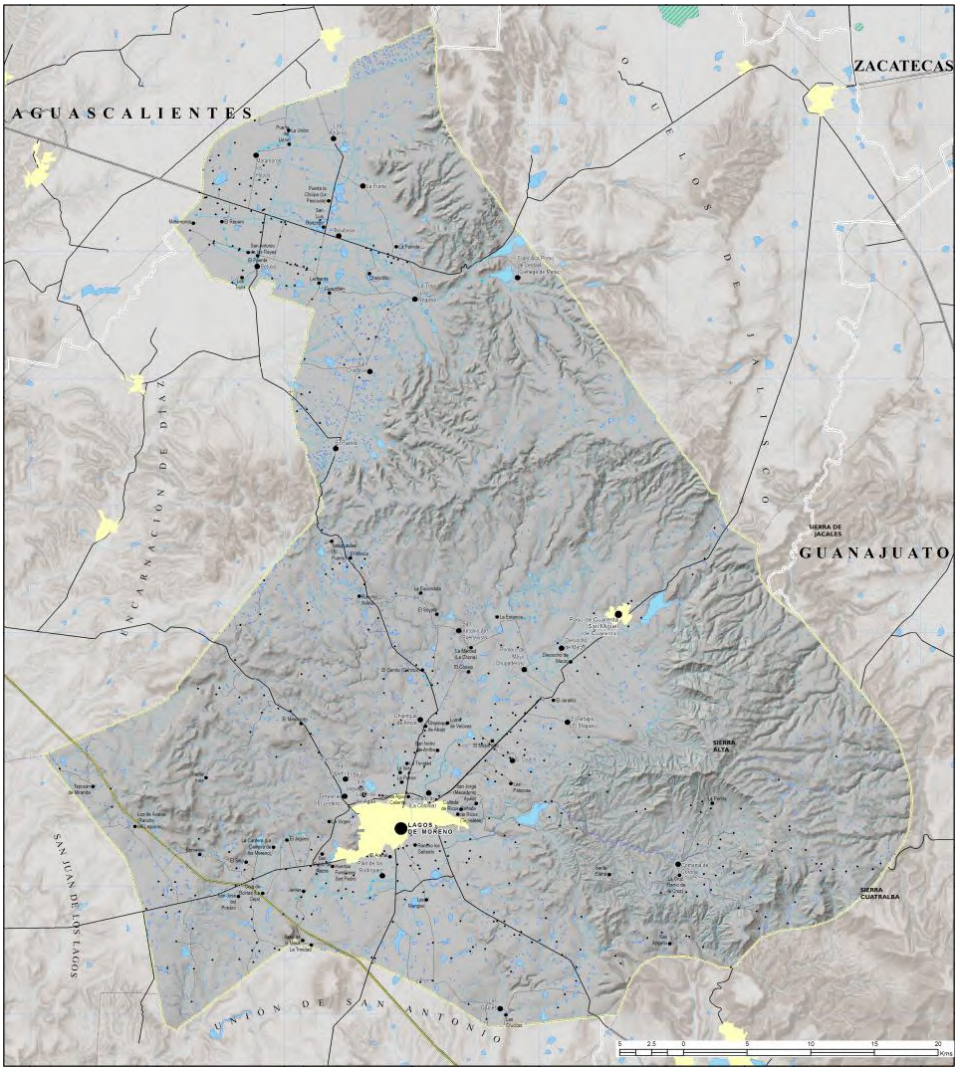
ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE LAGOS DE MORENO, JALISCO



DICIEMBRE DE 2010

GEOSÍNTESIS SC.
ESTUDIOS INTEGRALES DEL TERRITORIO

SEDESOL
SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL
Hábitat
GOBIERNO DE JALISCO

EQUIPO DE TRABAJO

Luis Valdivia Ornelas.
Rocío Castillo Aja
Susana Rentería Pérez
Norberto Martínez Gómez
Edgar Alberto Aguirre Rocha
Samuel Alatorre Ramos
Luis Fernando Álvarez Villalobos
Armando Chávez Hernández

CONTENIDO

1.-ASPECTOS GENERALES. 6
1.1.-Introducción. 6
1.2.-Situación de los fenómenos peligrosos en el municipio. 7
1.3.-Riesgos naturales y ordenación del territorio. 8
1.4.-Clasificación de las amenazas naturales. 9
1.5.-Esquema general de los Atlas de Riegos a nivel Municipal. 10
1.6.-Condiciones generales de la información en los Municipios. 14
1.7.-Descripción General de las Amenazas. 14
2.-DIAGNÓSTICO NATURAL DEL MUNICIPIO 15
2.1.-Localización de la zona de estudio 15
2.2.-Geología regional de la zona de estudio. 17
2.3.-Evolución geológica de La Faja Volcánica Transmexicana. 19
2.4.-Caracterización del sector occidental. 19
2.5.-Caracterización del Altiplano Mexicano 21
2.6.-Marco geológico regional. 21
2.7.-Geología Estructural y Neotectónica. 22
2.8.-Geología del municipio. 24
2.9.- Descripción de la litología. 25
2.10.-Planicie Fluvio-Lacustre de edad Cuaternaria. 27
2.11.-Descripción de los conglomerados de piedemonte. 29
2.12.-Geología de la cabecera municipal. 30
2.13.- Geomorfología 30
-*Sistemas* serranos 33
2.14.-Morfometría 35
2.14.1.-Caracterización de las pendientes. 35
2.15.-.Tipos de suelo. 39
2.16.-Comportamiento de los suelos desde el punto de vista geotécnico. 41
2.17.-Descripción del sistema de morfolineamientos. 42
2.18.-Aspectos hidrográficos. 43
2.19.-Región Hidrológica Lerma-Chapala- Santiago. 44
2.20.-Caracterisitcas hidrográficas de la zona antes de 1970. 45
2.21.-Hidrografía del Municipio. 47
2.22.-Paquetes litoestratigráficos. 48

3.- CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS 50
3.1 Características demográficas 50
3.2 Características sociales del Municipio de Lagos de Moreno. 54
3.2.1 Escolaridad 54
3.2.2 Densidad y hacinamiento 55
3.2.3 Estructura económica 56
3.2.4 Marginación 57
4.-EVALUACIÓN HISTÓRICA DE LOS FENÓMENOS PELIGROSOS. 61
4.2-Identificación y evaluación de los fenómenos perturbadores. 62
4.2.1.-Fallas y fracturas 62
4.2.1.1 Métodos, evidencias de los fenómenos geológicos. 62
4.2.2.- Peligro por sismos. 67
4.2.2.1 Datos de eventos para la región. 70
4.2.2.2 Estudios técnicos. 72
4.2.2.3 Mapas de períodos de retorno para aceleraciones. 73
4.2.3.-Tsunamis y Maremotos. 75
4.2.4.-Vulcanismo. 75
4.2.5.-Deslizamientos. 76
4.2.5.1 Aspectos generales. 76
4.2.5.2 Clasificación y tipología. 77
4.2.5.3 Derrumbes 80
4.2.5.4 Hundimientos. 83
4.2.6.-Inundaciones 86
4.2.6.1 Método, evidencias e indicadores de vulnerabilidad de fenómenos hidrometeorológicos. 86
4.2.6.2 Inundación. 88
4.2.6.3 Catalogo histórico de los eventos documentados a través de la consulta de la hemeroteca digital del Informador, fuentes locales, así como técnicas de levantamiento de información en campo. 102
4.2.6.4 Descripción del trabajo de campo 105
5.- GESTIÓN DEL RIESGO. 117
5.1.-Inundaciones. 117
5.1.1.-A nivel de la cuenca. 119

5.1.2.-A nivel de macroflujo. 119
5.1.3.-A nivel del microflujo. 119
5.1.4.-Políticas de ordenamiento. 120
5.1.5.-Descripción de las acciones de mitigación por sector. 121
5.1.5.1.-Zona de la cabecera Municipal. 121
6-CONCLUSIONES GENERALES. 122

1.-ASPECTOS GENERALES.

1.1.-Introducción.

En las últimas décadas, los fenómenos naturales en México han dejado daños con un costo promedio anual de 100 vidas humanas[1] y cerca de 700 millones de dólares (Imagen 1). En el último año 2010, de acuerdo con los datos de la Secretaría de Gobernación, hubo 42 declaraciones de desastres en 748 municipios de 14 entidades y los daños ascendieron a 45 mil 300 millones de pesos[2]. Una de las causas principales está relacionada con el crecimiento urbano desordenado que ha ocupado zonas no aptas, este fenómeno trae como consecuencia un mayor número de población expuesta y más vulnerable, ya que la mayoría es población marginal, por lo que se incrementan potencialmente las posibilidades de la ocurrencia de desastres mayores, es por ello que el tema de la prevención ha tomado capital importancia.

La estrategia de la prevención establece tres pasos fundamentales, primero identificar los peligros y amenazas a que estamos expuestos, segundo estudiarlos y conocerlos para saber en dónde, cuándo y cómo nos afectan y tercero establecer programas de protección civil.

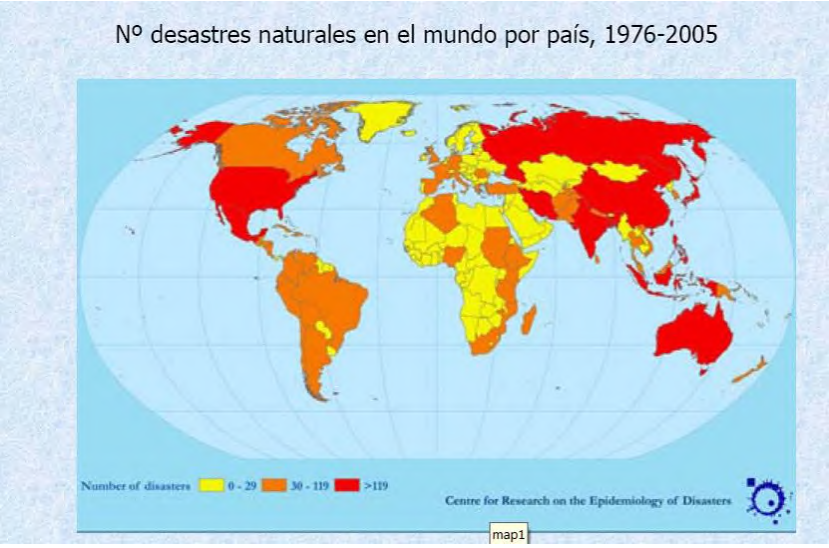


Imagen 1. Mapa muestra las zonas de mayor desastre registradas entre el año de 1976 y el 2005, se observa que México es uno de los que registra mayores eventos

[1] Tomado del Atlas Nacional de México, CENAPRED, 2004.

[2] Tomado de El Universal, Martes 30 de noviembre del 2010 (Gerardo Mejía).

catastróficos. (Tomado de: Diluvios; Los desastres del Agua. Jorge Olcina Cantos. Universidad de Alicante. Ciclo de Conferencias. Fundación Juan March).

El territorio Jalisciense se encuentra sujeto a una gran variedad de fenómenos peligrosos tanto naturales como antrópicos, que pueden causar desastres. Del sinnúmero de volcanes activos en el país uno de los más activos es el Volcán Colima, lo que ha hecho necesario su permanente monitoreo, para poder anticipar algún evento paroxismal importante. La ubicación del estado dentro de una zona intertropical, lo hace sujeto a embates de huracanes. Los efectos de este tipo de fenómenos, en términos de marejadas y vientos, se resienten a lo largo de toda la franja litoral de estado; desde Cihuatlán hasta Puerto Vallarta. Los huracanes desatan intensas lluvias que traen aparejadas inundaciones en la zona costera y el interior del estado, así como importantes deslaves en zonas que topográficamente tienen fuertes pendientes. Aunque estos fenómenos no necesariamente se ligan con los huracanes, por ejemplo en la Zona Metropolitana de Guadalajara, las fuertes celdas convectivas que se forman han precipitado hasta 70 mm de lluvia en 24 horas. En sentido opuesto, la escasez de lluvia que se registra en diversas regiones que, cuando se mantiene por períodos prolongados, da lugar a sequías que afectan la agricultura, la ganadería y la economía en general.

Los tipos de desastres anteriores tienen como origen un fenómeno natural, por lo que suelen denominarse desastres *naturales*, aunque en su desarrollo y consecuencias tiene que ver necesariamente con el accionar humano.

Los estudios de los peligros cada vez son más objetivos ya que se basan en información física, mientras que los estudios de riesgo (vulnerabilidad) son mucho más complejos porque reflejan la interacción entre los procesos naturales y el entorno.

1.2.-Situación de los fenómenos peligrosos en el municipio.

En el municipio se presenta una modalidad de expansión territorial la cual tiene que ver con el crecimiento de zonas de alto riesgos hidrológico, geotécnico y

ambiental, lo que obliga a establecer una estrategia de disminución de las afectaciones a través de una política de mitigación y prevención.

Uno de los problemas más importantes en el municipio son las inundaciones y como en cualquier parte de México la urbanización ha provocado impactos irreversibles en los usos del suelo y significativos cambios en la repartición de los componentes del balance hídrico. La superficie impermeable crece al mismo ritmo de la urbanización, reduce las zonas de infiltración e incrementa los escurrimientos urbanos, aumentando la probabilidad y la magnitud de las inundaciones.

El crecimiento de la urbanización ejerce una mayor presión sobre los recursos hídricos de los cursos de agua periurbanos, parte de ellos están por extinguirse o bien ya se han extinguido, como se ha venido registrando en otras metrópolis como ciudad de México, Morelia, Monterrey. Ante estas circunstancias y la falta de una arquitectura e infraestructura urbana para afrontar la presión sobre los recursos hídricos, es ineludible invertir en investigación para resolver las eventualidades inmediatas y futuras, producto de los cambios de uso de suelo de cuencas urbanas y periurbanas, con ello podrán mejorarse los planes de desarrollo y la gestión del territorio.

1.3.-Riesgos naturales y ordenación del territorio.

El impacto de la peligrosidad de los fenómenos naturales tiene diversas formas de aminorarse. Las actuaciones de defensa ante riesgos naturales pueden ser preventivas, encaminadas a evitar daños; o ideadas para reparar las pérdidas ocasionadas por episodios naturales de rango extraordinario, es decir, una intervención *post* desastre.

Existe una relación directa entre la cantidad de inversión dedicada por los gobiernos a la prevención de desastres y la reducción del riesgo en un determinado territorio. Sobresale Japón, en donde se destina entre el 5% y 7% del presupuesto anual de ese país.

El avance en los sistemas de defensa (alertas tempranas) ha ido acompañado de la promulgación de abundante normatividad legal, específica y sectorial, que contempla medidas para reducir los efectos de los diversos riesgos.

La ordenación del territorio supone el control sobre la organización de asentamientos y actividades existentes en un espacio geográfico en aras de mejorar la calidad ambiental y social.

La ordenación del territorio se presenta, por tanto, como el proceso más eficaz para la reducción de la vulnerabilidad y exposición ante los peligros naturales. No obstante el ritmo de ocupación del espacio geográfico, el proceso de urbanización del suelo suele ir por delante del ordenamiento, de manera que el grado de riesgo lejos de reducirse, se mantiene o aumenta y no solamente por el “incremento” de la peligrosidad natural, sino por la proliferación de actuaciones humanas poco acordes con los procesos naturales del medio donde ocurren.

1.4.-Clasificación de las amenazas naturales.

Los criterios que se utilizaron en el presente estudio de Lagos de Moreno correspondieron con los empleados en el Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED, (2001) de la Guías básicas para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de peligros y Riesgos 2006 y en la Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros a Nivel de Ciudad (identificación y zonificación) del Servicio Geológico Mexicano, (2004), (2006). La clasificación se complementó con la experiencia del equipo de GEOSINTESIS.

De acuerdo con estos documentos, los grandes grupos de amenazas son de: origen geológico, hidrometeorológico, químicos, sanitarios, y socio-organizativos. (Cuadro 1).

Tabla 1. Fenómenos perturbadores naturales	
Fenómeno	**Tipo**
1. Fallas y fracturas	Geológico
2. Sismos	Geológico
3. Tsunamis o maremotos	Geológico
4. Vulcanismo	Geológico
5. Deslizamientos	Geológico
6. Derrumbes	Geológico
7. Flujos	Geológico
8. Hundimientos	Geológico
9. Erosión	Geológico
10. Ciclones. Huracanes	Hidrometeorológico
11. Ciclones. Ondas tropicales	Hidrometeorológico
12. Tormentas eléctricas	Hidrometeorológico
13. Sequías	Hidrometeorológico
14. Temperaturas máximas extremas	Hidrometeorológico
15. Vientos Fuertes	Hidrometeorológico
16. Inundaciones	Hidrometeorológico
17. Masas de aire. Heladas, granizo.	Hidrometeorológico
18. Masas de aire y frentes. Nevadas	Hidrometeorológico

Cuadro 1. Clasificación de las amenazas de acuerdo con SEDESOL (sin fecha).

Los peligros geológicos, de acuerdo con CENAPRED (2001), se clasifican de la siguiente manera: amenazas de tipo sísmico, volcánico, tsunamis y movimiento de ladera y suelo, a partir de la cual se hizo una reclasificación, tomando en cuenta el origen del fenómeno perturbador, por lo que se estableció una reagrupación definiendo los de carácter geológico-geofísico, como sismos, tsunamis, y vulcanismo; y, los de carácter geológico-geomorfológico, como los movimiento de ladera, que utilizan la terminología internacional propuesta por Verstapen, (1978), la que denominó movimientos en masa y deslizamiento; el término denominado movimiento de suelo se clasificó como fenómenos geotécnicos, del cual se desglosaron hundimientos y agrietamientos.

1.5.-Esquema general de los Atlas de Riegos a nivel Municipal.

El Atlas de riesgos es un conjunto de mapas, los cuales forman parte de un sistema de información integral sobre riesgos de desastre. EL objetivo es transmitir en el ámbito de la protección civil de manera integral la identificación de peligros y evaluación de los riesgos. Los antecedentes del atlas de riesgos se remontan al año de 1991, cuando la Secretaría de Gobernación publicó una primera versión del atlas, más reciente el Diagnostico de peligros e identificación de riesgos de desastre de la República Mexicana, elaborado por el CENAPRED

2001, y en al año del 2006 se elaboraron una serie de publicaciones tituladas "*Guía básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos"*. (Imagen 2).

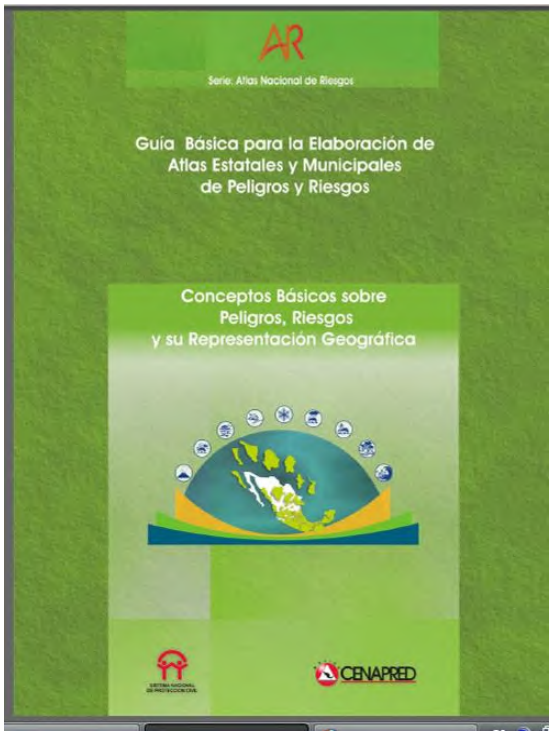


Imagen 2. La versión más actual (2006) del Atlas Nacional de Riegos, está compuesto de una serie de fascículos en donde se describe cada fenómeno peligroso.

A la par de este esfuerzo se elaboraron otras metodologías por instituciones del sector federal, específicamente de El Servicio Geológico Mexicano y SEDESOL. Cada uno de ellos ha generado una aproximación a la evaluación de los fenómenos peligrosos y la caracterización de la vulnerabilidad. Todos estos documentos sirvieron como referencia para elaborar el esquema metodológico que se aplicó al estudio de los distritos urbanos. (Imagen 3).

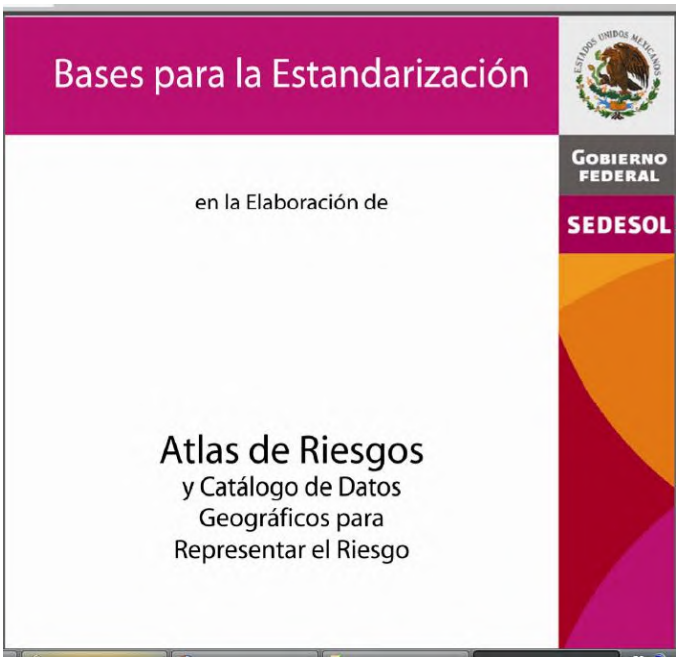


Imagen 3. Documentos que se han elaborado para tratar de normar las metodologías en la elaboración de los atlas de riesgos municipales.

La más reciente propuesta por parte de SEDESOL aporta los lineamientos básicos para detectar, diagnosticar y ponderar los riesgos (peligro y vulnerabilidad) en el territorio mediante criterios estandarizados, con catálogos y bases de datos homologadas y compatibles. Se basa en los criterios de clasificación y los términos de referencia establecidos por CENAPRED en términos de riesgos. La propuesta de esta **GUIA PARA LA ELABORACIÓN DE ATLAS DE RIESGOS Y/O PELIGROS** es la siguiente: (Imagen 4).

Imagen 4. El esquema utilizado para identificar el peligro a partir de la clasificación de la amenaza definido por CENAPRED. Establece los términos generales, así como el nivel de profundidad.

De acuerdo con la experiencia que tiene el equipo de GOESINTESIS[3], empresa que elaboró el estudio, existen una serie de debilidades en la propuesta metodológica que elaboró SEDESOL, una tiene que ver con una clasificación insuficiente de ciertos peligros como los hundimientos, no se conceptualiza que en los hundimientos existe un componente antrópico; como lo son los rellenos en zonas urbanas, por cierto es uno de los problemas más frecuentes en ciudades del estado de Jalisco, el segundo tema, son las inundaciones, se olvida que muchos de los problemas asociados a esta amenaza tienen que ver con cambios en las condiciones de las cuencas y que, es necesario establecer una metodología más completa, que aborde el ciclo del agua en cuencas periurbanas y urbanas, ya que se diferencian por la cantidad de superficie revestida, además los cauces presentan fuertes intervenciones e interferencias, por lo que presentan distintas funcionalidades, por otro lado, es necesario abordar el tema del

[3] El personal que elaboro el presente estudio, tiene la experiencia de trabaja en los proyectos del Atlas de Municipales de Zapopan, Tlaquepaque, Tonala, Tlajomulco, Chapala, Jocotepec y Puerto Vallarta; El Atlas Estatal de Riesgos, El Estudio de Las Grietas de Nextipac, El de las grietas en Ameca, y documentamos por primera vez los daños en Jalisco del evento del Tsunami del 3 de junio de 1932 en la literatura científica Internacional, trabajo publicado en La Reunión Nacional de Geofísica, Puerto Vallarta 2010.

microflujo, el cual representa uno de los componentes más peligrosos de las inundaciones repentinas en ciudades como Lagos de Moreno. Una tercera debilidad es que no se incorpora en la información multitemporal la cartografía antigua; particularmente la fotografía aérea del año 1970-71; escala 1:23,000 a color del INEGI, misma que es valiosa para conocer las características de los sistemas previos a la etapa principal de crecimiento (impacto) de las ciudades, en los años 1970, así también, los aspectos históricos están evaluados de manera poco precisa, sin jerarquizar las fuentes de información, y no considera la importancia que pueden tener las fuentes históricas locales.

1.6.-Condiciones generales de la información en los Municipios.

En general la información municipal con que se cuenta respecto a las características de los fenómenos peligrosos, la vulnerabilidad o los riesgos es muy escasa, desordenada, heterogénea, con alto grado de incertidumbre, no validada, no sistematizada y que normalmente se encuentra vaciada en planos imprecisos, por ello, es fundamental dar un paso firme para entender el nivel de peligro, riesgos y las zonas vulnerables que existen en los municipios, para establecer un marco de referencia territorial con el objeto de hacer valoraciones adecuadas del tipo de peligro y los diferentes niveles del mismo, a efecto de que esto permita establecer una política de prevención de desastres y su vinculación con la regulación del suelo, con el propósito de reducir al máximo la vulnerabilidad de la población ante los efectos destructivos de los fenómenos naturales.

1.7.-Descripción General de las Amenazas.

El municipio presenta diversos tipos de amenazas (fenómenos perturbadores) asociados a las condiciones geológico-geomorfológicas y topográficas-geomorfológicas e hidroclimatológicas, por lo que se registran problemas que van desde inundaciones repentinas en cuencas de naturaleza montañosas, inundaciones asociadas al incremento de los niveles de la laguna, Inundaciones en vía pública con severos encharcamientos asociados al comportamiento caótico del microflujo por la urbanización desordenada y falta de infraestructura, así

como también tenemos una diversidad de deslizamientos, que van del tipo rotacional en sedimentos lacustres a creep, fenómenos de expansión-contracción en zonas antiguas lagunares, es decir el municipio presenta una amplia gama de calamidades que pueden afectar o que han afectado los asentamientos humanos.

2.-DIAGNÓSTICO NATURAL DEL MUNICIPIO

2.1.-Localización de la zona de estudio

El municipio se localiza al nororiente de la ciudad de Guadalajara aproximadamente a 120 kms, sobre la carretera Guadalajara-San Luis Potosí. Sus límites son: al poniente con el Municipio de Encarnación de Díaz, y el estado de Aguascalientes, al norte con el estado de Aguascalientes, al oriente limita con el Municipio de Ojuelos y al sur con el estado de Guanajuato y el Municipio de San Julián (Imagen 5). Este sistema de asentamientos humanos está determinado por un conjunto de comunidades periferia a la ciudad, originadas por asentamientos de pueblos de indios como Moya, San Juan Bautista, y sobre los ejes de comunicación (carreteros) como: Lagos-El Cuarenta; Lagos-León, Lagos-Aguascalientes, así también se observa un conjunto de asentamientos en la zona conocida como Ciénega de Mata sobre un llano que se comunica territorialmente con el estado de Aguascalientes (Imagen 6).

Imagen 5. Mapa base de la cabecera municipal.

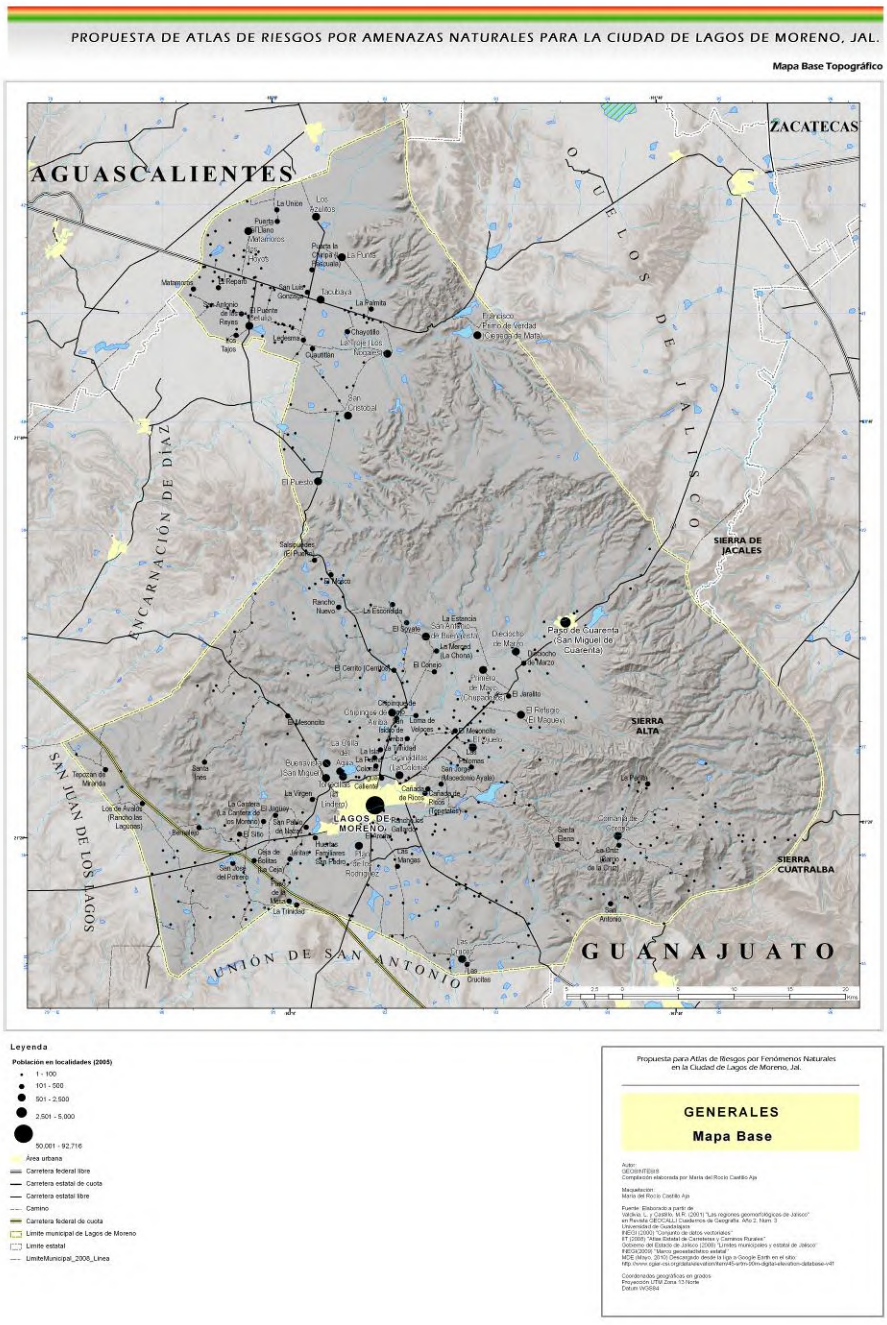


Imagen 6. Mapa base del municipio en donde se observa el patrón de asentamientos humanos. Predominan dos zonas el Valle de Lagos y los llanos de Ciénega de Mata.

2.2.-Geología regional de la zona de estudio.

El municipio se encuentra localizado entre La Faja Volcánica Transmexicana y el Altiplano Mexicano (Imagen 7). La Faja Volcánica es una zona ampliamente

estudiada por diversos investigadores nacionales y extranjeros, los trabajos más importantes elaborados son los de Venegas-Salgado et al., 1985; Delgado-Granados, 1993; Moore et al.,1994; Ferrari et al., 1994; Righter et al., 1995; Rossoti et al., 2006 entre otros, Los estudios de Urrutia et al., 2000[4], particularmente han ayudado a definir la secuencia volcánica identificada a partir de la magnetoestratigrafía y de los pozos geotérmicos exploratorios que ha elaborado la Comisión Federal de Electricidad en La Primavera, con objeto de explotar la energía geotérmica, el trabajo permitió definir las secuencias que forman el basamento de la Sierra Madre Occidental y La Faja Volcánica Transmexicana en este sector.

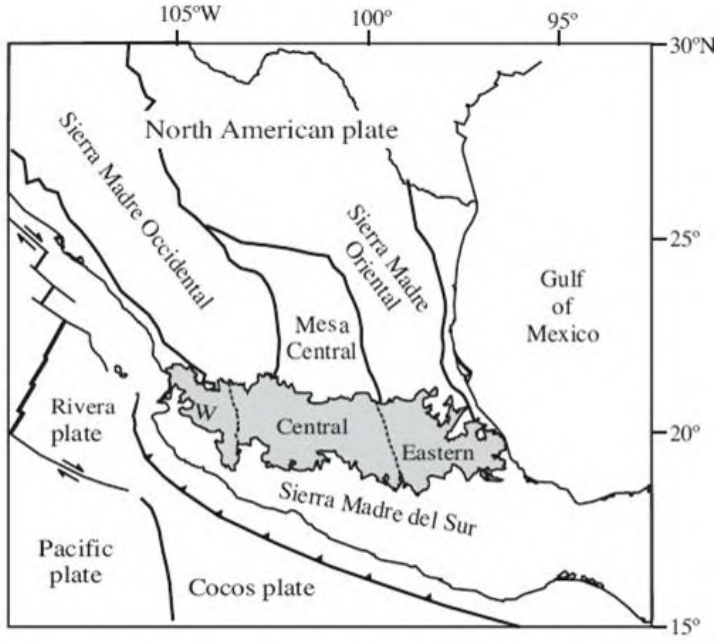


Imagen 7. Marca los tres sectores en que se divide la Faja Volcánica Transmexicana, tomado de Gómez Tuena et al., 2007.

La Faja Volcánica Mexicana de acuerdo con Gómez Tuena et al., 2005[5] es una provincia magmática constituida por cerca de 8,000 estructuras volcánicas y una

[4] J. Urrutia Fucugauchi, L. M. Alva Valdivia, J. Rosas Elguera, O. Campos Enriquez, A. Goguitchaichvili, A.M. Soler Arrechadle, C. Caballero Miranda, S. Venegas Salgado and S. Sánchez Reyes. Magnetostratigrahpy of the volcanic sequence of Río Grande de Santiago- Sierra La Primavera región, Jalisco, Western México. Geofísica Internacional 2000. vol., 39, Núm. 3, pp. 247

[5] Arturo Gómez Tuena, Ma. Teresa Orozco Esquivel, Luca Ferrari, Patogénesis ígnea de La Faja Volcánica Transmexicana. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, tomo LVII, NÚM. 3, 2005., p. 227-283.

gran cantidad de cuerpos intrusivos. Se extiende desde las costas de San Blas Nayarit hasta el Golfo de México en Palma Sola Veracruz.

La provincia volcánica tiene 1000 kms de longitud y una anchura variable. El origen está relacionado con la subducción al este de la Placa de Cocos y la microplaca de Rivera bajo la Placa Norteamericana a lo largo de la Trinchera Mesoamericana. La orientación de la provincia es en general en sentido E-O.

Para su estudio la Faja Volcánica se ha dividido en tres sectores de acuerdo con su génesis geológica tectónica y relieve predominante. Predominan una serie de fosas tectónicas, centros volcánicos, así como por la presencia de una unión de sistema de fallamiento llamado unión triple, la cual se forma por la intersección de los sistemas tipo *rifts* como son los de Zacoalco, Chapala, y Colima, Alan (1986) e*n* Gómez Tuena (2007).

2.3.-Evolución geológica de La Faja Volcánica Transmexicana.

La evolución del magmatismo en el tiempo y espacio ha sido intensamente discutida por un largo período, pero actualmente ya se tiene claro que existe una diferencia marcada entre la actividad volcánica que se registró en la Sierra Madre Occidental y la de la Faja Volcánica. De forma sintética la evolución de la Faja se puede resumir en los siguientes episodios:

- Creación de un arco volcánico de composición intermedia en el mioceno medio y mioceno tardío.
- Un episodio máfico del mioceno tardío.
- Un episodio silícico de finales del mioceno que llega a ser bimodal en el pleistoceno.
- La reinstauración de un arco con gran variabilidad composicional a partir del Plioceno tardío.

2.4.-Caracterización del sector occidental.

El rasgo morfoestructural que define las características geodinámicas de la porción occidente de la Faja Volcánica corresponde con un bloque continental llamado por Moseer et al; Ferrari et al., 1997 Bloque Jalisco. Los límites norte y

este están definido por una serie de *riffs* continentales y asimétricos constituidos por bloques continentales basculados con saltos de falla superiores a los 800 m, estas estructuras definen lo que se conoce como unión continental triple de Jalisco, o punto triple (PT) representado por el relieve denominado Cerro Viejo (Cerro Bola del Viejo).(Imagen 8).

De acuerdo con [6]Zarate et al 2005 la Unión Triple es una estructura neotectónica compleja y activa, la cual controla y regula el desarrollo de fosas tectónicas de fondo plano limitada por fallas normales, así como un conjunto de pequeños abanicos aluviales que han coalescido para formar un amplio piedemonte.

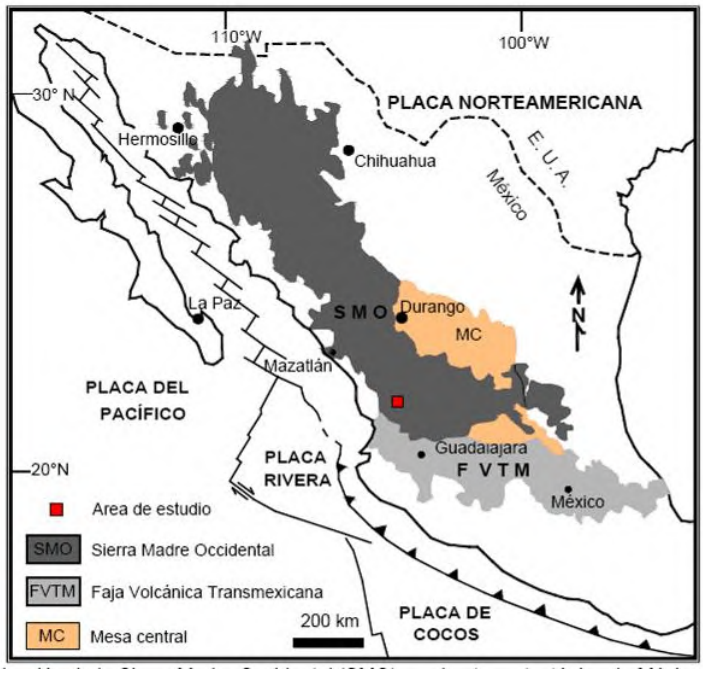


Imagen 8. Elementos tectónicos principales que existen en el Estado de Jalisco (tomado de Páez 2010.)[7] en Gómez Tuena[8] et al., 2007 P.135.

[6] Pedro Zarate del Valle, Bernard. °R.T. Simoneit. La generación del petróleo hidrotermal en sedimentos del Lago de Chapala y su relación con la actividad geotérmico del riff Citala en el Estado de Jalisco. México. Revista Mexicana de *Ciencias Geológicas,* año/vol. 22 número 003. Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro México, pp. 358-370.

[7] Vicente Páez Juárez. 2010. Análisis estructural en la región de Paso de La Yesca, límite entre los estados de Jalisco y Nayarit. Tesis Programa de posgrado en Ciencias de la Tierra. 2010

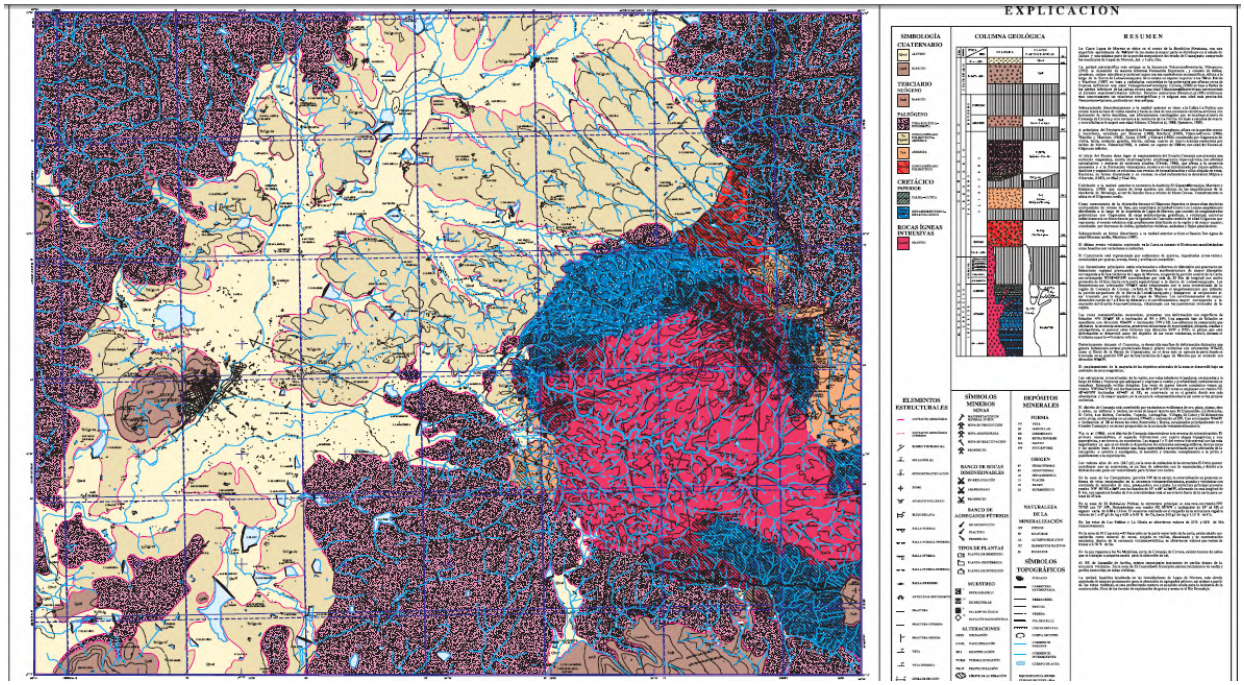
[8] Arturo Gómez Tuena, Ma. Teresa Orozco Esquivel, Luca Ferrari. 2007. Igneous petrogenesis of the Mexican Volcanic Belt, Geological Society of America. Special Paper 422.

2.5.-Caracterización del Altiplano Mexicano

Para el altiplano se tienen pocos trabajos, los más importantes corresponden con el de Ordoñez, 1964[9] quien la denominó como Mesa Central, corresponde con un altiplano rodeado de una serie de elevaciones, en donde se han acumulado productos continentales del terciario y cuaternario, en Jalisco se presenta a manera de llanos separados por serranías y mesas las cuales se encuentran por arriba de la cota 2,000 msnm. La parte occidental de la Mesa Central (zona de Aguascalientes-Ojuelos) consiste en una serie de valles anchos formados por fallas orientadas N-S, su evolución es compleja, se relaciona con eventos mesozoicos e influenciados por el vulcanismo y la tectónica cuaternaria, la que incluye plegamientos, tectónica de bloques, derrames volcánicos fisurales, intensa erosión en las laderas serranas y potente acumulación fluvial-lacustre y eólica en las depresiones y llanuras.

2.6.-Marco geológico regional.

Las rocas más antiguas que forman el basamento son del mesozoico y cenozoico perteneciente a la provincia del Altiplano Mexicano.



[9] Ezequiel Ordoñez

Imagen 9. Mapa geológico elaborado por el Servicio Geológico Mexicano. Se observa la complejidad de los elementos geológicos, particularmente para la sierra Alta o Comanja.

De acuerdo con la cartografía geológica escala 1; 250 000 de INEGI y del Servició Geológico Mexicano (Imagen 9) la geología superficial está determinada por un conjunto de cuerpos de diversa naturaleza en la zona de la sierra, en la base encontramos rocas metamórficas y un amplio afloramientos de intrusivos con mineralización (vetas), y en la ladera norte que da hacia el poblado de Guanajuato secuencias basculadas y falladas de rocas rioliticas e ignimbriticas. Al pie de este sistema serrano encontramos un piedemonte dilatado, formado por distintos eventos de tipo erosivo-acumulativo desde el Terciario, encontramos conglomerados parcialmente cementados cubiertos por aluvión cuaternario e interdigitado, en la parte final sedimentos finos como limos y arcillas. (Imagen 10).

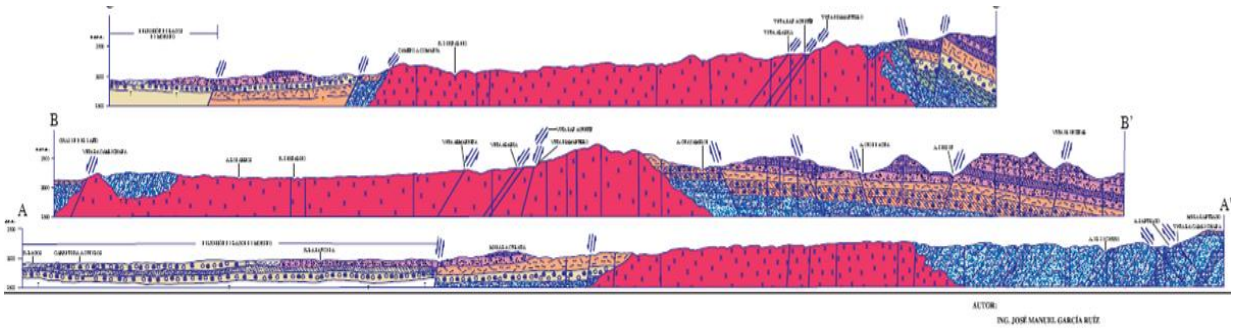


Imagen 10. Cortes estratigráficos entre Lagos y la sierra de Comanja, donde se puede observar claramente lo complejo de la geología y la tectónica de la región; la litología va desde diferentes eventos metamórficos, intrusivos, volcánicos terciarios y cuaternarios, así como eventos de mineralización y varias etapas de fallamiento y basculamiento de todas las secuencias.

2.7.-Geología Estructural y Neotectónica.

Las condiciones regionales de tipo tectónico se asocian con una zona de transición entre La Sierra Madre Occidental y la parte meridional de El Altiplano Mexicano. La información en esta última parte generalmente es escasa, aunque ha representado una zona de gran actividad minera (Comanja).

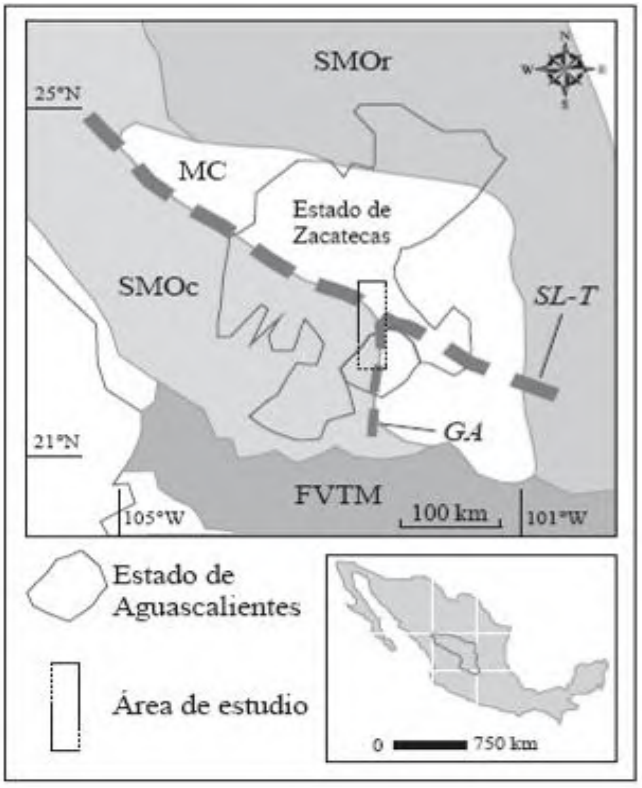


Imagen 11. Sistemas principales de fallamiento en la región. La falla maestra corresponde con la denominada San Luis-Tepehuanes corresponde con un sistema orientado NO-SE, que separa la parte norte de la Mesa Central de la parte sur, además del Graben de Aguascalientes, que funciona como límite entre el Altiplano y La Sierra Madre Occidental.

Desde el punto de vista estructural, Lagos de Moreno se encuentra cercano a tres estructuras de carácter cortica; el sistema de fallas San Luis-Tepehuanes (SL-T), el Graben de Aguascalientes y el Graben de Ojuelos, de acuerdo con Samaniego et al., 2005, el trazo de la falla de San Luis-Tepehuanes afecta una variedad de rocas con distintos tipos de deformación, por lo que se considera que ha tenido un papel relevante en la evolución geológica de esta región.(Imagen 11 y 12).

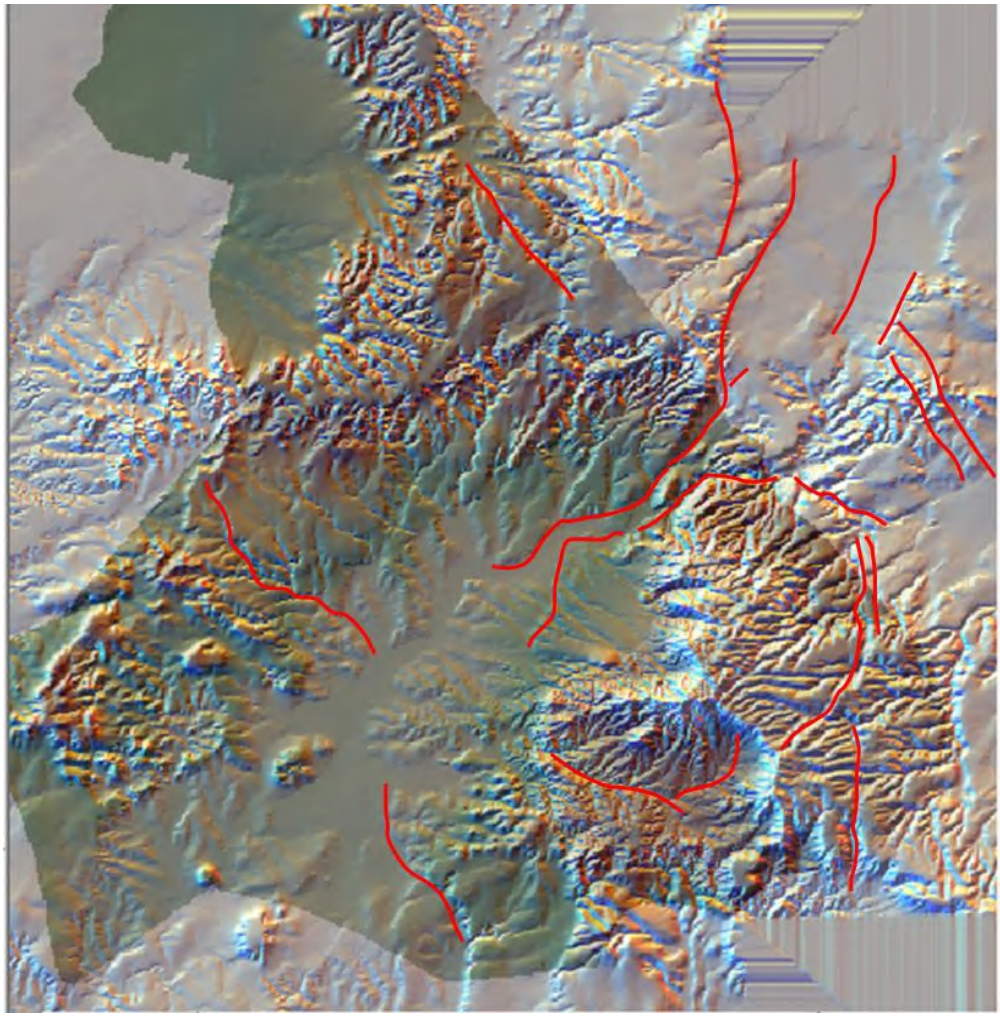


Imagen 12. Sistema de fallas principales del municipio se disponen en sentido SSO-NNE, corresponde con el llamado graben de Ojuelos-Lagos de Moreno, afecta los sistemas de piedemonte de la sierra de Comanja y de la sierra Los Puestos (Verde), así también se observa una serie de rasgos anulares que se encuentran en la sierra de Comanja, al sur se observa el sistema de fallas de San Julián.

2.8.-Geología del municipio.

La geología está relacionada con la evolución del altiplano mexicano y de la presencia de una cuenca sedimentaria de edad del terciario, forma parte de La faja Volcánica Transmexicana. La Geología superficial del entorno de la ciudad de lagos es la siguiente: se localiza un macizo serrano compuesto de una secuencia de rocas Js Vs Tpg Gr, To R, ToR Ig, al pie, se puede observar amplios piedemontes formados de Tm Ar-Cgp, lomeríos formados por tobas rioliticas y una serie de mesas ligeramente basculadas de naturaleza basáltica, en la parte baja tenemos conglomerados cuaternarios y sedimentación lacustre. (Imagen 13).

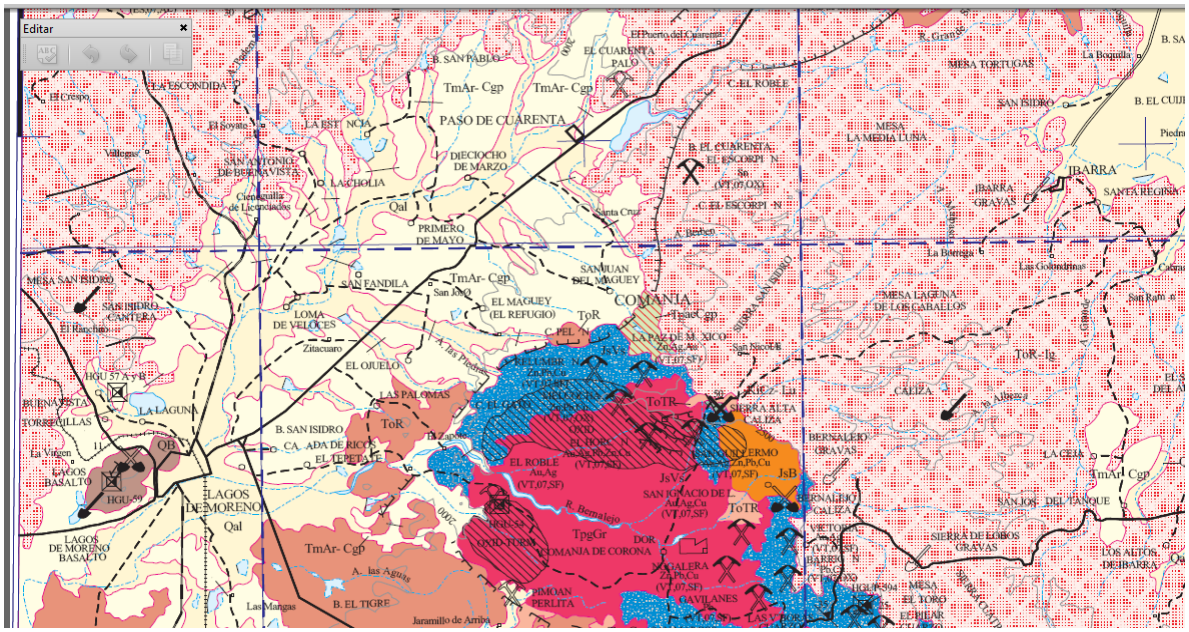


Imagen 13. Geología superficial en la carta Geológico-Minera elaborada por el Servicio Geológico Mexicano (carta 76 F14-7_GM).

2.9.- Descripción de la litología.

Es un cuerpo serrano que, desde el punto de vista topográfico y geológico es complejo, está formado de una conjunto de estructuras menores, compuestas de sedimentos jurasicos en la parte sur y de calizas con rocas riolitcas y tobas, además de intrusivos de edad terciaria, esta condiciones se reflejan al observar dos cuerpos principales, el primero corresponde con un domo, parcialmente erosionado por los Ríos Lagos y el Río El Cuarenta, el cuerpo principal esta basculado en la parte norte, presentando el escarpe más importante hacia la ciudad de Lagos de Moreno, a lo largo de todo el rente del cantil se puede observar un cantil continuo con disyunción columnar lo que índica probablemente la presencia de rocas de naturaleza riolítica de edad terciaria. Utilizando la interpretación del MDT podemos observar un rasgo anular el que pudiera estar relacionado con una estructura tipo caldera, este tipo de vulcanismo se asocia con el estilo eruptivo de la Sierra Madre Occidental. (Imágenes 14 y 15).

Imagen 14. Al fondo se observa el perfil de la sierra de Comanja y la serie de cuerpos que la constituyen, formados de distinta naturaleza litológica.

Imagen 15. Riolitas que afloran en la base de las lomas, forman en el piso de la depresión de Lagos. (Erróneamente se han cartografiado como basaltos).

En el otro extremo del valle de Lagos tenemos a la sierra denominada Los Puestos es de menor altura y representa el límite norponiente del valle. Se forma de rocas dacíticas y andesìticas. Se encuentran altamente fracturadas, con intensos proceso de erosión. (Imagen 16).

Imagen 16. Rocas dacíticas forman el cuerpo principal de la sierra de Los Puestos.

2.10.-Planicie Fluvio-Lacustre de edad Cuaternaria.

El lecho del Río Lagos se formó en el piso del graben, los sedimentos que lo conforman están compuestos de la alternancia de conglomerados aluviales, flujos de corriente hiperconcentrados y sedimentación lacustre. (Imágenes 17 y 18).

Imagen 17. Sedimentos aluviales que forman la base del lecho del Río Lagos. Se considera que tienen un espesor de aproximadamente 250 m.

Imagen 18. Diferentes eventos de depósitos aluviales y lacustres sobre el piso del valle de Lagos. La capa blanca corresponde con sedimentos lacustres, la capa intermedia con gravillas fluviales arrastradas por corrientes de agua.

Por la parte sur del municipio aflora una secuencia lacustre de un antiguo paleolago de edad terciaria, el cual forma la cuenca sedimentaria de Teocaltiche-San Juan de Los Lagos, se pueden observar capas de sedimentos como limos, calizas, y areniscas parcialmente cubiertos por el vulcanismo cuaternario. (Imágenes 19 y 20).

Imagen 19. Capa de basalto (obscuro) cubriendo sedimentos lacustres (rojizo) en los límites de Lagos con municipio de San Juan.

Imagen 20. Diferentes eventos riolíticos que han formado las secuencias volcánicas en la zona de estudio.

2.11.-Descripción de los conglomerados de piedemonte.

Existe una gran variedad de lomas las cuales están asociadas con depósitos de conglomerados poligomicíticos terciarios, y flujos de riolita, así como antiguos niveles de peneplanación sobre intrusivos y metamórficos. Se han observado flujos hiperconcentrados sobre el corte de la carretera que va de Lagos de Moreno a Ojuelos. (Imagen 21).

Imagen 21. En primer plano se observan las lomas de piedemonte de la sierra Alta-Comanja corresponde con conglomerados terciarios. Al fondo se observa el perfil complejo de esta sierra.

2.12.-Geología de la cabecera municipal.

La cabecera municipal se localiza en la zona de transición entre las laderas (rolíticas) basálticas y la ladera de los cerros y la llanura aluvial del Río Lagos, presenta una zona de transición en sentido NO-SE. En las partes topográficamente altas se encuentran afloramientos rocosos, y en las cimas están cubiertas de una capa de arcillas autóctonas, en la parte media de la pendiente de las rocas comienza a registrarse una capa que paulatinamente se va engrosando en dirección al talweg del Río Lagos. Se compone de material proluvial y arcillas, en los cortes marginales del lecho se observa conglomerados aluviales y material antrópico de relleno.

2.13.- Geomorfología

El relieve del municipio se localiza en la intersección del la provincia denominada El Altiplano Mexicano y La Faja Volcánica Transmexicana, es decir la tipología de las formas geomorfológicas contienen elementos de ambas provincias. Los rasgos geomorfológicos asociados con La Faja Volcánica Transmexicana se relacionan con mesas basálticas asociadas a actividad volcánica cuaternaria, formando relieves tabulares con distintas dimensiones y características; siendo la Mesa de

Lagos (Imagen 22) el rasgo topográfico más significativo del paisaje de esta región, así también tenemos un conjunto de lomas bajas como en las que está sentada la ciudad de Lagos. (Imagen 23).

Probablemente el emplazamiento de este relieve volcánico represó el Río Lagos y el Comanja generando durante el pleistoceno un amplio lago, el cual paulatinamente fue modificando sus dimensiones en función de los cambios climáticos y la erosión, este sistema lagunar fue capturado y conectado fluvialmente por el sistema del Río Verde, posteriormente a esta captura quedaron pequeños remanentes, ya en la época colonial, y para el siglo XIX, algunas partes de ese pequeño sistema lagunar fueron secadas para ampliar la frontera agrícola en el valle o actividades agrícolas o de comunicación con los asentamientos de los pueblos de indios. En la imagen de la fotografía aérea del año de 1970 se puede observar rasgos que indican la presencia de un cuerpo de agua más cercano a la ciudad de Lagos, en la parte noroeste (actualmente la zona conocida como Las Huertas).

Imagen 22. Uno de los hitos topográfico más importantes del municipio se conoce como “la Mesa Redonda”, su origen se relaciona con la actividad volcánica basáltica cuaternaria y modelada por procesos erosivos de tipo regresivo y gravitatorio.

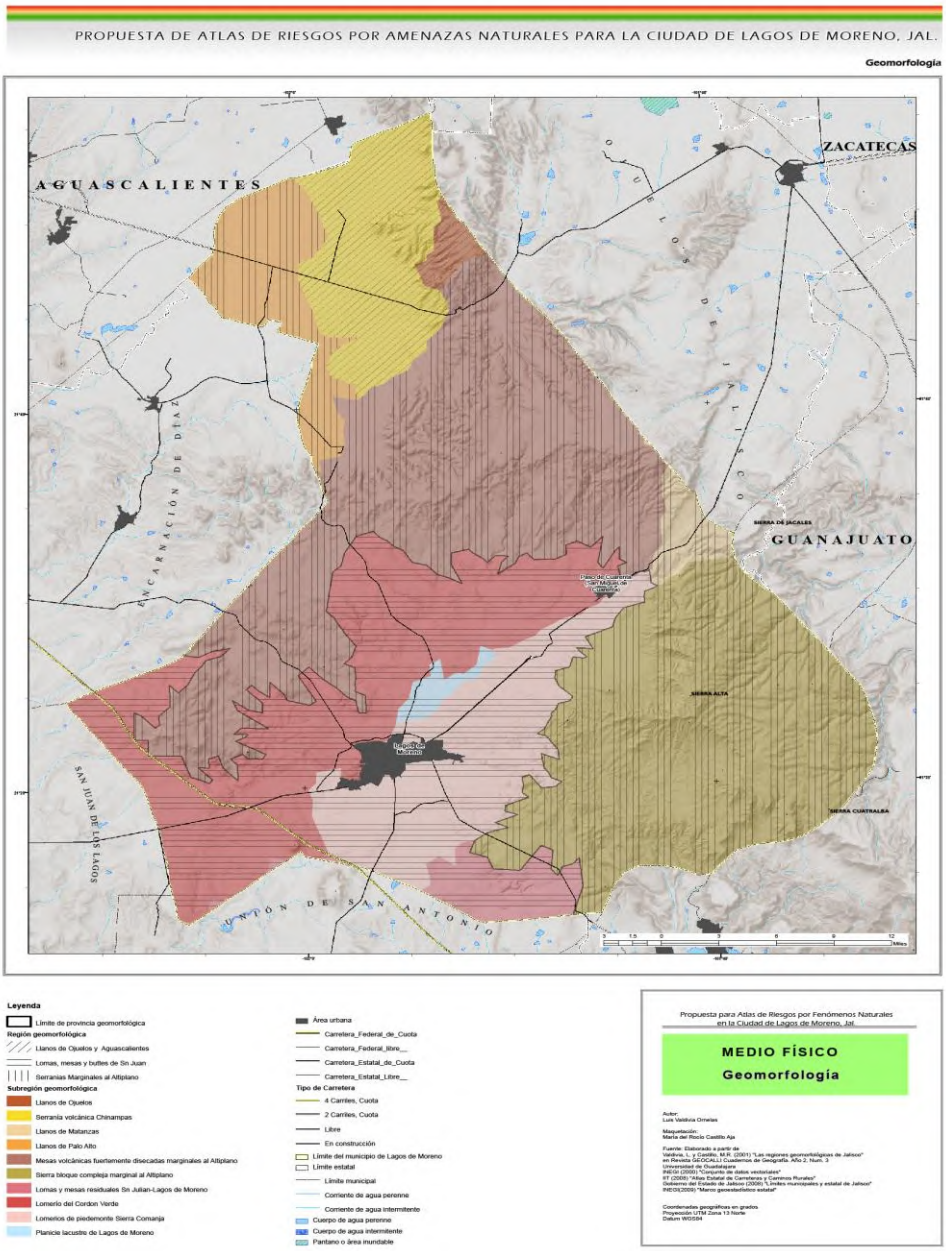


Imagen 23. Unidades geomorfológicas principales.

Los rasgos asociados con proceso de sedimentación continental de carácter fluvial y lacustre, los tenemos en el piso del valle de Lagos, estructuralmente corresponde a un graben. Sobre esta unidad tenemos secuencias intercaladas de conglomerados poligomicíticos y sedimentación lacustre, esta unidad ha tendido a perder superficie a expensas del crecimiento de amplios piedemontes que se

forman en las márgenes de las sierras; tanto la de Comanja-Alta (Cuatralba) como la de Pajaritos-Verde.

Los piedemontes se han formado a expensas de los procesos degradativos de las sierras que flanquean el valle, particularmente en la zona de la sierra de Comanja, donde se puede observar intensos procesos erosivos, asociados a una red hidrográfica densa con gran cantidad de tributarios, en las cabeceras tenemos amplios circos erosivos, todo facilitado por una litología deleznable, en donde predominan intrusivos; metamórficas y riolíticas altamente fracturadas, así mismo se observan piedemontes Terciarios, parcialmente desmantelados por la erosión cuaternaria.

-*Sistemas* serranos

Los sistemas serranos, se disponen en sentido SO-NE, las estructuras más importantes están representadas por la sierra Alta-Jacales (Comanja), la cual se encuentra en el límite con el estado de Guanajuato. Como se ha comentado anteriormente representa una topografía compleja. Los filos principales tiene una forma de Y, en la cual, el vértice es el punto más alto. Como se ha comentado en el apartado geológico está formado de una diversidad de litologías, por ello manifiesta esta gran diversidad de rasgos topográficos, por la vertiente poniente, la que da a la ciudad de Lagos, la topografía es muy irregular debido a la alta densidad de cauces que existen, ya que la ladera se compone de rocas altamente erodables; como las metamórficas o los granitos. La vertiente oriente es más dilatada, surcada por una red menos densa de escurrimientos pero sus cortes son más profundos generando importantes valles montañosos. En la margen norponiente de la sierra encentramos un sistema de elevaciones dispuestas SO-NE, con un piedemonte erosivo-acumulativo muy importante, observándose una gran cantidad de zonas de debilidad que están controlando los escurrimientos más importantes.

Imagen 24. Serranía de Los Puestos, delimita el valle de Lagos con el Altiplano (Llanos de Aguascalientes).

Valles intermontanos.

Se forman a partir de estructuras tectónicas denominadas grabens, el principal, corresponde con el valle de Lagos formado sobre una depresión tectónica, que proviene de La región de Ojuelos, en esta parte del Altiplano se forman todo un conjunto de fosas tectónicas que la caracterizan; siendo una de las más importantes el Graben de Aguascalientes. (Imagen 24).

-*Altiplanicie*, corresponde con llanuras dilatadas de poca pendiente, separadas por serranías y meas, estas provienen de los llanos de Ojuelos; al norte del Municipio y de los Llanos de Aguascalientes. (Imagen 25).

Imagen 25. La zona de Los Puestos-Cienega de Mata se encuentra localizada en la región de los Llanos de Aguascalientes.

Micromorfología de La Cabecera Municipal.

La micromorfología de la cabecera municipal está determinada por los elementos de carácter fluvial, como planicie, cauce, elementos de lomas, laderas bajas, cimas, y elementos de carácter, presencia de lagos (zona de San Juan Evangelista y Moya.

2.14.-Morfometría

2.14.1.-Caracterización de las pendientes.

Por sus condiciones geológicas- geomorfológicas la zona de estudio registra valores de pendiente contrastante, por un lado, en las partes bajas; que corresponde a los valles y piso de las fosas, se registran pendientes menores a los 6^0, contrasta por otro lado que, en las vertientes montañosas escarpadas los valores de la pendiente son superiores a los 18^0, incluso se tiene una gran cantidad de escarpes donde los valores alcanzan los 45^0. (Imágenes 26 y 27).

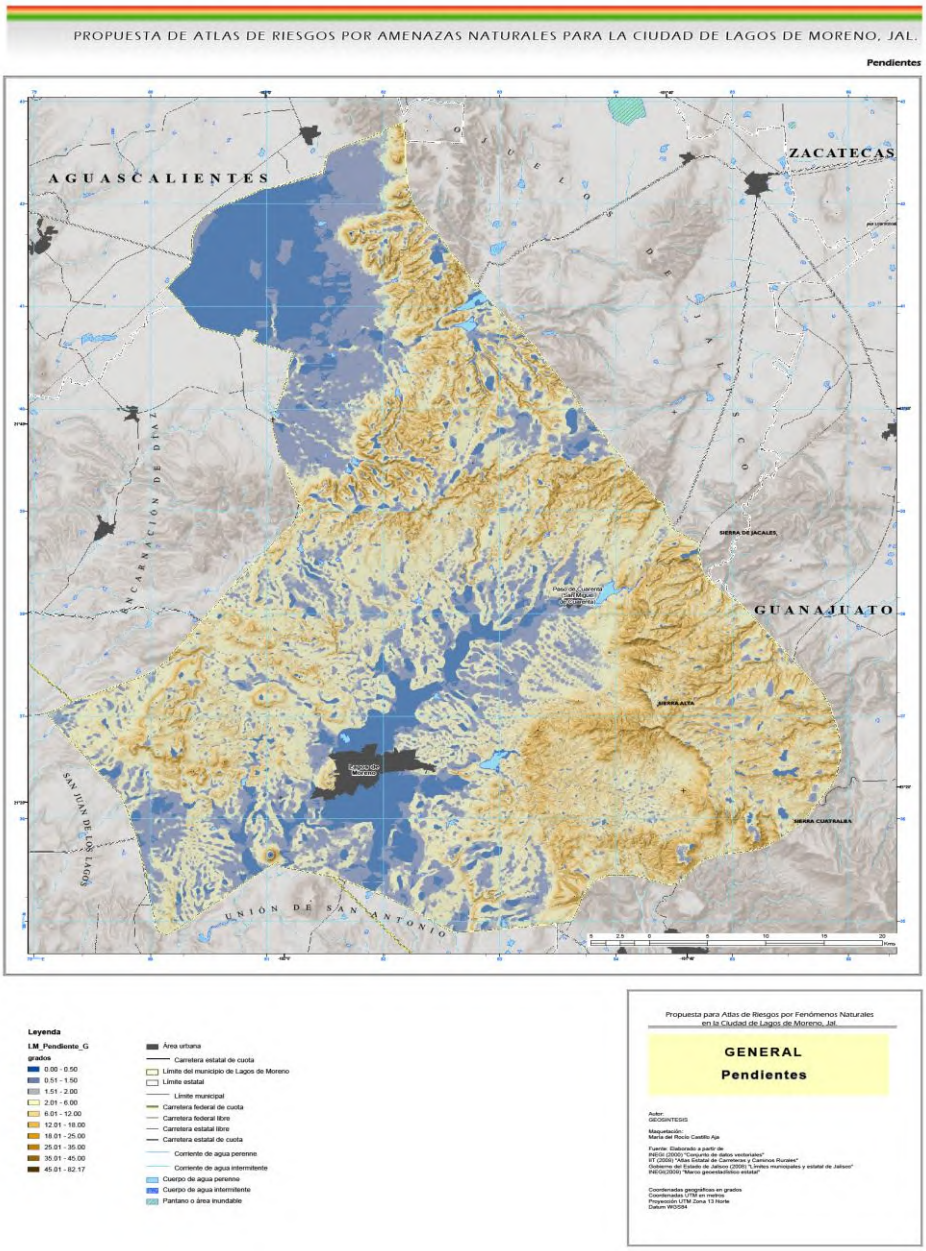


Imagen 26. Mapa de pendientes para todo el municipio. Se observa un sistema muy complejo principalmente para a zona de la sierra Alta-Comanja.

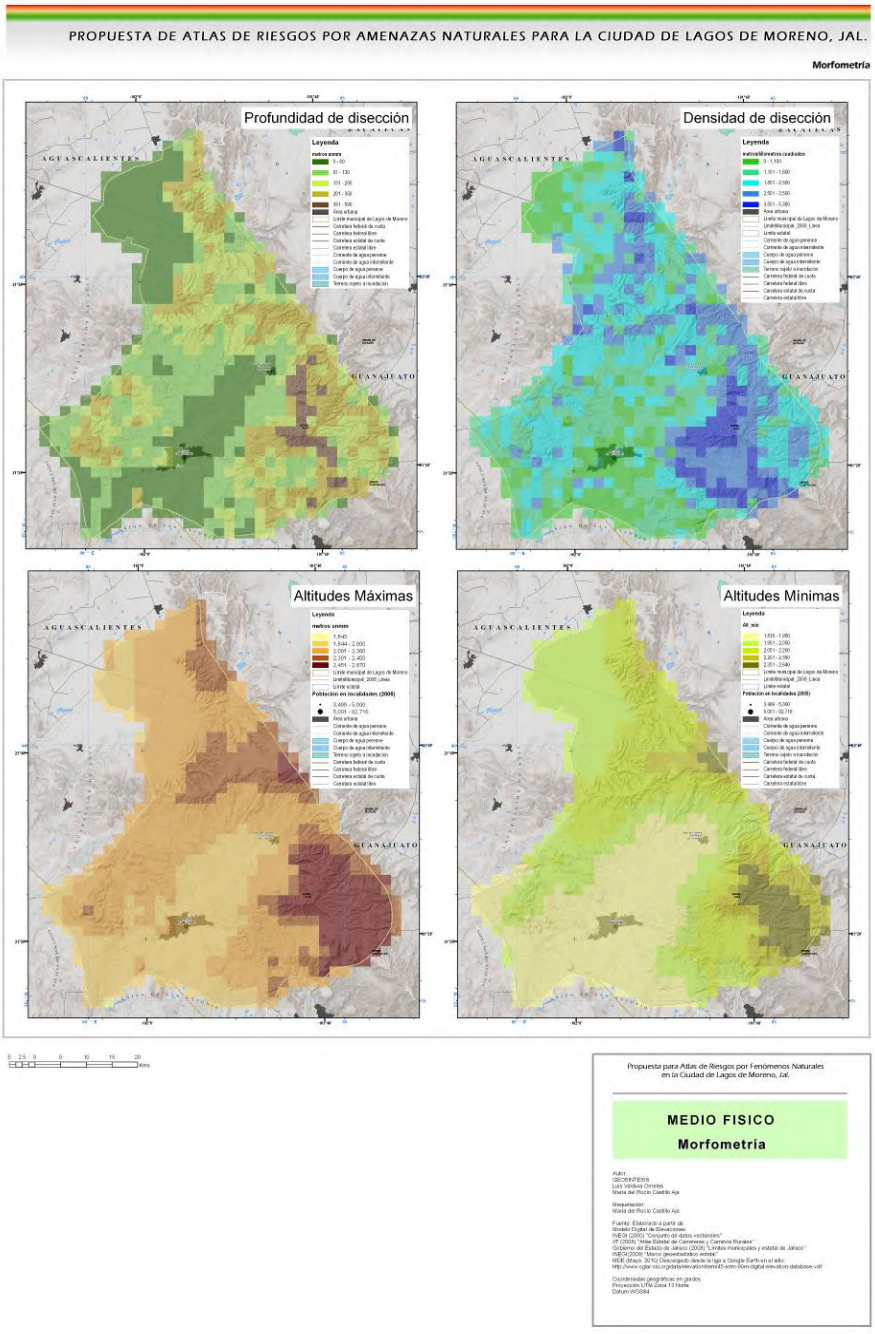


Imagen 27. Mapas morfométrícos en donde se observa los desniveles y las densidades de la disección, así como las alturas máximas, los mayores valores se concentran en las márgenes del valle de Lagos de Moreno.

Los escarpes principales en la zona de la sierra de Comanja, están relacionados con un afloramiento de la secuencia de rolitas, que corona toda la parte alta de la sierra, forman un cantil continuo de rocas con disyunción columnar, por otro lado, las zonas de fuerte pendiente están relacionadas con fallas que cortan

diagonalmente la vertiente formando profundas barrancas, esto se observa cerca de la población del Cuarenta, del lado oriental la vertiente registra amplios valles fluviales poco profundos pero de larga trayectoria. Controlados por un sistema de fallas. (Imagen 28).

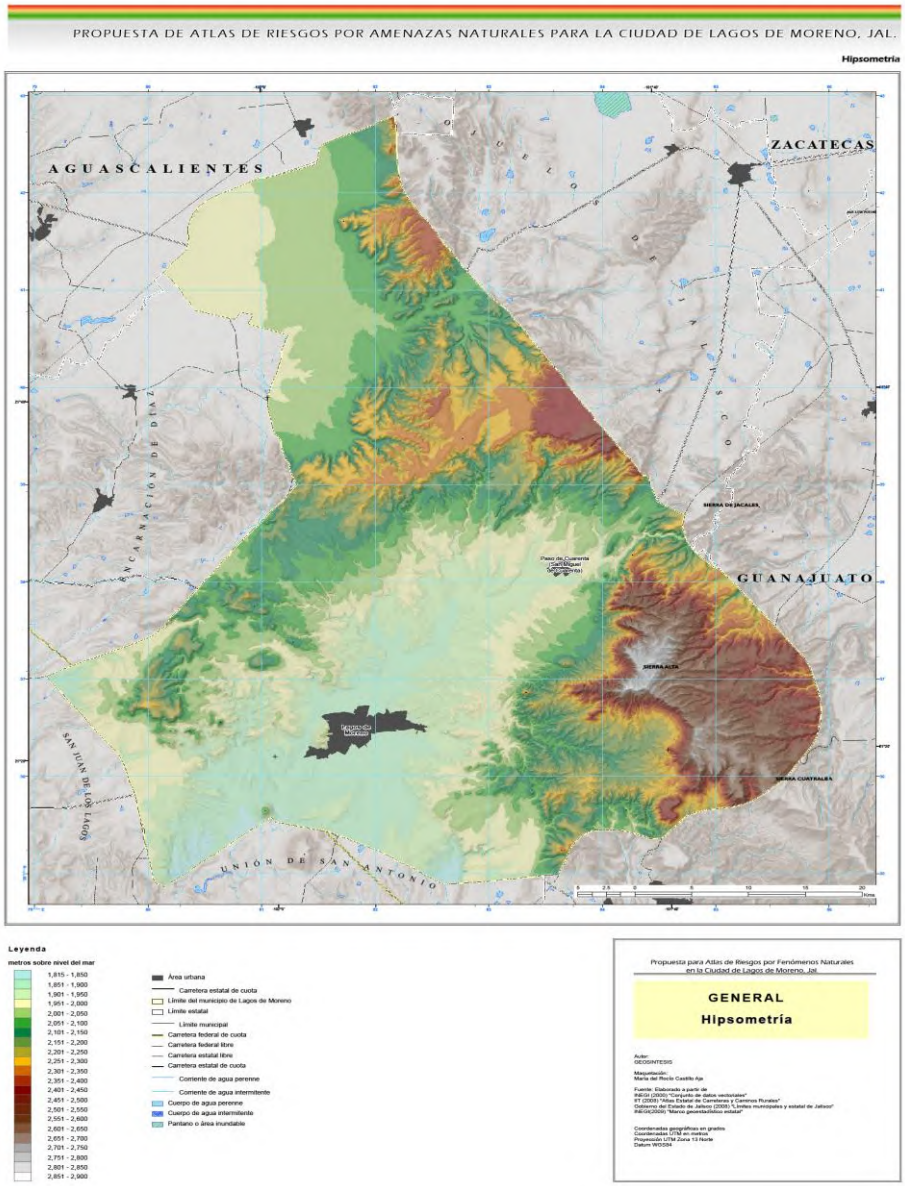


Imagen 28. Mapa hipsométrico para al municipio, se observa claramente el relieve predominante. Una estructura serrana principal alta con fuertes rasgos asimétricos de sus vertientes, el segundo conjunto serrano es alargado, dispuesto SO-NE, en donde se desprende un piedemonte dilatado parcialmente desmantelado, así como un valle formado en una estructura negativa tipo graben.

2.15.-.Tipos de suelo.

Los suelos que se han identificado son los siguientes:

- Suelos derivados de proceso de depositación cuaternaria de carácter fluvial y lacustre, con estratificación horizontal y subhorizontal. (Imagen 29).
- Suelos derivados de depositación terciaria de carácter lacustre y fluvial de tipo sedimentos de corriente, los estratos están inclinados, con discontinuidades angulares y estratigráficas, la depositacion más reciente presenta planos de estratificación a favor de la pendiente. (Imágenes 29, 30 y 32).
- Suelos derivados de la intemperización del basalto y la andesita, depositado sobre laderas (café bajo). (Imagen 31).
- Suelo rocosos derivados de andesitas, basaltos, intrusivos y metamórficos altamente fracturados e intemperizados. (Imagen 31).

Imagen 29. Sedimento lacustre en capas delgadas.

Imagen 30. Grietas que se observan en los sedimentos lacustres, reflejan cambios considerables en los valores de contracción lineal.

Imagen 31. Suelos derivados de la intemperización del basalto/andesita, localizados en las cimas planas de los *cerros* que circundan la cabecera municipal. La capa de arcilla tiene un espesor irregular alcanzando en algunos puntos más de 1 m de arcillas altamente inestables.

Imagen 32. Restos de un cuerpo de agua, salpicaban todo el paisaje en las inmediaciones del valle de Lagos a principios del silgo XX.

Imagen 33. Suelos derivados de depositación tipo proluvial sobre la ladera baja del cerro El Calvario.

2.16.-Comportamiento de los suelos desde el punto de vista geotécnico.

De acuerdo con el apartado geológico de los fascículos del Atlas de Riesgos elaborados por CENAPRED, 2006, los estudios elaborados por la CFE, los suelos se clasifican en:

1. Suelos firmes, en la zona de estudio corresponde con afloramientos de riolitas, andesitas y metamórficos

2. Suelos de transición, corresponde con suelos formados sobre laderas y en piedemontes, compuestos de conglomerados parcialmente cementados, intercalados de limos y arcillas.
3. Suelos inestables, corresponde con suelos lacustres y derivados de la alteración de basaltos y riolitas
4. Muy inestables, suelos de relleno de origen antrópico, formados de una diversidad de materiales, los cuales son de carácter heterométricos no consolidados.

2.17.-Descripción del sistema de morfolineamientos.

No existen estudios puntuales de carácter estructural en la zona de estudio. La única información estructural viene en la cartografía geológica del INEGI y del Servicio Geológico Mexicano, por lo que se procedió a hacer una serie de interpretaciones del MDT, parcialmente verificados en los recorridos de campo:

Para trazar el sistema de fallas, fracturas y morfolineamientos se procedió primeramente a mapear los elementos que están reconocidos en la cartas geológica 1:50,000 del INEGI y del Servicio Geológico Mexicano, para complementar la información, ya que es una zona muy compleja, se utilizaron filtros de luz con diferentes orientaciones para discriminar los sistemas de familias.

Se ha identificado el siguiente sistema de fallamiento, el cual incide directamente en las condiciones hidrográficas, hidrológicas, en el relieve y en las condiciones de estabilidad del suelo. (Imagen 34).

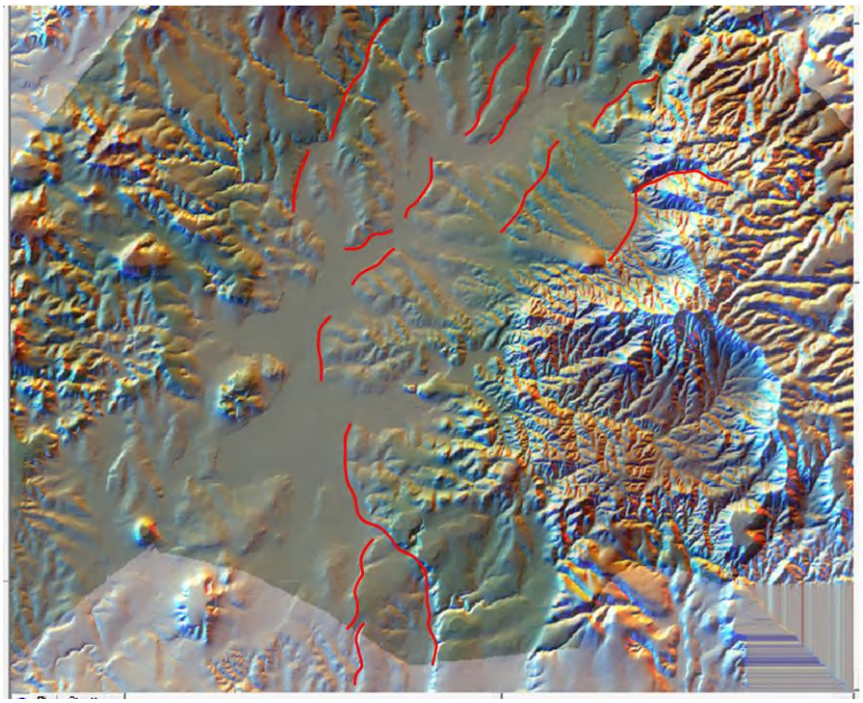


Imagen 34. Patrón estructural que forma el llamado Graben de Lagos de Moreno.

- Sistema de fallas (1) dispuesto NNE-SSE, representa el tren estructural principal, afecta varios tipos de rocas desde jurásicas hasta volcánicas riolitica terciarias, este patrón se observa claramente al norte del municipio y se pierde en flanco ponente, hacia el sur se marca claramente sobre las mesas basálticas de San Julián y San Diego de Alejandría. En el relieve se marca por la presencia de una depresión tectónica (Valle de Lagos).

- Sistema de fracturas de la sierra Comanja, su orientación es más en sentido NE-SO, se marcan sobretodo en la ladera oriente, por el trazo rectilíneo de los principales escurrimientos fluviales.

- Sistema de Fallas de San Julián, corresponde con un sistema N-S, corta la serie de mesas volcánicas que se forman entre Lagos y El Municipio de San Julián, en este sistema se observa claramente una serie de escarpes rectilíneos, los cuales se enmascaran sobre los sedimentos fluviales del Río Lagos.

2.18.-Aspectos hidrográficos.

El manejo del agua en México se realiza tomando como base las 13 regiones hidrológicas administrativas en que se dividió el país (dicha división fue establecida por la Comisión Nacional del Agua). Las regiones hidrológico-

administrativas están formadas por la agrupación de regiones hidrológicas conservando municipios completos, y para el óptimo desempeño de sus funciones, la Comisión Nacional del Agua, Conagua, cuenta con una Gerencia Regional en cada una de ellas. De acuerdo con la información de la regionalización hecha por la CNA, la zona de estudio se encuentra enclavada en la Región Hidrológica No. 12, correspondiente con La región de Lerma-Chapala-Santíago, en la subregión El verde-Lagos de Moreno, corresponde con una cuenca cerrada de naturaleza endorréica. (Imagen 35).

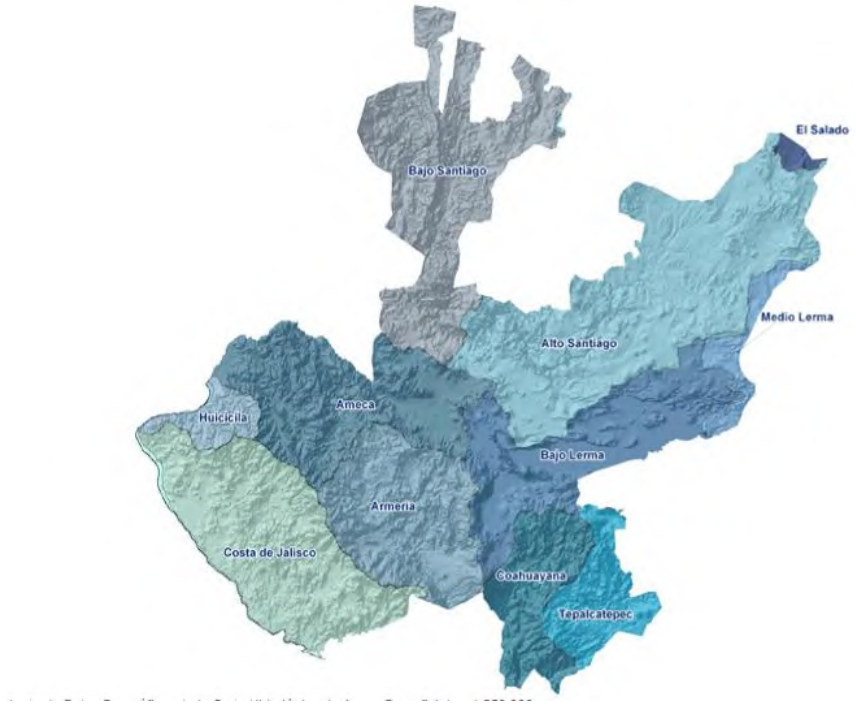


Imagen 35. Regiones hidrológicas para el estado de Jalisco.

2.19.-Región Hidrológica Lerma-Chapala- Santiago.

Es la región más importante del estado, no sólo por representar el 50% de la superficie estatal, sino por incluir un 70% de población y prácticamente la mayor parte de la industria. La principal corriente de esta región es conocida como Río Grande Santiago que se origina en el Lago de Chapala.

El territorio del municipio se localiza dentro de la cuenca RH12-I (Imagen 36).

Imagen 36. Regiones hidrológicas identificadas para Jalisco.

2.20.-Caracterisitcas hidrográficas de la zona antes de 1970.

A efecto de recuperar las condiciones generales hidrográficas previas al proceso de urbanización que comienza entre la década de los años 1970 y 1980 (particularmente en las inmediaciones del poblado de Lagos), se procedió a buscar información histórica, fotográfica, grabados y cartografía antigua. (Imagen 37).

Imagen 37. Pintura de la ciudad de Lagos de Moreno (sin fecha), la cual probablemente corresponde al periodo de mediados del siglo XIX. Se observa el convento de Capuchinas que parcialmente se construyó dentro del cauce del Río Lagos, otro rasgo interesante es la presencia de varios escurrimientos secundarios provenientes de Cerro del Calvario que cruzaban la población en sentido O-E.

.

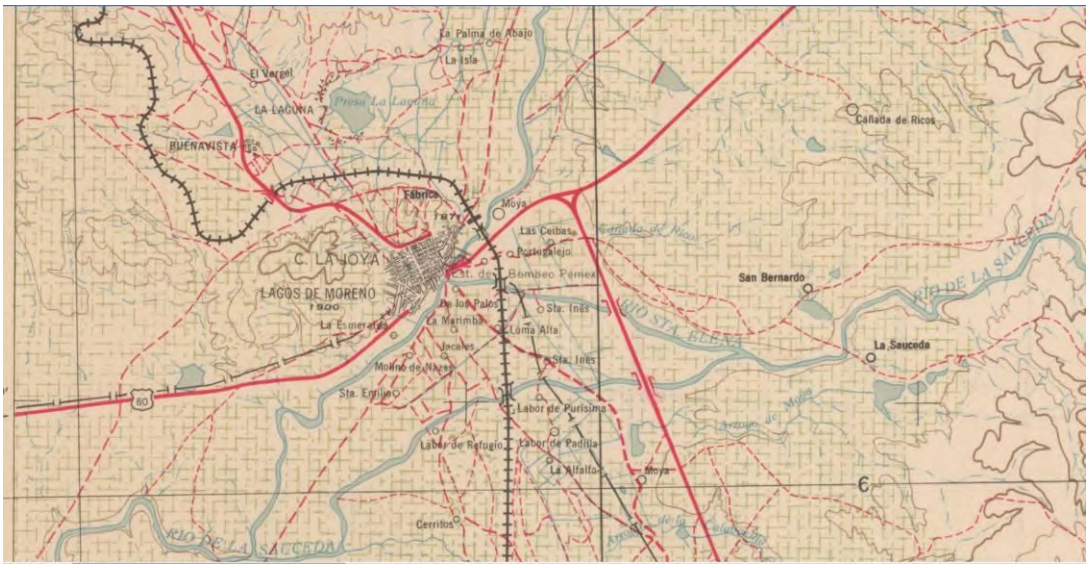


Imagen 38. Red hidrográfica existente en el año de 1957 en las inmediaciones de la cabecera municipal. (Tomado de la carta topográfica escala 1: 100 000 León 14Q-d (4), del Estado Mayor, Comisión Cartográfica Militar, Secretaría de La Defensa Nacional, Escala 1: 100 000.

Una de las características más importantes desde el punto de vista hidrográfico orográfico, es que en la microcuenca de arroyo La Sauceda, al momento de que sale del valle intermontano en la zona de la sierra de Comanja se bifurca, el

primero, denominado Río Santa Elena, desemboca al Río Lagos a la altura de la comunidad de Los Palos, y el segundo afluente desemboca al Río Lagos pasando la población aproximadamente a unos 12 kms de la desembocadura del primero. (Imagen 38)

2.21.-Hidrografía del Municipio.

De acuerdo con los rasgos topográficos, existen dos sistemas importantes, el sistema del Río Lagos y el sistema hidrográfico del Río Comanja-La Sauceda, el primero se forma en las laderas de los sistemas serranos que delimitan el valle de Lagos y el segundo drena el agua que se precipita en la sierra de Comanja.(Imagen 39).

- Sistema hidrográfico del Río Lagos, es el sistema más extenso que se localiza dentro del municipio, se forma en las laderas de la sierra Alta y la sierra Pajaritos, nace en la zona del Altiplano en el municipio de Ojuelos, se encañona a la altura del Paso del Cuarenta para bajar y formar un valla extensa y amplia en donde el cauce tiene un trazo sinuoso. Se puede observar que el trazo del río está pegado más hacia el noroeste, ello debido a la fuerte actividad de depósito que registran los sistemas hidrográficos que provienen de la sierra de Comanja.

- Sistema hidrográfico del Río La Sauceda-Bernalejo, es un sistema hidrográfico con una gran cantidad de tributarios de primer orden, aquí se concentran los valores más altos de densidad de corrientes fluviales, esta debido a los aspectos litológicos y el fracturamiento que registran las rocas, se observa una anomalía a la altura de la Presa del Cuarenta, ya que el cauce corta un lomerío, en vez de rodearla, esto probablemente se deba la presencia de una falla importante en esta zona.

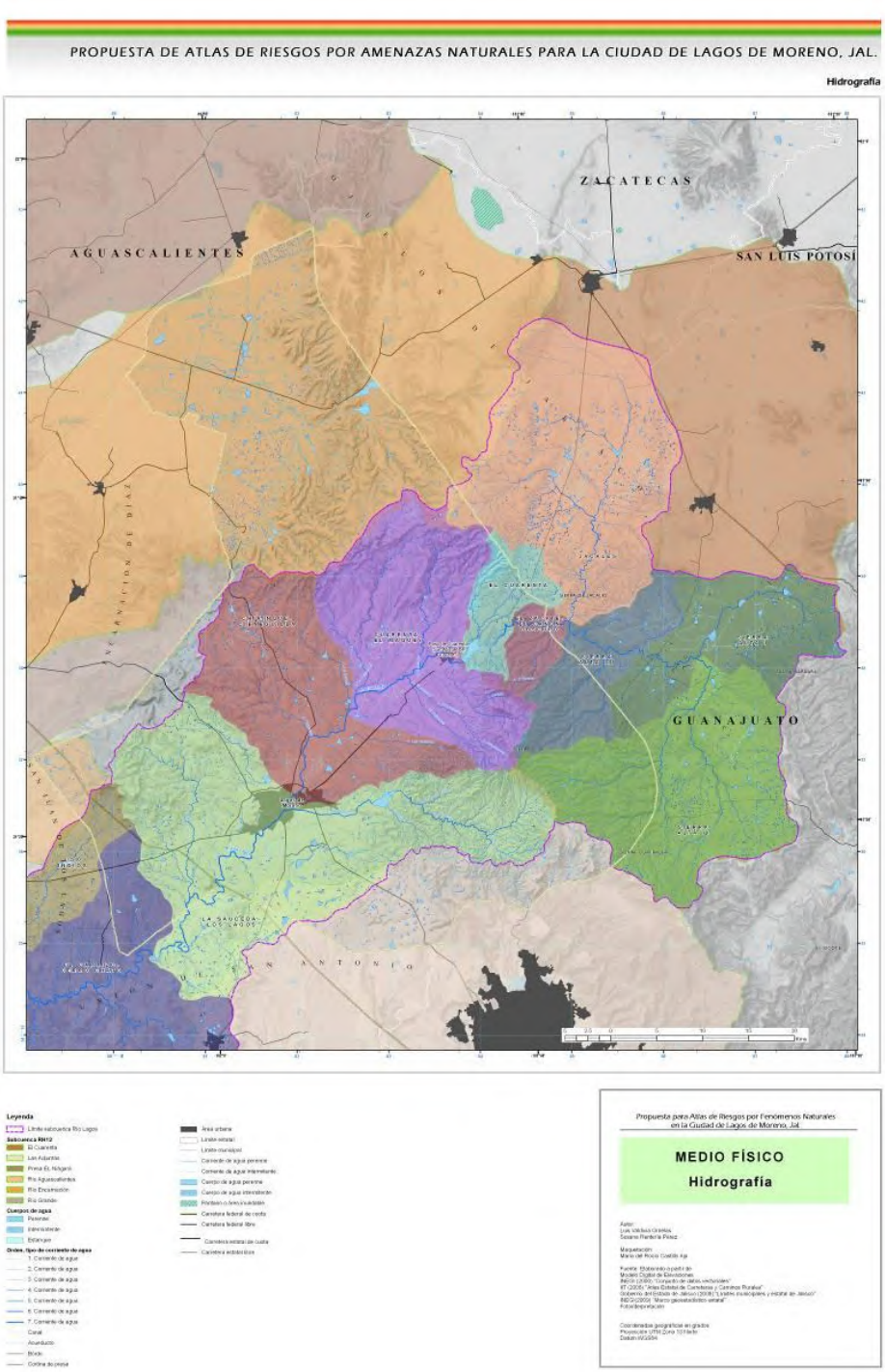


Imagen 39. Hidrografía municipal

2.22.-Paquetes litoestratigráficos.

Las unidades que afloran en la zona de estudio son:

Unidad Comanja (TII-JsM), corresponde con una secuencia de rocas que van de metamórficas, intrusivos y riolitas e ignimbritas, de color gris a café obscuro intensamente fracturadas, se pueden observar en las zonas topográficamente altas (serranías), se considera de mediana permeabilidad ya que las fracturas se cierran a profundidad, presenta intensos procesos de disyunción columnar, así como de fracturamiento.

Unidad basáltica Serranía Los Puestos. (B-LE-SF), corresponde con un paquete de gran diversidad de productos de naturaleza riolítica, tennos tobas y rocas ígneas acidas fuertemente fracturadas por un sistema ortogonal de fracturas.

Suelos residuales (T:Q) que, son suelos formados por la alteración fisicoquímica de las lavas y en menor medida de tobas, se observa en las zonas altas sobre las mesas y en las laderas de los lomeríos

Depositicos aluviales y lacustres, (D-A_L), corresponde con gruesas capas de conglomerados polimiciticos, con estratificación cruzada, intercalándose secuencias lacustres, se considera que el espesor puede ser mayor a los 100 m en la zona central del valle aumentando considerablemente. Representa la mayor superficie del municipio. Se considera de alta permeabilidad.

Morfodinámica

La zonificación geomorfológica está caracterizada de la siguiente manera:

- Los procesos erosivos fluviales y erosión laminar, se localizan en las zona serrana y en los piedemontes. (Imagen 40).
- Los proceso de acumulación se localizan en los valles y los llanos.
- Zonas de erosión fluvial, de tipo lateral y acumulación de arenas principalmente se localizan en el lecho menor y mayor del Río Lagos.

Imagen 40. Proceso erosivos en la serranía de Los Puestos.

3.- CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

3.1 Características demográficas

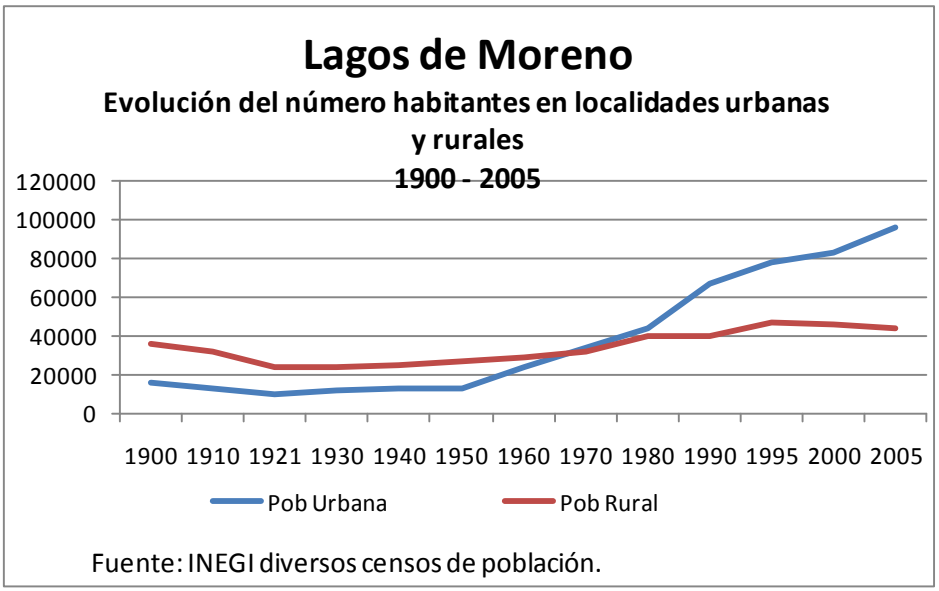
El Municipio de Lagos de Moreno tiene una población total de 153,855 habitantes (Resultados parciales, Censo 2010), siendo el séptimo municipio más poblado del Estado de Jalisco, que representa el 2.1 por ciento de la población total del Estado.

De conformidad con los patrones nacionales y estatales, desde 1970 Lagos de Moreno ha transformado su perfil de rural a inminentemente urbano. Desde la década de los 50 la ciudad ha crecido sostenidamente. En esta misma década la velocidad de crecimiento entre la población rural y la urbana empiezan a separarse a favor de la segunda. Son la transformación de las actividades económicas los que explican este cambio demográfico.
(Imagen 41).

Son las tasas de crecimiento poblacional las que nos muestran como la tendencia es constante y cuyos efectos repercutirán en el crecimiento de la población absoluta urbana. Por su parte la población rural ya presenta en el 2005 tasas de crecimiento negativas similares a las que se presentaron a principios del siglo XX.

Lagos de Moreno cuenta con 268 localidades, dos urbanas la cabecera municipal y Paso de Cuarenta (San Miguel de Cuarenta) y 7 más, mayores a 1,000 habitantes. El resto se distribuye en pequeñas localidades rurales.

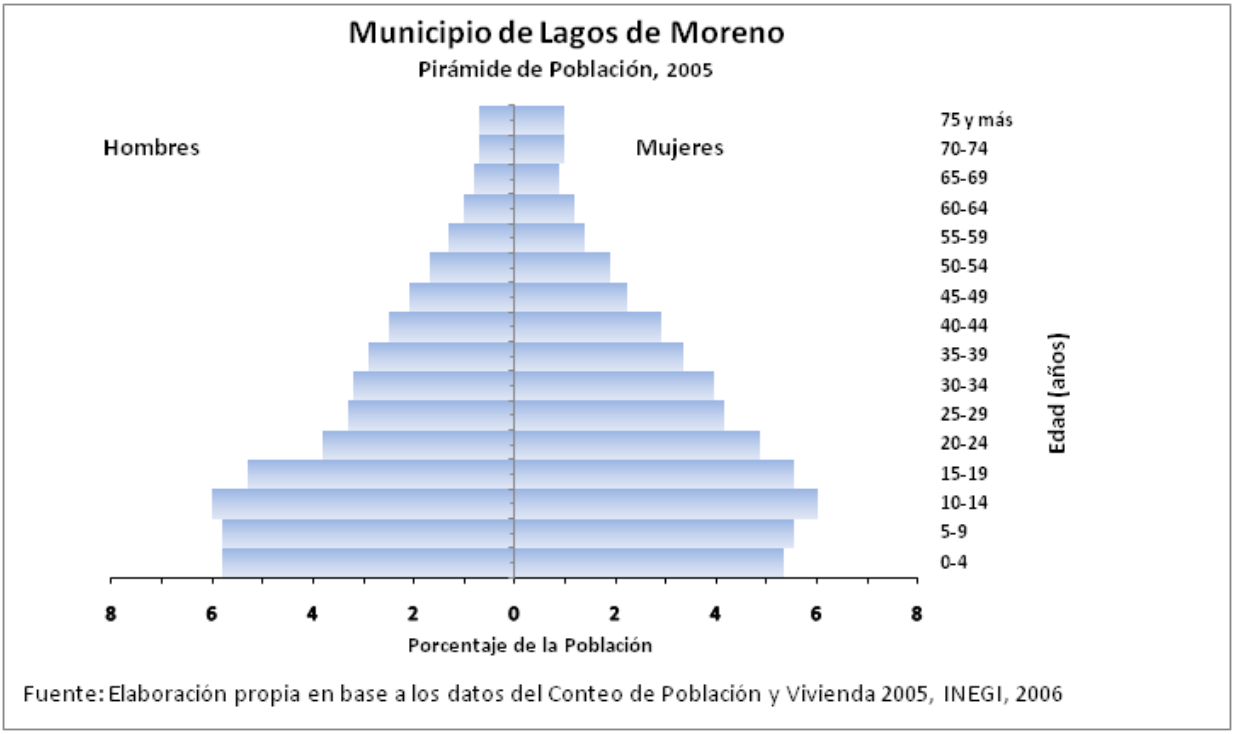
Imagen 41



Su estructura por edad y sexo de la población, representada gráficamente mediante la pirámide de población, refleja en primera instancia que se trata de una población joven en vías de una transición demográfica, pues al comparar la base de la pirámide del año 2000 y 2005 se observa disminución en la población de 0 a 4 años, es decir el nivel de fecundidad está disminuyendo. Lagos de Moreno tendría en aproximadamente 50 años la inversión de la pirámide poblacional, con mayor peso demográfico de la población de la tercera edad que la población considerada en edad productiva (15 a 65 años). (Imágenes 42 y 43)

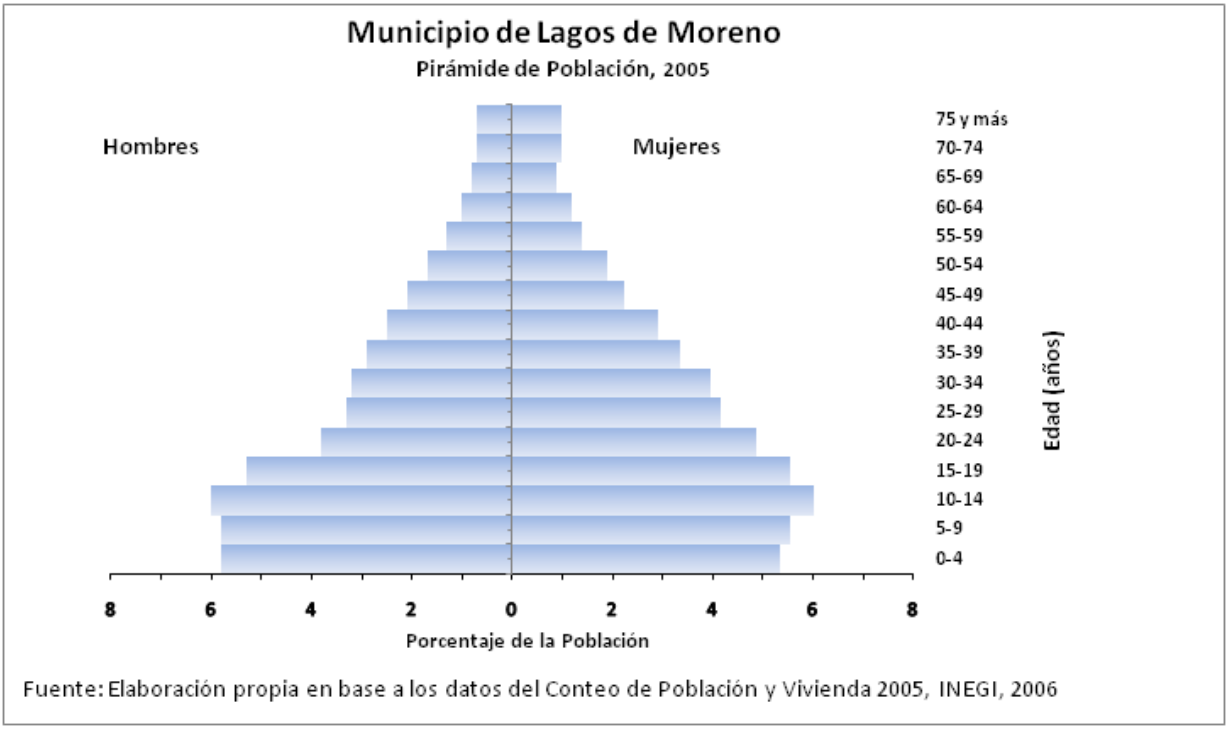
La relación hombre/mujer es de 93.9, es decir por cada 100 mujeres hay 93.9 hombres, Este indicador, conocido también como Índice de Masculinidad (IM), permite comparar los efectivos de hombres y de mujeres. Representa un complemento ideal de la pirámide de población pues permite analizar con más detalle la estructura por sexo de la población. El IM se calcula tanto para la población total como por edad o por grupos de edad, en números absolutos o en números relativos.

Imagen 42



Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Conteo de Población y Vivienda 2005, INEGI, 2006

Imagen 43



Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Conteo de Población y Vivienda 2005, INEGI, 2006

Desde el punto de vista gráfico y matemático el IM va disminuyendo con la edad: inicialmente es superior a 1 y posteriormente disminuye a medida que la edad

aumenta. En todas las edades los hombres mueren más que las mujeres, de esta manera el valor del IM disminuye progresivamente. Otro factor que incide en esta relación es el movimiento migratorio, que en el caso del Municipio de Lagos de Moreno refleja diversos niveles de emigración en la población masculina y en los jóvenes en edad productiva. Presentamos a continuación la gráfica del IM del Municipio, correspondiente al conteo 2005, esperamos actualizar los datos con los resultados definitivos del Censo 2010.

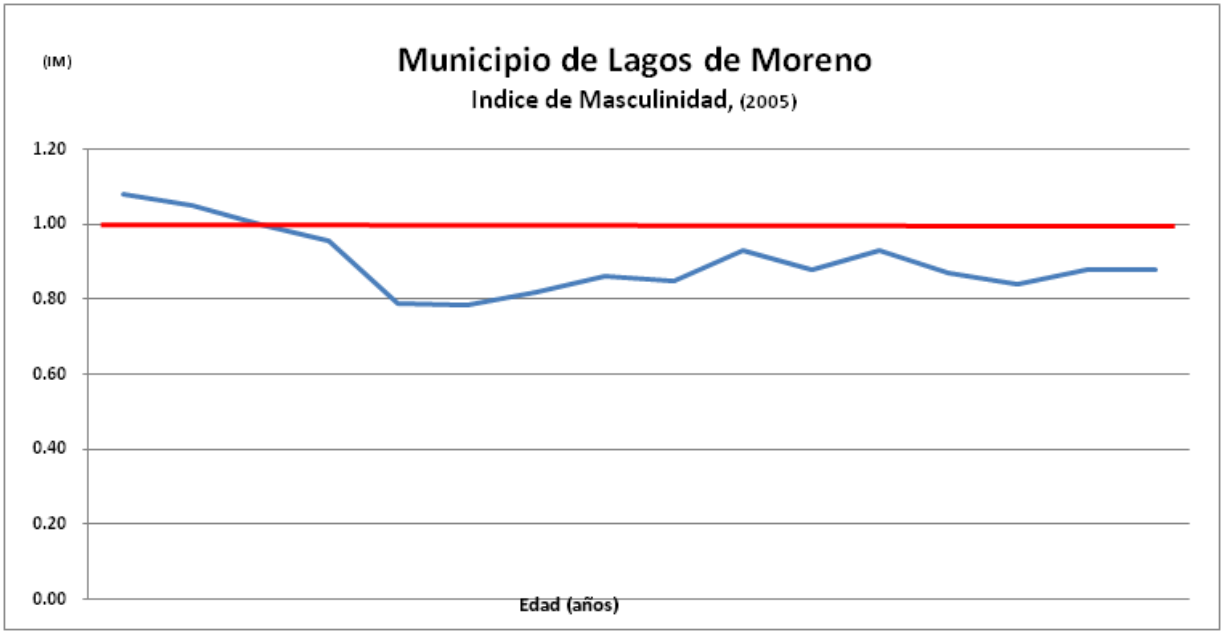
La relación hombre/mujer es de 93.9, es decir por cada 100 mujeres hay 93.9 hombres. Este indicador, conocido también como Índice de Masculinidad (IM), permite comparar los efectivos de hombres y de mujeres. Representa un complemento ideal de la pirámide de población pues permite analizar con más detalle la estructura por sexo de la población. El IM se calcula tanto para la población total como por edad o por grupos de edad, en números absolutos o en números relativos.

Desde el punto de vista gráfico y matemático el IM va disminuyendo con la edad: inicialmente es superior a 1 y posteriormente disminuye a medida que la edad aumenta. En todas las edades los hombres mueren más que las mujeres, de esta manera el valor del IM disminuye progresivamente. Otro factor que incide en esta relación es el movimiento migratorio, que en el caso del Municipio de Lagos de Moreno refleja diversos niveles de emigración en la población masculina y en los jóvenes en edad productiva. Presentamos a continuación la gráfica del IM del Municipio, correspondiente al conteo 2005, esperamos actualizar los datos con los resultados definitivos del Censo 2010. (Imagen 44).

En relación a la variable demográfica que mide la Mortalidad, consideramos únicamente la variable de la Mortalidad Infantil que es sensible a los factores socio-ambientales y de infraestructura de servicios. Observamos que el Municipio de Lagos de Moreno presenta en el año 2005 una Mortalidad Infantil de 22.53 decesos de menores de un año de edad por cada mil nacidos vivos; cifra que refleja indirectamente “regulares” condiciones de vida y de acceso a servicios de salud. Sin embargo este nivel es superior al promedio del Estado de Jalisco que

tiene una menor Mortalidad Infantil, de 15.25 defunciones de menores de un año por cada mil nacidos vivos. (COEPO, 2005).

Imagen 44



Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Conteo de Población y Vivienda 2005, INEGI, 2006

3.2 Características sociales del Municipio de Lagos de Moreno.

3.2.1 Escolaridad

El grado promedio de escolaridad en el Municipio de Lagos de Moreno es de 6.98, con cierta diferencia a favor de la población masculina, esta característica se repite en todos los niveles de escolaridad (COEPO, 2005). Comparado con el nivel promedio del Estado de Jalisco, está un grado y medio por debajo del promedio estatal. La distribución en los diversos niveles de escolaridad se presenta en la tabla siguiente: (Cuadro 2).

Cuadro 2. Población según nivel de escolaridad, Jalisco y Municipio de Lagos de Moreno, 2005

Característica de la población	Estado de Jalisco		Municipio Lagos de Moreno	
Población de 15 años y	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje

más				
Total	**4,484,515**	**100.0**	**89,187**	**100.0**
Masculina	2,127,915	47.45	41,207	46.20
Femenina	2,356,600	52.55	47,980	53.80
Analfabeta				
Total	248,513	5.54	8,641	9.69
Masculina	110,901	5.21	3,412	8.28
Femenina	137,612	5.84	5,229	10.90
Sin Escolaridad				
Total	280,133	6.25	9,592	10.75
Masculina	129,418	6.08	4,129	10.02
Femenina	150,715	6.40	5,463	11.39
Secundaria completa	959,626		17,696	
Población con estudios de nivel medio superior y superior				
Bachillerato	640,740		9,427	
Profesional	592,021		7,445	
Maestría/Doctorado	37,046		452	

Fuente: Consejo Estatal de Población, basado en INEGI. II Conteo de población y vivienda 2005.

Al relacionar algunas variables de educación en la conformación del Índice de Marginalidad (ver tabla en anexo), se observa en la población de localidades con alto nivel de marginación que también registran elevados índices de la población de 15 años y más de edad que no asiste la escuela, así como en la población joven y adulta que no concluyó la educación secundaria.

3.2.2 Densidad y hacinamiento

La densidad de población se encuentra en el centro de la cabecera municipal con más de 250 habitantes por hectárea, densidad alta para el tipo de población, sin embargo dada la extensión actual de la ciudad y su baja densidad, la densidad bruta total no supera los 50 habitantes por hectárea en una superficie aproximada de 2,400 has. El patrón de localización de ésta es centro periférica. (Ver mapa anexo)

Bajo estas características se presentan en lo general amplias casas habitación. Sin embargo, la insuficiencia de espacios al interior de la vivienda compromete algunas actividades esenciales para el desarrollo de las personas. Con base en las recomendaciones formuladas por el Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UN-HABITAT), se considera que en una vivienda existe hacinamiento cuando en ella residen tres o más ocupantes por cuarto (CONAPO, 2005).

En el Municipio de Lagos de Moreno se registran 29,286 (2005) viviendas particulares en las que el 24 por ciento de las viviendas presenta algún nivel de hacinamiento, aunque el promedio de habitantes por cuarto es de 2 personas. Para el resto de las localidades del Municipio, se observan diversos niveles de hacinamiento, alrededor del 50 por ciento de las viviendas presentan hacinamiento, con un promedio de 3 personas por cuarto; corresponden nuevamente a las localidades rurales que presentan muy altos y altos índice de marginación (ver tabla en anexo).

3.2.3 Estructura económica

Lagos de Moreno es un municipio que rápidamente ha venido adaptando su economía a las nuevas condiciones del siglo XXI apoyándose fuertemente en el sector industrial, y aprovechando su centralidad geográfica a favor del sector servicios. El Censo de población y vivienda de 1990 reporta que el 28.39% de la PEA se dedicaba al sector agrícola, 33.59% en el sector manufacturero y 32.63% al creciente sector servicios. Para el año 2000 se dio un incremento del número absoluto de todos los sectores, destaca el sector servicios con un 41.11% seguido de un fuerte sector secundario con un 36.28% y un no menor sector primario con un 22.61% de población económicamente activa.

De acuerdo a los Censos Económicos, la tendencia de crecimiento de la industria manufacturera y del sector servicios seguirán creciendo y el sector agrícola incrementará su productividad contratando menor cantidad de personal. Por su parte los sectores hotelero educativo y bancario han mostrado incrementos constantes de actividad.

En el mismo Censo de población y vivienda del 2000 se mostró una relación de dependencia económica de 32.7 es decir que por cada cien personas trabajan 32 este indicador se mantiene por debajo de las otras ciudades pequeñas en la entidad. Lo que nos muestra que las otras economías impulsaron una dinámica de menor dependencia lo cual se podría explicar por el desarrollo de la actividad terciaria, mientras Lagos de Moreno mantienen un fuerte arraigo en sus

economías Secundaria y Primaria. Es necesario esperar los datos del Censo 2010 para verificar estas tendencias.

De acuerdo a los datos del SEDESOL se considera que el PIB percapita en el municipio ronde sobre los 58,861 (base 1980) anuales y que este se incremente por cerca del 1% anual, es decir la actividad económica crecerá más rápidamente que el crecimiento poblacional.

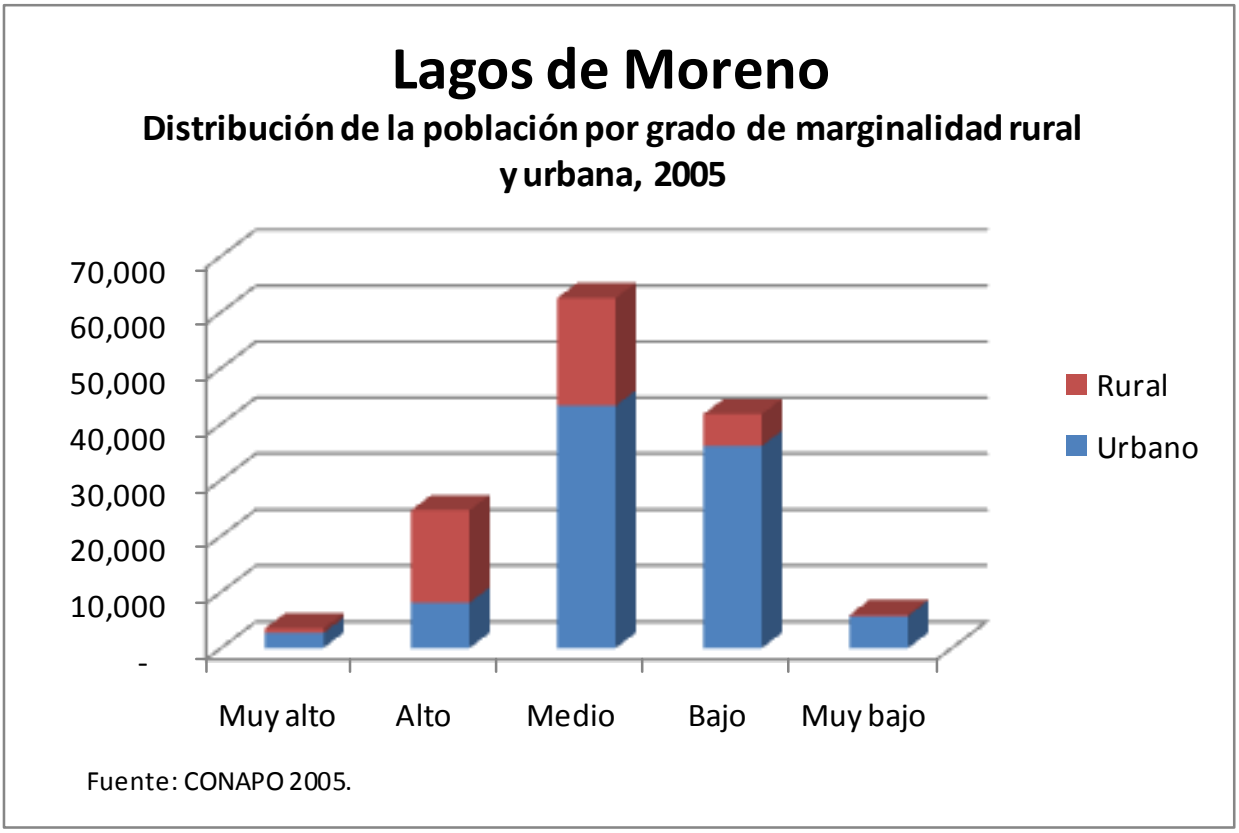
El fortalecimiento de la economía local acentúa el carácter industrial del municipio que de permanecer en estas condiciones, nos conduce a resaltar el rol de protección civil frente a los procesos industriales como probables generadores de riesgo.

3.2.4 Marginación

La situación de marginación de una población aumenta las probabilidades de vulnerabilidad ante situaciones de riesgo en general, dificulta su calidad de vida, y arriesga además su patrimonio. Debemos recordar que la situación de marginalidad también tiene impactos negativos en el medio ambiente, con el consecuente deterioro ecológico y contaminación que afecta al conjunto de la población municipal y en ciertos casos incluso afecta a los estados y municipios vecinos.

El Consejo Nacional de Población sintetiza la marginación mediante el índice de marginación urbana y por localidad, que permite diferenciar a las áreas geoestadísticas básicas (AGEB) del país, según el impacto global de las privaciones que padece la población como resultado de deficiencias en cuatro dimensiones: educación, salud, vivienda y la carencia de bienes de primera necesidad (CONAPO, 2005).

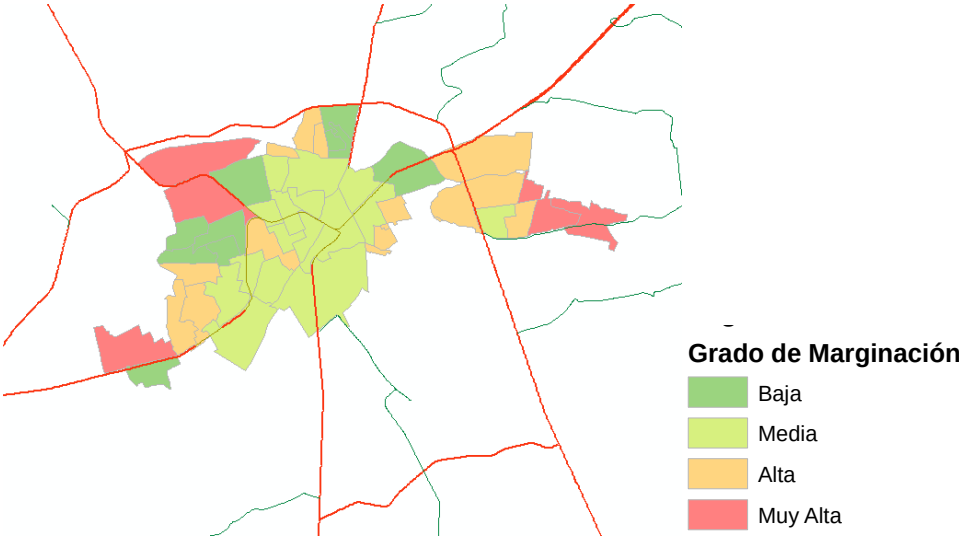
Imagen 45



La población del Municipio de Lagos de Moreno (datos II Conteo 2005) que vive en condiciones sumamente deficitarias, tanto en términos de las características de las viviendas que ocupa, como de su acceso a los servicios sociales básicos (Indice de marginación muy alto) son 3,481 habitantes (2.55% del total de la población del Municipio), se encuentran mayormente ubicados en la periferia de la cabecera municipal, 2.670 personas. Principalmente en la zona nor-poniente, aunque también se observan en la zona nor-oriente y sur-poniente de la cabecera municipal (Imagen 46).

Por su parte si consideramos la población que tiene un Indice de Marginación Alto, son 24,415 personas (19.05 por ciento) tenemos en conjunto 21.6 por ciento de la población del Municipio que necesita planes de acción que impulsen su mejor desarrollo socio-económico. La Alta marginación es predominante en el área rural. Es de observar que la distribución de las 811 personas de la población con muy alto índice de marginalidad en las localidades rurales es más heterogénea y dispersa, varía desde AGEBs con 6 habitantes hasta 63 habitantes.

Imagen 46. Ageb´s por grados de marginación



Por su parte la Alta marginalidad representa el 38.9 por ciento de la población rural se encuentra en esta condición, distribuidas en 145 localidades. Es decir 16,512 personas frente a 8,090 en la misma condición en la cabecera municipal.

El 20 por ciento de la población municipal se encuentra en alta o muy alta condición de marginalidad. Donde las localidades rurales en riesgo son fácilmente reubicables mientras que las urbanas requerirán de una política de mejoramiento barrial.

Son dos los asentamientos humanos que se encuentran en riesgo que a su ves presentan altos indices de marginalidad a de decir de Comanja de Corona, Pueblo de Moya. Comanja de Corona es una localidad clasificada de alta marginalidad urbana con 640 habitantes (2005) y que en los años 60 y 80 llegó a tener más de mil habitantes. Ahí el 61% de la población no tiene derecho a servicios de salud,
El primero
El 20 por ciento de la población municipal se encuentra en alta o muy alta condición de marginalidad. Donde las localidades rurales en riesgo son fácilmente reubicables mientras que las urbanas requerirán de una política de mejoramiento barrial.

Dos cuencas reportan inundación de asentamientos humanos, en el siguente cuadro presentamos la lista de las 30 localidades que presentas la posibilidad de

esta contigencia, el grado de vulnerabilidad es mayor cuando es catalogado como 4 y desenderá de a cuerdo a l número.

Cuadro 3

Lagos de Moreno
Localidades por grado de vulnerabilidad a las inundaciones
Rio Lagos y Rio Palo Alto
2005

Ageb	Localidad	Clave	Población	Viviendas	Grado de vulnerabilidad
002-5	Los Azulitos	140530021	2,087	478	4
001-0	Loma de Amapola	140530118	97	21	4
025-6	San Isidro de Abajo	140530240	83	18	4
001-0	Los Lirios	140530751	40	8	4
021-8	La Soledad	140530495	17	4	4
025-6	Sepúlveda	140530291	10	0	4
001-0	El Conito	140530716	4	1	4
194-1	Matamoros	010010272	239	0	3
003-A	El Reparo	140530211	207	47	3
003-A	La Media Luna	140530587	23	4	3
009-2	La Tijera	010100130	20	0	3
001-0	El Ranchito	140530791	16	12	3
025-6	Labor de Padilla	140530107	16	4	3
025-6	La Bahía de Sepúlveda	140530567	12	0	3
010-5	San José (San José de los Flores)	010100089	11	0	3
010-5	San Ignacio (San Ignacio de los Flores)	010100085	11	0	3
025-6	Rancho San Antonio	140530659	9	2	3
003-A	El Pitón	140530594	8	0	3
003-A	Rancho los Hernßndez	140530795	6	0	3
001-0	El Grullito II	140530849	6	2	3
011-A	Rancho San Ángel	010100204	4	0	3
011-A	Rancho Linda Vista	010100202	4	0	3
010-5	Santa Rita de Abajo	010100205	-	0	3
011-A	Amapolas de Abajo	010100201	-	0	3
	Paso de Cuarenta (San Miguel de Cuarenta)	140530066	3,499	731	2
020-3	Primero de Mayo (Chupaderos)	140530185	1,189	243	2
015-2	Dieciocho de Marzo	140530075	1,121	38	2
025-6	Chipinque de Abajo	140530071	107	21	2
015-2	Tlalixcoyan (Tlalixcoya)	140530308	13	2	2
016-7	El Zorrillo	140530568	6	2	2
020-3	Cieneguilla	140530342	4	1	2

Fuente: Inegi Conteo de Población y Vivienda 2005

Los criterios utilizado para la ubicación de estas localidades se sustentaron en el reporte hemerográfico de inundaciones y la distancia de los cauces siendo la mayor de 300 metros para el Río Palo Alto y 250 para el Rio Lagos (Cuadro 3). Habrá que evaluarse cada una de las localidades en función de las pendientes a fin de proyectar obras específicas y en caso extremo pensar en la reubicación de los asentamientos lo cual sería viable dependiendo del tamaño de los asentamientos.

La población que está sujeta a esta contingencia asciende a 8,869 que habitan en 1,639 viviendas.

4.-EVALUACIÓN HISTÓRICA DE LOS FENÓMENOS PELIGROSOS.

4.1.-Análisis retrospectivo (Variable antecedente).

La aproximación histórica en la valoración de la peligrosidad se ha usado poco en nuestro país. En el esquema metodológico nacional no se considera de manera amplia, pero para poder entender la recurrencia y magnitud de los fenómenos peligrosos la aproximación histórica nos permite entender el comportamiento territorial de los fenómenos peligrosos y estimar periodos de recurrencia, identificar el tipo de daños, así como ayudar a calibrar los modelos de probabilidad. La construcción de la base de datos, permite tener sistematizada la información de en dónde han pasado con el objeto de hacer comparaciones con las zonas que actualmente presentan problemas y así establecer niveles de prioridades a partir de escenarios de riesgos, y además ayudará al rescate de la memoria histórica y definir el mapeo temático de los fenómenos peligrosos.

Para la elaboración de la base de datos histórica se han utilizado diversas técnicas de investigación, está construida bajo una concepción metodológica que tiene el Atlas Estatal de Riesgos, elaborado por la Universidad de Guadalajara y la Unidad Estatal de Protección Civil.

En este esquema se sientan las bases para elaborar los inventarios retrospectivos y prospectivos de los desastres, para que se convierta en un instrumento para la gestión del riesgo, es decir, para la prevención y reducción de su ocurrencia en las comunidades.

Por otro lado, la mejor manera de incrementar la cantidad de información en el proceso de estimación de parámetros para calibrar los modelos de susceptibilidad es incluir la información histórica. El estudio histórico se basa en la recopilación de información mediante la consulta de la hemeroteca del Informador, El

Occidental, El Sol, de revisión de base de datos de la Unidad Estatal de Protección Civil y municipal, así como de recorridos de campo utilizando la técnica de la entrevista, y la consulta de Archivos del gobierno. Ello poniendo especial atención en los siguientes temas:

- **Tipología de los fenómenos peligrosos**
- **Caracterización de procesos históricos.**
- **Localización y delimitación de zonas históricamente afectables.**
- **Niveles alcanzadas en caso de crecidas fluviales, y espesores y/o sitios que registraron los deslizamientos históricos.**
- **Reconstrucción de los eventos históricos.**

Para cada fenómeno peligroso se requiere elaborar una ficha específica; como por ejemplo para inundaciones se ha elaborado la siguiente:

Los datos que se requieren en cada evento de inundación son los siguientes:

- **Fecha.**
- **Área de afectación y duración.**
- **Altura alcanzada de la inundación.**
- **Identificación del proceso de desbordamiento.**
- **Daños causados.**
- **Calidad o verosimilitud de la información.**
- **Fuente de información.**
- **Obras de defensa y trabajos de construcción realizados.**

4.2-Identificación y evaluación de los fenómenos perturbadores.

4.2.1.-Fallas y fracturas

4.2.1.1 Métodos, evidencias de los fenómenos geológicos.

Los fenómenos geológicos comprenden aquellos procesos y fenómenos relacionados con los materiales de la corteza terrestre. Nuestro país y el estado

se encuentran en una zona altamente activa relacionada con un conjunto de placas que están interactuando entre sí, generando actividad volcánica, símica y un relieve complejo del punto de vista topográfico-geológico.

El fenómeno de fallamiento y fracturamiento en nuestro país es importante y en estado debido a lo reciente del paisaje, ya que estamos en un ambiente complejo desde el punto de vista geofísico, por lo que la identificación y mapeo, así como la determinación del peligro es uno de los aspectos importantes dentro de la evaluación de los fenómenos geológicos.

El método sugerido es el siguiente: (Imagen 47).

Fallas y fracturas

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Determinación de la Presencia del fenómeno perturbador fallas y fracturas. Reconocimiento del sitio en cuestión, en busca de evidencia de la presencia de fracturas-fallas, mediante caminamientos en sus tres dimensiones (largo, ancho y profundidad). El sitio en cuestión se entiende, como el lugar donde se sospecha o se presentan indicios del fenómeno perturbador, o el sitio que se incluye en el análisis para el Atlas de Riesgos.	Las evidencias suelen presentarse en calles, banquetas, guarniciones, bardas, casas habitación, líneas de conducción y otras obras civiles.; en paredes de cortes de terreno en barrancas, caminos, zanjas, etcétera, donde pueden apreciarse diferentes capas geológicas, con la traza de estas estructuras.

NIVEL 2. MÉTODO	EVIDENCIAS
Determinación del fenómeno perturbador (fracturas y fallas) Mapeo de la amenaza: Una vez que el fenómeno perturbador ha sido detectado, debe procederse al mapeo sistemático de la misma, en este caso, determinando rumbo, longitud, amplitud y desplazamiento de las fracturas y/o fallas en el terreno, así como la infraestructura afectada, mencionada en el Nivel 1 de análisis, utilizando aparatos de precisión centimétrica como estación total, GPS diferenciales, a fin de poder presentar la información georeferenciada en mapas que se puedan manejar en sistemas de información geográfica. Las capas de información generadas, pueden tener como base, cartas topográficas del INEGI u ortofotos en medio magnético, con capas de traza urbana, hidrografía, líneas de transmisión u otros archivos vectoriales, que se pueden conseguir comercialmente, que proporcionen un panorama más detallado del entorno en el que se presenta el fenómeno perturbador. Así también, planos de catastro pueden ser útiles y al alcance de los organismos de Protección Civil a nivel municipal y estatal.	En este nivel, ya existen evidencias observables de la presencia de fracturas y/o fallas, en banquetas, guarniciones, bardas, casas habitación, líneas de conducción y otras obras civiles.; en paredes de cortes de terreno en barrancas, caminos, zanjas, etcétera, donde pueden apreciarse diferentes capas geológicas, con la traza de estas estructuras, mismas que pueden mapearse.

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

Imagen 47. El esquema de valoración que alcanzó a realizarse corresponde con el nivel 1,2,3 a partir de la propuesta de SEDESOL.

De acuerdo con los criterios plasmados en el documento del Gobierno Federal, SEDESOL, para la elaboración de las base de datos para la estandarización, el nivel de profundidad en el presente estudio llegó al nivel II, el cual consiste en hacer caminamientos, mapear, y navegadores (No GPS) marca Magellan, con nivel de precisión centimétrica, Model Magellan Mobile Mapper CX, los criterios utilizados para identificar alcanzaron el nivel III, corresponde con tratar de explicar las causas del sistema perturbador.

Los criterios para detectar las evidencias han sido los siguientes:

El método aplica en la zona de estudio, se enriqueció utilizando los estudios previos, la información del Servicio Geológico, los trabajos del INEGI, la geología, se detalló con recorridos de campo y puntos de verificación escala 1; 50,000,

particularmente se le dio énfasis al sistema de fallas y fracturas, a partir del tratamiento del MDT.

En la cabecera municipal no se observaron evidencias en superficie que pudieran sugerir la presencia de algún trazo de fallas, o en alguna población que pudiera verse afectada, así también se hizo un reconocimiento del sitio y no se observaron daños de manera lineal que pudieran estar indicando la presencia de zonas de hundimiento controladas por la fractura. (Imágenes 48, 49 y 50).

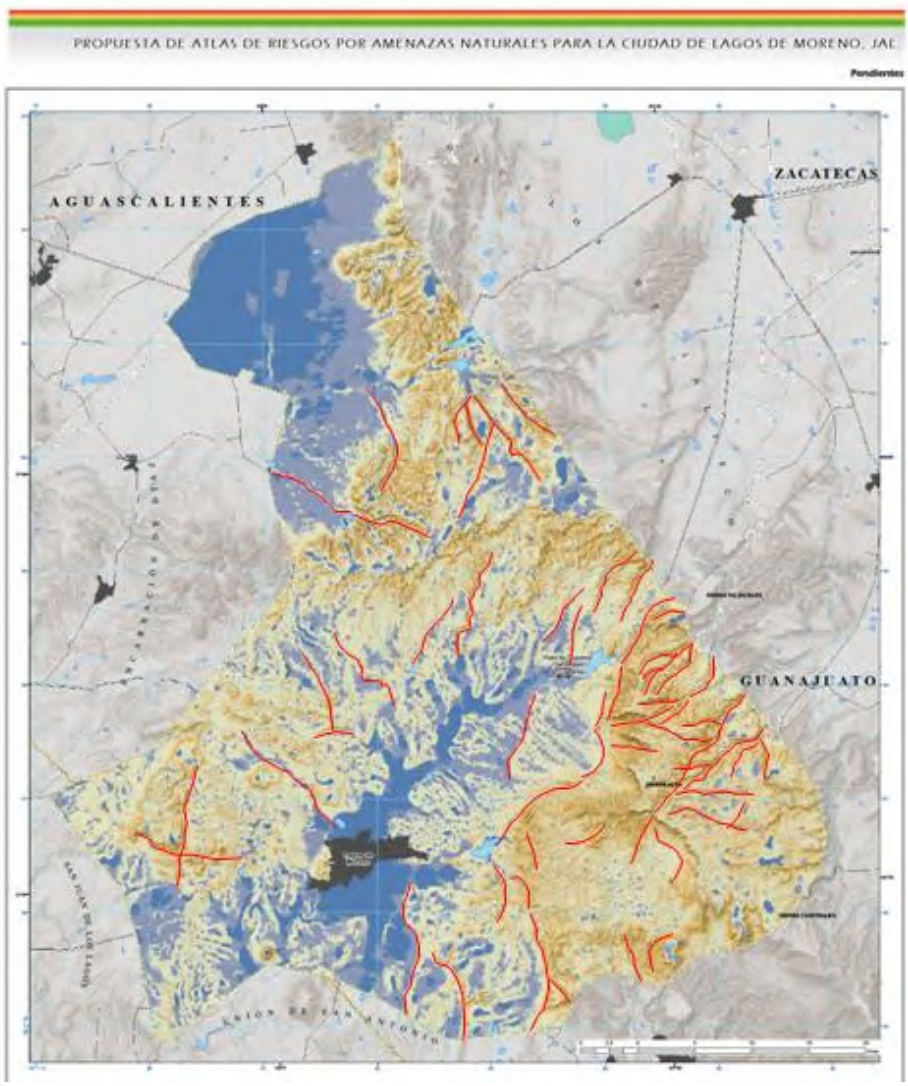


Imagen 48. Sistema de fallas principales identificadas, que se localizan en el municipio. Se puede observar los sistemas en la zona serrana y en el piedemonte para la cabecera municipal, debido a las condiciones de relleno cuaternario y la nula presencia de cortes, no se pudo reconocer fracturas o fallas que pueden estar afectando la cabecera municipal.

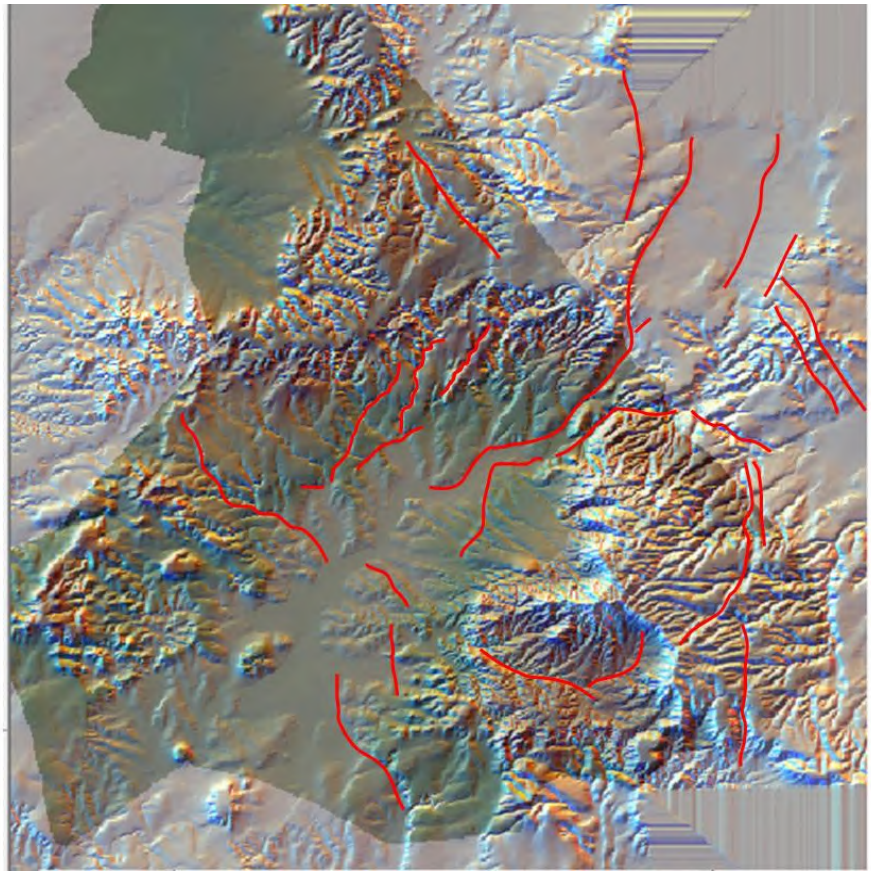


Imagen 49. Los rasgos geométricos del sistema de fallamiento delimitan lo que se denomina Graben de Lagos. Se documentó mediante la información de la Carta Geológica F1315_F14-C3, del Servicio Geológico Mexicano y del tratamiento del MDT utilizando diferentes filtros de orientación de la luz.

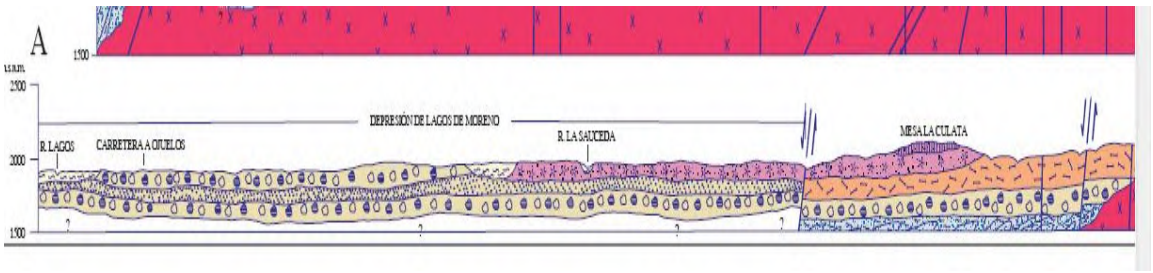


Imagen 50. De acuerdo con los estudios, la zona estructuralmente es un área de transición entre los graben de Aguascalientes, el Graben de Ojuelos y el de San Julián, por lo que el sistema de fallas es de naturaleza compleja. En el perfil se puede observar el sistema de fallas que se marca en el límite entre el valle y la sierra.

4.2.2.- Peligro por sismos.

De acuerdo con los estudios previos el nivel que se alcanzó dentro de la propuesta de SEDESOL es el I, II, y III. El alcance del estudio consistió en lo siguiente: (Imagen 51).

Imagen 51

Sismos

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

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

Los criterios para detectar las evidencias han sido los siguientes:

Información histórica.

El primer paso fue hacer un recuento de los eventos históricos registrados en la región y en la ciudad por lo menos en los últimos 97 años. Las fuentes consultadas fueron archivos locales y la hemeroteca digital del Informador, no

existen referencias en el Servicio Sismológico Nacional. A continuación se describen algunas notas que se encontraron en los archivos digitales de la hemeroteca del Informador. (Imágenes 52 y 53).

semana se anuncia la reunión del "gobierno vasco", que ahora se encuentra en pleno París.

Rafael Sánchez Guera, que llegó de España en el verano último, fue llamado por Giral para que el gobierno se ensanche "hacia la derecha". Con este representante de los republicanos moderados, aunque sin partido específico, admitirá en el próximo Consejo según todos los indicios, cualquiera que la política de la organización de las Naciones Unidas y de las declaraciones explícitas de los gobiernos de las grandes potencias, y los sondeos realizados en las Cancillerías, puede admitirse que la sola persistencia del gobierno presidido por dicho señor Giral, es un serio problema español.

Henríquez...

(Viene de la Primera Página)

do de oposición, como se ha rumorado. Agregaron que el general Henríquez no tiene concesiones oficiales, ni las necesita, porque tiene cuantiosos negocios que

Esto prueba que el pronóstico del profeso Castellanos se ha estado cumpliendo y que, como se dijo en infomación publicada en este mismo diaio en su edición del sábado 128 anterior, puede afectar al vecino Estado de Colima y a cuya población se dirigía el investigador para que tomaran las providencias necesarias, a fin de que no se repitiera la lamentable tragedia del 15 de abril de 1941.

EN LAGOS DE MORENO, JAL.

LAGOS DE MORENO Jal., enero 17. — (Demorado). — Hoy a las seis horas y treinta minutos, se sintió en esta ciudad un fuerte temblor trepidatorio de gran intensidad, y con una duración aproximada de tres segundos.

Muchas personas se dieron cuenta del fenómeno, que raramente se registra por estos rumbos.

A esa hora había gran número de fieles en el iteror del templo

A esa hora había gran número de fieles en el interior del templo parroquial y saliero natropelladamente, presas del pánico.

EN GUAYMAS, SON.

GUAYMAS, Sonora., enero 17. — (Demorado). — Esta zona fue

Con motivo de la firma de este convenio, hoy a las ocho horas los electricistas reanudaron sus labores en Monterrey, cancelándose los avisos de huelga solidarias que había declarado el STIC en varios cines.

Este era el último de los tres grandes conflictos que había en Monterrey, que faltaba de resolverse. Los anteriores fueron el de la Cristalería y el de Artefactos Metálicos, ya arreglados.

CONFERENCIAS PARA MEJORAR LAS RELACIONES OBRERO-PATRONALES

(Por Hilo Directo)

MEXICO, D. F., enero 19. — El Consejo Directivo de la Confederación Patronal de la República Mexicana, tomó el acuerdo en su pasada junta, de enviar por todo el país elementos preparados que sustenten conferencias en los centros patronales más prestigiados para orientar a los hombres de empresa con objeto de mejorar sus relaciones con los obreros.

Como complemento de la labor iniciada, en los primeros días de mayo se celebrará en esta capi-

Pre

(Viene de la

timidades y las vas, habría voto dar a su partid caso de ser tabu nestamente.

Mikolajczky el cómputo en considera, pedir Corte que decla valor las eleccio

El recuento

Imagen 52. Fuerte temblor sentido en población de Lagos el día 17 de enero de 1947[10]. La nota comenta que: *a las seis horas y treinta minutos se sintió un fuerte temblor trepidatorio de gran intensidad y con una duración aproximadamente de 3 segundos. Muchas personas se dieron cuenta del fenómeno que raramente se registra por estos rumbos, a esta hora había gran número de feligreses en el interior del templo y salieron atropelladamente, presas del pánico*. De acuerdo con la descripción del evento parece ser que tienen un origen local, ya que no se reportaron para otros sitios del estado.

[10] El Informador, Lunes 20 de Enero de 1947, pág. 3. Hemeroteca Digital del Informador.

Aprueban la Represión de Cualquier Acto Violento

En este sentido se produjo la Comisión Permanente del Congreso.– Felicitación al pueblo

Terremoto en Lagos, Jal.

Congreso de Cañeros

Ha Comenzado a Disminuir la Intensidad de las Lluvias

Pasa el peligro, por ahora, de que se inunde el puerto de Tampico.– Otros informes

No hay Peligro Alguno Para la Tranquilidad Pública

Así lo afirmaron ayer tanto las autoridades civiles, como militares.– Estricto mantenimiento del orden

Salió Ayer la Princesa

Decepcionada de Trujillo

Investigación de un Atentado

El Reparto de Locales en el Nuevo Mercado Libertad

Sería imposible darles gusto a todos los aspirantes a ocuparlos.– La sesión del Ayuntamiento

HOY 18 PAGINAS

El Comercio de Exportación

Invasión de Pequeños Predios por 1,500 "Paracaidistas"

Más de cien familias resultaron víctima de estos bandidos en Ensenada, B. C.

Inundaciones en México, D. F.

Peces Gordos en un Contrabando

Imagen 53. Referencia del periódico del Informador del evento del sábado 12 de junio de 1958. La nota hace referencia a un sismo que se sintió únicamente a la población de Lagos de Moreno

4.2.2.1 Datos de eventos para la región.

La población de Teocaltiche se localiza aproximadamente a 60 Km de Lagos de Moreno en dirección surponiente, en esta población se encontró una serie de datos históricos desde el siglo XVIII, incluso se ha incorporado a la tradición religiosa. La virgen de Los Dolores se convirtió en patrona, en el año de 1778 para protegerse de los sismos que se sintieron en el poblado. (Imagen 54).

Imagen 54. Imagen de La Virgen de los Dolores patrón de la población de Teocaltiche, al pie se menciona que fue jurada patrona contra los temblores que se presentaron en el año de 1778**.**

La segunda referencia[11] sobre un temblor es para el año de 1817, cuando debido a un sismo las torres de la parroquia se colapsaron, la tercera referencia en esta población la tenemos en el año de 1941[12], se comentó que fue un sismo de considerable intensidad y la cuarta referencia la tenemos en el año de 1973[13], cuando se menciona que se sintió un ligero temblor.

[11] Ensayo Histórico de Teocaltiche, Manuel J. Aguirre, México 1917, Pág., 119-120.

[12] Periódico El Informador, 2 de febrero de 1973, Pág. 15-B.

[13] Periódico El Informador, 2 de febrero de 1973, Pág. 15-B.

Aparentemente estos sismos registrados en el poblado de *Teocaltiche* tienen que ver con otra estructura tectónica distinta al sitio en el cual esta localizado el municipio de Lagos, pero que forma parte del sistema de Grabens N-S que se disponen sobre la Falla de San Luis-Tepehuanes. (Cuadro 4).

AÑO	MES	DÍA	LOCALIDAD	INTENSIDAD	C	F	
1845	4	7	LAGOS DE MORENO	VII			Intensidad 7.9 epicentro en Costa de Guerrero. Sucedió a las 15:50 hrs
1858	6	19	LAGOS DE MORENO				Se hizo sentir la conmoción en lugares donde no tiembla
1875	2	18	LAGOS DE MORENO				Temblor suave
1875	3	9	LAGOS DE MORENO				Temblor suave
1912	7	29	LAGOS DE MORENO				Temblor de poca duración a las 5h 30m de la mañana.
1947	1	17	LAGOS DE MORENO	VI	C	5	
1958	6	12	LAGOS DE MORENO				Fuerte Movimiento sísmico

Cuadro 4. (Fuente: Los Sismos en la Historia de México, Fascículo de sismos de CENAPRED, Hemeroteca del Informador y fuentes locales).

4.2.2.2 Estudios técnicos.

De acuerdo con el estudio elaborado por la Comisión Federal de Electricidad, el territorio Mexicano se ha clasificado en tres zonas de acuerdo con su grado de peligrosidad y al que están sujetas las construcciones. Las zonas identificadas se reconocen con las letras A, B, C y D, cuyo peligro es del menor al mayor. Esta clasificación del territorio se emplea en los reglamentos de construcción y edificaciones y otras obras civiles, de tal manera que estas resulten suficientemente seguras ante los efectos producidos por un sismo. (Imagen 55).

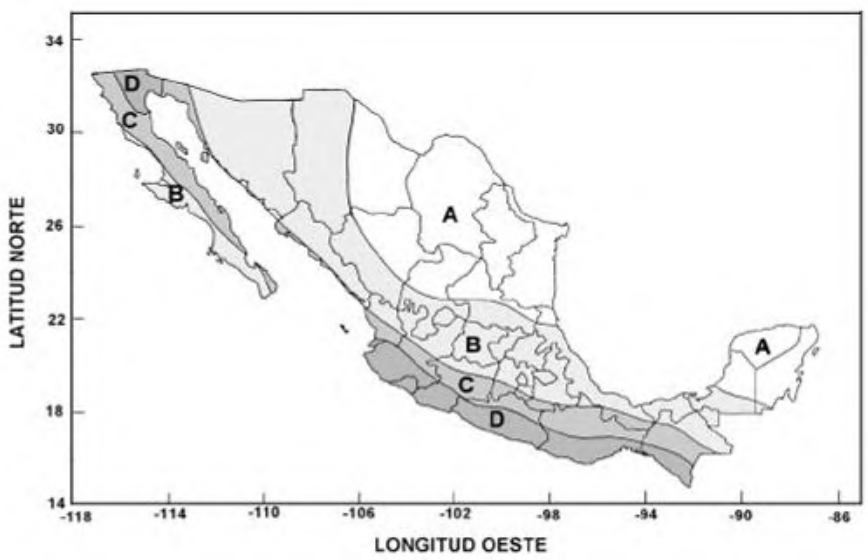


Imagen 55. Regionalización sísmica elaboradas por la CFE.

De acuerdo con esta información la zona de estudio tiene un nivel de exposición de medio a alto, información que en conjunto con los criterios a partir de las condiciones del suelo proporcionada por El Manual de Obras Civiles de la CFE, define de manera clara los criterios que deben de aplicarse para la cimentación parámetros específicos para suelo firme de transición y suave. En la zona de estudio tenemos estos dos últimos.

4.2.2.3 Mapas de períodos de retorno para aceleraciones.

De acuerdo con el estudio de la Comisión Federal de Electricidad se sabe que, para los tipos constructivos que predominan en nuestro país, los daños son considerables a partir de un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de la *g* (aceleración de la gravedad terrestre), para tal efecto la Comisión federal de Electricidad generó un mapa actualizado para periodos de retorno para este tipo de aceleraciones. (Imagen 56).

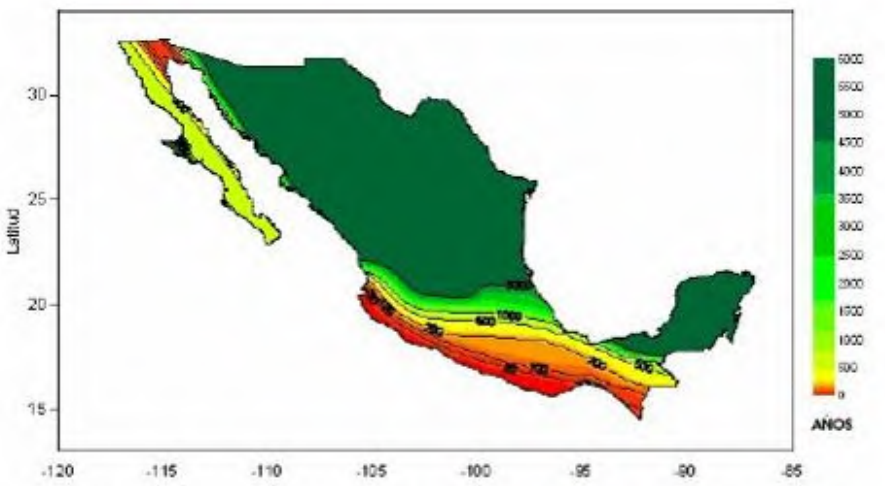


Fig. 1.11 Mapa de periodos de retorno para aceleraciones del 0.15 de g o mayores (CFE). La escala del lado derecho tiene valores en años

Empleando los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud, se ha definido la Regionalización Sísmica de México.
La zona A es aquella donde no se tienen registros históricos, no se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (g).
Las zonas B y C, presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de g.
En la zona D han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de g.

Imagen 56. Regionalización sísmica de la República Mexicana.

De acuerdo con la información de la CFE para el municipio de Lagos de Moreno se tienen los siguientes datos, en lo que respecta a valores de aceleración, se muestran en el cuadro 4:

Cuadro 5

Estado/Municipio	A max (gal) para Tr= 10 años	A max (gal) para Tr= 100 años	A max (gal) para Tr= 500 años
Lagos de Moreno	11	27	45

Esto quiere decir, el periodo promedio de repetición de una aceleración mínima que puede producir daños importantes a las construcciones.

4.2.3.-Tsunamis y Maremotos.

NO APLICA, (la ciudad de Lagos se localiza a 1,900 msnm y a una distancia de 300 kms de la línea costera más cercana). Tampoco existen cuerpos de agua importantes que pudieran generar tsunamis lacustres. (Imagen 57).

Imagen 57

Tsunamis o maremotos

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Ubicación de la zona de estudio en el mapa de peligros por Tsunami o Maremoto. Aplicación: En el mapa citado, se determinará si la zona de estudio se encuentra, en el área receptora de Tsunamis lejanos o de locales y lejanos. Fuentes de información: Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, (CENAPRED, 2001). Catálogo de Tsunamis ocurridos en México a partir del siglo XVIII. Archivos históricos locales, municipales y estatales, relacionados con el desastre. Institutos de Investigación como Geofísica, Geología, Geografía, de la UNAM. Instituto Politécnico Nacional. Universidades Estatales, que cuenten con departamentos de geología, geografía, geofísica.	Recopilación de evidencias históricas documentadas de tsunamis en la zona de estudio. Recopilación de información con testigos de tsunamis en la zona, tratando de determinar límites tierra adentro donde llego el MAR.

4.2.4.-Vulcanismo.

NO APLICA, (debido a que no se registra alguna manifestación volcánica que está en el catálogo de volcanes activos). (Imagen 58).

Imagen 58

Vulcanismo

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

4.2.5.-Deslizamientos.

En el estado los movimientos en masa o mejor conocidos como deslizamientos se registran en amplias zonas debido a las condiciones topográficas y de pendiente que predominan, particularmente en la zona serrana. Históricamente han generado afectaciones recurrentes y han ocasionado la pérdida de vidas, así como daños a viviendas e infraestructura urbana, por lo tanto, son un capítulo importante dentro de los fenómenos perturbadores identificados para el estado, por ello es necesario hacer una evaluación de carácter puntual.

4.2.5.1 Aspectos generales.

Los deslizamientos son fenómenos en donde existe movimiento del suelo, y el horizonte de rocas más superficiales cuesta abajo se encuentra controlado por la gravedad. Por las condiciones geológico-geomorfológicas que registran en el municipio, se tienen documentados diversos tipos de deslizamiento de tierras. (Imagen 59).

Imagen 59, Esta muestra las alteraciones que se han hecho de las vertiente montañosa en el país y que han dado como resultado la pérdida de vidas. (Tomado de la Jornada día 2 de octubre de 2010).

4.2.5.2 Clasificación y tipología.

Existen distintos criterios para reconocer los movimientos en masa, que si bien estos pueden tener coincidencias también presentan particularidades. Las características y aspectos más comunes son: forma, volumen, naturaleza de la masa movida, velocidad y trayectoria del movimiento. El sistema de clasificación elaborado por Varnes (1996) (Cuadro 5), es uno de los más empleados. En él se define al movimiento en masa de manera sencilla, como el movimiento perceptible de rocas, escombros o tierras, pendiente abajo y flujos superficiales, de acuerdo con Murcia y Macías[14], estos últimos se diferencian por el porcentaje y densidad de sedimentos en relación con el agua, el flujo de detritus debe de clasificarse cuando existe una concentración de sedimentos superior al 80%, en peso 0 60% en volumen, y términos flujo hiperconcentrados con un flujo con una concentración de sedimentos entre 40 y 80% o peso entre 20 y 60%, en volumen. Flujos con menor concentración de sedimentos son considerados como flujos de corrientes.

[14] Tomado de Hugo Frenando Murcia y José Luis Macías, Registro Geológico de Inundaciones Recurrentes e Inundación de 4 de Octubre de 2005 en la ciudad de Tapachula, Chiapas, México, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 26, núm. 1, 2009, p. 1-17.

Cuadro 6
Clasificación de movimientos de vertiente (deslizamientos)

TIPO DE MATERIALES

Tipo de movimiento	**Sustrato rocoso**	**Suelos predominantemente arenosos**	**Suelos finos**
Caída	de rocas	de escombros	tierras
Desprendimiento	de escombros	derrubios	de tierra
Deslizamiento	de rocas	de escombros	de tierra
rotacional (slumps)			
traslacional			
expansión	de rocas	de escombros	de tierras
flujo	de escombros	**debris flow**	flujo de tierras

Tomado de Varnes (1996).

Dentro de este esquema de clasificación de los movimientos, los que se han identificado para el municipio son flujos sedimentos de cauce, e hiperconcentrados, así como desprendimiento de rocas, deslizamiento de tierras, expansión de tierras, creep.

De acuerdo con el esquema metodológico, los niveles de profundidad 1 y 2, implican un trabajo cartográfico mediante la caracterización del territorio a partir de datos morfométricos como pendiente, orientación, tipo litológico, etc.

En nivel de profundidad alcanzó los II, dentro del guión metodológico propuesto por SEDESOL. (Imagen 60).

Imagen 60

Deslizamientos

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Compilación de información de estudios realizados en el territorio objeto de análisis Análisis cartográfico: Localización de sitios con pendientes pronunciadas. Localización y clasificación de deslizamientos anteriores. Recorrido de campo para: Identificar las zonas de deslizamiento analizadas previamente. Descripción de los materiales geológicos. Representación cartográfica de la información levantada, georeferenciada con GPS. Representar la distribución de la infraestructura y asentamientos humanos con respecto a las zonas de peligro detectadas. Este método se fortalece con el desarrollo de entrevistas con la población y con el análisis de factores externos tales como la sismicidad, cubierta vegetal, deforestación, acción antrópica (caminos, túneles, terraza, cortes, rellenos, etcétera).	Reporte de antecedentes de los estudios realizados. Consulta de mapas con información de zonas de deslizamientos en diferentes escalas, las más comunes que se encuentran están entre escalas de 1:100,000 a 1:25,000. Fotografías que muestren: Laderas inestables, fracturas, árboles inclinados, poblados en peligro, carreteras deformadas, postes inclinados en dirección de la pendiente, cercas o bardas deformadas en dirección de la pendiente, laderas desestabilizadas por obras realizadas. Fichas de registro de la información levantada en campo.

NIVEL 2. MÉTODO	EVIDENCIAS
Elaboración de cartografía morfométrica: – Mapa de pendientes – Mapa de litología y estructuras geológicas – Mapa edafológico – Mapa de profundidad y densidad de disección – Mapa geomorfológico Análisis de datos de precipitación en relación con la permeabilidad del terreno Análisis de hidrología superficial, subterránea y niveles freáticos Trabajo de campo: – Medición de pendientes y profundidad de disección – Levantamiento de información geológico –geomorfológica – Clasificación de laderas como indicador de estabilidad o inestabilidad del terreno – Confirmación de las zonas susceptibles a deslizamiento – Caracterización los sitios con susceptibilidad a deslizamientos.	Mapas temáticos de la información obtenida en el análisis cartográfico, que se encuentran entre escalas 1:100,000 a 1:50,000 y de 1:25,000 a 1:10,000. Registro de la información obtenida en campo. Clasificación y distribución espacial de los deslizamientos en relación con la población expuesta. Las actividades antrópicas que generan procesos de deslizamientos se relacionan con obras de ingeniería que rompen con la pendiente original del terreno, con obras que intentan detener la dinámica de las vertientes tales como paredes y sistemas redes. Asimismo se presentan también actividades como la deforestación y la pérdida de vegetación como factores que favorecen la ocurrencia de procesos perturbadores.

Haciendo una caracterización morfométrica del relieve, encontramos que, las zonas de mayor actividad de deslizamiento corresponden con la zona de la sierra de Comanja.

4.2.5.3 Derrumbes

Los alcances corresponden con una clasificación del territorio a partir de la caracterización de los afloramientos rocosos, así como los procesos en las unidades geomorfológicas y la presencia del tipo de cubierta vegetal, y el trazo de caminos para poder identificar los cortes artificiales. (Imagen 61).

Imagen 61

Derrumbes

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Investigación sobre antecedentes en la zona de estudio.	Reporte de antecedentes de los estudios realizados
Análisis de cartografía temática existente, topografía, geología y uso del suelo, principalmente.	Mapas con información de zonas de derrumbe. Escalas de 1;100,000 A 1:25,000
Clasificación de unidades geológicas y geomorfológicas	Fotografías que muestren: Escarpes rocosos, sobreescarpado, procesos de socavamiento en la base del escarpe, eventos anteriores.
Identificación de textura y estructura de los materiales geológicos	Fichas de registro de la información levantada en campo.
Trabajo de campo: – Identificación de afloramientos rocosos – Medición de pendientes – Localización de afloramientos con sobreescarpado	Cuestionarios aplicados a la población para el registro de evidencias histórica y percepción del peligro. Existen instrumentos de carácter psicométrico para estimar la percepción.
Análisis de factores externos: Sismicidad, cubierta vegetal, deforestación, acción antrópica (caminos, túneles, terraza, cortes, rellenos, etcétera).	

Los criterios utilizados para la elaboración del mapa de pendiente se basaron en la propuesta de SEDESOL, pero se afinaron para cada uno de los procesos geomorfológicos. (Cuadro 7).

Cuadro 7

Criterios para la elaboración de mapas de pendientes

Los criterios que se presentan a continuación son retomados de las metodologías propuestas por Ortiz M.A. las cuales no se han publicado hasta la fecha de manera formal.

Tabla 34. Criterios de pendiente en grados para diferentes aplicaciones		
Para zonas planas	Para evaluar erosión potencial del suelo	Para evaluar procesos geomorfológicos
Menor a 0.5 0.5 a 1 1 a 1.5 1.5 a 3 3 a 5 5 a 10 10 a 15 15 a 20 20 a 30 Mayor a 30	1 a 3 3 a 5 5 a 8 8 a 10 10 a 15 15 a 20 20 a 40 Mayor a 40	0 a 3 3 a 6 6 a 15 15 a 30 30 a 45 Mayor a 45

Por ejemplo, para inundaciones se tiene que establecer rangos de .5 a 1.5 donde se definan zonas de acumulación natural, o por ejemplo, para procesos de aludes se tiene que definir de manera más detallada el rango que se propone de 15 a 30, por uno intermedio de 25.

Desprendimiento de rocas.

Es un fenómeno poco común en el municipio, pero que se ha observado en zonas como la serranía de Los Puestos donde se combina la disyunción columnar y fuertes escarpes, así también se registra a lo largo de todo el filo alto de la sierra de Comanja. (Imágenes 62 y 63).

Imagen 62. Disyunción columnar del paquete de dacitas, se observa sobre la carretera de Lagos-Los Puestos, solo algunos puntos representan algún riesgo de caída de bloques. Foto Panorámica.

Imagen 63. Sobre la carretera de Lagos-El Puesto se observa zonas de desprendimiento de materiales y rocas.

Flujos (lodos, tierra, y suelos, avalancha de detritus creep y lahar).

Son eventos gravitatorios en donde los sedimentos alcanzan gran velocidad, el flujo vienen mezclado con fragmentos de diversos tamaños, incluso pueden llegar a alcanzar varias toneladas. Se clasifican de acuerdo con la relación del agua y los sedimentos. (Imagen 64).

Imagen 64

Flujos (lodo, tierra y suelo, avalancha de detritos, creep, lahar)

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Evaluación e ocurrencia de procesos Los procesos relacionados con diferentes tipos de flujos presentan una morfología especial en el territorio, la cual puede ser observada y cartografiada. Los mapas que ayudan en el estudio de los flujos son los siguientes: – Carta altimétrica – Carta de pendientes – Carta geomorfológica	Las principales evidencias se encuentran en la deformación del terreno que es susceptible a la ocurrencia de diferentes tipos de flujos. Los perfiles generales del terreno presentan características distintivas tales como: Pendientes pronunciadas Materiales inestables Suelos con alta capacidad de retención de agua Importantes fuentes de agua que permiten la saturación del suelo (Precipitación, manantiales, corrientes perennes de agua, fugas de agua, erupciones con altas concentraciones de vapor de agua). Cartografía a detalle de los procesos. Registros fotográficos.

De todos estos tipos de eventos, los que se tienen caracterizados para la zona de estudio son: El creep y los flujos de lodo y sedimentos de corrientes.

Movimientos tipo creep.

Este tipo de movimiento se registra en sedimentos inestables, deformables localizados sobre pendientes superiores a los 2^0. El fenómeno se tiene documentado para el municipio en la ladera baja y media de los cerros de El Calvario y La Cruz. (Imagen 65).

Imagen 65. Daños a vivienda localizados en la zonas de transición entre las laderas rocosa del cerro y los sedimentos fluvio-lacustres del valle, esto sedimentos tienden a engrosarse pendiente abajo.

4.2.5.4 Hundimientos.

El tema de hundimientos es importante en el municipio debido a las condiciones de evolución geomorfológica que ha tenido el valle, y particularmente en las inmediaciones de la cabecera municipal.

Esta clasificación se amplió con el conocimiento que se tiene del estado y del municipio, así como de estudios elaborados por una serie de investigadores:

Tenemos hundimientos asociados a la actividad antrópica.

Hundimientos asociados a condiciones naturales.

Los hundimientos en el municipio (Imágenes 66, 67 y 68) están asociados a la presencia de tres condiciones específicas del subsuelo, estas son:

- Hundimientos diferenciales asociados a antiguas condiciones lacustres.
- Hundimientos diferenciales asociados a rellenos.
- Hundimientos diferenciales asociados a la presencia de arcillas autóctonas.

Imagen 66

Hundimientos

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

Imagen 67. Grieta dispuesta diagonalmente con separación de dos centímetros se puede apreciar en algunas viviendas en las márgenes del Río Lagos

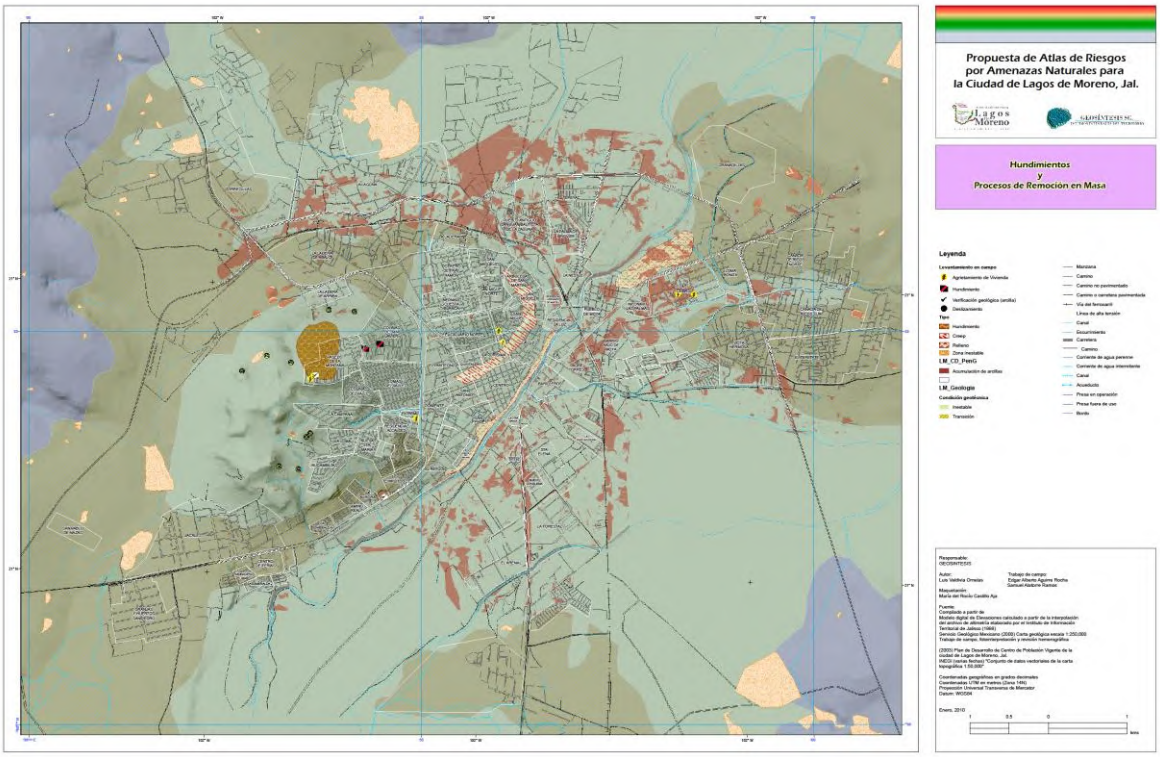


Imagen 68. Zonas que están registrando actualmente problemas de hundimientos diferenciales, para cartografiar estos rasgos se utilizaron evidencias obtenidas en los recorridos de campo, tanto en el piso como en las paredes de las edificaciones.

En los años más recientes se esta observado rellenos en la zona de Moya-San Juan Evangelista, para levantar el nivel de desplante de las construcciones. (Imagen 69).

Imagen 69. Depósitos de material utilizados para levantar el nivel de piso.

4.2.6.-Inundaciones

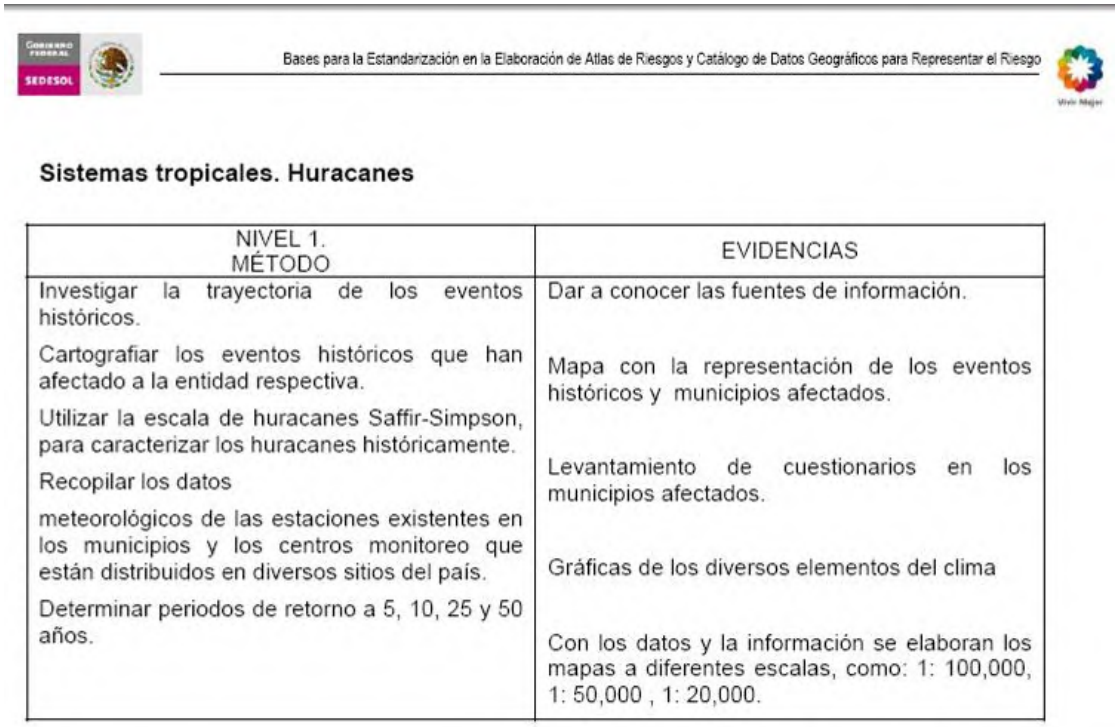
4.2.6.1 Método, evidencias e indicadores de vulnerabilidad de fenómenos hidrometeorológicos.

De acuerdo con los términos de referencia, los fenómenos hidrometeorológicos son aquellos eventos atmosféricos que por su elevado potencial energético, frecuencia, intensidad, y aleatoriedad representan una amenaza para el ser humano y el medio ambiente. Un lugar importante dentro de estos fenómenos lo ocupan las inundaciones.

Sistemas tropicales.

De acuerdo con la información histórica documentada para los últimos 100 años se observa la entrada de tres sistemas tropicales provenientes del Golfo de

México que han afectado a la región norte del estado, particularmente la zona de Lagos de Moreno-Arandas. (Imagen 70).



Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo

Sistemas tropicales. Huracanes

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Investigar la trayectoria de los eventos históricos.	Dar a conocer las fuentes de información.
Cartografiar los eventos históricos que han afectado a la entidad respectiva.	Mapa con la representación de los eventos históricos y municipios afectados.
Utilizar la escala de huracanes Saffir-Simpson, para caracterizar los huracanes históricamente.	
Recopilar los datos	Levantamiento de cuestionarios en los municipios afectados.
meteorológicos de las estaciones existentes en los municipios y los centros monitoreo que están distribuidos en diversos sitios del país.	Gráficas de los diversos elementos del clima
Determinar periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años.	Con los datos y la información se elaboran los mapas a diferentes escalas, como: 1: 100,000, 1: 50,000 , 1: 20,000.

Imagen 70. Esquema para la evaluación de los sistemas tropicales, para el Nivel I.

Ondas Tropicales.

No se tiene registro histórico de estos eventos en el municipio.

Masas de Aire, heladas

Corresponde con el nivel I, se evaluó la información que se obtuvo mediante la consulta de información, en entrevistas y en los recorridos de campo que se hicieron.

Masas de Aire frío, Nevadas

Corresponde con el nivel I de evaluación, la información que se obtuvo mediante la consulta de información, en entrevistas y en los recorridos de campo que se hicieron.

Masas de aire de Tormentas eléctricas

Se tiene poca información con respecto a estos fenómenos, pero se tienen documentadas algunas muertes asociadas a fenómenos de tormentas eléctricas[15]. (Imagen 71).

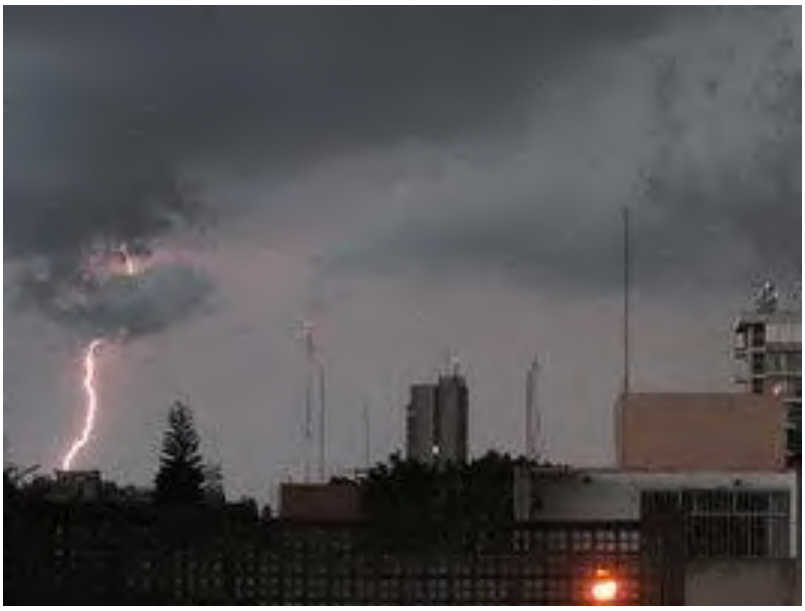


Imagen 71. Foto Saúl Núñez. (Guadalajara)

4.2.6.2 Inundación.

Sobre el municipio se generan fuertes tormentas de elevada intensidad horaria, las cuales se precipitan en un marco hidrográfico-hidrológico adecuado para la formación y propagación de las avenidas fluviales de carácter torrencial (repentinas) generando lo que se conoce como inundaciones súbitas; tipo *flash flood*.

[15] Se supo de un suceso donde se informó que: *Un hombre murió al caerle un rayo, mismo que le entró por la cabeza y le salió por los pies En la calle Santa Rosa, en la delegación de La Laguna, fue encontrado el cuerpo de Alejandro de 40 años.* Fuente: El Informador, agosto del 2008.

El objeto de los estudios es conocer la causalidad de las inundaciones en el municipio. El tema es complejo, ya que la interacción de múltiples factores condiciona el comportamiento del sistema hidrológico en su globalidad.

Particularmente hablando de los eventos hidrológicos las actuaciones han incrementado considerablemente la vulnerabilidad y susceptibilidad del territorio, disparando la incidencia de manera considerable en los últimos 8 años.

De acuerdo con COSUDE/ALARN (2002:7), (2005) y CENAPRED 2006, existen diversas formas de hacer una evaluación, pero todos distinguen los conceptos de peligro y vulnerabilidad.

Los métodos que se utilizan pueden dividirse en cualitativos y cuantitativos. Los métodos cuantitativos suponen un grado mayor de objetividad, sin embrago en muchas ocasiones debido a la falta de información estos no se aplican.

El marco metodológico del estudio se basa en una combinación de métodos cualitativos con algunas aproximaciones de carácter cuantitativo (cuali-cuantitativo), todo de acuerdo con la escala de trabajo utilizada la que fue de 1:15,000, plasmado a escala 1: 25,000.

Descripción del fenómeno: tipologías y formas de manifestación:

La definición de las inundaciones es la siguiente:

> *Las inundaciones se producen cuando lluvias intensas y/o continuas sobrepasan la capacidad de retención e infiltración del suelo, la capacidad máxima de transporte del río o arroyo es superada y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos cercanos a los propios cursos de agua. Las inundaciones son un evento natural y recurrente para un río.*

Las inundaciones pueden clasificarse según su: **Duración y Mecanismo de generación**: según su duración INETER/COSUDE 2005, ha generado la siguiente clasificación:

Las inundaciones rápidas o dinámicas suelen producirse en ríos de montaña o en ríos cuyas cuencas vertientes presentan fuertes pendientes, por efecto de lluvias intensas. Las crecidas son repentinas y de corta duración. Son estas las que llegan a generar los mayores daños en la población, sobre todo por que el tiempo de reacción es prácticamente nulo.
Las inundaciones lentas o estáticas, se producen cuando lluvias persistentes y generalizadas, producen un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte. Entonces el río se sale de su cauce, inundando áreas planas cercanas al mismo. Las zonas que periódicamente suelen quedar inundadas se denominan Llanuras de Inundación.

Según el mecanismo de generación tenemos inundaciones pluviales, se refiere a las que se producen por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar, sin que este fenómeno se pueda asociar con el desbordamiento de un cauce fluvial, **cabe mencionar que la mayoría de las inundaciones en zonas urbanas corresponden a este tipo de mecanismo.**

Las inundaciones fluviales están asociadas al desborde de los ríos, arroyos, en zonas urbanas a canales y escorrentía sobre calles y al mal funcionamiento o incapacidad de los sistemas colectores, producto del aumento brusco del agua en los cauces más allá de la capacidad de conducción que tienen de transportar sin desbordarse, reciben el nombre de crecida.

Inundaciones por rotura, se asocian con manejos inadecuados de infraestructura hidráulica, la rotura de una presa, dique, bordo, puede llegar a causar una serie de estragos, no solo en la población sino también a sus bienes, la infraestructura y el medio ambiente. La propagación de la onda de crecida resulta muy dañina.

Los puentes pueden actuar de esta manera mediante la retención de flotantes como troncos basura urbana, etc., obstaculizando el paso y agravando el problema.

Las inundaciones dentro del contexto urbano.

Las metodologías que se aplican actualmente en los atlas municipales de riesgo a nivel nacional, están pensadas para cuencas rurales con transporte de sedimentos, de acuerdo con la información de CENAPRED México está pendiente una guía para elaborar mapas de riesgos en cuencas urbanas o periurbanas. Cabe mencionar que el equipo de trabajo desde hace dos años ha construido su propia metodología la cual se expone en este estudio.

Las cuencas urbanas presentan comportamientos más complejos, lo que no permite únicamente hacer estudios de inundación con metodologías rurales, por lo que es necesario contar con una metodología específica para el ciclo del agua en zonas con altas tasas de impermeabilización e impactos al sistema natural de cauces e infraestructura que induce a tener distintos comportamientos.

De acuerdo con Nania, 1999 particularmente en ciudades con crecimiento acelerado normalmente la infraestructura queda subdimensionada para tormentas de mediana intensidad, en estas condiciones el drenaje rápidamente se satura, a partir de este momento el agua ya no puede ser captada por las bocas de tormenta e incluso se convierten en generadoras de escorrentía. En estas condiciones solo sirven para trasladar una cantidad limitada de agua de un lugar (Alto) hacia una zona Baja. En situaciones en donde no existen bocas de tormenta el agua comienza a recorrer grandes distancias, convirtiéndose en una gran corriente de agua que se mueve por las calles y comienza a registrar altas velocidades convirtiéndose en peligrosa para los peatones y los vehículos. Esta información junto con los registros históricos de inundación, permite establecer las prioridades en el redimensionamiento del sistema de drenaje

En zonas urbanas las inundaciones pueden ser ocasionadas por:

- Drenaje urbano: la urbanización aumenta los caudales naturales debido a impermeabilización y canalización del escurrimiento superficial. Se incrementa la frecuencia y la magnitud de las inundaciones.
- Inundación Ribereña: inundación ocasionada por la ocupación del cauce del río sus márgenes y las zonas de planicie aluvial.

- Intervenciones en el drenaje, construcción de obras, tales como muros, diques, obras de paso, que no han sido diseñadas adecuadamente.

Criterios generales de evaluación.

El objetivo de los estudios de inundación es entender sus mecanismos, delimitar las zonas inundables y determinar el riesgo de inundación en la situación actual.

Los componentes de los estudios parten del análisis geomorfológico, del análisis histórico, del estudio hidrológico de la cuenca-vertiente y del estudio hidráulico.
Del estudio geomorfológico, aunque la mayoría de los sistemas están antropizados quedan algunos rasgos que permiten hacer una valoración del comportamiento del sistema a partir de la comparación entre las condiciones previas al proceso de urbanización y las actuales.

En el estudio hidráulico se partió del método hidrometeorológico, en estos estudios se parte de un análisis de la frecuencia de las precipitaciones máximas, con objeto de obtener, en una primera fase, la tormenta de diseño correspondiente a cada período de retorno. En una segunda fase, mediante un modelo de transformación de lluvia escorrentía, se convierten estos hietogramas en hidrógrafa de crecidas.

La metodología a aplicar consiste en la determinación de criterios para identificar zonas peligrosas, con análisis retrospectivo y análisis prospectivo, esto son:

- Análisis retrospectivo que corresponde con Indicadores antecedentes. (históricos y recientes).
- Análisis prospectivo corresponde con Indicadores potenciales. (susceptibilidad).

Estudio de las inundaciones a escala local (zonas urbanas)

La urbanización ha generado cambios irreversibles en los ambientes naturales, impermeabilizando y compactando el suelo, es decir, **modifica la repartición de los componentes del balance hidrológico,** alterando las vías naturales de drenaje y aumentando la cantidad y concentración de los contaminantes.

Las superficies impermeables crecen al mismo ritmo de la urbanización, se reducen las zonas de infiltración y se dispara el escurrimiento superficial, por lo tanto aumentan las superficies con registro de inundaciones.

En general en las zonas urbanas la capacidad natural hidráulica se ha visto reducida por la invasión de la infraestructura urbana, los impactos urbanos han llegado a provocar la pérdida completa del principal canal natural, lo que generó nuevos patrones de movimiento superficial del agua, los cuales han sido controlados a partir de la disposición de la retícula urbana y la micromorfología, ampliando y haciendo más complejo el patrón de inundación. Esta situación particularmente la tenemos en la cabecera municipal y en los asentamientos de la ladera del Cerro del Cuatro.

Las actuaciones sobre cauces y cuencas han incrementando el problema y en el mejor de los casos han consistido únicamente en acciones de carácter estructural, básicamente mediante el encauzamiento para facilitar el tránsito (incrementando la velocidad) a nivel urbano de las avenidas de agua, sin tener o haber considerado el carácter funcional de estas cuencas, las que se comportaban de manera natural como de cuencas torrenciales, esto hubiera requerido de otros mecanismos destinados a distribuir (laminar) el caudal de avenida, frenar la erosión y mitigar los acarreos, que particularmente son altos debido a las condiciones geológicas del valle.

Al aumentar el área revestida y la pérdida de los elementos de conducción se incrementan las condiciones para que también lo haga la magnitud absoluta de la inundación, aunque la subcuenca es pequeña puede generar enormes puntas de crecidas.

Las cuencas de drenaje urbano se caracterizan por el incremento de la impermeabilización y la reducción de la infiltración debido al revestimiento del suelo como consecuencia de la urbanización. Estos factores aumentan el volumen y la velocidad de la escorrentía produciendo caudales pico mayores en comparación con las cuencas no intervenidas o con menores impactos.

La red de drenaje superficial es en donde se desarrolla la escorrentía, esta superficie es menos rugosa que en el medio natural, por lo tanto la velocidad del agua es mayor y los tiempos de concentración menores, estos dos factores conllevan mayores caudales punta en los hidrogramas de los sucesos hidrológicos.

En cuencas urbanas existen dos patrones de movimiento superficial del agua, el macrodrenaje, definido a partir de los cauces fluviales, canales, colectores y el microdrenaje, definido a partir de la ocupación del suelo (machuelo, viviendas, bardas, topes), en una zona urbana responde al trazado de las calles y la disposición de los machuelos.

En el municipio de Lagos de Moreno encontramos tres condiciones específicas en las cuales se encuentran las cuencas, la primera se relaciona con condiciones de alta interferencia al sistema de cauces y porcentajes altos de impermeabilización, estas condiciones se registran en la cabecera municipal, aquí tenemos una urbanización completa de un conjunto de pequeñas cuencas que se formaban en las inmediaciones de los Cerro el Calvario y El Cerro San Javier, el agua en esta zona se comporta como en una cuenca urbanizada, la segunda condición la tenemos en la zona periférica al municipio, en los pueblos de Moya, aquí tenemos una cuenca de tipo periurbana, se están registrando cambios importantes en el uso del suelo en la parte alta y con una fuerte intervención del cauce en la parte media, la tercera condición la tenemos en el resto de las microcuencas que forman las laderas serranas de la Sierra Alta y Pajaritos, el ciclo del agua se comporta como en una cuenca de tipo rural, en donde no se tiene un menor impacto derivado del proceso urbano.

Es así que se aplicó una metodología diferencial para cada una de las condiciones específicas que presentan las microcuencas.

Descripción del método.

Los criterios de valoración de las zonas peligrosos, corresponde con lo siguiente:

- Criterios para evacuación del macroflujo, parte del análisis multicriterio basado en el método de Barros y Vallejo 2007 modificado, las variables son: evento (registro) de inundaciones, rasgos geométricos (hidráulicos) y condiciones ambientales del canal, capacidad hidráulica para distintas intensidades de lluvia y períodos de retorno, para identificar si se encuentra comprometida y en qué grado la capacidad hidráulica.

- Zonificación del patrón de retención-acumulación-conducción parte de la microzonificación topográfica/morfológica/, a partir de la identificación de los rasgos meso y microtopográficos, así como los impactos de la urbanización, y el diseño urbano (trazo de las calles). Para ello se utilizó el MDT con diferentes tratamientos.

- Microflujo, para identificar su comportamiento se utilizaron los criterios asociados al impacto derivado de la altura de la lámina de agua (calado) que se registra en el sistema (vía pública) y de la velocidad (definido a partir de las condiciones de estabilidad para peatones y vehículos), así como la cantidad de registros, esta última información se construyó a partir de la información histórica y reciente.

Inundaciones a escala local (áreas rurales).

La metodología que se aplica en cuencas rurales parte del principio que son avenida súbitas con fuerte arrastre de sedimentos. Una cuenca rural se define como una superficie drenaje por un colector principal en donde no existen amplias superficies impermeabilizadas por el hombre y que no registra interferencia al sistema de colectores. Es decir, los impactos al sistema de colectores naturales (cauce) no son significativos.

Una avenida súbita está directamente relacionada con el tiempo de concentración, que generalmente es menor a las 2 horas y el arrastre de sedimentos dependerá del tipo de suelo y la pendiente del cauce. Para la estimación del gasto de sólidos, se refiere a la cantidad de sedimentos por unidad

de tiempo que debe de sumarse al gasto líquido para tener el escurrimiento de la cuenca.

Una forma de obtener el gasto sólido que produce una avenida es mediante la Formula Universal de Pérdida de Suelos (FUPS), ésta se expresa como:

$$E=0.224\ R\ K\ L\ SC\ P$$

Método para calcular el gasto líquido.

Para hacer esta estimación es necesario primeramente determinar el tiempo de concentración con el objeto de identificar si las cuencas pueden registrar eventos súbitos, para ello se utiliza la formula de Kirpich, posteriormente es necesario calcular la lámina de agua para una duración igual al tiempo de concentración (d= tc). (Imagen 72).

Se utiliza la siguiente fórmula:

Para calcular el caudal se aplicó la formula racional siguiente:

$Q= 0.278*C*I*A*$

Siendo: Q= caudal (m^3/s)

C= coeficiente de escorrentía

I= Intensidad (mm/h)

A= Área (Km^2)

Para estimar el escurrimiento o el gasto líquido a la salida de la cuenca se utiliza la siguiente formula: (Cuadros 8 y 9).

$O_{p=}o.278\ CIA$

Y La estimación del gasto total a la salida a la cuenca

$Q_t = Qp/1-Cs$

La estimación del lodo o gasto sólido a la salida de la cuenca.

$Q_s= Q_t-Q_P$

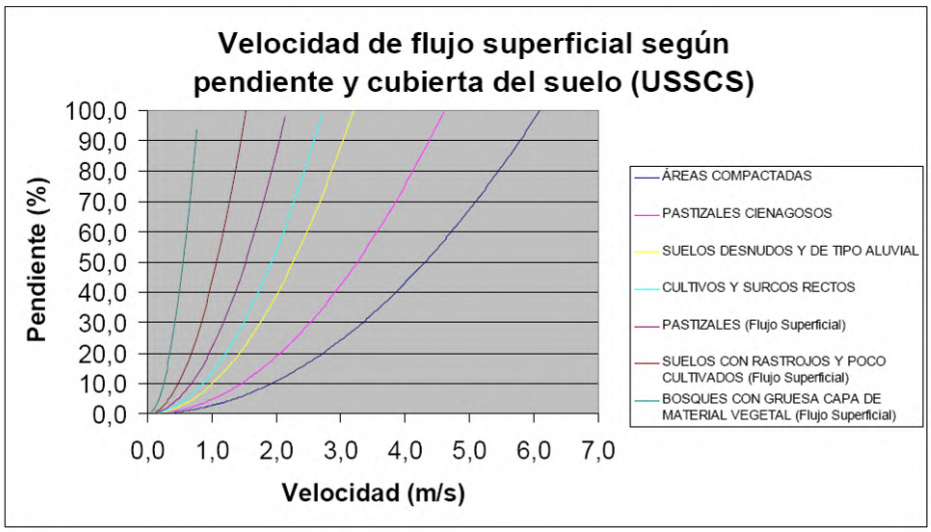


Imagen 72. Velocidad del flujo en relación con la pendiente y el tipo de cubierta vegetal

Coeficiente de escurrimiento C Cuencas Rurales

PENDIENTES	TEXTURA DE SUELOS		
	ARENOSO	LIMO – ARCILLOSO	ARCILLOSO
Bosques			
0 – 5 %	0,10	0,30	0,40
5 – 10 %	0,25	0,35	0,50
10 – 30 %	0,30	0,50	0,60
Pasturas			
0 – 5 %	0,10	0,30	0,40
5 – 10 %	0,15	0,35	0,55
10 – 30 %	0,20	0,40	0,60
Tierras de Cultivo			
0 – 5 %	0,30	0,50	0,60
5 – 10 %	0,40	0,60	0,70
10 –30 %	0,50	0,70	0,80

Cuadro 8. Características del escurrimiento en función del tipo de suelo existente en la zona de estudio.

Tabla 1.3 Valores del coeficiente de escurrimiento

Tipo del área drenada	Coeficiente de escurrimiento Máximo
Zonas comerciales:	
Zona comercial	0.95
Vecindarios	0.70
Zonas residenciales:	
Unifamiliares	0.50
Multifamiliares, espaciados	0.60
Multifamiliares, compactos	0.75
Semiurbanas	0.40
Casas habitación	0.70
Zonas industriales:	
Espaciado	0.80
Compacto	0.90
Cementerios, parques	0.25
Campos de juego	0.35
Patios de ferrocarril	0.40
Zonas suburbanas	0.30
Calles:	
Asfaltadas	0.95
De concreto hidráulico	0.95
Adoquinadas	0.85
Estacionamientos	0.85
Techados	0.95
Praderas:	
Suelos arenosos planos (pendientes de 0.02 ó menos)	0.10
Suelos arenosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.15
Suelos arenosos escarpados (pendientes de 0.07 o más)	0.20
Suelos arcillosos planos (pendientes de 0.02 ó menos)	0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.22
Suelos arcillosos escarpados (pendientes de 0.07 ó más)	0.35

Cuadro 9. Valores de coeficiente de escurrimiento por tipo de uso del suelo.

Para determinar las zonas potencialmente inundables se realizó el siguiente procedimiento:

- Primero, identificar de manera histórica y reciente las zonas que han registrado desborde y las áreas que se han inundado.
- Caracterización morfológica de las marcas del canal (activa, o no activa).
- Una manera de conocer si una sección en particular tendrá problemas de desbordamiento es comparando el área permisible, es necesario identificar las secciones transversales, en las cuales se tenga registrado consecutivamente desbordes. Para la determinación del área geométrica de la sección transversal, será la que se encuentre en el fondo. El siguiente procedimiento consistió en comparar el área geométrica con la sección

hidráulica, es decir, comparar el área permisible (áreas hidráulicas, A_h) y geométricas (A_g). (Imagen 73).

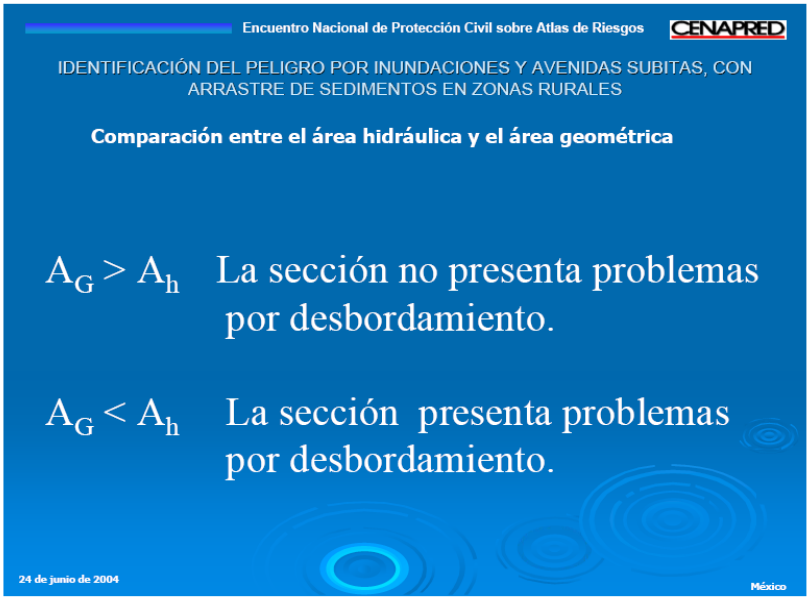


Imagen 73. Comparación entre el área hidráulica y el área geométrica. Tomado de CENAPRED. 2006.

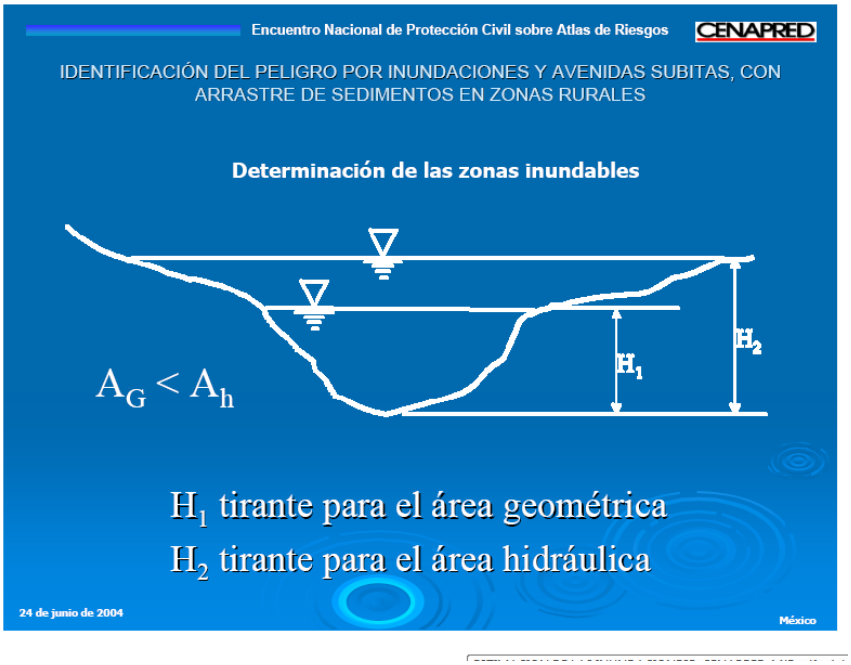


Imagen 74. Comparación entre el área geométrica y el área hidráulica.

La comparación se hace para todas las secciones transversales del levantamiento topográfico del arroyo y para cada uno de los gastos totales asociados a lluvias con diferentes períodos de retorno (T_j). (Imagen 74).

Para determinar el área hidráulica requerida se utiliza:

$Q_t = A_h\ V \text{---} A_h = Q_t/V$

$V = L/t_c$

Para determinar la peligrosidad de las inundaciones (recurrencia/magnitud) se utilizan varios métodos; el primero se denomina hidroclimatológico, parte de hacer estimaciones de probabilidad en la intensidad de la lluvia para diferentes periodo de retorno, con el objeto de transformarla en escorrentía y así determinar los niveles máximos alcanzados para periodos de retorno de 5,10, 25 y 50 años. El segundo método fue el de geometría-geomorfología de cauces y el tercero el método a los escenarios a partir de la información histórica. El método hidroclimatológico consiste en caracterizar las precipitaciones entendiendo el período de retorno mediante la curva de intensidad duración y recurrencia de las lluvias con el objeto de conocer el área de ocurrencia y grado o nivel del impacto sobre el sistema afectable, con el objeto de zonificar áreas con determinada vulnerabilidad, se recurrió a la caracterización de la cuenca vertiente y a la identificación de la curva de intensidad duración y frecuencia de las lluvias, este fue calibrando con los eventos históricos registrados, el procedimiento esta graficado en la siguiente imagen: (Imagen 75).

Imagen 75. Esquema de valoración a partir del método hidrometeorológico.

El segundo método es de carácter geomorfológico. Parte de zonificar el cauce a partir de sus rasgos y funcionalidad en cauce de avenida extraordinaria y cauce de estiaje, se define a partir los periodos de retorno.

Esta aproximación se complementó con la propuesta que viene en “Las bases para la estandarización de SDREDESOL, donde se la da énfasis al tema de la cartografía histórica y la estimación de volúmenes para diferentes períodos de retorno.

Complementado esta metodología, se consolidó el trabajo de la cartografía histórica de los eventos registrados en los últimos 97 años.

Se definió el polígono por inundación en el contexto intraurbano, y se hizo estimaciones de volúmenes con los métodos empleados por la CNA:

4.2.6.3 Catalogo histórico de los eventos documentados a través de la consulta de la hemeroteca digital del Informador, fuentes locales, así como técnicas de levantamiento de información en campo.

- 1910, severa inundación registrada en la población de Lagos de Moreno
- [16]En el mes de Noviembre de 1959, cayó una tormenta de tal magnitud en las inmediaciones de Lagos de Moreno que en una sola noche se llenó la Presa del Cuarenta e inundó parte de la ciudad de Lagos de Moreno, en la zona de la otra Banda. (Imagen 77).
- En el año de 1971, hubo inundación generalizada, una niña fue arrastrada por el agua y se derrumbaron varias viviendas. Se rompieron 13 bordos de contención. La inundación alcanzó más de 1 m en el centro de la población.
- [17]Las poblaciones más afectadas en Jalisco son: Lagos de Moreno, Encarnación, Ixtlahuácan del Río y Ocotlán. En Ayo El Chico, las pérdidas han sido millonarias. (Imagen 76).

EL INFORMADOR

DIARIO INDEPENDIENTE

MIEMBRO UNITED PRESS INTERNATIONAL

Pérdidas por 10 Millones en la Zona de Lagos, Jal.

Ninguna Solución aún en la Suprema Corte

El Fallo Puede dar Lugar a Cierta Mordaza de Prensa

Sembradíos Afectados por la Inundación

Arrastra a una Niña la Corriente; Casas Derrumbadas en la Ciudad

Persigue a D. Ellsberg la Policía

Acusa de "Prevaricación" al "Times" y "Washington Post"

Imagen 76. Nota a ocho columnas de una inundación en el año de 1971, la cual ha sido una de las más fuertes de los últimos 50 años en la ciudad. En la imagen se puede observar la altura que alcanzó la lámina de agua al centro de la plaza, la cual llego a los 40 cm[18].

[16] El Informador, viernes 9 de Octubre de 1964, pág. 3.

[17] El Informador, domingo 19 de agosto de 1973.

[18] El Informador 27 de junio de 1971, año LIV-tomo CCVII. Número 19,142.

- [19]Hay inundaciones el 19 de agosto de 1973, parciales en Lagos de Moreno, en Valle de Guadalupe y Pegueros existió una crecida inusitada del Río Acatic. (Imagen 78).
- En el año de 1976, se registra una inundación, no hubo desgracias humanas pese a lo fuerte de la inundación.
- En el año del 2002 varias colonias se inundaron y el pueblo de Moya se vio afectado debido a que se desbordó La Presa El Cuarenta.
- En el año del 2004 en Comanja de Corona se desbordó el Río Bernalejo, 23 viviendas inundadas, el agua alcanzó los 2 m.
- En el año del 2004 se desbordó la Presa Los Ornelas y Los Manzanos. No se tiene registro de daños.

Imagen 77. Trazo aproximado de la inundación del año de noviembre de 1959, que abarcó buena parte de la ciudad de Lagos que en ese momento existía.

[19] El Informador, domingo 19 de agosto de 1973.

.

Imagen 78. Trazo del polígono de inundación para uno de los eventos más importante registrados en el año de 1973, en donde el nivel del agua en la plaza alcanzó los 50 cm.

- “29 DE Agsoto del 2008. Severa inundación a lo largo del Río lagos y otros afluentes importantes, se considera que alrededor de 5,000 hectáreas han sufrido severos daños El daño mayor se registra en comunidades aledañas a Aguascalientes, como Betulia, Los Hoyos y Loma de Amapolas en donde hubo un derrumbe de cuatro casas, y Azulitos, debido al desbordamiento del río El Tecuan. Considera que los puentes forman represas y generan fuertes acumulaciones de agua (Imagen 79).

Imagen 79 Daños en la carretera de Lagos Ojuelos. Foto: Tonatiuh Figueroa

4.2.6.4 Descripción del trabajo de campo

Se realizaron 15 salidas de campo cubriendo la totalidad del la cabecera municipal y la población de Comanja, Los Puestos, Cienega de Mata y El Cuarenta.

Descripción de las inundaciones por asentamiento humano.

-Cabecera municipal.

Las inundaciones en la cabecera municipal se deben a dos condiciones, primero, al desborde del Río Lagos en eventos extraordinarios, e inundaciones en calles y viviendas por condiciones topográficas asociadas a antiguos cauces menores.

Patrón de la inundación en la vía pública y daños por microflujo.

El recorrido de campo consistió en observar y digitalizar el comportamiento del microflujo, identificar el origen de las venidas súbitas de agua provenientes de las partes altas y evaluar las condiciones de los canales y arroyos.

Evaluación de la parte alta.

La generación del agua que afecta a la cabecera municipal proviene de las colonias El Calvario Norte, Infonavit Cuesta Blanca, San Miguel Norte y San Miguel. Durante el recorrido solamente se identificaron tres bocas de tormenta en su cruce con la calle 16 de Septiembre.

Nos comentaron los vecinos de la zona que dichas bocas de tormenta se tapan en el temporal de lluvias, las cuales se colapsan y no cumplen su función para mitigar el flujo creciente proveniente de las partes altas. Esto origina un problema importante para la secuencia de la calle 16 de Septiembre (aguas abajo), en la colonia El Calvario Sur, ya que el nivel de la avenida Democracia es más alto que el nivel de las casas que están sobre la calle 16 de septiembre. (Imágenes 80, 81,82 y 83).).

Imagen 81. Bocas de tormenta ubicadas en la calle Democracia y 16 de Septiembre.

Imagen 82. Boca de tormenta totalmente (tapada) colmatada por tierra. Calle Democracia y 16 de Septiembre.

Imagen 83. El nivel de la Avenida Democracia es más alto al de las calles ubicadas aguas abajo, al colapsarse las bocas de tormenta el agua fluye como cascada perjudicando las viviendas y negocios ubicados aguas abajo en la lateral de la Avenida Democracia.

Imagen 84. Desagües de la Avenida Democracia provocan el flujo crecido en algunas calles ya que no son suficientemente idóneos en sus ubicaciones para el desembocado uniforme de los escurrimientos.

Otra problemática que se observó fue en la colonia San Miguel en la calle Ricardo Flores Magón, en su cruce con Vicente Guerrero se encuentra un registro el cual

colapsa en temporadas de lluvia por la gran cantidad de agua que se filtra en los mismos, ocasionando el desborde de aguas negras, dicha problemática se repite en partes altas por no contar con bocas de tormenta. (Imagen 85).

Imagen 85. Registro colapsado calle Ricardo Flores Magón.

En el poniente de la zona centro se encuentran las colonias: Colinas de San Javier, Lomas del Valle y Colinas del Valle. Las cuales sufren de un flujo creciente que va desde los 15cm. a los 50cm. e incluso llegando a 1 metro de altura afectando algunas viviendas. Los escurrimientos llegan a la Avenida Orozco y Jiménez dicha avenida cuenta con bocas de tormenta que colectan el flujo de las partes altas. (Imágenes 86, 87 y 88).

Imagen 86. El flujo de la calle Zafiro desemboca en la Avenida Orozco y Jiménez. En este punto se genera un encharcamiento importante ya que no cuenta con una boca de tormenta.

Imagen 87. En la Zona Poniente de la zona centro se encuentran pendientes pronunciadas y esto genera un flujo importante, el escurrimiento desemboca en las bocas de tormenta de la Avenida Orozco y Jiménez.

Imagen 88. Barreras de mitigación en una vivienda de la calle Rancho del Venadito. Esta casa ha sido afectada por el flujo que baja rápidamente.

Evaluación de los canales y los arroyos.

Se identificó un canal que se origina en la calle Orozco y Jiménez y la calle Democracia, en el predio llamado el “Triangulo”, el cual cruza la calle Agustín de Iturbide siendo ahí un punto de desbordamiento del mismo, ya que no cuenta con un diseño adecuado para el traslado del agua pluvial y convergen los microflujos en ambos sentidos provocando inundaciones en las viviendas colindantes. (Imagen 89).

Imagen 89. Este tramo del canal ubicado en la calle Agustín de Iturbide no cuenta con el diseño adecuado para la canalización del agua.

Entre las colonias Residencial Alcaldes y La Campana, sobre La calle Diego Romero se encuentra un canal que cruza la avenida Orozco y Jiménez. La problemática de este canal es que presenta maleza crecida que no permite el adecuado flujo del agua en temporada de lluvias. Nos comentan vecinos que viven en el margen del canal que se ha desbordado aguas arriba porque su cauce se angosta y cuenta con maleza. (Imágenes 90 y 91).

Imagen 90. Canal ubicado en la calle Diego Romero y su cruce con la avenida Orozco y Jiménez.

Imagen 91. Este segmento del canal aguas arriba reduce su capacidad de de transportación del agua por no tener una eficiente canalización y se ha llegado a desbordar por lo menos en 2 ocasiones.

El Arroyo Guaricho, en su tramo con la calle Baluarte y su cruce con el camino La Huitlacocha, ha sufrido desbordamientos según vecinos debido a el puente construido casi llegando al Río Lagos por ser un puente de poca altura además

de la maleza del lugar, por lo tanto, en el temporal de lluvias se llega a tapar por la basura que atrae el arroyo y se forma un taponamiento o represa lo cual genera el desbordamiento e inundación de la calle Baluarte. (Imagen 92).

Imagen 92. Arroyo Guaricho en su tramo con el Río Lagos. Este puente construido para el tráfico vehicular no contó con el diseño adecuado para el libre flujo del agua que transporta el Arroyo Guaricho aguas arriba.

Otras zonas de concentración de agua son las calles en su parte final con la Calle del Malecón, debido a que se han incrementado los bordes del Río Lagos, formando una serie de cunetas, en las cuales se concentra toda el agua que proviene de la zona centro y de la parte alta de Lagos, se han instalado una serie de alcantarillas, algunas funcionan y otras son insuficientes durante las tormentas más intensas. (Imagen 93).

Imagen 93. Zona de contacto entre las calle que tienen una disposición a favor de la pendiente y la calle que bordea las márgenes del Río Lagos, en ellas se registra una fuerte acumulación de agua, que llega a alcanzar más de 50 cm. en algunas partes.

Otra de las zonas que registra constantes eventos de encharcamiento e inundación es en las inmediaciones de la fábrica de Nestlé, ahí debido a su posición cercana a dos escurrimientos, la construcción y el trazo de las calles que van hacia el libramiento, la convirtieron en un punto de concentración de agua, la cual no puede cruzar las instalaciones, haciendo necesario que se hayan instalado algunas bocas de tormenta las cuales son insuficientes para poder conducir el agua al Río Lagos o al cauce de La Tarjea. Se tiene registro de daños a vehículos, viviendas y parcialmente a instalaciones de la fábrica. (Imágenes 94 y 95).

Imagen 94. Puntos de encharcamiento severo (Nestle), que llega a comportarse como inundación, alcanzando cada 2-3 años alturas de más de 50 cm.

Imagen 95. Calle que registra constantes inundaciones en la vía pública.

Desbordamiento de El Río Lagos entre Moya y la cabecera municipal.

A lo largo de la sección del Río Lagos que va del poblado de Moya a la cabecera municipal, se presentan varios puntos que son más susceptibles al desborde, particularmente la cara convexa donde se presentan cambios en el trazo del canal principal. (Imagen 96).

Imagen 96. Cara convexa y baja que coincide con el asentamiento de Moya, representa una de las principales zonas de desborde. Actualmente, se esta rellenado para trata de levantar el nivel de la margen derecha.

Inundaciones sobre el lecho ordinario y extraordinario del Río Lagos

El lecho del Río Lagos es de tipo divagante teniendo una gran cantidad de puntos de desborde ante eventos extraordinarios que se registran, de acuerdo con los datos históricos, se presentan Tr 5 años, se registra un incremento considerable del lecho extraordinario, particularmente se da entre el poblado del Cuarenta y La cabecera de Lagos de Moreno, en el poblado este fenómeno se acentúa. Punto de especial conflicto son la confluencia de tributarios al Lagos, como en la zona de Ex Hacienda de Sepúlveda.

Otras de las zonas que existen evidencias de fuertes inundaciones es en la cuenca del Río La Sauceda, en el año del 2006 se inundó el poblado alcanzado las inundaciones más de 1.5 m (Imagen 97).

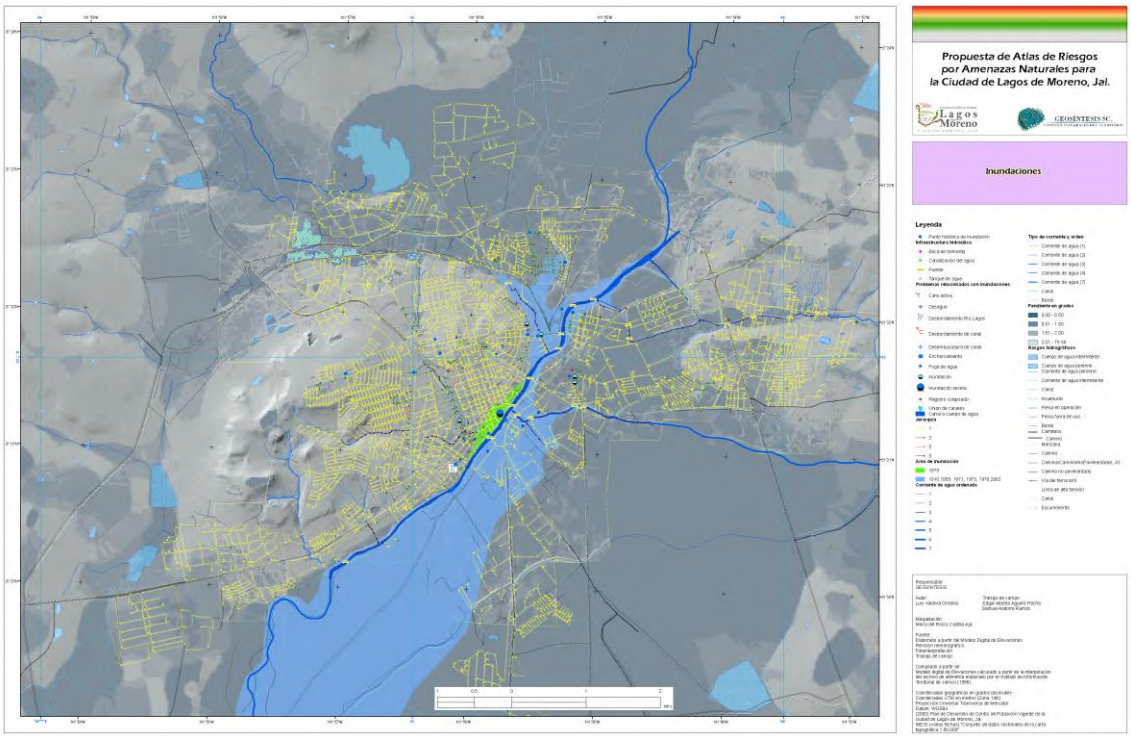


Imagen 97. Mapa del patrón de inundaciones (zonas más susceptibles) en las inmediaciones de la cabecera municipal y en la parte intraurbana

Inundaciones en la zona de los Llano de Aguascalientes.

La parte norte del municipio en los últimos 20 años ha registrado varios eventos de inundación, el más importante de ellos corresponde con el del día 28 de agosto del 2008,

5.- GESTIÓN DEL RIESGO.

Es necesario Incluir la gestión del riesgo en la agenda municipal con el objeto de establecer el proceso de capacitación de tema y ampliarlo a los diferentes niveles de las comunidades, principalmente en las escuelas, Incluir a actores sociales para poder construir mapas de percepción de riesgos por sector y comunidad, conocimiento del entorno geográfico y la solución de problemas.

Existen diferentes criterios para mitigar el efecto y el peligro, los criterios generales aplicados a cada amenaza se basaron en las propuestas elaboradas por CENAPRED y SEDESOL. (Imagen 98).

Para establecer una estrategia de mitigación, es fundamental conocer las siguientes variables:

- **Descripción del patrón de la Amenaza (inundación, hundimiento, etc).**
- **Descripción de los daños.**
- **Descripción de los factores que determinan la amenaza (inundación)**.
- **Descripción del proceso territorial**.

5.1.-Inundaciones.

Para evitar o reducir la inundaciones o sus efectos perjudiciales se pueden tomar acciones de dos tipos: las primeras se conocen como medida de tipo estructural (construcción de obras), y las segundas son las que se denominan no estructurales (indirectas o institucionales).

El objetivo de las estructurales es evitar o reducir los daños provocados por una inundación, mediante la construcción de obras que puedan ser planeadas o diseñadas adecuadamente, básicamente son **retención, detención almacenamiento y derivación del agua, hacer modificaciones al cauce**

(mejorar las condiciones de canalización y conectividad) construir bordos o muros de encauzamiento y modificar e incrementar puentes y alcantarillas. (Cuadro 10).

Por su parte las medidas no estructurales son aquellas cuya finalidad es informar a la población de la ocurrencia de una avenida (crear una unidad de protección civil) local, con objeto de establecer medidas de protección y programas específicos de protección para cada peligro identificado.

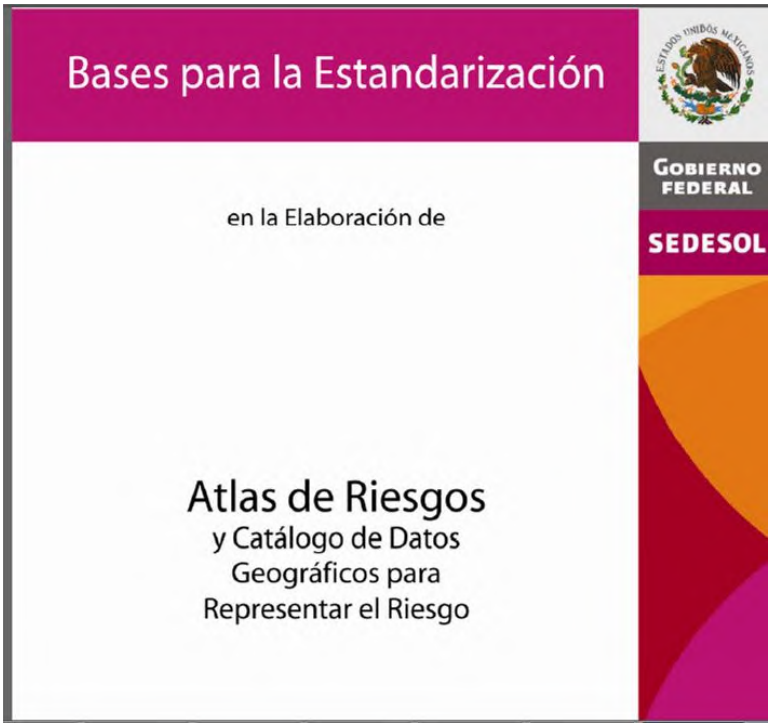


Imagen 98. Documento de SEDESOL donde se establece los criterios generales de evaluación del peligro, la vulnerabilidad el riesgo.

Cuadro 10. Las políticas estructurales con objeto de atender el manejo de las avenidas se dividen en los siguientes rubros:

Obras de regulación	Obras de rectificación	Obras de protección	Saneamiento	Infraestructura
-Presas de almacenamiento. .Presas rompe-picos. -Presas para retener azolves. -Desvió	-Mejorar la interconectividad de los cauces. (disminuir la interferencia). -Entubamiento del cauce	-Obras en las caras activas. -Bordos longitudinales. -Bordos perimetrales. -Muros de	-Limpieza. -Desazolve. -Canalización de aguas grises.	-Alcantarillas con diseños más funcionales. -Actualización de colectores. -monitoreo de la gran cantidad de

permanente. -Desvió temporal. -Reforestación. -Protección de la parte alta de los cauces.	-Corte (rectificación de meandros) -Canalización del cauce. -Rectificación de la corriente. -Recuperación del cauce -Recuperación de la zona federal	encauzamiento.		bordos que existen en el municipio.

5.1.1.-A nivel de la cuenca.

Las presas de almacenamiento y el desvió son las más efectivas ya que disminuye en todo el tramo aguas abajo el gasto máximo. Por su parte, las presas rompe-picos se utilizan en corrientes en donde la avenida de diseño es pequeña, sus efectos se pierden en cuanto se une a varias corrientes debido a que debe de incrementarse la capacidad de regulación necesaria lo que encarece considerablemente el proyecto. La presa para retener azolves no altera el gasto máximo de la avenida, pero evita o por lo menos retarda el azolve de los cauces, lo que hace que se pierda la capacidad hidráulica y el desborde ocurre con gastos menores a los estimados inicialmente.

5.1.2.-A nivel de macroflujo.

A nivel del cauce

Se pueden realizar obras de rectificación, las más importantes son obras de entubamiento en puntos donde el problema es mayor, de corte con objeto de disminuir la sinuosidad del canal y tratar de hacerlo menos susceptible. Las obras de protección se utilizan para estabilizar las caras activas del canal, disminuir la erosión lateral del cauce, aumentar la capacidad de conducción y disminuir la susceptibilidad al desborde.

5.1.3.-A nivel del microflujo.

Cuando existe un descontrol total del microflujo sobre las calles, es necesario establecer una política de actualización de los colectores para qué, parte del

agua puede ser captada por las alcantarillas y tratar de darle un manejo más ordenado y que no represente un riesgo a la población. Es necesario distribuir el flujo y no concentrarlo ya que se vuelve menos manejable.

5.1.4.-Políticas de ordenamiento.

Acciones no estructurales.

Se pueden dividir en políticas de ordenamiento territorial las que permiten modificar los componentes del ciclo del agua, aumentando la infiltración y disminuyendo el escurrimiento, aumentado el tiempo de concentración y, por lo tanto, hacer menos susceptible a responder de manera repentina ante lluvias extraordinarias

La reforestación es una acción que implica gasto y coordinación pero es más efectiva, lo que disminuye el tiempo de concentración.

Programa de conservación de suelos.

Deslizamientos.

En deslizamientos superficiales, las acciones básicamente corresponden a acciones de estabilizar el suelo mediante incrementar los factores de seguridad como el tipo y densidad de la cubierta vegetal, controla la explotación de especies comerciales y no urbanizar las márgenes de los cauces en la parte alta, así como las caras activas y zonas bajas. (Cuadro 11).

Cuadro 11

Acciones a nivel de vertiente	obras en el cauce	Acciones en el piedemonte.
Control de la explotación de la vegetación. Control de la explotación de camote de cerro. Control del ocoteo. Control de la actividad ganadera. Control de los incendios.	--control de los bloques mayores que pueden ocasionar retenciones momentáneas peligrosas -	-protección de cauce y las márgenes particularmente en la zona donde se presenta la desemboca el cauce en el piedemonte. No alterar el trazo original, que genere cambios bruscos del canal. obras en las caras activas. Bordos longitudinales.

		Bordos perimetrales. -Muros de encauzamiento. Establecer criterios homogéneos a lo largo de toda la trayectoria del cauce.

5.1.5.-Descripción de las acciones de mitigación por sector.

5.1.5.1.-Zona de la cabecera Municipal.

Obras de mitigación

Daños importantes están asociado al comportamiento caótico del microflujo, por lo que se deberá de establecer una política de controlarlo aguas arriba (cerro), mediante un serie de obras de retención, infiltración y dispersión, para que el agua no llegue a concentrase en la parte media y baja de la ciudad, donde los volúmenes son poco controlables.

Cuadro 12. Obras más viables que podrían aplicarse en general a las microcuencas del sistema fluvial del municipio (controlar el desborde por el macroflujo).

Obras de regulación (aguas arriba)	obras de rectificación	obras de protección	saneamiento
-Presas de almacenamiento. .Presas rompe-picos. -Presas para retener azolves. -Desvió permanente. -Desvió temporal.	--Corte (rectificación de meandros). Corrección del canal principal. -Canalización del cauce. Rectificación de la corriente. Recuperación de los cauces de los tributarios principales. Recuperación de la zona federal de los tributarios principales.	-Obras en las caras activas. --Bordos longitudinales. --Bordos perimetrales. --Muros de encauzamiento.	-Limpieza. -Desazolve.

6-CONCLUSIONES GENERALES.

El municipio presenta diversos tipos de amenazas (fenómenos perturbadores) derivados de las condiciones geológico-geomorfológicas y topográficas-geomorfológicas e hidroclimatológicas, por lo que se registran problemas que van desde inundaciones repentinas en cuencas pequeñas de naturaleza montañosa, que en los últimos años se han estado incrementando los registros, debido al mal manejo de las cuencas, particularmente de los cauces; ya que se presentan invasiones parciales, pérdida de la continuidad y distintos tipos de segmentos, lo que ocasiona capacidades diferentes y por lo tanto, distintas funcionalidades. Son pocos los escurrimientos que mantienen su continuidad hasta el río, así también se han observado inundaciones en vía pública y severos encharcamientos, asociados al comportamiento caótico del microflujo, debido a que las calles han substituido a los canales naturales, que se perdieron bajo la urbanización. No hay que olvidar que las inundaciones más fuertes siempre vienen acompañadas de la rotura de una serie de bordos, es imposible estar monitoreando todos, pero se deberá establecer una serie de prioridades en función de las condiciones geotécnicas y la capacidad del embalse.

Consideraciones

A partir del marco de referencia generado por el atlas de riesgos con la aproximación a nivel distrital, es necesario realizar estudios puntuales para cada una de las microcuencas y unidad geotécnica identificadas, así como de los escarpes con el fin de definir adecuadamente el tipo de acción a realizar, y de esta forma tratar de mitigar o disminuir la peligrosidad y establecer todo un programa de protección civil dirigido a la población del municipio.