



Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz 2011



Fecha: 08 de febrero de 2012
Número de avance: Entrega Final
Número de obra: 130097PP050213
Número de expediente: PP11/30097/AE/1/058
Municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz

BC Contadores Públicos y Consultores
Dirección: Mirlo # 120 Fraccionamiento Fuentes de Las Ánimas
Teléfono: (01 228) 2 00 15 85 / (01 800) 001 58 52
C.P. 91090
Xalapa, Veracruz.



Índice

1. Antecedentes e Introducción	5
1.1. Introducción	5
1.2. Antecedentes.....	5
1.2.1. Proceso de ocupación de zonas de riesgo.....	7
1.2.2. Fundamentos jurídicos del Atlas de Riesgos.....	8
1.3. Objetivos.....	8
1.3.1. Objetivo general.....	8
1.3.2. Objetivos específicos.....	8
1.4. Alcances	9
1.5. Metodología General.....	9
1.6. Contenido del Atlas de Riesgos.....	10
2. Determinación de la zona de estudio.....	11
3. Caracterización de los elementos del medio natural.....	12
3.1. Fisiografía – Morfología.....	12
3.2. Geología.....	14
3.3. Geomorfología.....	15
3.4. Edafología.....	16
3.5. Hidrología	17
3.6. Climatología.....	18
3.7. Uso de suelo y vegetación	19
3.8. Áreas naturales protegidas	20
3.9. Problemática ambiental	20
4. Características demográficas.....	22
4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.	22
Población total	22
Dinámica demográfica.....	22
Mortalidad	22
Localidades y Densidad de población	23
Población indígena.....	23
4.2. Características sociales	23
Escolaridad	23
Nivel de Marginación.....	23
Pobreza y rezago social	24
4.3. Actividades económicas.....	24
Actividades Agrícolas	24



- Actividades pecuarias 24**
- Actividades comerciales 24**
- Industria 24**
- 4.4. Características de la población económicamente activa 24**
- 4.5. Estructura urbana 25**
- Vivienda..... 25**
- Hacinamiento 25**
- Espacios culturales y Deportivos 25**
- Reserva territorial 25**
- Educación 25**
- Salud..... 26**
- Población derechohabiente 26**
- 5. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural 27**
 - 5.1.2 Sismos..... 27**
 - 5.1.3 Tsunamis y maremotos (No aplica)..... 29**
 - 5.1.4 Peligros y riesgo volcánico (No aplica)..... 29**
 - 5.1.5 Deslizamientos (No aplica)..... 29**
 - 5.1.6 Flujos (No aplica)..... 30**
 - 5.1.7 Erosión. 30**
 - 5.2.1 Huracanes y ondas tropicales 31**
 - 5.2.2 Tormentas eléctricas 32**
 - 5.2.3 Sequías 32**
 - 5.2.4 Temperatura máxima extrema 32**
 - 5.2.5 Vientos fuertes. 32**
 - 5.2.6 Inundación..... 33**
 - 5.2.6.1 Peligro por inundación del norte de la cabecera municipal 33**
 - 5.2.6.1 Peligro por inundación del sur de la cabecera municipal 33**
- 5.3 Vulnerabilidad social 34**
 - 5.3.1 Indicadores Socioeconómicos 34**
 - 5.3.2 Capacidad de Respuesta 35**
 - 5.3.3 Percepción Local..... 35**
 - 5.3.4 Grado de Vulnerabilidad social 35**
- 6. Obras y acciones de mitigación 37**
- 7. Anexos 40**
 - 7.1. Tablas de información sociodemográfica 40**
 - 7.2. Anexos fotográficos..... 47**



8. Glosario de términos	57
9. Bibliografías de consulta y fuentes de información	63





1. Antecedentes e Introducción

1.1. Introducción

“El hombre no puede luchar contra el desencadenamiento de las fuerzas de la naturaleza, sin embargo, puede crear instrumentos de prevención que le permitan adoptar estrategias que mitiguen los peligros que los fenómenos naturales pueden ocasionar. (UNESCO, 2005)¹.”

En el municipio de Lerdo de Tejada, los embates de fenómenos como sismos, deslaves, hundimientos, huracanes, marejadas, inundaciones y muchos otros, han ocasionado la lamentable pérdida de muchas vidas humanas, y millones de pesos en daños materiales en viviendas, terrenos utilizados para actividades productivas, caminos, puentes y zonas explotadas por la población para desarrollo de actividades económicas, así como la infraestructura de sus comunidades.

En la actualidad, el avance de la tecnología, aunado a modernas visiones y esquemas de coordinación, permiten monitorear y detectar permanentemente muchos de los fenómenos perturbadores, y prevenir en tiempo adecuado sus efectos, poniendo principal énfasis en evitar la pérdida de vidas humanas.

Esta transición de la reacción a la prevención se sustenta primordialmente en el conocimiento sobre el origen, manifestación e impacto de los fenómenos. Este conocimiento permite actuar para algunos fenómenos en forma temprana, con mayor eficacia operativa y buscando minimizar la pérdida de vidas y bienes materiales.

Por todo lo anterior, el Municipio de Lerdo de Tejada y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) se unen para crear este **Atlas de Riesgos**, que representa una aplicación práctica de la estrategia de prevención y mitigación de los riesgos de forma práctica y precisa.

A través de este Atlas, las autoridades encargadas de la protección civil, la población en general y científicos y académicos podrán identificar los diferentes peligros que afectan el territorio municipal, así como la frecuencia y el impacto que pueden generar estos acontecimientos en la población y sus bienes.

El uso pertinente y adecuado de este Atlas permitirá establecer las acciones de protección necesarias para la prevención y mitigación de riesgos en todos los niveles de gobierno y la sociedad, ya que contiene de manera clara la identificación de cada uno de los peligros que históricamente han afectado el territorio municipal y las estrategias de prevención y/o actuación en caso de presentarse dichos acontecimientos.

1.2. Antecedentes

En el Municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz, la existencia de peligros o riesgos ha sido constante debido a la ubicación geográfica y a la vulnerabilidad de su población.

Los fenómenos que han afectado de manera constante a los habitantes de esta demarcación municipal en los últimos diez años desafortunadamente ha habido pérdida de vidas humanas; y las pérdidas materiales son cuantiosas y han afectado la tranquilidad, economía y estabilidad de los habitantes de este municipio.

De acuerdo con el Atlas Municipal de Riesgos Nivel Básico de la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Estado de Veracruz, los peligros que más afectan el territorio municipal de Lerdo de Tejada son: deslizamientos, vulcanismo, sismicidad y erosión, en el rubro de los peligros geológicos; y sequías, temperaturas extremas, tormentas eléctricas, lluvias extremas, inundaciones y vientos dentro de los peligros denominados hidrometeorológicos.

Datos recabados por la presente administración municipal, muestran algunas de las cifras más representativas, de lo sucedido en los últimos dos años, en lo referente a pérdidas materiales y humanas provocadas por los riesgos que acontecen de forma constante en el territorio municipal.

¹ UNESCO. “Prevención de desastres naturales” desarrollado durante la 6ª semana (10 – 16/10/2005) del 60º aniversario de la UNESCO.



- La ubicación costera del Municipio lo sitúa en una franja de alto riesgo ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos que llegan al territorio nacional a través de las aguas del Golfo de México. En el año 2010, la embestida del huracán “Karl” ocasionó inundaciones con las que la población de Lerdo de Tejada sufrió daños por concepto de afectaciones o pérdida total de vivienda y bienes materiales por más de \$ 30’000,000.00 (treinta millones de pesos 00/100 M.N.). Las localidades más afectada ante este fenómeno fuer la cabecera municipal.
- Un hecho lamentable y que da el mayor sentido a la elaboración de documentos como el atlas de riesgos, fue el fallecimiento de una persona en la cabecera municipal en la colonia Benito Juárez, durante las inundaciones provocadas por el paso del huracán “Karl” en el mes de septiembre de 2010
- Según el último censo realizado por la Asociación Ganadera de Lerdo de Tejada, Veracruz, en lo que va de 2010 y 2011 se han perdido un total de 2,723 hectáreas destinadas al cultivo de pastizales para la crianza de ganado, viéndose afectado principalmente el noreste, centro este y suroeste del municipio. Tan sólo en el periodo de enero a mayo de 2011, el censo de la Asociación Ganadera revela la muerte de 121 cabezas de ganado, lo cual representa una pérdida de aproximadamente \$ 726,000.00 (Setecientos veintiséis mil pesos 00/100 M.N.). Los fenómenos hidrometeorológicos que han provocado la situación mencionada son principalmente inundaciones y sequías que se presentan con una frecuencia anual.
- El municipio de Lerdo de Tejada, tiene como principal actividad económica la siembra de caña de azúcar, por esta situación alberga a dos ingenios, uno localizado al sur llamado San Pedro y al norte el Ingenio San Francisco, en cuyas instalaciones lamentablemente han acontecido 3 fallecimientos. La ubicación de los ingenios obligó a administraciones anteriores a permitir la instalación de 2 gasolineras en la cabecera municipal.

Como complemento de los antecedentes relacionados con la frecuencia de la ocurrencia de desastres causados por fenómenos de origen natural; y con la intención de reforzar la necesidad que se tiene de contar con un Atlas Municipal de Riesgos, la siguiente tabla muestra las Declaratorias de Desastre Natural para efectos de las reglas de operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) en las cuales se ha visto beneficiado el municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz en los últimos diez años, debido a los embates de los fenómenos naturales:

DECLARATORIAS DE DESASTRE NATURAL PARA EL MUNICIPIO DE LERDO DE TEJADA VERACRUZ, EN EL PERIODO 2001 – 2010.		
Fechas en las que aconteció el desastre	Causa de la declaratoria	Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación
25 al 27 de octubre de 2001	Lluvias atípicas e impredecibles.	21 de noviembre de 2001
1 al 6 de octubre	Lluvias e inundaciones.	21 de octubre de 2003
3 al 7 de octubre de 2005	Lluvias extremas que provocaron escurrimientos, desbordamientos de ríos, inundaciones y deslaves ocasionados por la ocurrencia del ciclón tropical Stan y la onda tropical número 40.	11 de noviembre de 2005
4 al 6 de octubre de 2006	Lluvias extremas.	1 de noviembre de 2006
7 de septiembre de 2008	Lluvias extremas.	4 de diciembre de 2008



29 de octubre de 2009	Sismo.	11 de noviembre de 2009
21 al 31 de agosto de 2010	Inundación fluvial.	7 de septiembre de 2010
19 de octubre de 2010	Inundación fluvial	26 al 28 de octubre

Tabla 1. Declaraciones de desastre natural de los últimos 10 años en Lerdo de Tejada².

Como se aprecia en la tabla anterior, la frecuencia con la que los fenómenos naturales alcanzan proporciones de desastre en contra del municipio de Lerdo de Tejada es casi anual. Por esta razón es necesario llevar a cabo acciones de ayuden a preparar a la población para actuar en caso de contingencia, especialmente la población que por diversas razones ha establecido sus lugares de residencia en sitios no aptos para el establecimiento de asentamientos humanos.

1.2.1. Proceso de ocupación de zonas de riesgo

La Cabecera municipal de Lerdo de Tejada constituye actualmente el único asentamiento urbano del Centro de Población. Este centro se ha ido desarrollando de forma anárquica y en zonas no aptas por las condiciones físicas del terreno, debido a que no existe un mecanismo para controlar dicho desarrollo.

El patrón de ocupación del suelo existente en el Centro de Población en forma dispersa, ha generado que existan problemas de compatibilidad entre el uso y ocupación de suelo, de dotación de servicios de infraestructura y equipamiento, así como la degradación de la imagen y el entorno urbano.

Según estimaciones de la última actualización del Programa de Ordenamiento Urbano del Centro de Población de Lerdo de Tejada (POUCPLT), debido a la gran mayoría de zonas inundables que se encuentran en el territorio municipal, por lo menos el 60% de la superficie municipal corresponde a zonas no aptas para la urbanización (Gobierno del Estado de Veracruz, 2002). En este mismo sentido es importante mencionar que debido a las características edafológicas y geológicas, que corresponden a la zona norte y oeste, representan zonas no aptas al desarrollo urbano, ya que se encuentra constituida por materiales granulares y sueltos, que elevan los costos de urbanización.

Para el periodo 2005 - 2010 el centro de población, presenta un crecimiento importante, ya que cuenta con una población total de 20,141 habitantes, con una tasa de crecimiento del 1.68%.

En lo que respecta a la distribución de la concentración poblacional, las cifras revelan que el 92.9 % se encuentra asentado en la cabecera municipal, que representa actualmente la única concentración urbana del municipio; el 7.1 % restante de la población, se asienta en localidades eminentemente rurales.

Las tendencias de crecimiento muestran un mayor índice de crecimiento hacia la parte oeste y sur de la cabecera municipal, razón por la que es necesario normar el incremento urbano en esta zona debido a que debe asegurarse la provisión de equipamiento en los rubros de salud, recreación y deportes, con la intención de ampliar y dotar de más instalaciones para atenuar la demanda de la población.

La imagen urbana se ha ido tornando heterogénea, ya que la mayoría de las edificaciones del Centro de Población no conservan un estilo arquitectónico típico del lugar.

Las condiciones físicas de las vialidades en las zonas céntricas son regulares, pero en las colonias periféricas aún se encuentran calles sin pavimentación. Esto puede ocasionar que existan dificultades para realizar la evacuación en caso de contingencia.

² Fuente: Elaboración propia con datos del Diario Oficial de la Federación.



1.2.2. Fundamentos jurídicos del Atlas de Riesgos

Tener conocimiento del marco jurídico que respalda la formulación del Atlas de Riesgos Municipal constituye el mejor instrumento con el que la administración pública municipal cuenta para promover un esquema de trabajo apegado al derecho, razón por lo cual se hará referencia a los preceptos más importantes.

El Atlas de Riesgos Municipal tiene como referentes las siguientes bases legales:

- Ley General de Protección Civil
- Ley General de Asentamientos Humanos
- Ley de Aguas Nacionales
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Ley 226 de Protección Civil del Estado de Veracruz
- Reglamento de Protección Civil Municipal

1.3. Objetivos

A continuación se presentan los objetivos planteados en la elaboración de este Atlas Municipal de Riesgos.

1.3.1. Objetivo general

Elaborar un documento que permita identificar de manera clara y precisa los diferentes peligros y riesgos, que por acciones del medio ambiente, puedan afectar el territorio del Municipio de Lerdo de Tejada, a sus habitantes, sus recursos naturales y su infraestructura, con la intención de implementar estrategias de prevención y mitigación de los mismos a nivel integral.

1.3.2. Objetivos específicos

- Compilar la documentación técnica aplicable en la prevención de desastres a nivel municipal.
- Realizar detalladamente un análisis histórico, bibliográfico y fotointerpretativo de los elementos que conforman el medio natural del Municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz.
- Describir las características sociodemográficas del Municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz.
- Ubicar el origen y componentes de los peligros naturales a los que se encuentra expuesta la población del Municipio de Lerdo de Tejada.
- Identificar las Zonas de Riesgo (ZR) existentes.
- Ubicar las zonas de conflicto en las que la ocupación y el aprovechamiento del suelo resulten incompatibles con los peligros detectados.
- Generar las recomendaciones y propuestas de obras y acciones de mitigación y gestión del riesgo en el municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz.



1.4. Alcances

Con el Atlas de Riesgos del Municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz, las autoridades tendrán a su disposición un instrumento con el cual podrán tomar las decisiones más acertadas en materia de prevención y mitigación de los riesgos provocados por los fenómenos perturbadores de origen natural y/o antrópico.

Asimismo contarán con los mecanismos que les permitan normar los distintos usos actuales y futuros del suelo, señalando los límites de crecimiento, estipulando los programas prioritarios para que el centro de población tenga un proceso de crecimiento ordenado, seguro y estable, con la finalidad de alcanzar las mejores condiciones de vida para los habitantes de Lerdo de Tejada.

1.5. Metodología General

La base fundamental para poder realizar un diagnóstico conveniente de los riesgos presentes en los asentamientos humanos y su entorno, es el conocimiento científico de los fenómenos que afectan una región, además de poder realizar una estimación del impacto y consecuencias que éstos pueden ocasionar. Dichas consecuencias dependen de la infraestructura existente en la zona, así como las características sociodemográficas de los asentamientos en el área de análisis.

Debido a la importancia que conlleva ejecutar acciones que coadyuven a preservar el bienestar de los habitantes de una región, se menciona a continuación de manera general el proceso metodológico utilizado en la elaboración de este Atlas Municipal de Riesgos:

1. Recopilación de información bibliográfica e histórica del municipio en estudio.
2. Análisis detallado de las características del medio natural que conforman el territorio municipal y su entorno.
3. Estudio minucioso de las condiciones sociodemográficas de los habitantes del municipio en estudio, destacando los procesos de expansión de las áreas urbanas y de ocupación de las zonas de riesgo.
4. Identificación del origen de los peligros del medio natural y antrópicos que afectan al municipio en estudio.
5. Análisis detallado de las zonas afectadas por los diferentes peligros identificados en el punto anterior. Dicho análisis se hará realizando mediciones de campo utilizando dispositivos de posicionamiento global, análisis de imágenes de satélite, fotografías aéreas y con evidencia cuya fuente sean los habitantes de las zonas en estudio.
6. Elaboración de cartografía digital con las diferentes Zonas de Riesgo (ZR) identificadas ante los diversos peligros o fenómenos perturbadores que afecten el territorio municipal.
7. Estudio de vulnerabilidad hacia los diferentes fenómenos identificados.
8. Determinación de los niveles de riesgo y grado de exposición de la población hacia los diferentes riesgos identificados.
9. Cálculo de los niveles de riesgo ante los diferentes peligros encontrados, tomando como base los niveles de exposición, peligro y vulnerabilidad social identificados en los pasos anteriores.
10. Elaboración de cartografía digital con los niveles de riesgo ubicados en el territorio municipal.
11. Diseño de propuestas de obras y acciones de mitigación para los riesgos identificados en pasos anteriores.
12. Elaboración de cartografía digital con la ubicación de las obras y acciones que mitiguen los riesgos estudiados en pasos anteriores.



1.6. Contenido del Atlas de Riesgos

El Atlas Municipal de Riesgos de Lerdo de Tejada, Veracruz, se conforma de la siguiente manera:

- **Introducción y antecedentes**

Contiene una breve explicación de las problemáticas relacionadas con los peligros de origen natural y antrópico que a nivel histórico y a la fecha se presentan en el municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz.

- **Determinación de la zona de estudio**

Delimitación de la zona en estudio a través de la descripción de la región a la que pertenece el municipio a nivel de cuencas hidrológicas, a nivel de definición poligonal de los límites y ubicación dentro del estado, y finalmente a través de la descripción de las localidades por medio de la traza urbana. Para cada uno de los niveles mencionados anteriormente se presentan mapas que permiten identificar cada uno de los elementos explicados.

- **Caracterización de los elementos del medio natural**

En este apartado se analizan los elementos que conforman el medio físico de la zona de estudio, a partir de las características naturales de la zona. Los temas descritos son: fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso de suelo y vegetación, áreas naturales protegidas y problemática ambiental. Para cada uno de los temas citados anteriormente se presenta un mapa con su descripción detallada.

- **Caracterización de los elementos, sociales, económicos y demográficos**

Esta sección del documento integra una breve caracterización general de la situación demográfica, social y económica de la zona de estudio con indicadores básicos que revelan las condiciones generales del estado que guarda el municipio. Para los diversos factores de la dinámica social descritos en este apartado se incluye un mapa que los describe.

- **Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural**

Contiene la información sobre el análisis de cada uno de los fenómenos perturbadores de origen natural, área de ocurrencia y grado o nivel de impacto, determinando la vulnerabilidad social de las poblaciones expuestas a esas amenazas; una vez ubicadas las zonas de riesgo se presentan las propuestas de obras y acciones que coadyuvarán a disminuir el riesgo, así como los estudios que detallen los niveles de riesgo o peligro.



2. Determinación de la zona de estudio

En este apartado se describe la escala de análisis y el nivel de profundidad metodológica utilizado en este Atlas de Riesgos. Se explica brevemente la localización del área de estudio y luego, se mencionan los riesgos identificados y el nivel de estudio que se utilizó para abordarlos.

El territorio del municipio de Lerdo de Tejada se encuentra en la llanura costera del Golfo de México, en la región del Papaloapan, al sureste del estado de Veracruz; en las coordenadas 19° 38' latitud norte y 95° 31' longitud oeste, con una altitud promedio de 10 metros sobre el nivel del mar (msnm), no obstante que alcanza 120 msnm en la parte norte, en la zona de dunas. Limita al norte con las aguas del Golfo de México, al sur con el municipio de Saltabarranca, al oeste con Alvarado y Tlacotalpan, y al este con Ángel R. Cabada. En el siguiente apartado se describirán con detalle los elementos del medio natural (Mapa 1.1).

A continuación se menciona la escala de análisis y los niveles metodológicos utilizados para cada fenómeno perturbador:

Peligros geológicos

Para los fenómenos perturbadores de origen geológico, únicamente se abordó una escala municipal de aproximación, dadas las características físicas de los fenómenos en cuestión, que limitan su estudio con mayor detalle.

El nivel de análisis metodológico, de acuerdo con las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo (BEEARCDGRR) de SEDESOL (2011), fue de cuarto nivel para los temas de sismos nivel uno para erosión.

Peligros hidrometeorológicos

En el caso de los fenómenos perturbadores de origen hidrometeorológico, se estudiaron a nivel municipal los huracanes, las sequías, la temperatura máxima extrema, tormentas eléctricas y los vientos. Para las inundaciones, el estudio alcanzó un nivel de detalle más preciso, al describir los diferentes escenarios de inundación a nivel localidad.

De los peligros mencionados anteriormente, los huracanes y las inundaciones se estudiaron con un nivel dos de profundidad metodológica, de acuerdo con las BEEARCDGRR. En el resto de los fenómenos se alcanzó un nivel uno de profundidad en el análisis.



3. Caracterización de los elementos del medio natural

En este apartado se analizarán los elementos que conforman el medio físico del municipio de Lerdo de Tejada. Para cada uno de los elementos descritos se puede encontrar en el anexo cartográfico, un mapa que muestra la distribución de los componentes mencionados.

3.1. Fisiografía – Morfología

El municipio de Lerdo de Tejada se encuentra clasificado en dos regiones fisiográficas, las cuales están delimitadas, principalmente por características geomorfológicas generales (altimetría, forma y disección del terreno, procesos orogénéticos, bio y edafogenéticos) cuya disposición, obedece a cambios en apariencia someros, del relieve, pero que modifican las condiciones biofísicas del lugar de manera profunda; semejante a lo que ocurre en otras zonas de la planicie costera del Golfo de México, de morfología relativamente homogénea.

Dichos cambios son ocasionados por la presencia de cuerpos de arena y depósitos aluviales, intercalados y sobrepuestos, que generan una zona de lomeríos altos conocidos como dunas, localizados al norte del municipio (Mapa 2.2); los cuales, se elevan justo frente al litoral hasta ≈ 140 msnm (metros sobre el nivel del mar) en el área municipal (≈ 83.6 km²), partiendo de altitudes que se encuentran por debajo del nivel del mar, a -20 msnm; creando así contrastes altimétricos visibles en dirección a la costa desde la cabecera y con respecto al nivel del océano.

De este modo, Lerdo de Tejada adquiere condiciones fisiográficas diversas gracias a las diferencias altimétricas que distinguen entre una zona elevada, de origen eólico (dunas), y una superficie plana, donde dominan procesos ligados al escurrimiento y a la sedimentación (planicies aluviales) en el municipio; lo cual se traduce en dinámicas distintas para cada zona, en lo que respecta a desarrollo de suelo, vegetación, ciclos erosivos y ciclo hidrológico. No obstante, ambas zonas comparten características climatológicas regionales prácticamente invariables (humedad, precipitación y temperatura), propias de un clima cálido húmedo (Am) y en menor medida, al sur del municipio, en la zona donde se concentra la mayoría de los escurrimientos, cálido subhúmedo (Aw2); ambos determinados, especialmente, por las características orográficas de la región, debido a la proximidad con la Sierra de los Tuxtlas, y por la ubicación geográfica del municipio en el contexto global (Mapas 2.2 y 2.7).

Dunas

Como su nombre lo indica, esta región está compuesta por dunas, las cuales se caracterizan por ser semimóviles, ya que se encuentran cubiertas por una ligera capa de vegetación que obstruye su desplazamiento; por diferir en cuanto a forma, ya que las hay en “U” o parabólicas y dunas en estrella; que además, producen lomeríos de material arenoso y limoso altamente permeable, emplazados sobre depósitos antiguos intercalados con paleosuelos; que tienen una altitud que varía de 10 a 140 msnm, y que abarcan un área de ≈ 22.6 km². Esto representa una extensión a lo largo de la costa de Lerdo de Tejada de 9 km aproximadamente desde el límite con el municipio de Ángel R. Cabada hasta el límite con el municipio de Alvarado, y una profundidad, conforme las dunas penetran la planicie por el flanco oriente del área municipal, de hasta 10 km, más al sur de la localidad de Bajada de los Apompos y de la Laguna del Marqués; representando, aproximadamente, el 27% del total del territorio municipal (Mapa 2.2).

En cuanto a la dinámica biofísica de esta región fisiográfico-morfológica se refiere, las dunas son el resultado de la erosión y la acumulación de material por acción del viento, de manera que, dicho material, posee una muy alta permeabilidad y por ende, dificulta el desarrollo de vegetación, suelo y prácticamente nulifica la retención de agua; no obstante, su carácter semimóvil permite el transporte de arenas hacia zonas de menor elevación, como ocurre en Lerdo al producirse acarreo y sedimentación en la planicie, promoviendo un delicado ecosistema de intercambio entre ambas regiones, que favorece el desarrollo y la diversificación de suelos en algunas franjas.



Planicies aluviales

Constituye la región de menor altitud en el municipio, de -20 a 10 msnm, y se caracteriza por presentar un relieve plano, de 0 a 6° de pendiente, donde se deposita la mayoría del material transportado por las corrientes de agua desde zonas mucho más elevadas, fuera del territorio municipal, principalmente relacionadas a la Sierra de los Tuxtlas y al sector sureste de la Sierra Madre Oriental. Así entonces, al recibir bastos aportes de sedimentos desde otras regiones, la planicie está conformada por deponcentros de gran volumen, dispuestos en un área de 61 km² (aproximadamente 73% del territorio de Lerdo), sobre la cual se asientan las localidades más importantes de este municipio, como son la cabecera, Lerdo de Tejada, Santa Teresa y Bajada de los Apompos (Mapa 2.2).

En cuanto a sus funciones biofísicas, la planicie aluvial proporciona condiciones aptas para el desarrollo de suelo y por tanto para la agricultura, debido a la constante entrada de material orgánico e inorgánico; sin embargo, paradójicamente, es bastante susceptible a inundaciones dadas sus características orográficas.

Por último, esta provincia presenta al menos dos variantes su territorio, debido a anomalías topográficas y climatológicas: una de ellas se encuentra al suroeste (Mapa 2.2), afectando las inmediaciones de la ciudad de Lerdo de Tejada, y corresponde a un cambio en la humedad que conlleva a un clima cálido subhúmedo, diferente al resto del municipio donde la humedad es superior; mientras que la otra se relaciona con la presencia del cuerpo de agua “Laguna del Marqués”, al este de Lerdo (Mapa 2.2), ya que, en función de su origen y dimensiones, involucra una dinámica biofísica donde existe un cierto equilibrio entre procesos erosivos y acumulativos, ajeno al resto de la planicie.



3.2. Geología

En términos geológicos, el municipio de Lerdo de Tejada en toda su extensión ($\approx 83.6 \text{ km}^2$), se encuentra cubierto por depósitos sedimentarios heterogéneos, sobreyaciendo a potentes cuerpos de sedimentos del Cretácico al Cenozoico (Cantú, 2001; 2003) que, a su vez, cubren a rocas sedimentarias detríticas y carbonatadas antiguas, formadas desde el Jurásico superior sobre la corteza oceánica (Cantú, 2001; 2003) y que conforman el basamento en la planicie costera del Golfo de México.

En el área de Lerdo únicamente afloran los depósitos sedimentarios más recientes, del Pleistoceno al Holoceno, y pueden ser agrupados de acuerdo a su origen, en sedimentos generados por la erosión y acumulación eólica y fluvial, relativamente móviles y formadores de dunas; y en sedimentos producidos por la erosión fluvial y gravitacional, transportados por corrientes de agua que bajan desde zonas montañosas hasta la planicie, donde son depositados y esparcidos.

El primer grupo, cuya nomenclatura corresponde a dunas de arena del Pleistoceno, aflora al norte, extendiéndose a lo largo de todo el litoral, así como al este y noreste del municipio, cubriendo un área de $\approx 22.6 \text{ km}^2$ que constituye el 27% del total del territorio de Lerdo de Tejada (Mapa 2.3); y está conformado por una variedad de secuencias intercaladas, que parten de depósitos de bastante espesor (10-20 m), heterolitológicos, pseudoestratificados, mal clasificados y compuestos por fragmentos redondeados y alineados en una misma orientación, con dirección a la costa que semejan flujos antiguos de carácter aluvial, transportados por escurrimientos; seguidos de horizontes arcillosos (paleosuelos) y depósitos de material limo-arenoso, masivos y mal clasificados; y finalmente, por depósitos arenosos que sobreyacen a los horizontes anteriores, relativamente bien clasificados, bastante permeables y fáciles de modelar, siendo los causantes de la morfología y la textura particular de las dunas, condicionada por el viento y en menor medida, por el agua.

Asimismo, el grupo de sedimentos integrado por depósitos aluviales del Holoceno, abarca el resto del área de Lerdo, aproximadamente 61 km^2 que completan el 73% del territorio municipal; y está formado por materiales limo-arenosos y limo-arcillosos, heterolitológicos, masivos y con fragmentos sumamente redondeados, como parte de los efectos de la erosión fluvial y del arrastre, que se acumulan en la planicie de Lerdo; particularmente en la zona central, donde coadyuvan en la generación de suelos que, por su alto contenido mineral proveniente del material aluvial, son aptos para la agricultura.

Estos últimos depósitos son los que permiten una dinámica biofísica y geológica mayor al interior del municipio, ya que constituyen materiales en transición, entre la zona erosiva de abastecimiento a nivel regional, fuera de los límites de Lerdo de Tejada, y la zona de descarga, en el océano; de manera que los sedimentos aluviales se encuentran en constante renovación y movimiento, permitiendo una mayor diversidad respecto a los elementos del medio natural.



3.3. Geomorfología

El territorio que pertenece al municipio de Lerdo de Tejada se encuentra dividido en dos unidades fisiográficas y geomorfológicas mayores (Mapa 2.2), ambas con características propias de ambientes sujetos a procesos de litoral, relacionados a la planicie costera del Golfo de México, y en los cuales predominan procesos exógenos que modelan el relieve, ya sea por acción erosiva y/o acumulativa, generada por efecto del agua (fluvial), del viento (eólica), o por ambos factores combinados (fluvial-eólico), que edifican geformas distintivas.

No obstante, cabe reconocer que para que dichos procesos exógenos funcionaran, fue necesario contar en tiempo geológico, con un sustrato o basamento precedente, originado por fuerzas endógenas y susceptible de ser modificado por los fenómenos naturales que acontecen en la superficie de la Tierra (fenómenos atmosféricos, hidrológicos y gravitacionales); por lo cual, aunque en el municipio de Lerdo de Tejada no existen geformas remanentes de dicho basamento, se entiende que las características actuales del relieve son el resultado de su modificación.

Relieve exógeno

Todas las formas del relieve presentes en el municipio de Lerdo atañen a un origen exógeno, ya sea de índole erosivo-fluvial, definiendo el drenaje a través de cauces erosivos; acumulativo fluvial, configurando extensas zonas de planicie fluvio lacustre; acumulativo eólico, erigiendo dunas costeras; y acumulativo fluvial-eólico, levantando y modelando zonas costeras en el litoral.

Los cauces erosivos se encuentran en la zona suroeste del territorio municipal, ≈ 1.5 km al oeste de la cabecera (Mapa 2.4); y son el resultado de la erosión o socavamiento que los ríos ejercen sobre los depósitos sedimentarios en la planicie aluvial, aprovechando la gran ductibilidad que poseen, a pesar de que la pendiente es prácticamente nula y por consiguiente, no representa un factor determinante en el desarrollo de los cauces. Así entonces, todas las corrientes de agua, ya sea perennes o intermitentes, escurren a través de las zonas bajas del municipio, depositando sedimentos transitorios y modelando el drenaje de Lerdo, provenientes de regiones de mayor altitud donde se localizan áreas de recarga que las alimentan.

Por lo tanto, el área más importante de depositación, antes de que los sedimentos lleguen al océano, está constituida por la planicie fluvio-lacustre (Mapa 2.4); lugar donde se forman los depocentros de mayor espesor. Es una geforma de escasa o nula pendiente y altitud al nivel o, por debajo del mar, por lo cual, es propensa al escurrimiento de caudales de agua voluminosos, a la formación de lagos y lagunas (ej. Laguna del Marqués; Mapa 2.4) y a padecer inundaciones; aunado a la baja acción erosiva en comparación con la acumulativa. Se extiende de norte a sur, por todo el municipio de Lerdo, abarcando un área de 61 km^2 (aproximadamente 73% del territorio total) sobre la cual se asienta la cabecera municipal, Lerdo de Tejada, y las localidades de Santa Teresa y Bajada de los Apompos (Mapa 2.4).

Por último, la zona de descarga de sedimentos hacia el océano está definida por las dunas y la costa de emersión. Las dunas resultan de la acumulación de material previamente erosionado por acción del viento; son semimóviles, debido a la escasa vegetación que las sostiene; parabólicas, por su forma en "U"; y en estrella, por su geometría expandida, resultado de la acumulación en estratos de diferente espesor, que producen dicha forma. Se extienden a lo largo de todo el litoral de Lerdo, ≈ 9 km entre los límites de los municipios de Ángel R. Cabada y Alvarado (Mapa 2.4); e incluso invaden gran parte de la planicie fluvio-lacustre, por su flanco oriente, ≈ 10 km, cerca de la localidad de Bajada de los Apompos y a un costado de la laguna del Marqués (Mapa 2.4).

La costa representa la última zona de sedimentación continental, en contacto con el océano; abarca todo el largo del litoral de Lerdo de manera ininterrumpida (Mapa 2.4) y su origen, radica en el levantamiento o emersión del litoral con respecto al nivel del mar por acumulación de material.



3.4. Edafología

Respecto a la clasificación de la FAO (2007) e INEGI (2007), en el municipio de Lerdo de Tejada existen tres tipos de características edafológicas de origen fluvial y aluvial: Arenosol, Gleysol y Phaeozem.

Los arenosoles cuentan con una extensión de 12.62 km², éstos se localizan al norte y centro del municipio, ocupando el 27% del territorio; y a su vez formando parte de la unidad fisiográfica-morfológica de la región de las dunas (Mapa 2.2). Su formación se debe a la acción de la erosión eólica y los depósitos de sedimentos de los ríos y aguas del Golfo de México. Los arenosoles de Lerdo de Tejada, como en otras regiones, son poco consolidados y de características climáticas húmedas.

En general, estos suelos son granulares, sueltos y arenosos, poco utilizados para la agricultura y comúnmente, por estar cerca del mar, arraigan vegetación de tipo parásita y se emplean mejor para la ganadería.

En el Arenosol la presencia de un flujo de agua puede provocar la transportación de partículas y crear huecos, que con el tiempo aumentan de tamaño y llegan a ocasionar daños estructurales a las construcciones.

En Lerdo de Tejada el suelo predominante es el Phaeozem, cuenta con una extensión de 21.73 km², lo que equivale a un 37% del territorio y se extiende al sur, este, sureste y centro. Es en este tipo de suelo donde se asientan las principales localidades entre las que sobresale la cabecera municipal y Santa Teresa. Los Phaeozem son suelos oscuros, ricos en materia orgánica y se forman principalmente por sedimentos de la erosión hídrica; también se caracterizan por ser suelos porosos y excelentes para las tierras agrícolas por lo que son utilizados para cultivo de la caña y ganadería.

El Gleysol se localiza al sur, suroeste y noroeste de las planicies aluviales del municipio, abarca el 25% y se extiende a 10.48 km². Este suelo es principalmente de características marinas y fluviales por lo que se localizan en zonas de inundación y por lo regular en todo el año están saturados de agua.

Este suelo expansivo, cuando está seco se agrieta y se endurece, sí está húmedo se vuelve barroso e inundado de manera temporal o permanente. Estas características provocan hundimientos irregulares en las construcciones, así como cuarteaduras en las paredes, e inclusive con el tiempo, éstas se hacen más notorias.



3.5. Hidrología

El conocimiento de la disponibilidad espacial del recurso hídrico, en el municipio de Lerdo de Tejada, es esencial para su desarrollo, de ahí la importancia de la descripción de las diversas cuencas hidrográficas, además de su ubicación dentro del territorio (Mapa 2.6).

Una cuenca hidrográfica es un espacio geográfico que contiene los escurrimientos de agua y que los conduce a un punto de acumulación terminal. Según el Instituto Nacional de Ecología (INE), el municipio de Lerdo de Tejada se encuentra dividido principalmente por el parteaguas de dos cuencas hidrográficas: la cuenca del río del Prieto en el este del municipio y la cuenca del río Papaloapan, hacia el oeste.

Cuenca del Río Prieto

Esta cuenca se categoriza como exorreica y se extiende desde el centro del municipio Lerdo de Tejada, hasta el municipio de San Andrés Tuxtla.

La población total de la cuenca es de 15,625 habitantes en 164 localidades (INE, 2008). Su escurrimiento se debe principalmente a la orografía de pendientes pronunciadas ocasionadas por la Sierra volcánica de los Tuxtlas.

Para el territorio municipal, se extiende desde el centro de las planicies aluviales hasta llegar al límite municipal este, y desde el norte (zona costera) hasta el sureste de las planicies aluviales conteniendo a la localidad de Bajada de los Apompos.

El cuerpo de agua presente en el territorio municipal, que pertenece a esta cuenca, es la laguna del Marqués, la cual es un punto de acumulación transitorio para la misma (Mapa 2.6).

Cuenca del Río Papaloapan

Esta cuenca se categoriza como exorreica y se extiende en parte de los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz, la población total es de 3'236,215 habitantes en 8,875 localidades. El escurrimiento de esta cuenca se debe principalmente a la zona orográfica de convergencia entre la vertiente sureste de la Sierra Madre Oriental y la región este del Cinturón Volcánico Trans-mexicano.

Para el municipio de Lerdo de Tejada, ésta cuenca se extiende desde el centro de las planicies aluviales hasta el límite oeste del mismo y desde el noroeste de la zona costera hasta el límite sur del territorio. Existen, al suroeste del municipio, pequeños cuerpos de agua de acumulación transitoria para dicha cuenca de donde se desprenden zonas sujetas a inundación (INEGI 2004) (Mapa 2.6).

Para la zona de estudio los escurrimientos de la cuenca del Río Papaloapan que inciden en el territorio municipal provienen del Campo Volcánico Sierra de los Tuxtlas y está representado por el Río Tecolapan el cual se convierte en afluente del Río San Agustín quien a su vez lo es del río principal. Además, históricamente son los que han generado inundaciones con mayor frecuencia, ya que sus avenidas invaden territorio que se encuentran más allá de su cauce, y de igual modo, se encuentran asociados a la presencia del volcán San Martín, cuya actividad, en 1793, generó caída de cenizas que alcanzaron a distribuirse en los municipios del este y sur de la cuenca, incluyendo el territorio del municipio de Lerdo de Tejada, e incluso rebasaron la Sierra Madre para depositarse en las inmediaciones de Oaxaca. El Río San Agustín escurre bordeando el límite oeste del municipio (Mapa 2.6).



3.6. Climatología

El municipio de Lerdo de de Tejada, encontrado en la zona costera del estado de Veracruz, presenta una altitud dentro de su territorio, que varía desde los -20 hasta los 140 metros sobre el nivel del mar (msnm), por lo anterior presenta 2 tipos de clima: Cálido húmedo y cálido subhúmedo (Mapa 2.7).

Climatología

La disección climatológica del municipio obedece a la cantidad de precipitación promedio observada en el mes más seco, ya que las características del clima cálido húmedo nos indica una temperatura promedio anual mayor a los 22° C, un promedio histórico del mes más frío de 18° C, así como una precipitación promedio del mes más seco por debajo de los 60 mm, afectando a todas las localidades. Para el clima cálido subhúmedo, donde se encuentra la gran mayoría de los cuerpos de agua del municipio, se mantienen en las mismas características, exceptuando la precipitación promedio del mes más seco, la cual se encuentra dentro del intervalo de 0° hasta los 60° C³.

Temperatura

La descripción del clima antes dada, nos indica que la sensación térmica a través del año es esencialmente cálida, tal y como se observa en la isoterma, el promedio histórico del gradiente térmico va desde el norte con 26° C disminuyendo hacia el sureste. Dicho gradiente indica que la temperatura desciende desde la localidad de Bajada de los Apompos hasta las localidades de la cabecera municipal y Santa Teresa.

Precipitación pluvial

La precipitación de Lerdo de Tejada obedece a los cambios del relieve, ya que el volcán San Martín se encuentra próximo al mismo, y como lo muestra la isoyeta, el promedio histórico pluviométrico es de 2000 mm para la zona de la planicie aluvial, aumentando hacia el este donde se establecen la cabecera municipal y las localidades de Santa Teresa y Bajada de los Apompos.

Velocidad del viento

La velocidad del viento que fluye por este municipio va cambiando con respecto a la oposición de las barreras orográficas, que en este caso hace referencia a la región de las dunas. La velocidad de este flujo de aire, tal como lo muestran las isotacas del mapa climatológico, disminuye desde el este del municipio, donde tiene un valor promedio estimado de 3.4 a 7.9 m/s, y se encuentran las localidades de Santa Teresa y Bajada de los Apompos, pasando por el centro de las planicies aluviales del mismo con una velocidad promedio estimada de 0.3 a 3.3 m/s hacia el suroeste, hasta la cabecera municipal, en donde la velocidad promedio oscila entre los 0 y 0.2 m/s.

Tormentas eléctricas

Uno de los fenómenos hidrometeorológicos representativos del municipio, son las tormentas eléctricas, éstas se categorizan por el promedio histórico de la ocurrencia diaria. La actividad electromagnética de las nubes de tormenta se debe a la diferencia de polaridad de los iones superiores e inferiores de éstas o bien entre una y otra, recargados por la energía estática del relieve. En el municipio de Lerdo de Tejada la ocurrencia de este tipo de tormentas está distribuida desde el oeste de la planicie aluvial, abarcando mas allá de la región representada por el clima cálido subhúmedo, y el oeste de la región de las dunas, la cual presenta una ocurrencia promedio de 4 a 5 tormentas por día incidiendo en la cabecera municipal, aumentando hacia la zona centro del municipio donde se encuentra la localidad de Santa Teresa y la ocurrencia histórica promedio diaria es de 6 a 7 tormentas eléctricas, ya para el sureste, donde está localizada la laguna del Marqués y la localidad de Bajada de los Apompos, la ocurrencia es de 8 a 9 tormentas eléctricas diarias según el promedio histórico.

³ Ver mapa 2.7.



3.7. Uso de suelo y vegetación

De acuerdo con datos del INEGI (2009), los tipos de vegetación y usos del suelo en Lerdo de Tejada, con una superficie de $\approx 83.6 \text{ km}^2$, son: agricultura de temporal (que abarca el 37.2% del territorio, con 31.12 km^2), pastizal cultivado (ocupando el 44.85% del territorio, con 37.5 km^2), vegetación hidrófila (con el 8.3% del territorio municipal, que corresponde a 6.94 km^2) y vegetación especial de otros tipos (selva perennifolia; con el 4% del territorio y 3.35 km^2).

En el territorio municipal existen de forma importante las siguientes comunidades vegetales: pastizal cultivado en el sureste y al norte de la cabecera municipal; Vegetación hidrófila alrededor de la laguna del Coyol, al este y noreste de la localidad Bajada de los Apomos⁴.

Se puede establecer que el uso predominante del suelo en el municipio de Lerdo de Tejada es la agricultura de temporal, donde son afectadas drásticamente las regiones cubiertas de vegetación hidrófila y en su totalidad la especial de otros tipos que se han perdido por completo.

Las características geográficas de Lerdo de Tejada y las propiedades de los suelos favorecen el desarrollo de la actividad agrícola y de forma particular el cultivo de la caña, impulsando el desarrollo industrial azucarero de la cabecera municipal y sus alrededores, ya que ahí se encuentran ubicados los ingenios San Francisco y San Pedro.

En lo que respecta al uso de suelo del pastizal cultivado, abarca en buena medida la parte este, norte y centro del territorio. Este tipo de uso de suelo tiene como característica la actividad ganadera, principalmente bovina y porcina, lo que ha provocado la transformación de los tipos vegetación que existían inicialmente en este territorio.

En los ecosistemas del norte del municipio, en especial la selva perennifolia, existen especies arbóreas como el uvero, higuera, guaje, chilillo, nopal y coyol. Estas no se han alterado por hallarse en zonas de pocas poblaciones y lejos de las actividades ganaderas, además se preservan por encontrarse en las mayores elevaciones de Lerdo de Tejada con un gradiente altitudinal que oscila entre los 20 y 140 msnm.

Finalmente es pertinente comentar que la vegetación natural en el centro de población de la cabecera municipal no es escasa; sin embargo, se encuentra seriamente afectada principalmente por las actividades humanas, debido a que en los terrenos dedicados a la agricultura se aplican pesticidas y fertilizantes, y en los pastizales, con la práctica de la quema de terrenos, se dañan gran cantidad de especies silvestres.

⁴ Ver mapa 2.8



3.8. Áreas naturales protegidas

En el municipio de Lerdo de Tejada no existen áreas naturales protegidas.

3.9. Problemática ambiental

En lo que respecta al tema de problemática ambiental, en el Municipio de Lerdo de Tejada se realizaron los estudios necesarios para realizar gráficos incremento-temporal sobre:

- ⤴ Crecimiento de población
- ⤴ Presión sobre los recursos hídricos
- ⤴ Generación de aguas residuales y residuos sólidos municipales
- ⤴ Cambio de uso de suelo y
- ⤴ Emisiones de anhídrido carbónico

El análisis de los resultados se realizó para cada uno de los elementos naturales: agua, suelo y aire. Relacionando cada uno de estos con su grado de presión o pérdida y contaminación

Elemento Natural Agua

Presión Sobre el Recurso

El uso consuntivo del recurso aumentó de forma exponencial de la década de los 60 a la década de los 90. A partir de este punto el consumo de agua ha sido constante, sin embargo, es importante mencionar que no se cuenta con información sobre el consumo de agua por las actividades industriales de la región y por los servicios, los que pueden estar aumentando la presión real sobre el recurso.

Generación de Aguas Residuales

La generación teórica de aguas residuales tiene un comportamiento semejante al del uso consuntivo del agua, es importante mencionar que en el año de 2010 se generaron 3500 m³ de agua residual por día y que de acuerdo con el Consejo del Sistema Veracruzano del Agua, el municipio de Lerdo de Tejada no cuenta con tratamiento de aguas residuales de tipo doméstico.

Los ingenios San Francisco y San Pedro, no tratan sus aguas residuales y ambos las vierten en canales que desembocan en el Río San Agustín.

Un muestreo puntual antes y después de los puntos de descarga de los ingenios (ver el reporte de resultados de análisis de agua residual), determinó que las concentraciones de fósforo están por arriba del valor recomendado para la protección de la vida acuática del río (USEPA 2000a, 2000b). Si bien, los resultados sugieren que aun no se ha rebasado el nivel de resiliencia del cuerpo de agua, es importante considerar que el muestreo se realizó en temporada de lluvia lo que pudo ocasionar un efecto de dilución sobre los contaminantes. Por otra parte la proliferación de macrófitas flotantes entre las descargas de los ingenios sugiere un aporte significativo y una acumulación de nutrientes y materia orgánica, por lo cual resulta evidente la necesidad de tomar medidas de mitigación a corto y mediano plazo para evitar que las aguas residuales tanto municipales como de los ingenios se incorporen al Río San Agustín sin un tratamiento adecuado.

Elemento Suelo

Pérdida del Recurso

El aumento constante de la población ha ocasionado el incremento de la traza urbana llegando de 2x10⁶ m² en 1960 a 3.5x10⁶ m² en 2010, lo que significa un incremento del 57 %. Causando la pérdida de suelo y de la biodiversidad asociada.



Residuos Sólidos

El aumento de la población ocasiona el incremento de la generación de residuos sólidos urbanos. Desde 1960 la generación de residuos sólidos urbanos se ha cuadruplicado, problema que se magnifica al no contar con una gestión adecuada de los residuos, agravando la contaminación de los cuerpos de agua, el suelo, creando además focos de infección dentro de la zona del municipio.

Residuos de Manejo Especial

Ambos ingenios (San Francisco y San Pedro) depositan sus desechos sólidos directamente en el suelo sin un tratamiento previo y cerca del cauce del principal cuerpo de agua del Municipio (Río San Agustín). Esta acción origina un punto importante de contaminación al suelo, a los cuerpos de agua y emisiones a la atmósfera.

Los residuos del rastro municipal deben contar con un plan de manejo, tratamiento y disposición, debido al potencial de proliferación de organismos patógenos, contaminación de agua, contaminación del suelo y emisiones a la atmósfera.

Elemento Aire

Al ser la atmósfera un elemento altamente dinámico, resulta difícil caracterizar su deterioro a nivel local; sin embargo, se pueden realizar estudios o predicciones sobre las emisiones de contaminantes específicos que permiten crear un panorama general de su situación en un área y tiempo determinados.

Emisiones a la atmósfera

El cálculo de la generación per cápita de gases de efecto invernadero, específicamente de anhídrido carbónico, muestra que se ha incrementado nueve veces desde el año de 1960. Esto aunado a la pérdida de cobertura vegetal de la zona tiene un efecto sinérgico en la disminución de la calidad de vida de la población.

4. Características demográficas

En este capítulo se muestran las características generales de la situación demográfica, social y económica del municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz.

La información contenida muestra, a través de indicadores, la dinámica demográfica, las características sociales como escolaridad y marginación, las principales actividades económicas que se llevan a cabo en este municipio, hace una descripción de las condiciones de la población económicamente activa y de la infraestructura urbana del territorio municipal.

4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.

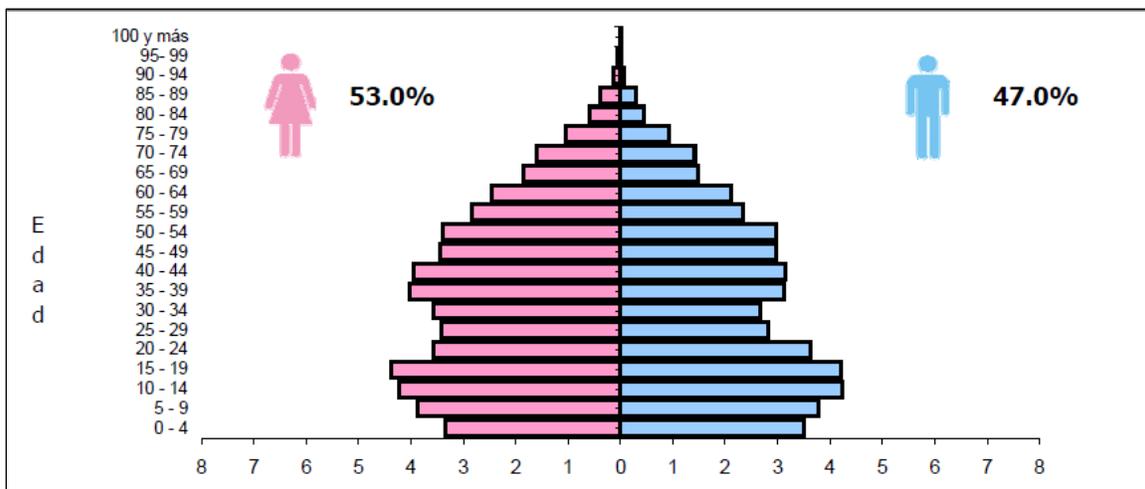
Población total

De acuerdo a los resultados del conteo de población y vivienda 2010 del INEGI, la población del municipio de Lerdo de Tejada es de 20,141 habitantes, de los cuales son 9,468 hombres y 10,673 mujeres.

En lo que respecta a la dinámica demográfica las tablas 3 y 4 (Apartado 7.1), muestran las relaciones de crecimiento quinquenal y el grado de variación de la población del municipio de Lerdo de Tejada. En estas tablas se observa que en los últimos 5 años el crecimiento poblacional ha tenido un avance importante.

Dinámica demográfica

Datos estadísticos del Censo de Población y Vivienda 2010, indican que en Lerdo de Tejada, la mayoría de la población se concentra en los rangos de edades de 10 a 14 y 15 a 19 años, siendo en su mayor proporción mujeres. A continuación se muestra un gráfico que permite observar la distribución de la población por rango de edades y género.



Gráfica 1. Población por grupo quinquenal de edad según sexo.¹

Mortalidad

El último índice de mortalidad es de 2 defunciones por cada 206 niños nacidos vivos⁵, lo cual representa un índice del 0.97 %. La tabla 5 muestra la información mencionada anteriormente.

⁵ Fuente: INEGI 2008. Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos.



Localidades y Densidad de población

El municipio de Lerdo de Tejada se encuentra conformado por 30 localidades, de las cuales sólo la cabecera municipal es urbana. La distribución de la población por número de habitantes se muestra en el mapa 3.1 del anexo cartográfico.

Las localidades más importantes dada su concentración poblacional son: Lerdo de Tejada (cabecera municipal), Santa Teresa y Bajada de los Apompos.

La densidad de población es de 241 habitantes por cada kilómetro cuadrado. Esto se debe principalmente a la gran concentración poblacional en la localidad de Lerdo de Tejada.

El mapa de Densidad de población (mapa 3.2 del anexo cartográfico), muestra las localidades más densamente pobladas. En el mapa se observa que la mayor concentración poblacional se encuentra en la cabecera municipal, seguida de la comunidad de Santa Teresa, localizada al este entre los municipios de Lerdo de Tejada y Ángel R. Cabada.

Población indígena

En relación a la población indígena, datos del censo de población y vivienda 2010 revelan que en todo el territorio municipal, existen únicamente 34 habitantes de habla indígena.

El mapa 3.6 muestra la distribución de la población de habla indígena de la cabecera municipal. En este se observa que la totalidad de la población de esta localidad habla una lengua diferente de alguno de los dialectos indígenas del país. Por lo tanto se puede decir que la población es predominantemente no indígena.

4.2. Características sociales

Escolaridad

El grado promedio de escolaridad de la población mayor a 15 años es de 7.9, lo cual refleja una escolaridad ligeramente superior al promedio estatal (7.7). En el mapa 3.3 se muestra la distribución de la población de acuerdo a su grado promedio de escolaridad. En este mapa se puede ver que la población con mayor escolaridad radica en las colonias cercanas al centro de la cabecera, por otra parte se observa que las colonias que se encuentran en la periferia de la cabecera tienen pocos años de escolaridad.

Por otro lado se tiene que el porcentaje de la población analfabeta alcanza el 9.76 %. En este sentido el mapa 3.4 muestra una ligera presencia de analfabetismo en la cabecera municipal, en las colonias de la periferia del centro de población, en la zona norte en dirección del ingenio San Francisco.

Vale la pena señalar que el 94.36% de la población que se encuentra en un rango de edades entre los 6 y los 14 años asisten a la escuela. En el caso de la cabecera municipal, la distribución por medio de AGEBS, indica que el 100% de la población en este rango de edades se encuentra asistiendo a la escuela. El mapa 3.5 permite observar que la cobertura de educación en la cabecera municipal ha tenido un avance importante debido a la cobertura total con la que se cuenta.

Nivel de Marginación

El municipio de Lerdo de Tejada se encuentra en un nivel bajo de marginación. Del total de 30 localidades activas que se consideran en el catálogo de microrregiones de la SEDESOL, la tabla 6 muestra las que se consideran dentro de un rango de muy alta marginación a muy baja marginación.

El mapa 3.1 del anexo cartográfico muestra la distribución de los niveles de marginación de las distintas localidades antes mencionadas. En este mapa se puede observar que las poblaciones con mayor grado de marginación se encuentran en los extremos del municipio, relativamente alejados de la cabecera. Estas poblaciones tienen carencia de servicios básicos y en algunos casos son comunidades errantes que se trasladan por el territorio municipal debido al pastoreo del ganado.

Entre la población marginada se encuentra la población con discapacidad, la tabla 14 muestra el número de personas con discapacidad para las localidades más densamente pobladas.



Pobreza y rezago social

El municipio de Lerdo de Tejada ha logrado importantes avances en el tema de la pobreza ya que, según información del Consejo Nacional de Evaluación de la Política del Desarrollo Social (CONEVAL), el grado de rezago social se considera “muy bajo”, ocupando el lugar número 203 a nivel estatal.

Otros datos de gran relevancia en el tema de la pobreza son que la Población en situación de Pobreza alimentaria alcanza sólo el 25%, la población con Pobreza de Capacidades equivale al 37.2% y la población en situación de pobreza de patrimonio es del 67.3%.

Índice de Desarrollo Humano

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en México (PNUD), la población del municipio de Lerdo de Tejada cuenta con un “alto” grado de desarrollo. Esto se refleja debido a sus altos índices en los rubros de educación, salud y fuentes de ingreso.

4.3. Actividades económicas

Actividades Agrícolas

Dentro del municipio de Lerdo de Tejada, predominan las actividades primarias como lo son la agrícola y pecuaria.

El municipio cuenta con una superficie continental de 8,360 hectáreas, de las cuales 3,140 son superficie de agricultura. En 2010, según el censo de población de INEGI, en el municipio fueron sembrados y cosechados 2,870 hectáreas, siendo sus principales cultivos el maíz, frijol y caña de azúcar.

Actividades pecuarias

Las actividades pecuarias se distribuyen en 3,027 hectáreas del municipio. Con base a los datos estadísticos del anuario 2010 del INEGI, las existencias de cabeza de ganado al año 2007 muestran que la mayoría de la actividad ganadera se centra en el ganado bovino con 2,777 cabezas, el porcino con 268 cabezas y el ovino con 304 cabezas.

Actividades comerciales

En cuanto a actividades comerciales, en el municipio se encuentran 32 empresas registradas en el Sistema de Información Empresarial Mexicano, mismas que ofrecen diversos servicios como venta de materias primas, papelería, servicios inmobiliarios, abarrotes, mueblerías, entre otros.

En cuanto a unidades de comercio y abasto en operación en el municipio, el INEGI muestra que existe 1 mercado público y 1 rastro.

Industria

Lerdo de Tejada genera su dinámica económica principalmente con actividades agrícolas, sin embargo, derivado de la producción de caña de azúcar se encuentran instalados en la periferia de la Cabecera Municipal dos ingenios. Al norte de la Cabecera se encuentra el Ingenio San Francisco y al sur el Ingenio San Pedro. Estas plantas constituyen la totalidad de la producción industrial del municipio.

4.4. Características de la población económicamente activa

Según los datos del último Censo de Población y Vivienda del INEGI la población mayor de 12 años es de 16,233 habitantes, entre los cuales se encuentra la población económicamente activa, misma que alcanza la cifra de 7,232 habitantes.

Dentro de la población ocupada se encuentra que el 9.9% se dedica a actividades del sector primario, 26% se ocupa dentro del sector secundario y el 62.4% se encuentra en el sector terciario.



En lo que respecta a la población económicamente inactiva, se tiene que la mayoría se dedica a quehaceres del hogar (4,443 habitantes), mientras que otros sectores que componen dicha población son el de estudiantes (2,413 habitantes) y el de jubilados y pensionados (1,352 habitantes).

4.5. Estructura urbana

Vivienda

La mayoría de las viviendas del municipio son propias y de tipo fija, los materiales utilizados principalmente para su construcción son el cemento, el tabique, el ladrillo, la madera, la lámina de zinc, asbesto o de cartón. Según datos del INEGI 2010, existen 6,094 viviendas habitadas, las cuales tienen las siguientes características.

Conforme a los bienes y características con que cuentan los hogares, el conteo de la población INEGI 2010 ofrece datos importantes sobre las viviendas, sus bienes y servicios, mismos que se encuentran en las tablas 8 a la 13.

En cuanto a los aspectos estructurales de la vivienda, el 100% de las viviendas de la cabecera municipal cuentan con piso diferente de tierra, lo cual permite identificar un adecuado nivel de vida y evita problemas de salud ocasionados por la falta de este material en el piso.

Un servicio importante para toda población es el de agua entubada, en este aspecto, se puede observar por medio del mapa 3.9, que la cabecera municipal cuenta con la cobertura total en este servicio. Este aspecto hace a la población menos vulnerable ante diversos fenómenos perturbadores.

Por otra parte, los mapas de distribución de viviendas por servicio de drenaje (mapa 3.10) y de electricidad (mapa 3.11) permiten observar que el 100% de las viviendas de la cabecera municipal cuenta con estos servicios.

Hacinamiento

Un aspecto que habla de la calidad de vida de los ciudadanos de cualquier territorio es el grado de ocupación de las viviendas por parte de los habitantes de las mismas. En el caso de México se considera que existe hacinamiento cuando existen más de 3 ocupantes por cada dormitorio de la vivienda. En este último sentido la tabla 7 muestra que en el municipio de Lerdo de Tejada no existe un alto grado de hacinamiento.

Espacios culturales y Deportivos

Para fomentar la cultura y el deporte, el municipio cuenta con espacios que permiten el desarrollo de habilidades como sala de lectura, una casa de cultura y un centro de convenciones y de usos múltiples denominado Rosa Borunda de Herrera, cabe mencionar que no cuenta con teatros, cines ni museos.

El fomento deportivo para su práctica y desarrollo cuenta con 3 canchas de fútbol, 5 de voleibol, 5 de básquetbol, 5 canchas de usos mixtos y 3 campos de béisbol.

Reserva territorial

El municipio de Lerdo de Tejada declaró legalmente como reserva territorial, a través de la actualización de su Programa de Desarrollo Urbano las siguientes colonias: Jardín, Magisterial, Albergues, San José, Ejido Lerdo, Lázaro Cárdenas, Santa Teresa, Pocheta, Guayabal y Canal Cuatro.

Como puede apreciarse en el mapa 3.12, algunas de las colonias mencionadas han sido ocupadas, mientras que otras siguen estando disponibles para futuros desarrollos y crecimiento. La mayor disponibilidad se encuentra al este y suroeste de la cabecera municipal, en los límites con el ingenio San Pedro.

Educación

En relación al desarrollo dentro del sector educativo, ha habido una variación mínima en el número de unidades académicas en los últimos años. La tabla 17 muestra el número de centros educativos en el



municipio por nivel académico y el total de estudiantes inscritos en cada unidad académica en el periodo 2010-2011.

Como se puede ver en la tabla, el mayor número de estudiantes se concentra en la educación primaria, representando en promedio el 41% del total de estudiantes en cada periodo.

El nivel educativo que la precede es el de Secundaria, representando porcentaje promedio del 24% del total de los jóvenes estudiantes en cada periodo. En orden de mayor demanda, y quien ocupa el tercer lugar es el nivel medio superior, donde la población de estudiantes por cada periodo representa un porcentaje promedio del 16.80%.

En cuanto al número de planteles, aulas bibliotecas, laboratorios, talleres y anexos en Lerdo de Tejada, el Anuario 2010 del Estado de Veracruz, ofrece cifras importantes, mismas que se encuentran en la tabla 18 del capítulo de anexos.

Salud

En este municipio la atención de servicios médicos es proporcionada por 2 unidades médicas de la Secretaría de Salud, una del IMSS y una del ISSSTE.

Cabe señalar que en esta municipalidad se prestan los servicios de consulta externa y hospitalización general.

Como institución de asistencia, se cuenta con una base de la institución asistencial Cruz Roja, que ofrece servicios médicos y de asistencia a toda la población, no sólo de Lerdo de Tejada, sino de los municipios vecinos.

La tabla 19 contiene las ubicaciones de dichas unidades médicas.

Según datos del INEGI 2009, la población usuaria de los servicios médicos fue de 19, 989 personas, con el apoyo de la atención de 81 doctores, mismos que se distribuyen de la siguiente manera:

Población derechohabiente

La población Lerdense que tiene derechos a servicios médicos asciende a 13,754 personas, esto equivale a un 68.28% del total de la población. De la población total de derechohabientes, el 75.49% está adscrito a IMSS y el 4.48% al ISSSTE. Es importante mencionar que dentro de éste número de beneficiados existen 1,723 familias que se encuentran favorecidas por el Seguro Popular.

Población no derechohabiente

Datos estadísticos del INEGI 2010, muestran que la población que no tuvo acceso a asistencia médica ascendió a 6,040 personas. El mapa 3.7 presenta la forma en la que se distribuye la población en la cabecera municipal de acuerdo a su tipo. En este mapa se observa cómo la mayor parte de la población cuenta con derechohabiencia, y se encuentra asentada en el centro de la cabecera municipal, mientras tanto, la población no derechohabiente se ubica en las zonas periféricas de la cabecera.



5. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural

5.1.1 Fallas y fracturas (No aplica).

La superficie de todo el planeta se encuentra deformada y dividida por sistemas de fallas y fracturas a consecuencia del desplazamiento de las placas tectónicas que la conforman, sobre el esferoide terrestre. La mayoría de las veces, las evidencias de este fenómeno son visibles en el terreno, ya que en él configuran estructuras morfológicas particulares, como por ejemplo, escarpes verticales de falla, cicatrices de desprendimiento, valles estructurales rectos y paralelos, alineamientos de estructuras geológicas diversas, entre otros; así mismo, es factible encontrar rastros del movimiento de fallas en los depósitos de rocas, como estrías, roca cizallada y milonitas, además de discordancias estratigráficas que, generalmente, se encuentran asociadas a sistemas antiguos e inactivos de fallas.

No obstante, en Lerdo de Tejada no fue observada ninguna de las evidencias anteriores; además de que el municipio sólo está conformado por una cubierta sedimentaria del Cuaternario, con nula afectación aparente de sistemas de fallas regionales.

5.1.2 Sismos.

Lerdo de Tejada se localiza en la planicie costera del Golfo de México, aproximadamente 255 km del Istmo de Tehuantepec (Regiones sísmicas C y D) y 350 km de la zona costera más alejada del estado de Oaxaca (Región sísmica D), donde históricamente se han generado enjambres sísmicos de magnitud importante, >6 en la escala de Richter, producidos por la liberación de energía luego de la ruptura de la corteza, durante la fricción ocasionada por la subducción de la placa de Cocos debajo de la placa Norteamericana, a lo largo de la Trinchera Mesoamericana en el océano Pacífico.

Bajo este contexto, el municipio de Lerdo forma parte de una región sísmica mayor, catalogada de manera general como región sísmica B, de acuerdo a la clasificación realizada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE; Mapa 5.1.2 A). En ella, el número de epicentros registrados por la red del Servicio Sismológico Nacional (SSN) es exponencialmente menor con respecto a las zonas C y D de México, lo cual es congruente con el desacoplamiento de la placa de Cocos y la Norteamericana conforme avanza la subducción, a una profundidad mayor a 100 km bajo la corteza.

Sin embargo, aunque el número de epicentros es mucho menor en la costa del Golfo de México, ello no exenta a dicha región de ser afectada por sismos originados en el Pacífico y a través del Istmo de Tehuantepec, ya que las ondas sísmicas (primarias y secundarias) pueden propagarse largas distancias desde su origen, dependiendo de la energía liberada por la ruptura, expresada en grados de magnitud según la escala de Richter, y el medio de propagación (elasticidad y densidad del terreno; variables geodésicas).

De acuerdo con los registros sísmicos de 1998-2011 del SSN (www.ssn.unam.mx), al menos cuatro sismos de magnitud mayor a 6, con epicentros localizados en el Istmo de Tehuantepec y en la costa de Chiapas, cercana al límite con Oaxaca, han afectado al municipio de Lerdo durante ese periodo; al igual que 24 sismos de magnitud 5-6, con epicentros en la costa de Oaxaca, Chiapas, Istmo de Tehuantepec, Veracruz y Golfo de México, frente a la costa de Alvarado; y más de 3000 sismos de magnitud menor a 5, originados en esos mismos sitios, formando el enjambre sísmico más denso entre el Istmo de Tehuantepec y el sur de Veracruz (Mapa 5.1.2 A).

Para determinar el nivel de intensidad de peligros sísmicos en el municipio a partir de los registros en mención, fueron calculadas las aceleraciones producidas por dichos fenómenos de acuerdo a la metodología planteada por Campbell (1981), tomando en cuenta la magnitud y la distancia de los



epicentros con respecto a distintos puntos de Lerdo (A1 y A2 dentro del área municipal), reconocidos con base en diferencias o similitudes litológicas, cambios en la aceleración natural del terreno, variantes en la pendiente y distribución de la población. Además, de manera general, se discriminó entre sismos tectónicos y sismos derivados de la actividad volcánica del Campo Volcánico de los Tuxtlas considerando la profundidad del epicentro; de tal forma que sólo los primeros fueron incluidos en el análisis de peligros, dada su energía mucho mayor. Asimismo, fue utilizada la aceleración natural del terreno (Mapa 5.1.2 B) con el fin de observar áreas susceptibles al movimiento ante un detonante, en este caso sísmico.

Del total de sismos de 1998 a 2011 se obtuvieron aceleraciones de menos de 1% de la gravedad (<0.01 g; $100\% = 1 \text{ g} = 9.8 \text{ m/s}^2$) a 25% (0.25 g); no obstante, a partir de la aceleración natural del terreno en Lerdo, de ~ 0.17 g (Mapa 5.1.1 B), fueron seleccionados únicamente sismos de 0.01 a 0.25 g para el análisis de peligros. Con dicha muestra se efectuó un análisis estadístico no paramétrico, empleando el método de distribución de valores extremos generalizada, para modelar aceleraciones sísmicas en periodos de retorno de 10, 100 y 500 años; y una interpolación “spline” para calcular áreas e isóneas por periodo.

Para cada punto muestreado en campo con fines de cálculo de aceleraciones sísmicas, se obtuvo una muestra de sismos con aceleraciones máximas distintas: el punto A1 incluye aceleraciones de 0.01 a 0.25 g, el punto A2 de 0.01 a 0.19 g, y otros puntos muestreados fuera del área municipal (ej. Puntos tomados en el municipio de Ángel R. Cabada) de 0.01 a 0.21 g.

En un periodo de retorno de 10 años, el análisis estadístico y la interpolación de aceleraciones por punto de muestreo arrojó isóneas de aceleración de 0.040 a 0.050 g distribuidas de este a oeste del municipio (Mapa 5.1.2 B); significando que en un periodo de 10 años a partir de 2011, en condiciones físicas ideales, se espera la ocurrencia de un sismo cuya energía produzca aceleraciones semejantes. De acuerdo con dicho escenario, el peligro sísmico en este periodo es relativamente bajo e incluso nulo en todo el territorio, ya que las aceleraciones se encuentran muy por debajo de la aceleración natural de terreno, de 0.17 g.

A 100 años, las isóneas interpoladas coinciden con aceleraciones de 0.10 a 0.13 g siguiendo una orientación semejante a la anterior (Mapa 5.1.2 B). En este caso, las aceleraciones continúan por debajo de la vibración natural del terreno, sin embargo, es factible que produzcan movimientos sísmicos perceptibles, principalmente en la zona oeste del municipio (Mapa 5.1.2 B) donde la aceleración sísmica rebasa el 10% de la gravedad (0.10 g).

Por último, en un periodo de retorno de 500 años, se esperan aceleraciones de 0.20 a 0.30 g de acuerdo a las isóneas distribuidas en dirección este-oeste de Lerdo (Mapa 5.1.2 B). Dichas aceleraciones alcanzan niveles excesivamente altos cerca de la cabecera municipal, que rebasan y hasta duplican la aceleración natural del terreno, por lo cual, constituyen una amenaza de muy alta intensidad y riesgo para la zona más densamente poblada del municipio.

Finalmente, a lo largo del litoral, al norte del municipio, y adentrándose al mismo por el flanco oriental, cerca de la Laguna el Marqués, fue delimitada un área extensa identificada como zona de licuación o licuefacción de arenas ante movimientos sísmicos (Mapa 5.1.2 B), con un elevado potencial para generar “arenas movedizas” dado que se trata de acumulaciones de material arenoso sobre depósitos sedimentarios del Holoceno (dunas; Mapa 2.3), con un drenaje pobre y por tanto, altamente susceptibles al movimiento ante sismos con aceleraciones como las que fueron modeladas en periodos de retorno de 100 y 500 años.

El análisis de riesgo, por su parte, fue realizado sólo para la cabecera municipal, por ser la única localidad del municipio donde se obtuvo información de vulnerabilidad social. De este modo, la intensidad del riesgo corresponde a un nivel medio, sobretodo basado en la baja vulnerabilidad, que se contrapone a los altos valores de peligro.



5.1.3 Tsunamis y maremotos (No aplica).

Se entiende por tsunami al desplazamiento vertical de una gran masa de agua en el océano en forma de olas, que alcanzan alturas muy por encima del promedio normal de oleaje superficial generado por el viento, a consecuencia de un sismo cuyo epicentro ocurre bajo el fondo marino y que recibe el nombre de maremoto. Dicha actividad sísmica, asociada al marco tectónico regional (subducción de placas tectónicas), produce, en la mayoría de los casos, el movimiento de fallas en el lecho oceánico que generan el desplazamiento repentino de agua, a velocidades del orden de 300 m/s, y que chocan contra la costa, en el litoral, donde invaden la superficie continental (Nava, 2003).

De acuerdo con el Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, elaborado por CENAPRED (2001), la referencia de máxima altura y penetración de un tsunami en México corresponde al evento conocido como la "Ola Verde" de Cuyutlán, en las costas de Colima, cuyo oleaje fluctuó entre 7 y 11 m de altura y alcanzó a invadir hasta 1 km de distancia al interior de la costa, producto de un maremoto de 6.9° de magnitud Richter, el 22 de junio de 1932.

Sin embargo, el litoral del municipio de Lerdo de Tejada se ubica a lo largo del Golfo de México, zona de baja sismicidad y batimetría, sujeta únicamente a movimientos extensionales de la Placa de Norteamérica, con escasa fricción y por ende, esfuerzos tectónicos mínimos, y cuya convergencia únicamente se encuentra en el Océano Pacífico. De este modo, la frecuencia de maremotos de magnitud importante que afecten al municipio es muy baja, y en consecuencia, aunada a una amplia capacidad física-batimétrica de respuesta para aminorar la energía liberada por un maremoto y el desplazamiento de un tsunami, en el remoto caso de que fuese producido; la ocurrencia de tsunamis en Lerdo es prácticamente nula.

5.1.4 Peligros y riesgo volcánico (No aplica).

En el municipio de Lerdo no existe vulcanismo reciente (estratovolcanes, domos, conos cineríticos, etc.) y mucho menos activo, ni tampoco hay registros históricos que indiquen afectación por erupciones de los volcanes más cercanos en los Tuxtlas, como por ejemplo, del volcán San Martín (erupción de 1973; Espíndola et al., 2009), al oriente del municipio.

Asimismo, a pesar de que dicho volcán se localiza a una distancia cercana y por tanto, podría ocasionar daños en Lerdo, de ocurrir erupciones explosivas de alta intensidad, tipo plinianas; la dirección de los vientos predominantes por encima de la superficie, a una presión de aproximadamente 300-400 mb (7-10 km sobre el nivel del mar), no coincide con la ubicación del municipio en cuestión, ya que se dirigen preferentemente hacia el sur y sureste (Espíndola et al., 2009); de tal modo, es muy poco probable que depósitos de ceniza de intensidad importante puedan llegar a Lerdo de Tejada o representar una amenaza para la población.

5.1.5 Deslizamientos (No aplica).

Para que puedan presentarse deslizamientos en la superficie, es necesario que el terreno cumpla con algunas características esenciales: cambios altitudinales importantes, pendientes de al menos 20° de inclinación o superiores, desarrollo de suelo y precipitación abundante como agente detonador; además de otros factores que potencian la ocurrencia de movimientos en masa, como la erosión, la deforestación, la desestabilización del terreno mediante excavaciones y cortes verticales del mismo, la urbanización en zonas inestables, entre otros.

Sin embargo, prácticamente todo el territorio de Lerdo de Tejada se localiza en la planicie costera, por tal motivo, se caracteriza por tener pendientes muy bajas, menores a 10° de inclinación, con cambios efímeros de altitud, ya que la zona más elevada, a 120 msnm, únicamente representa de 1 al 5% del área total de Lerdo y sólo atañe a la zona de dunas sobre el litoral; y además, se encuentra cubierto por suelo



bastante desarrollado, producido por el constante arribo de sedimentos, lo que constituye evidencia de ser un área de depositación (depocentros), más que de transporte y generación de movimientos.

Por lo tanto, la ocurrencia de deslizamientos y movimientos en masa en el municipio de Lerdo, en general, es prácticamente nula.

5.1.6 Flujos (No aplica).

De manera similar al fenómeno de los deslizamientos, los flujos requieren de condiciones físicas especiales para ocurrir: cambios altimétricos significativos, con zonas de captación de agua que funcionen como proveedoras de este solvente como agente de transporte de material (solute); pendientes de 20° de inclinación o mayores, para contar con una fuente de energía potencial y de energía cinética una vez generado el flujo; valles tectónicos y/o erosivos que encaucen e incluso encañonen el flujo, y a la vez aporten masa al mismo, incrementando su volumen (bulking); además de factores que pueden acrecentar la susceptibilidad de este fenómeno a ocurrir, como la precipitación abundante, la inestabilidad del terreno, la erosión y la deforestación.

No obstante, dentro del territorio de Lerdo de Tejada, como fue descrito en el apartado anterior, no existen zonas orográficas con cambios altimétricos importantes, ni tampoco contrastes en la pendiente; de manera que en el municipio no hay áreas susceptibles a la generación de flujos, como tampoco zonas de recarga de agua. En cambio, Lerdo se encuentra asentado sobre secuencias de depósitos sedimentarios, principalmente transportados y depositados por ríos, que denotan la función receptora de este territorio; razón por la cual, a pesar de no contar con características fisiográficas adecuadas para la generación de flujos, posiblemente pueda recibirlos desde zonas alejadas. Sin embargo, ya que la Sierra de los Tuxtlas se encuentra a una distancia alejada, y esto imposibilita la llegada de flujos que representen un peligro importante, se descarta que exista amenaza al respecto.

5.1.7 Erosión.

La erosión es la degradación y el transporte de material o sustrato del suelo, por medio de un agente dinámico, como son el agua o el viento. Puede afectar a la roca o al suelo, e implica movimiento de partículas, es decir, transporte de gravas, limos y arcillas.

En referencia al riesgo por erosión dentro del municipio de Lerdo de Tejada, se realizó la determinación de focos de riesgo únicamente para las localidades de donde se obtuvo información de vulnerabilidad social. El análisis de focos de riesgo arrojó un nivel de intensidad, detectando una zona con riesgo bajo. La localidad que presenta un riesgo bajo es: Lerdo de Tejada.

Los principales peligros por erosión que afectan al municipio de Lerdo de Tejada son provocados por la influencia del mar, el viento y las corrientes fluviales. Estos agentes erosivos han creado natural y progresivamente una morfología variable. Hay evidencias a lo largo de todo el territorio municipal y se estructuran de cierta manera en el norte por la erosión eólica y marina; y en el resto del municipio por la erosión hídrica.

En Lerdo de Tejada la erosión es un proceso natural por el cual las corrientes de agua o el viento arrastran parte del suelo de unas zonas a otras. La geografía del municipio ha permitido que la erosión sea muy particular en diferentes regiones, como es el caso del río San Agustín que desempeña un papel fundamental en la remoción de sedimentos que escurren a lo largo de su cauce; de tal manera que ocurre un transporte de materiales rocosos provenientes de las partes altas, estos fragmentos chocan, se entallan y gradualmente se van reduciendo, provocando una socavación fuerte e inclusive un azolve hasta depositarse en las partes bajas.

Existen una serie de procesos erosivos que se asocian por producto con la erosión hídrica. En Lerdo la



erosión en cárcavas se refleja a lo largo de los socavones producidos por los cauces de los ríos, como es notable en el río San Agustín y en el este del municipio, cerca de la Laguna del Marqués en dicha región.

El norte de Lerdo de Tejada es una región compuesta por dunas, las cuales se caracterizan por ser semimóviles, ya que se encuentran cubiertas por una ligera capa de vegetación que obstruye su desplazamiento. Por diferir en cuanto a forma, las hay en “U” o parabólicas y dunas en estrella; que además, producen lomeríos de material arenoso y limoso, altamente permeable. Estas geofomas son el resultado de la erosión y la acumulación de materiales finos por acción del viento.

El viento es un eficaz agente de erosión capaz de arrancar, levantar y transportar partículas, sin embargo, su capacidad para erosionar rocas compactas y duras es limitada. Este tipo de rocas es inexistente en el municipio. Si existiese una superficie constituida por roca dura, el viento sería incapaz de provocar cambios apreciables debido a que la fuerza cohesiva del material excede a la fuerza ejercida por el viento. Únicamente en aquellos lugares en donde la superficie expuesta contiene partículas sueltas o poco cohesivas como sucede en Lerdo, el viento puede manifestar todo su potencial de erosión y transporte (Mapa 5.1.7). La velocidad determina la capacidad del viento para erosionar y arrastrar partículas, pero también influye el carácter de los materiales, la topografía del terreno, la eficacia protectora de la vegetación, etc.

En cuanto al fenómeno de erosión eólica en Lerdo, es determinante la superficie sobre la que actúa el viento, no limitándose a sólo algunas áreas como ocurre con la erosión hídrica; la acción del viento se ejerce sobre la totalidad de la superficie, que se refleja claramente de norte a sur por el despliegue de arenas y limos.

En el municipio de Lerdo de Tejada es muy particular la erosión eólica, la cual se refleja notablemente en áreas más o menos llanas y desprovistas de vegetación donde el suelo está expuesto a la acción del viento como ocurre en la mayor parte de las dunas al norte del municipio. También en esta parte norte, a lo largo de toda la línea costera se aprecia claramente el efecto erosivo que causan las olas del mar, denominado como erosión marina.

5.2.1 Huracanes y ondas tropicales

Un ciclón tropical es un hidrometeoro que puede representar peligro para la actividad humana a escalas Nacionales o incluso mundiales. Las trayectorias descritas por ciclones tropicales en el mapa A del mapa 5.2.1 incidieron en el estado de Veracruz dejando a su paso cuantiosas pérdidas materiales y humanas. Para el caso particular del municipio Lerdo de Tejada las trayectorias descritas en el mapa antes mencionado incidieron de tal forma que se observaron lluvias torrenciales y rachas de viento por arriba de los 125 km/hr. Lo anterior implica que el territorio municipal ha sufrido condiciones hidrometeorológicas que describen a un Huracán de categoría I en la escala de Saffir Simpson que se considera altamente destructivo y en donde se esperan rachas de viento de hasta 125 km/hr. Este tipo de fenómenos hidrometeorológicos son apoyados por sistemas de baja presión, los cuales aportan las condiciones necesarias para el desarrollo de los mismos y se muestran en las isobaras del mapa 5.2.1.

Las rachas históricas promedio de viento para ciclones tropicales se distribuyen de manera tal que el norte del municipio se ve afectado presentando un valor histórico promedio que va desde los 100 hasta los 125 km/hr disminuyendo hacia la parte sur en donde el intervalo de las rachas de viento es de 75 a 100 km/hr. Éste último valor corresponde a una de las características presentadas por una tormenta tropical que se categoriza como destructiva.

Las lluvias asociadas a este tipo de fenómenos llegan a tener un promedio histórico mensual de hasta 4000 mm (véase mapa 5.2.6).



5.2.2 Tormentas eléctricas

La ocurrencia de este tipo de fenómenos es generado por condiciones atmosféricas inestables, con lo cual, se puede esperar formación de nubes de tormenta o bien precipitaciones abundantes en pequeños intervalos de tiempo. El peligro asociado a este tipo de fenómeno es descrito por los procesos que desencadenan su presencia.

La región oeste presenta una ocurrencia promedio diaria de 4 a 5 tormentas eléctricas, por lo cual se pueden esperar nubes convectivas en formación.

Para el municipio de Lerdo de Tejada se obtuvo un promedio histórico de ocurrencia de tormentas eléctricas para las regiones de las dunas y centro y sur de las planicies aluviales la cual es de 6 a 7 tormentas eléctricas por día, por lo que se pueden esperar nubes convectivas en formación.

Para la región suroeste del mismo, se obtuvieron promedio de ocurrencia de 8 a 9 tormentas eléctricas por día, con lo cual se espera viento, precipitación y descenso de la temperatura.

5.2.3 Sequías

Las sequías se presenta en épocas del año donde la precipitación disminuye significativamente al igual que la temperatura, y con esto, los niveles de humedad en la atmosfera decrecen.

Para el municipio de Lerdo de Tejada los índices de aridez nos indican que la sequía meteorológica se presenta al noreste del municipio en la región de las dunas, no así para el suroeste del territorio municipal en donde el gradiente de los índices de aridez disminuyen hasta llegar a ser positivos y con esto no se observa sequía meteorológica.

5.2.4 Temperatura máxima extrema

Las temperaturas altas favorecen la insolación y la deshidratación, así como, los escasos de agua en las corrientes hídricas, que repercuten directamente en la actividad humana, la agrícola y la ganadería.

Para el municipio de Lerdo de Tejada, de manera estacional se presentan temperaturas máximas extremas que van desde los 30 hasta los 32 °C con una intensidad alta del peligro asociado, ya que se tienen registros de pérdidas en las industrias agrícolas y ganaderas.

5.2.5 Vientos fuertes.

El viento es un fenómeno meteorológico que es apoyado por los gradientes de presión y temperatura, ya que su movimiento en la superficie depende de los mismos además de la orografía. Éste representa un peligro debido a la capacidad de transferencia de energía cinética a los objetos sólidos.

Para el municipio de Lerdo de Tejada el mayor peligro representado por este tipo de fenómeno se encuentra en la región este del municipio, en donde el promedio histórico de las rachas máximas estimadas son de hasta 7.9 m/s, y se le asignó una intensidad de peligro medio.

Para las región oeste la intensidad del peligro disminuye hasta ser de nulo a bajo, con rachas promedio de 3.3 m/s.



5.2.6 Inundación

El municipio de Lerdo de Tejada se encuentra inscrito en 2 cuencas hidrográficas: río Papaloapan y río Prieto. Los procesos hídricos de estas, dentro del territorio municipal, están descritos por las zonas de acumulación transitoria, los cuales están descritos por cuerpos de agua extensos como la laguna el Marqués y áreas de inundación (mapa 2.1).

La inundación histórica para la cabecera municipal abarca de norte a sur y desde la calle Pino Suárez al oeste de la misma.

5.2.6.1 Peligro por inundación del norte de la cabecera municipal

El peligro por inundación para el norte de la cabecera municipal es de tipo pluviométrica y se concentra de menor a mayor de este a oeste partiendo de la calle Pino Suárez. El menor de los tirantes históricos de inundación registrados va desde los 30 hasta 100 cm y se le asocia una intensidad de peligro alto.

5.2.6.1 Peligro por inundación del sur de la cabecera municipal

Esta inundación de tipo pluviométrica se extiende por las colonia San Pedro, San Miguelito y Poza Rica. Los tirantes registrados para estas colonias van desde los 30 hasta los 150 cm con un peligro asociado de alto a muy alto.



5.3 Vulnerabilidad social

Para poder obtener el grado de vulnerabilidad social se tomaron en cuenta tres factores:

- Indicadores Socioeconómicos
- Capacidad de Respuesta
- Percepción Local

El primer apartado se centra en identificar la cantidad de personas con necesidades básicas insatisfechas en los rubros de: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingreso y otras características de la Población; respecto al segundo apartado, se busca conocer la capacidad de respuesta de los órganos de protección civil en el caso de los municipios; y finalmente, en obtener la percepción de la población sobre los peligros a que ha estado o podría estar expuesta en su comunidad.

A continuación, se presenta los indicadores socioeconómicos del municipio de Lerdo de Tejada. Posteriormente, se encuentra la evaluación de la capacidad de respuesta de las autoridades de dicho municipio, la cual fue tomada al Director de Protección Civil. Finalmente, se encuentra el procesamiento de los datos obtenidos en la encuesta que fue aplicada a una muestra de la población que habita en las localidades seleccionadas con algún tipo de peligro en el municipio; con la finalidad de obtener la percepción que tienen los habitantes sobre los peligros a que están expuestos y que pueden originar un desastre.

5.3.1 Indicadores Socioeconómicos

A continuación se presentan los resultados de los indicadores socioeconómicos:

Salud

El resultado obtenido para este indicador es de **0**

Educación

El resultado obtenido para este indicador es de **0.25**

Vivienda

El resultado obtenido para este indicador es de **0**

Empleo e Ingresos

El resultado obtenido para este indicador es de **0.5**

Población

El resultado obtenido para este indicador es de **0.25**

Una vez que se han obtenido las calificaciones de cada rubro: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingreso y Población; se procede a obtener el promedio de cada uno.

Para la obtención de la calificación final de las características socioeconómicas, se procede a sumar los promedios de cada rubro, para el municipio de Lerdo de Tejada el resultado final es **0.333** y el resultado de esta suma total dividirla entre 5, que es el número total de rubros que se han analizado.

Calificación Final de las Características Socioeconómicas de



Lerdo de Tejada 0.66

5.3.2 Capacidad de Respuesta

Con el objetivo de reducir el riesgo y así evitar desastres ante el acontecimiento de fenómenos naturales, se aplicó un cuestionario como propuesta para evaluar la capacidad de las autoridades para implementar actividades de prevención y mitigación, así como ejecutar tareas para atender las emergencias.

Esta parte consta de un cuestionario cuya importancia radica en el conocimiento de los recursos, programas y planes con los que dispone la Unidad de Protección Civil Municipal en caso de una emergencia, por lo que va dirigido al responsable de ésta⁶.

En lo que respecta al municipio de Lerdo de Tejada, y de acuerdo al resultado obtenido de la suma total que es **2**, podemos ver que de acuerdo a los valores establecidos corresponde un grado de vulnerabilidad de **0**, con una capacidad de prevención y respuesta **Muy Alta** por parte de las autoridades.

Las actividades que realiza normalmente el personal de protección civil es: acciones preventivas o de emergencias para dar atención a las necesidades prioritarias de la población, coordinar acciones contra los peligros que pudiera presentar la población en la eventualidad de un desastre.

5.3.3 Percepción Local

A continuación, se procede a la asignación de un valor final a la percepción local del riesgo, se visitaron colonias en la cabecera municipal entre las cuales podemos mencionar: Centro, Chamizal, Ejido Lerdo, Fidel Herrera Beltrán, Poza Rica, San Miguelito y Santa Lucía, teniendo un valor promedio de 5.1 a 10.0. La percepción local del riesgo nos da como resultado local **0.25**, que en la tabla de rangos se ubica en un nivel **Alto**, es decir, de manera general se puede considerar que la población tiene una percepción alta de los peligros a que se encuentran expuestos, debido a que anteriormente han pasado por eventos desastrosos.

5.3.4 Grado de Vulnerabilidad social

Una vez obtenida la calificación final de los tres aspectos a evaluar (Características socioeconómica, capacidad de respuesta y percepción local de riesgo), se procedió a ponderar cada uno los rasgos considerados; en donde las características socioeconómicas determinaron un 50%, la Capacidad de respuesta un 25% y la percepción local de riesgo un 25%.

⁶CENAPRED (2006). Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, *Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social*, México, pág. 88



Colonias Lerdo de Tejada		
Colonia	Valor Final	Grado de Vulnerabilidad Social
Centro	0.0925	Muy Bajo
Chamizal	0.0958	Muy Bajo
Ejido Lerdo	0.0958	Muy Bajo
Fidel Herrera Beltrán	0.0958	Muy Bajo
Poza Rica	0.0958	Muy Bajo
San Miguelito	0.0958	Muy Bajo
Santa Lucia	0.0958	Muy Bajo

Tabla 2. Resultado Final del Grado de Vulnerabilidad Social En Lerdo de Tejada

El mapa 5.3.1 presenta las colonias donde se obtuvo el grado de vulnerabilidad social y son: San José, Genaro, Chamizal, Árbol del Pan, Vicente Guerrero, Santa Lucia, Centro, Poza Rica, San Miguelito, Fidel Herrera Beltrán, Ejido Lerdo, Benito Juárez y San Francisco se encuentran ubicadas en la parte noroeste de la cabecera municipal, teniendo un valor final de 0.958 obteniendo un Grado de Vulnerabilidad Social **Muy Bajo**. Con lo que finalmente podemos concluir que el municipio de Lerdo de Tejada se encuentra preparado para enfrentar una situación de desastre.



6. Obras y acciones de mitigación

Las presentes estrategias para la mitigación de riesgos se proponen con base a los resultados de los estudios realizados en éste Atlas de Riesgos. Se sugiere que para su mejor comprensión, se acompañe el siguiente texto con el mapa 5.4.

Medidas estructurales de mitigación para riesgos geológicos e hidrometeorológicos

Restauración morfológica y ambiental

- **Inundación, Sequías, Temperatura máxima extrema y Erosión:**

Se sugiere:

- Reforestación: En zonas de pendiente mayor a 20°, las riveras de los escurrimientos hídricos y las colinas aledañas.
- Aterrazamiento en terrenos de pendiente de 6-20° de inclinación e inutilización de estos terrenos para otras actividades.
- Estabilización de laderas y taludes (pendientes mayores a 25°).

Barreras físicas

- **Inundación, Vientos Fuertes**

Se sugiere:

- Desazolve anual del río San Agustín.
- Barreras físicas: Construcción de muros de contención, gaviones, guarniciones a la altura de la inundación histórica y recubrimientos de malla en laderas inestables y riveras de ríos invasores de los espacios poblacionales.
- Reubicación de zonas donde existen evidencias de inundaciones por arriba de los 150 cm.

Reforzamiento especializado

- **Sismos**

Se sugiere

- Ingeniería sísmica: en escuelas, centros de asistencia médica, templos y edificios públicos en general además de postes de líneas eléctricas y de transmisión.
- Reforzamiento estructural (obras de ingeniería civil) en casas, principalmente aquellas con cimientos débiles o mal contruidos, además de bardas y techos.
- Reubicación de áreas urbanas con mayor densidad de población con presencia de peligro sísmico alto.

Drenaje y alcantarillado

- **Inundación**

Se sugiere:

- Construcción de canales, cauces de alivio y red de drenaje pluvial periférico creando cauces de alivio expuestos y subterráneos. Evitar la urbanización informal.



Acciones de mitigación social en el municipio de Lerdo de Tejada la prevención de amenazas de inundación y de sismo.

Protección civil

- Llevar a cabo un programa de capacitación periódica para la Unidad Municipal de Protección Civil que incluya talleres, diseño de estrategias de difusión, educación y sensibilización para la prevención de desastres naturales.
- Llevar a cabo una campaña de difusión del Atlas Municipal de Riesgos en las dependencias públicas y centros educativos del municipio. La campaña deberá contener una explicación clara sobre el manejo y utilidad del Atlas de Riesgos.
- Realizar cursos, talleres y estrategias de difusión y sensibilización para la prevención de desastres entre la población en general.
- Establecer un esquema de alertamiento y comunicación que permita enlazar a la cabecera municipal con las localidades.
- Elaborar planes de emergencia ante los distintos peligros que pueden embestir el territorio municipal.
- Ubicar mediante cartografía y un documento formal las rutas de evacuación, helipuertos, refugios temporales y albergues que puedan ser utilizados en caso de desastre.
- Establecer brigadas de protección civil en cada colonia y/o localidad del municipio, con el objetivo de apoyar a la difusión de información sobre prevención de riesgos a la comunidad.
- Desarrollar un esquema de alerta temprana ante la aparición de peligros de origen natural.
- Llevar a cabo simulacros entre la población, estableciendo parámetros de medición que permitan evaluar el grado de aprendizaje de la población y desarrollar estrategias de mejora ante dicho aprendizaje.
- Elaborar un documento que formalice la participación ciudadana en conjunto con la autoridad municipal para las labores de protección civil.
- Establecer esquemas de cooperación y coordinación con dependencias como la Comisión Nacional del Agua, la Secretaría de Salud del Estado, el Servicio Meteorológico Nacional, el Servicio Geológico Mexicano y otras que permitan tener conocimiento oportuno de los fenómenos naturales que puedan embestir el territorio municipal y llevar a cabo las labores de prevención correspondientes.
- Firmar convenios de colaboración con los municipios vecinos con la intención de emprender estrategias regionales de protección civil.



Equipamiento de la unidad municipal de Protección Civil:

- Equipar a la Unidad de Protección Civil con el equipo necesario para realizar sus labores. Entre los utensilios necesarios se encuentran:
 - Cuerdas especiales para rescate con capacidad de hasta 4 toneladas.
 - Chalecos salvavidas y boyas de flotación.
 - Equipo de radiocomunicación base y portátiles.
 - Botiquín de primeros auxilios equipado para dar atención en situaciones de emergencia y rescate ante los diferentes peligros identificados.
- Adquirir una lancha con motor que permita realizar labores de prevención, monitoreo y rescate en los ríos que se encuentran en el territorio municipal.
- Elaboración de estudios especiales para la identificación, evaluación, análisis de peligros y evaluación de vulnerabilidad ante los peligros identificados de forma específica y por localidad en particular.
- Elaboración de reglamentos de construcción que establezcan la tipología y técnica constructiva que deba utilizarse de acuerdo a los peligros y características del suelo del territorio municipal.
- Realizar estudios para la reubicación de asentamientos humanos hacia zonas aptas.

7. Anexos

7.1. Tablas de información sociodemográfica

Tabla 3. Evolución demográfica⁷

Año	1980	1990	1995	2000	2005	2010
Población total	18,573	20,512	20,810	20,161	18,640	20,141
Hombres	8,916	9,793	9,904	9,514	8,676	9,468
Mujeres	9,657	10,719	10,906	10,647	9,964	10,673
Proporción estatal (%)	0.34	0.33	0.31	0.29	0.26	0.26

Tabla 4. Tasa de crecimiento media poblacional.

Tasa de crecimiento media	
Periodo	Tasa (%)
2005-2010	1.68
2000-2005	-1.37
1995-2000	-.074
1990-1995	.26

Tabla 5. Tabla de mortalidad

Mortalidad			
Periodo	Nacimientos	Defunciones	Índice de mortalidad
2010	206	2	0.97%

Tabla 6. Niveles de marginación en el municipio.

Nivel de marginación	Total de localidades	Nombre de la localidades	Número de población.	Ámbito
Muy alta marginación	4	La Gasera	3	Rural
		La Lima	6	Rural
		Laguna Prieta (La Y griega)	39	Rural
		Mundo nuevo (Ojo de Agua)	3	Rural
Alta marginación	8	Bajada de los Apompos	36	Rural
		Colonia el Guayabal	47	Rural

⁷ Fuente. Sistema de Información Municipal. Cuadernillos Municipales. Lerdo de Tejada. Consultado el día 11 de julio de 2011, del sitio en línea www.portal.veracruz.gob.mx.



Nivel de marginación	Total de localidades	Nombre de la localidades	Número de población.	Ámbito
		Colonia Poza Rica	78	Rural
		El Yahual	16	Rural
		La Campana	3	Rural
		La Vía Vieja	17	Rural
		Pocheta	80	Rural
		Puerta Negra	23	Rural
Media marginación	2	Canal cuatro	199	Rural
		Santa Teresa	793	Rural
Baja marginación	1	Lerdo de Tejada	18,715	Urbano
Muy baja marginación	1	Teresa Hernández Carballo	12	Rural

Tabla 7. Tabla de Hacinamiento.

LOCALIDAD	PROMEDIO DE OCUPANTES POR CUARTO
TOTAL DEL MUNICIPIO	0.9
LERDO DE TEJADA	0.89
SANTA TERESA	0.99
CANAL CUATRO	1.21
POCHETA	1.43
COLONIA POZA RICA	1
COLONIA GUAYABAL	1.09
LOCALIDADES DE UNA VIVIENDA	*
LAGUNA PRIETA (LA Y GRIEGA)	0.8
BAJADA DE LOS APOMPOS	0.78
PUERTA NEGRA	1.92
LA VÍA VIEJA	1.42
EL YAHUAL	1.23
LOCALIDADES DE DOS VIVIENDAS	*
PUNTA DE ARENA	2.29
TERESA HERNÁNDEZ CARBALLO	0.8
POCHETA	0.92



Tabla 8. Características de la vivienda⁸

Viviendas particulares, 2010	6,094	(%)
Viviendas particulares que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda, 2010.	5,469	89.74%
Viviendas particulares que disponen de energía eléctrica, 2010.	5,856	96.09%
Viviendas particulares que disponen de drenaje, 2010.	5,824	95.57%
Viviendas particulares con piso diferente de tierra, 2010.	5,805	95.26%
Viviendas particulares que disponen de excusado o sanitario, 2010	5,794	95.08%
Viviendas particulares habitadas, con piso diferente de tierra.	5,949	87.62%

Tabla 9. Bienes con los que cuentan los hogares.

Viviendas particulares, 2010	6,094	(%)
Viviendas particulares que disponen de computadora, 2010	1,252	20.54%
Viviendas particulares que disponen de lavadora, 2010	4,440	72.86%
Viviendas particulares que disponen de refrigerador, 2010	5,116	83.95%
Viviendas particulares que disponen de televisión, 2010	5,617	92.17%

⁸ Fuente. México en Cifras. INEGI 2010. Consultado el día 11 de julio de 2011 del sitio en línea www.inegi.org.mx

Tabla 10. Servicios públicos⁹.

Servicios públicos	Porcentaje cubierto
Agua potable	91.42%
Mantenimiento de drenaje	98%
Pavimentación	50%
Mercados centrales de Abasto	25%
Rastros	100%
Servicios de parques y jardines	75%

Tabla 11. Fuentes de abastecimiento¹⁰.

Municipio	Fuentes de abastecimiento			
	Total	Pozo profundo	Manantial	Otros
Lerdo de Tejada	64	4	0	60

Tabla 12. Sistemas de agua potable.

Municipio	Sistemas	Tomas domiciliarias Instaladas				Localidad con red de distribución
		Total	Domésticas	Comerciales	Industriales	
Lerdo de Tejada	7	5,337	5016	300	21	7

Tabla 13. Sistemas de drenaje y alcantarillado.

Municipio	Sistemas de drenaje y alcantarillado		Localidades con el servicio.	
	2008	2009	2008	2009
Lerdo de Tejada	3	3	3	3

⁹ Fuente: Enciclopedia de los municipios de México. Lerdo de Tejada.

¹⁰ Fuente: Elaboración propia con base a datos del Anuario Estadístico 2010. Fuentes de abastecimiento.

Tabla 14. Población con discapacidad¹¹.

LOCALIDAD	Población Total	Población con alguna discapacidad
LERDO DE TEJADA	18715	833
SANTA TERESA	793	12
CANAL CUATRO	199	8
POCHETA	80	0
COLONIA POZA RICA	78	8
COLONIA GUAYABAL	47	7
LOCALIDADES DE UNA VIVIENDA	43	0
LAGUNA PRIETA (LA Y GRIEGA)	39	0
BAJADA DE LOS APOMPOS	36	6
PUERTA NEGRA	23	1
LA VÍA VIEJA	17	2
EL YAHUAL	16	0
LOCALIDADES DE DOS VIVIENDAS	16	0
PUNTA DE ARENA	16	0
TERESA HERNÁNDEZ CARBALLO	12	1
POCHETA	11	1

Tabla 15. Tomas instaladas y número de localidades con el servicio de energía eléctrica¹².

Municipio	Tomas instaladas de energía eléctrica			Localidades con el servicio
	Total	Domiciliarias	No Domiciliarias	
Lerdo de Tejada	7,374	7,364	10	4

¹¹ Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

¹² Fuente: Elaboración propia con base a datos del Anuario Estadístico 2010. Tomas instaladas.

Tabla 16. Número de usuarios del servicio eléctrico por municipio según tipo de servicio¹³.

Municipio	Total	Doméstico	Alumbrado Público	Bombeo de aguas potables y negras	Agrícola	Industrial y de servicios
Lerdo de Tejada	7,374	6,312	5	3	2	1,052

Tabla 17. Centros educativos 2005 – 2010 en Lerdo de Tejada¹⁴.

Periodos	No. Total de escuelas	Nivel académico	Número de escuelas por nivel académico	Número total de estudiantes
2010-2011	49	Educación inicial	1	205
		Educación especial	2	106
		Preescolar	12	646
		Primaria	17	2,292
		Formación para el trabajo	6	73
		Secundaria	8	1,348
		Bachillerato	3	1,001

Tabla 18. Centros educativos 2005 – 2010 en Lerdo de Tejada¹⁵.

Municipio	Planteles	Aulas	Bibliotecas	Laboratorios	Talleres	Anexos
Lerdo de Tejada	35	239	6	13	15	274

¹³ Fuente: Elaboración propia con base a datos del Anuario Estadístico 2010.

¹⁴ Fuente. Elaboración propia con base al Anuario estadístico de la Secretaría de Educación de Veracruz, región del Papaloapan. Consultado el día 15 de Julio de 2011 del sitio en línea: <http://www.sev.gob.mx>

¹⁵ Fuente. Elaboración propia con base al Anuario estadístico de la Secretaría de Educación de Veracruz, región del Papaloapan. Consultado el día 15 de Julio de 2011 del sitio en línea: <http://www.sev.gob.mx>



Tabla 19. Tabla 4. Unidades médicas del municipio de Lerdo de Tejada, Ver.

Dependencia	Unidad	No. De Unidades	Ubicación
Secretaria de Salud	Secretaría de Salud	1	Calle 17 de Abril No. 4, Col. Centro. Lerdo de Tejada, Ver.
IMSS	Hospital General de Zona No. 50	1	Calle J. De la Luz Enríquez, esq. Ocampo. Lerdo de Tejada, Ver.
“Cruz Roja Mexicana”, Institución de Asistencia Privada	Cruz Roja Mexicana	1	Calle Ursulo Galván No. 321, Col. Centro. Lerdo de Tejada, Ver.

Tabla 20. Cuadro de personal médico en operación en el municipio¹⁶.

Municipio	Total	IMSS	ISSSTE	IMSS- oportunidades	SS
Lerdo de Tejada	81	75	1	0	5

¹⁶ Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estadístico 2010 Veracruz. Personal Médico de las instituciones Públicas del sector salud.

7.2. Anexos fotográficos



Ilustración 1. Inundación del municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz.
(<http://aguapasada.wordpress.com>)



Ilustración 2. Inundación carretera federal. Municipio de Lerdo de Tejada Veracruz. (<http://aguapasada.wordpress.com>).



Ilustración 3. Laguna del Marqués. Municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz



Ilustración 4. Inundación en la cabecera municipal de Lerdo de Tejada, Ver.



Ilustración 5. Afectaciones en las colonias de la cabecera municipal



Ilustración 6. Inundación de la carretera federal



Ilustración 7. Inundación en el centro de la cabecera municipal



Ilustración 8. Inundación en la cabecera municipal



Ilustración 9. Inundación en el centro de la cabecera municipal



Ilustración 10. Inundación en la cabecera municipal



8. Glosario de términos

Afluente: corresponde a un curso de agua que desemboca en otro río más importante.

Altimetría: parte de la Topografía que se encarga de estudiar los métodos e instrumentos necesarios para determinar la situación de puntos del terreno sobre la vertical y con respecto a una superficie de comparación.

Antropogénico: de origen humano o derivado de la actividad del hombre.

Avalancha de escombros: las avalanchas de escombros son grandes deslizamientos que pueden ocurrir en un sector de un volcán, producidos por la inestabilidad de los flancos del mismo. Este tipo de fenómenos puede deberse al ascenso de gran cantidad de magma en el edificio volcánico, a un sismo de gran magnitud en las cercanías del volcán, o al debilitamiento de la estructura del volcán inducida por ejemplo para la alteración hidrotermal.

Biodiversidad: variedad de especies animales y vegetales en su medio ambiente.

Ceniza volcánica: se origina como consecuencia de la pulverización de la lava fluida, plástica o semiconsolidada, por la violencia de la explosión volcánica, esto disminuye el magma en pequeños fragmentos y los arroja a la atmósfera.

Ciclón tropical: un ciclón tropical es un fenómeno meteorológico que se caracteriza por vientos fuertes, marejadas y tormentas acompañadas de fuertes lluvias. Es un sistema de bajas presiones que se origina sobre aguas oceánicas templadas, generalmente entre las latitudes 30° N y 30°S.

Cinturón Volcánico Trans-Mexicano: es una región con una importante actividad volcánica (entre los 19 y 20° N). Su origen tiene relación con el movimiento de los continentes y el fondo oceánico que rodea los mismos. La actividad tectónica y volcánica de esta región ha propiciado la existencia de una gran variedad de formas de relieve

Cráter volcánico: depresión de forma circular o embudo que se origina por una explosión o un colapso en el centro de emisión. Las paredes son abruptas, descienden hacia el centro y su fondo abre durante las erupciones.

Conglomerados: roca sedimentaria que se forma mediante fragmentos redondeados de distintas rocas o sustancias minerales que se unen por un cementante. Se trata de una roca sedimentaria de tipo detrítico, con fragmentos constitutivos que son mayores que los de la arena.

Conglomerado polimictico: compuesto por fragmentos de rocas y minerales diversos.

Contacto: separa unidades litológicas sucesivas o diferentes.

Conos de escoria: es un cono volcánico que está hecho en su totalidad por material prioclastico tipo "escoria". Están asociados a volcanes monogenéticos.

Costas de emersión: se forman por elevación de la costa con respecto al nivel del mar.

Cuenca exorreica: cuenca cuya corriente principal descarga al mar.



Cuenca hidrográfica: espacio geográfico que contiene los escurrimientos de agua y que los conduce a un punto de acumulación terminal.

Deslizamiento: movimiento de una masa de roca, detritos o tierra pendiente abajo, bajo la acción de la gravedad.

Depósito: conjunto de materiales sólidos acumulados. De acuerdo las características del tipo de deposición se les puede llamar depósitos aluviales, glaciares, coluviales, fluviales, etc.

Depósitos aluviales: son materiales trasportados y depositados por el agua. Su tamaño varía desde la arcilla hasta las gravas gruesas, cantos y bloques. Las facies más gruesas presentan bordes redondeados.

Domo: se trata de un cuerpo extrusivo de varias decenas de metros de altura que se genera cuando hay una extrusión muy lenta de lavas muy viscosas.

Depocentro: Área o lugar de una cuenca sedimentaria en la que una unidad estratigráfica concreta alcanza el máximo espesor

Derrubios: Acumulación de fragmentos de roca desplazados de su localización inicial debido a la gravedad, corrientes de agua, viento, etc

Detritos: término colectivo para rocas y materiales minerales fragmentarios sueltos, tales como arenas, limos y arcillas, derivadas de rocas anteriores por medios mecánicos, principalmente abrasión y desintegración.

Dunas: resultan de la acumulación de material previamente erosionado por acción del viento.

Dunas parabólicas: sus extremos apuntan en dirección contraria al viento. Típicas de las zonas de costa y donde la vegetación cubre parcialmente la tierra.

Dunas en estrella: colina aislada con varias crestas que parten de la cima. Se forman cuando hay direcciones del viento variables.

Edafización: procesos de intemperismo y erosión mediante los cuales las rocas o sedimentos se convierten en suelo.

Edafología: ciencia que estudia la composición y la naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea.

Enjambre sísmico: ocurrencia de un conjunto de eventos sísmicos en un área específica durante un periodo de tiempo relativamente corto,

Epicentro: Es el punto de la superficie terrestre, directamente arriba del hipocentro, donde se origina un temblor.

Erosión: es la degradación y el transporte de material o sustrato del suelo, por medio de un agente dinámico, como son el agua, el viento y el hielo.



Erupciones de tipo efusivo: sus lavas son bastante fluidas, sin que tengan lugar desprendimientos gaseosos explosivos; estas lavas se desbordan cuando rebasan el cráter y se deslizan con facilidad por la ladera del volcán.

Erupciones estrombolianas: La lava es fluida, desprendiendo gases abundantes y violentos, con proyecciones de escorias, bombas y lapilli.

Escala de Richter: esta escala logarítmica asigna un número para cuantificar la magnitud de un terremoto. Mide los terremotos en términos de la energía liberada y la intensidad crece de forma exponencial de un número al siguiente. Está numerada del 1 al 9 y la potencia aumenta conforme la numeración.

Escala de Saffir Simpson: es una escala que clasifica los ciclones tropicales, en una escala de cinco niveles, basada en la velocidad del viento y la presión atmosférica.

Escarpes de falla: pendiente o acantilado desarrollado directamente por el movimiento de un bloque a lo largo de la falla, y representa la superficie expuesta de la falla antes de ser modificada por la erosión y el intemperismo.

Escoria: se denominan así a las bombas piroclásticas que tienen una talla superior a los 64 mm son en general de forma irregular y presentan muchas vesículas.

Fallas: una falla geológica es una fractura en la corteza de la tierra que separa dos masas de roca y donde una de las masas se ha desplazado con respecto a la otra.

Fluvial: se utiliza para referirse a los procesos asociados a los ríos y arroyos, y a los depósitos y relieves creados por ellos.

Fracturas: rompimiento generado por intenso plegamiento a fallamiento.

Fisiografía: ciencia que estudia las modificaciones y evolución de los relieves terrestres.

Flujos de detritos: se componen de una mezcla de materiales clásticos, incluyendo grandes piedras, troncos, etc,

Fractura: Rotura o abertura producida por esfuerzos.

Fragmentos volcanosedimentarios: relativo a los materiales de origen volcánico cuyo medio de transporte y sedimentación presenta gran similitud con los depósitos de origen detrítico.

Geoforma: se refiere a cualquier componente o rasgo físico de la superficie terrestre que ha sido formado por procesos naturales y que tiene una forma o cuerpo diferente.

Granulometría: es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

Hidrología: ciencia que estudia la distribución, cuantificación y utilización de los recursos hídricos que están disponibles en el planeta.



Hipocentro: zona profunda de la corteza terrestre donde se inicia un sismo.

Holoceno: última y actual época geológica del período Cuaternario. Periodo interglaciario que abarca desde finales del Pleistoceno hasta la actualidad (aproximadamente últimos 11,000 años).

Interpolación: se denomina interpolación a la obtención de nuevos puntos partiendo del conocimiento de un conjunto discreto de puntos. Consiste en hallar un dato dentro de un intervalo en el que conocemos los valores en los extremos.

Isolínea: curva que conecta los puntos en que la función tiene un mismo valor constante.

Isotacas: líneas que unen puntos donde el viento sopla con la misma intensidad.

Isoyeta: es una línea trazada sobre un plano cartográfico con la que se unen puntos donde se registra igual cantidad de precipitación.

Lahar: flujo turbulento que está compuesto de agua y de material volcánico, originados en las pendientes de los volcanes, cuando capas inestables de ceniza se saturan de agua y fluyen pendiente abajo siguiendo el curso de los ríos y arroyos.

Lava: Magma que ha alcanzado la superficie por medio de una erupción volcánica.

Ión: partícula cargada eléctricamente.

Lomeríos “hummocky”: Son acumulaciones de material rocoso con forma de pequeños montículos (hummocks), desprendidos desde zonas altas a través de una avalancha ocasionada por una erupción, por procesos tectónicos y/o por procesos exógenos erosivos.

Maars: Es un cráter volcánico circular con flancos no muy pendientes, creado por una explosión con un área con relieve topográfico bajo que en general contiene un lago.

Magma: Roca fundida que se encuentra bajo la superficie de la tierra.

Manto freático: Depósitos de agua subterránea que se filtran a través de la capa permeable de la corteza terrestre, y que está limitado por capas impermeables de rocas.

Mioceno: primera época del período Neógeno. Comenzó hace 23,03 millones de años y terminó hace 5.32 millones.

Nubes convectivas: en este tipo de nubes el aire cálido asciende rápidamente empujado por el frío, cuando llega a una altura entre 6 y 12 km., el vapor de agua se condensa y por la acción de la gravedad cae provocando produciendo la precipitación. Estas nubes generan tormentas.

Oligoceno: época final del Paleógeno y comprende entre los 33.9 a 23 millones de años.

Placa Norteamericana: placa tectónica que cubre América del Norte, los archipiélagos de Cuba y las Bahamas en el mar Caribe, la parte occidental del océano Atlántico Norte, una parte del océano Glacial Ártico y el territorio siberiano al este de la cordillera Verjovansk.

Perenne: que dura indefinidamente o se mantiene completo o con vida durante un periodo de tiempo largo.



Permeabilidad: capacidad de un cuerpo de permitir el flujo de un fluido a través de él.

Periodos de retorno: también llamado de recurrencia, intenta explicar, en términos de un determinado período habitualmente expresado en años, una idea de hasta qué punto un suceso puede considerarse raro.

Planicie: espacio o accidente geográfico con poca o ninguna variación en la altura de la superficie o terreno con respecto al nivel del mar

Pleistoceno: época geológica que comienza hace aproximadamente 2.5 millones de años y estuvo caracterizado por la presencia de diversas glaciaciones.

Procesos endógenos: se originan en el interior de la Tierra debido a las altas temperaturas y presiones que ahí se generan.

Procesos exógenos: la Tierra está sometida a una serie de procesos que tienden a allanar relieves, a destruir rocas creando cosas nuevas, etc. Los ríos, las aguas subterráneas, los glaciares, el viento y los movimientos de masas de agua son agentes geomorfológicos primarios. Puesto que se originan en el exterior de la corteza, estos procesos se llaman exógenos.

Procesos sedimentarios: básicamente, corresponden a erosión (mecánica, química y biológica) en áreas fuente continentales; transporte por corrientes de agua (ríos), hielo (glaciares), o atmósfera (viento), depósito en cuencas deprimidas (lagos, deltas, estuarios, plataformas marinas relativamente someras, fosas y cuencas abisales), y compactación y diagénesis durante la formación en estas cuencas de pilas sedimentarias estratificadas que pueden llegar a tener miles de metros de espesor.

Rocas detríticas: Todas las rocas detríticas presentan textura clástica, esto es, formadas por clastos embutidos en una matriz de grano más fino, y pueden estar cementadas o no por material ortoquímico y/o diagenético (formado con posterioridad al depósito del sedimento). El cemento suele estar formado por material carbonatado, silíceo o ferruginoso como casos más generales.

Sensación térmica: es la sensación aparente que las personas tienen en función de los parámetros que determinan el ambiente en el que se mueven (p. ej., temperatura, velocidad del aire)

Sismo: movimiento vibratorio que se origina en el interior de la Tierra y se propaga por ella en todas direcciones en forma de ondas

Sistemas de baja presión: sistema de isobaras (curvas de igual presión) cerradas concéntricas en el cual la presión mínima se localiza en el centro. La circulación es en sentido contrario a las manecillas del reloj. Este fenómeno provoca convergencia y convección por lo que se asocia a la presencia de gran nubosidad y chubascos.

Subducción: La subducción de placas es un proceso de hundimiento de una placa litosférica bajo otra en un límite convergente. La causa de la subducción es la diferencia de densidad entre la litósfera oceánica, de mayor densidad, la que subduce y se introduce por debajo de la continental, menos densa.

Trinchera Mesoamericana: es la frontera entre la placa continental de Norteamérica y la placa oceánica de Cocos. La trinchera se identifica como la parte más profunda del suelo marino frente a las costas de Guerrero.



Topografía: ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie terrestre, por medio de medidas según los tres elementos del espacio. Estos pueden ser: dos distancias y una elevación o una distancia, una dirección y una elevación.

Volcán compuesto: (Estratovolcán) volcán compuesto de una alternación de capas de lava y materiales piroclásticos.

Volcán monogenético: es un volcán que se ha construido durante una sola erupción.

Orogénesis: sistema montañoso edificado sobre una porción inestable de la corteza terrestre que ha sufrido un importante acortamiento y presenta pliegues y mantos de corrimiento.

Orografía: parte de la geografía física que describe y clasifica las formas de la superficie terrestre y las sistematiza según los rasgos extremos, con independencia de su origen.



9. Bibliografías de consulta y fuentes de información

- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), SEGOB, 2004. Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Serie: Atlas Nacional de Riesgos, México.
- Campbell, K.W., 1981. Near source attenuation of peak horizontal acceleration. Bull. Seism. Soc. Am., 71: 2039-2070.
- Comisión Federal de Electricidad (CFE). Disponible en: <http://www.cfe.gob.mx/>
- Espíndola, J.M., Zamora-Camacho, A., Godínez, M.L., Schaaf, P., Rodríguez, S.R., 2009. The 1793 eruption of San Martín Tuxtla volcano, Veracruz, Mexico. J. Volcanol. Geotherm. Res., 197: 188-208; doi:10.1016/j.jvolgeores.2009.08.005.
- FAO, 2007. Base referencial mundial del recurso suelo, 2007. Recuperado el 28 de septiembre de 2011 del sitio web: <http://www.fao.org/docrep/011/a0510s/a0510s00.html>.
- Gobierno del Estado de Veracruz, 2002. Programa de Ordenamiento Urbano del Centro de Población de Lerdo de Tejada.
- INEGI, 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Lerdo de Tejada, Veracruz de Ignacio de la Llave, clave geoestadística 30097. Recuperado el 5 de octubre 2011 del sitio web: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/30/30097.pdf>.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Veracruz 2005. Enciclopedia de los Municipios de México. Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Lerdo de Tejada. Recuperado el 6 de octubre 2011 del sitio: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/veracruz/municipios/30097a.html>.
- Servicio Sismológico Nacional, 2011. Catálogo de sismos 1998-2011. Disponible en línea: <http://www.ssn.unam.mx/>
- Luhr, James F., and Simkin, Tom, 1993. Parícutin: the volcano born in a Mexican cornfield: Geoscience Press, Phoenix AZ, 427 p.
- Mendoza, M., y Domínguez, L., 2006. V Estimación del peligro y el riesgo de deslizamientos en laderas; en: CENAPRED, 2006. Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de
- Nava, A., 2003. Terremotos. Colección: La ciencia para todos. Fondo de Cultura Económica, México.
- Nelson, S. y Gonzalez-Caver, E., 1992. Geology and K-Ar dating of the Tuxtla Volcanic Field, Veracruz, Mexico. Bull. Volcanol., 55: 85-96.
- Nelson, S., Gonzalez-Caver, E., Kyser, K., 1995. Constraints on the origin of alkaline and calc-alkaline magmas from the Tuxtla Volcanic Field, Veracruz, Mexico. Contrib. Mineral. Petrol., 122: 191-211.
- Newhall, G., Self, S., 1982. The volcanic explosivity index (VEI): An estimate of explosive magnitude for historical volcanism. Journal of Geophysical Research 87 (C2): 1231-1238; doi:10.1029/JC087iC02p01231.



Schilling, S. P., 1998. LAHARZ: GIS programs for automated mapping of lahar-inundation hazard zones. USGS Numbered Series, 98-638.

