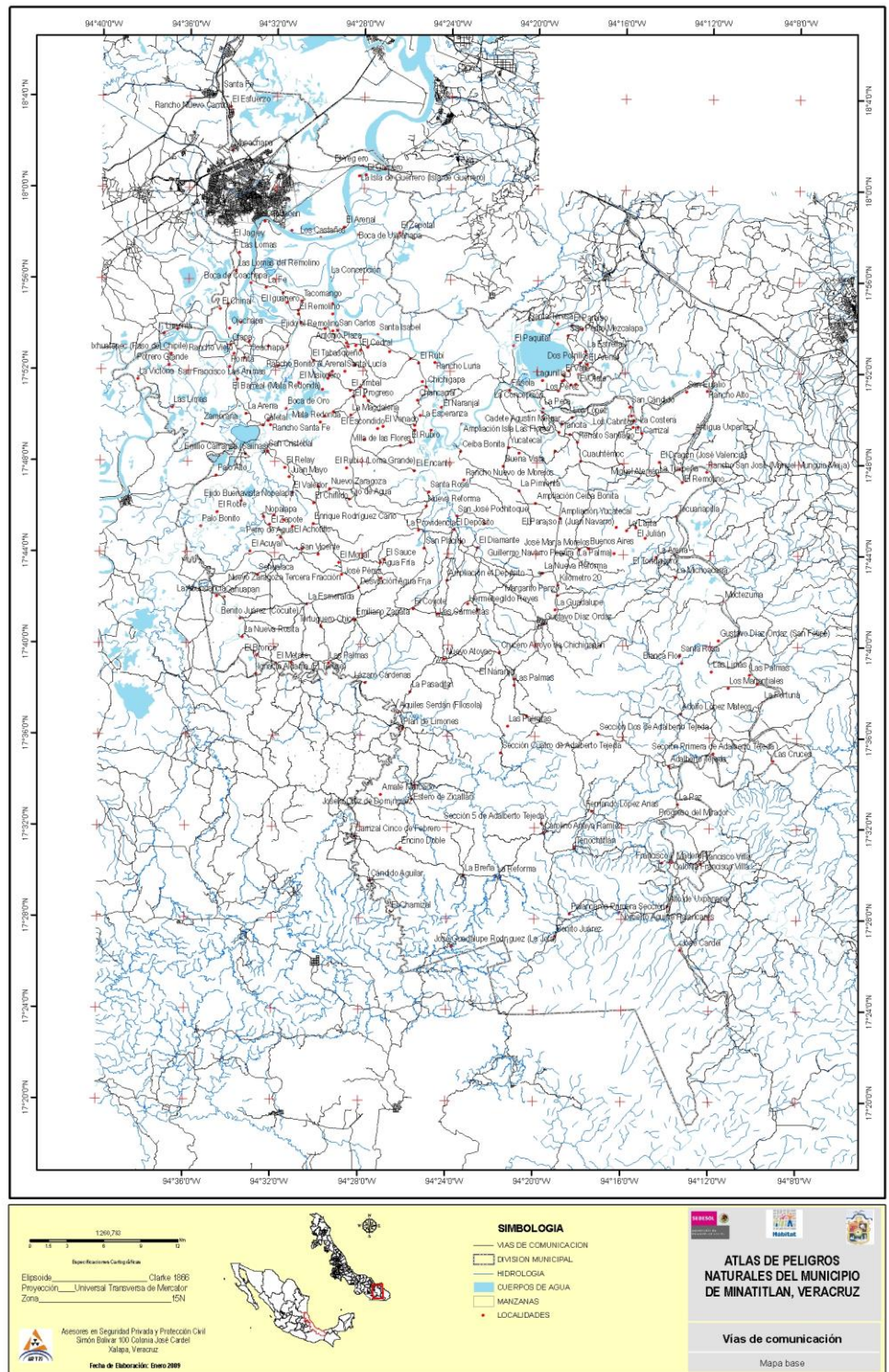


Figura CBT05. Carreteras del Municipio de Minatitlán.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

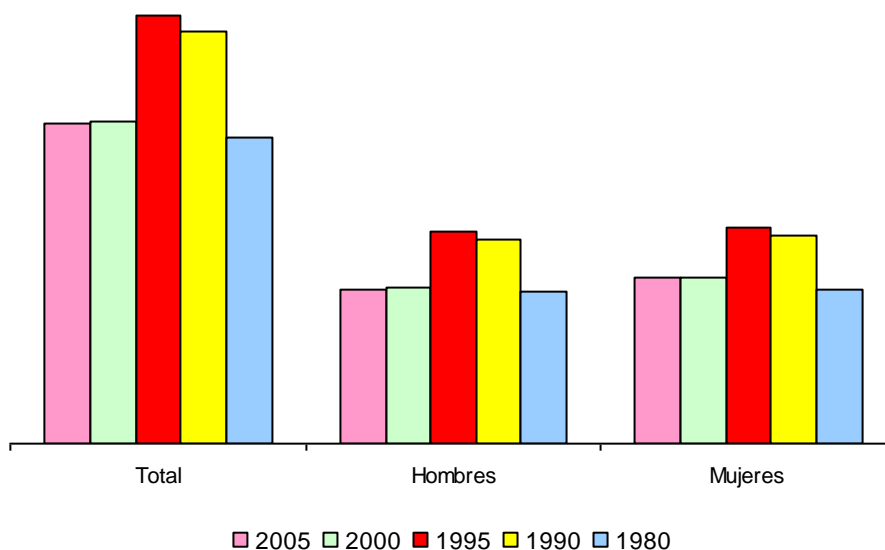


Localidades y poblados

El Municipio de Minatitlán para el año 2005, estaba conformado de 151,983 habitantes distribuidos en 278 localidades. Por su extensión territorial de 2,162.6 km² presentaba una densidad poblacional de 70.3 hab/km². De acuerdo a los datos del INEGI, su distribución por hombres y mujeres desde el año de 1980, ha presentado variaciones, las cuales se pueden observar en la siguiente tabla. Fuente: II Conteo de Población y Vivienda 2005.

Año	Total	Hombres	Mujeres
2005	151,983	72,848	79,135
2000	153,001	73,758	79,243
1995	202,965	100,351	102,614
1990	195,523	96,916	98,607
1980	145,268	72,257	73,011

Fuente: Censos de Población, INEGI, 1980, 1990, 1995, 2000, 2005.



En la gráfica se logra observar que este Municipio ha tenido algunos cambios en la cantidad de habitantes, en los que en los años de 1990 y 1995 se logra observar estos aumentos de la población.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Dentro del Municipio de Minatitlán, como se comentó al principio está conformado de un total de 278 localidades de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del 2005, entre las principales que tiene más de 350 habitantes se encuentran:

Localidades del Municipio de Minatitlán al 2005

Localidades	Total	Hombres	Mujeres
Minatitlán	109,791	51,736	58,055
Mapachapa	3,352	1,687	1,665
Capoacan	1,936	941	995
Rancho Nuevo Carrizal	1,024	507	517
Las Lomas	973	448	525
Gustavo Díaz Ordaz	888	411	477
La Breña	839	420	419
Fernando López Arias	784	403	381
San Cristóbal	759	370	389
El Jagüey	755	361	394
La Victoria	725	341	384
Nuevo Atoyac	722	377	345
Las Ánimas	652	350	302
La Concepción	618	305	313
Adalberto Tejeda	601	265	336
Emilio Carranza (Salinas)	513	242	271
Ixhuatepec (Paso del Chipile)	497	261	236
La Reforma	483	241	242
Limonta	453	215	238
Carrizal Cinco de Febrero	450	215	235
Buenavista de Juárez	442	238	204
La Michoacana	398	193	205
Plan de Limones	386	197	189
Carolino Anaya Ramírez	384	181	203
Francisco I. Madero	383	189	194
Santa Alejandrina	382	182	200
Aquiles Serdán (Filosola)	381	200	181
El Remolino	366	183	183
El Cedral	364	186	178

Fuente: II Censo de Población y Vivienda 2005, Resultados por Localidad. Veracruz.

Si comparamos al Municipio con la cabecera municipal se observa que el peso mayor de la información se localiza en la zona urbana.

Variable	Municipio	Cabecera municipal
Población total	151,983	109,791
Hombres	72,848	51,736
Mujeres	79,135	58,055

Fuente: II Censo de Población y Vivienda, 2005. Tabulados Básicos. INEGI.

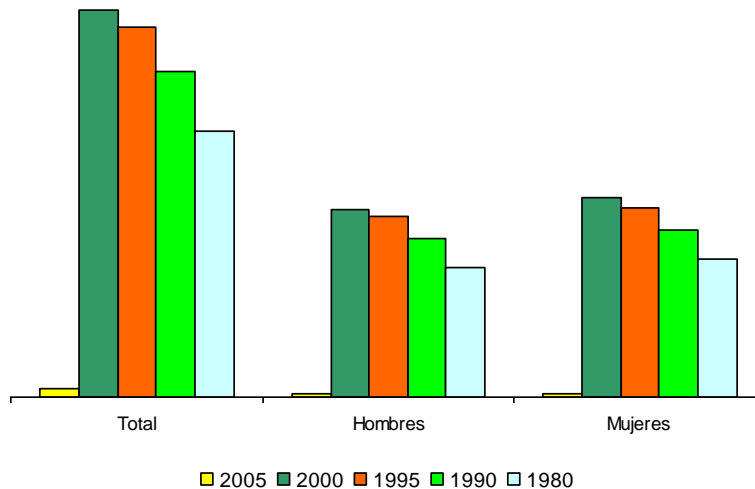
ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



El Municipio de Minatitlán para el año 2005, estaba conformado de 79,787 habitantes distribuidos en 108 localidades. Por su extensión territorial de 255.8 km² presentaba una densidad poblacional de 311.9 hab/km². De acuerdo a los datos del INEGI, su distribución por hombres y mujeres desde el año de 1980, ha presentado variaciones, las cuales se pueden observar en la siguiente tabla. Fuente: II Censo de Población y Vivienda 2005.

Año	Total	Hombres	Mujeres
2005	79,787	38,539	41,248
2000	73,536	35,577	37,959
1995	70,430	34,460	35,970
1990	61,793	30,179	31,614
1980	50,631	24,497	26,134

Fuente: Censos de Población, INEGI, 1980, 1990, 1995, 2000, 2005.



En la gráfica se logra observar que este Municipio ha ido en crecimiento su población a partir de 1980 con sus 50,631 habitantes y para el conteo del 2005 presentó 79,787 habitantes.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

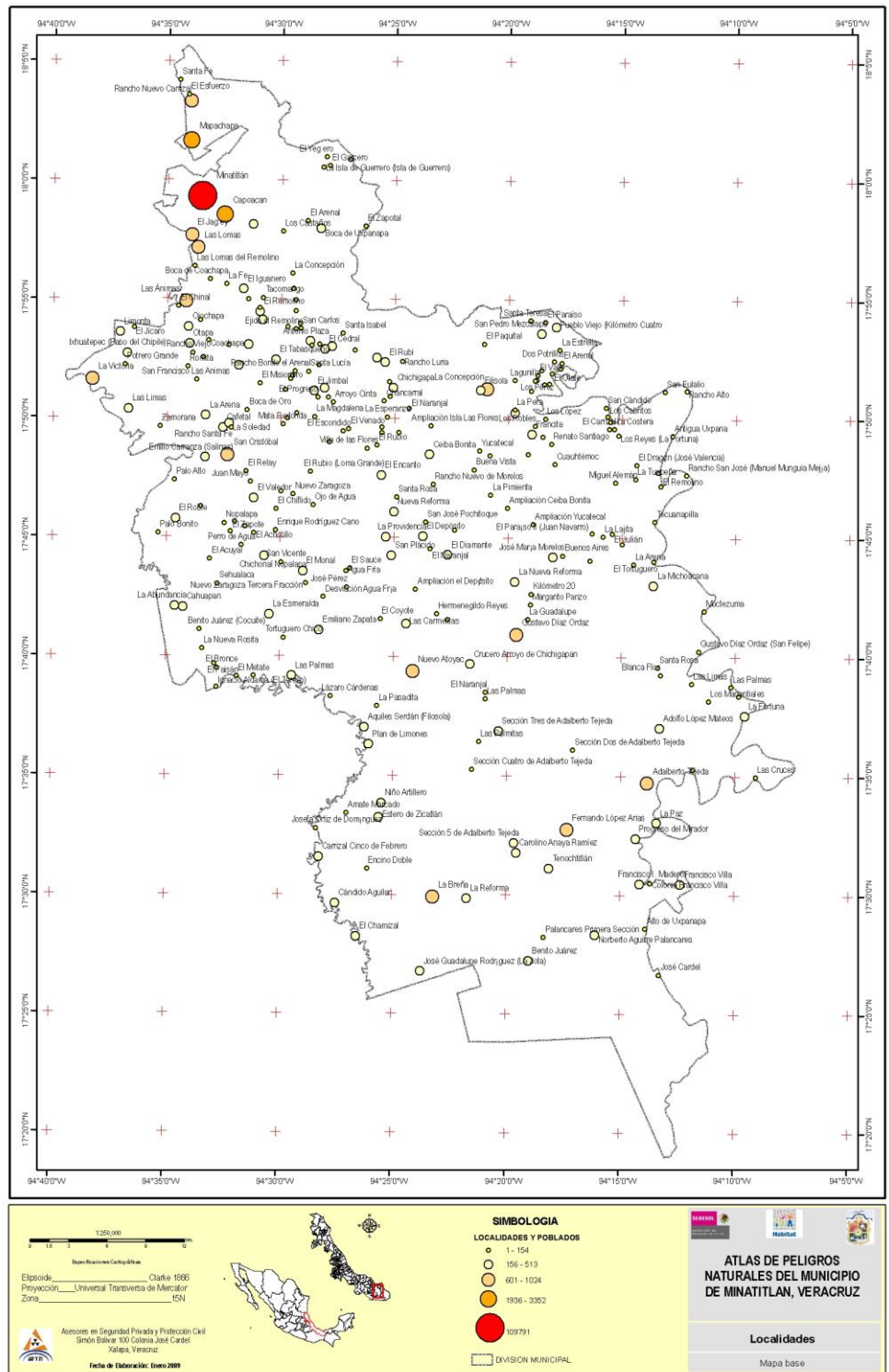


Figura CBT06. Localidades y Poblados del Municipio de Minatitlán.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Isoyetas e isothermas

La precipitación media anual en el Municipio, de acuerdo a las Normales Climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional es de aproximadamente 2,469.70 mmy la temperatura media anual es de 25.9°C, la cual está sujeta a cambios anuales debido a oscilaciones en el clima por fenómenos naturales como el ENSO (El Niño Oscilación del Sur), el ENOA (El Niño Oscilación Austral), entre otros fenómenos naturales presentes en Tierra.

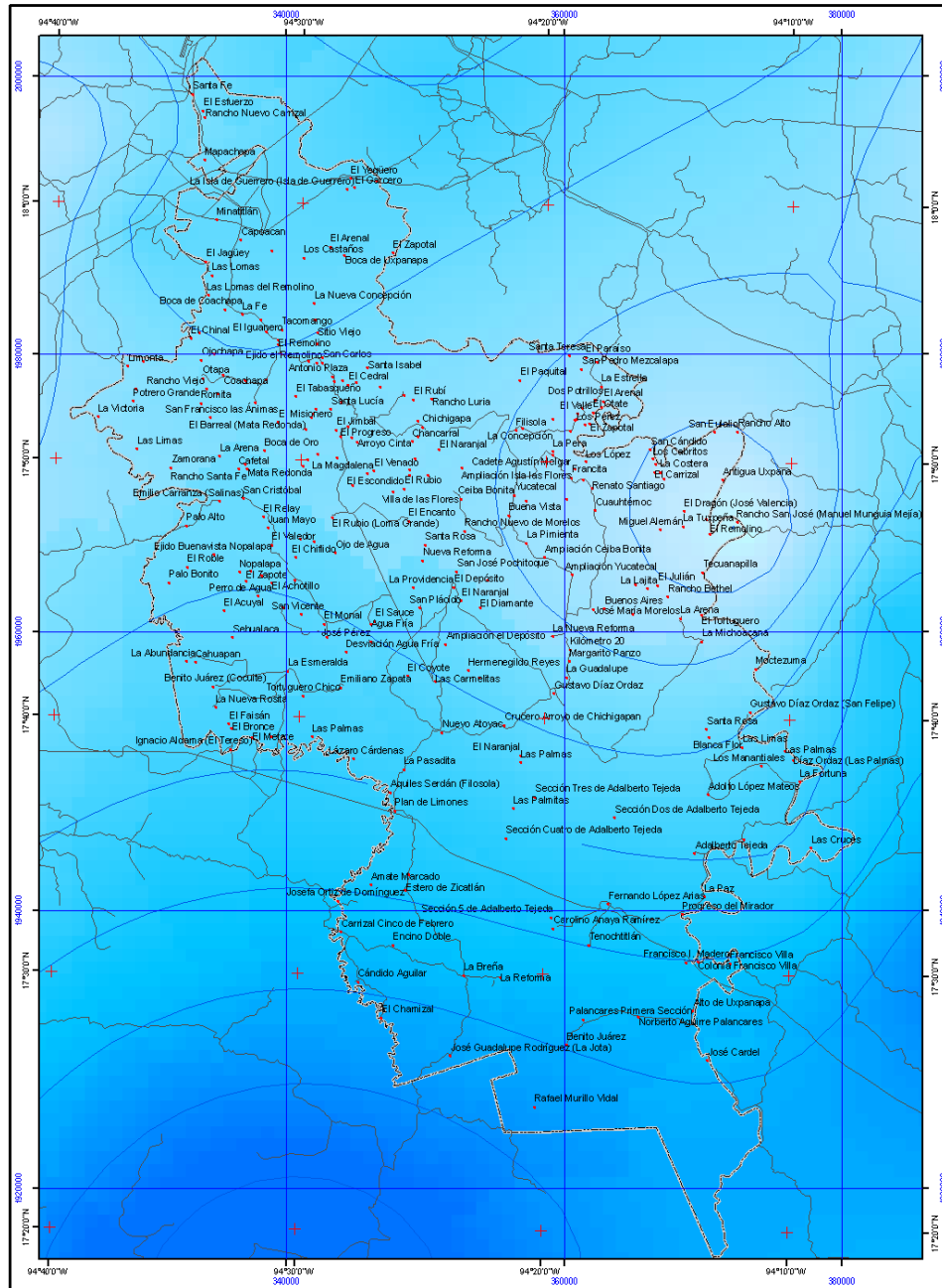
De acuerdo a las Normales climatológicas del Municipio de Minatitlán correspondientes al período 1971-2000 del Servicio Meteorológico Nacional se tienen los siguientes valores:

- Temperatura Máxima de 30.9°C
- Temperatura Mínima de 20.8°C
- Evaporación de 1096.30 mm
- Al año se tienen 116.3 Días con lluvia
- No hay presencia de Granizo
- Se tiene 0.2 niebla

En el mapa MPH1 es posible observar las Isoyetas para el Municipio de Minatitlán, así como sus poblaciones. Los tonos en azul fuerte indican mayor precipitación anual en tanto que los claros se refieren a menor cantidad de precipitación anual.

En el mapa MPH2 se representan las temperaturas medias anuales correspondientes al período 1971-2000. Los tonos rosas indican las temperaturas más altas mientras que los tonos verdes se refieren a temperaturas menores.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



1:25,000

Escala

Elipsoide: Clarke 1866

Proyección: Universal Transversa de Mercator

Zona: 18N

Asesor en Seguridad Pública y Producción Civil
César Esteban del Cidre, José Candel
Xalapa, Veracruz

Fecha de Actualización: Diciembre 2009

SIMBOLOGÍA

- Localidades
- Isoyetas
- Vías de Comunicación
- División Municipal Estatal

Precipitación

- 450.83 mm
- 600.309 mm

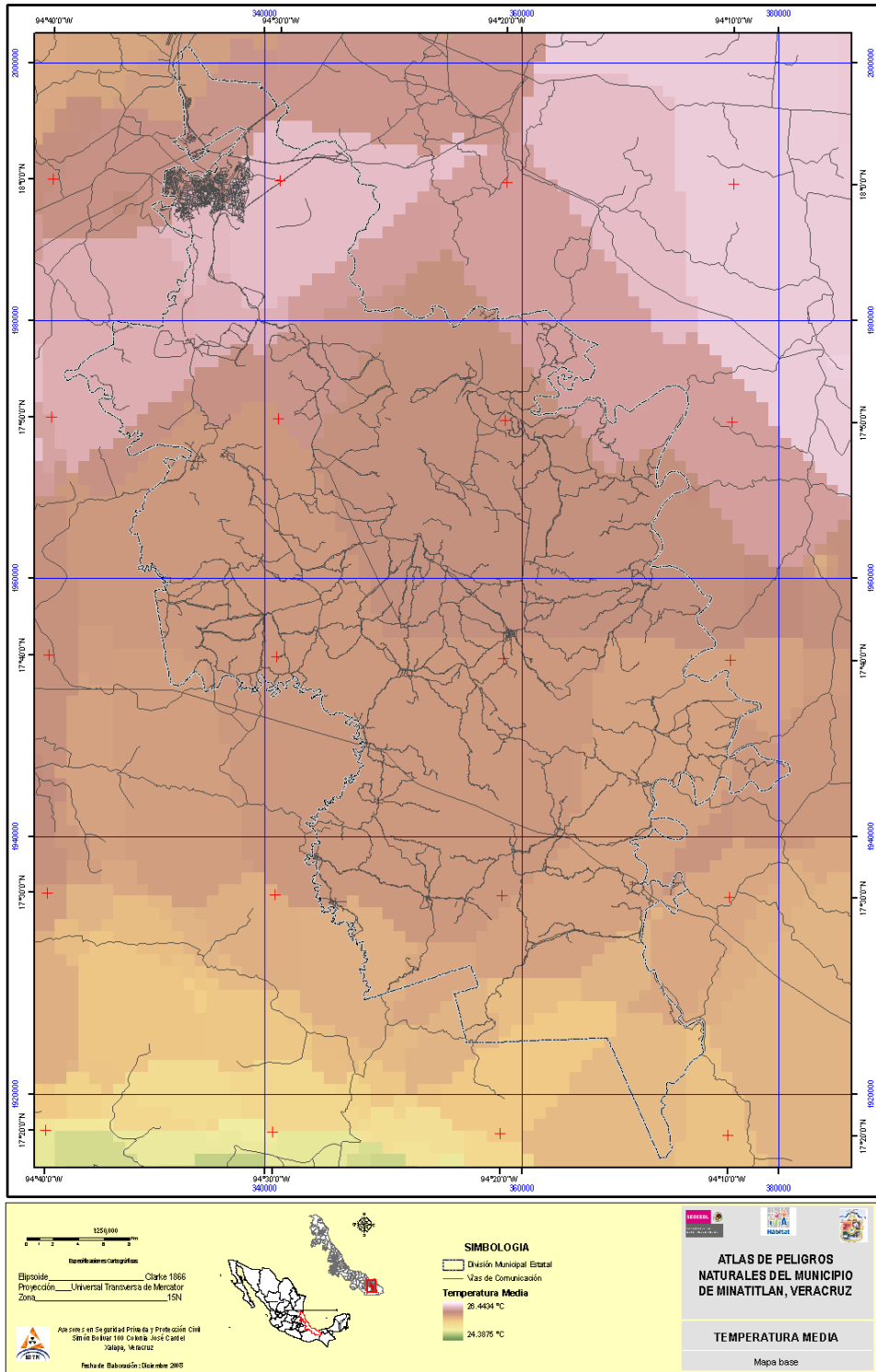
ATLAS DE PELIGROS NATURALES DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ

Isoyetas

Mapa base

MPH01. Mapa de Isoyetas del Municipio de Minatitlán.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



MPH02. Mapa de Temperaturas Medias del Municipio de Minatitlán.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Estaciones climatológicas

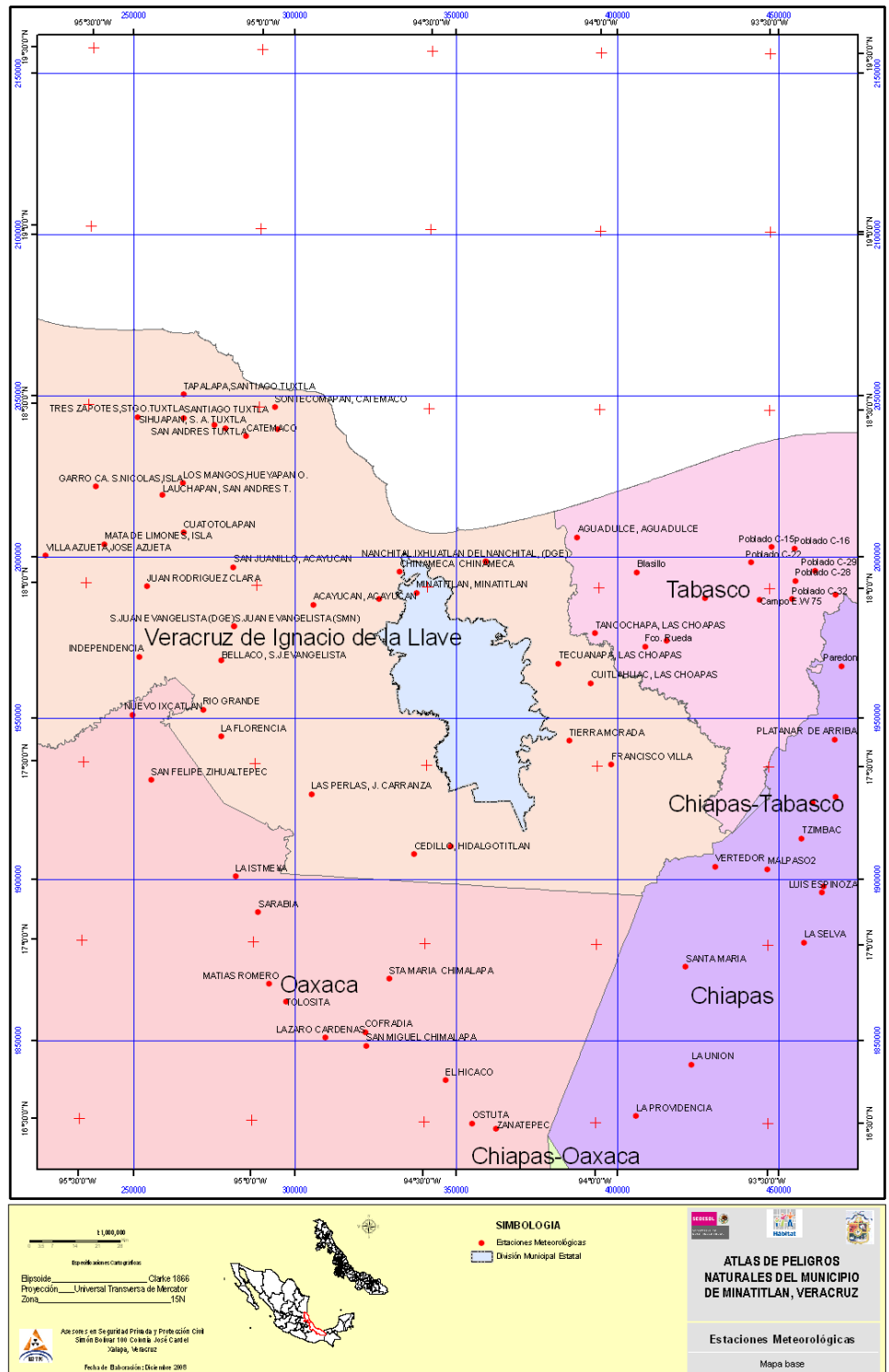
Las estaciones climatológicas son los puntos de monitoreo establecidos para recabar la información de precipitación y temperaturas y vientos (dirección y velocidad) en distintos puntos de la entidad. En el Mapa de la figura MPH03 se muestran las Estaciones Climatológicas que se utilizaron para la realización de los mapas de isoyetas e isotermas, así como también mapas de peligros por tormentas eléctricas y temperaturas extremas.

El Municipio de Minatitlán cuenta con dos estaciones meteorológicas, una en la ciudad de Minatitlán y otra al sur del Municipio denominada El Encajonado de la cual no se encontraron datos (Figura CBT09).

Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Operador
Minatitlán	17°59'00" N	094°32'00" W	65.0	Servicio Meteorológico Nacional
El Encajonado	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



MPH03. Mapa de Estaciones Meteorológicas.

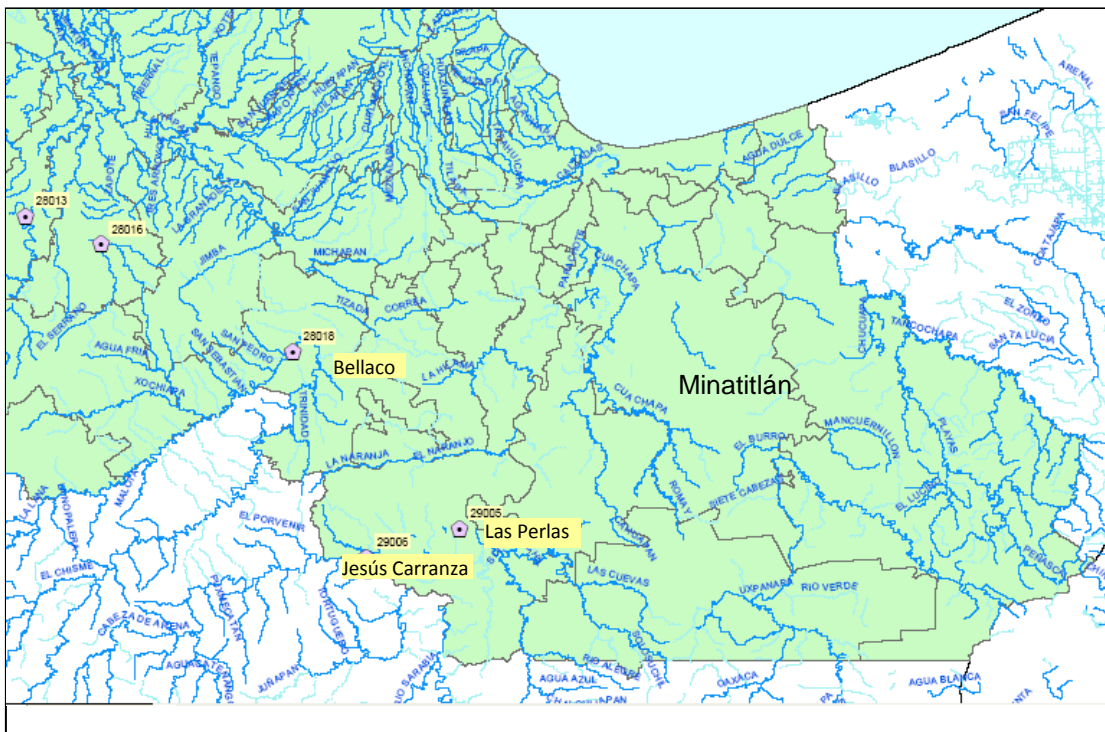
ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Para algunos análisis se utilizaron los datos de la estación de Minatitlán, la cual desafortunadamente ha dejado de operar.

Estaciones hidrométricas

Las estaciones hidrométricas son instalaciones que cuenta con instrumentos para registrar los volúmenes escurridos en alguna corriente de agua, canal o cuerpo de agua. En el Municipio de Minatitlán no se cuenta con estas estaciones, en el mapa MPH04 es posible observar las estaciones más cercanas.



MPH04. Mapa de Estaciones Hidrométricas.

Imágenes fotogramétricas y satelitales de apoyo

Ortofoto

Para integrar la ortofoto de Minatitlán fue necesario realizar un mosaico de ortofotos de las cartas E15A8A, E15C15, E15C16, E15C25, E15C26, E15C35 y E15C36 del Instituto Nacional de Geografía (Figura CBT10).

Modelo digital de elevación

El territorio municipal de Minatitlán tiene elevaciones sobre todo hacia el Sur del Municipio, lo cual será importante considerar en el momento de evaluar el peligro de

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



inundación pues hidrológicamente muchos de los ríos provienen de esa zona y llegan a inundar el Municipio (Figuras CBT11 y CBT12).

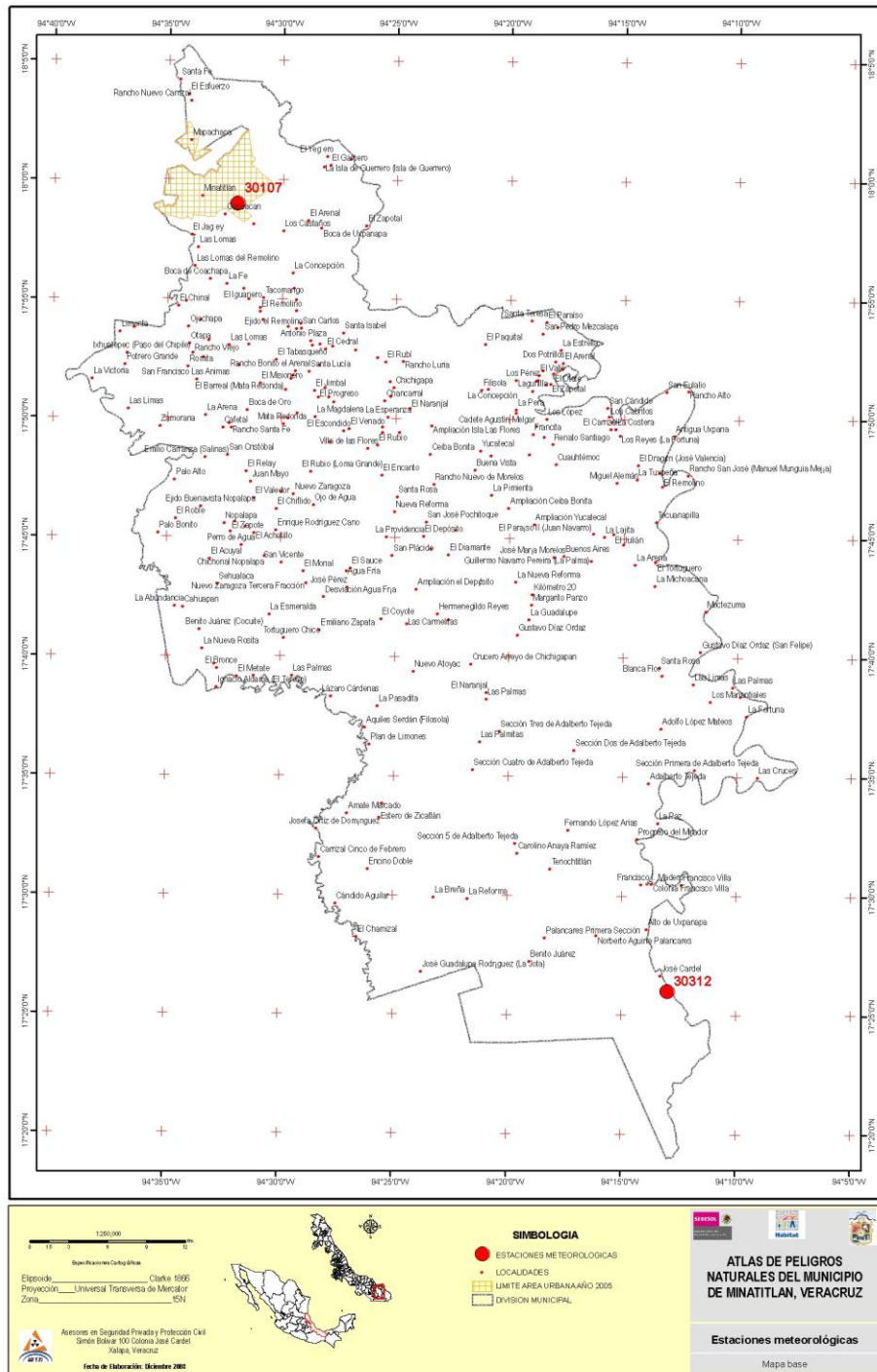
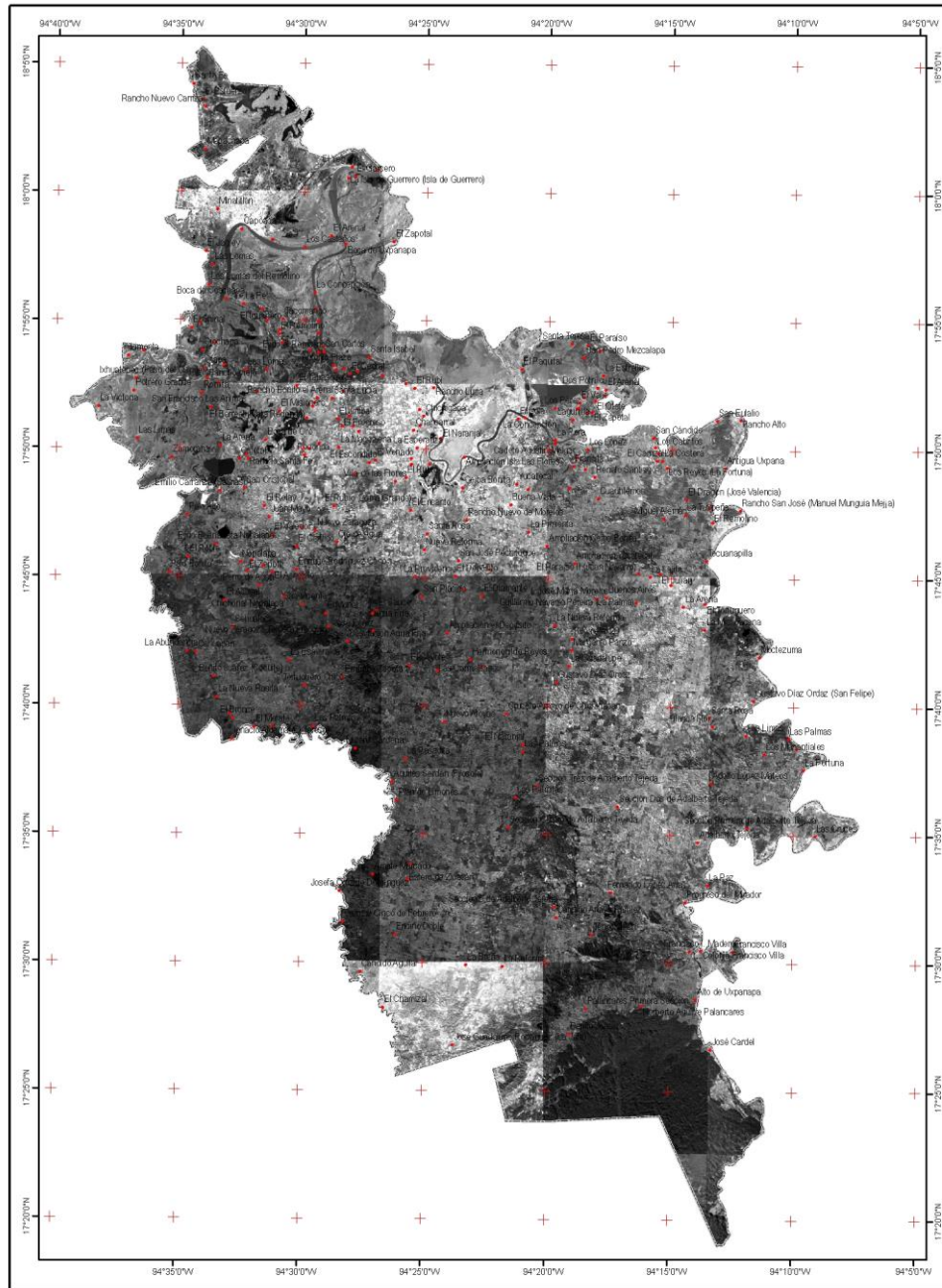


Figura CBT09. Estaciones Meteorológicas en el Municipio de Minatitlán, Veracruz.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



<p>1:250,000</p> <p>Estado: Veracruz, México</p> <p>Elipsoidal: Clarke 1866</p> <p>Proyección: Universal Transversa de Mercator</p> <p>Zona: 18N</p> <p>Asesoría en Seguridad Privada y Protección Civil</p> <p>Simón Bolívar 300 Colonia José Cardel</p> <p>Xalapa, Veracruz</p> <p>Fecha de Liberación: Octubre 2003</p>		<p>SIMBOLOGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> • LOCALIDADES □ DIVISION MUNICIPAL 	<p>ATLAS DE PELIGROS NATURALES DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ</p> <p>Ortofoto</p> <p>Mapa base</p>
--	--	--	--

Figura CBT10. Ortofoto Digital para el Municipio de Minatitlán, Veracruz.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

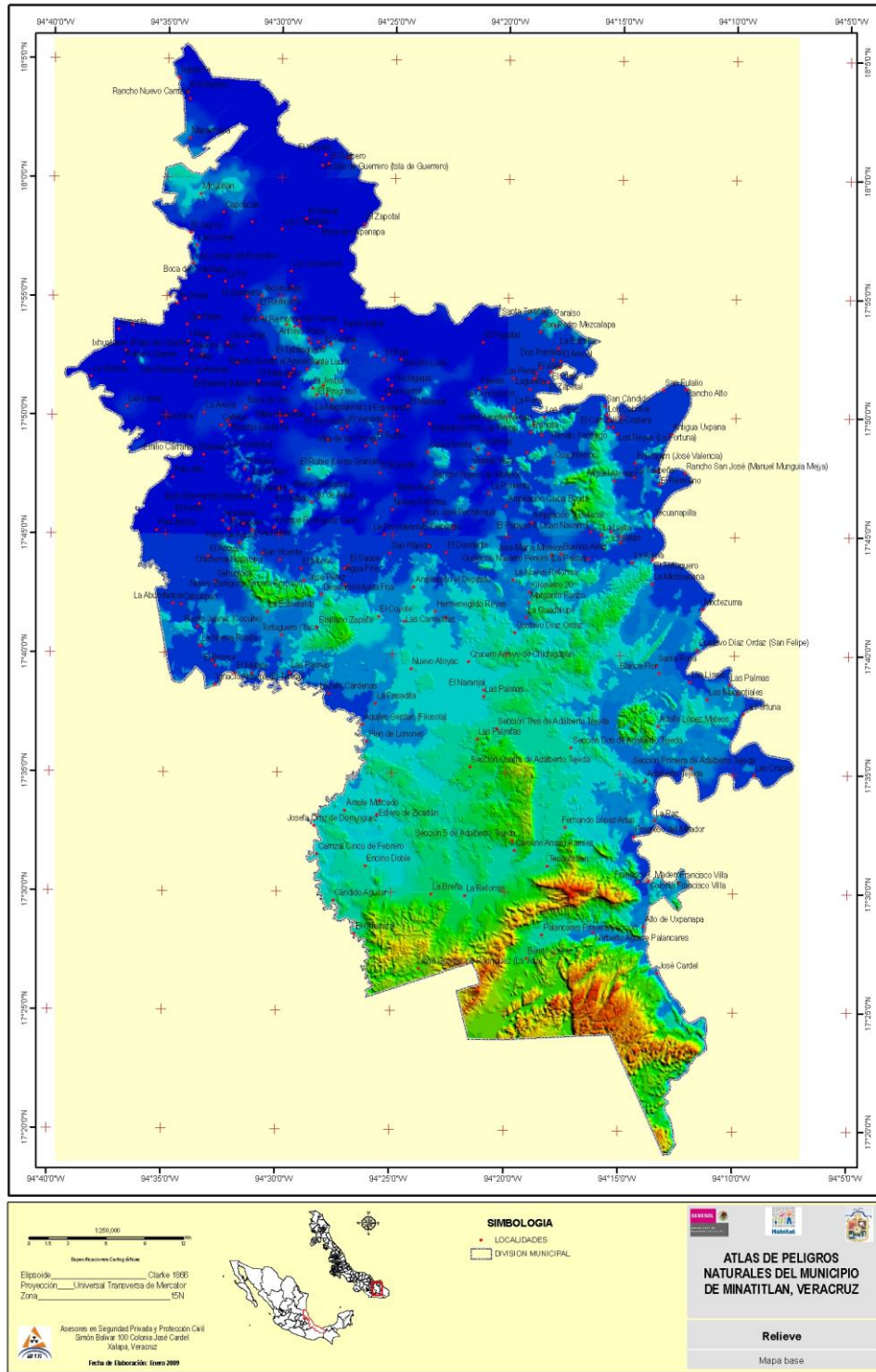


Figura CBT11. Sombreado del Modelo Digital de Elevación para el Municipio de Minatitlán, Veracruz.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

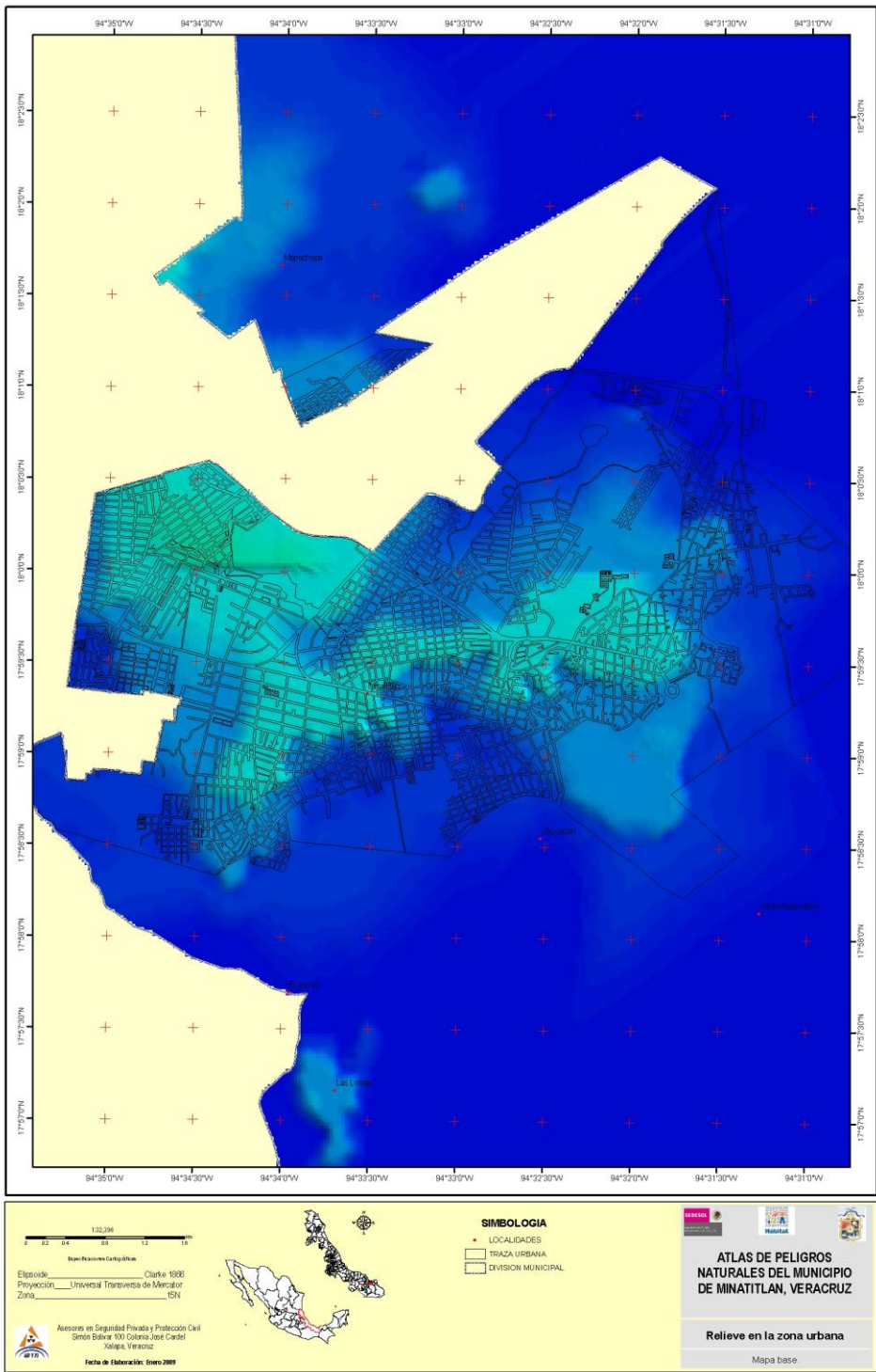


Figura CBT12. Sombreado del Modelo Digital de Elevación para la Ciudad de Minatitlán, Veracruz.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



PELIGROS GEOLÓGICOS

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



PELIGROS GEOLÓGICOS

Fallas y fracturas

El fracturamiento, fallamiento y plegamiento son producidos por procesos de tectonismo. Estos son los procesos que causan la deformación de la litosfera terrestre.

En una escala pequeña es posible ver estas características en muestras de mano o, incluso, como contorsiones microscópicas y dislocaciones en cristales diminutos. Se pueden observar pliegues y fracturas más grandes en afloramientos. Estas características que constituyen la estructura de la corteza se llaman estructuras tectónicas.

Un pliegue es una curvatura o flexión que con frecuencia indica la forma de superficies como los planos de estratificación que fueron originalmente planos.

Una **falla** es una fractura a lo largo de la cual la roca en un lado ha sido desplazada con respecto a la roca del otro lado.

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 (Robinson, 1990).

Las fallas y las fracturas por sí mismas no son detonadores de desastres; sin embargo pueden acelerar los procesos que ocasionan afectaciones en la infraestructura. El conjunto de fracturas implica una debilidad de la roca o material no consolidado que favorece los deslizamientos, los derrumbes o caída de bloque y en ocasiones los flujos, que pueden afectar una zona urbana (Lundgren, 1973); por otra parte, los diaclasamientos (fisuras de dimensiones reducidas) y fracturamientos permiten un mayor intemperismo físico y químico sobre la roca.

Las fallas, dependiendo de su movimiento son pasivas o activas, las primeras prácticamente no constituyen un riesgo debido a que ya 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 cultivos, o desencadenar sismos, deslaves o derrumbes en las áreas inmediatas a la falla. (Sedesol-Coremi, 2004)

Sistema Perturbador:

Riesgos Geológicos - Fallas y Fracturas

Nivel 1. Reconocimiento del Sitio

Nivel 1 Método	Evidencias
Determinación de la Presencia del fenómeno	Las evidencias suelen presentarse en calles,

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



<p>perturbador fallas y fracturas. Reconocimiento del sitio en cuestión, en busca de evidencia de la presencia de fracturas fallas, mediante caminamientos en sus tres dimensiones (largo, ancho y profundidad). El sitio en cuestión se entiende, como el lugar donde se sospecha o se presentan indicios del fenómeno perturbador, o el sitio que se incluye en el análisis para el Atlas de Riesgos.</p>	<p>banquetas, guarniciones, bardas, casas habitación, líneas de conducción y otras obras civiles; en paredes de cortes de terreno en barrancas, caminos, zanjas, entre otros, donde pueden apreciarse diferentes capas geológicas, con la traza de estas estructuras.</p>
---	---

Para la identificación de fallas y fracturas se realizaron dos recorridos de campo en la zona urbana. El primero fue realizado en Noviembre de 2008 y el segundo en Noviembre de 2009.

Durante estos recorridos, no se encontraron evidencias de fallas y fracturas en la zona urbana, pero sí agrietamientos en la mayor parte de sus calles y avenidas. La zona urbana se observa estable como se muestran en la Figura E1. Cabe mencionar que se tienen identificadas tres fallas y tres fracturas al sur del Municipio (INEGI,2002) que serán descritas en el Nivel 2.



Figura E1. Zonas de estabilidad en el Municipio.

Nivel 2. Mapeo de la Amenaza

<p>Nivel 2 Método</p>	<p>Evidencias</p>
<p>Determinación del fenómeno perturbador (fracturas y fallas) Mapeo de la amenaza:</p>	<p>En este nivel, ya existen evidencias observables de la presencia de fracturas y/o fallas, en banquetas, guarniciones, bardas, casas habitación, líneas de conducción y otras obras civiles.; en paredes de cortes de</p>

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Una vez que el fenómeno perturbador ha sido detectado, debe procederse al mapeo sistemático de la misma, en este caso, determinando rumbo, longitud, amplitud y desplazamiento de las fracturas y/o fallas en el terreno, así como la infraestructura afectada, mencionada en el Nivel 1 de análisis, utilizando aparatos de precisión centimétrica como estación total, GPS diferenciales, a fin de poder presentar la información georeferenciada en mapas que se puedan manejar en sistemas de información geográfica.

Las capas de información generadas, pueden tener como base, cartas topográficas del INEGI u ortofotos en medio magnético, con capas de traza urbana, hidrografía, líneas de transmisión u otros archivos vectoriales, que se pueden conseguir comercialmente, que proporcionen un panorama más detallado del entorno en el que se presenta el fenómeno perturbador. Así también, planos de catastro pueden ser útiles y al alcance de los organismos de Protección Civil a nivel municipal y estatal.

terreno en barrancas, caminos, zanjas, entre otros, donde pueden apreciarse diferentes capas geológicas, con la traza de estas estructuras, mismas que pueden mapearse.

Las fallas y fracturas identificadas en el Municipio se localizan al Sur del mismo. (Figura E2)

Se presentan tres fallas normales, orientadas principalmente Norte y Sur. Las fracturas están orientadas NE-SW, con longitudes de 10km, en promedio.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

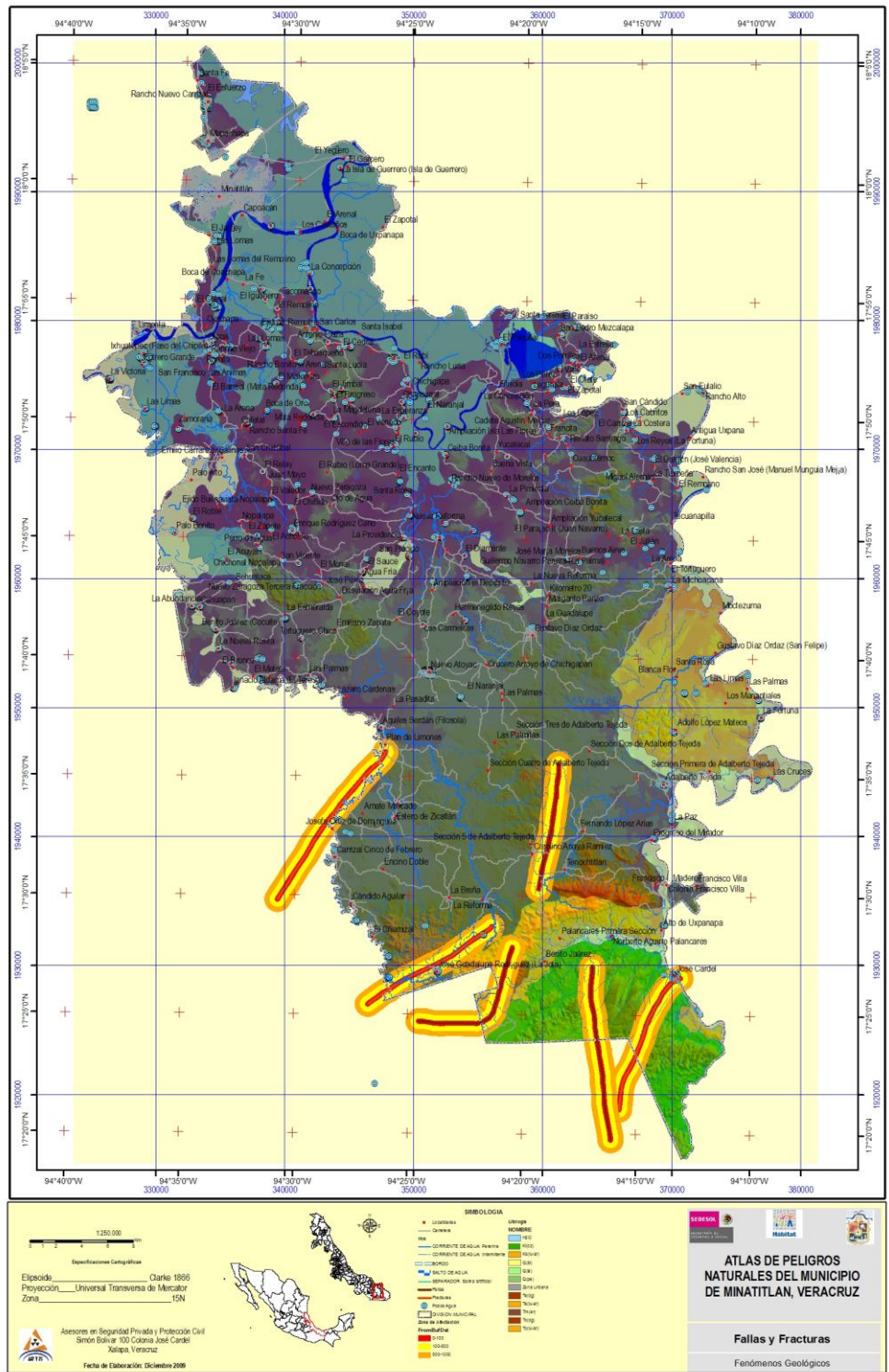


Figura E2. Localización de Fallas y Fracturas.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



Para una mejor zonificación se aplicaron distancias a 100, 500 y 1000 m de cada falla y fractura como señala la metodología de Sedesol (Sedesol, Coremi, 2004). Esta zonificación se presenta en la figura E3.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Las localidades que pueden estar afectadas por la presencia de fallas y fracturas son:

- Josefa Ortiz de Domínguez, con una población total de 108 habitantes: Se localiza a 500 m de una fractura orientada Noreste-Suroeste, con una longitud de 11558 m.
- José Guadalupe Rodríguez (La Jota), con una población de 159 habitantes: Se localiza a 500 m de una fractura orientada Noreste-Suroeste, con una longitud de 11351m.
- Carolino Anaya Ramírez, con una población de 384 habitantes: Se localiza a 1km de una falla normal con dirección Norte-Sur y desplazamiento del bloque hacia el Este y una longitud de 9774 m.
- José Cardel, con una población de 117 habitantes: Se localiza a 300m de una fractura con dirección Noreste-Sureste y una longitud de 14188 m.

Es notable que la presencia de fallas y fracturas se localizan al Sur del Municipio de Minatitlán, y pueden afectar a poblaciones menores a 400 habitantes (Censo, 2005).

Nivel 3. Determinación del Origen del Sistema Perturbador

Nivel 3 Método	Evidencias
<p>Determinación del origen del sistema perturbador (fracturas-fallas)</p> <p>Investigación de información.</p> <p>En este nivel se compilará toda la información posible en las siguientes temáticas, a fin de contar con evidencias mediante las cuales se puedan interpretar las causas del sistema perturbador tanto en texto como mapas.</p>	<p>Se deben de buscar las posibles causas o evidencias de éstas, que origina la presencia de fracturas y fallas, a partir de estudios especializados de las siguientes disciplinas, tanto en texto como mapas:</p> <p>Geología regional y local, tanto superficial como de subsuelo, incluyendo estructuras.</p> <p>Tectónica: A nivel regional y local, con la finalidad de determinar asociación con las fracturas o fallas del sitio de estudio.</p> <p>Geohidrológica: que incluya ubicación de pozos de extracción de agua, niveles estáticos y dinámicos, niveles piezométricos, entre otros, que permitan la interpretación del acuífero.</p> <p>Sismicidad: Información municipal de aceleración del terreno, zonificación sísmica y epicentros.</p> <p>Edafológica: tipos de suelo y sus estructuras a nivel local.</p> <p>Geotécnica: Estudios en o cercanos a la zona de estudio, que puedan dar idea del comportamiento de los materiales geológicos, como son resistencia a la compresión,</p>

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



	<p>fricción, capacidad de carga, permeabilidad. entre otros. Topográfica: altimetría y planimetría.</p> <p>Mientras mayor información pueda existir sobre las temáticas mencionadas, se podrá determinar con mayor precisión las causas de las fracturas y/o fallas.</p>
--	--

La presencia de Fallas y Fracturas en el Municipio, se localizan al sur del mismo, donde geológicamente se presentan las rocas más antiguas de la zona que corresponde a calizas y lutitas-areniscas, así mismo se observa que topográficamente es la zona con elevaciones mayores a 250 m y geomorfológicamente corresponden a sierras bajas y llanura aluvial con lomerío. Lo anterior da indicios que el fallamiento y fracturamiento corresponden al tectonismo de la región. Estudios en la zona interpretan que durante el Jurásico Medio se formó una extensa cuenca oceánica donde se depositó una gruesa secuencia de más de 1500 m de evaporitas (sal, yeso y anhidrita), producto de una trasgresión generalizada que originó el ancestral Golfo de México. Al incrementarse el hundimiento del fondo oceánico cambiaron las condiciones ambientales, por lo que sobre las evaporitas se acumuló una gruesa secuencia siliciclástica de mayor densidad (areniscas y lutitas), que posteriormente en el Oligoceno Tardío-Mioceno Temprano fue afectada por la tectónica salina (intrusión), con lo que se formaron importantes domos, diapiros y fallas que forman estructuras geológicas de gran interés económico petrolero, minero y geohidrológico.

Con relación a la geología estructural se reconoció un sistema de pliegues dómicos, con sus ejes longitudinales orientados al NE; los pliegues se exponen como una banda de anticlinales, que corresponden de oeste a este con los domos de Sayula, Jaltipan y Chinameca, y ligeramente al sur de este último el de Cosoleacaque; bordeando a los anticlinales se identifican también bandas de sinclinales representados por bajos en la topografía. Por lo general los pliegues llegan a mostrar en su núcleo a la Formación Depósito, del Oligoceno Superior; no obstante, en el núcleo del Domo de Chinameca aflora una secuencia calcárea que se corresponde con las rocas de la Formación Chinameca, de edad Jurásico Superior. El origen de los pliegues está relacionado con el empuje vertical de la sal sobre la cubierta sedimentaria, por lo que al no ser homogéneo, ni uniforme, las estructuras resultantes tampoco lo son. Así, el desarrollo de anticlinales está directamente relacionado con las cimas de los cuerpos de sal, mientras que los sinclinales corresponden con los límites externos de los domos, propiamente con la superficie del cuerpo de sal, como es el caso del sinclinal que se encuentra entre Jaltipan y Petapa. Tomando en consideración el origen y dinámica de los domos salinos, se formó en todos los casos durante el movimiento de la sal un sistema de fracturas y fallas en las formaciones de cubierta y en la secuencia intrusionada. Otro sistema de fallas más reciente, corresponde con las fallas de desplazamiento lateral que afectan a toda la Cuenca Salina y presentan una dirección general NW40°SE, son verticales y fueron originadas por esfuerzos de cizalla.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Con relación al petróleo y gas natural que se encuentran en los yacimientos de la Cuenca Salina del Istmo, se tiene identificado en el subsuelo a profundidades mayores a 700 m, un sistema petrolero completo (rocas generadoras, almacenadoras y sello), también existen estructuras salinas de gran longitud y cierre alto, que se constituyen como potenciales trampas de hidrocarburos en explotación. Respecto a la explotación de sal y/o azufre, estos productos se han explotado en los domos más someros (menos de 700 m de profundidad), por las siguientes causas: en primer lugar porque son más redituables al requerir menos infraestructura por su poca profundidad, porque se encuentran próximos a comunidades grandes o porque existen vías de comunicación próximas; en el caso particular del azufre porque es a poca profundidad donde se forma, esto debido a que existe influencia de agua meteórica que se infiltra y se pone en contacto con la parte superior del domo o diapiro, lo que favorece junto con los procesos orgánicos correspondientes la formación de importantes volúmenes de azufre en la zona del casquete (cap rock). Por lo anterior, se recomienda un grupo interdisciplinario para explorar y explotar de forma racional agua, azufre, sal e hidrocarburos, impactando lo menos posible al medio ambiente o en su caso realizar actividades de remediación ambiental en sitios afectados. (Arellano, 2004). En este apartado no se realizaron estudios especializados, por estar fuera del alcance de este Atlas.

Indicadores de vulnerabilidad

La vulnerabilidad física se relaciona con las viviendas e infraestructura que se encuentra sobre o en la dirección de la traza de fallas y/o fracturas y con el grado de afectación de las construcciones e infraestructura.

Vulnerabilidad Física: Es notable que las fallas y fracturas no atraviesan ninguna población mayor a 1500 habitantes por lo que no afectan a las zonas urbanas y su infraestructura.

Vulnerabilidad Social: La vulnerabilidad social se relaciona con la información que posea la población con respecto a la presencia del proceso perturbador, el origen, actividad, eventos detonadores de movimientos.

Los habitantes de las poblaciones más cercanas a la falla/fractura suman 768.

Sismos

La sismicidad es uno de los fenómenos derivados de la dinámica interna de la Tierra que ha estado presente en la historia geológica de nuestro planeta, y que seguramente continuará manifestándose de manera similar a lo observado en el pasado.

Los sismos, ocurren por el rompimiento abrupto o reacomodo de la superficie de placas tectónicas que surge como consecuencia de la compresión a que están sujetas. Al momento de generarse una ruptura, los movimientos ondulatorios se propagan en varias direcciones, extendiéndose a grandes distancias. Existen algunas zonas que se caracterizan por una continuidad de estos movimientos, por lo que se les llama zonas

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



sísmicas. Otros tipos de sismos, son originados por actividad volcánica que se manifiestan durante la liberación de magma, o los resultados por derrumbes de cavernas o minas. La Magnitud de un sismo depende de la cantidad de energía liberada y se conoce como escala de Richter. (www.ssn.unam.mx)

Los sismos no pueden predecirse, es decir, no existe un procedimiento confiable que establezca con claridad la fecha y el sitio de su ocurrencia, así como el tamaño del evento. Sin embargo, los sismos se presentan en regiones bastante bien definidas a nivel regional y se cuenta con una estimación de las magnitudes máximas, en función de los antecedentes históricos y estudios geofísicos.

Durante el siglo pasado ocurrieron 71 temblores en el territorio nacional y sus alrededores inmediatos con magnitud mayor o igual que 7; 55 de ellos (77%) con profundidades menores de 40 km, es decir, muy cerca de la superficie terrestre.

Por lo anterior, es claro que el grado de exposición de la población y sus obras civiles a los sismos es alto y, con fines preventivos, resulta indispensable conocer con la mayor claridad cuál es el nivel de peligro de un asentamiento humano o área específica, la distribución geográfica de la influencia del fenómeno, la frecuencia de ocurrencia, entre otros.

Conocer solamente las magnitudes de los temblores no da idea clara del impacto que éstos producirían, ya que pueden presentarse a diferentes profundidades y distancias de los asentamientos humanos. Los mapas de peligro permiten conocer la distribución de las intensidades en términos de aceleración del terreno para un determinado periodo de retorno¹, elementos fundamentales para el diseño de nuevas construcciones y modificación o refuerzo de obras civiles existentes.

En la siguiente tabla se presenta la Magnitud y los efectos que ocasiona:

Tabla E1. Escala de Richter.

Magnitud en escala Richter	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado.
3.5-5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores.
5.5-6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1-6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente.
7.0-7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños.
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

Referenciade internet: www.ssn.unam.mx

¹Tiempo medio, medido en años, que tarda repetirse un sismo con el que se exceda una aceleración dada

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Cabe mencionar que la Magnitud es una escala logarítmica a fin de representar las diferencias entre los terremotos grandes y pequeños, por lo que una diferencia de una unidad es notable en los efectos que pueda tener el terremoto.

La intensidad de un sismo en un lugar determinado, se evalúa mediante la Escala Modificada de Mercalli y se asigna en función de los efectos causados en el hombre en sus construcciones y en el terreno. Es una medida cualitativa y varía de intensidades de I a XII (Anexo E1).

Regiones Sísmicas en México

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

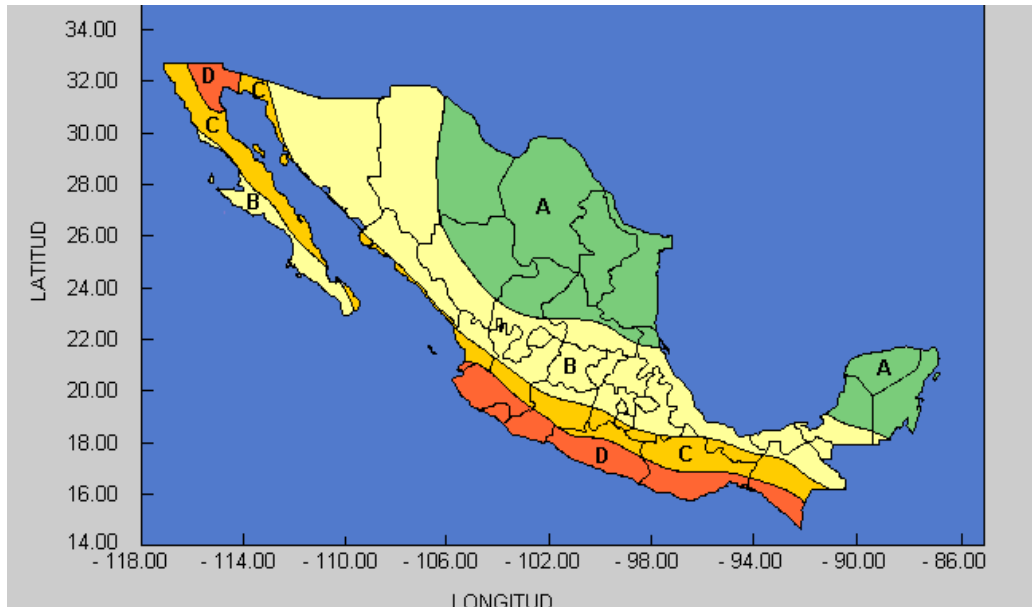


Figura E4. Regionalización Sísmica de la Republica Mexicana.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Instrumentación sísmica

Para registrar el movimiento del terreno y de las estructuras bajo la acción de las ondas sísmicas, se emplean sismógrafos y acelerógrafos. Los registros obtenidos, mostrando el carácter, duración y amplitudes del movimiento, son conocidos como sismogramas y acelerogramas, respectivamente.

El sismógrafo es un instrumento de gran sensibilidad que produce una traza que representa la velocidad de movimiento del terreno en el sitio de registro, ya sea a causa de un sismo cercano muy pequeño o de uno grande lejano. Por otra parte, un acelerógrafo permite registrar fielmente las aceleraciones a que se ve sometido el terreno, en direcciones horizontal y vertical, ante el paso de ondas sísmicas producidas por un sismo de gran magnitud a una distancia relativamente corta. Sus valores se expresan usualmente empleando porcentajes o fracciones del valor de la aceleración gravitatoria g (981 cm/s^2).

La información acerca de la instrumentación y los registros obtenidos por distintas redes operadas en México desde 1958, se encuentra conjuntada en la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes, que actualmente cuenta con alrededor de 14,000 registros generados por más de 1,500 temblores.

A partir de 1992, con apoyo presupuestal de la Secretaría de Gobernación y de la UNAM, se inició la modernización de la Red Sismológica Nacional (SSN) con la instalación de equipos de nueva tecnología. Así, nació la red de Observatorio Sismológicos de Banda Ancha. Hoy el SSN cuenta con 36 estaciones en operación.

La Red Sismológica de Banda Ancha está configurada para monitorear la sismicidad en las regiones de mayor potencial sísmico dentro de la República Mexicana. Las estaciones se localizan, en su mayoría, a lo largo de las costas del Océano Pacífico y de Veracruz, así como en el eje neovolcánico.

Las estaciones constan de los siguientes instrumentos:

- Un Sismómetro STS-2. Estos sensores triaxiales permiten registrar ondas sísmicas en una amplia banda de frecuencias, con respuesta plana a la velocidad del suelo entre 0.01 a 30 Hz, y capacidad de registrar sismos en una amplia gama de magnitudes, desde sismos locales pequeños hasta sismos lejanos, sin problemas de saturación.
- Un acelerómetro FBA-23. Estos sensores triaxiales permiten registrar las aceleraciones del suelo dentro de un amplio espectro de frecuencias sin saturación de la señal para sismos grandes locales y regionales. Estas características de los sensores, permiten estimar con gran precisión la magnitud de sismos grandes que puedan ocurrir en el territorio nacional.
- Un registrador Quanterra con digitizador de 24 bits. Las señales del sensor de velocidad son muestreadas en forma continua a 20, 1 y 0.1 muestras por segundo (mps),

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



son convertidas a un formato digital y almacenadas en el disco duro del registrador Quanterra.

Sistema Perturbador:

Riesgos Geológicos - Sismos

Nivel 1. Determinación de la Sismicidad Local

Nivel 1 Método	Evidencias
Determinación de la sismicidad local. Aplicación: Ubicación de la ciudad o municipio en cuestión, en el contexto de Regionalización Sísmica de México, desarrollado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).	Compilar mediante cuestionarios información histórica y de pobladores con relación a la presencia de sismos, que se hubieren presentado en la zona de estudio, y que hayan provocado daños en viviendas e infraestructura urbana. Apoyarse con fotografías, de casos.

Según la Regionalización Sísmica propuesta en el Manual de Diseño de Obras Civiles para el Diseño por Sismo de 1993 de la CFE, el 80 % del área del Estado de Veracruz, está potencialmente expuesta a un riesgo sísmico de moderado a alto y en esta área, se concentra el 90 % de la población y las construcciones del Estado.

Sin embargo, su potencial sísmico no ha sido suficientemente estudiado a pesar de las evidencias sísmicas históricas desafortunadas, como por ejemplo los sismos de Jáltipan de 1959 y el de Jalapa de 1920. Para evaluar el peligro sísmico, se requiere determinar dónde ocurren los sismos y la tasa de actividad sísmica, y constituye uno de los primeros pasos para analizar el origen y sus efectos, para estimar posteriormente el riesgo sísmico, relacionado con las pérdidas esperadas por el fenómeno. (Riquer, 2008)

El Municipio de Minatitlán se ubica en la zona B de Mediana Sismicidad y en la zona C de Alta Sismicidad (Figura E5). Estas zonas se pueden presentar sismos donde las aceleraciones del terreno varían de 10% del valor de la aceleración de la gravedad (g) a 70% de g.

Para una mejor evaluación del peligro sísmico, es necesario obtener datos a través del registro de las estaciones sísmicas. Las estaciones que se ubican dentro del Estado de Veracruz, se presentan en la tabla E2 (Pérez, 2009).

Tabla E2. Estaciones Sísmicas en el Estado de Veracruz.

ESTACIONES DENTRO DEL ESTADO				
No.	INSTITUCIÓN	UBICACIÓN	COORDENADAS	
			LONG	LAT
1	RSM - UNAM	ORIZABA	-97.09	18.86

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



2	RSM - UNAM	XALAPA	-96.90	19.56
3	RSM - UNAM	SOLEDAD DE DOBLADO	-96.41	19.04
4	RSM - UNAM	MINATITLAN	-94.54	17.99
5	SSN	COATZACOALCOS	-94.22	18.03
6	SSN	LAGUNA VERDE	-96.41	19.72



Figura E5. Regionalización Sísmica CFE, 1993.

En el Municipio se tienen registro de 232 epicentros, en el periodo de 1963 a 2009 (ssn) con magnitudes que varían de 1.3 hasta 5, en la escala de Richter. En la figura E6, se presentan los epicentros registrados dentro del Municipio.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

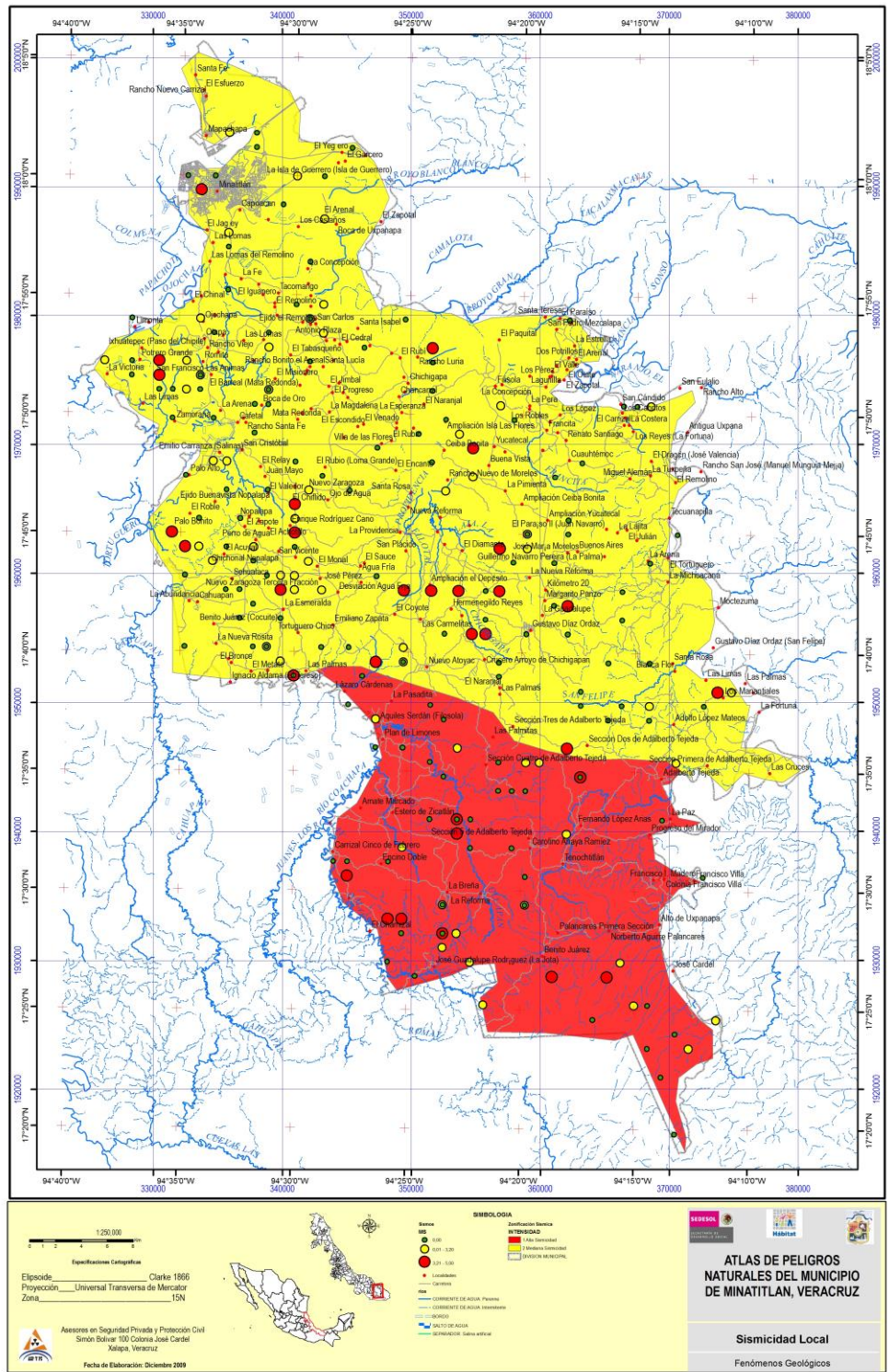


Figura E6. Sismicidad Local.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



Sismicidad en la zona urbana

En la zona urbana se han registrado 5 epicentros, que datan principalmente de los años ochentas. Asimismo se localiza la estación sísmica RSM-UNAM.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

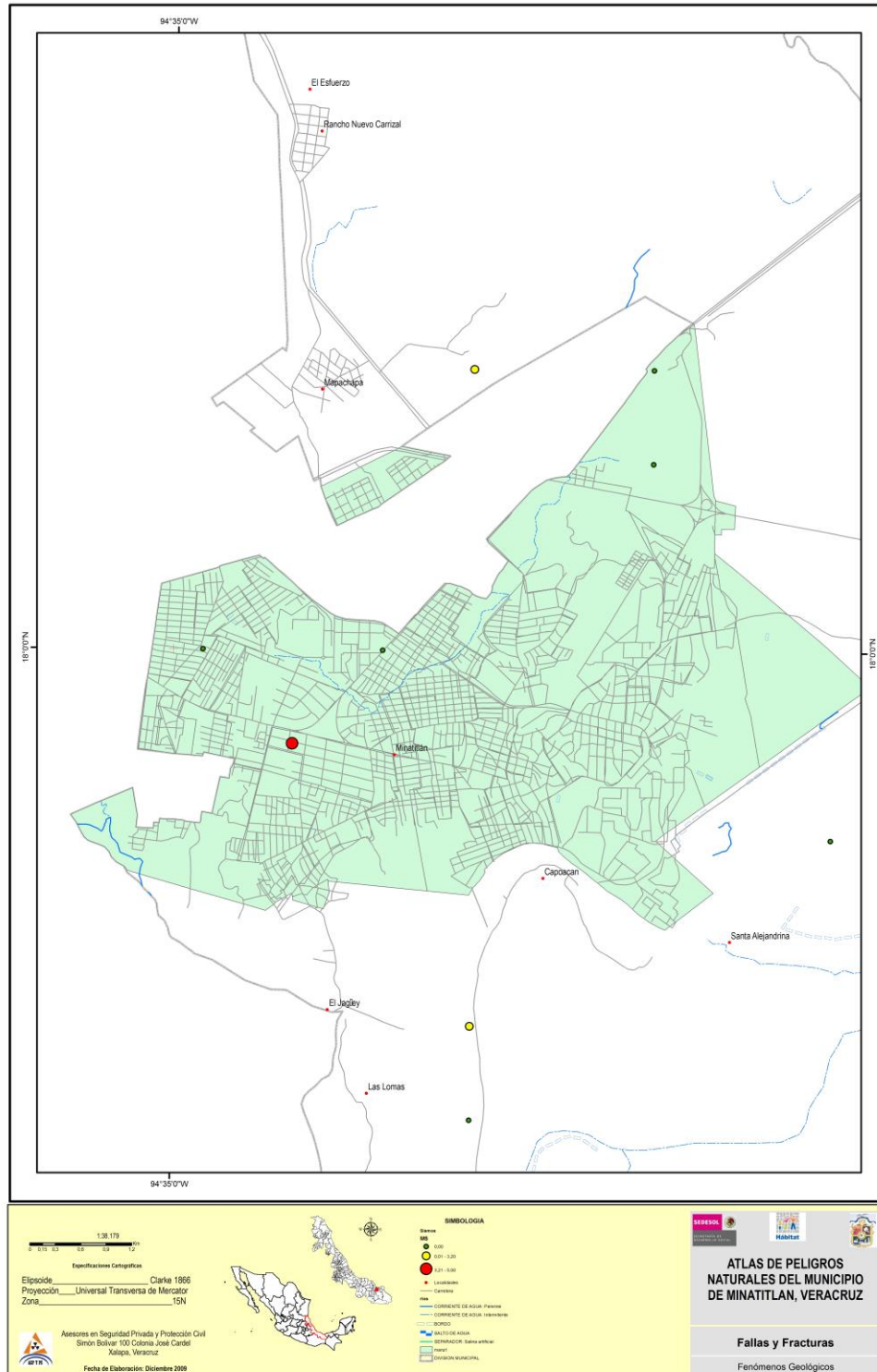


Figura E7. Sismicidad en la Zona Urbana.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Estos epicentros se han registrado a profundidades de 8 a 95 km, por lo que se pueden considerar como someros. La implicación de esta información es que se deben revisar los reglamentos de construcción que sean adecuados al tipo de suelo de la región, a través de estudios de mayor detalle como es la microzonificación sísmica.

Nivel 2. Ubicación en mapas de aceleración

Se presenta la ubicación del Municipio, en mapas de aceleración del terreno para períodos de retorno de 10, 100 y 500 años. Estos datos son fundamentales para el diseño de nuevas construcciones y modificación o refuerzo de obras existentes, así como para evaluar el impacto en las mismas ante un sismo.

Nivel 2 Método	Evidencias
<p>Ubicación de la zona en cuestión, en mapas de Aceleración para Periodos de Retorno de 10, 100 y 500 años.</p> <p>Con base en los mapas citados, se realizó la clasificación municipal correspondiente, en donde se reportan los valores de aceleración máxima del terreno.</p> <p>Con la utilización de este tipo de mapas, se generan los siguientes resultados:</p> <p>Mapa de valores de la intensidad sísmica seleccionada, asociada a un periodo de retorno dado.</p> <p>Para cualquier sitio dentro de la República Mexicana, graficar la curva intensidad vs. tasa de excedencia para el parámetro de intensidad seleccionado.</p> <p>Para cualquier sitio dentro de la República Mexicana, el espectro de respuesta cuyas ordenadas tienen un periodo de retorno constante dado. Información sobre las relaciones de atenuación utilizadas para el cálculo del peligro sísmico.</p> <p>Aplicación:</p> <p>Es fundamental para especialistas en el diseño de nuevas construcciones y modificación o refuerzo de obras civiles existentes.</p>	<p>Para facilitar la definición de niveles de peligro para un sitio dado en el CENAPRED, se eligieron los mapas más representativos, en función de la vida útil de la gran mayoría de las construcciones, correspondientes a periodos de 10, 100 y 500 años.</p> <p>En los mapas se muestran aceleraciones máximas para terreno firme para un periodo de retorno dado (tiempo medio, medido en años, que tarda en repetirse un sismo con el que se exceda una aceleración dada).</p> <p>Fuentes de Información:</p> <p>El Programa Peligro Sísmico en México (PSM, 1996), contiene los mapas de peligro por sismo, que constituyen un sistema de información cuantitativa, sobre el peligro Sísmico en la República Mexicana.</p>

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Período de retorno de 500 años

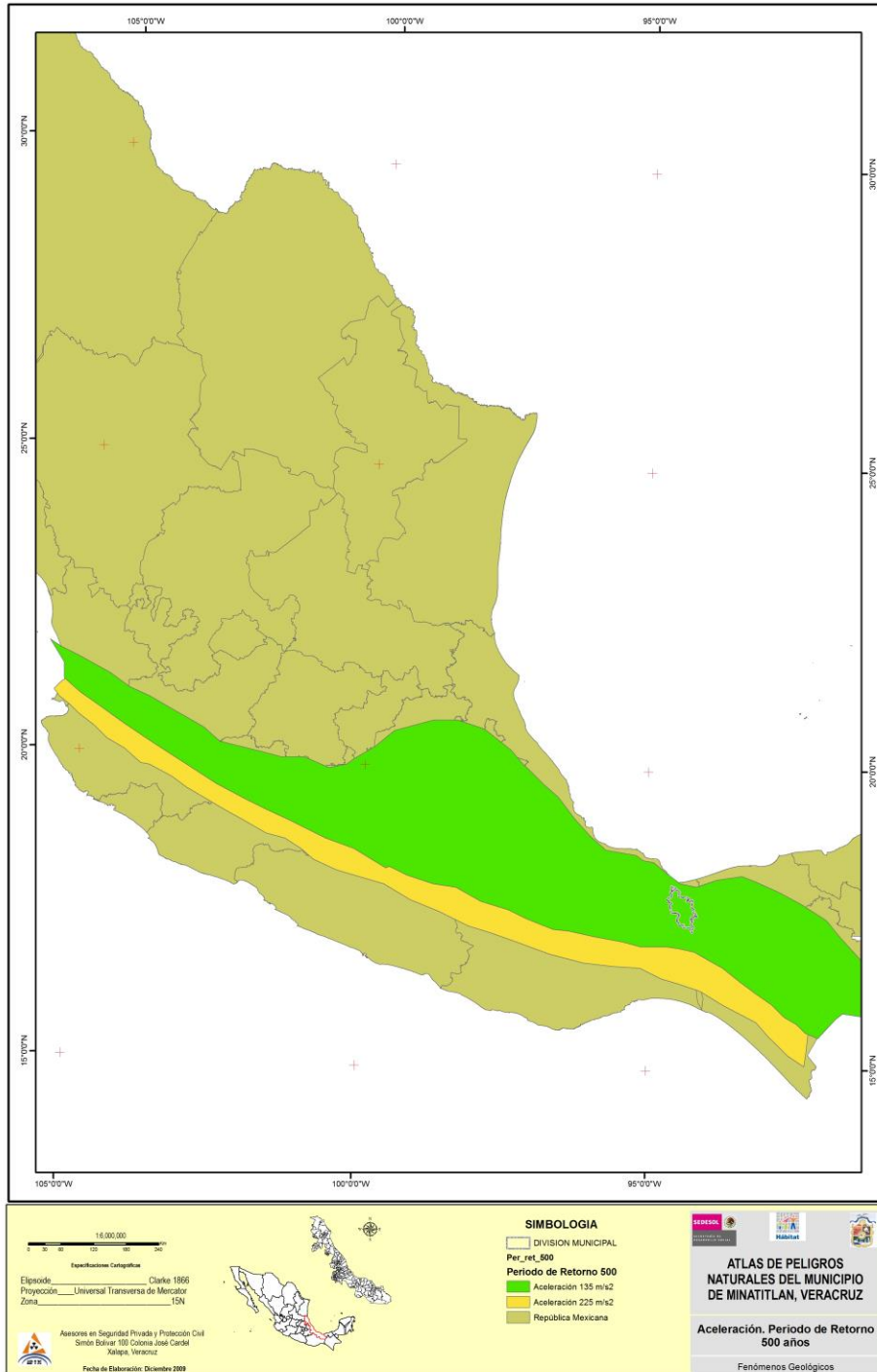


Figura E8. Aceleración para Período de Retorno de 500 años.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



El Municipio de Minatitlán se ubica dentro de la franja que comprende una aceleración de 135 gal, para un período de Retorno de 500 años, es decir; dentro de este período se puede presentar un sismo cuya aceleración del terreno sea mayor o igual a 135 cm/s^2 (Figura E8).

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Periodo de retorno de 100 años

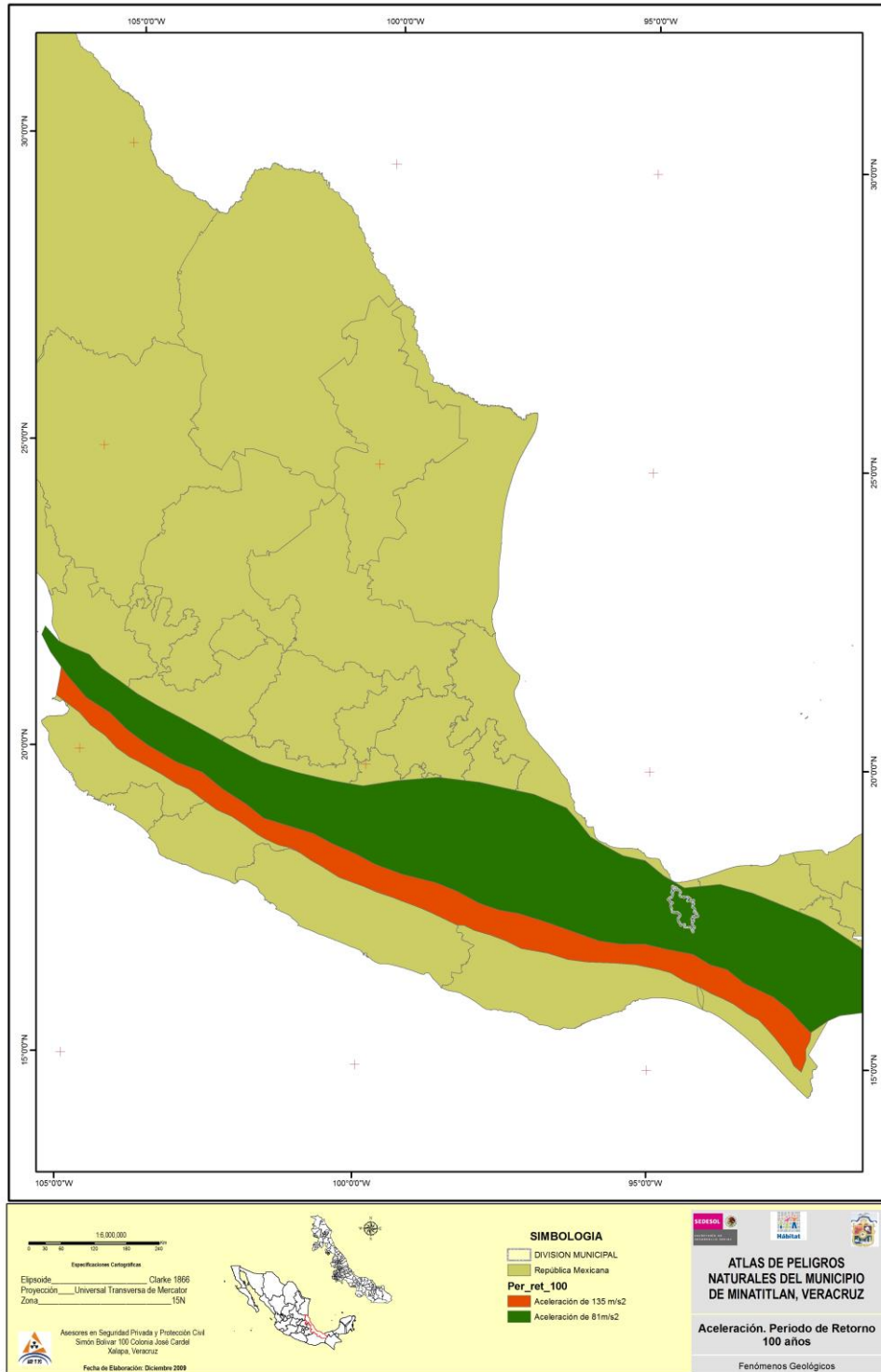


Figura E9. Aceleración para Periodos de Retorno de 100 años.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



El Municipio de Minatitlán se ubica dentro de la franja que comprende una aceleración de 81 gal, para un período de Retorno de 100 años, es decir; dentro de este período se puede presentar un sismo cuya aceleración del terreno sea mayor o igual a 81 cm/s^2 . (Figura E9)

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Periodo de retorno de 10 años

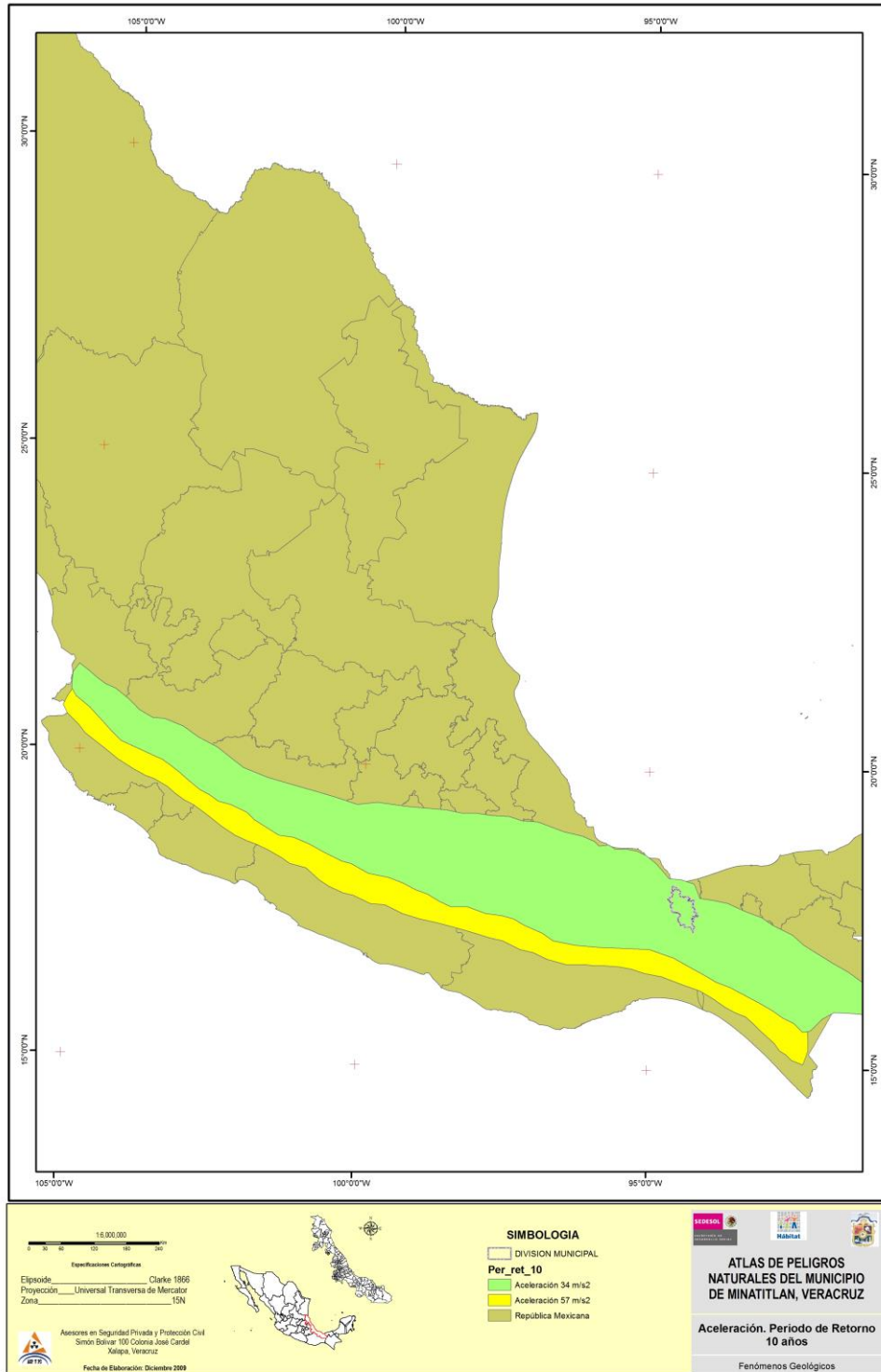


Figura E10. Aceleración para Periodos de Retorno de 10 años.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



El Municipio de Minatitlán se ubica dentro de la franja que comprende una aceleración de 34 gal, para un período de Retorno de 10 años, es decir; dentro de este período se puede presentar un sismo cuya aceleración del terreno sea mayor o igual a 34 cm/s^2 . (Figura E10)

En resumen, en la Tabla E3, se presenta la aceleración del terreno para un periodo de retorno dado.

Tabla E3. Aceleración y período de retorno

Período de Retorno (años)	Aceleración (cm/s^2)	Afectación
500	135	Todo el Municipio
100	81	Todo el Municipio
10	34	Todo el Municipio

Nivel 3. Períodos de retorno para aceleraciones de 15%g

Nivel 3 Método	Evidencias
<p>Ubicación de la zona en cuestión en el Mapa de Periodos de Retorno para Aceleraciones de 15% de g o Mayores.</p> <p>Se sabe que, para los tipos constructivos que predominan en nuestro país, los daños son considerables a partir de un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g.</p> <p>Aplicación:</p> <p>Aplicando este nivel de análisis, el usuario podrá determinar el periodo promedio de repetición de una aceleración mínima que puede producir daños importantes a las construcciones. Si se toma en cuenta el volumen de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos del sismo, pueden definirse prioridades para estudios específicos de seguridad estructural, actualización de reglamento de construcción, entre otros.</p>	<p>La ubicación de la zona en cuestión en este mapa, dará evidencia del periodo de retorno esperado en años, de un sismo que genere aceleraciones mayores o iguales a 15% de g, que pueda generar serios daños en construcciones. Para determinar la actividad sísmica en el área geográfica específica se puede consultar la página electrónica del Servicio Sismológico Nacional (http://www.ssn.unam.mx), lo cual permitirá complementar la historia sísmica y estimar la influencia no sólo de los grandes temblores, sino la de eventos locales de magnitud menor.</p>

Para los tipos constructivos que predominan en nuestro país, los daños son considerables a partir de un nivel de excitación del terreno de 15% de g, es decir de 147 cm/s^2 . Es notable que en el Municipio no existe registro de estas aceleraciones, ya que la

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



aceleración máxima calculada corresponde a 135 cm/s^2 , para un período de retorno de 500 años.

Nivel 4. Estudios de Sitio

Nivel 4 Método
<p>Estudios de sitio</p> <p>Los estudios que deben realizarse en este nivel de análisis, requieren de la participación de especialistas en las materias de geología, geofísica y geografía. Estos estudios deberán llevarse a cabo en zonas o regiones con asentamientos humanos en valles aluviales o lacustres antiguos, ya que en estos lugares se presenta el sistema conocido como “efecto de sitio”, el cual es una respuesta sísmica del terreno con características significativamente distintas en amplitud, duración o contenido de frecuencia de un área relativamente reducida con respecto al entorno regional (Caso de la Ciudad de México y Ciudad Guzmán Jalisco), es decir se llegan a observar intensidades sísmicas notablemente distintas y bien localizadas sin que haya una correlación.</p> <p>Estudios específicos a realizar:</p> <p>Estudios de Geología Superficial a partir de mapas a escala 1:50,000 o mayores 1:5,000. Como producto, se debe obtener un mapa que muestre la litología, variación de espesores y la posible configuración de las diferentes capas geológicas. Áreas con potencial de licuación de arenas.</p> <p>Determinar: existencia y espesor de estratos de arenas; profundidad de nivel freático; grado de compactación y ubicación del sitio con respecto a epicentros sísmicos con magnitudes mayores o iguales a 6.</p> <p>Zonificación Geotécnica de valles aluviales. Elaboración de un mapa de zonificación que incluya: Delimitación de zonas de terreno firme, zonas blandas y aquellas consideradas de transición. Descripción litológica de cada unidad (tipos de rocas o sedimentos que las componen, por ejemplo rocas volcánicas, gravas, arcillas, cuerpos de arena, entre otros).</p> <p>Profundidad del nivel freático, Propiedades (resistencia a la penetración, densidad, plasticidad, grado de fracturamiento y alteración, entre otros). Como resultado, debe obtenerse un mapa de zonificación, con toda la información técnica utilizada, metodologías y criterios empleados.</p> <p>Aplicación: Conocer las zonas que pueden ser susceptibles a la amplificación del movimiento sísmico, o bien identificar áreas aptas para distintos usos o realización de obras.</p>
Evidencias
<p>Ubicación de la zona en cuestión en un valle aluvial, o lacustre, determinado a partir de cartografía geológica y de estudios de campo.</p>

Se conoce como efecto de sitio a la respuesta sísmica del terreno con características significativamente distintas en amplitud, duración o contenido de frecuencias de un área relativamente reducida, con respecto al entorno regional. En otras palabras, podría decirse que el efecto de sitio es aquella condición bajo la cual se llegan a observar

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



intensidades sísmicas notablemente distintas y bien localizadas sin que haya una correlación con la atenuación normal de la energía sísmica con la distancia.

Para conocer éstos efectos, resulta necesario hacer diferentes estudios a nivel regional, donde se describan las diferentes propiedades que tiene la zona de estudio.

La licuación de arenas, es uno de los peligros de mayor impacto, que se da en sitios donde el terreno está constituido por depósitos limosos y/o arenosos de espesor considerable, poco consolidados, con nivel freático a pocos metros de profundidad y cercanos a zonas generadoras de sismos someros de magnitudes mayores o iguales a 6.

Este fenómeno ocurre cuando la presión del fluido contenido en los espacios intergranulares aumenta repentinamente como consecuencia de la presión inducida por el paso de ondas sísmicas, haciendo que el contacto entre los granos disminuya a tal grado que el cuerpo sedimentario llega a comportarse, por unos instantes, como un líquido denso. Lo anterior ocasiona que los edificios pierdan la verticalidad en mayor o menor grado aunque sin sufrir, en muchos casos, daño considerable en su estructura.

Verificación edafológica

Para definir los efectos de sitio, se realizó un recorrido en campo para identificar el tipo de suelo (verificación edafológica) y la presencia de niveles freáticos someros. En la figura E13, se presentan los puntos de campo de verificación.

El tipo de suelo predominante en el Municipio es como el mostrado en la Figura E11. La fotografía de la izquierda, donde se observa suelo color café es clasificado como acrisol, es notable la presencia de clastos de silicatos, provenientes del intemperismo y erosión de la roca madre. En la fotografía de la derecha, se observa suelo color gris, clasificado como luvisol. Este suelo tiene mayor contenido de arcilla. No se encontró evidencia de suelos totalmente arenosos, sin embargo los suelos acrisoles tienen partículas del tamaño de la arena y con presencia de humedad tienden a una consistencia plástica.



Figura E11. Verificación edafológica.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Sitios con niveles freáticos someros

Los sitios con presencia de niveles freáticos someros, junto con suelos con contenido de arenas, aunado a un evento sísmico de Magnitud 6, serán vulnerables a licuación. En la figura E12, se presentan dos sitios donde es observable a simple vista la presencia de agua, por lo que se deduce que no existe zona no saturada.

En la fotografía superior se observan viviendas que pertenecen a la colonia Playón Sur, es notable que los habitantes de esta colonia adaptaron sus casas al medio, colocando pilares en sus bases para evitar inundaciones. Esta colonia ante un evento sísmico puede ocurrir licuación.

En la fotografía inferior, se observa una zona sin viviendas. Esta zona se debe proteger evitando futuras construcciones.



Figura E12. Sitios con presencia de niveles freáticos someros.

Es notable que el Municipio esté constituido por suelo con contenido de arenas y arcillas, con presencia de agua subterránea; ya que se han perforado 3066 pozos, según los datos del *REPDA* y se tienen registros de niveles freáticos menores a 10m de profundidad (CNA, 2002). Los epicentros registrados son menores a 5 de magnitud, siendo el de mayor magnitud el ocurrido el 17 de Agosto de 1963 (Magnitud 5). Por lo anterior, se deduce que el Municipio es propenso a licuación.

En la figura E13, se presenta el mapa de zonas propensas a licuación, que corresponde a suelos con mayor contenido de arenas.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

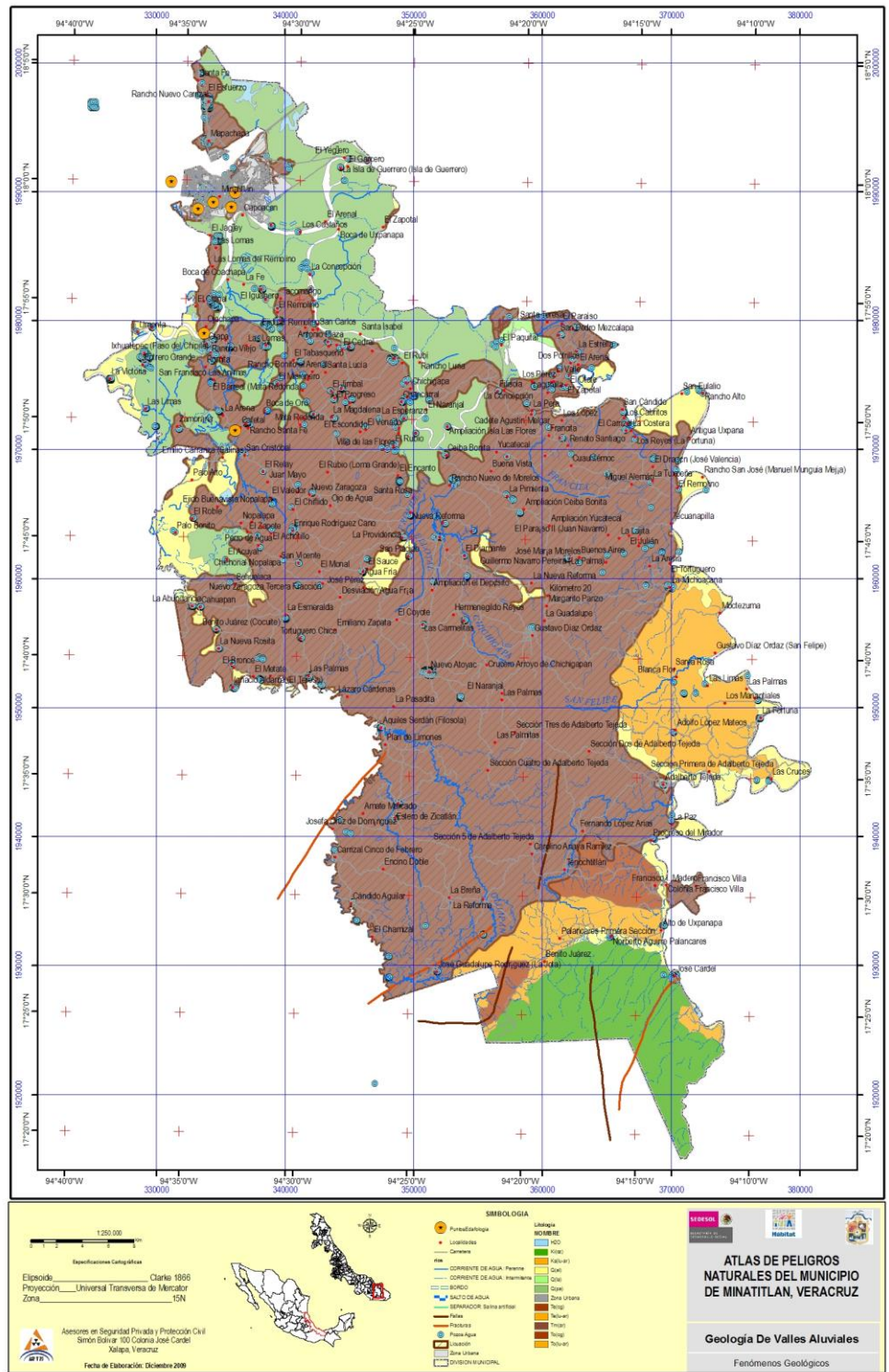


Figura E13. Zonas de Licuación.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



En la Figura E14, se definen los polígonos que pueden presentar licuación en la zona urbana, estas zonas están constituidas por materiales arenosos, según el mapa de litología, agregándose dos zonas más, la primera hacia el Noreste de la zona urbana, en donde se registraron dos epicentros en los años 1983 y 1984 y se tiene presencia de cuerpos de agua, la segunda ubicada en contacto con el meandro del Río Coatzacoalcos, y donde está establecida la colonia Playón Sur; es de esperarse que en las márgenes este río se depositen sedimentos arenosos, debido a las fluctuaciones que tiene el propio río con el paso del tiempo.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

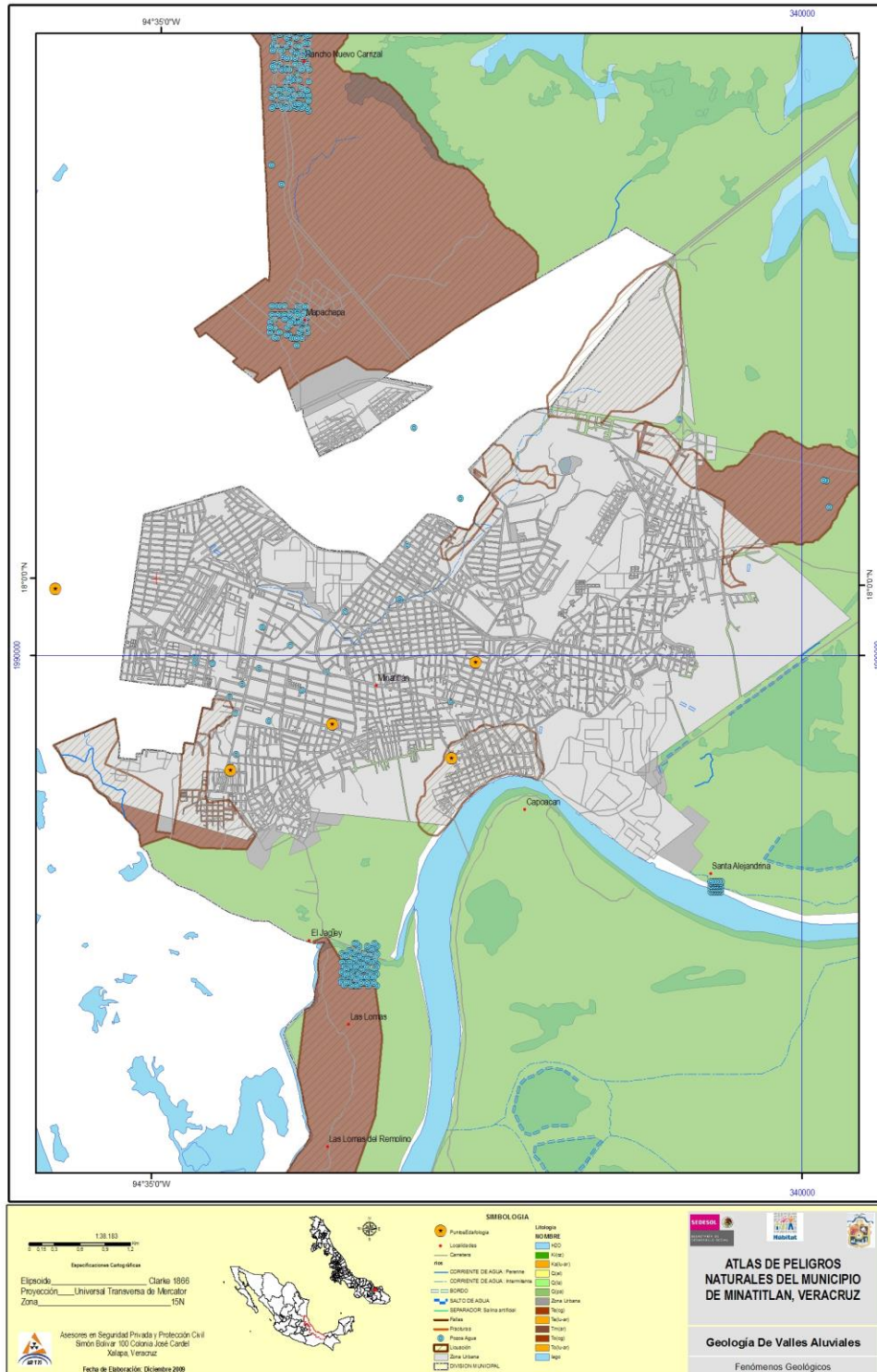


Figura E14. Zonas de Licuación en el Área Urbana.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Indicadores de vulnerabilidad:

Vulnerabilidad geográfica

El Municipio es vulnerable a una Mediana sismicidad al norte del Municipio y alta sismicidad al Sur. La zona urbana y las poblaciones mayores a 1500 habitantes se ubican dentro de la zona de Mediana Sismicidad.

Es posible reducir el daño causado por sismos mediante técnicas y mecanismos apropiados en una situación dada. Las acciones que se proponen para reducir el peligro por Sismos en el Municipio son las siguientes:

- Estudios de sismicidad de la región, considerando la información histórica e instrumental.
- Estudios de microzonificación sísmica.
- La elaboración de mapas de zonas con diferentes niveles de riesgo, que permitan definir el grado de exposición o amenaza a nivel macro y micro de las zonas propensas.

Vulnerabilidad física

La vulnerabilidad física está relacionada con el tipo predominante de construcción y materiales empleados. En el Municipio de Minatitlán se observó que la construcción predominante en la zona urbana son viviendas de material.

Con la experiencia del sismo de 1985 que afectó a la ciudad de México (Ordaz, 1989), se concluye que las aceleraciones del terreno en sitios de terreno blando fueron muy grandes, a pesar de que el temblor que las provocó se originó a más de 300km de distancia. Las fuerzas que estos movimientos produjeron en las construcciones excedieron apreciablemente a las de diseño que preveía el código en vigor. La duración de la excitación sísmica y la consiguiente degradación de la resistencia de las construcciones es un factor claramente decisivo en el comportamiento estructural, sin embargo, su influencia no está debidamente estudiada ni cuantificada, y sólo se considera en los reglamentos de construcción de manera indirecta. Los principales daños observados en construcciones son:

- Falla frágil en columnas. La falla de muchos edificios de concreto reforzado se debió a la imposibilidad de sus columnas para sostener las grandes demandas de ductibilidad impuestas por el elevado número de repeticiones de carga; esto causó un deterioro en resistencia mayor al que típicamente se presenta en estructuras sometidas a temblores de más corta duración. Contribuyó a la vulnerabilidad de este tipo de estructuras la escasez de refuerzo transversal.
- Incertidumbres asociadas al comportamiento no lineal. A esta categoría pertenecen los muchos casos de edificios asimétricos, cuyo colapso se debió muy probablemente a grandes desplazamientos debidos a torsión, esto, a pesar de las recomendaciones del código que tomaban en cuenta este fenómeno. También los

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



edificios con planta baja flexible, en los que la presencia de resistencia mucho mayores en los pisos superiores hizo que la disipación de energía en el rango no lineal tuviera lugar sólo en las columnas del primer piso.

- Golpeteo entre edificios adyacentes e interacción suelo-estructura. En más de 40% de los casos de colapso o daño severo, los edificios golpearon contra construcciones adyacentes. La rotación de la cimentación con seguridad acentuó este efecto y posiblemente fue responsable de los muchos casos de falla de los pisos superiores.
- Sobrecarga de los edificios. Muchos casos de colapso o daño grave se asociaron a cargas verticales que excedían con mucho los valores de diseño. En general, las cargas vivas eran excesivas como consecuencia del cambio de uso en la edificación o resultado del almacenamiento de pesados archivos en áreas diseñadas para mobiliario convencional, esto ocurrió en edificios gubernamentales.

Algunas recomendaciones para disminuir la vulnerabilidad física son:

- Incorporación de estudios de vulnerabilidad, para la planeación física.
- Promoción de los criterios de construcción sismorresistente.
- Reforzamiento de edificaciones vulnerables que no puedan ser reubicadas.
- Expedición de códigos de construcción para reducir la vulnerabilidad física.
- Mejoramiento e instalación de las estaciones sismológicas y las redes de instrumentos de medición de movimientos fuertes, fundamentales para la depuración y refinamiento de la evaluación del riesgo.

Vulnerabilidad Social

La vulnerabilidad se relaciona con la preparación de la población ante la presencia del sistema. Para este fin, se describen las Recomendaciones a la población en caso de un sismo. El difundir estas recomendaciones tenderá a disminuir la vulnerabilidad.

Recomendaciones de la población

Antes

- Platique en el hogar acerca de los sismos y otros posibles desastres y formule un plan para su protección.
- Participe y en su caso, organice programas de preparación para futuros sismos que incluyan simulacros de evacuación.
- Cumpla las normas de construcción y uso de suelo establecidas. Recorra a técnicos y especialistas para la construcción o reparación de su vivienda, de este modo tendrá mayor seguridad ante un sismo. Ubique y revise periódicamente, que se encuentren en buen estado las instalaciones de gas, agua, sistema eléctrico. Use accesorios con conexiones flexibles y aprenda a desconectarlos. Fije a la pared: repisas, cuadros, armarios, estantes, espejos y libreros, evite colocar objetos pesados en la parte superior de éstos, asegure al techo lámparas y candiles.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



- Tenga a la mano los números telefónicos de emergencia, un botiquín de primeros auxilios, de ser posible un radio portátil y una linterna con pilas. Porte siempre una identificación.

Durante

Bajo Techo (en el hogar, la escuela o el centro de trabajo)

- Conserve la calma y tranquilice a las personas de su alrededor. Si tiene oportunidad de salir del inmueble hágalo en orden inmediatamente, recuerde no grite, no empuje, no corra y diríjase a una zona segura.
- No utilice elevadores.
- Aléjese de libreros, vitrinas, estantes u otros muebles que puedan deslizarse o caerse; así como, de las ventanas, espejos y tragaluces.
- En caso de encontrarse lejos de una salida, ubíquese debajo de una mesa o escritorio resistente, que no sea de vidrio, cúbrase con ambas manos la cabeza y colóquelas junto a las rodillas. En su caso, diríjase a alguna esquina, columna o bajo del marco de una puerta.
- Una vez terminado el sismo, desaloje el inmueble y recuerde: no grite, no corra y no empuje.

En lugares donde hay mucha gente

- Si se encuentra en un cine, tienda o cualquier lugar muy congestionado, ubique la salida más cercana y desaloje con calma, en caso de encontrarse lejos de una salida, quédese en su lugar u cúbrase la cabeza con ambas manos colocándola junto a las rodillas.
- Busque un lugar seguro para protegerse.

En el automóvil

- En cuanto pueda trate de pararse en un lugar abierto y permanezca en el automóvil; no se estacione junto a postes, edificios y otros elementos que presenten riesgos, ni obstruya señalamientos de seguridad. Si va en la carretera maneje hacia un lugar alejado de puentes o vías elevadas y permanezca en el vehículo.

En la calle

- Aléjese de edificios, muros, postes, cables y otros objetos que puedan caerse, evite pararse sobre coladeras y registros.
- De ser posible, vaya a un área abierta lejos de peligros y quédese ahí hasta que termine de temblar.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Después

- Efectúe con mucho cuidado una completa verificación de los posibles daños de la casa.
- No hacer uso del inmueble si presenta daños visibles.
- No encienda cerillos, velas, aparatos de flama abierta, o aparatos eléctricos, hasta asegurarse que no haya fugas de gas.
- En caso de fugas de agua o gas, repórtelas inmediatamente
- Compruebe si hay incendios o, peligro de incendio y repórtelo a los bomberos. Verifique si hay lesionados y busque ayuda médica de ser necesaria. Evite pisar o tocar cualquier cable suelto o caído. Limpie inmediatamente líquidos derramados como medicinas, materiales inflamables o tóxicos. No coma ni beba nada contenido en recipientes abiertos que hayan tenido contacto con vidrios rotos.
- No use el teléfono excepto para llamadas de emergencia. Encienda la radio para enterarse de los daños y recibir información. Colabore con las autoridades.
- Esté preparado para futuros sismos (llamados replicas). Las “replicas” generalmente son más débiles que la sacudida principal, pero pueden accionar daños adicionales.
- No propague rumores aléjese de los edificios dañados. Verifique los roperos, estantes y alacenas; ábralos cuidadosamente, ya que pueden caer los objetos contenidos en ello encima.
- En caso de quedar atrapado, conserve la calma e intente comunicarse al exterior

Las siguientes recomendaciones coadyuvarán a la reducción de la vulnerabilidad social:

- Elaboración de material para los medios de comunicación, así como el desarrollo de cursos de orientación, ilustración y preparación en caso de un evento sísmico.
- Preparación de grupos operativos de emergencia, capacitados para asumir el manejo organizado de la búsqueda, rescate, transporte en caso de evacuaciones, suministros, alojamiento temporal en caso de que ocurra un sismo.
- Preparación de planes de emergencia y capacitación del personal médico y paramédico para la atención de la población así como la adecuación de hospitales y de sus vías de acceso para la atención de víctimas en caso de presentarse el evento8)
- Capacitación acerca de las posibilidades de reubicación de viviendas.

Vulcanismo

En la República Mexicana existen varios miles de volcanes, pero sólo 20 son considerados activos. Entre los principales volcanes mexicanos destacan grandes estratovolcanes, como el de Colima, el Popocatépetl o el Pico de Orizaba; estos edificios volcánicos se han elevado a gran altura debido a la continua superposición de capas de lava y de material fragmentado, producto de sus continuas erupciones. Pero la gran mayoría de los volcanes mexicanos corresponden a lo denominados conos de ceniza o volcanes cineríticos.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Sistema Perturbador:

Riesgos Geológicos - Vulcanismo

Nivel 1. Ubicación del contexto geológico

Nivel 1 Método	Evidencias
<p>Ubicación dentro del contexto geológico de México.</p> <p>Este nivel de análisis, puede ser desarrollado por personal no especializado en peligros volcánicos.</p> <p>Aplicación:</p> <p>Ubicar la localidad en estudio, en la cartografía geológica de la República Mexicana, a fin de determinar si ésta se encuentra en o cercana a provincias geológicas de origen volcánico, o cerca de un volcán considerado como peligroso.</p>	<p>La primera evidencia de posibles peligros, es que la zona de estudio se ubique en una provincia geológica de origen volcánico.</p> <p>Si se conoce un poco de aspectos geológicos o de ingeniería civil, determinar la existencia de materiales volcánicos en la zona, muchos de estos se aprovechan como agregados para concreto y otros materiales de construcción, como arena, grava, cantera, tepojal (pumicita), tepetate (ceniza volcánica alterada a arcilla), tezontle (escoria volcánica), entre otros.</p> <p>La consulta de mapas o cartas geológicas, donde se ubiquen bancos de materiales, puede ser útil para este fin.</p> <p>Otras evidencias de actividad ígnea en una zona, es la presencia de aguas termales, vapores (geisers), lodos termales, costras de azufre en rocas, campos geotérmicos cercanos, deslaves o desgajamientos asociados al vulcanismo, entre otros.</p> <p>La presencia de actividad sísmica continua de baja intensidad, pero perceptible puede ser evidencia de movimiento de magma a profundidad.</p>

Los volcanes activos más cercanos al Municipio de Minatitlán son el volcán San Martín y el volcán Chichón, el primero se localiza a 85 km al Noreste del Municipio de Minatitlán y el segundo a 100 km al Sureste del Municipio (Figura E15).

Considerando la distancia, se establece que el Municipio de Minatitlán no presenta peligro de Vulcanismo, sin embargo una erupción explosiva como la ocurrida por el volcán Chichonal en 1982, puede afectar al Municipio como caída de ceniza. El volcán Chichón o Chichonal, arrojó a la atmósfera una columna de gases y material magmático fragmentado hasta una altura superior a los 20 km, en esta erupción tampoco hubo lava en forma líquida, sólo una lluvia de arena o material fragmentado que cubrió más de 30 000 km² y que sepultó algunos poblados. La columna eruptiva que produjo el volcán

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



Chichón tuvo serios efectos en la atmósfera. El material arrojado por el Chichón, sobre todo el de grano muy fino (menor a unas micras), permaneció en la atmósfera terrestre durante más de un año antes de depositarse nuevamente en la Tierra, y llegó a formar una gran mancha de varios kilómetros de ancho y más de 2000 de largo. Esto provocó variaciones en la cantidad de radiación solar que normalmente penetra por la atmósfera hacia la superficie terrestre. Además, debido a los estratos geológicos en los que se encuentra este volcán, el material magmático se contaminó con diversas sales de azufre y de cloro, materiales que perturban seriamente las reacciones químicas que dan origen a la formación del ozono. Estos efectos son poco comunes (Medina, 1997).

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

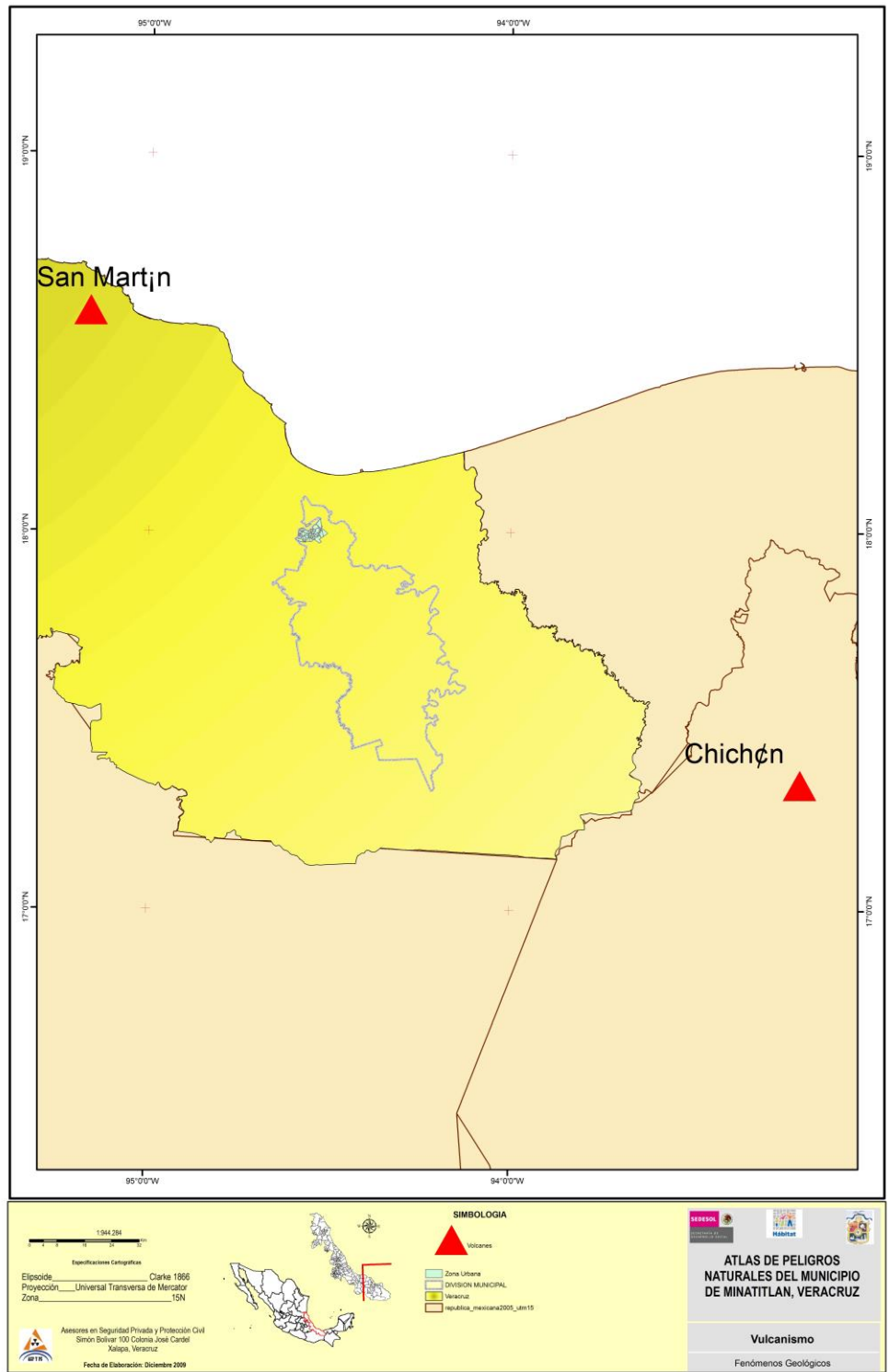


Figura E15. Volcanes Activos Cercanos al Municipio.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Deslizamiento

Un deslizamiento ocurre cuando se rompe o pierde el equilibrio de una porción de los materiales que componen una ladera y se deslizan ladera abajo por acción de la gravedad. Aunque los deslizamientos usualmente suceden en taludes escarpados, tampoco es raro que se presenten en laderas de poca pendiente. Son primariamente ocasionados por fuerzas gravitacionales, y resultan de una falla por corte a lo largo de la frontera de la masa en movimiento, respecto a la masa estable; se alcanza un estado de falla cuando el esfuerzo cortante medio aplicado en la superficie potencial de deslizamiento, llega a ser igual a la resistencia al esfuerzo cortante del suelo o roca. Hay que considerar que se puede desencadenar un problema de inestabilidad, sobre todo por el deterioro de las características de resistencia y estabilidad de las formaciones geológicas, al paso del tiempo, o por modificaciones al medio ambiente natural por la acción humana.

La inestabilidad de laderas naturales, es un tipo de movimiento de la superficie del terreno natural que se presenta en zonas de pendiente, donde la superficie del mismo presenta diversos grados de inclinación. Estas inestabilidades se caracterizan porque los materiales que componen la masa fallada se pueden mover por derrumbe o caída, deslizamiento, flujo y desplazamiento lateral. Algunos deslizamientos son rápidos por que ocurren en segundos, mientras que otros pueden tomar horas, semanas, meses, o aun lapsos mayores para que se desarrollen.

El grado de inestabilidad está íntimamente relacionado con el origen geológico de las masas térreas (roca o sedimento), la pendiente natural del terreno, sismicidad, clima y ambiente propias de cada sitio. Los diversos tipos de movimiento se presentan en la (Tabla E4).

Tabla E4. Tipo de movimiento y tipo de material involucrado en el proceso de Inestabilidad de laderas Naturales.

Tipo de movimiento		Tipo de material		
		Roca basal	Sedimentos no consolidados	
			Gruesos	Finos
Caídos		Caída de rocas	Flujo de escombros	Caída de suelo
Volcadura		Volcadura de rocas	Volcadura de escombros	Volcadura de bloques de suelo
Deslizamientos rotacional	Material escaso	Desprendimiento de rocas	Desprendimiento de escombros	Desprendimiento de bloques de suelo
Deslizamientos traslacional	Material abundante	Deslizamiento de bloques de roca Deslizamiento de rocas	Deslizamiento de bloques de escombros Deslizamiento de escombros	Deslizamiento de bloques de suelo Deslizamiento de suelo
Diseminación por escurrimiento ladera abajo y lateral conforme avanza el material.		Diseminación de rocas	Diseminación de escombros	Diseminación de suelo

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Flujos		Flujo de rocas (reptación profunda de terreno natural)	Flujo de escombros Reptación de suelos	Flujo de lodo
Complejo: Implica la combinación de dos o más de los tipos principales de movimiento.				

Por la forma de la superficie de falla, se distinguen:

- **Rotacionales:** Deslizamientos en los que su superficie principal de falla resulta cóncava hacia arriba (forma de cuchara o concha), definiendo un movimiento rotacional de la masa inestable de suelos y/o fragmentos de rocas con centro de giro por encima de su centro de gravedad. A menudo estos deslizamientos rotacionales ocurren en suelos arcillosos blandos, aunque también se presentan en formaciones de rocas blandas muy intemperizadas.
- **Traslacionales:** Deslizamientos en los que la masa de suelos y/o fragmentos de rocas se desplazan hacia afuera y hacia abajo, a lo largo de una superficie de falla más o menos plana, con muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. Usualmente determinan deslizamientos someros en suelos granulares, o bien están definidos por superficies de debilidad en formaciones rocosas, tales como planos de estratificación, juntas y zonas de diferente alteración o meteorización de las rocas, con echado propicio al deslizamiento.

Factores que determinan la inestabilidad de laderas

En términos generales se puede decir que los factores que propician los problemas de deslizamientos o de inestabilidad de laderas se dividen en internos y externos; y tienen que ver directa o indirectamente con los esfuerzos cortantes actuantes y resistentes que se desarrollan en la potencial superficie de falla o de deslizamiento. En no pocas ocasiones dichos factores se combinan, resultando difícil distinguir la influencia de cada uno de ellos durante la falla de una ladera. Los cambios en el ambiente y las perturbaciones al entorno natural por actividades humanas, son causas que también pueden desencadenar los deslizamientos de laderas. En la tabla E5. Se resumen los principales factores que afectan la Inestabilidad de laderas.

Tabla E5. Factores que determinan la Inestabilidad de laderas

Factores geomorfológicos	Factores internos	Factores ambientales
Topografía de los alrededores y geometría del talud.	Propiedades mecánicas de deformabilidad, resistencia y permeabilidad de los suelos y rocas constituyentes.	Climatología y régimen de precipitaciones pluviales normales y extraordinarias probables.
Factor de Seguridad	Estratigrafía y Estructuras Geológicas	
Distribución de la estratificación de los materiales térreos.	Estado de esfuerzos actuantes.	Geohidrología
	Susceptibilidad de los minerales que constituyen los sedimentos	Hidrología de superficie.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



	no consolidados por experimentar cambios que se reflejen en el deterioro de las propiedades mecánicas de resistencia, deformabilidad y permeabilidad de los materiales térreos ante las acciones del intemperismo.	
Cargas sobre laderas		Causas Humanas
	Perfil de meteorización en el caso de laderas naturales donde la roca basal es de tipo: ígneo y metamórfico.	Sismicidad

Factor de seguridad

El factor de seguridad (FS) de una ladera, usualmente se expresa desde el enfoque clásico de un análisis de estabilidad global, como el cociente mínimo entre la resistencia media al esfuerzo cortante (δf), y el esfuerzo cortante medio que actúa en la potencial superficie de falla (δ); este esfuerzo actuante lo induce principalmente el peso del material adyacente al talud. Si se considera la existencia de una ladera, se debe asumir que $\delta f > \delta$, y que por tanto el cociente FS es mayor que la unidad. La condición de falla inminente en una ladera se presenta cuando se cumple $\delta f = \delta$, y por tanto $FS = 1$. Para que ello ocurra, el esfuerzo cortante medio actuante debe aumentar y/o la resistencia media al esfuerzo cortante del suelo debe disminuir.

Los factores externos e internos a la ladera determinan los cambios que pueden sufrir estas dos variables (δf y δ) debido a fenómenos naturales o artificiales. Entre los primeros, que inciden directamente en el valor de δ , se pueden considerar las posibles cargas externas aplicadas, la modificación de la pendiente o de la altura de la ladera, entre otros. Por otro lado, entre los segundos se pueden englobar los mecanismos que provocan una reducción de la resistencia cortante, δf ; tales como el intemperismo y la erosión, que generan disgregación y descomposición de materiales. Sin embargo, el mecanismo más simple y rápido para modificar la resistencia es la generación de presión de poro (presión en el agua que ocupa los intersticios del suelo o las grietas de formaciones rocosas); ello ocurre cuando el agua se acumula en el material térreo de la ladera,

Factores internos

Los factores internos están directamente relacionados con el origen y las propiedades de los suelos que componen la ladera, así como por su distribución espacial y, de manera muy particular, por la presencia de agua, la que por la presión que ejerce dentro de la masa de suelo, provoca la disminución de su resistencia al esfuerzo cortante. El agua, ya sea por lluvias o cualquier otra fuente, es la principal causa que provoca una disminución de la resistencia de los suelos en la potencial superficie de falla.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Propiedades de los suelos y rocas

Las características de resistencia al esfuerzo cortante de los suelos y de las rocas que forman las laderas son variables que dependen principalmente de las condiciones geológicas y climáticas de una región, y varían en el espacio y en el tiempo. La resistencia al esfuerzo cortante de los suelos puede ser determinada mediante pruebas de campo o de laboratorio. Las fuerzas actuantes por peso propio y por cargas aplicadas se determinan con suficiente precisión a partir de sus condiciones geométricas y de pesos volumétricos.

Las debilidades inherentes en las rocas y en los suelos frecuentemente se combinan con uno o más eventos desestabilizadores (factores externos), tales como lluvias intensas, cambios en el nivel del agua dentro del terreno, actividad sísmica o actividad volcánica. La lluvia, por ejemplo, produce un aumento en la saturación del terreno y en el aumento del peso del suelo; y de manera más trascendente, en la elevación del nivel del agua, lo que se traduce en el incremento de su presión.

Estratigrafía y estructuras geológicas

Los planos de estratificación, las discontinuidades o las zonas de contacto de estructuras geológicas, se convierten con frecuencia en potenciales superficies de falla de una ladera, principalmente cuando los planos de estratificación y las zonas de contacto adquieren pendientes inclinadas o francamente paralelas a la superficie de los taludes o laderas naturales.

Lluvias intensas y prolongadas

Uno de los factores externos que más contribuyen a la inestabilidad de laderas es la lluvia; por el efecto que tiene en la saturación del terreno, en el aumento del peso volumétrico del suelo y, de manera más trascendente, en la reducción de la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos (por efecto de la presión de poro); asimismo, las corrientes extraordinarias por el pie propician socavación, deslaves y cambios en la geometría de las laderas.

Se ha logrado acumular una gran cantidad de información histórica a través de varios años de monitorear la ocurrencia de deslizamientos y su relación con las lluvias; llegando a las siguientes conclusiones (Brand, 1985):

- Los deslizamientos en su gran mayoría son inducidos por lluvias cortas y localizadas de intensidad alta, y éstos ocurren prácticamente al mismo tiempo que se presenta el máximo de la lluvia horaria.
- La lluvia antecedente no es un factor mayor en la ocurrencia de deslizamientos, excepto en casos de deslizamientos menores que tienen lugar bajo lluvias de relativamente baja intensidad. En estos casos, sólo la lluvia antecedente de unos cuantos días parece ser significativa.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



- Una intensidad de lluvia de aproximadamente 70 mm/hora parece ser el valor de un umbral arriba del cual ocurren los deslizamientos. El número de deslizamientos y la severidad de sus consecuencias aumenta dramáticamente conforme crece la intensidad horaria respecto a este umbral.
- La lluvia de 24 horas generalmente refleja lluvias cortas de intensidad alta, y ésta puede por tanto usarse como un indicador de la probabilidad de deslizamientos. Una lluvia de 24 horas de menos de 100 mm es muy improbable que provoque un deslizamiento mayor.

Adicionalmente a la ocurrencia de las lluvias existen otras fuentes de aportación de agua al interior de las laderas que provocan inestabilidades. Entre estas fuentes adicionales de aportación de agua se pueden citar a las fugas en los sistemas de drenaje y de distribución de agua potable, el riego de jardines y las fugas de agua de los tanques de almacenamiento que frecuentemente se construyen zonas elevadas como lomas y cerros.

Sismos

Los sismos ocupan un lugar muy importante dentro de las causas naturales o factores externos que activan o disparan la inestabilidad de laderas. De acuerdo con una estadística mundial sobre los 25 deslizamientos más catastróficos ocurridos en el Siglo XX (Schuster, 1996), el 36 por ciento de ellos fueron disparados por acciones sísmicas; sólo 4 por ciento por abajo de las lluvias que son el principal factor detonante de inestabilidad de laderas.

Cuando ocurre un evento sísmico se generan fuerzas inerciales dentro de la ladera, las cuales determinan el aumento de los esfuerzos cortantes actuantes en la potencial superficie de deslizamiento.

El efecto de las acciones sísmicas da como resultado una fuerza horizontal, a favor del deslizamiento, que equivale a una fracción del peso de la masa potencialmente deslizante, delimitada por la superficie de falla; y que se calcula como el producto de un coeficiente sísmico multiplicado por el peso de la masa potencialmente inestable.

Cargas sobre la ladera

La aplicación de cargas sobre la ladera, ya sea por la construcción de obras o por la acumulación de materiales, es un factor determinante en los incrementos de los esfuerzos cortantes actuantes en la potencial superficie de falla. El desarrollo de asentamientos humanos en el talud y en la corona de una ladera tiene aspectos negativos en la estabilidad, ya que además del peso que transmiten a la ladera por la construcción de viviendas, se generan otras condiciones proclives a los deslizamientos como son: fugas en drenajes y en los servicios de agua potable, cortes y terrazas para la construcción de obras y acumulación de cargas accidentales producidas por tránsito de vehículos y por la vibración de maquinaria.

La construcción de edificios pesados muy cerca del hombro de una ladera puede llegar a producir un problema de inestabilidad local, que puede convertirse en una amenaza para

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



las construcciones u obras de infraestructura ubicadas talud abajo, con la posibilidad de convertirse en un deslizamiento general de la ladera.

Causas humanas o antropogénicas

Existen actividades humanas que agudizan o francamente causan de manera directa la ocurrencia de deslizamientos. Debe reconocerse un hecho bien establecido: bajo condiciones de altura, pendiente y geomateriales similares, un área urbana es más susceptible a los deslizamientos que un área rural. Tres son los factores globales de origen antropogénico que causan deslizamientos en laderas; ellos son los que se detallan a continuación:

I. Cambios en el régimen de la presión del agua del subsuelo

- Concentración de infiltraciones por la rotura de drenajes o de los sistemas de abastecimiento de agua
- Cambio en el régimen de las aguas superficiales
- Cambio o incluso impedimento de cauces en cañadas
- Construcción de vasos o tanques de almacenamiento
- Infiltraciones por fosas sépticas
- Impermeabilización para la urbanización, lo que reduce la evaporación e infiltración, y aumenta la escorrentía.

II. Cambio en la topografía de la ladera y la imposición de sobrecargas o sobre presiones

- Aumento del ángulo del talud por la ejecución de cortes
- Sobrecargas por la construcción de muros de retención, rellenos, casas y edificios
- Vibraciones provocadas por maquinaria
- Explosiones para la explotación de canteras, minas y bancos de material
- Inyección de morteros cerca del talud.

III. Deforestación

- Tala de bosques
- Agricultura, pastoreo y quema
- Modificaciones del uso del suelo.

La inestabilidad de laderas en nuestro país ocurre con gran frecuencia en suelos residuales y durante periodos de lluvias intensas. Los suelos residuales son aquellos materiales producto de la descomposición química de las rocas, resultado del intemperismo provocado por el clima; se trata de geomateriales no transportados, disgregables o de consistencia blanda que se mantienen en el mismo sitio en que fueron modificados a partir de la roca original. Con frecuencia exhiben incluso la misma apariencia que la roca original. Amplias zonas del territorio nacional están cubiertas con suelos residuales, destacando las localizadas en la vertiente del Golfo de México y en las porciones sureste y sur de la vertiente del Pacífico; en ellas pueden distinguirse estos suelos de colores rojizos.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



El grado de alteración y la extensión a la que la estructura original de la masa de roca se destruye o meteoriza varía con la profundidad. Se da lugar así a perfiles de alteración que comprenden materiales con propiedades mecánicas muy diferentes, desde aquéllas propias de la roca franca que se encuentra a profundidad, hasta las de suelo completamente intemperizado o alterado, o simplemente residual, que se observa en la superficie del terreno.

No es de extrañarse entonces, que con frecuencia las superficies de deslizamiento en materiales residuales se ubiquen relativamente cerca y paralelas a la superficie del terreno.

Las características principales de los materiales residuales son:

- a) usualmente muy heterogéneos, lo que los hace difíciles de muestrear y ensayar;
- b) se encuentran casi siempre en una condición no saturada, esto es que sus poros contienen no sólo agua sino también aire; y
- c) invariablemente tienen altas permeabilidades, lo que determina que sus propiedades sean particularmente sensibles y de una respuesta muy rápida a las influencias hidráulicas externas (www.crid.org.cr)

Sistema Perturbador:

Riesgos Geológicos - Deslizamientos

Nivel 1. Compilación de información y análisis cartográfico

Nivel 1 Método	Evidencias
<p>Compilación de información de estudios realizados en el territorio objeto de análisis.</p> <p>Análisis cartográfico:</p> <p>Localización de sitios con pendientes pronunciadas.</p> <p>Localización y clasificación de deslizamientos anteriores.</p> <p>Recorrido de campo para:</p> <p>Identificar las zonas de deslizamiento analizadas previamente.</p> <p>Descripción de los materiales geológicos.</p> <p>Representación cartográfica de la información levantada, georeferenciada con GPS.</p>	<p>Reporte de antecedentes de los estudios realizados.</p> <p>Consulta de mapas con información de zonas de deslizamientos en diferentes escalas, las más comunes que se encuentran están entre escalas de 1:100,000 a 1:25,000.</p> <p>Fotografías que muestren:</p> <p>Laderas inestables, fracturas, árboles inclinados, poblados en peligro, carreteras deformadas, postes inclinados en dirección de la pendiente, cercas o bardas deformadas en dirección de la pendiente, laderas desestabilizadas por obras realizadas.</p> <p>Fichas de registro de la información levantada en campo.</p>

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Representar la distribución de la infraestructura y asentamientos humanos con respecto a las zonas de peligro detectadas.

Este método se fortalece con el desarrollo de entrevistas con la población y con el análisis de factores externos tales como la sismicidad, cubierta vegetal, deforestación, acción antrópica (caminos, túneles, terraza, cortes, rellenos, entre otros)

Para la compilación de Información, se visitó las oficinas del Ayuntamiento de Minatitlán para investigar si existían reportes de deslizamientos anteriores. Asimismo se entrevistó al Director de Protección Civil, el Comandante Felipe Antonio Galán Martínez, para compilación de datos de deslizamientos. Se corroboró que en el Municipio no existen mapas de identificación de deslizamientos, sin embargo protección civil cuenta con fichas técnicas que se actualizan diariamente como la mostrada en la figura E16, donde se tiene el registro de situaciones que ponen en peligro a la población o a la infraestructura. En particular, para el peligro de deslizamientos se tenía un registro de uno ocurrido el 4 de Noviembre d 2009 ubicado en Camino Michoacana a Diaz Ordaz, cuyo camino fue dañado por un deslave. Por lo anterior resulta de interés la elaboración de este documento, que ayude a estos organismos a una mejor planeación del Municipio. Es recomendable que los reportes de Protección Civil se tengan mapeados y clasificados en un SIG, ya que esto sería una herramienta de planificación para una mejor toma de decisiones ante algún evento.

Vías de Comunicación dañadas:	CAMINO CERRO NANCHITAL A FRANCISCO I MADERO, CORTADO A LA ALTURA DEL TERRAPLEN DEL PUENTE FRANCISCO I MADERO, CAMINO FRANCISCO I MADERO PALANCARES, CORTADO EN EL ARROYO DE ALTO UXPANAPA, CAMINO FRANCISCO I MADERO A PROGRESO MIRADOR CORTADO POR EL ARROYO EL PESCADOR, CAMINO PROGRESO MIRADOR A ADALBERTO TEJEDA CORTADO A LA ALTURA DEL PUENTE EL BURRO, CAMINO ADALBERTO TEJEDA A LAS CRUCES CORTADO EN EL TERRAPLEN DE ADALBERTO TEJEDA, CAMINO DE LA MICHOACANA A EL MASATE, CORTADO A LA ALTURA DEL ARROYO QUE LLEVA A LA DESVIACION DE TECUANAPA, CAMINO MICHOACANA A DIAZ ORDAZ CORTADO A LA MITAD POR QUE SE LLEVO UNA ALCANTARILLA DEL ARROYO, CAMINO PUEBLO VIEJO A LA CONCEPCION CORTADO A LA ALTURA DEL ZAPOTAL Y LAGUNILLA, CAMINO FILSOLA-FRANCITA CORTADO A LA COMUNIDAD AGUSTIN MELGAR, CAMINO EL DEPOSITO-RANCHO NUEVO MORELOS CORTADO EN EL PUENTE DE SAN JOSE POCHITIQUE CORRESPONDIENTE AL ARROYO NEGRO, CAMINO VILLA DE LAS FLORES- EL ENCANTO CORTADO A LA ALTURA DEL TERRAPLEN DEL ENCANTO, CAMINO LA BREÑA-AQUILES SERDAN CORTADO POR EL ARROYO ULUAPAN A LA ALTURA DEL PUENTE AQUILES SERDAN, EMILIO CARRANZA-PALO BONITO CORTADO EN EL TERRAPLEN, CAMINO VALEDOR-ROBLE CORTADO A LA ALTURA DEL ARROYO DEL EJE
Deslaves:	CAMINO MICHOACANA-DIAZ ORDAZ, CAMINO MICHOACANA-DIAZ ORDAZ,
Puentes Afectados	PUENTE DESVIACION A TECUANAPA
Servicios Estratégicos Afectados	AGUA POTABLE EN LA CONCEPCION, POZOS CARTESIANOS
Personas Rescatadas	PERSONA FEMENINO EN TRABAJO DE PARTO EFECTIVO DE LA COMUNIDAD LA MICHOACANA (VIA AEREA)
Personas Lesionadas	NINGUNA
Personas Fallecidas	NINGUNA

Figura E16. Ficha de Registro de Protección Civil.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



Recorrido en campo

Para la identificación de deslizamientos se hizo el recorrido principalmente en la zona urbana, identificando 23 puntos con indicios de deslizamiento. Su localización se presenta en la figura E24 y en las fichas de campo se presenta una descripción de cada uno, identificando sus coordenadas, la fotografía del sitio y las observaciones registradas.

Nivel 2. Cartografía Morfométrica

Nivel 2 Método	Evidencias
<p>Elaboración de cartografía morfométrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mapa de pendientes. - Mapa de litología y estructuras geológicas. - Mapa edafológico. - Mapa de profundidad y densidad de disección. - Mapa geomorfológico. <p>Análisis de datos de precipitación en relación con la permeabilidad del terreno.</p> <p>Análisis de hidrología superficial, subterránea y niveles freáticos.</p> <p>Trabajo de campo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Medición de pendientes y profundidad de disección. - Levantamiento de información geológico – geomorfológica. - Clasificación de laderas como indicador de estabilidad o inestabilidad del terreno. - Confirmación de las zonas susceptibles a deslizamiento. - Caracterización los sitios con susceptibilidad a deslizamientos. 	<p>Mapas temáticos de la información obtenida en el análisis cartográfico, que se encuentran entre escalas 1:100,000 a 1:50,000 y de 1:25,000 a 1:10,000.</p> <p>Registro de la información obtenida en campo.</p> <p>Clasificación y distribución espacial de los deslizamientos en relación con la población expuesta.</p> <p>Las actividades antrópicas que generan procesos de deslizamientos se relacionan con obras de ingeniería que rompen con la pendiente original del terreno, con obras que intentan detener la dinámica de las vertientes tales como paredes y sistemas redes.</p> <p>Asimismo se presentan también actividades como la deforestación y la pérdida de vegetación como factores que favorecen la ocurrencia de procesos perturbadores.</p>

La Cartografía Morfométrica se compone de mapas de: litología, edafológico y geomorfológico y para un mejor análisis de los deslizamientos se elaboran también los mapas de de pendientes y de disección del terreno.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

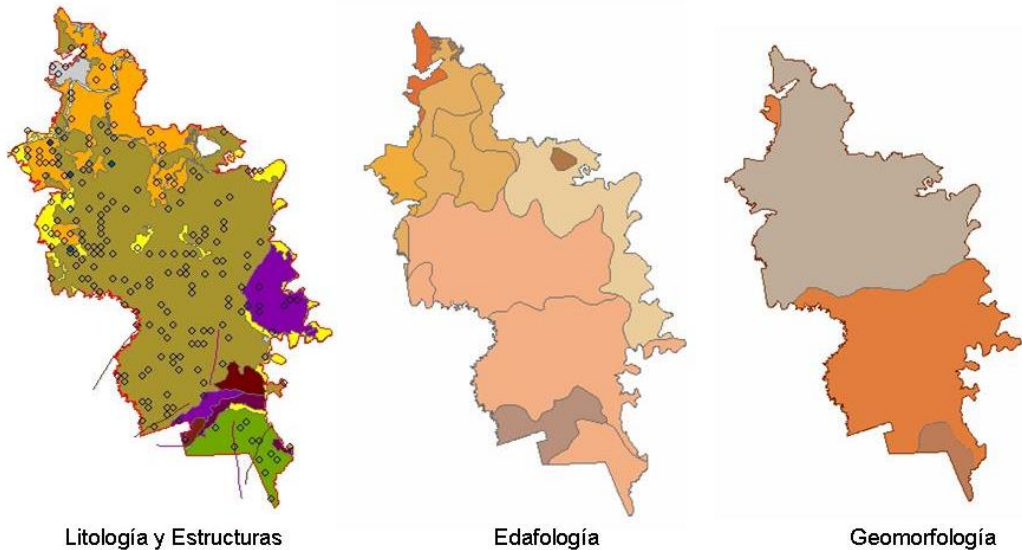


Figura E17. Principales mapas morfométricos.

Mapa de disección del terreno

La disección vertical ofrece información valiosa sobre la energía del relieve y la magnitud de las pulsaciones geotectónicas; permite determinar los tipos morfométricos del relieve, lo cual es imprescindible en la elaboración de los mapas de paisajes y en la comprensión de la relación proceso-forma del relieve.
Referencia de internet: (http://reliot.ine.gob.mx/mexico_texto.html)

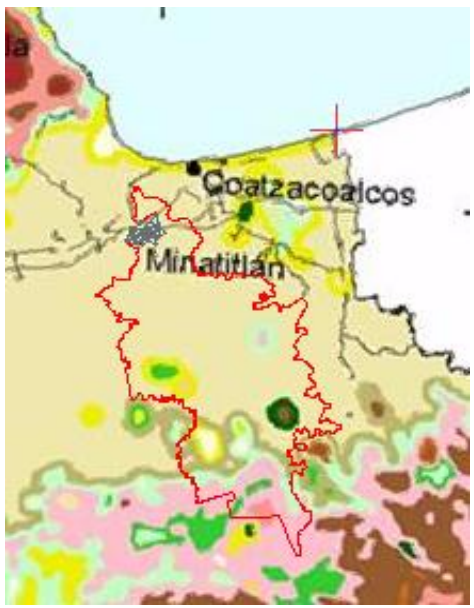


Figura E18. Disección del Terreno.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



En el Municipio de Minatitlán se presentan los siguientes rasgos de disección vertical (m/km²) (Figura E18):

- Llanuras onduladas con disección (café): Ligera de 2.5 a 5.
- Colinas con disección (verde): Mediana de 20 a 30.
- Cerros (lomeríos) con disección (rosa): Ligera de 40 a 60.

Mapa de pendientes

Asimismo se elaboró el mapa de pendientes, según el criterio para evaluación de procesos geomorfológicos (Tabla E6), propuesta por Ortiz M.A.

Tabla E6. Rangos de pendiente para criterios geomorfológicos

Pendientes
0 a 3
3 a 6
6 a 15
15 a 30
30 a 45
Mayor a 45

En la figura E19, se observa el mapa de pendientes, donde se muestra que en el Municipio, se tienen pendientes menores a 10 grados, y van incrementando hacia el Sur del mismo. Las zonas amarillas indican pendientes mayores a 15 grados y las zonas rojas mayores a 45 grados.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

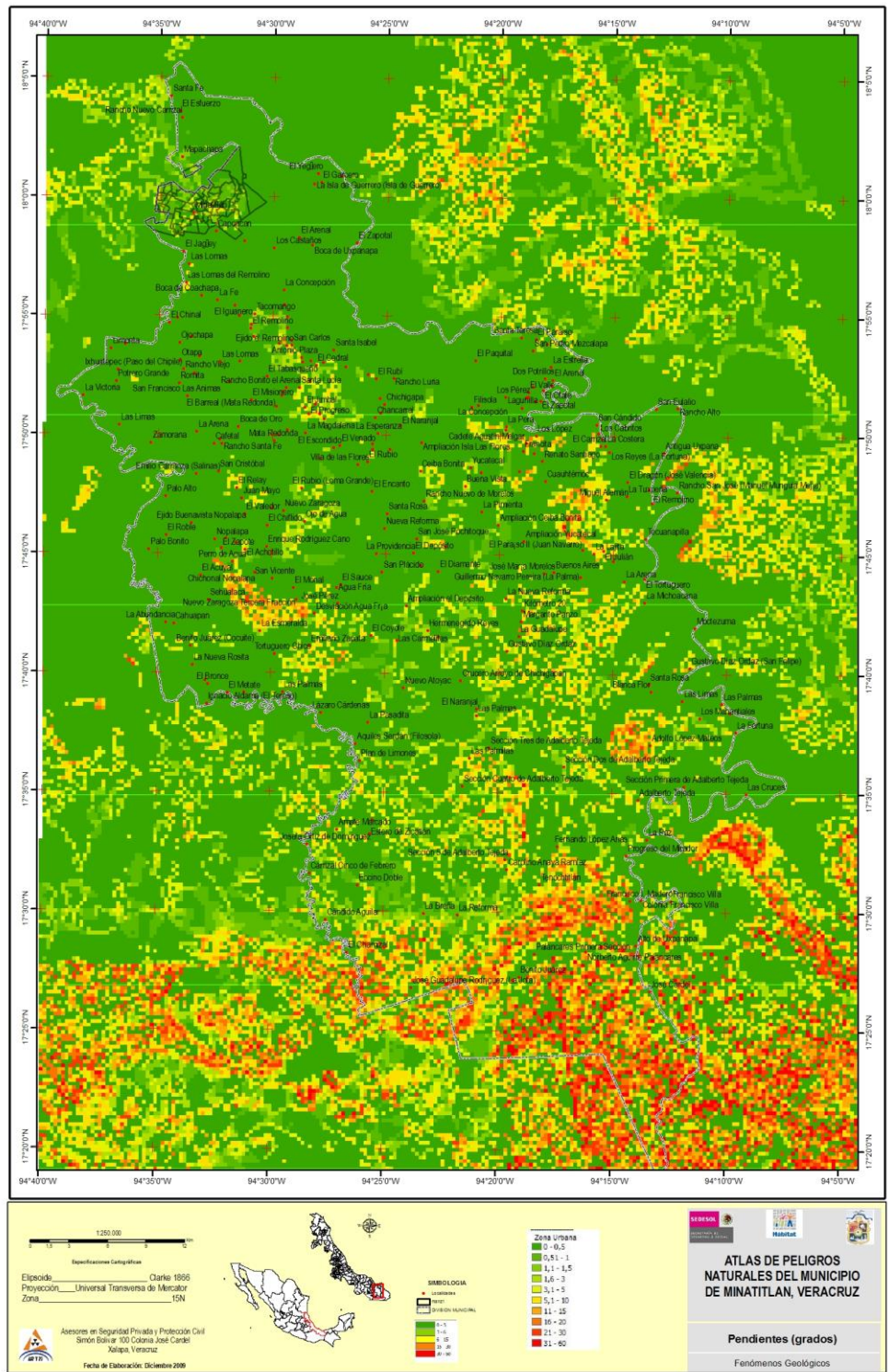


Figura E19. Mapa de Pendientes Municipal.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



Para la zona urbana, se presenta el mapa de pendientes de la figura E20, en donde las zonas amarillas, son las que presentan pendientes de 6 grados. Con el análisis de este mapa se observa que la zona urbana es estable, como se muestran en las figura E21.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



Figura E21. Zona de estabilidad en la zona urbana del Municipio.

Análisis de factores desencadenantes de deslizamientos

Como ya se ha mencionado, los factores de lluvia intensa y prolongada, la presencia de ríos y arroyos, junto con niveles freáticos someros y sismicidad son factores que propician los deslizamientos. En la figura E22, se presentan integrados los mapas de precipitación, hidrología superficial y epicentros para un mejor análisis. Se observa que en el Municipio la precipitación varía de 2400 mm al Norte, de 1700 al Este y de 2600 al Sur; la hidrografía muestra los principales ríos y arroyos del Municipio, donde se observa que el Río Coatzacoalcos es el de mayor extensión transversal, y que la mayor concentración de corrientes de agua se localiza al Sur del Municipio. Respecto a la sismicidad se observa que se han registrado 223 epicentros dentro del Municipio durante 1910-2008. Con lo anterior, se puede inferir que la zona Sur del Municipio es la más vulnerable a los deslizamientos.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

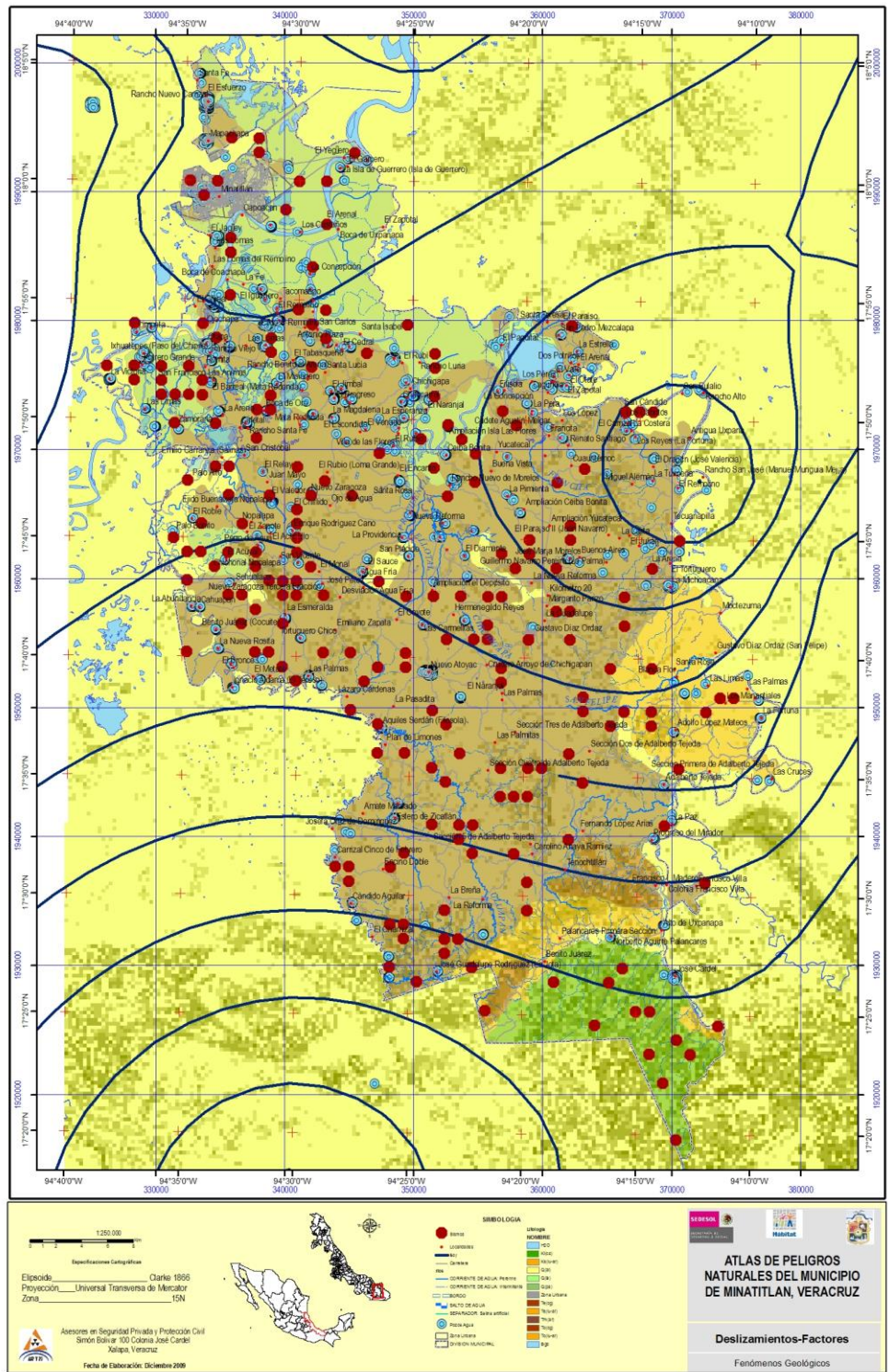


Figura E22. Principales Factores Detonantes de un Deslizamiento.

Trabajo de campo

Con base en el recorrido de campo, se pueden identificar los siguientes casos de deslizamientos:

- i. Asociados a casas habitación construidas sobre laderas naturales.
- ii. Asociados a viviendas construidas sobre lomeríos.
- iii. Asociados a modificación de la ladera para ampliación de terrenos.
- iv. Asociados a la extracción de materia prima.
- v. Asociados a construcción de caminos.

En las siguientes fotografías, se muestra un ejemplo de cada uno de los deslizamientos encontrados (Figura E23):



i. Viviendas sobre laderas naturales



ii. Viviendas sobre lomeríos



iii. Socavación antropogénica



iv. Banco de Material



v. Construcción de caminos

Figura E23. Tipos de Deslizamientos.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Respecto a los Bancos de materiales cabe mencionar que estos sitios quedan sujetos a abrasión e impactos; todas estas son causas de alteración. En especial los suelos han sufrido ya transformaciones físico químicas importantes durante su proceso anterior de descomposición, que les dio existencia a partir de la roca madre. (Espejo, Coll; 1995). Una parte fundamental de las zonas de extracción de material es que se necesitan delimitar su extensión, para el cálculo del volumen de material, así como las obras de infraestructura complementarias, en especial los caminos, ya que en la práctica se ha observado que en ocasiones se abren nuevos caminos o se abandonan las obras ya existentes, repercutiendo en el ambiente. Otra tarea a enfrentar sería localizar y catalogar los bancos de materiales existentes en la zona y verificar su control de calidad, y en su caso, adecuar los materiales en su estado natural a las necesidades de su futuro empleo, a fin de evitar nuevas obras que aumenten la vulnerabilidad a erosión y deslizamientos.

Zonas propensas a deslizamientos

Las causas de vulnerabilidad por suelos inestables son:

- Los lugares donde existen asentamientos humanos con suelos inestables por ser barrancas o lomeríos pronunciados.
- Los suelos inestables son peligrosos si existen edificaciones sobre ellos.
- Carencia de obras de contención para resguardar la debilidad de los suelos inestables en barrancas y cauces de ríos y arroyos.
- Los asentamientos humanos en estas zonas son causa de peligro por su precaria edificación.
- Falta de asesoría técnica en las construcciones sobre las riberas de arroyos y ríos
- Tipo de suelo.
- Ecurrimientos por áreas pavimentadas, perdiéndose la capacidad de filtración hacia el subsuelo.
- Ecurrimientos por áreas no pavimentadas que provocan reptación y tubificación.

Para el mapeo de las zonas propensas a deslizamientos se tomaron en cuenta los mapas morfométricos, así como el análisis de los factores detonantes. El mapa resultante es el mostrado en la figura E24.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

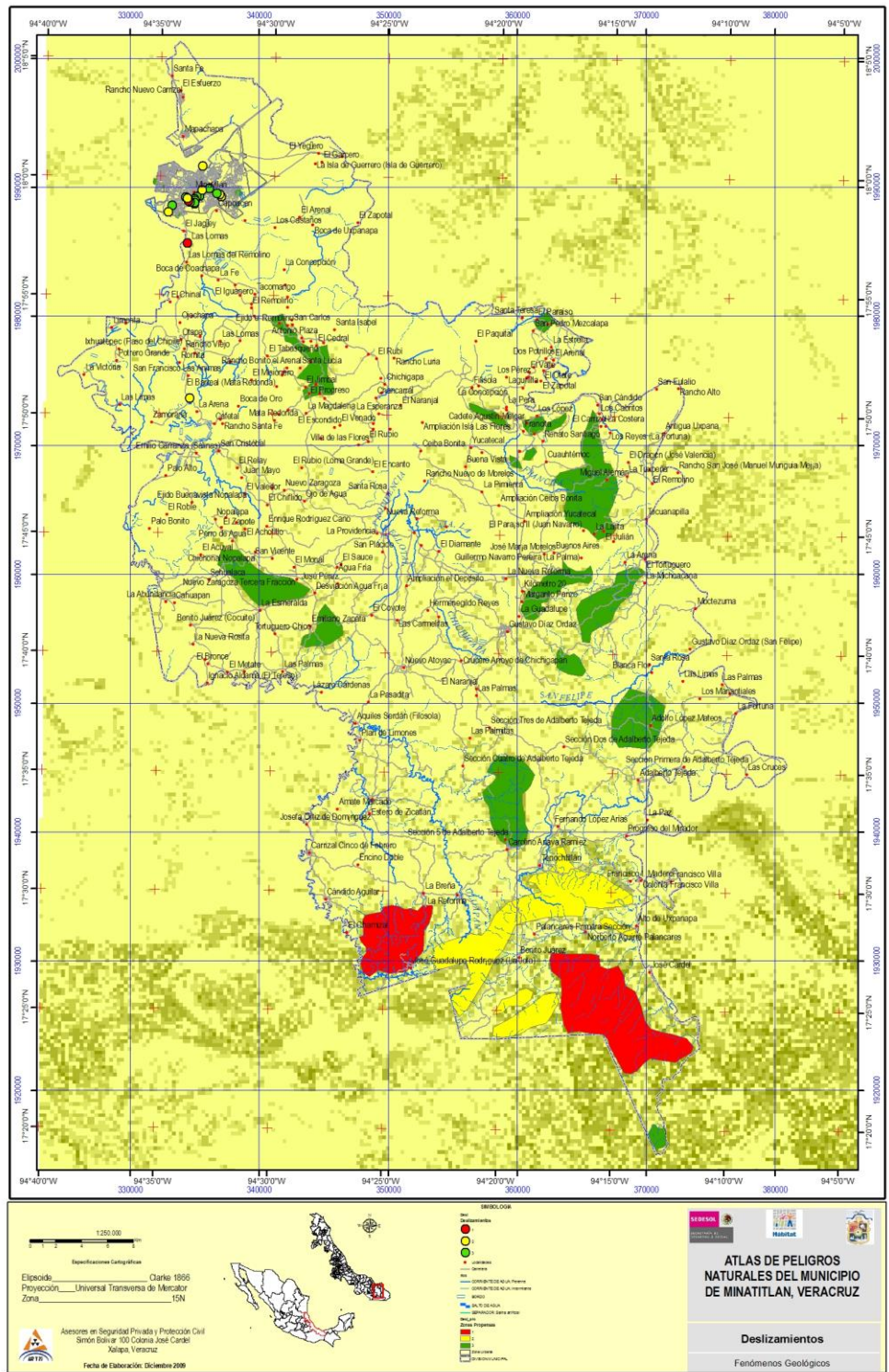


Figura E24. Deslizamientos.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



Zona urbana

Para la identificación de los deslizamientos en la zona urbana, además de los puntos de verificación en campo, se designaron aquellas áreas de mayor pendiente, resultando en siete polígonos, afectando principalmente la región Sur del área urbana del Municipio. (Figura E25)

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

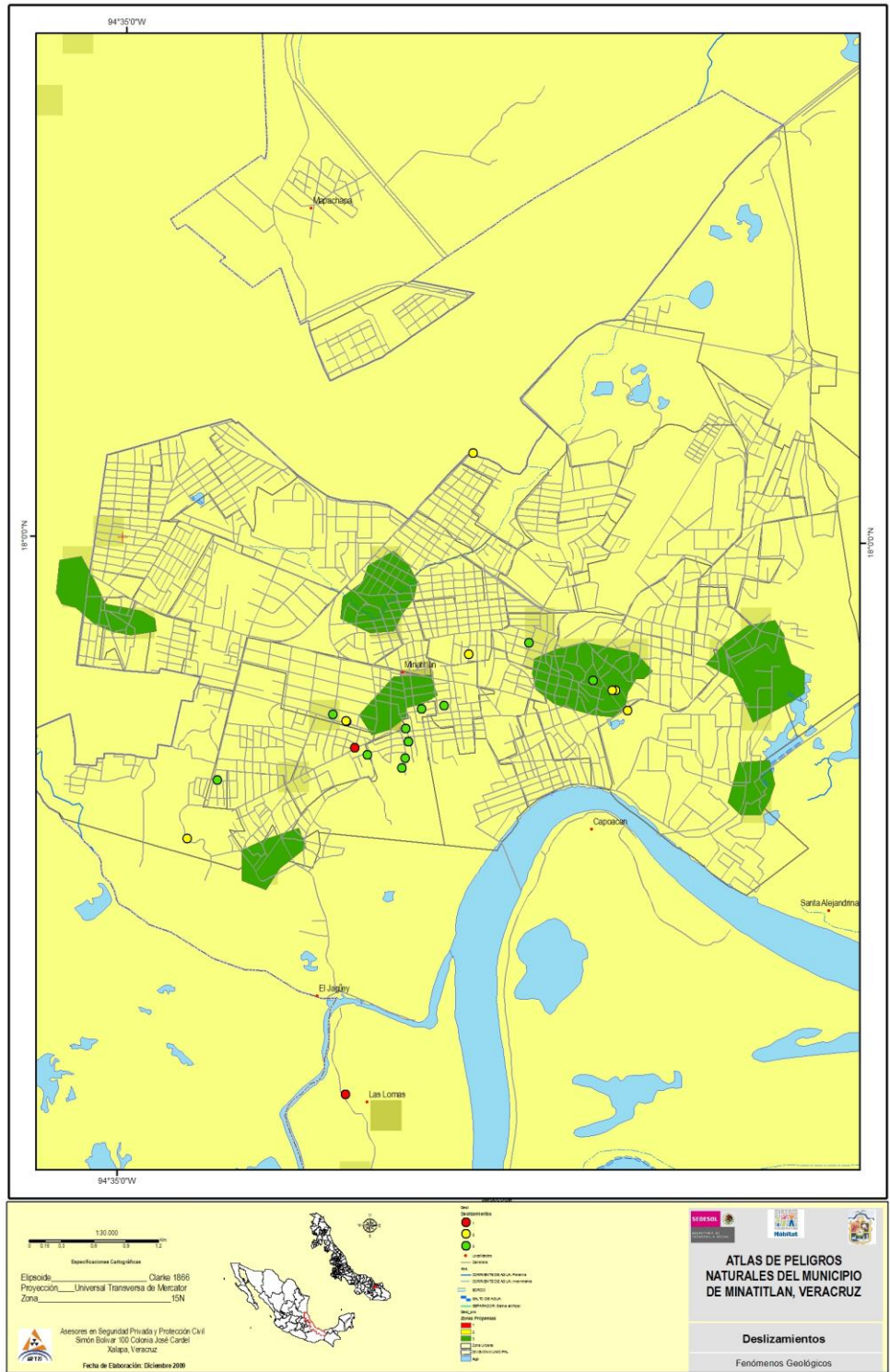


Figura E25. Zonas propensas a deslizamientos en la zona urbana.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Es notable que todos los deslizamientos identificados en el Municipio, está inducida la actividad del hombre, por lo que se recomienda vigilar y en su caso evitar aquellas actividades que pongan en peligro a los habitantes, en particular evitar la construcción de viviendas sobre la cima de lomeríos, ya que se identificó que serían las más vulnerables ante eventos de lluvias prolongadas o de sismicidad.

Indicadores de vulnerabilidad

La vulnerabilidad física y geográfica se puede registrar a través de los siguientes puntos de observación del proceso, los cuales han sido modificados de Ortiz y Zamorano (1996); cada uno de ellos se relaciona de manera directa con la vulnerabilidad geográfica, social y física.

Es común la formación de escarpes (paredes verticales) o grietas que pueden ser paralelas o perpendiculares a la pendiente general del terreno.

La presencia de agrietamientos y el afloramiento de rocas son indicadores del inicio o reactivación del desplazamiento.

Se forman diferentes depresiones, algunos hundimientos y escalonamientos perpendiculares a la pendiente; asimismo se forman desniveles y se presentan irregularidades en la topografía del terreno.

Es frecuente que acumulen rocas, fragmentos de rocas y suelo al pie de superficies. Se presenta el levantamiento aparentemente inexplicable del terreno, estos cambios muestran que existe presión del deslizamiento desde las partes altas de las laderas e indica que en cualquier momento puede ocurrir el deslizamiento.

Es frecuente encontrar la inclinación de árboles, enrejados, caminos, muros y otros elementos estructurales realizados por el hombre.

Con la inclinación se presentan grietas de formación rápida en la cimentación de construcciones, casas, tuberías ocultas.

Se forman encharcamientos aparentemente inexplicables, los cuales se deben al bloqueo de agua de obras de drenaje.

Distancia de la infraestructura y población expuesta al peligro.

Opinión de la población sobre casos ocurridos de deslizamientos y sobre la percepción que se tiene de la posibilidad de ocurrencia.

Medidas preventivas para disminuir la vulnerabilidad por deslizamiento

Las acciones para mitigar los peligros por inestabilidad de laderas se enfocan principalmente en un control del crecimiento urbano en zonas de peligro. Estas zonas

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



deben ser protegidas realizando proyectos de conservación de suelo-agua, además de fortalecer las pendientes.

Con la finalidad de reducir el peligro por inestabilidad de laderas se proponen las siguientes medidas (CENAPRED, 2001):

- 1) Conocer los antecedentes del terreno alrededor de la zona, contar con información acerca de deslizamientos o flujos en el área que hayan ocurrido en el pasado.
- 2) Monitoreo de variables que permitan determinar un posible deslizamiento, como son:
 - Las deformaciones en la superficie del terreno.
 - EL desarrollo o evolución de agrietamientos en las partes altas de las laderas.
 - Las expansiones o depresiones en diferentes zonas de laderas.
 - Los agrietamientos y rotura de pavimentos, muros o bardas de las construcciones ubicadas en o cerca de una ladera.
- 3) Fomentar y apoyar las iniciativas de las autoridades locales para que se implanten y respeten las normas y reglamentos que regulan la planificación y construcción de estructuras en áreas susceptibles a movimientos de laderas. Toda estructura de vivienda debe ser construida en áreas lejos de taludes empinados, arroyos y ríos, canales que estén secos durante ciertos períodos del año y en las desembocaduras de canales provenientes de las montañas.
- 4) Vigilar el drenaje en los taludes alrededor de las zonas habitadas, en especial aquellos lugares donde las corrientes convergen causando que el flujo de agua sobre esos suelos aumente.
- 5) Realizar estrategias de desarrollo urbano y ordenamiento territorial.
- 6) Contar con sistemas de alerta temprana así como con planes de evacuación en casos de emergencia.

Vulnerabilidad social

La vulnerabilidad social se relaciona con la información que posea la población con respecto a la presencia del proceso perturbador, el origen, actividad, eventos detonadores de movimientos.

Hundimientos

Un hundimiento es un movimiento vertical descendente de roca, suelo 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 subterráneas en terrenos

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



poco consolidados. También comprende los hundimientos menores debido a compactación del terreno o por reacomodo del suelo por sobreextracción de aguas subterráneas.

Una **grieta** es una abertura larga y estrecha producto de la separación de dos materiales (*wikipedia*). En zonas urbanas afectan principalmente al pavimento, produciendo a su vez hundimientos y daños a la infraestructura hidráulica subterránea.

Los Tipos de agrietamientos y sus causas son:

Tabla E7. Tipos de agrietamiento y sus causas.

Tipo Agrietamiento	Causas
Grietas de Cocodrilo	Asentamiento de la superficie sobre una capa interior granular o subsuelo que es inestables debido a su estado de saturación
Grietas de Borde (Grietas longitudinales)	Fallas del soporte lateral de la vía o porque el material debajo del área agrietada ha sufrido o ha cedido a un drenaje pobre, a encogimiento del terreno circundante, o a vegetación existente cerca del borde.
Grietas de la Junta del Bordillo (separación de la junta entre el pavimento y la banquetta)	Alternadamente se mojen y se seque las capas de debajo de la superficie de la banquetta.
Grietas de Junta de Carril (separaciones longitudinales)	Flexibilidad de la costura entre las capas adyacentes de dos carriles del pavimento
Grietas de Reflejo (Reflejan el patrón de agrietamiento. La forma de la grieta puede ser longitudinal, diagonal, transversal, diagonal o en forma de bloque):	Ocurren principalmente cuando la grieta que se ha tratado de cubrir no ha sido bien reparada. Las grietas de reflejo son causadas por el movimiento debajo de la capa superpuesta, que son ocasionados por la expansión o contracción que causan los cambios de humedad o temperatura.
Grietas de Contracción (forman una serie de cuadros grandes):	Cambio en volumen del agregado fino, en mezclas asfálticas.
Grietas de Resbalamiento (forma de media luna):	Se forman debido a la falta de una buena adherencia entre la capa de superficie y la capa que queda debajo. También pueden ser causadas por haberse usado una mezcla asfáltica que contenga demasiado arena o por haber compactado bien el material, durante la construcción.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Los Hundimientos pueden ser regionales y/o locales y los agrietamientos del terreno son originados por desplazamientos diferenciales, horizontales y/o verticales, de la superficie del mismo.

En regiones donde se efectúa extracción de agua subterránea mediante bombeo profundo, es común observar hundimientos de la superficie natural del terreno; tal es el caso de la Ciudad de México.

Con el fin de garantizar la integridad de los habitantes, en sus personas y en sus bienes, es importante tomar en cuenta los problemas de subsidencia regional que ocasiona la extracción de agua subterránea, por efectos del abatimiento del nivel de agua freática. En lugares donde se encuentra abatido el nivel del agua subterránea, y las formaciones geológicas superficiales las constituyen sedimentos no consolidados y compresibles, es común que se desarrollen grietas en la superficie del terreno natural, las que se propagan a cierta profundidad en el subsuelo, con el consecuente daño que sufren las construcciones de cualquier tipo y el peligro que esto implica para sus ocupantes.

En tales casos, antes de construir cualquier estructura de cimentación, resulta necesario efectuar un tratamiento de estas grietas para restablecer la continuidad del terreno en la superficie pero no sin antes buscar la solución del problema en su origen, mediante la racionalización de la extracción del agua subterránea.

Comúnmente, las estructuras de cimentación de las construcciones en general y las obras para servicio y abastecimiento se ven afectadas cuando se abate la superficie del agua subterránea y se induce en consecuencia un encogimiento de los sedimentos no consolidados compresibles.

La magnitud del encogimiento o reducción volumétrica de los sedimentos no consolidados depende directamente de dos factores:

1. Las características de compresibilidad de los suelos. Mientras más compresible sea el suelo, los efectos de subsidencia regional serán de mayor magnitud, y el problema de agrietamiento de la superficie del suelo más crítico.
2. Intensidad de la extracción del agua subterránea. Mientras mayor sea el volumen de agua que se extrae del subsuelo, los estragos de la compresión volumétrica serán de mayor proporción, llegando a manifestarse no solamente por el hundimiento del terreno, sino por desplazamientos relativos en el sentido horizontal, que originan la formación de grietas de tensión de manera alarmante y peligrosa para los habitantes.

Dentro de ésta problemática se presentan grandes desplazamientos verticales y horizontales diferenciales de la superficie original del terreno, mismos que produce los daños mencionados, afectando además a las obras de servicios públicos como sistemas de drenaje, calles, vías férreas y caminos en general.

Para detectar este problema se deberá tener presente que normalmente, cuando se inician los movimientos del terreno, en las construcciones se empiezan a manifestar

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



fisuras pequeñas en muros, techos y cualquier elemento estructural sin excepción. Generalmente, el deterioro de las obras progresa al ritmo en que evolucionan los movimientos diferenciales del subsuelo, pudiendo llegar hasta el colapso total, si no se identifica claramente y se elimina totalmente la causa de los desplazamientos del terreno.

Sistema Perturbador:

Riesgos Geológicos - Hundimientos

Nivel 1. Cartografía general de hundimientos

Nivel 1 Metodo	Evidencias
<p>Cartografía general de hundimientos.</p> <p>Se realiza un levantamiento general de infraestructura dañada y se registra en un mapa con escala a detalle.</p> <p>La metodología se fortalece con la aplicación de cuestionarios aplicados a la población para el registro de evidencias histórica y percepción de peligro.</p>	<p>Información de antecedentes de estudios realizados.</p> <p>Mapas con información de zonas de hundimientos, agrietamientos, deformación de la superficie.</p> <p>Fichas de registro de la información levantada en campo.</p> <p>Fotografías que muestren:</p> <p>Escarpes rocosos, sobreescarpado, procesos de socavamiento en la base del escarpe, eventos anteriores.</p>

Durante el reconocimiento del sitio, no se observaron hundimientos de gran magnitud, pero sí un agrietamiento constante sobre el pavimento. Para la localización de agrietamiento en el Municipio, se enfocó al área urbana a través de dos recorridos en campo. El primero fue realizado en Diciembre del 2008 y el Segundo en Noviembre de 2009.

En general, la zona urbana de Minatitlán se observa un fuerte agrietamiento en la mayoría de sus calles. Durante el recorrido de campo se pueden observar las evidencias de agrietamiento en calles, banquetas, guarniciones que pueden afectar las obras hidráulicas subterráneas.

Para el Municipio de Minatitlán se descarta que los hundimientos y/o agrietamientos sean debido a una extracción intensiva del agua subterránea, ya que los niveles freáticos alcanzan los 5-10 m de profundidad (CNA, 2002), sin presencia de conos de abatimiento, aunque sí existen 3065 pozos registrados según el REPDA (Registro Público de Derechos del Agua), que extraen un volumen de 7,5 Mm³/año y que se destinan principalmente al Uso Industrial, Público-Urbano y Servicios.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



Los agrietamientos observados en toda el área urbana del Municipio, se deben principalmente al tipo de suelo sin consolidar y es probable que se sigan presentado, por lo que es necesario un monitoreo de aquellos sitios en donde el agrietamiento sea persistente para reforzar el pavimento. En la figura E26, se muestran los puntos observados con presencia de agrietamientos y/o hundimiento, se registraron 11 puntos con evidencias de agrietamiento y dos con evidencias de hundimiento.

Como ejemplos de los sitios de agrietamiento y hundimiento se presentan en la figura E27, en particular, para el hundimiento observado en la fotografía se necesita que las obras hidráulicas se refuercen para evitar socavaciones que perjudiquen las vías de comunicación.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Figura E26. Puntos Identificados con Presencia de Hundimiento o Agrietamiento.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Figura E27. Evidencias de agrietamiento y hundimiento.

Indicadores de vulnerabilidad

Vulnerabilidad física y geográfica

La vulnerabilidad física y geográfica se puede registrar a través de los siguientes puntos de observación del proceso, los cuales han sido modificados de Ortiz y Zamorano (1996).

Se presentan hundimientos parciales o totales además de la inclinación de obras, hundimiento de postes, enrejados o muros; es común el rompimiento constante de obras soterradas.

El rompimiento constante de obras de infraestructura es una evidencia de que el terreno no soporta la carga de las mismas.

El levantamiento inexplicable del terreno generalmente es una respuesta al hundimiento de zonas aledañas.

Presencia de manantiales o terrenos estacional o permanentemente encharcados indican deficiencias del drenaje local o de la influencia del agua freática (subsuperficial) o subterránea en la superficie.

Expansión del suelo cuando se humedece y formación de grietas y contracción del mismo en la época seca del año es evidencia de la presencia de suelos o materiales expansivos. En resumen el Municipio de Minatitlán se observó el rompimiento de obras de infraestructura y la formación de grietas en el pavimento.

Para prevenir el peligro por Hundimientos, se proponen las siguientes medidas:

1) Identificación y estudio de los procesos que comúnmente son causados por hundimientos tales como:

- Grietas en los terrenos.
- Variaciones del nivel freático.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



- Colapso de tuberías.
 - Contaminación de aguas.
- 2) Estrategias de Uso de Tierras que comprendan los siguientes aspectos:
- Propuesta de zonificación.
 - Escenarios de intervención.
 - Lineamientos para promover un mejor uso de tierra y códigos de construcción.

Vulnerabilidad Social

La vulnerabilidad social se relaciona con la información que posea la población con respecto a la presencia del proceso perturbador, el origen, actividad, eventos detonadores de movimientos.

La población entrevistada sabe que en época de lluvias existe un incremento de agrietamientos en la superficie. En particular para el hundimiento mostrado en la figura E27 (fotografía derecha), los habitantes de este sitio manifestaron que es un problema persistente, debido a una obra hidráulica (drenaje), que va socavando el suelo.

Erosion

La erosión corresponde al desprendimiento del suelo debido a la acción de la lluvia, el viento o el oleaje. La cantidad del material que se separa del terreno depende de varios factores como son su tipo, la cubierta vegetal y el grado de intemperismo.

El proceso de erosión del suelo de una región es lento, no se aprecia a corto plazo sino hasta que se encuentra en una fase avanzada, cuando se ha perdido gran parte del suelo fértil.

Cuando se abren caminos, se desmontan áreas para campos de cultivo, se explotan irracionalmente los bosques o se amplían las zonas urbanas, se altera el equilibrio natural del suelo y ello puede provocar su erosión.

La erosión es un proceso natural y es útil porque permite se desplacen materiales de unos suelos a otros para que recuperan la fertilidad con estos aportes. La erosión es un problema cuando se acelera, con lo cual los materiales perdidos no se recuperan en las zonas erosionadas y en las zonas que reciben los aportes no son aprovechados o se pierden, o cuando por causas ajenas al propio medio aparece en puntos que no deberían de erosionarse.

Las consecuencias de la erosión son catastróficas y buena prueba de ello es el crecimiento de los desiertos. La erosión una vez ha alcanzado el punto culminante de su evolución es prácticamente irreversible a escala humana. La erosión es especialmente preocupante porque afecta a uno de los elementos básicos para la vida, la fertilidad de los suelos. El suelo es el lugar sobre el que se desarrollan la mayor parte de las actividades

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



humanas y es el lugar sobre el que se asientan las plantas que son la base de nuestra alimentación. Los daños que la erosión produce en el suelo son también peligrosos porque disminuyen su capacidad para retener agua y recargar los acuíferos de los que nos abastecemos. Además, la presencia de suelos erosionados aumenta el riesgo de deslizamientos e inundaciones.

Causas de la erosión

La erosión puede tener varios orígenes y normalmente cuando nos encontramos frente a un proceso erosivo es por la combinación de varias de estas causas no por una sola de ellas. Aunque estos procesos pueden ser naturales, casi siempre encontramos la mano del hombre en su desencadenamiento. Nunca ha sido tan verdad como hoy en día la frase de que “Los bosques precedieron a la civilización, los desiertos la siguieron” (Chateaubriand).

Deforestación: Un suelo desprovisto de vegetación no está cohesionado. Las raíces de las plantas sujetan el suelo que se encuentra a su alrededor. Cuando un suelo pierde la mayor parte de sus plantas por un incendio, por una tala abusiva, por el sobrepastoreo, por una obra pública poco cuidadosa entre otras, corre el riesgo de que las tasas de erosión aumenten.

Malos usos agrarios: Unas prácticas agrarias incorrectas pueden causar que la erosión se acelere y sea un problema grave. En el punto anterior ya hemos comentado que el sobrepastoreo de una zona puede ser peligroso, pero hay otras prácticas que también pueden serlo como el arar siguiendo las pendientes de las montañas con lo cual además de dejar el suelo suelto lo dejamos en el sentido que es más fácil que el agua lo arrastre.

Sequías: El descenso de las precipitaciones provoca que los suelos se queden sueltos por la muerte de parte de las plantas que los sustentan y la disminución de la humedad. Muchas de nuestras sequías son más el resultado de una sobre explotación de nuestros recursos hídricos que el resultado de falta de precipitaciones. Por lo tanto el derroche de agua es una causa directa del aumento de la erosión.

Efectos indeseables de la erosión

Pérdida de fertilidad de los suelos: En las capas superficiales de los suelos se concentran gran parte de los nutrientes y humedad que las plantas necesitan para subsistir. La pérdida de estas capas por la erosión puede causar que un suelo se vuelva estéril.

Pérdida de recursos hídricos: La presencia de las plantas y las primeras capas del suelo son imprescindibles para que el agua de las precipitaciones se infiltre y recargue los acuíferos. Por tanto, un aumento de la erosión significa siempre una disminución en la recarga de los acuíferos y un riesgo para todos aquellos que se abastezcan de dichos acuíferos. Por otro lado la modificación que esto supone para los ciclos hidrológico y climático puede suponer graves alteraciones de estos en el futuro.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Por otra parte la erosión constituye un factor importante en el transporte de materiales sólidos que pueda aumentar el riesgo de movimiento de laderas.

En México existen zonas que por su ubicación geográfica son más susceptibles a la erosión; sin embargo, el mayor grado de afectación lo ha estado produciendo el hombre. Existe poca información documentada, pero las siguientes cifras dan una idea de la gravedad de este fenómeno:

- Se dragan aproximadamente 300 millones de metros cúbicos al año para mantener navegables ríos y puertos.
- En un año se pierden 1.1 billones de metros cúbicos de capacidad en los embalses.
- Se estima que anualmente se producen daños por 270 millones de dólares con la erosión de las márgenes de los ríos.
- Los flujos de escombros se han vuelto más frecuentes.

En la práctica, las medidas de conservación de suelos son simples pero deben ser constantes. Algunas de las acciones para el control de la erosión de suelos son:

- Reforestación
- Construcción de terrazas
- Cubiertas naturales o artificiales
- Cultivo en contorno y en fajas
- Sistemas agroforestales
- Rectificación de cárcavas
- Rectificación de cauces

Trabajo de campo

En el Municipio de Minatitlán se presentan evidencias de erosión hídrica y eólica. En la figura E28, se presentan las imágenes de los puntos registrados en campo.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



a) Presencia de raíces



c) Banco de Material



b) Asociada a cauces



d) Calle sin pavimentar

Figura E28. Evidencias de erosión.

La presencia de raíces en el suelo es un ejemplo de erosión eólica, al ser suelos sin consolidar, se va adelgazando esta capa por acción del viento, quedando expuestas las raíces de los árboles. Para minimizar estos tipos de erosión se recomienda estabilizar las laderas con vegetación nativa y en general acciones de conservación de suelo-agua.

La presencia de ríos, arroyos, por naturaleza genera erosión hídrica. El grado de erosión está determinado por la velocidad, el tamaño de las partículas en suspensión y la turbulencia de las corrientes. Es importante destacar que se tiene que mantener un equilibrio en los procesos de erosión-depositación, ya que si este proceso es afectado por el hombre, la naturaleza tratará de mantener este equilibrio, depositando sedimentos donde antes no existían e inutilizando obras de ingeniería. Esto es común en obras de control de inundaciones, provocando azolvamientos en ríos. Es recomendable dar un margen de protección de los ríos, así como evaluar estos procesos para las nuevas obras de infraestructura hidráulica.

Los bancos de material, están asociados a erosión por actividades del hombre, lo que a su vez puede provocar deslizamientos. Una parte fundamental de las zonas de extracción

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



de material es que se necesitan delimitar su extensión, para el cálculo del volumen de material, así como las obras de infraestructura complementarias, en especial los caminos, ya que en la práctica se ha observado que en ocasiones se abren nuevos caminos o se abandonan las obras ya existentes, repercutiendo en la inestabilidad de laderas y erosión. Otra tarea a enfrentar sería localizar y catalogar los bancos de materiales existentes en la zona y verificar su control de calidad, y en su caso, adecuar los materiales en su estado natural a las necesidades de su futuro empleo, a fin de evitar nuevas obras que aumenten la vulnerabilidad a erosión.

En las zonas urbanas, la erosión se puede apreciar en las calles sin pavimentar, que por acción del viento pueden crear que las partículas de sedimento se encuentren en el aire, afectando a los habitantes de esta zonas, por lo que se recomienda pavimentar.

Nivel 1. Erosión Hídrica

Nivel 1 Método	Evidencias
<p>Modelo Cualitativo de Erosión-Deposición.</p> <p>Se utiliza para suelos cultivados, se basa en el principio que explica que la erosión es más activa que la edafización lo que provoca la desaparición de los horizontes superficiales del perfil en las partes altas de las laderas y en las zonas de acumulación en la base.</p>	<p>Cartografía base, mapas topográficos con diferentes escalas.</p> <p>Cartografía geomorfológica temática:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Carta de pendientes. - Carta de sistemas de drenaje. - Carta de profundidad de la disección. - Carta de densidad de la disección. <p>Valoración de la pérdida de la cobertura vegetal.</p> <p>Verificación del aumento de de flujos de agua en las corrientes fluviales.</p> <p>Verificación de la disminución de filtración de agua (abatimiento de mantos freáticos).</p>

El agua de un río está usualmente turbia o lodosa debido a las pequeñas partículas de sedimento que lleva en suspensión. También tiene fragmentos mayores que forman la carga del lecho del río. La carga del lecho y la carga de sedimento en suspensión constituyen la carga de depositación del río. La turbulencia del agua que fluye en un río permite levantar partículas de sedimento y mantener en suspensión alguna de ellas. Se sabe que un incremento en la turbulencia favorece la erosión, lo cual añadirá sedimento a la carga de depositación. Una disminución en la turbulencia favorece la depositación de parte de esta carga. Lo anterior es importante para proyectos de infraestructura hidráulica superficial (control de avenidas), ya que un aumento o disminución en el caudal del río, tendrá como consecuencia un aumento de sedimentos para compensar la carga de depositación, es decir; existe un delicado equilibrio entre un relieve terrestre y la red de corrientes que fluyen en él.

En la Figura E29, se presenta la erosión hídrica asociada principalmente a cauces. Se observa que las corrientes tienen dos patrones de drenaje:

*Drenaje dendrítico.

*Drenaje en enrejado.

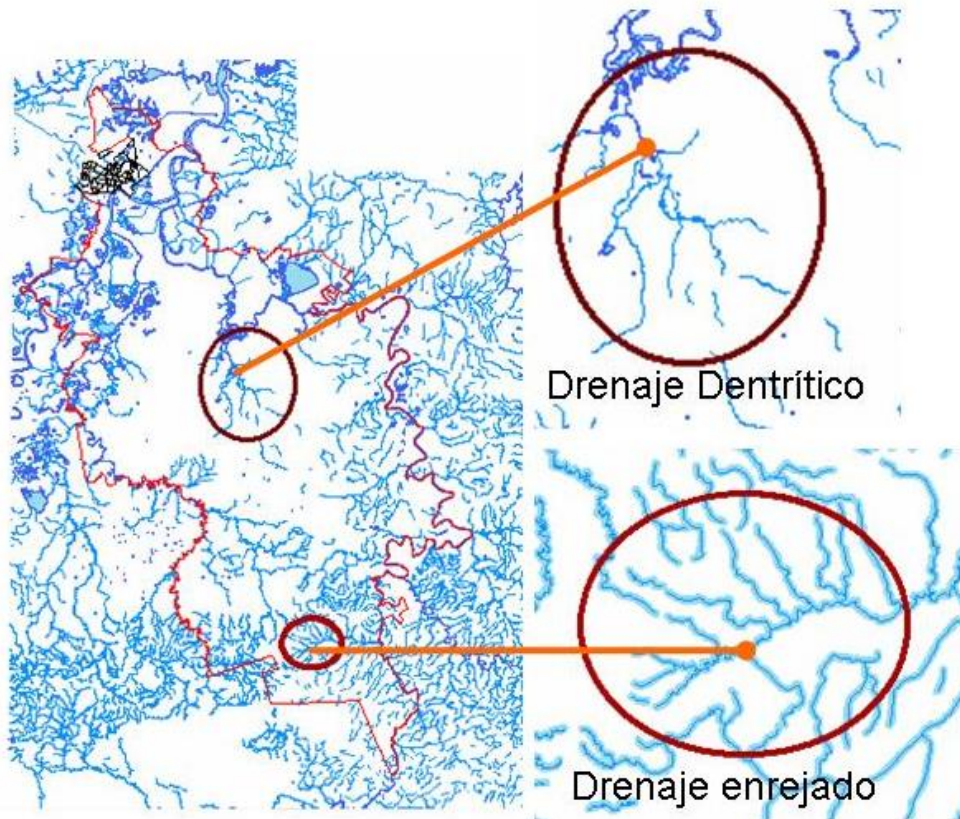


Figura E29. Tipos de Drenaje.

El patrón dendrítico es un arreglo de corrientes que se ramifican irregularmente. Aquí la tierra es más o menos resistente de manera uniforme a la erosión sin importar la dirección de la corriente. En el drenaje enrejado, las corrientes fluyen en un terreno de anticlinales y sinclinales. Aquí, las principales corrientes mayores se sitúan en valles, mientras que las tributarias fluyen pendiente debajo de cordilleras adyacentes. Los estratos sedimentarios que forman las cordilleras son más resistentes a la erosión que los expuestos en los valles. (Robinson, 1990)

Para evaluar la erosión hídrica, se tomaron en cuenta los mapas de geomorfología, pendientes, uso de suelo-vegetación, e hidrografía. Con base en un análisis cualitativo de estos mapas, se consideró que la erosión hídrica está asociada a:

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



- Cauces de los ríos: se determinó un área de influencia de 100 m de los mismos, que representa la erosión erosiva de los cauces.
- Uso de suelo: las actividades realizadas por el hombre en el suelo, están relacionadas con la erosión laminar provocando la desaparición de los horizontes superficiales del suelo. Además las actividades agrícolas tienden a incrementar el proceso de erosión. En el Municipio de Minatitlán las áreas más susceptibles de erosión corresponden a las agrícolas y el pastizal cultivado.
- Geoformas hídricas: Se consideró la geomorfología, la disección del terreno y la concentración de cauces para definir aquellas zonas que por naturaleza son propensas a erosión hídrica
- Tipos de erosión: Se presentan los puntos identificados en campo que ejemplifican la erosión hídrica.

En las figura E30 y E31, se presentan los mapas correspondientes a erosión hídrica.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

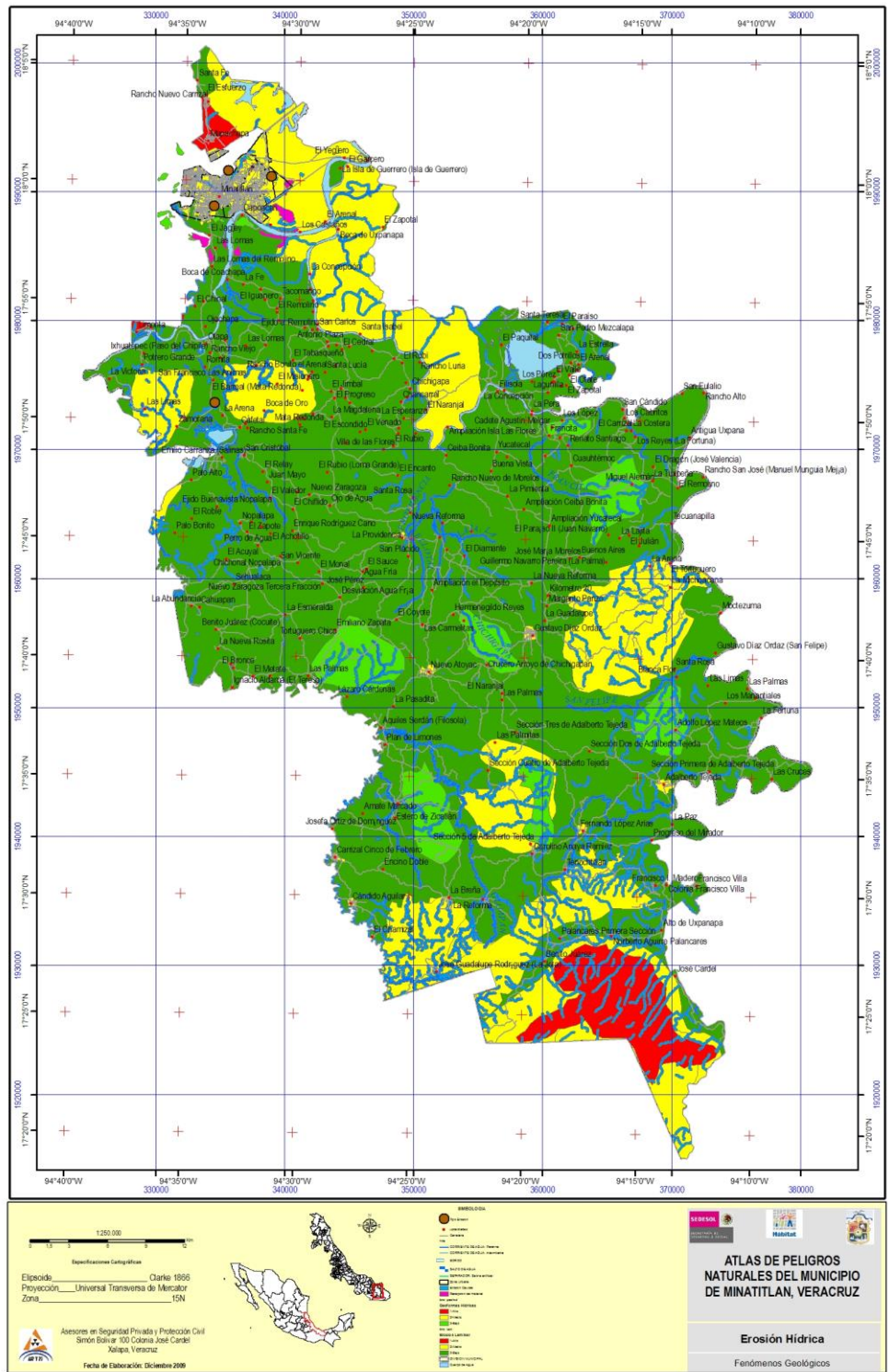


Figura E30. Erosión Hídrica Municipal.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

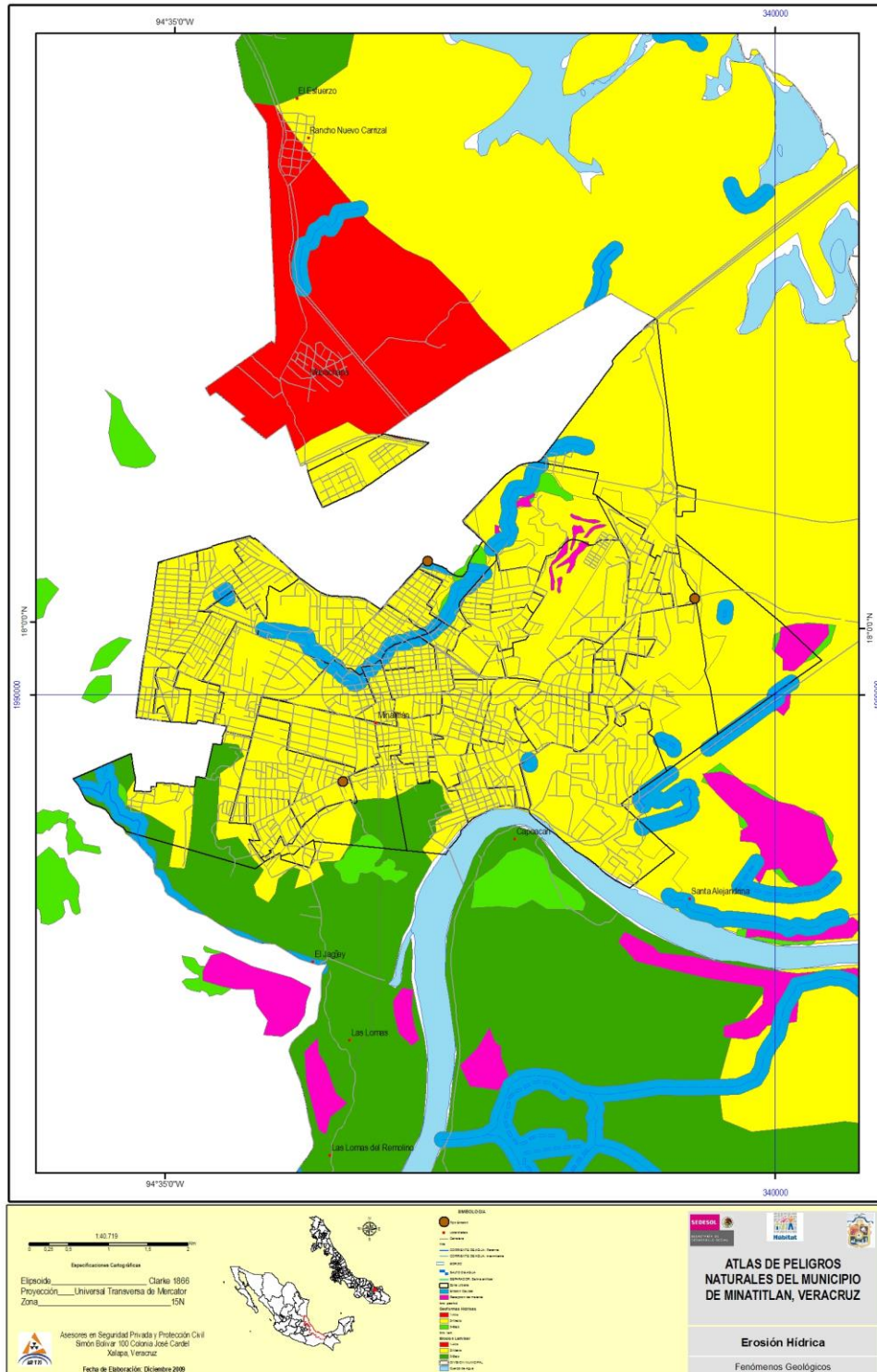


Figura E31. Erosión Hídrica Urbana.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Indicadores de vulnerabilidad

La vulnerabilidad física y geográfica se puede registrar a través de los siguientes puntos de observación del proceso:

- Se observa la disminución y la pérdida de la cobertura vegetal.
- Se observa la compactación del suelo debido al pisoteo de personas, animales y vehículos.
- Se observa el afloramiento (aparición) de rocas y de raíces de los árboles.
- Se observa la formación de arroyuelos y la forma en la cual el agua forma pequeños surcos.
- Los surcos referidos comienzan a profundizar, a ensancharse y a tomar una dirección de flujo constante.

Las masas de aire en desplazamiento producen corrientes de viento que pueden mover sedimentos y moldear los rasgos eólicos característicos del relieve terrestre. El viento es una corriente turbulenta de aire que posee capacidad para erosionar el suelo y transportar y depositar sedimento. Es el factor más efectivo en la redistribución de sedimentos no consolidados que existen en regiones de poca vegetación. Por lo tanto, la mayor parte de los relieves eólicos se encuentran en las regiones áridas y semiáridas. En otros lugares más húmedos, estos rasgos se localizan principalmente a lo largo de las costas en donde existe abundante arena de playa. Los procesos eólicos son relativamente poco efectivos en las regiones en donde la superficie de la Tierra se halla protegida por una cubierta de vegetación. El transporte eólico de sedimentos es posible bajo condiciones, en donde el movimiento hacia arriba de las corrientes turbulentas es más rápido que la velocidad de asentamiento de las partículas de aire. Las partículas más pequeñas que el limo y la arcilla, por otro lado, pueden permanecer en suspensión por períodos mucho mayores en las regiones donde prevalecen vientos ligeros a moderados. Estas partículas de grano muy fino se acumulan algunas veces en nubes de polvo sobre regiones semiáridas. Los relieves erosionales de origen eólico incluyen amplias cuencas de deflación, las cuales son zonas áridas en donde casi todo el sedimento suelto ha sido removido por el viento. Debido a que el viento remueve selectivamente las arenas de grano fino, limos y arcilla, se acumulan por dicha razón fragmentos mayores sobre la superficie de una cuenca de deflación. A partir de esta condición, virtualmente no se produce sedimento que pueda ser removido por el viento. Las superficies de estos fragmentos mayores se desgastan conforme se desplazan y se golpean unos contra otros. Finalmente, los fragmentos se acomodan de manera más compacta en una superficie dura y relativamente suave llamada pavimento desértico. Un viento fuerte predominantemente cargado de arena fina y limo, es un fluido abrasivo con la capacidad de tallar rasgos exóticos en el lecho rocoso.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Nivel 1. Erosión Eólica

Nivel 1 Método	Evidencias
<p>Cartografía temática.</p> <p>Se realiza la sobreposición de cartografía temática y se derivan mapas con modalidades erosivas, áreas de deflación, áreas de erodabilidad y otros más.</p> <p>La cartografía temática que se requiere para ese método es:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pendientes. - Vegetación. - Clasificación de materiales en suspensión. - Geomorfología. <p>Se requiere de la utilización de fichas de registro con información levantada en campo.</p>	<p>Clasificación y distribución espacial de los procesos de erosión eólica.</p> <p>Registros escritos o fotográficos de la población expuesta a los diferentes procesos.</p> <p>Estudio de antecedentes, trabajos realizados con la misma problemática y en diferentes zonas.</p> <p>Mapas con información de registros de erosión eólica en diferentes escalas como 1:50,000 y 1:10,000.</p> <p>Fotografías que muestren evidencias de avance de las zonas de acumulación de arenas, tolveneras, nubes de polvo, infraestructura sepultada, barreras rompe vientos, entre otros.</p>

Para definir la erosión eólica se consideró que la pendiente del terreno natural, está en relación con la pérdida de suelo por erosión.

Las pérdidas estimadas en función de la pendiente son (Ordoñez, 2003):

- | | | |
|----|-------------------------------|------------|
| 1. | Pendientes de 0 a 5%: | 5T/Ha año |
| 2. | Pendientes de 5 a 10%: | 10T/Ha año |
| 3. | Pendientes de 10 a 15%: | 20T/Ha año |
| 4. | Pendientes de 15 a 20%: | 25T/Ha año |
| 5. | Pendientes superiores al 20%: | 40T/Ha año |

Con base en este criterio se presenta el mapa de la Figura E32, en donde se digitalizaron aquellas áreas con pendientes mayores a 20%, que presentan una erosión de 40 toneladas por hectárea por año. Asimismo se presentan las zonas más susceptibles a erosión eólica, según las geoformas del terreno, identificando que la zona Sur es la más susceptible a erosión.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA

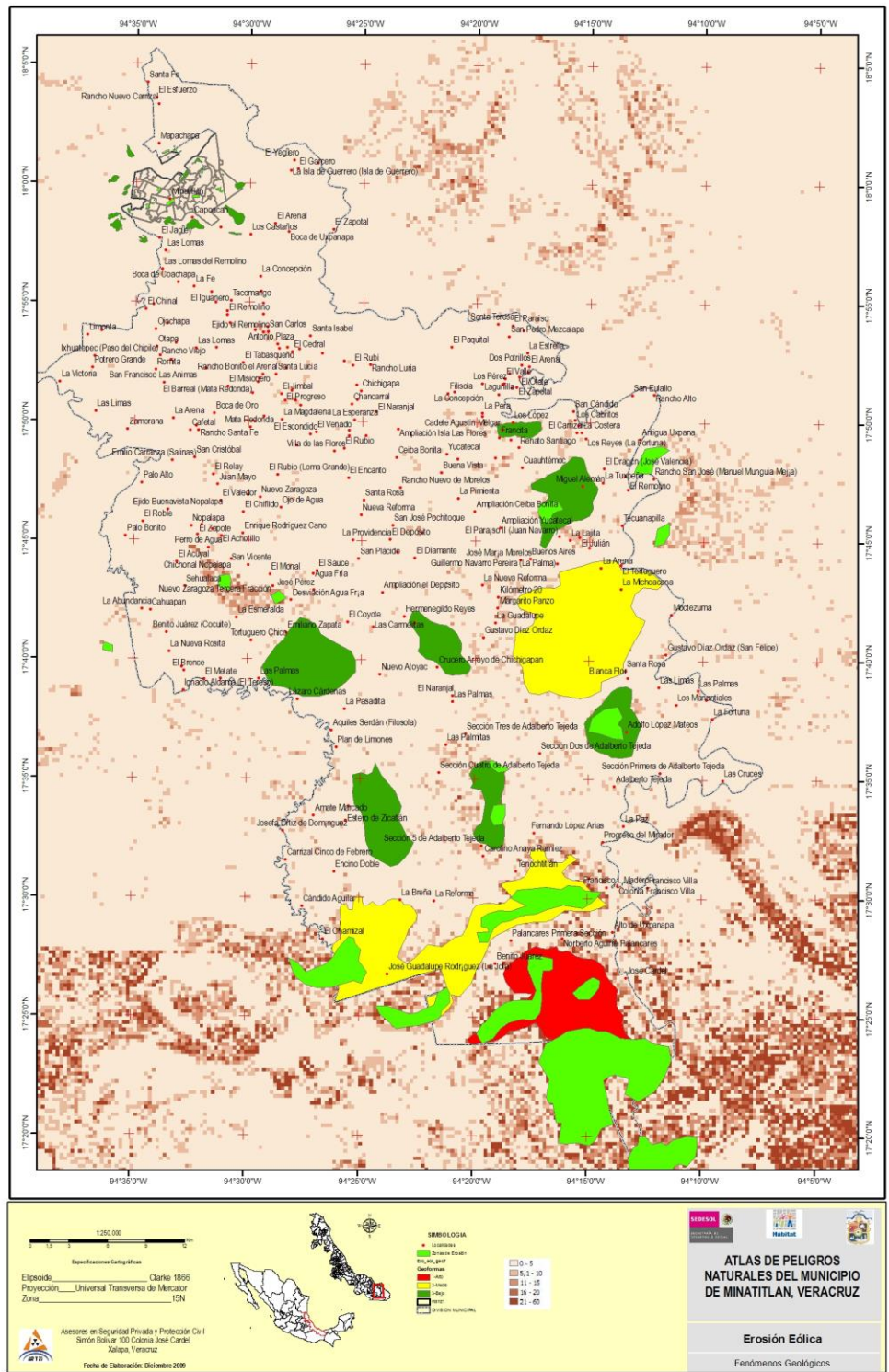


Figura E32. Erosión Eólica.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



Para el área urbana, con las ortofotos digitales se proponen los sitios con indicios de erosión, identificando aquellas zonas sin cubierta vegetal, como la mostrada en la figura E33.

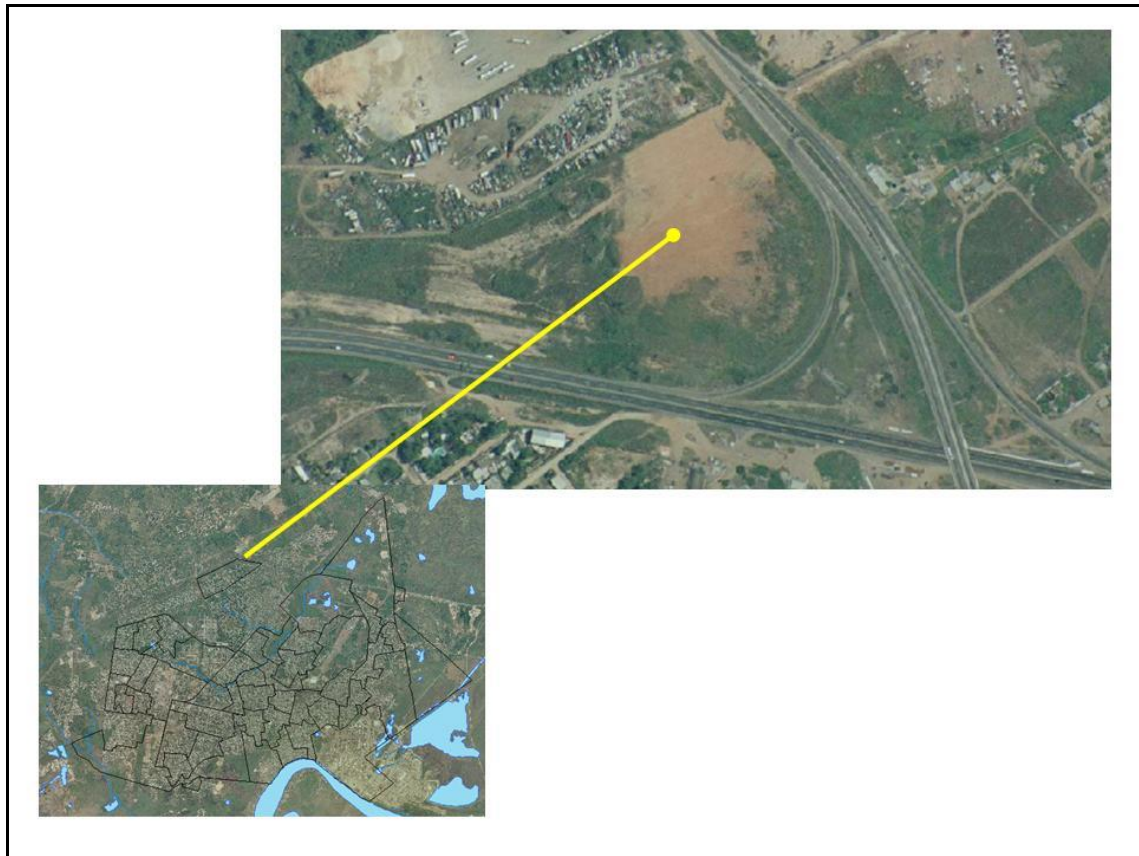


Figura E33. Zona sin cubierta vegetal asociada a erosión.

Las zonas identificadas en el área urbana se presentan en la Figura E34.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Figura E34. Zonas Susceptibles a Erosión en el Área Urbana.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



La vulnerabilidad física y geográfica se puede registrar a través de los siguientes puntos de observación del proceso.

- Se presentan tormentas de arena de manera frecuente.
- Se observa la acumulación de arena en zonas en las cuales anteriormente no existía.
- Se observa la invasión de dunas en diferentes superficies que tienen otro tipo de uso de suelo.
- Se presentan superficies pulidas en las rocas, microcrestas y algunas aristas bien pulidas.
- Se forman ranuras y estrías orientadas con la dirección principal del viento y alveolos (cavidades) sobre las rocas.
- Se pueden observar rocas aisladas en forma de hongo, agujas, y montículos con formas cóncavas y convexas.
- Se puede presentar la alineación de rocas o afloramiento de ellas por el transporte constante de arenas.
- Sobre el suelo se forman pequeñas rizaduras.
- La vulnerabilidad social se relaciona con la información que posea la población con respecto a la presencia del proceso perturbador, el origen, actividad, eventos detonadores de movimientos.

Medidas preventivas en zonas de peligro por erosión

La principal medida preventiva de mitigación en zonas con peligro por erosión consiste en no permitir el crecimiento urbano en las zonas con alto peligro por erosión.

Algunas medidas para prevenir la erosión son (Sedesol):

- 1) Promover y realizar la reforestación
- 2) Proponer el uso de cubiertas de vegetación protectora
- 3) Proponer el uso de terrazas de cultivos
- 4) Proponer la rotación de cultivos
- 5) Proponer y realizar la protección de laderas, cárcavas y cauces

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



Análisis integral de peligros geológicos en el Municipio de Minatitlán

En la tabla E8 se resumen, las observaciones de los puntos registrados en campo, en ella se muestran las coordenadas X Y (UTM Z15N datum wgs84), el peligro geológico observado.

Se definen que los principales peligros geológicos que afectan al Municipio son:

- Sismicidad
- Agrietamiento
- Licuación
- Deslizamientos- Fallas Fracturas
- Erosión

El Municipio en su parte Norte se clasifica como de Baja Sismicidad y en la parte Sur como de Media Sismicidad, asimismo se tienen registro de 232 epicentros ocurridos dentro del Municipio en el periodo de 1963 a 2009.

Durante los recorridos en campo se observó que en general la zona urbana es estable, sin embargo se observan agrietamientos en la mayoría de las calles, este problema es probable que se siga presentando y no se podrá erradicar totalmente debido a que el suelo está constituido por arena-arcilla y con alto contenido de humedad, lo que lo hacen de consistencia plástica y por lo tanto con variaciones de porosidad. Sin embargo para evitar agrietamientos que subsecuentemente se conviertan en hundimientos se recomienda que las obras hidráulicas subterráneas, sean reforzadas, así como la pavimentación de calles y avenidas, realizando reparaciones en el momento en que aparezcan fuertes agrietamientos que pudieran causar problemas.

La licuación está ligada a la actividad sísmica, y la presencia de niveles freáticos someros. El Municipio presenta ambas características por lo que es recomendable vigilar las construcciones, atendiendo a los lineamientos y estudios para construcciones sismorresistentes.

Los deslizamientos se localizan en las zonas de mayor pendiente, y debido a que existe un gran espesor de suelo sin consolidar, ante una gran precipitación el suelo se reblandece propiciando un deslizamiento. Estas zonas altas a su vez son áreas favorables para la recarga de acuíferos por lo que se deben de proteger evitando cualquier tipo de obra en esta área.

Las fallas y fracturas se identificaron al Sur del Municipio, por lo que no se deben realizar construcciones en estas áreas.

La erosión está caracterizada por erosión hídrica, asociada a cauces, por lo que se debe de evitar la construcción sobre las márgenes de ríos y arroyos. Es muy importante que en el caso de obras de control de avenidas, se tome en cuenta la dinámica de los ríos ya que por naturaleza mantienen una carga de sedimentos y cualquier cambio en su caudal o en

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



su cauce repercutirá en un aumento o disminución de sedimentos alterando su equilibrio natural y afectando infraestructura. La erosión eólica está asociada al cambio de uso de suelo y a zonas de máxima pendiente. Es importante realizar acciones de reforestación en zonas montañosas y conservar las zonas naturales, en zonas agrícolas incentivar a la tecnificación agrícola para la mejor conservación de suelo-agua y en zonas urbanas apoyar acciones para el aprovechamiento, reúso y tratamiento del agua.

Tabla E8. Puntos identificados en campo.

Pto.	Long W	Lat N	LOCALIDAD	PELIGRO U OBSERVACION	VULN.	ANOTACION	Recomendación
1	-94.53	17.98		Deslizamiento	1	El peligro por deslizamiento en la zona es heterogeneo, ya que la modificación de la morfología del terreno depende del	
2	-94.54	17.98		Deslizamiento	1	El peligro por deslizamiento en esta zona se debe a deforestación y al cambio de la morfología del terreno.	Reforestación, vigilancia de nuevas construcciones en la zona.
3	-94.54	17.98		Deslizamiento	2	El peligro por deslizamiento en esta zona se debe a deforestación y al cambio de la morfología del terreno por asentamientos irregulares	Regulación de asentamientos, mejoras a la red de drenaje y de colectores pluviales.
4	-94.54	17.98	Calle Heriberto Jara	Deslizamiento	1	El peligro por deslizamiento en esta zona se debe a deforestación y al cambio de la morfología del terreno por asentamientos irregulares	Regulación de asentamientos, mejoras a la red de drenaje y de colectores pluviales.
5	-94.55	17.98	Colonia Palmar	Deslizamiento y Edafología	1	Esta calle a falta de pavimentación puede sufrir erosión y deslizamiento en época de lluvias	Pavimentación, monitoreo de la zona.
6	-94.55	17.98	Calle Vicente Guerrero, Col. Palmar	Deslizamiento y Edafología	2	En este punto se registro un deslizamiento que afecto a una vivienda, esto puede	Se recomienda ampliar el muro de contención que se encuentra en la calle

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



						seguir ocurriendo en épocas de lluvias	
7	-94.55	17.98	Calle Vicente Guerrero, Col. Palmar	Deslizamiento y Edafología	1	La calle Vicente Guerrero no cuenta con pavimento, lo cual puede ocasiona que en épocas de lluvia esta zona sufra de erosión y deslizamiento	Pavimentación y Monitoreo de la zona.
8	-94.55	17.98	Calle 28 de enero, Col. Palmar	Deslizamiento y Edafología	2	El peligro por deslizamiento en esta zona se debe al cambio de uso de suelo	Se recomienda la construcción de cimientos así como de un muro de contención
9	-94.55	17.98	Calle 28 de enero, Col. Palmar	Deslizamiento y Edafología	2	El peligro por deslizamiento en esta zona se debe al cambio de uso de suelo	Se recomienda la construcción de cimientos así como de un muro de contención o pilares que sostengan la construcción
10	-94.55	17.98	Colonia Palmar	Deslizamiento	1	EL peligro en esta zona no es muy alto, ya que a pesar de que la pendiente es alta, la mayoría de las construcciones son estables.	Construcción de un muro de contención
11	-94.55	17.98	Colonia Aurora	Deslizamiento	1	El peligro por deslizamiento se debe al cambio de uso de suelo y deforestación	Evitar el crecimiento poblacional, en caso contrario hacer una planificación de las construcciones y pavimentar.
13	-94.56	17.98	Colonia Guanacayá	Deslizamiento	1	EL peligro en esta zona no es muy alto, ya que a pesar de que la pendiente es alta, la mayoría de las construcciones son estables	Construcción de un muro de contención.
14	-94.56	17.98	Colonia Guanacayá	Edafología	-	Suelo anaranjado, arenoso y agrietado.	-
15	-94.56	17.98	Colonia Guanacayá	Deslizamiento	1	El peligro es bajo y se debe a la modificación del terreno, para la	Construcción de un muro de contención

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



						construcción de un camino	
16	-94.57	17.99		Punto de Control	0	Zona muy estable	-
17	-94.57	18.00	Calle Carrillo Puerto y Dante Delgado	Punto de Control	0	Zona muy estable	-
18	-94.58	17.99	Calle Coatzacoalcos	Punto de Control	0	Zona muy estable	-
19	-94.57	17.99	Colonia de la Fuente	Erosión	1	Zona donde el peligro que presenta está asociado a erosión.	Se recomienda que la zona sea pavimentada y forestar terrenos baldíos.
20	-94.54	18.01	Calle Río Calzada Colonia Unidad Habitacional Infonavit	Agrietamiento, hundimiento	1	El hundimiento que se presenta puede deberse a que éste lugar era un río, y por lo tanto el material de relleno aún no está consolidado.	Efectuar un estudio geofísico para conocer las condiciones del subsuelo y delimitar el antiguo cauce del río y evitar daños a construcciones.
21	-94.54	18.00	Calle Colegio Militar	Agrietamiento	1	Los agrietamientos se deben a la inestabilidad de los puentes que cruzan los arroyos.	Evitar el paso de vehículos pesados y reforzar los puentes.
22	-94.54	18.00	Calle Colegio Militar	Agrietamiento	1	Los agrietamientos se deben a la inestabilidad de los puentes que cruzan los arroyos.	Evitar el paso de vehículos pesados y reforzar los puentes.
23	-94.54	18.01	Calle Colegio Militar	Agrietamiento	1	Los agrietamientos se deben a la inestabilidad de los puentes que cruzan los arroyos.	Evitar el paso de vehículos pesados y reforzar los puentes.
24	-94.54	18.01	Colegio Militar	Agrietamiento	1	Los agrietamientos se deben a la inestabilidad de los puentes que cruzan los arroyos.	Evitar el paso de vehículos pesados y reforzar los puentes.
25	-94.52	18.00	Calle Reyes Aztecas y San Francisco, Colonia Insurgentes Norte	Agrietamiento	1	En este punto se observa agrietamiento en la carretera el cual puede deberse a una mala pavimentación.	Se recomienda repavimentar la zona.
26	-94.52	18.00	Calle San Francisco, Colonia Insurgentes	Edafología		No se encontró ningún peligro Geológico en esta Colonia, solo erosión.	Se recomienda pavimentar las calles y reforestar los lotes baldíos.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



			Norte				
27	331185	1990790		Edafología		Suelo con contenido de arcilla, observable por su consistencia plastica en contacto con el agua.	-
29	336435	1988868	Centro	Agrietamiento	1	Se observa agrietamiento con hundimiento sobre pavimento de aprox. 12 m de largo, con hundimiento de 4 cm.	Debido al suelo de la zona, estos agrietamientos se pueden presentar. Esta calle necesita repavimentación.
30	335862	1988791	Playon sur, Calle Mérida esquina Sonora	Punto de Control (Asentamiento)	2	En esta colonia se observa zonas inestables a inundaciones, lo que a su vez puede las viviendas. Asimismo por ser una zona donde los niveles freáticos son someros y existe presencia sismicidad se podría presentar licuación.	Es importante que las nuevas construcciones en esta zona sean reforzadas con que las viviendas como las mostradas en la fotografía se les reubiquen.
31	333254	1988648	Lázaro Cárdenas	Edafología	-	Suelo café sin estratificación con presencia de humedad	-
32	333254	1988648	Lázaro Cárdenas	Deslizamiento	2	Se observa deslizamiento por construcción de casas habitación, que inclusive tienen que reforzar con sacos de arena-grava.	Se deben evitar construcciones sobre lomeríos, reforzar aquellas laderas donde ya existen viviendas construidas con obras civiles o vegetación.
35	332972	1988102	Nueva Esperanza, Calle Catemaco esquina Acayucan	Hundimiento	2	Hundimiento en la carretera estatal, y de acuerdo a los comentarios de los habitantes de esta localidad mencionan que es un problema constante que radica por falta de mantenimiento de obras hidráulicas (drenaje), que va socavando el sitio, Tiene un diámetro de 2.5m por 1m de profundidad y es una vía importante para esta zona.	Revisar las obras hidráulicas y reforzarlas.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



37	332972	1988102	Nueva Esperanza	Deslizamiento-Edafología	3	Suelo color naranja rojizo. No se observa horizonte orgánico, altamente oxidado con presencia de clastos de silicato y contenido de arcilla al 40%, y raíces a la intemperie, indicando erosión. Se presentan escarpes por construcción de vivienda, que a su vez generan erosión.	Se debe evitar seguir socavando las laderas existentes, en caso necesario es importante que se obtenga material con pendientes suaves.
38	334440	1985725	Las Lomas	Deslizamiento	2	Se presenta evidencia de un deslizamiento, presentando material acumulado al centro de aprox. 250 m3. En esta sitio existe una casa habitación. Los propietarios obtienen material para ampliar sus terrenos, generando taludes inestables aumentando la susceptibilidad al movimiento en época de lluvias. Se presentan niveles freáticos de hasta 1m de profundidad.	No permitir mayor socavación en la base de las laderas porque hará más vulnerable el peligro de deslizamiento. Vigilar las nuevas construcciones y reforzarlas para minimizar el peligro.
39	333747	1979001	Ojochapa	Edafología	1	Suelo de color café oscuro, con un horizonte orgánico de 1 cm de espesor y penetración de raíces, induciendo ligera erosión. En este sitio no se observan pendientes.	Se realizó verificación edafológica, sin embargo se observa que existen calles sin pavimentar y ausencia de drenaje.
40	336129	1971495		Punto de Control	-		Se recomienda proteger la zona, no permitir asentamientos urbanos, peligro de licuación.
41	334599	1973668		Deslizamiento-Erosión	2	Es un banco de material para aprovechamiento de los recursos, induciendo deslizamientos y erosión.	Se debe vigilar que las excavaciones se realicen evitando socavaciones, así como delimitar la zona donde se

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANтропоGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



							puede extraer material, sin afectaciones medioambientales.
42	334327	1989256	Nueva Mina	Deslizamiento	2	Se presentan viviendas sobre taludes, los cuales pueden afectar a las viviendas contiguas. En esta colonia se observan pendientes menores a 45°, con construcciones sobre ellas.	Es necesario reforzar los taludes, ya sea con vegetación y/o obras civiles. No se debe permitir la construcción en la cima de un montículo, ya que sería vulnerable a deslizamiento, afectando también las zonas aledañas.
43	334452	1989193	Nueva Esperanza	Deslizamiento	1	Casa habitación afectada por deslizamiento que se agrava en época de lluvias.	Reforzar la ladera
44	334327	1989256	Nueva Esperanza	Edafología	-	Suelo café, sin estructura y contenido de arcilla de 40%	-
45	334447	1989194	Nueva Esperanza, Calle Lázaro Cárdenas	Deslizamiento	1	Talud vertical de 2m con presencia de raíces sobre casa habitación. Existe un árbol que puede ser inestable y afectar la casa.	Asegurar estabilidad con obras civiles o vegetación
46	336144	1989920	Nueva Esperanza	Deslizamiento	2	Zona inestable, construcción abandonada sobre la cima de la ladera y representa un peligro para la vivienda posterior y la avenida	Monitorear la zona, reforzar los límites con casas aledañas para evitar posibles daños.
47	332972	1988102	Nueva Esperanza, Calle Moctezuma	Edafología	-	Suelo color café, con contenido de arcilla de 20%, con presencia de arena fina a medio y alto contenido de humedad.	-
48	336993	1991574	Nueva Esperanza	Agrietamiento	1	En general zona estable, con presencia de agrietamiento sobre el pavimento.	Observar el avance de la grieta y repararla para evitar una mayor abertura de las mismas.
49	337130	1997302	Nueva Esperanza	Edafología	-	Zona Estable	-

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE MINATITLÁN, VERACRUZ. SEGUNDA ETAPA



50	337583	1989927	Nueva Esperanza	Agrietamiento	1	Agrietamiento como evidencia de movimiento diferencial de material no consolidado. En la zona urbana del Municipio es una evidencia constante en sus calles.	Monitoreo de agrietamientos y brigadas de reparación de pavimento, porque se van a seguir presentando.
51	336316	1989340	Centro	Hundimiento	1	Hundimiento por obra hidráulica	Mejorar la infraestructura.
52	335587	1989817		Deslizamiento	1	Construcción sobre cima de montículo. Cualquier obra en este tipo de suelo es vulnerable a movimiento debido a que no es consolidado y tiene contenido de arcilla.	Evitar más construcciones y reforzar las ya existentes
53	335623	1991685		Deslizamiento	1	Inestabilidad de laderas y erosión por el cauce. Se observan viviendas heterogéneas en su construcción lo que ocasiona que unas sean más vulnerables. Se observan tubos de drenaje que descargan directamente al arroyo	En todos los arroyos se debe de tener identificados las capacidades hidráulicas de los cauces, reforzar las laderas. Evitar asentamientos sobre los ríos y tratamiento de aguas residuales.

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



BIBLIOGRAFÍA

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



BIBLIOGRAFÍA

- *Arellano-Gil, J., Yussim-Guarneros, S. y Aguilar-Pérez, L. A., 2004. Origen y características de los domos de sal de la Cuenca Salina del Istmo. Libro de resúmenes de la IV Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, Juriquilla, Qro., p. 71-72
- *Caballero Miranda Cecilia. (2000). Notas breves de clase de Ciencias de la Tierra (Elementos de Geografía Física). UNAM
- *Chiappy-Jhones, Gama, Soto-Esparza, Geissert y Chávez. (2002). Regionalización Paisajística del Estado de Veracruz, México. Universidad y Ciencia. Vol 18. No. 36
- *CENAPRED, CFE y el IIE SM (1996) "Mapas de peligro sísmico en México" (PSM), Programa elaborado por el Instituto de Ingeniería, UNAM. México D.F.,
- *Cenapred (2001). Guía para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos
- *CNA (2002). Determinación de la Disponibilidad del Agua en el Acuífero Costera de Coatzacoalcos
- *INGEVIN S.A. de C.V. Anexo I. Fisiografía. Elaboración del Programa Hidráulico Preliminar.
- *Lundgren, L., 1973. Environmental geology. Ed. Prentice hall.
- *Ordaz Schroeder (1989) Riesgo Sísmico en México: Lecciones aprendidas del terremoto del 19 de Septiembre de 1985. 1er. Congreso Iberoamericano sobre técnicas aplicadas a la Gestión de emergencias para la reducción de desastres naturales.
- *Medina Martínez Francisco. (1997) Sismicidad y Volcanismo en México. La Ciencia para todos. No. 151 Fondo de Cultura Económica
- *Perez Rincón Héctor. (1959) Estudio Geológico del Campo Petrolero Rodolfo Ogarrio. Gerencia de Exploración de Petroleos Mexicanos
- *Riquer Trujillo, Francisco Williams Linera, Javier Lermo Samaniego, ReginoLeyva Soberanis, Iris Neri Flores y Jesús Santamaría López (2008). Ampliación de la red de registro sísmico basada en una regionalización sismotectónica preliminar del estado de Veracruz. XVI Congreso Nacional de Ingeniería Estructural
- *Pérez Tores Sara del Rosario. (2009) Catálogo Sísmico Instrumental del Estado de Veracruz 1910-2008. TESIS. Ingeniería Civil. Universidad Veracruzana.
- *Robinson (1990) Geología Física Básica. Ed. Noriega-Limusa

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**



*Sánchez Benjamín. (1975)Aspecto Sismológico de las Estructuras Salinas del Istmo. Boletín de la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración. Vol. XVI. No.2

*Sedesol-Coremi (2004). Guía Metodológica para la Elaboración de Atlas de Peligros Naturales en Zonas Urbanas (Identificación y Zonificación)

Sedesol guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a nivel ciudad

Referencias de Internet

<http://www.arqhys.com/construccion/agrietamientos-tipos.html>)

www.Wikipedia.org

www.ssn.unam.mx

http://reliot.ine.gob.mx/mexico_texto.html

www.conagua.gob.mx

**ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y
ANTROPOGÉNICOS DEL MUNICIPIO DE
MINATITLÁN, VERACRUZ.
SEGUNDA ETAPA**

