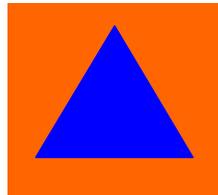




DELEGACIÓN  
LA MAGDALENA  
CONTRERAS

# Atlas de Peligros y/o Riesgos Naturales de la Delegación La Magdalena Contreras

2011



28 de diciembre de 2011  
Entrega Final  
Número de obra 109008PP035557  
Número de expediente PP11/09008/AE/1/017  
DGA/DRMSG/SRM/UDA/RF/145/2011  
México, Distrito Federal

@rtic consultores s de rl de cv  
| @rquitectura | urbanismo | geomática |

## ÍNDICE

Pág.

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>4</b>
1.1	Introducción .....	4
1.2	Antecedentes.....	4
1.3	Objetivos.....	5
1.3.1	Objetivos generales.....	5
1.4	Alcances .....	5
1.5	Metodología General .....	5
1.6	Contenido del Atlas de Peligros y/o Riesgos. ....	6
1.7	Fundamento jurídico .....	6
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO II DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO III CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL .....</b>	<b>12</b>
3.1	Fisiografía.....	12
3.2	Geología.....	13
3.3	Geomorfología.....	16
3.4	Edafología .....	18
3.5	Hidrología .....	20
3.6	Climatología.....	21
3.7	Uso de suelo y vegetación.....	23
3.8	Áreas naturales protegidas.....	27
3.9	Problemática ambiental .....	29
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO IV CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS .....</b>	<b>31</b>
4.1	Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.....	31
4.2	Características sociales.....	36
4.3	Características de la población económicamente activa .....	42
4.4	Estructura urbana .....	42
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL.....</b>	<b>53</b>
5.1	Identificación de peligros ante fenómenos de origen Geológico.....	53
5.1.1	Fallas y Fracturas .....	53
5.1.2	Sismos.....	56



5.1.3	Vulcanismo .....	60
5.1.4	Deslizamientos .....	62
5.1.5	Derrumbes .....	65
5.1.6	Flujos .....	67
5.1.7	Erosión .....	95
5.2	Identificación de peligros y fenómenos perturbadores de origen hidrometeorológico .....	109
5.2.1	Ciclones (Huracanes y ondas tropicales) .....	109
5.2.2	Tormentas eléctricas .....	109
5.2.3	Sequías .....	116
5.2.4	Temperaturas máximas extremas .....	116
5.2.5	Vientos Fuertes .....	118
5.2.6	Inundaciones .....	122
5.2.7	Masas de aire (heladas, granizo y nevadas) .....	151
5.2.8	Conclusiones .....	157
<b>6</b>	<b>CAPÍTULO VI ANEXO</b>	
6.1	Glosario de Términos .....	158
6.2	Bibliografía .....	167
6.3	Cartografía empleada (índice y breve descripción de los mapas contenidos).....	169
6.4	Fichas de Campo .....	173
6.5	Memoria fotográfica (con descripción y ubicación de cada imagen) .....	182
6.6	Nombre de la consultoría y personas que elaboran el Atlas de Peligros y/o Riesgos.....	199

## 1 CAPÍTULO I

### 1.1 Introducción

A fin de que la Delegación La Magdalena Contreras cuente con un Atlas detallado de Peligros y/o Riesgos, se realizará un análisis de los fenómenos perturbadores de origen natural de mayor impacto en la zona. El desarrollo de este proyecto se fundamenta de acuerdo con los lineamientos técnico-administrativos establecidos por la SEDESOL.

Se utilizarán las metodologías establecidas por la SEDESOL y el CENAPRED, las cuales consideran el estudio de la zona mediante fotografías aéreas, procesamiento digital de la información por medio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), generación y ponderación de mapas temáticos con el propósito de zonificar, caracterizar y evaluar aspectos propios de los peligros y/o riesgos que afectan a la delegación.

Los resultados de este trabajo permitirán identificar las áreas críticas, donde los fenómenos perturbadores tengan un impacto desfavorable hacia la población e infraestructura civil. Esto permitirá establecer medidas preventivas, orientar los planes y programas delegacionales en materia de Protección Civil y Desarrollo Urbano, además de servir de base para canalizar de manera fundamentada, los recursos enfocados a obras de mitigación así como de estudios a detalle.

El uso de la información del Atlas, contenida en un Sistema de Información Geográfica, permitirá establecer acciones fundamentadas en materia de prevención, mitigación, conservación del medio ambiente, ordenamiento territorial, así como atención a las situaciones de emergencia. De igual manera, sirve para establecer criterios unificados para la concepción del desarrollo sustentable. Asimismo, este estudio debe involucrar a todos los niveles de gobierno, medios de comunicación, instituciones académicas y a la sociedad misma, ya que el manejo de la información con respecto de los peligros que nos rodean, resulta indispensable para reducir significativamente el efecto de los mismos.

### 1.2 Antecedentes

Según los datos de la oficina de Protección Civil (2007), para el caso de la delegación La Magdalena Contreras, el 70% de su territorio se encuentra expuesto a amenazas naturales, donde al menos 8 mil personas viven bajo la amenaza de que las lluvias provoquen deslaves que ineludiblemente afectarán a las familias que viven en las orillas de las barrancas; fenómeno que en conjunción con sus características físicas y las condiciones sociales (vulnerabilidades) hacen que se potencie la ocurrencia de un desastre para quienes ahí habitan (Cortés, 2008).

Existen dentro de la Delegación, colonias en proceso de consolidación que representan “focos rojos” o sitios de atención permanente por parte de Protección Civil Delegacional. Estas colonias o localidades, representan asentamientos irregulares que paulatinamente han ido creciendo y que mediante prácticas antropogénicas desfavorables para la estabilidad, han ido ganando espacio a la ladera a través de cortes y el empleo de costaleras, con los riesgos que ello implica. Estos asentamientos son:

- Tierra Colorada
- El Gavillero
- Ixtlahualtongo
- Sayula
- El Ocotal
- El Chisto
- Cazulco



De esta forma, resulta de gran importancia llevar a cabo un estudio de la zona donde se asienta la Delegación La Magdalena Contreras para así determinar las zonas de peligro, de manera que sea posible apoyar en la toma de decisiones en materia de Protección Civil, Planeación y Desarrollo Urbano.

### Trabajos previos

Algunos estudios de relevancia dentro del área de estudio y que analizan específicamente aspectos geológicos y de riesgos que existen en esta demarcación, son por ejemplo, las investigaciones siguientes: “Poblaciones vulnerables frente a amenazas naturales, caso de estudio, delegación La Magdalena Contreras, Distrito Federal, México”, por María Alejandra Cortés Ortiz, (2008), o el estudio de “Arreglo Morfoestructural de la Sierra de las Cruces, México Central”, de Armando García Palomo et. al., (2002), así como la “Evolución del avance de la mancha urbana sobre el área natural protegida de la cañada de los dinamos”, de Agustín Fernández Eguiarte (2002), y el estudio “Geología del Complejo Volcánico San Miguel al Sur poniente de la Cuenca de México”, de Esther Romero Terán (2001), por citar algunos.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivos generales

Desarrollar el Atlas de Peligros y/o Riesgos Naturales para la Delegación La Magdalena Contreras, tomando en cuenta los peligros que mayor impacto tienen en el área de estudio.

Se generará una base de datos en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el propósito de que las autoridades gubernamentales posean una herramienta capaz de proporcionar información inmediata de los posibles efectos desastrosos a nivel local o regional, causados por los peligros antes mencionados, los cuales pueden impactar tanto a la población como a la infraestructura civil.

## 1.4 Alcances

Generar un estudio de la problemática actual respecto a los Peligros Naturales que ocurren dentro de la Delegación Magdalena Contreras, para poder proponer alternativas en materia de prevención, mitigación y estudio.

Integrar la información por medio de un Visualizador de Información Geográfica (VIG), teniendo como plataforma el software “Arc Gis Desktop versión 9.3”, con el propósito de manipular, modificar y eventualmente actualizar la información correspondiente a los Peligros Naturales involucrados en este estudio.

Generar mapas temáticos con el fin de establecer grados de ponderación para el análisis de los peligros involucrados.

Facilitar la toma de decisiones preventivas ante alguna contingencia y recomendar acciones de mitigación en las zonas de mayor vulnerabilidad y riesgo dentro del territorio de esta demarcación.

## 1.5 Metodología General

La metodología empleada sigue los lineamientos generales establecidos por la SEDESOL en su documento “Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo”; del Servicio Geológico Mexicano (SGM) en la “Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel Ciudad (Identificación y Zonificación)” edición 2011. Igualmente se utilizaron los criterios establecidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en la “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos”.

Los peligros considerados para este estudio son:



Fenómenos Naturales.

Fenómenos Geológicos.- Fallas y fracturas, Sismos, Deslizamientos, Derrumbes, Flujos y Erosión principalmente.  
*Los tsunamis no se consideran en este Atlas debido a las condiciones geográficas de la zona de estudio, donde este fenómeno perturbador no tiene impacto alguno.*

Fenómenos Hidrometeorológicos.- Tormentas eléctricas, Temperaturas máximas extremas Vientos fuertes, Inundaciones y Masas de aire (heladas, granizo y nevadas).

*Los ciclones y las sequías no se consideran en este Atlas debido a las condiciones geográficas de la zona de estudio, donde este fenómeno perturbador no tiene impacto alguno.*

## 1.6 Contenido del Atlas de Peligros y/o Riesgos.

El presente informe se desarrolla y está estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se menciona aspectos generales del área de estudio, se plantean los objetivos, los alcances y la metodología general.

El capítulo 2 consiste en la determinación del área de estudio.

El capítulo 3 abarca las características físicas del área de estudio, lo cual incluye la fisiografía, geología regional y local, la geomorfología, la vegetación y los tipos de uso de suelo, clima y aspectos como la contaminación de los elementos naturales, como suelo y agua.

El capítulo 4 trata de aspectos demográficos y geográficos más específicos, que detallan el grado de crecimiento demográfico, la dinámica poblacional, indicadores económicos, condiciones y tipo de equipamiento urbano.

El capítulo 5 abarca la descripción, el análisis y los resultados de los peligros geológicos e hidrometeorológicos considerados.

El capítulo 6 contempla los anexos, así como los resultados y mapas finales, el glosario, las fichas de campo, el reporte fotográfico así como los datos generales de los ejecutores del proyecto.

## 1.7 Fundamento jurídico

El Atlas de Peligros y/o Riesgos Naturales de la delegación La Magdalena Contreras, que se constituye como una herramienta integral para la gestión de riesgos, tiene como sustento principal las siguientes leyes:

En La ley General de Protección Civil (LGPC), como lo establece en su Capítulo II y el Artículo 12; al promover la constitución de acervos de información técnica y científica sobre fenómenos perturbadores que afecten o puedan afectar a la población, y que permitan a ésta un conocimiento más concreto y profundo, así como la forma en que habrá de enfrentarlos en caso de ser necesario. También al llevar a cabo los proyectos, los estudios y las inversiones necesarias para ampliar y modernizar la cobertura de los sistemas de medición de los distintos fenómenos naturales y antropogénicos que provoquen efectos perturbadores y establecer líneas de acción y mecanismos de información y telecomunicaciones especialmente a nivel municipal (Delegacional).

De la misma forma permite; ayudar a Investigar, estudiar y evaluar riesgos y daños provenientes de elementos, agentes naturales o humanos que puedan dar lugar a desastres, integrando y ampliando los conocimientos de tales acontecimientos en coordinación con las dependencias responsables.



Todo lo anterior permitirá desarrollar y actualizar el Atlas Nacional de Riesgos.

El Presente Atlas de Peligros y/o Riesgos Naturales, cumple con lo establecido en la Ley de Protección Civil para el Distrito Federal, como lo establece el artículo 3° al conformar un sistema de información geográfica, actualizado, que permitirá identificar el tipo de riesgo a que están expuestos los servicios vitales, sistemas estratégicos, las personas, sus bienes y entorno. Lo anterior permitirá que la Delegación La Magdalena Contreras cuente con este recurso que cumple con los criterios y bases técnicas determinadas por la Secretaría de Protección Civil y que la misma delegación pueda actualizarlo periódicamente. El conjunto de éste Atlas Delegacional integrará el Atlas de Riesgo del Distrito Federal.

La Ley del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal (LSPCDF), publicada el 8 de julio del 2011, define en su artículo 7, lo siguiente:

I. Atlas Delegacional.- El Atlas de Peligros y Riesgos de cada una de las Delegaciones, que integran el sistema de información que identifica los diferentes riesgos a que está expuesta la población, sus bienes y entorno, así como los servicios vitales y los sistemas estratégicos establecidos en la demarcación.

II. Atlas de Peligros y Riesgos: El Atlas de Peligros y Riesgos del Distrito Federal, instrumento de diagnóstico que conjunta la información de los Atlas Delegacionales para integrar, a través de bases de datos de información geográfica y herramientas para el análisis, el sistema de información que identifica los diferentes riesgos a que está expuesta la población, los bienes y entorno, así como los servicios vitales y los sistemas estratégicos del Distrito Federal.

Esta misma Ley (LSPCDF), determina en su artículo 16, que corresponde a las Delegaciones, en materia de protección civil, elaborar, de conformidad con los lineamientos técnicos y operativos, el Atlas Delegacional y mantenerlo actualizado permanentemente. Asimismo en su artículo 20 indica que las Unidades de Protección Civil de cada Delegación, en el ámbito de sus respectivas competencias determinarán y registrarán, en el Atlas Delegacional, las zonas que no son susceptibles de habitarse por el riesgo que conlleva el entorno

En virtud de lo anterior, se puede discurrir que el Atlas de Peligros y/o Riesgos Naturales de La Magdalena Contreras cumple cabalmente con los fundamentos establecidos en las leyes citadas anteriormente.

## 2 CAPÍTULO II DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Para determinar la zona de estudio se consideró usar los límites político - administrativos de la delegación La Magdalena Contreras, dado que es un estudio particular enfocado a esta unidad administrativa. Los resultados obtenidos y su actualización corresponden a la delegación en comento, asimismo podrán ayudar a integrar otros estudios regionales, estatales o nacionales como puede ser el Atlas de Riesgo del Distrito Federal y Atlas Nacional de Riesgos.

La delegación La Magdalena Contreras, definida como zona de estudio, se ubica en la parte suroeste del Distrito Federal, está delimitada por las coordenadas 18°59' -19°43' N y 99°00' -99°40' W y se ubica en la porción sur de la Sierra de las Cruces. Tiene forma alargada e irregular, con una orientación NE-SW (Figura 2.1).

La superficie total de la delegación es de 7,580.5 hectáreas, lo que representa el 5.11% con respecto al Distrito Federal, de las cuales 4,397.00 hectáreas corresponden originalmente a Suelo de Conservación, de acuerdo al Programa General y 3,183.50 a Suelo Urbano, definidas estas dos áreas por la línea de conservación ecológica entonces trazada y la cual ha sido superada por el desbordamiento de asentamientos irregulares (Programa Delegacional Magdalena Contreras, 2005).



La altitud media es de 2,500 metros en Suelo Urbano, incrementando la altitud hasta el sur de la delegación, en Suelo de Conservación, donde se alcanzan los 3,700 metros sobre nivel del mar.

Las principales elevaciones son: Cerro el Judío, C. Tambora, C. Las Canoas, C. Las Palomas, C. Nezehuiloya y C. Panza. Los ríos principales son: La Magdalena, Chichicarpa y Las Regaderas.

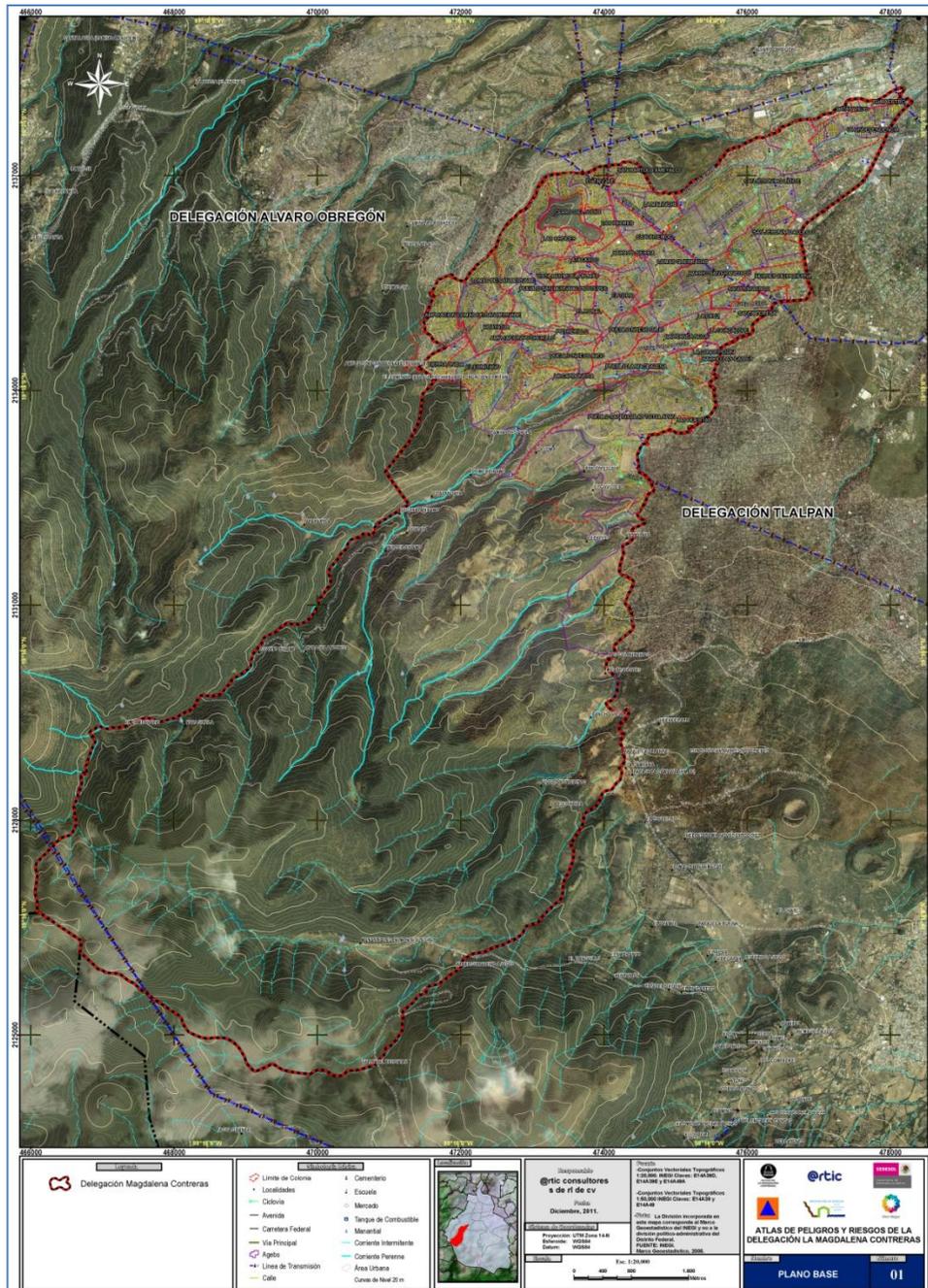


Figura 2.1 Ubicación de la Delegación La Magdalena Contreras como área de estudio.

## Nivel de análisis de la información

Para llevar a cabo el análisis de los diferentes peligros y riesgos en el área de estudio, se determinaron diferentes escalas de estudio a partir del tipo de fenómeno perturbador, su extensión y nivel de afectación. Así, como de la información y nivel de detalle de la información disponible.

En algunos peligros, se hace relevante su caracterización detallada en campo por lo cual se analiza la problemática que existe al nivel de localidad urbana. En la tabla 2.1 se muestran las diferentes escalas y niveles de análisis de acuerdo a cada tipo de peligro considerado.

Fenómeno Perturbador	Nivel de detalle	Escalas	Nivel de análisis de acuerdo con las Bases para la Estandarización	Estimación del Peligro
<b>Fenómenos geológicos</b>				
Fallas y Fracturas	Delegacional, localidad urbana	1:20,000, 1:5,000-1:11,000	Nivel 1	Alto
Sismos	Delegacional	1:20,000	Nivel 2	Bajo
Vulcanismo	Delegacional	1:20,000	Nivel 1	Bajo
Deslizamientos	Delegacional, localidad urbana	1:20,000, 1:5,000-1:11,000	Nivel 2	Muy Alto
Derrumbes	Delegacional, localidad urbana	1:20,000, 1:5,000-1:11,000	Nivel 1	Alto
Flujos	Delegacional, localidad urbana	1:20,000, 1:5,000-1:11,000	Nivel 1	Alto
Hundimientos	Delegacional	1:20,000	No Aplica	No Aplica
Erosión	Delegacional, localidad urbana	1:20,000, 1:5,000-1:11,000	Nivel 1	Alto
<b>Fenómenos Hidrometeorológicos</b>				
Tormentas eléctricas	Delegacional	1:20,000	Nivel 1	Alto
Temperaturas máximas extremas	Delegacional	1:20,000	Nivel 1	Alto
Vientos Fuertes	Delegacional	1:20,000	Nivel 1	Alto
Inundaciones	Delegacional	1:20,000; 1:5,000-1:11,000	Nivel 1	Muy Alto
Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)	Delegacional	1:20,000	Nivel 2	Muy Alto

Tabla 2.1 Nivel de análisis para los diferentes peligros.

Tema	Nivel de análisis	Escalas
Distribución de población	Delegacional, Localidad urbana	1:11,000
Densidad de población	Delegacional, Localidad urbana	1:11,000
Grado de escolaridad	Delegacional, Localidad urbana	1:11,000
Personas con limitaciones	Delegacional, Localidad urbana	1:11,000
Grados de marginación	Delegacional, Localidad urbana	1:11,000
Viviendas sin energía eléctrica	Delegacional, Localidad urbana	1:11,000
Viviendas sin agua	Delegacional, Localidad urbana	1:11,000
Viviendas sin drenaje	Delegacional, Localidad urbana	1:11,000
Hacinamiento	Delegacional, Localidad urbana	1:11,000
Equipamiento urbano	Delegacional, Localidad urbana	1:11,000
Asentamientos irregulares	Delegacional, Localidad urbana	1:11,000

Tabla 2.2 Nivel de análisis para los aspectos socio-demográficos.

Para determinar los peligros en la zona de estudio, se realizó trabajo de campo a detalle en asentamientos considerados críticos por parte del Área de Protección Civil, por la recurrencia y afectaciones por estos fenómenos, como lo es el caso de los procesos de remoción en masa, por ser una de las principales problemáticas en materia de riesgos que enfrenta la Delegación.

Los asentamientos evaluados para determinar los riesgos en la Delegación La Magdalena Contreras son los siguientes: El Ocotil, Sayula, Cazulco, El Gavillero, Ixtlahualtongo, Tierra Colorada y La Carbonera (Figura 2.2).

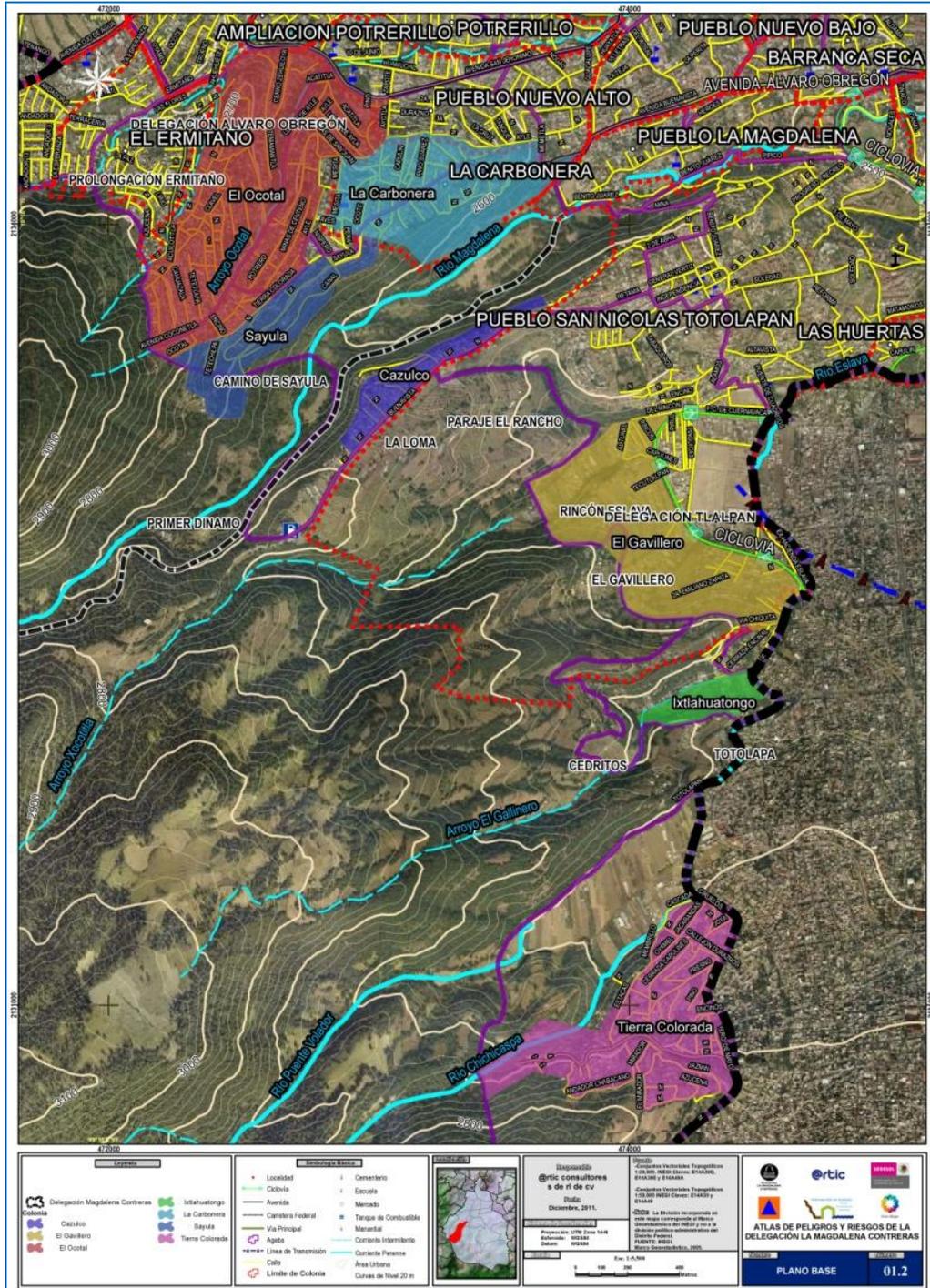


Figura 2.2 Localización de los asentamientos en los cuales se analiza a detalle y mediante trabajo de campo, el problema por deslizamientos.

### 3 CAPÍTULO III CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

#### 3.1 Fisiografía

El área de estudio se encuentra en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, formando parte de la Cuenca de México cuyo origen es debido a la actividad tectónica entre la Placa de Cocos que se introduce por debajo de la Placa Norteamericana.

La Delegación La Magdalena Contreras se ubica dentro de la subprovincia denominada Lagos y Volcanes del Anáhuac (Figura 3.1), el cual a su vez está dividido en dos grandes toposformas, de acuerdo con sus características topográficas. Así, las formas del relieve características de la Delegación La Magdalena Contreras son sierra volcánica de laderas escarpadas y lomerío con cañadas.

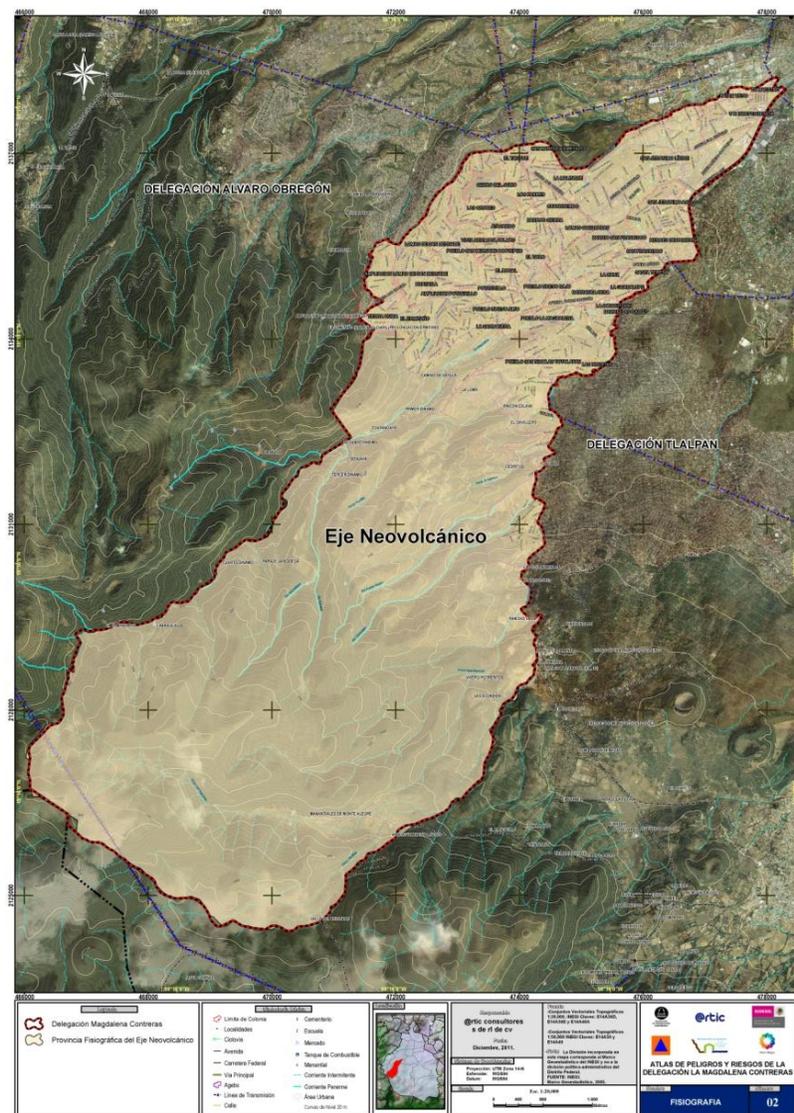


Figura 3.1 Ubicación del área de estudio en las provincias fisiográficas de INEGI.

### 3.2 Geología.

Por los estudios realizados en la Sierra de las Cruces, se considera que ésta se formó junto al Cinturón Volcánico Transmexicano (CVT), siendo el estratovolcán La Catedral el de edad más antigua con unos  $3.71 \pm 0.40$  millones de años. La Sierra de las Cruces presentó una importante actividad durante el Plioceno y Pleistoceno, formada por extensos derrames de lava y domos de composición andesítico-dacítica y afinidad calciocalina, alternándose con flujos piroclásticos de bloques y cenizas, flujos de piedra pómez, oleadas piroclásticas, depósitos de caída, flujos de detritos y lodo, así como colapsos que originaron depósitos de avalanchas de escombros.

Toda su estructura descansa a su vez en la zona sur sobre calizas del Cretácico o sobre rocas volcánicas de la secuencia máfica basal de 7.1 millones de años, lo que lo hace más joven que la formación de Tepoztlán del Mioceno (Fries, 1960); la parte norte descansa sobre una serie de estructuras volcánicas del Mioceno medio que se corresponden con la formación de la Sierra de Guadalupe, de entre 14 y 16 millones de años y la Sierra de la Muerta, del Plioceno tardío.

La Sierra de las Cruces se forma en base a ocho estratovolcanes traslapados, los cuales se denominan de sur a norte: Zempoala (3,690 m snm), La Corona (3,770 m snm), San Miguel (3,870 m snm), Salazar (3,660m snm), Chimalpa (3,420 m snm), Iturbide (3,620 m snm), La Bufa (3,460 m snm) y La Catedral (3,780 msnm) (García-Palomo *et al.*, 2008).

La Delegación Magdalena Contreras está ubicada en la porción centro-sur de la Sierra de las Cruces sobre los extensos contrafuertes que delimitan la parte occidental de la Ciudad de México. El material lítico que predomina en la zona consiste en derrames de lava, flujos y derrames piroclásticos, lahares, conglomerados y diferentes tipos de suelos (Figura 3.2). Esta litología es el producto de la actividad de cuerpos volcánicos extrusivos de diferentes dimensiones y composición magmática, así como por procesos erosivos generalmente de tipo fluvial. La Delegación Magdalena Contreras se asienta sobre la secuencia andesítica – dacítica llamada Formación Xochitepec, la cual subyace a la Formación Las Cruces (Servicio Geológico Mexicano, 2002) que se localiza en la parte S–SE del área de estudio, ésta se conforma por una serie de derrames de composición andesítico- dacítico con variación hasta riodacitas, los cuales provienen del Cerro Zacazontetla, que es de composición andesítica y que está ubicado en el límite norte de la delegación. La denominada Formación Zempoala cubre la porción norte de la delegación con un flujo piroclástico de varias secuencias que fluyó con una dirección preferencial W-E, se generó en su mayoría por los eventos explosivos del Cerro Teopazulco representados por tobas andesíticas y posteriormente por flujos de lahares. En la porción Este, existen derrames de lavas basálticas denominada Formación Ajusco, producto de la actividad del edificio volcánico del mismo nombre. Asimismo, tanto en el extremo NE como SE, se encuentra depósitos aluviales con edades Holocénicas y que representan la acumulación progresiva de sedimentos generados por la dinámica morfológica relativamente joven (Romero, 2001).

Las litologías predominantes consisten en (Figura 3.2):

- Aluvión.- Es un conjunto de materiales que se han sedimentado por las aguas fluviales fragmentos sub-redondeados redondeados, depositados por una corriente natural de agua o por un movimiento tipo flujo canalizado. Éstas unidades se encuentran en los extremos de la delegación magdalena contreras en la parte noeste y suroeste.
- Dacita.- Es una roca con un alto contenido de sílice y hierro, superior al 63 %, por lo que se considera como un ácido según clasificación química. Su composición es una composición intermedia entre la de la andesita y la de la riolita constituida principalmente por feldespato plagioclase con biotita, hornblenda, y



piroxeno (augita y/o enstatita). En la delegación la magdalena contreras, se ubica únicamente en la zona montañosa en la zona Suroeste en los límites con el estado de México.

- **Andesita.-** Roca con una composición intermedia, textura microlítica. Generalmente encontramos presentes minerales como plagioclasa, piroxeno y/u hornblenda. Frecuentemente están asociados biotita, cuarzo, magnetita y esfena. Este tipo de litología se encuentra de manera abundante en la delegación principalmente en la zona de lomeríos en la zona transicional de la zona urbana de la delegación y la zona con vegetación natural y una pequeña parte en la zona donde se encuentra el cerro del judío.
- **Andesita basáltica:** roca volcánica intermedia-básica que presenta fenocristales de plagioclasa, como mineral mayoritario, con una marcada alteración secundaria en muchos de sus cristales. También se observan fenocristales de clinopiroxeno con distintos hábitos así como la presencia de ortopiroxeno como inclusiones. La matriz está compuesta por plagioclasa y clinopiroxeno.
- **Basalto.-** Roca con un alto contenido de hierro. Se compone mayormente de piroxeno y olivino, aunque en menores cantidades se encuentra feldespato y cuarzo. Su estructura es afanítica, microlítica o vesicular. Es la roca extrusiva más abundante en la corteza terrestre, formada por enfriamiento rápido del magma expulsado del manto por los volcanes. Cuando no presenta meteorización, es decir procedente de bancos sanos esta roca constituye un muy buen material de sustentación. Esta litología no es abundante en la delegación, solo se puede encontrar en la zona urbana colindante con la delegación Tlalpan en las zonas bajas o planas.
- **Lahar.-** Son flujos de barro que se moviliza desde las laderas de los estratovolcanes. Se puede decir que esta litología es el resultado de procesos erosivos, en la delegación magdalena contreras se identifican dos zonas donde se ubica este tipo de roca, en una zona colindante con la delegación Álvaro Obregón en la zona baja del cerro del judío y una zona más que se concentra en las siguientes colonias: héroes de Padierna, barrio san francisco, san francisco, santa teresa, la cruz, la Guadalupe, barranca seca, pueblo nuevo bajo y alto, la carbonera, pueblo la magdalena y la concepción.
- **Flujos de bloques y ceniza.-** Son depósitos producidos por las erupciones asociadas a la destrucción de domos, generados en su mayoría por eventos explosivos del Cerro Teopazulco; generalmente consisten de varias unidades de flujo compuestos por líticos juveniles con pocos líticos con alteración hidrotermal, escaza pómez y obsidiana. En la delegación de la magdalena contreras, se ubica esta litología en la zona de influencia del río Magdalena, la otra zona se encuentra en la zona de influencia del cerro del judío y a lo largo del Arroyo Coyotes, paralelo a la avenida san Bernabé y avenida san Jerónimo.

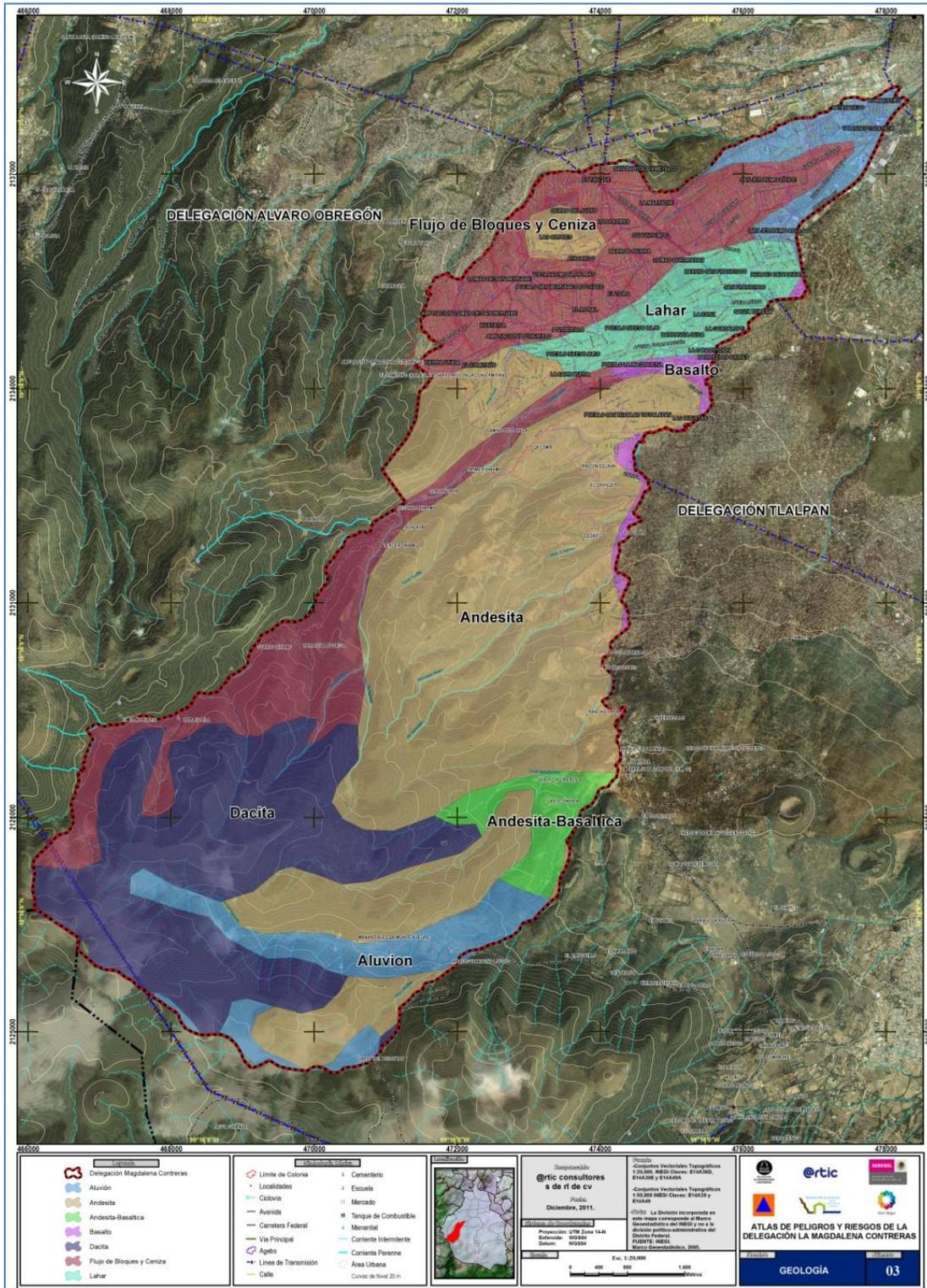
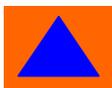


Figura 3.2 Mapa geológico de la zona en estudio.



### 3.3 Geomorfología

El relieve es variable, desde los 2,500 metros sobre nivel del mar al nororiente de la delegación hasta los 3,700 metros sobre nivel del mar al extremo surponiente, siendo sus principales elevaciones el Parque de los Dínamos y el Cerro del Judío, dentro de Suelo Urbano; los de Sasacapa, Tarumba, Panza y Netzehuiloya como los más importantes dentro del Suelo de Conservación.

Las zonas de planicie representan aproximadamente el 15% de la superficie del territorio y se encuentra por completo en suelo urbano.

La zona de lomeríos representa aproximadamente el 50% del territorio de la delegación y está conformada por una serie de barrancos relativamente paralelos entre sí, pero de forma rectilínea-sinuosa, que vistos transversalmente y en sentido longitudinal, tienen una pendiente que va de 3 a 8 grados.

Las unidades geomorfológicas de la zona de estudio se dividen como sigue (Figura 3.3):

- Estructura volcánica: representa una zona localizada al SW de la delegación, en las inmediaciones del volcán Ajusco así como el volcán denominado como Cerro del Judío, al Norte de la Delegación, el cual se encuentra rodeado de construcciones casi en la mayor parte de su superficie. Propiamente estas estructuras están cubiertas por otras unidades, que consisten en depósitos generados durante y después del emplazamiento de las estructuras volcánicas.
- Laderas Montañosas: conforman el cuerpo de escarpado y modelado por los agentes exógenos. Presenta escarpes y fallas que han controlado los escurrimientos, generando amplias y profundas barrancas.
- Lomeríos: representan zonas con gran acción denudativa y aportan detritos y material de arrastre (3400-3200 m s.n.m).
- Lomeríos bajos: formas erosionadas que se encuentran a menor altitud (3200 a 2800 m s.n.m).
- Piedemonte de lomeríos: de pendiente más suave, se encuentra una porción oriente de la delegación y conforman la transición hacia las zonas de planicie aluvial.
- Planicie aluvial: conforma zonas donde que eventualmente puede ser inundadas por una crecida en un cauce o bien que reciben material de arrastre formando conos de deyección.

Los barrancos se han formado por una erosión remontante, lo que a su vez los divide en dos tipos: los mayores y los secundarios. Los mayores son paralelos, con corrientes permanentes y de formación antigua, están controlados por fallas (De Cserna et al., 1988; Mooser et al., 1992). En estos barrancos se ha desarrollado una superficie arbórea que frena los procesos erosivos. Los barrancos secundarios suelen ser pequeños y poco profundos y con corrientes de temporada, estos se originaron en tiempos históricos debido a la deforestación, por lo que el crecimiento se da principalmente en época de lluvias. Este rasgo morfológico que se presenta en la delegación es importante ya que para los fines del presente estudio retoma gran relevancia; la existencia de barrancas en su territorio condiciona a que en ella ocurran procesos geológicos evolutivos como los flujos de lodos y detritos. Todos estos aspectos controlan rasgos como la pendiente, la orientación estructural de las barrancas, su forma, su profundidad de disección etc. De igual manera los procesos antrópicos aceleran en muchas de las ocasiones algunos de estos fenómenos debido a la intensa actividad que manifiestan, lo que se ve reflejado en cambios en la morfología local de las barrancas.

En la delegación se concentran al menos 5 barrancas de orden mayor de las 74 de este tipo que existen en el Distrito Federal, lo que representa el 6.75%. En la tabla 3.1 se presentan las barrancas ubicadas en la Delegación La Magdalena Contreras, que conforman un rasgo muy peculiar que está asociado a los diversos peligros



geológicos que afectan a la delegación. La zona de montañas cubre una porción aproximada del 35% entre los 3000 a 3700 m de altitud. El mapa de geomorfología de la zona de estudio se muestra en la Figura 3.3.

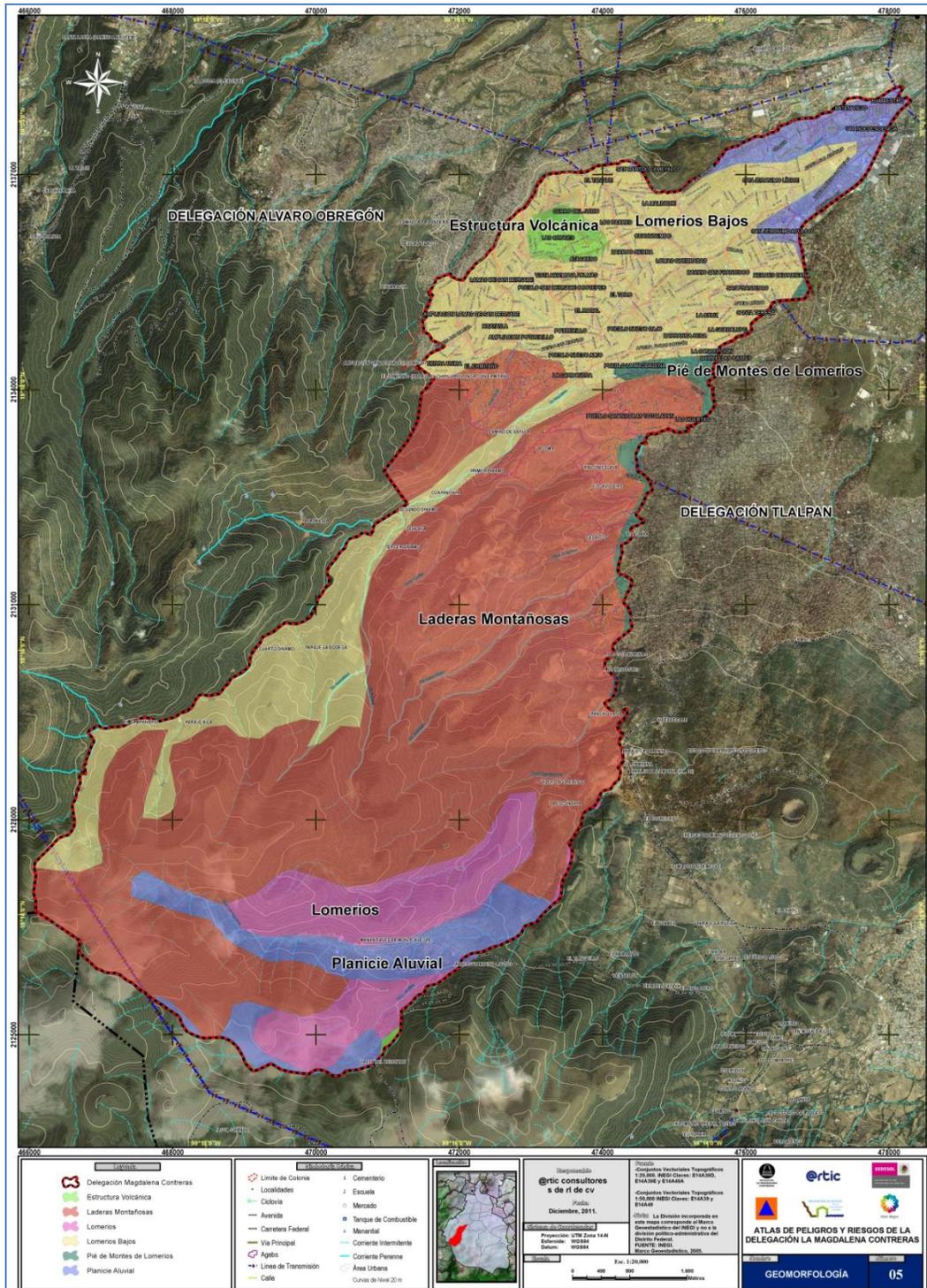
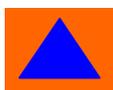


Figura 3.3 Mapa geomorfológico de la zona en estudio.



BARRANCAS	LLEGA A:	ORIENTACIÓN
Texcalatlaco	Presa Tequilasco	Norte
Oxaixtla	Barranca la Malinche	Norte
La Malinche	Barranca Honda	Noreste
Providencia	Colector Magdalena	Norte
Del Rosal	Avenida Luis Cabrera	Centro
El Carbonero	Barranca Oxaixtla	Oeste
Hueltatitla	Barranca Texcalatlaco	Oeste
Ocotal	Barranca del Rosal	Suroeste
Anzaldo	Colector Magdalena	Noreste
Emiliano Zapata	Barranca Anzaldo	Norte
Durazno	Barranca Providencia	Centro

**Tabla 3.1** Barrancas mayores y secundarias en la delegación  
(Dirección General de Colonias y Tenencia de la Tierra, 1985).

### 3.4 Edafología

En la Delegación, los factores bióticos y abióticos han alterado los procesos formativos del suelo. Entre ellos podemos mencionar el tipo de roca, el clima, las actividades humanas y la urbanización, además de la erosión eólica e hídrica las cuales, transportan cantidades importantes de material formador del suelo, modificando su perfil. De acuerdo con la clasificación de suelos de la FAO-UNESCO, basada en sus características físicas y químicas, así como en su correlación con la cubierta vegetal que sustenta, las principales unidades edáficas existentes en la Delegación son: andosol, leptosol, phaeozem y umbrisol, los cuales se encuentran entremezclados según se observa en el mapa (Figura 3.4).

Con relación a las potencialidades y limitantes de los suelos para la ocupación y aprovechamiento de los seres humanos los criterios se basan en la “Guía metodológica para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial”.

- Andosol-Leptosol.- Son suelos que se han formado a partir de cenizas volcánicas. Se caracterizan por tener una capa superficial de color negro (aunque en ocasiones puede ser clara), suelen ser suelos esponjosos o muy sueltos, susceptibles a la erosión, presentan una mediana permeabilidad. En condiciones naturales el tipo de vegetación que sustentan es de bosque de pino, oyamel o encino. Este tipo de suelo se presenta en el área que abarcan los programas parciales de Huayatlá y el Ocotal, así como en la parte sur, suroeste y poniente de la Delegación generalmente dentro del suelo de conservación.
- Andosol-Umbrisol-Leptosol.- Son suelos que comparten las características de los andosoles y que se encuentran entremezclados; presentan una capa superficial suave de color oscuro, rica en materia orgánica, pero bajo contenido de bases intercambiables.



- Leptosol-Andosol.- Se encuentran estratificados generalmente en capas muy superficiales y de edad joven, presentan una mediana permeabilidad y pueden ser fértiles o estériles en función del material que los forman. El estado de erosión tiene una íntima relación con la cubierta vegetal que sustentan. Se encuentran ampliamente distribuidos en los alrededores del Cerro del Judío y al suroeste del Sector de San Bernabé. Su utilización para el desarrollo de asentamientos humanos está condicionada al tipo de pendiente, régimen de humedad, tipo de suelo dominante, etc.
- Phaeozem.- Son profundos y se encuentran en terrenos planos y en laderas, son suelos un poco más consolidados que los litosoles, presentan una mediana permeabilidad y una ligera erosibilidad. Este tipo de suelo se encuentra ampliamente distribuido en la demarcación principalmente en la parte norte y noreste (Sector San Jerónimo, La Magdalena, parte noreste de San Bernabé y Gavillero). En general son suelos que requieren la definición de criterios complementarios para determinar sus potencialidades y limitaciones (propiedades naturales y ambientales) con el fin de su conocer el grado de utilización para el establecimiento de asentamientos urbanos, sin embargo en general las propiedades que presentan este tipo de suelos favorecen la no-afectación de los asentamientos humanos por factores como hundimientos, corrosión, anegamientos, colapsamientos, etc.

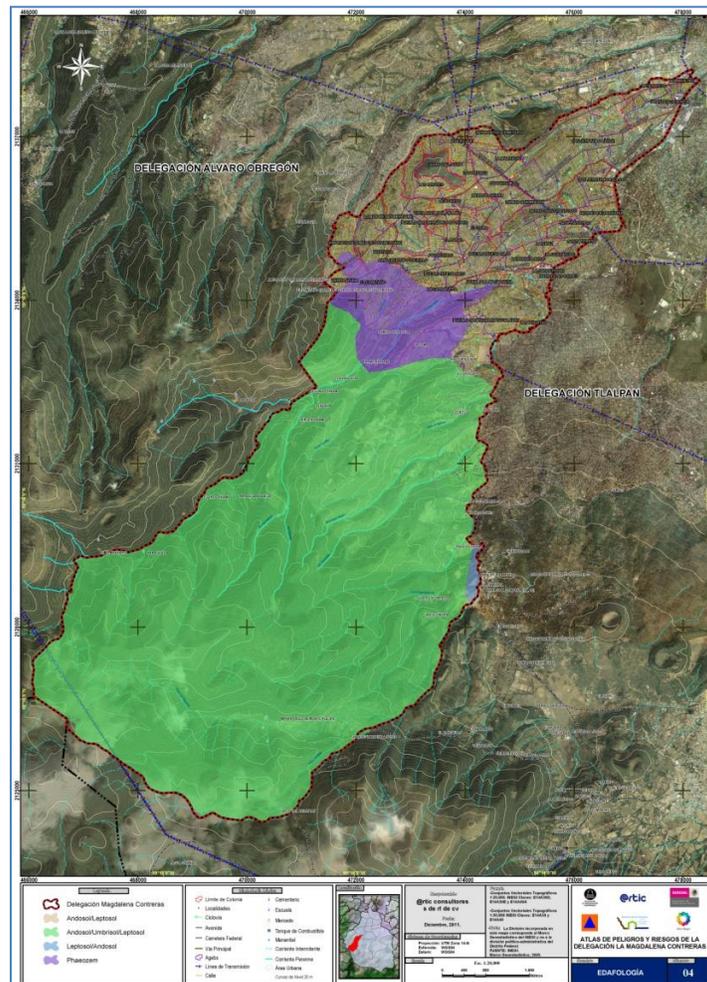


Figura 3.4 Mapa de edafología.

### 3.5 Hidrología

La zona de estudio se localiza en la subprovincia fisiográfica de lagos y volcanes del Anáhuac y ésta a su vez en la provincia del Eje Volcánico Transmexicano (Demant, 1978), esta superficie forma parte de las regiones hidrológicas 26 y 12 denominadas Pánuco y Lerma-Chapala-Santiago respectivamente.

En términos generales, la Delegación La Magdalena Contreras, se encuentra principalmente en la Región Hidrológica 26 (RH 26), esta región hidrológica es la más importante ya que es en esta región donde se encuentra la ciudad de México. El principal afluente es el Río Panuco o Moctezuma. Solo una pequeña parte de la delegación corresponde a la región hidrológica 12.

Una gran parte de la zona de estudio, se encuentra en la Sierra de las Cruces, la cual presenta un patrón de drenaje dendrítico-radial así como paralelo, el cual está controlado por la morfología así como por los factores estructurales que se presentan en la región, respectivamente (Figura 3.5). El coeficiente de escurrimiento dado es del orden de 5 a 20%, que va desde la planicie hasta las faldas de la sierra y el cual equivale de 20 a 500 mm (INEGI, 1983).

Los principales cuerpos de agua superficiales son los ríos: Magdalena, Eslava y Coyotes (San Jerónimo), además de existir en su territorio corrientes fluviales efímeras, entre las que se encuentran los arroyos: Ocotil, Sehuaya, Huasmi – Xocotitla, Ameyales, Ixtlahualtongo, Agua de Gallinas, Cedritos, El Puente Volado, Chichicarpa, Chicuantilla y Agua Escondida. Asimismo en la demarcación existen numerosos manantiales que surten de agua potable a la población.



Figura 3.5 Mapa de hidrología, indicando las Cuencas, Subcuencas y Microcuencas.

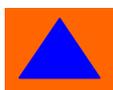


### 3.6 Climatología

Los climas lluviosos se concentran en la zona suroeste del Distrito Federal, este patrón de lluvia se debe a la influencia de los vientos alisios, que originan las lluvias de verano y que representan una dirección dominante noroeste-suroeste. Lo anterior se combina con la configuración orográfica, de tal manera que la Sierra de las Cruces genera condiciones propicias para que allí ocurra una mayor precipitación (INEGI, 2010).

En el área de estudio el clima predominante es el templado, con variaciones notables debido a bruscos cambios altitudinales que en ella se presentan, por lo que podemos dividir la variación del clima en tres zonas principales: baja, intermedia y alta. La precipitación anual máxima corresponde a los meses de junio a septiembre y la mínima, en los meses de noviembre a febrero.

- C(w1)(W).- Templado subhúmedo, con humedad de verano media, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5% al 10% anual. En la delegación La Magdalena Contreras solo ocupa una pequeña fracción en la parte noreste.
- C(W2)(W) Templado-subhúmedo con humedad alta, con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano mayores a 10.2% anual. Esta unidad climática cubre la zona urbana de la delegación hasta los 2900 msnm aproximadamente.
- C(E)(W2)(W) Semifrío subhúmedo alto con lluvias en verano y porcentaje de precipitación invernal menor de 5; es el más húmedo de su tipo. Cubre la zona de lomeríos y montañas de la delegación la Magdalena Contreras en el rango de los 1900 msnm hasta los 3400 msnm.
- C(E)(m)(w) Frío húmedo, con una mínima media mensual en el mes más seco de 10.00 mm. Se caracteriza porque la temperatura media del mes más cálido es inferior a 10 C. Es un clima excesivamente frío por lo que las estaciones tienden a desaparecer. Se concentra en la zona más elevada de la zona montañosa a partir de los 3400 msnm hasta los 3820 msnm en las inmediaciones del cerro del triángulo. (Figura 3.6).



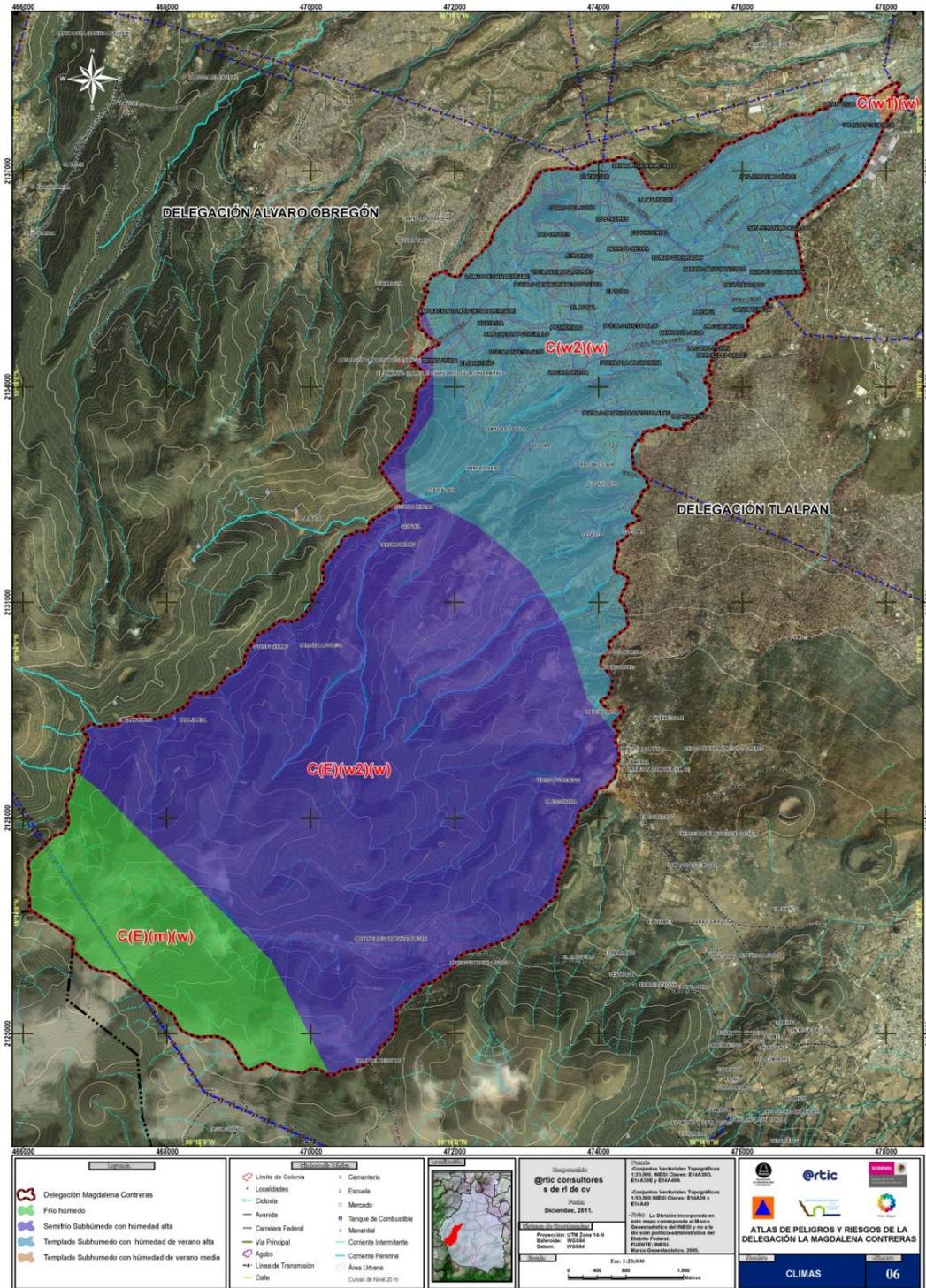


Figura 3.6 Mapa de Climas de la zona de estudio.

### 3.7 Uso de suelo y vegetación

El uso de suelo se ha modificado paulatinamente debido a la expansión demográfica. Las autoridades delegacionales contemplaban una diferenciación entre el uso de suelo urbano y uso de suelo de conservación, la cual, para 1997 correspondía a 18 y 82% respectivamente, sin embargo, debido al crecimiento poblacional y la invasión progresiva (asentamientos irregulares), sobre las zonas de preservación ecológica, esta cifra ha cambiado significativamente determinando así para el año 2002 que el 42% será suelo urbano y el 58% se dedicará a suelo de conservación, incluyendo a los poblados rurales.

En la tabla 3.2, se observa que el uso de suelo urbano ocupa poco más del 85% en viviendas (colonias y fraccionamientos), pero cabe señalar que en el considerado uso de suelo de conservación, se tiene que el 46% está ocupado por viviendas (poblados rurales y asentamientos irregulares).

USO DE SUELO ESPECÍFICO	SUPERFICIE EN (HA)	%
Habitacional unifamiliar	863.75	73.41
Habitacional plurifamiliar	145.84	12.39
Habitacional con comercio	18.96	1.61
Comercio	4.50	0.38
Bodegas y talleres	0.24	0.02
Equipamiento urbano y religiosos	101.63	8.64
Equipamiento deportivo	13.34	1.13
Baldíos	23.38	1.99
Áreas de cultivo	5.04	0.43
<b>Total</b>	<b>1,176.68</b>	<b>100.00</b>

Tabla 3.2 Distribución de los usos de suelo.

## Vegetación

De acuerdo a la información disponible reportada por la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de la SAGARPA, los usos de suelo y vegetación para la delegación la Magdalena la contreras son: Bosque de Oyamel, Bosque de Pino, Otros cultivos, Pastizal, Bosque de Encino, Area de construcciones, Agroforestal, Otras comunidades vegetales, Matorral inerme e Invernaderos; mismos que se describen a continuación:

Bosque de oyamel. Presenta una amplia diversidad florística y ecológica en la región. Se localiza sobre suelos derivados de rocas ígneas o cenizas volcánicas, presenta suelos bien desarrollados, clima templado húmedo con precipitaciones medias anuales entre 900 y 1,500 milímetros y régimen térmico de 10° a 14° C. Se encuentra entre las cotas de 2,700 y 3,500 metros, en pequeñas áreas de las laderas de fuerte inclinación de las mayores elevaciones que conforman la Sierra Chichinautzin y la Sierra de las Cruces. En la delegación La Magdalena Contreras este tipo de vegetación ocupa la mayoría de la superficie después de la zona urbana.

Bosque de pino. Se desarrolla sobre suelo andosol y litosol principalmente, constituye un área de pinares, ya mermados en su superficie original por el impacto de la presión demográfica. Este tipo de vegetación se encuentra entre los 2,700 y 2,800 m de altitud quedando sujeto a la influencia del clima templado húmedo favorecido por lluvias medias anuales superiores a los 900 milímetros y temperaturas que van de 10° C a 14° C. Este tipo de bosque generalmente, es desplazado debido a los incendios forestales y el pastoreo.

Otros cultivos: En ésta delegación de manera cultural se realizan actividades agrícolas para la siembra de cultivos básicos, en zonas planas, llanos y lomeríos, zonas donde se ha dado el cambio de uso de suelo y adecuación de sitios para el desarrollo de actividades agrícolas.

Pastizal.- Se desarrolla al eliminarse la vegetación original (bosque, selva, matorral, otros), o en áreas agrícolas abandonadas. En la delegación La Magdalena Contreras, estas zonas corresponden a superficies de cultivo abandonadas, zonas afectadas por fenómenos naturales o inducidos por las actividades antropicas dada la cercanía con la zona urbana y vialidades de acceso a la zona montañosa de la sierra de las cruces. Este tipo de vegetación cubre aproximadamente 7.5% de la superficie de la Delegación Magdalena Contreras.

Bosque de encino.- Esta comunidad vegetal está conformada principalmente por encinos (genero *Quercus* sp.) se forman en la zona de transición entre la vegetación primaria de coníferas y las selvas, en la delegación La Magdalena Contreras, se distribuye desde los 2500 hasta los 3000 metros sobre el nivel de mar, en la zona que limita con la zona urbana entremezclándose con las zonas de cultivos agrícolas y pastizales.

Área de construcciones.- En esta zona se ubica la zona metropolitana, la cual está desprovista de vegetación o presenta una cobertura vegetal extremadamente baja. La ausencia de vegetación está determinada por su eliminación total o parcial a lo largo de los años dadas las actividades antropicas que se realizan en esta zona principalmente por el crecimiento urbano y servicios relacionados. Es en esta zona donde se concentran la problemática ambiental de la delegación.

Se localiza generalmente entre los 2,500 y los 2,800 m de altitud. Se desarrolla generalmente sobre suelo de tipo andosol, litosol y feozem. Se localiza en las laderas de mayor exposición a la insolación y a las fuertes corrientes de aire, así mismo representa parte de la vegetación característica de las barrancas que se distribuyen en la región. La cobertura de este uso de suelo permite considerables excedentes hídricos aproximadamente en el 60% de su extensión.

Agroforestal.- Comunidad vegetal que se establece de manera inducida, usando árboles que produzcan frutas, flores, forraje, ornamental, cercos vivos, protección y conservación de suelos, etc. Esta introducción de especies

se realiza principalmente en zonas con actividades antrópicas, turísticas, de pastoreo y zonas perturbadas y en proceso de degradación de suelos.

Otras comunidades vegetales.- Vegetación inducida establecida de manera natural en las áreas abandonadas o en proceso de degradación, está vinculada con las actividades antropicas en la delegación, no forman masas de vegetación primaria y está mezclada con especies arbustivas y herbáceas que se desarrollan por el aporte de humedad de temporada de lluvias. Es común ver arboles de pirúl, fresno, álamo, tepozán, capulín, sauces, cedros, higerilla, entre otras.

Matorral inerme.- Comunidad vegetal formada por plantas y arbustos sin espinas, desarrollado por la eliminación de la vegetación y primaria y se encuentra en proceso de regeneración, las especies que se presentan son hierba del carbonero, jarilla, chapulixtle,

Como resultado de los trabajos de campo y recorridos se pudo identificar que se cultivan en zonas forestales inadecuadas para el uso agrícola. Se ha ganado terreno para estos cultivos, así como para el establecimiento de asentamientos humanos afectando áreas cubiertas originalmente por vegetación natural y bosques, cuyos principales conjuntos de especies forestales están constituidos por oyamel, pino-ocote, encino y madroño. En cada conjunto se presentan variaciones ocasionadas por diferencias climáticas y por la influencia de las particularidades geológicas y geomorfológicas, además de la variación en el grado de deterioro dentro de cada área, que ha generado y genera continuamente asociaciones vegetales que son resultado de la alteración o de la regeneración de los ecosistemas originales.

Se considera a los bosques como zonas de conservación o preservación dadas sus características relevantes para la captación, infiltración y/o recarga del acuífero, particularmente en la superficie boscosa de la Delegación, la entrada (precipitación) de agua al sistema sobrepasa las salidas (evaporación, transpiración, infiltración, escurrimiento), lo cual genera altos excedentes hídricos que pueden precolarse y recargar el acuífero o formar escurrimientos superficiales, siendo la tercer delegación con este potencial dentro del Distrito Federal sólo por debajo de Cuajimalpa y Álvaro Obregón, así mismo los bosques son necesarios para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo de actividades productivas. Estas ocupan más del 80% del suelo de conservación en La Magdalena Contreras.

La figura 3.7 muestra el mapa de uso de suelo y vegetación de la delegación, donde contrasta que la mayoría del territorio es encuentra cubierto por áreas verdes, por lo que se puede decir que La Magdalena Contreras constituye un reservorio ambiental y ecológico dentro del Distrito Federal.

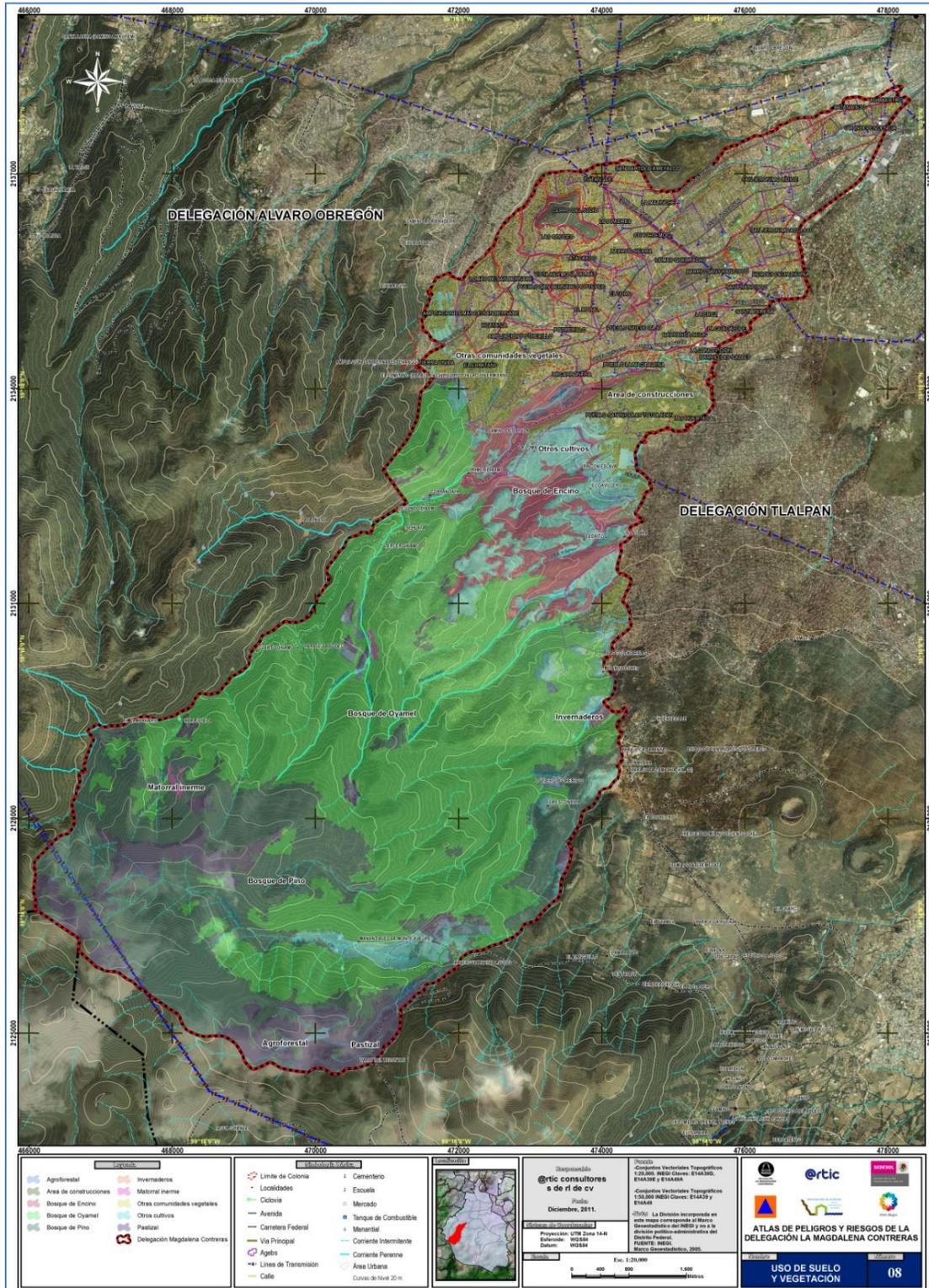


Figura 3.7 Uso de suelo y vegetación.

### 3.8 Áreas naturales protegidas

Debido a que la delegación recibe altas precipitaciones pluviales (entre 1 000 y 1 200 mm anuales) sobre todo en sus partes altas, al sistema de barrancas y cañadas y a las elevaciones topográficas, se le considera una zona generadora de oxígeno y de recarga de los mantos acuíferos. La delegación presenta una topografía muy accidentada, asimismo, los suelos de horizontes promedio de 10 cm, son muy permeables, con escorrentías promedio del 5% al 10%. Cuenta con un sector de tierras bajas y relativamente planas que ha permitido el crecimiento de los asentamientos humanos.

Un elemento importante a considerar son las barrancas ya que cumplen una función dentro del sistema hidrológico, esto es, permiten la infiltración del agua para la recarga de los mantos acuíferos y contiene importantes zonas arboladas que deberán mantenerse así. Estas son zonas de valor ambiental y no pueden ser ocupadas para asentamientos humanos.

La dinámica de expansión de los asentamientos en la periferia de los Poblados Rurales y en las zonas colindantes a la Línea de Conservación, se ha realizado a través de la tala del bosque, utilizando estos suelos en forma esporádica para uso agrícola y después para su subdivisión para ocupación por vivienda, tanto de ingreso bajo como medio. La expansión demográfica ha sido tal, que tan solo en el Cerro del Judío se redujo el área natural protegida 12.8 hectáreas en las últimas décadas.

Dentro de la Delegación La Magdalena Contreras existen 2 áreas de preservación ecológica dentro de la Ciudad de México; entre las zonas de valor ambiental más importante, se encuentra el Parque Nacional de Los Dinamos con una superficie de 49,043 hectáreas así como el Parque Nacional de Lomas de Padierna, el cual tenía una superficie original de 670 hectáreas y que en la actualidad sólo cuenta con 86 hectáreas. Éste cuenta con un decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de septiembre de 1938.

Existen 2 Áreas Naturales Protegidas: Contreras y Cerro del Triángulo cuyas características de vegetación son en la primera de bosque denso de pino y oyamel, asociación de matorrales y en la segunda se compone de bosque abierto de pino, relictos de bosque denso de pino y matorral, con estados poco perturbados y con actividades no compatibles de agricultura y extracción de materiales, que requieren de acciones de mejoramiento para su rescate y conservación.

En Suelo de Conservación se ubica el poblado de San Nicolás Totolapan, que presenta desbordamientos de sus límites, originando un crecimiento que incide sobre el medio natural.

También en Suelo de Conservación se ubica el Programa Parcial Huayatlá (antes Zona Especial de Desarrollo Controlado), el cual ha impactado el Suelo de Conservación.

En términos generales, Magdalena Contreras constituye un territorio fundamental para apuntalar el equilibrio ecológico del Valle de México con 4,397 hectáreas dedicadas a la preservación de zonas ecológicas, forestales y en menor medida a las actividades primarias de tipo agropecuario (Figura 3.8).

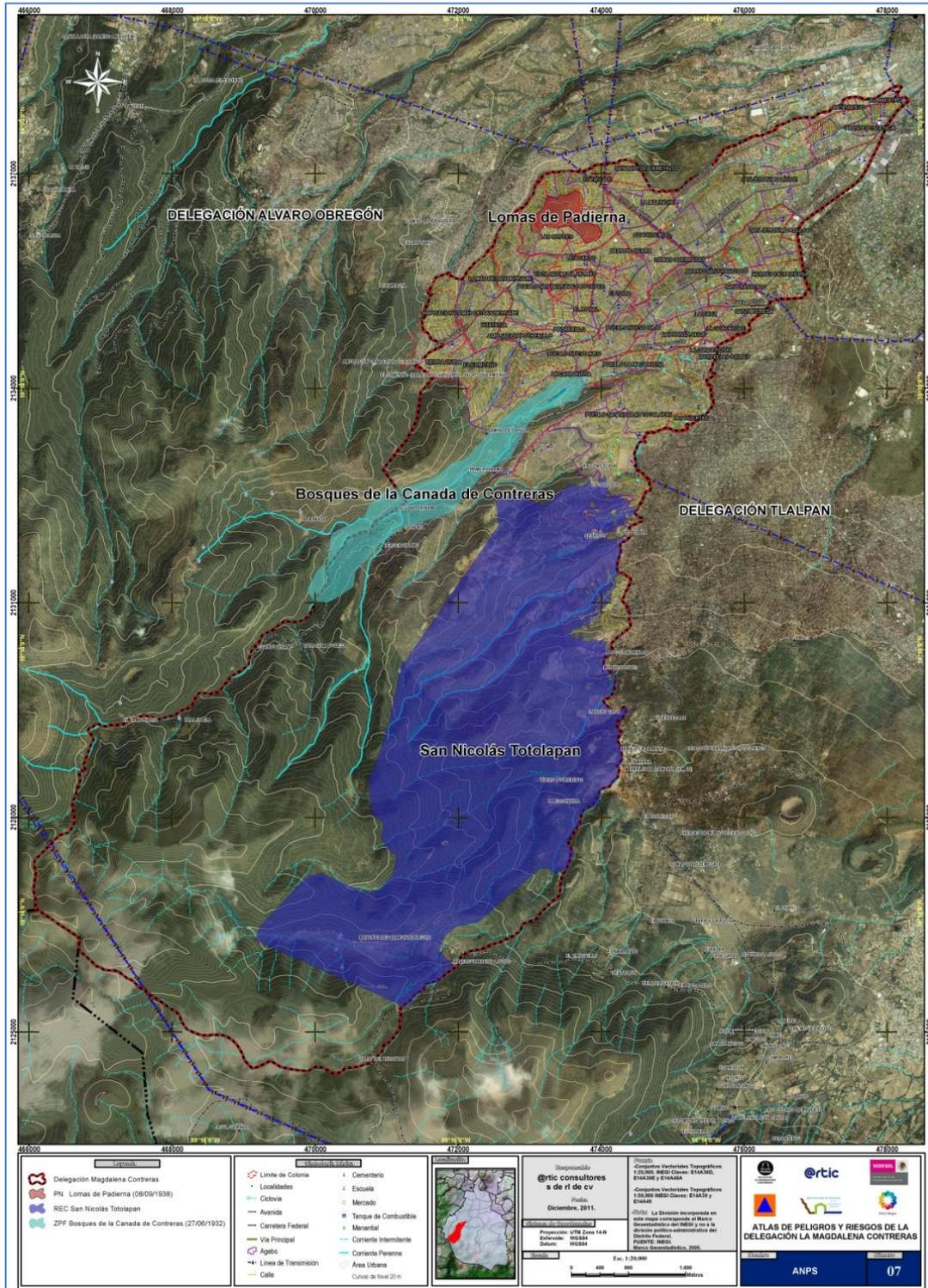


Figura 3.8 Mapa de áreas naturales protegidas.

### 3.9 Problemática ambiental

La Delegación La Magdalena Contreras desde un contexto regional, forma parte de la unidad ambiental a las que también pertenecen la Delegación Cuajimalpa y Álvaro Obregón debido a la similitud en sus características topográficas, de clima y vegetación principalmente, por lo que se les considera como una región generadora de altos niveles de oxígeno así como de recarga de los mantos acuíferos.

Debido a su ubicación geográfica la delegación cuenta con un clima idóneo para la concentración de humedad así como para el desarrollo de una vegetación abundante y con una distribución espacial de varias hectáreas, la cual permite que el clima sea considerado como Templado-Subhúmedo. Sin embargo, esta situación privilegiada se ve disminuida por la proliferación de prácticas de deforestación, que tienen como consecuencia la erosión, la pérdida de biomasa, además de que posteriormente se vuelven fuentes de contaminación debido a que éstas áreas son paulatinamente ocupadas por asentamientos irregulares, donde la falta de servicios básicos de infraestructura ocasiona que se generen residuos a cielo abierto. Todo ello ocasiona la pérdida de la capa vegetal, erosión y degradación del paisaje, emisión de partículas a la atmósfera y el azolve de los escurrimientos en las partes bajas. La problemática se presenta esencialmente en dos elementos que son fundamentales para la conservación y el equilibrio del medio ambiente: el agua y el suelo.

#### Contaminación del Agua

La Delegación Magdalena Contreras es atravesada en dirección preferencial SO-NE por una serie de barrancos, en los que pasan corrientes fluviales menores, así como otras de mayor importancia debido a que presentan escurrimiento en todo el año como lo es el Río Magdalena así como el Río Eslava y Coyotes que están convertidos en colectores marginales con el propósito de disminuir la contaminación. Estas características fisiográficas, en conjunto con la actividad antropogénica, generan una problemática de grandes dimensiones, ya que en la actualidad la gran mayoría de los ríos que corren principalmente en las barrancas, son receptores de descargas de agua residual proveniente de las colonias aledañas (Figura 3.9). Asimismo, otra actividad común es el uso de las barrancas como tiraderos clandestinos de basura, actividad que se concentra principalmente en la zona norponiente de la delegación. Este fenómeno social ha provocado severos focos de contaminación así como la paulatina contaminación de los acuíferos, debido a la infiltración de lixiviados.

#### Contaminación del Suelo

El crecimiento desmedido y sin planeación de la mancha urbana dentro de la delegación, ha provocado que la invasión humana en las partes altas de la demarcación hoy sea una realidad, asentándose en zonas de barrancas y en las partes medias y altas de las montañas, zonas clasificadas como áreas verdes, de protección especial en materia forestal dentro del suelo de conservación, lo que condiciona y pone en peligro el equilibrio natural de los bosques y áreas de cultivo.

Para este caso, las barrancas suelen ser un factor determinante ya que lejos de constituir áreas verdes, están convertidas en fuentes de contaminación por el trato de tiradero que se les da aunado al poco mantenimiento en materia de recolección de basura, lo que provoca que el impacto ambiental sea aún mayor.

La erosión de los suelos facilita la contaminación de los mismos y posteriormente la infiltración de los contaminantes. Este fenómeno ocurre principalmente por los constantes cambios en la topografía de las barrancas debido a la acción antrópica que generan los asentamientos humanos, propiciando un predominio de la erosión remontante. De igual manera, estos procesos de urbanización ocasionan el exterminio de la cubierta vegetal en zonas boscosas. Estos cambios son progresivos e irreversibles, por lo que es indispensable tomar medidas para frenar el deterioro del suelo con el fin de restablecer el entorno natural y evitar posible eventualidades relacionadas con los peligros geológicos además de preservar el equilibrio ecológico.

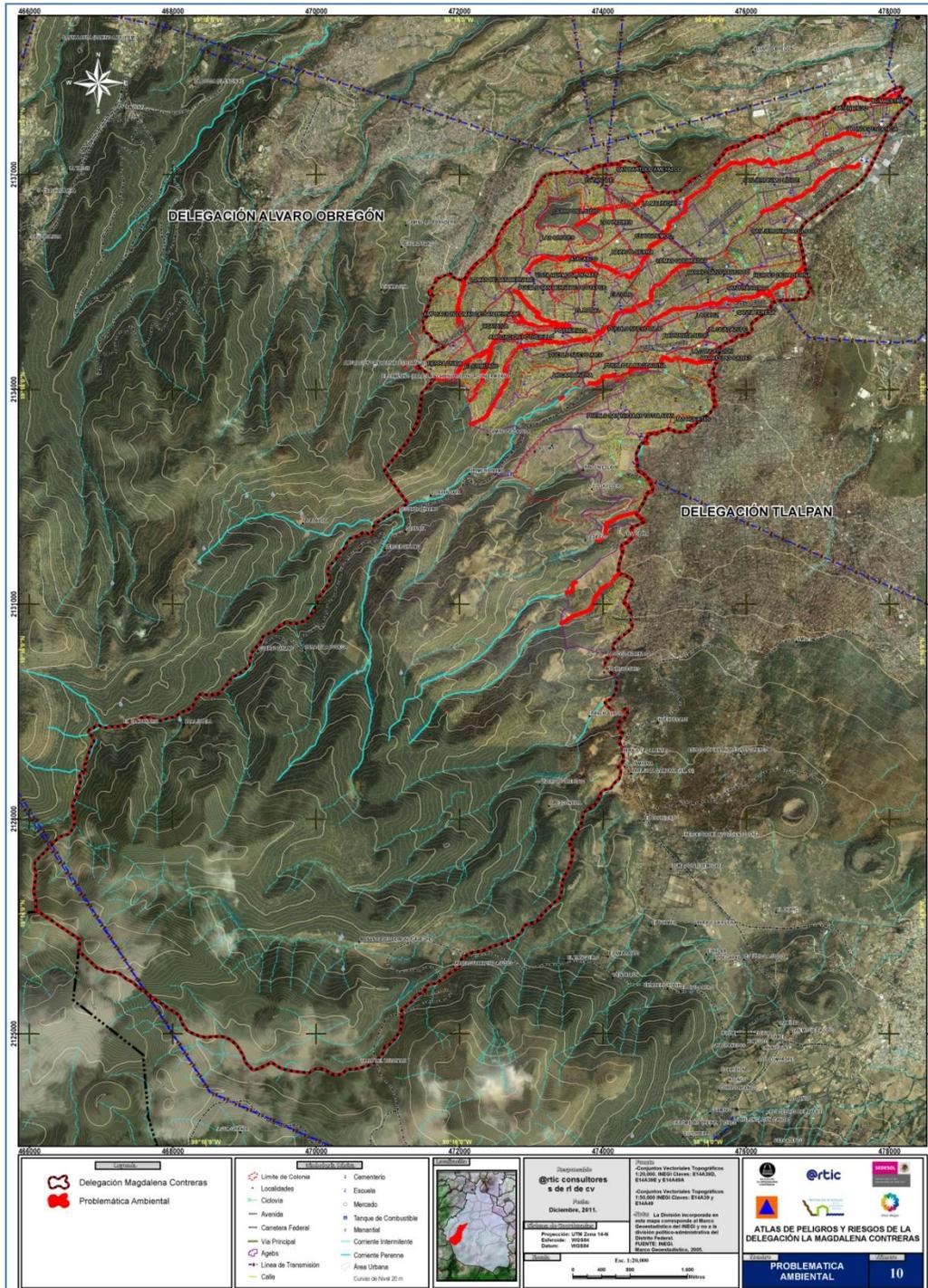


Figura 3.9 Mapa de problemática ambiental.

## 4 CAPÍTULO IV CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

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

#### Dinámica demográfica

De acuerdo con la información censal se observa que la Delegación La Magdalena Contreras ha presentado tres periodos en los últimos cincuenta años. El primero de un gran crecimiento, que se presentó en el periodo que va de mil novecientos setenta a los ochenta (754,29 habitantes en 1970 a 173,105 habitantes en 1980) que provocó el aumento de la población saturando casi por completo la superficie apta para uso urbano, con un ritmo a contra corriente de lo que pasaba en el Distrito Federal. El segundo periodo es de los ochentas a los noventas, donde se presentaron tasas negativas de crecimiento en sincronía con el ritmo que mostró el Distrito Federal (entre 1980 y 1990 se observó una tasa negativa del 0.7 por ciento anual). Y por último, podemos hablar de un periodo de estabilidad en las últimas dos décadas donde se mostraron tasas de crecimiento promedio anual cercanas a cero (Tabla 4.1 y figura 4.1).

AÑO	POBLACIÓN EN M. C.	TCMA*	POBLACIÓN EN EL D. F.	TCMA*
1970	754,29	6.36	6,874,165	3.50
1980	173,105	8.66	8,831,079	2.54
1990	195,041	1.20	8,235,744	-0.70
2000	222,050	0.94	8,605,239	0.27
2010	238,431	0.71	8,810,393	0.23

Tabla 4.1 Crecimiento Poblacional Delegacional. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI: Cuaderno Estadístico Delegacional La Magdalena Contreras (2001) y Censo de población 2010. \*Tasa de crecimiento media anual.

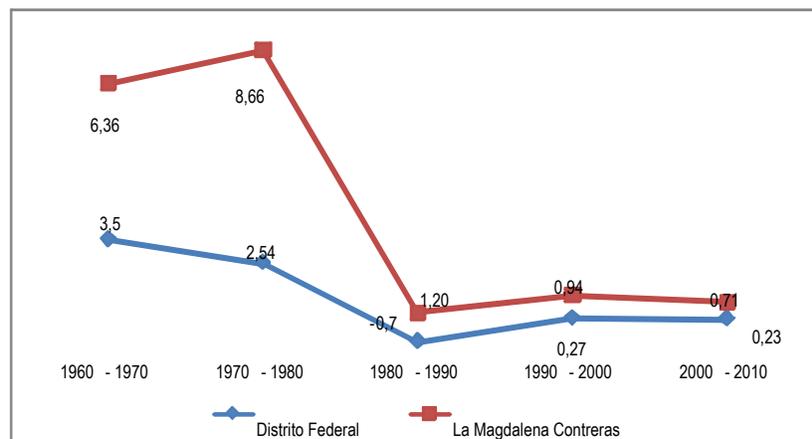


Figura 4.1 Distrito Federal y Delegación La Magdalena Contreras. Tasas de crecimiento media anual demográfico 1960-2010. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Cuaderno Estadístico Delegacional La Magdalena Contreras (2001) y Censo de población 2010.

## Distribución de Población

En lo que respecta a la localización al interior del territorio delegacional, resulta de vital importancia que de acuerdo con la información censal del 2010, existen tres grandes zonas y un punto altamente poblado respecto a las Áreas Geoestadísticas Básicas.

La primera zona se encuentra en las colonias cercanas al llamado Cerro del Judío, denominadas Los Padres, Barros Sierra, Las Cruces; de aquí la zona altamente poblada se corre hacia el sur por las colonias Pueblo San Bernabé Ocotepéc y Lomas San Bernabé. A partir de este espacio se forma una segunda zona muy poblada en las colonias del Huayatlá, El Ermitaño, Ocotál, La Carbonera y Pueblo Nuevo Alto, el crecimiento de esta zona se ve detenida al sur por la zona de los Dinamos (Figuras 4.1 y 4.2); sin embargo, hay un asentamiento irregular muy importante (Figura 4.10).

Una tercera zona altamente poblada se encuentra en las colonias del Pueblo San Nicolás Totolapan, Las Huertas y va disminuyendo hacia la zona Este en las colonias Rinconada Tabaqueros, Laderas de Chisto y Gavilleros deteniéndose un poco por el límite de la zona urbana; y al Norte disminuye hacia las colonias La Magdalena, Pueblo Nuevo Bajo, Barranca Seca y Lomas Quebradas. Un punto muy focalizado está en la parte Norte de la Delegación en la Unidad Habitacional U. I. Batán Sur (Figuras 4.1 y 4.2).

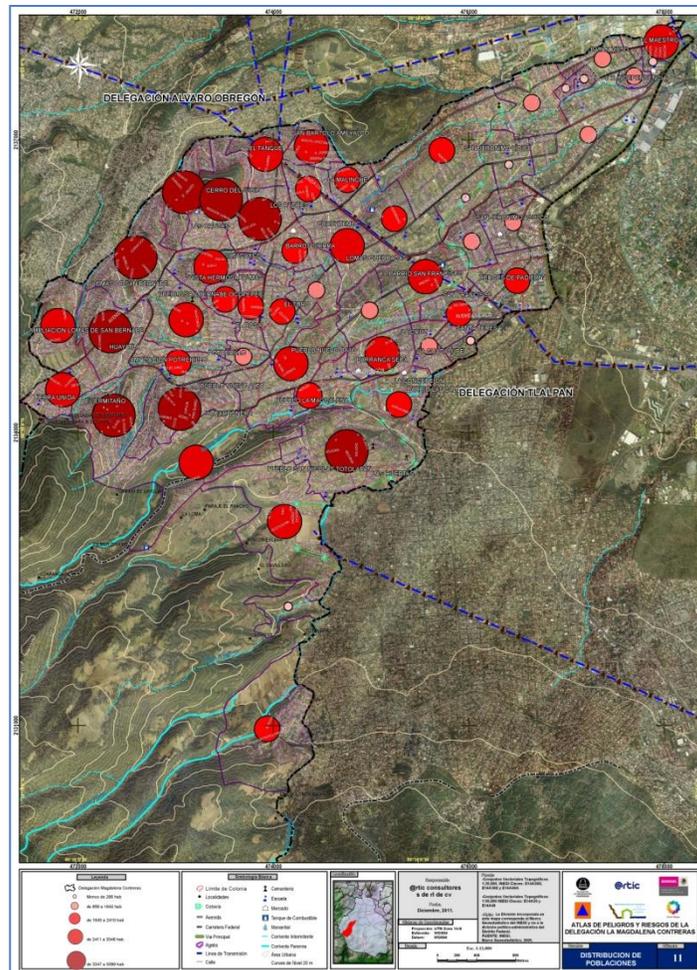


Figura 4.2 Distribución de Población.

## Pirámide de Edades

Para el 2010 la población de la Magdalena Contreras estaba conformada por un alto grado de gente joven (entre 0 y 14 años), un dos por ciento mayor al porcentaje que se da en el Distrito Federal, en la delegación se cuenta con el 24 %, mientras en la ciudad se tiene el 22%. La población adulta tiene valores muy similares en las dos entidades, con valores del 70% del total de la población. La población de adultos mayores presenta un menor grado de representatividad en la delegación, contando solo con el 7%. Los datos por grupos de edad por quinquenio no han sido publicados a la fecha de elaboración del documento (Ver tabla No. 4.2 y Figura 4.3).

De acuerdo con las tendencias el aumento en la población en edad de trabajar provocará un incremento en la demanda de empleos, vivienda y servicios de seguridad. Para la población de más de 64 años se deberá incrementar el equipamiento de asistencia social y de seguridad pública.

ENTIDAD	POBLACIÓN DE 0 A 14 AÑOS.		POBLACIÓN DE 15 A 64 AÑOS		POBLACIÓN DE 65 AÑOS Y MÁS		TOTAL
	Número	%	Número	%	Número	%	
Distrito Federal	1924534	22%	6001506	70%	686696	8%	8612736
Magdalena Contreras	57594	24%	162728	69%	16399	7%	236721

Tabla 4.2 Rangos de población. Fuente: elaboración propia con datos del Censo de población y vivienda, INEGI, 2010.

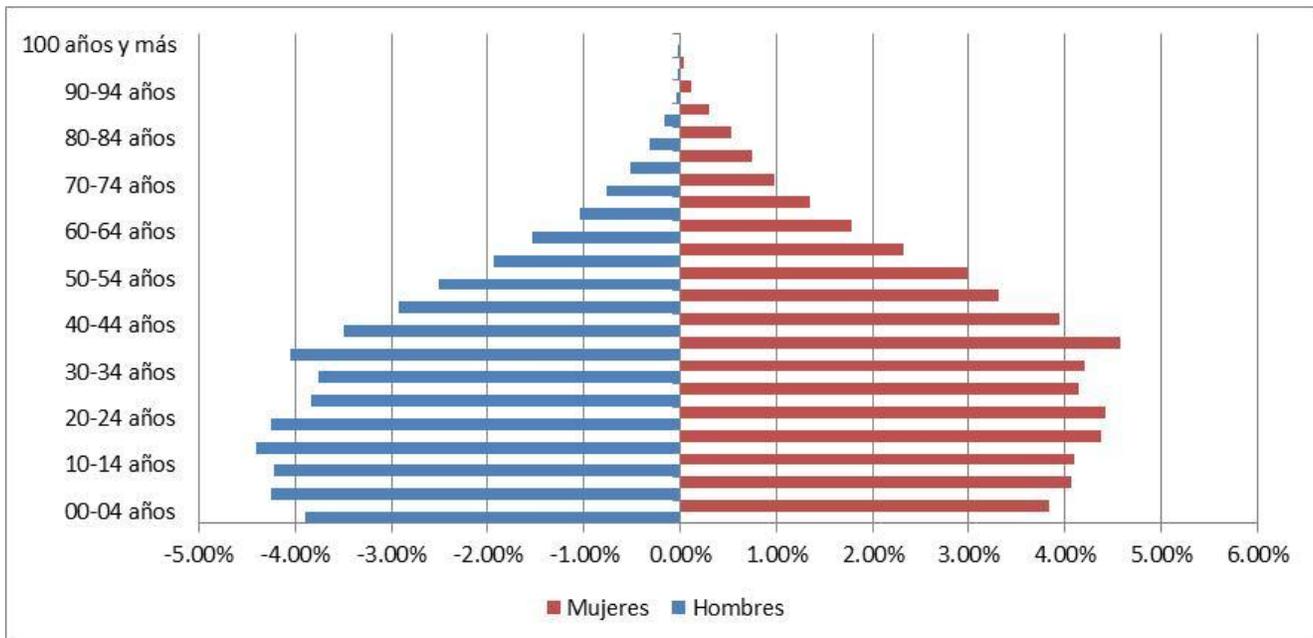


Figura 4.3 Pirámide de edades. Fuente: elaboración propia con datos del Censo de población y vivienda, INEGI, 2010.

## Mortalidad

Los datos de mortalidad para el año 2010 publicados por el INEGI, señalan un 6.08 % de mortalidad respecto de los hijos nacidos muertos, que representan un valor de 654 personas. Sin embargo existen documentos elaborado por la Secretaria de Salud del Gobierno del Distrito Federal. En este documento aparecen las principales causas de mortalidad general de la Magdalena Contreras en el 2007. De estas muertes las que estarían relacionadas con elementos de riesgo y vulnerabilidad son las muertes por las siguientes: por accidentes que fue la número 6 en el orden de causas, presentando 57 defunciones y una tasa del 24.5; por Influenza y Neumonía, que fue la número 7, que se relaciona con las condiciones de la vivienda y el medio natural, presentando 36 defunciones y una tasa del 15.4; por enfermedades infecciosas intestinales, que ocupa el lugar número 12 y se relaciona con los servicios de agua y drenaje, presentando 12 defunciones y una tasa del 5.1. Por último, Infecciones respiratorias agudas y bronquitis crónica, ambos presentan 6 defunciones y una tasa del 2.6 (Ver tabla No. 4.3)

No. DE ORDEN	CAUSAS	DEFUNCIONES	TASA1/
	Total	1,139	488.6
1	Enfermedades del corazón	239	102.5
2	Diabetes mellitus	164	70.4
3	Tumores malignos	158	67.8
4	Enfermedades del Hígado	71	30.5
5	Enfermedades cerebrovasculares	67	28.7
6	Accidentes	57	24.5
7	Influenza y Neumonía	36	15.4
8	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	34	14.6
9	Insuficiencia renal	24	10.3
10	Ciertas afecciones originadas en el período perinatal	20	8.6
11	Malformaciones congénitas , deformidades y anomalías cromosómicas	20	8.6
12	Enfermedades infecciosas intestinales	12	5.1
13	Agresiones (homicidios)	11	4.7
14	Lesiones autoinfligidas intencionalmente (suicidios)	10	4.3
15	Septicemia	9	3.9
16	Enfermedad por virus de la inmunodeficiencia humana	9	3.9
17	Desnutrición y otras deficiencias nutricionales	9	3.9
18	Infecciones respiratorias agudas	6	2.6
19	Bronquitis crónica y la no especificada y enfisema	6	2.6
20	Ulceras gástrica y duodenal	6	2.6
	Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	8	3.4
	Las demás causas	163	69.9

Tabla 4.3 Mortalidad. Fuente: cuadro “Principales causas de mortalidad general Magdalena Contreras 2007”, del documento “Mortalidad 1990 al 2007”, Secretaria de Salud Distrito Federal. <http://www.salud.df.gob.mx/ssdf/media/PublicacionMortalidad1990-2007>. 1/ Tasa por 100,000 habitantes de la delegación, en base a proyecciones del CONAPO

### Densidad de Población.

La lógica de localización de las densidades más altas territorialmente se da en tres zonas y un punto en específico de la delegación. En la parte norte de la delegación en la unidad habitacional U. I. Batan Sur con densidades de entre 120 y 190 habitantes por hectárea. Una segunda zona es en las colonias San Bartolo Ameyalco y la Malinche muy cercanos a la Barranca Mariposas y la Malinche. La tercera zona se localiza en las faldas del Cerro del Judío en las colonias de Los Padres y Las Cruces. Y el último punto se localiza en la colonia Vista Hermosa por donde pasa una barranca en donde se encuentra el Rio Arroyo (Figura 4.4)

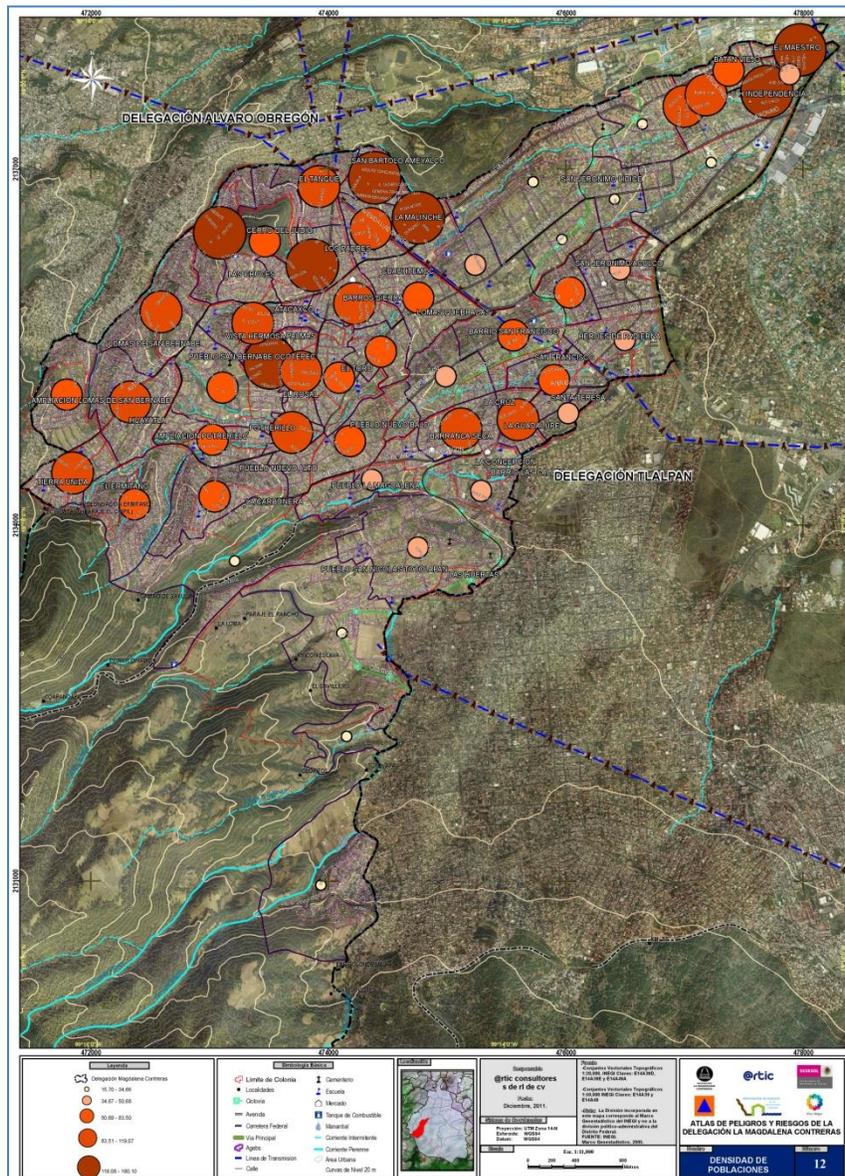


Figura 4.4 Densidad de Población.



## 4.2 Características sociales

### Escolaridad

En cuanto al número de personas analfabetas para 2010 se tiene 4,639 habitantes que representan el 2.29% respecto al total de la Delegación y comparándolo con el porcentaje del Distrito Federal se presenta una mayor tasa de analfabetismo; además al interior se muestra una dinámica de desigualdad respecto a la relación entre hombres y mujeres, pues mientras sólo el 1.66% de los hombres son analfabetas, las mujeres llegan hasta el 3.4% (Tabla 4.4 y Figura 4.5).

Otra variable importante es el promedio de escolaridad, que nos podrá indicar el grado de aceptación de las campañas de prevención de desastres. En este sentido, la Delegación también cuenta con un promedio de 9.94 años de estudios de su población por debajo de la media del Distrito Federal, igualmente que se muestra una dinámica desigual respecto a la relación entre hombres y mujeres, donde los hombres presenta un mayor grado de estudios respecto a la media delegacional y las mujeres se encuentra por debajo.

ENTIDAD/SEXO	POBLACIÓN DE 15 AÑOS Y MÁS		POBLACIÓN ANALFABETA		GRADO PROMEDIO DE ESCOLARIDAD
	NÚMERO	%	NÚMERO	%	
Distrito Federal, 2010	6688228	100%	138457	2,07%	10.56
Hombres	3137043	47%	39256	1,25%	10.83
Mujeres	3551175	53%	98678	2,78%	10.32
La Magdalena Contreras, 2010	179127	100%	4639	2,59%	9.94
Hombres	84092	47%	1392	1,66%	10.17
Mujeres	95035	53%	3234	3,40%	9.74

Tabla 4.4 Grado Promedio de Escolaridad. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI: Cuaderno Estadístico Delegacional La Magdalena Contreras (2001) y Censo de población 2010. \*Tasa de crecimiento media anual.

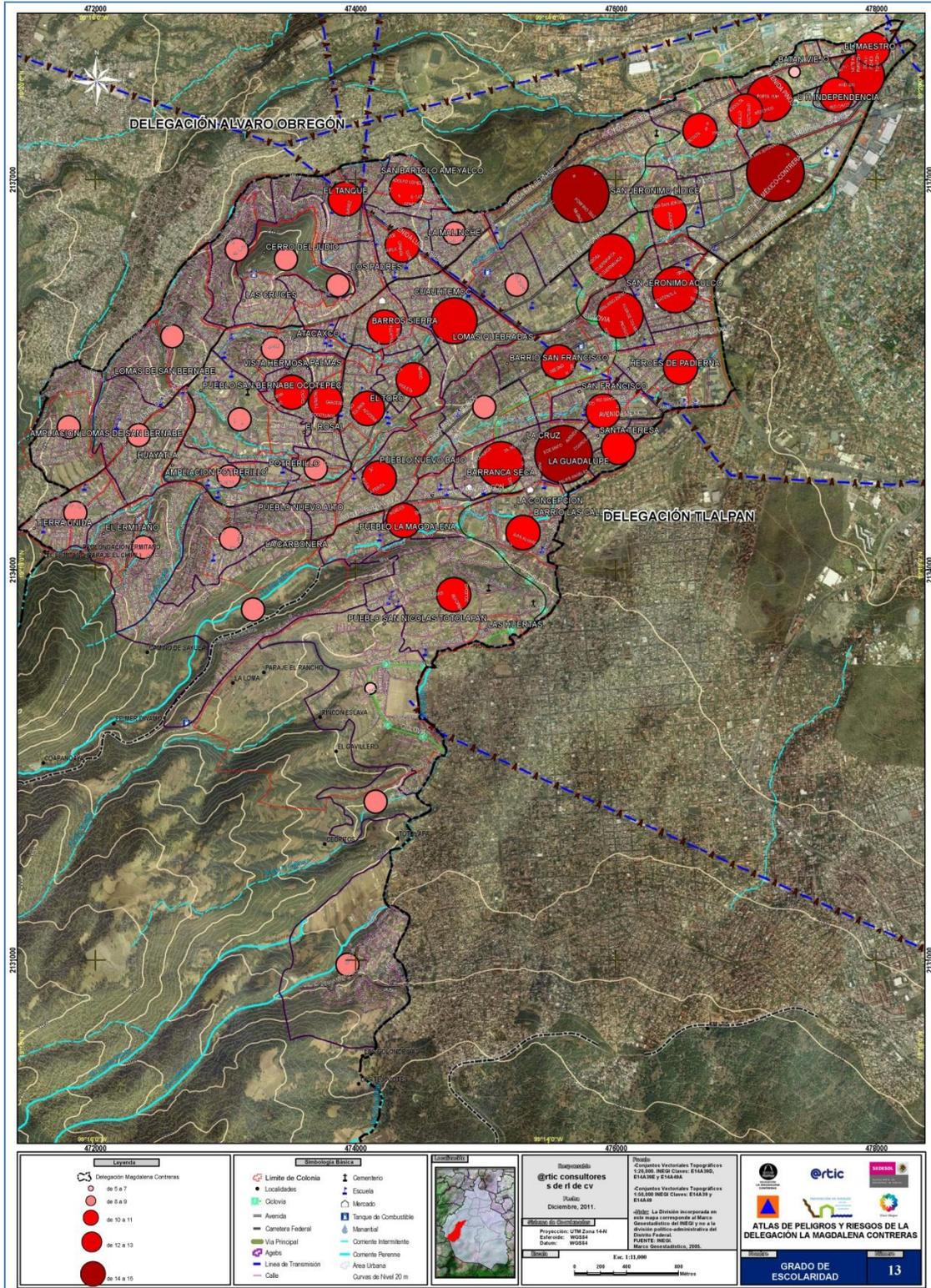


Figura 4.5 Grado de Escolaridad.



## Hacinamiento

La delegación presenta un severo problema de hacinamiento el cual se debe principalmente a los siguientes factores, las invasiones sobre tierras de propiedad ejidal y comunal dentro de Suelo de Conservación, las necesidades de vivienda que continúa en crecimiento u por último la escasa oferta de vivienda nueva que ha propiciado un mayor hacinamiento en viviendas existentes. El índice comparativo con el que se puede calcular el hacinamiento en la Delegación Magdalena Contreras se utilizó el indicador del promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas, que es resultado de dividir el número de personas que residen en viviendas particulares habitadas entre el número de cuartos de esas viviendas. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad y vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron clase de vivienda (INEGI, 2010). Territorialmente las colonias que tienen estas condiciones se agrupan en tres zonas. La primera ubica en la zona del Cerro del Judío en particular en las colonias denominadas Los Padres, Barros Sierra, Las Cruces, siendo la zona con mayor problemática al respecto (Ver mapa No. 19). La segunda zona es generada por una mancha más alargada que tiene un alto grado de hacinamiento, formado por las colonias de Tierra Colorada e Ixtlahualtongo al sur de la delegación. Al lado oeste de la delegación se encuentra otra área en las colonias llamadas Laderas de Sayula, El Ermitaño, Ocotál y Lomas de San Bernabé. Por último, se encuentra con un menor en todas las colonias cercanas al Cerro del Judío (Figura 4.6).

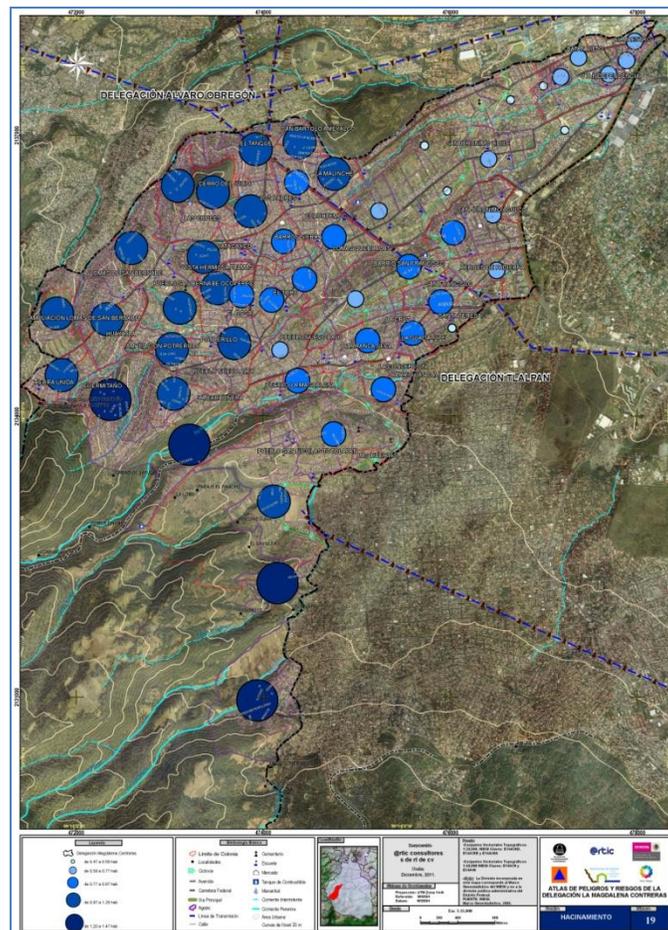


Figura 4.6 Hacinamiento.



## Limitaciones

La delegación La Magdalena Contreras tiene cerca del 4% de población con alguna limitante, es decir 8676. Entre los sub grupos de esta categoría se tiene valores altos en otras tres variables: la primera, población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar, que afecta al 1.97% por ciento de la población de esta delegación; segunda, población con limitación para ver, aún usando lentes, que afecta al 0.95%; y por último la población con limitación para escuchar, que afecta al 0.48% por ciento de la población de esta delegación (Tabla 4.5).

VARIABLE	POBLACIÓN	PORCENTAJE %
Población con limitación en la actividad	8676	3,64
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	4695	1,97
Población con limitación para ver, aún usando lentes	2256	0,95
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	724	0,30
Población con limitación para escuchar	1143	0,48
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	566	0,24
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	510	0,21
Población con limitación mental	1049	0,44
<b>Población Total</b>	<b>23843</b>	<b>100,00</b>

Tabla 4.5 Población con limitaciones. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Censo de población 2010.

La localización geográfica de la población con alguna limitación es muy dispersa en el territorio, generada por una especie de zonas y puntos donde se concentran. Las zonas son dos, una en los límites de la delegación Álvaro Obregón encontramos las colonias de San Bartolo Ameyalco, La Malinche, Los Padres y Cuauhtémoc, alguno con valores de entre 144 a 241 habitantes con limitaciones. La segunda, en la zona formada por las colonias Pueblo San Bernabé Ocotepc y Lomas San Bernabé. A partir de aquí se forma otra zona muy poblada en las colonias del Huayatlá, El Ermitaño, Ocotál, La Carbonera, Pueblo Nuevo Alto. Los otros espacios que son más puntuales son los de las colonias Héroes de Padierna y Pueblo San Nicolás Totolapan (Figura 4.7)

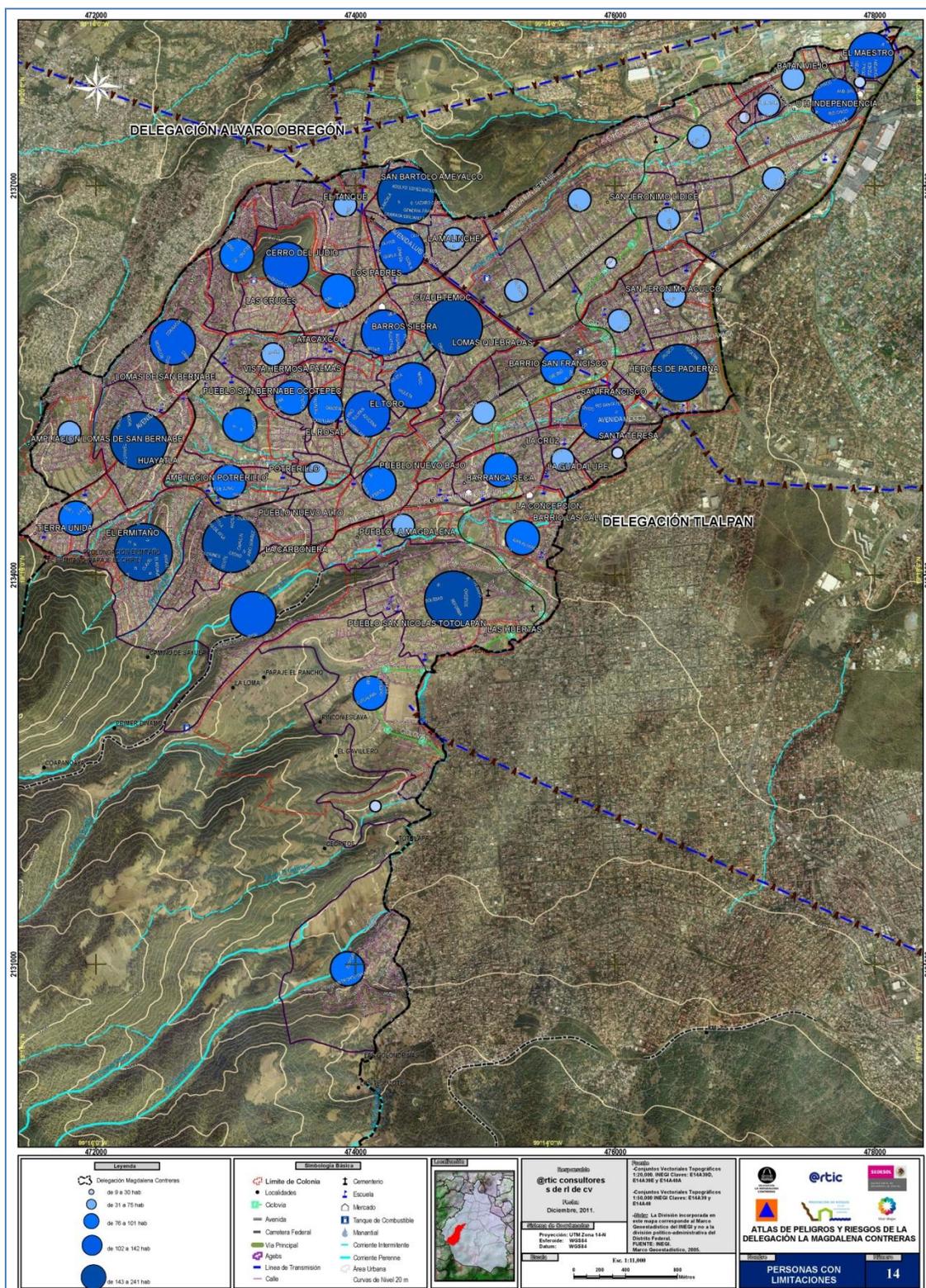


Figura 4.7 Personas con limitaciones.



### Grado de marginación.

No existen datos hasta el año 2010 en ninguna dependencia sobre los el Grado de Marginación, por lo cual se construyó un índice de marginación de acuerdo a la metodología indicada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) tomando datos donde se puede analizar: la condición de alfabetismo, el nivel educativo, materiales en pisos, drenaje, disponibilidad

El análisis muestra que la delegación La Magdalena Contreras cuenta con 52 Áreas Estadísticas Básicas (AGEB), de las cuales hay dos que presentan un grado muy alto de marginación y dos grado alto. Estos se localizan en la zona transitoria entre el suelo urbano y el suelo de conservación, en las colonias Tierra Colorado, Chichicaspa, Ixtlahualtongo en la parte Sur de la delegación y las colonias Laderas de Sayula, la Carbonera, El Ermitaño y Ocotál al Este de la delegación (Ver mapa No. 15). Hay otro grupo de AGEB que tiene un grado de marginación medio que se localiza en las inmediaciones del Cerro del Judío, en las colonias Las Cruces, Atacaxco y Pueblo San Bernabé Ocotepéc. La distribución espacial del grado de marginación muestra una delegación del igual, donde esta aumenta conforme se aleja del área urbana. Esto aumenta la vulnerabilidad de esta delegación pues coinciden los AGEB's con mayor número de habitantes con algunos de los cuales de energía eléctrica y disponibilidad de agua presentan los mayores índices de marginación (Figura 4.8).

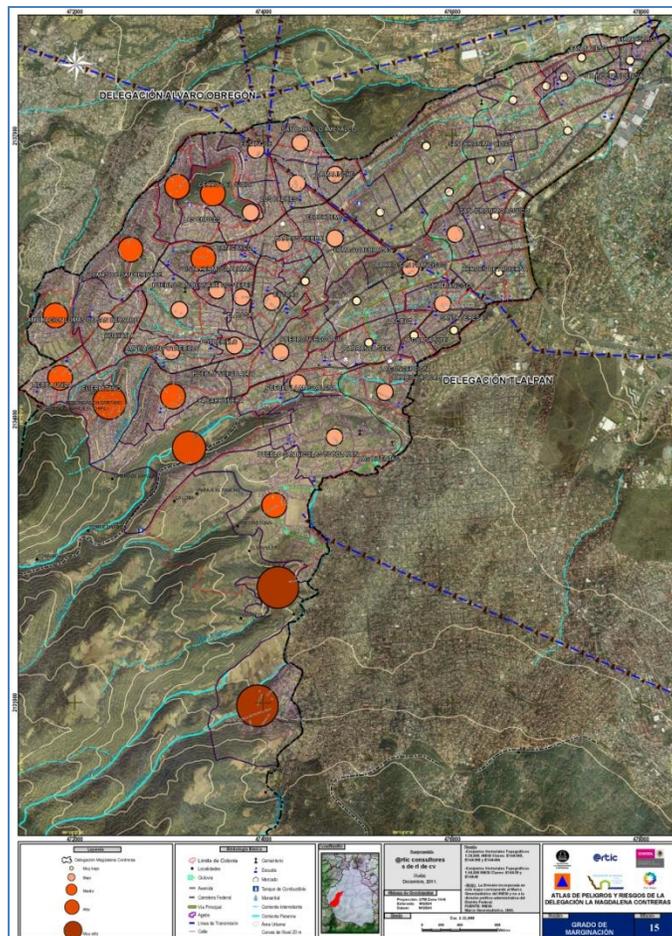


Figura 4.6 Grado de Marginación.

### 4.3 Características de la población económicamente activa

La población económicamente activa (PEA) en el 2010 de la delegación oscilaba entre los 107,742 habitantes, de los cuales el 95.35% se encontraba ocupada, es decir se presenta una mejor situación respecto a los datos del Distrito Federal. La población desocupada por su parte representa el 4.65% de la PEA, con valores menos altos que en el conjunto del Distrito Federal. En cuanto al tema de la relación entre los datos hombre-mujer, se puede apreciar que el porcentaje de desocupación los hombres están en desventaja debido a que sus valores son más altos al promedio, en el caso del Distrito Federal y La Magdalena Contreras, los dos con un 5.5% de desocupación. En cambio las mujeres presentan menores valores en el porcentaje de desocupación respecto a la media y hasta dos puntos menos en el porcentaje, es decir, aproximadamente por cada cinco hombres sin empleo solo hay tres mujeres en las mismas circunstancias.

Respecto a la población no económicamente activa es importante de destacar que existe una semejanza entre los porcentajes que se presentan en el Distrito Federal y la delegación, cerca del 42% de la población de 12 años y más es económicamente no activa, casi el 27% son hombre y el 56% en ambos casos son mujeres (Tabla 4.6).

ENTIDAD/ SEXO	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA					POBLACIÓN NO ECONÓMICAMENTE ACTIVA		POBLACIÓN DE 12 AÑOS Y MÁS
	OCUPADA	%	DES-OCUPADA	%	TOTAL	NÚMERO	%	
Distrito Federal, 2010	3825439	95,20	192875	4,80	4018314	3004104	42	7080563
Hombres	2247394	94,50	130866	5,50	2378260	917098	27	3335207
Mujeres	1578035	96,23	61899	3,77	1639934	2086989	56	3745348
La Magdalena Contreras, 2010	102737	95,35	5005	4,65	107742	81353	43	190819
Hombres	60586	94,41	3590	5,5	64176	25090	28	90059
Mujeres	42151	96,75	1415	3,25	43566	56263	56	100760

Tabla 4.6 Comportamiento de la Población en Edad de Trabajar del Distrito Federal y Delegación La Magdalena Contreras en el 2010.  
Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Censo de población 2010.

### 4.4 Estructura urbana

#### Servicios

El servicio de electricidad, está condicionada por la alta densidad habitacional de algunas colonias, así como la irregularidad en la contratación del servicio genera sobrecargas y variaciones en el voltaje refiriendo pérdidas económicas en comercios y afectación en los bienes de la población (PDDU, 2005). Los datos del Censo del 2010 muestran que está cubierta casi al 100% la delegación el servicio de energía, (PDDU, 2005) (Figura 4.9 y Tabla 4.7).

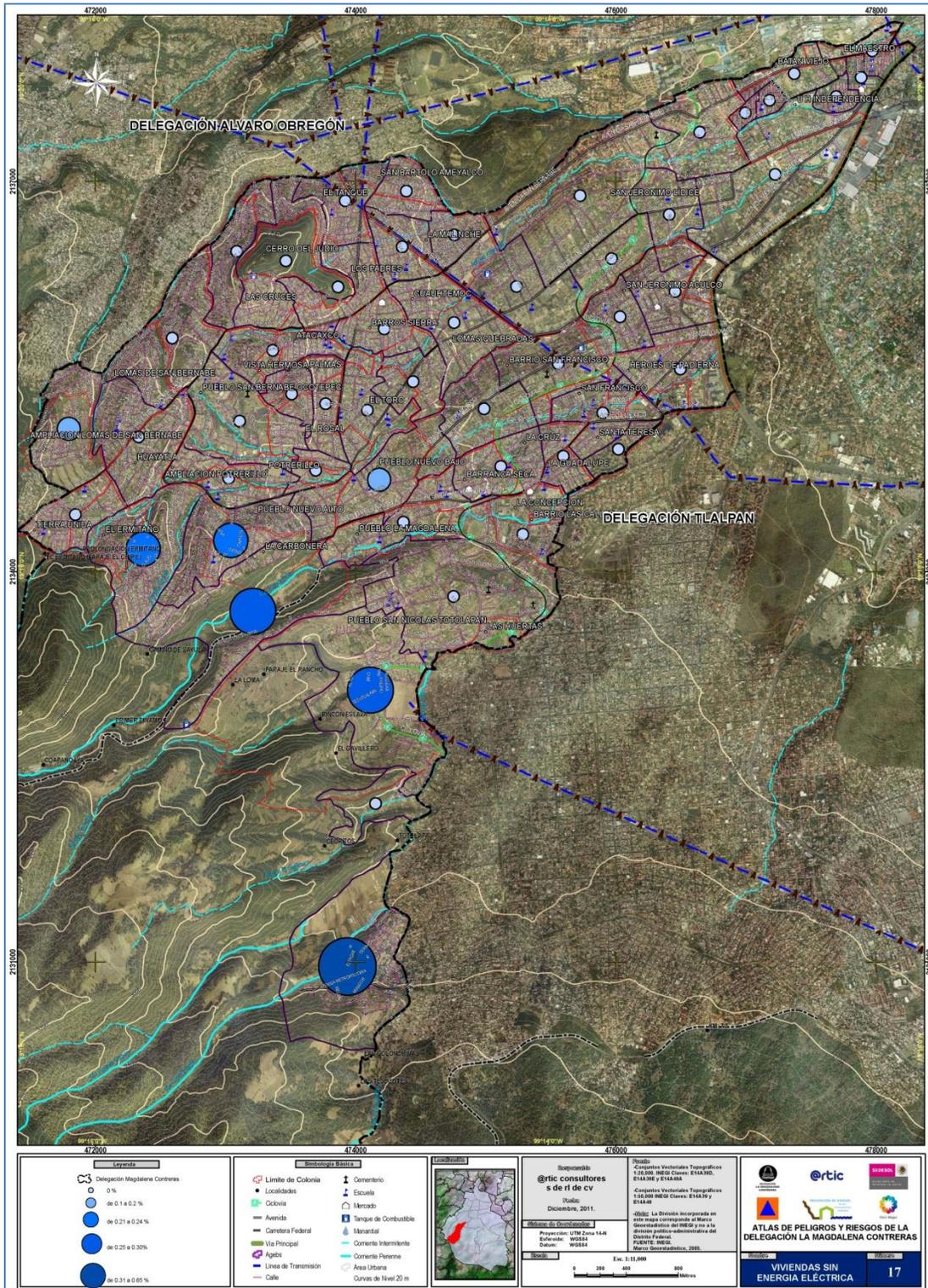


Figura 4.9 Viviendas sin energía eléctrica.



El agua potable es abastecida por los sistemas Lerma Sur, Sistema Río Magdalena, un sistema de Manantiales conformado por Rancho Viejo, Tepozanes, Los Pericos, Las Ventanas, Malpaso, Las Palomas, El Ocotil, El Sauco, Ojo de Agua, Apaxxtla y El Potrero y un sistema de Pozos que son: Pozo Anzaldo; Pozo Padierna y Pozo Pedregal II (PDDU, 2005). Los datos del Censo del 2010 muestran que 2661 viviendas carecen de servicio de agua potable, es decir más del 4% del total de viviendas de la delegación, el doble del porcentaje comparado con el Distrito Federal. La zona de la delegación que presenta un mayor porcentaje de viviendas sin agua se localiza en la zona sur de la delegación en las colonias de Tierra colorada e Ixtlahualtongo en la Zona de conservación ecológica y un en toda la zona transitoria entre el suelo urbano y el suelo de conservación (Figura 4.10).

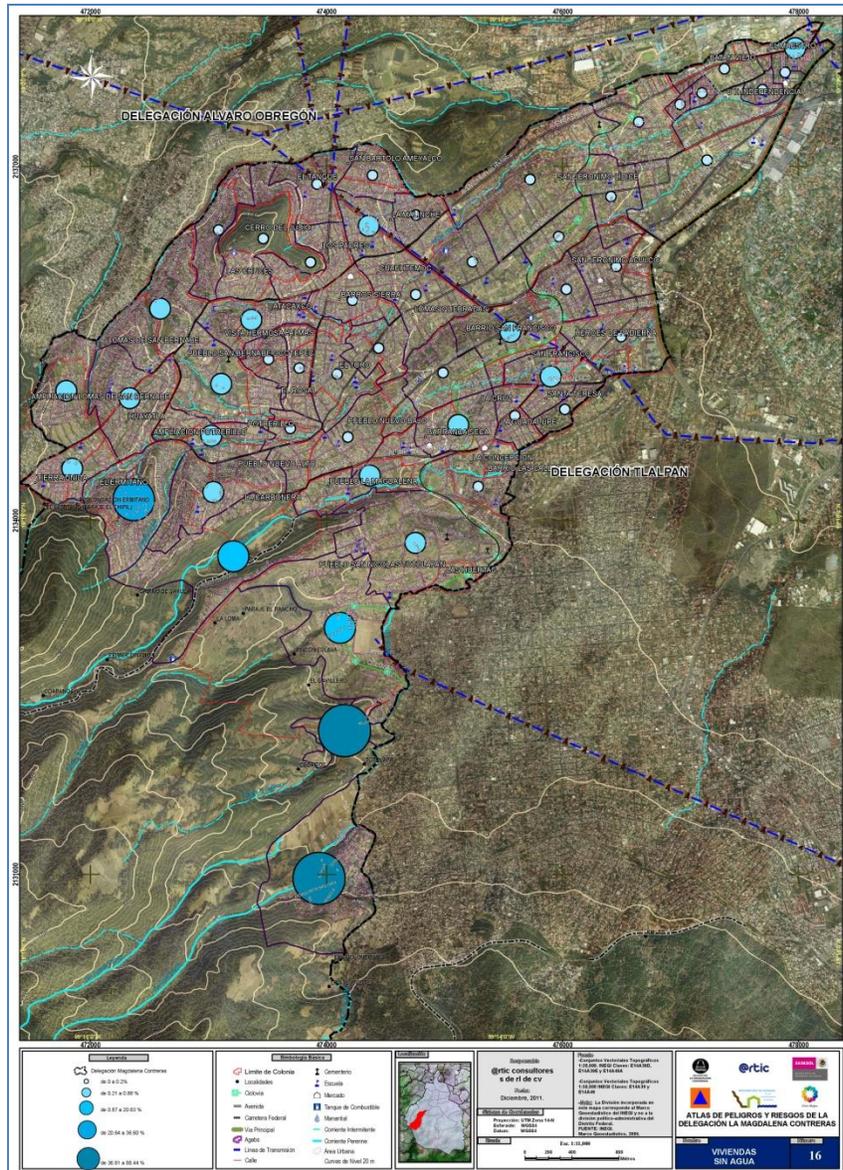


Figura 4.70 Viviendas sin agua.



El servicio de drenaje en la Delegación La Magdalena Contreras es de tipo combinado, por lo que concentra y encauza tanto aguas residuales como pluviales a través de una red primaria y una secundaria integrada por pozos de visita, y coladeras pluviales. Los datos del Censo del 2010 muestran que 168 viviendas carecen de drenaje, valores muy cercanos a cero del total de viviendas de la delegación (PDDU, 2005). La zona de la delegación que presenta un mayor porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje se localiza en la zona sur de la delegación en las colonias de Tierra colorada e Ixtlahualtongo en la Zona de conservación ecológica y una en toda la zona transitoria entre el suelo urbano y el suelo de conservación (Figura 4.11).

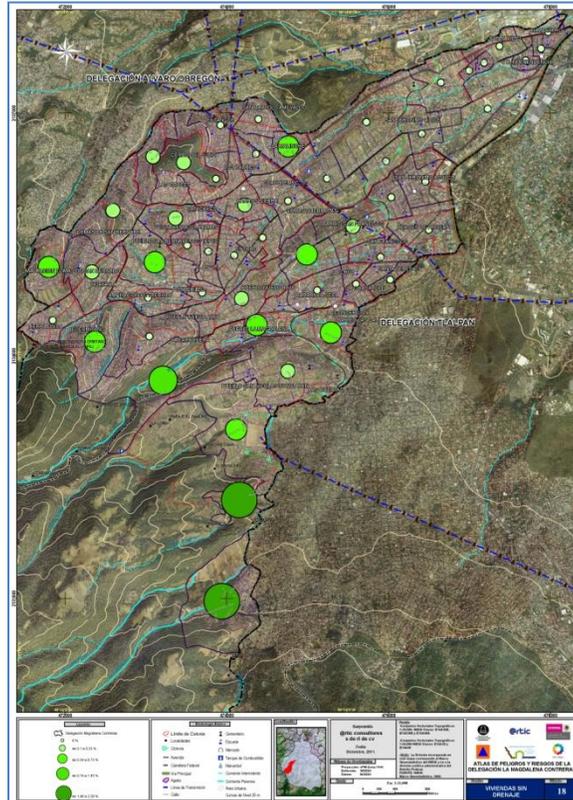


Figura 4.8 Mapa de Viviendas sin drenaje.

ENTIDAD	TOTAL DE VIVIENDAS HABITADAS	SERVICIOS URBANOS					
		VIVIENDAS SIN ENERGÍA ELÉCTRICA		VIVIENDA SIN ABASTECIMIENTO DE AGUA		VIVIENDA QUE NO CUENTA CON DRENAJE	
Distrito Federal	2378754	928	0,04%	50746	2,13%	5638	0,24%
La Magdalena Contreras	62550	33	0,05%	2661	4,25%	168	0,27%

Tabla 4.7 Servicios urbanos. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Censo de población 2010.

## Equipamientos

Los equipamientos se pueden dividir en Centros de asistencia médica, Instalaciones deportivas, palacio de gobierno, plazas, templos, cementerios, escuelas y mercados. En el caso de los espacio de salud hay 9 localizados en toda la delegación pero concentrándose particularmente en la zona Noroeste, no está en el área más poblada de la delegación; hay 11 instalaciones deportivas o recreativas las cuales si se encuentran localizados en toda la delegación; se localizan 14 plazas o áreas verdes localizados en la zona Noroeste de la delegación; existen en la delegación 27 iglesias localizadas en toda la delegación; las escuelas se localizan sobre toda la delegación. Este análisis está incompleto pues se requiere relacionar con los diferentes riesgos presentan en la delegación (Figura 4.12).

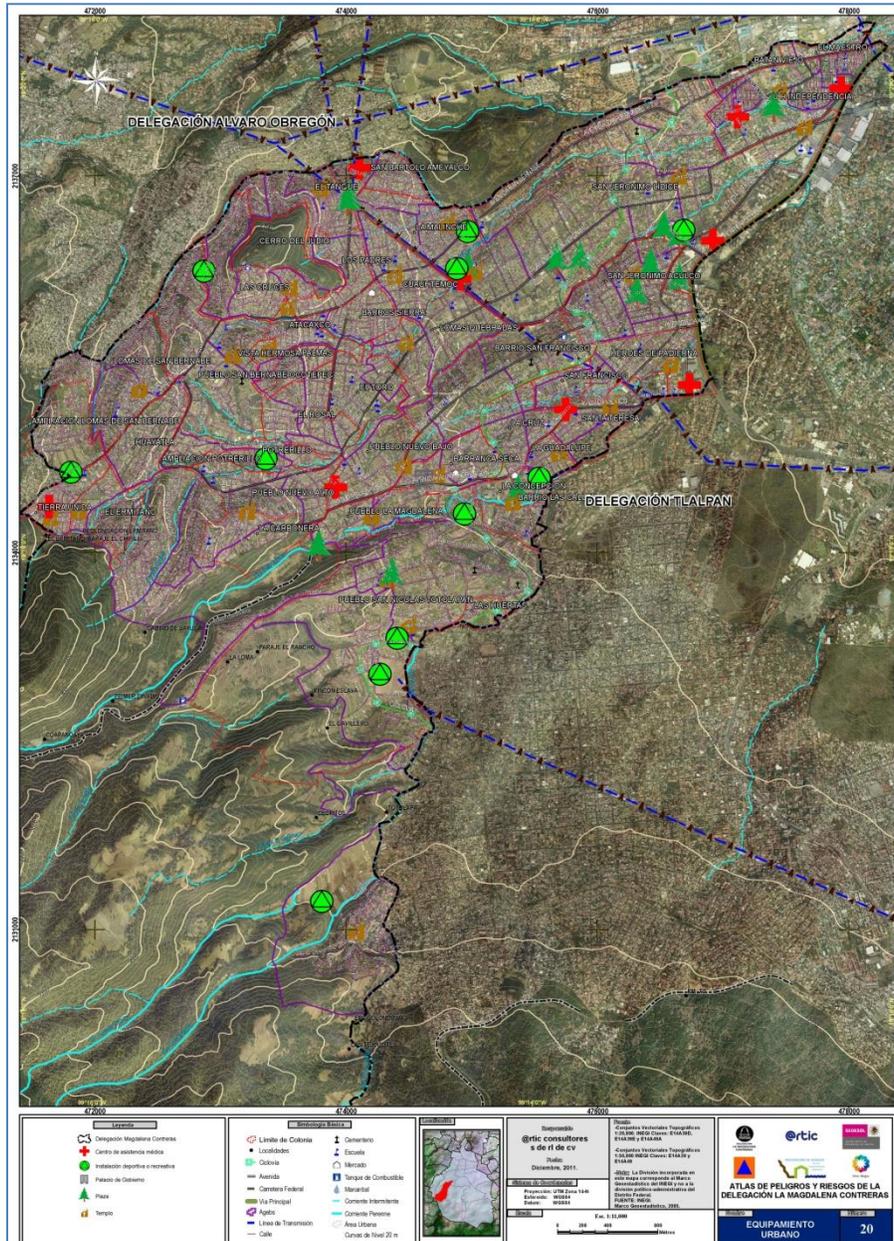


Figura 4.12 Mapa Equipamiento urbano.

## Salud

En la Magdalena Contreras, en materia de salud como equipamiento disponible, se tienen 20 registrados entre hospitales, sanatorios y clínicas, de los cuales únicamente se tienen el registro del Hospital Ángeles del Pedregal que cuenta con una oferta de 200 camas, los registros mencionados se enlistan a continuación.

- **ALVARADO GRIJALVA MONICA** Calle Camino Sta. Teresa 1055 950, Héroes de Padierna.
- **ARCE GONZALEZ JUAN MANUEL DR** Cam Sta. Teresa s/n 35, Héroes de Padierna.
- **ARRENDADORA LASSER** Cam s/n 1055 9, Héroes de Padierna
- **BRAVO ESCOBAR GERARDO ARTURO** Cam Sta. Teresa 1055, Héroes de Padierna.
- **BRAVO TRONCOSO BERNARDO** Calle Cam Sta. Teresa 1055, Héroes de Padierna.
- **CARBAJAL SALGADO DRA LUZ MA** Cam Sta. Teresa 1055, Héroes de Padierna.
- **CATRIP D VILA MANUEL DR** Cam Sta. Teresa 1055 1 109, Héroes de Padierna
- **CENTRO DE DIAGNOSTICO ANGELES** Ave Sn Bernabé 1172, la Malinche.
- **CERVANTES ESCARCEGA DR JOSE LUIS** Calle Camino Sta. Teresa 1055, Héroes de Padierna
- **CERVANTES VALLADOLID BARUSH MARIO** Ave Camino Sta. Teresa 1055 601, Héroes de Padierna.
- **CIEV** ave anillo Periférico 3697, Héroes de Padierna
- **CIRUMED** Camino a Santa Teresa s/n, Héroes de Padierna
- **CIRUMED SC** Cam Sta. Teresa 1055 s 15 s/n s 15, Héroes de Padierna
- **CONSEJO NACIONAL DE SALUD MENTAL** Blv. Adolfo López Mateos 2905, san Jerónimo LIDICE
- **CONSEJO NACIONAL DE SALUD MENTAL SA** Ave Periférico Sur 2905, san Jerónimo LIDICE
- **CONTRERAS RODRIGUEZ MIGUEL ANGEL** Calle Camino Sta. Teresa 1055 231 s/n 231, Héroes de Padierna
- **COORDINACION DE SALUD MENTAL** Circuito Periférico Sur 2905, san Jerónimo LIDICE
- **DENIS RAFAEL LACAYO CABRERA** Prf. Periférico 3707 972, Héroes de Padierna  
DR PEREIRA Y PEREIRA S.C Cmnosta 1055/, es de Padierna

## Educación

Con respecto a infraestructura para la educación se tienen 7 centros educativos, que son los siguientes:

- **EDUCACION Y FORMACION AC** Camino a Santa Teresa 950, Santa Teresa
- **PATRONATO PRO EDUCACION INFANTIL MEXICO A.C.** Calle Cda. San Jerónimo 44, San Jerónimo LIDICE
- **PATRONATO PRO EDUCACION MEXICANO A.C.** Calle Cda. San Jerónimo 28, San Jerónimo Aculco
- **SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA SEP** Calle Tixcanal s/n m94218, Héroes de Padierna
- **SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA SEP** Calle Tarasquillo 3 z71 s/n z71, san Jerónimo LIDICE
- **SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA SEP** Calle la Pera s/n 1, la Carbonera
- **TECHO EDUCACION Y AYUDA RESIDENCIA MATER** Calle Guerrero 104, Santa Teresa

Características	Cantidad hab
Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	4,283
Población masculina de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	2,202
Población femenina de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	2,081
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	471
Población masculina de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	227
Población femenina de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	244
Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	582
Población masculina de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	353
Población femenina de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	229
Población de 15 a 17 años que asiste a la escuela	9,141
Población masculina de 15 a 17 años que asiste a la escuela	4,525
Población femenina de 15 a 17 años que asiste a la escuela	4,616
Población de 18 a 24 años que asiste a la escuela	11,186
Población masculina de 18 a 24 años que asiste a la escuela	5,730
Población femenina de 18 a 24 años que asiste a la escuela	5,456
Población de 8 a 14 años que no saben leer y escribir	439
Población masculina de 8 a 14 años que no saben leer y escribir	260
Población femenina de 8 a 14 años que no saben leer y escribir	179
Población de 15 años y más analfabeta	4,671
Población masculina de 15 años y más analfabeta	1,419
Población femenina de 15 años y más analfabeta	3,252
Población de 15 años y más sin escolaridad	7,915
Población masculina de 15 años y más sin escolaridad	2,868
Población femenina de 15 años y más sin escolaridad	5,047

Características	Cantidad hab
Población de 15 años y más con primaria incompleta	12,030
Población masculina de 15 años y más con primaria incompleta	4,840
Población femenina de 15 años y más con primaria incompleta	7,190
Población de 15 años y más con primaria completa	23,779
Población masculina de 15 años y más con primaria completa	10,514
Población femenina de 15 años y más con primaria completa	13,265
Población de 15 años y más con secundaria incompleta	9,850
Población masculina de 15 años y más con secundaria incompleta	5,524
Población femenina de 15 años y más con secundaria incompleta	4,326
Población de 15 años y más con secundaria completa	40,037
Población masculina de 15 años y más con secundaria completa	19,913
Población femenina de 15 años y más con secundaria completa	20,124
Población de 18 años y más con educación pos-básica	79,124
Población masculina de 18 años y más con educación pos-básica	37,879
Población femenina de 18 años y más con educación pos-básica	41,245
Grado promedio de escolaridad	9.93
Grado promedio de escolaridad de la población masculina	10.16
Grado promedio de escolaridad de la población femenina	9.74

Tabla 4.8 Servicios Educativos. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Censo de población 2010.

## Derechohabiencia

Para el tema de seguridad social, se tienen registradas 3 clínicas y 2 guarderías, que son los siguientes:

- **IMSS CLINICA N0 140** de la Teja 50 4, la Carbonera
- **IMSS CLINICA N0 18** Av. México 98, Héroes de Padierna
- **IMSS CLINICA N0 22** Plaza San Jacinto 20, Unidad Independencia IMSS
- **IMSS GUARDERIA N0 06** Plaza San Jacinto 20, Unidad Independencia IMSS
- **IMSS GUARDERIA N0 33** Ave San Jerónimo 32, San Jerónimo LIDICE

El INEGI reporta, sobre los servicios de salud las siguientes estadísticas

Características	Cantidad hab
Población sin derechohabiencia a servicios de salud	79,162
Población derechohabiente a servicios de salud	156,569
Población derechohabiente del IMSS	83,133
Población derechohabiente del ISSSTE	27,391
Población derechohabiente del ISSSTE estatal	247
Población derechohabiente del seguro popular o Seguro Médico para una Nueva Generación	26,833

Tabla 4.9 Derechohabientes. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Censo de población 2010.

## Pobreza

En el tema de pobreza no hay registros actuales y específicos para esta demarcación, al respecto hay referencias que muestran que aproximadamente el 53% de la población de ésta delegación se encuentra en condiciones de pobreza. El colegio de México menciona que para esta delegación tiene el 2.7 % de la población total del distrito federal.

Con respecto a éste tema, se considera que hay una relación entre los indicadores de pobreza y la población indígena, de lo anterior, el INEGI, muestra estadísticas de la población indígena de la Magdalena Contreras. (Tabla 4.10)

Características	Cantidad
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	2,816
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	1,173
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	1,643
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	15
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	3
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	12
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	2,335
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	952
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	1,383
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	2,802
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	15
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	2,328
Población en hogares censales indígenas	5,974

Tabla 4.10 Pobreza, fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Censo de población 2010.

### Reserva territorial y baldíos urbanos.

El programa de desarrollo urbano vigente (2005) señala que el crecimiento explosivo experimentado por la Delegación entre 1970 y 1990 ha establecido una elevada consolidación urbana por lo que el programa sólo reconoce la existencia de 51 baldíos con una superficie total de 23.38 has (predios mayores a los 1,000 metros) que representa el 1.62% de la superficie en suelo urbano; donde la mayor superficie se concentra en la colonia Ocotepc y San Francisco pertenecientes a los Sectores “B” San Bernabé y “C” La Magdalena; sin embargo sus datos son del 2002 por lo cual se realizará un actualización.

### Asentamientos Irregulares.

Este apartado queda pendiente hasta obtener los datos de la Delegación La Magdalena Contreras. (Censo de asentamiento irregulares, 2009). Sin embargo, por medio de trabajos de análisis geo espacial se han localizado algunos asentamientos irregulares pero es necesario corroborar en campo (Figura 4.13).

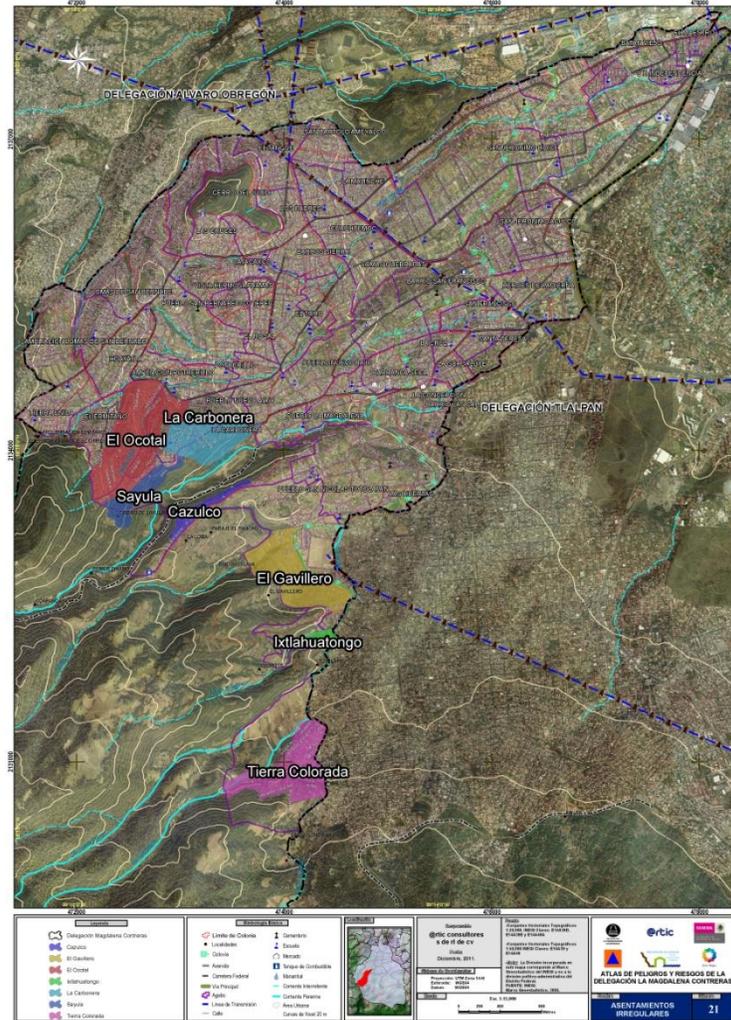


Figura 4.9 Mapa de asentamientos irregulares.



## 5 CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL

### 5.1 Identificación de peligros ante fenómenos de origen Geológico

#### 5.1.1 Fallas y Fracturas

Las fallas se definen como un rasgo estructural que implica el desplazamiento que varía desde unos pocos centímetros hasta kilómetros, de dos superficies o grandes bloques de roca. Se clasifican en tres tipos principales, en función de los esfuerzos que las originan y de los movimientos relativos de los bloques (Figura 5.1.) (Twiss y Moores, 1992):

**Falla inversa.** Este tipo de fallas se genera por compresión. El bloque del techo se encuentra sobre el bloque del piso. Cuando las fallas inversas presentan un buzamiento inferior a  $45^\circ$ , estas toman el nombre de cabalgamiento.

**Falla normal.** Se generan por tracción. El movimiento es predominantemente vertical respecto al plano de falla, el cual típicamente tiene un ángulo de  $60$  grados respecto a la horizontal. El bloque que se desliza hacia abajo se le denomina bloque de techo, mientras que el que se levanta se llama bloque de piso.

**Falla de desgarre o Transversal.** Son verticales y el movimiento de los bloques es horizontal. Son típicas de límites transformantes de placas tectónicas. Se distinguen dos tipos de fallas de desgarre: derechas e izquierdas, también se les conoce como fallas transversales o de rumbo.

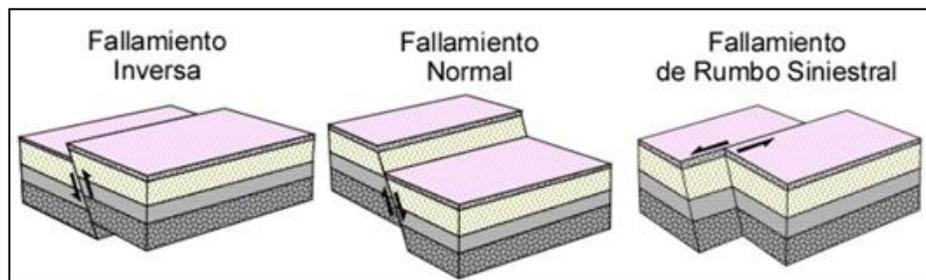


Figura 5.1 Esquema de los tipos de fallas.

Para el mapa de Fallas y Fracturas se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica de materiales escritos y gráficos. Esta información es una capa vectorial digitalizada a partir de información generada por la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, Ciencias de la Tierra, para el proyecto del Atlas de Peligros y Riesgos del Distrito Federal (2007) y Análisis de Fallas Tectónicamente Activas, en la Cuenca de México (2010) y del estudio realizado por Colín (2008). Se digitalizó la información correspondiente para generar datos vectoriales (Figura 5.2). Se presenta un acercamiento a una zona urbana de la delegación (Figura 5.3).

Los fracturamientos son analizados mediante un modelo sombreado, pues son el resultado de la interpretación de rasgos de lineamientos del relieve y estructuras geológicas reconocibles por la expresión topográfica. Estos datos posteriormente se digitalizaron para generar datos vectoriales.

El mapa de peligro por fallas se llevó a cabo considerando un corredor de seguridad o búfer (INETER, 2002) a ambos lados de la falla, al cual se asignó un nivel cualitativo de peligro

- 1) Alto: 30 m
- 2) Medio: 50 m
- 3) Bajo: 65 m

Se considera que las zonas por donde se encuentra la traza de las fallas, presentan fracturamiento y brechamiento de los materiales, favoreciendo la presencia de PRM (caídos, volteos, deslizamientos). Asimismo, puede existir una reactivación que origine un desplazamiento entre bloques y eventualmente la generación de sismos locales.

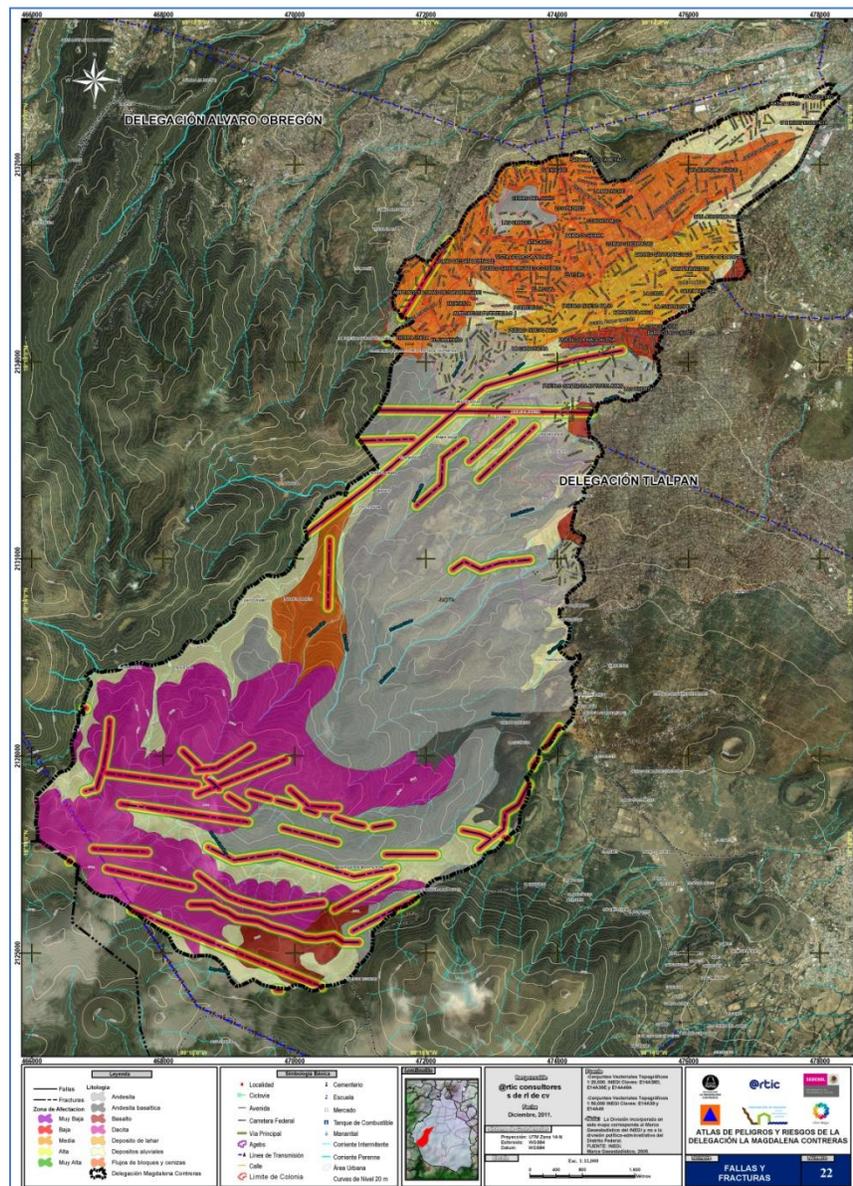


Figura 5.2 Mapa de Fallas y Fracturas.

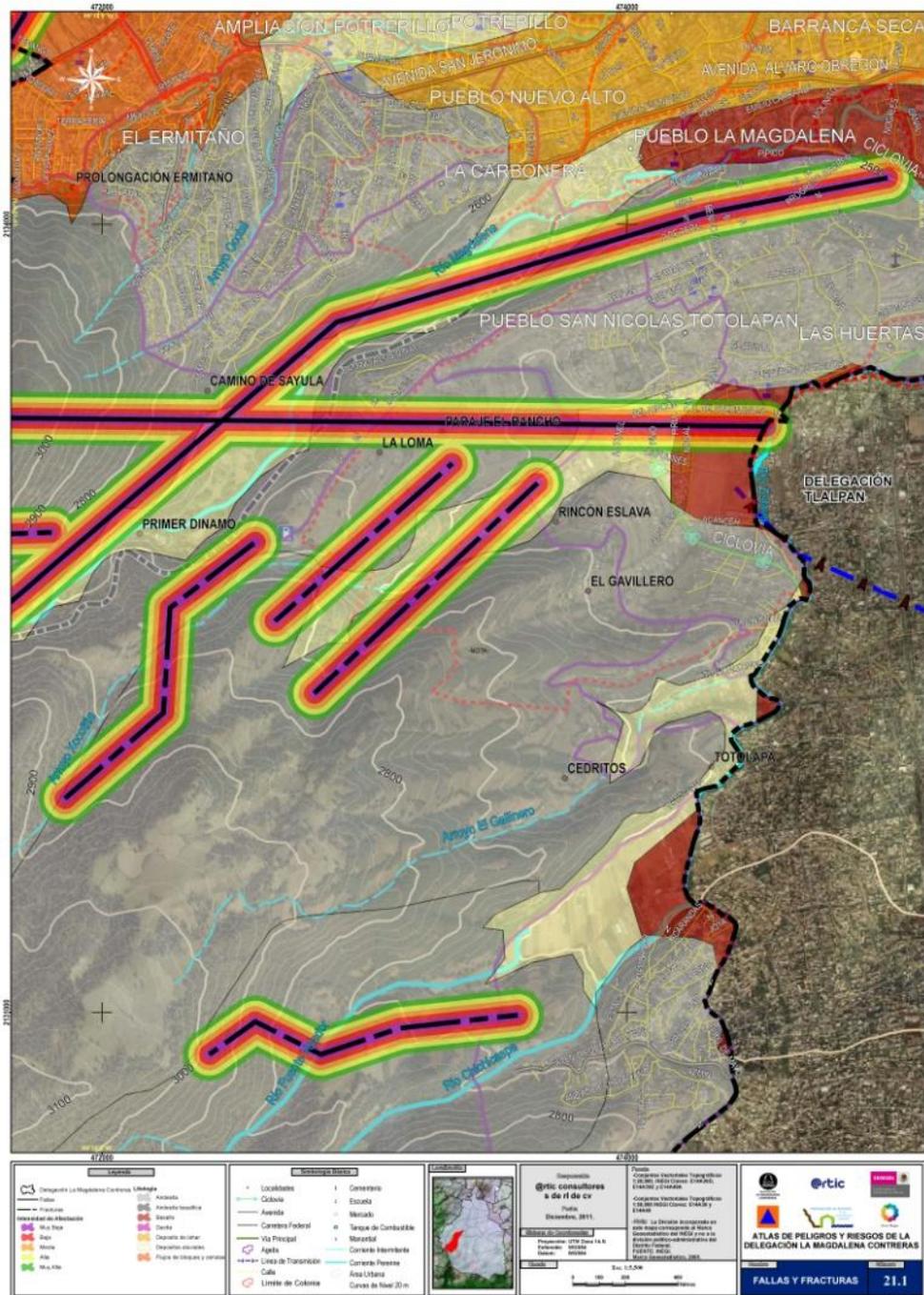


Figura 5.3 Mapa escala 1:11,000 de Fallas y Fracturas, representando la incidencia en la zona urbana.



## Recomendaciones

Para este peligro se recomienda realizar estudios a detalle en las zonas de falla, a fin de caracterizar los siguientes aspectos: tipos de relleno, resistencia de las discontinuidades, tamaño de bloques, indicadores cinemáticos. Esto implica análisis estructurales detallados que no se contemplan en este estudio pero que pueden ayudar a entender la evolución tectónica del área así como el potencial sísmico de la región.

Se recomienda realizar muestreo de fracturamiento para obtener valores de densidad de fracturamiento en afloramientos típicos, con el fin de determinar tamaños de bloques, mecanismos de formación de bloques o cuñas, patrones específicos de deslizamiento o volteo en taludes rocosos.

Asimismo, se recomienda realizar pruebas de corte en discontinuidades para obtener valores de esfuerzo cortante y así obtener la cohesión y el ángulo de fricción en las fracturas, con fines de evaluación de la estabilidad en taludes rocosos y en excavaciones realizadas en las zonas de lomas.

- Realizar estudios detallados de geología estructural para determinar el potencial de reactivación de las fallas así como de la posible generación de sismos locales.
- Se recomienda realizar muestreo detallado de fracturamiento y micro-fracturamiento para obtener valores de densidad de fracturamiento en afloramientos típicos.
- Realizar pruebas de corte en discontinuidades para obtener valores de esfuerzo cortante y así obtener la cohesión y el ángulo de fricción en las fracturas, con fines de evaluación de la estabilidad en taludes rocosos.
- Realizar análisis de estabilidad de bloques o cuñas en los taludes rocosos para determinar los tratamientos geotécnicos, a partir de modelos geomecánicos bien definidos.

### 5.1.2 Sismos

Para obtener la sismicidad local se utilizó información generada por el Servicio Sismológico Nacional de la UNAM, donde se tienen los datos de localización, profundidad, magnitud, relacionados con la actividad sísmica dentro de la Cuenca de México.

De acuerdo con la zonificación sísmica establecida en la Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Cimentaciones del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal el nivel de peligro para la delegación es bajo.

Respecto a los periodos de aceleración, se tomaron algunos resultados que se obtienen del programa Peligro Sísmico en México (PSM, 1996), que constituye un sistema de información cuantitativa sobre el peligro sísmico en la República Mexicana en cuya elaboración participaron el Instituto de Ingeniería de la UNAM, Instituto de Investigaciones Eléctricas y la Comisión Federal de Electricidad, además del CENAPRED. Finalmente esta información se generó en datos vectoriales.

Debido al tipo de terreno donde se asienta la delegación, se puede concluir que este peligro no es relevante en la zona (Figuras 5.4 a 5.6).



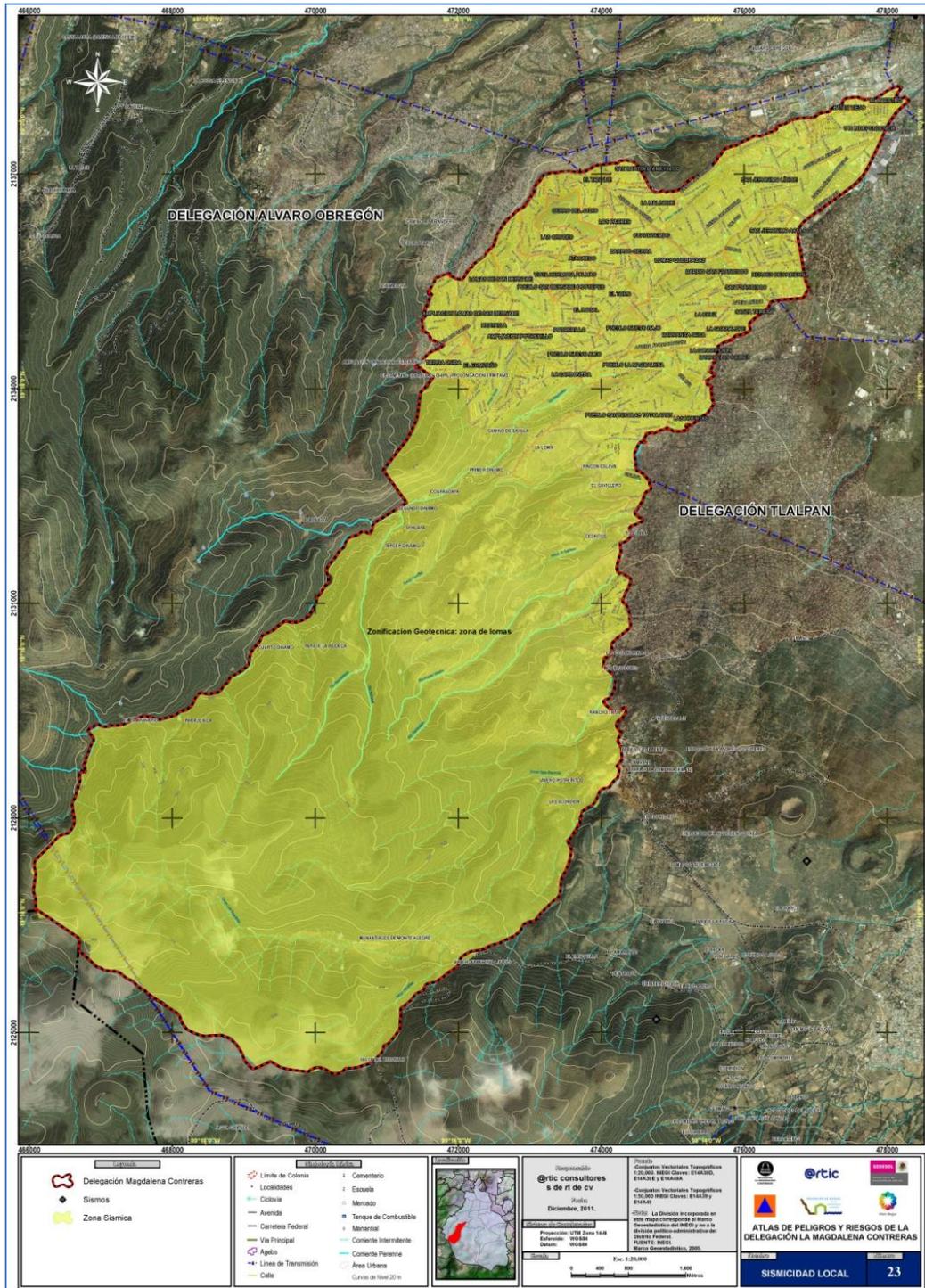


Figura 5.4 Mapa de sismicidad local.

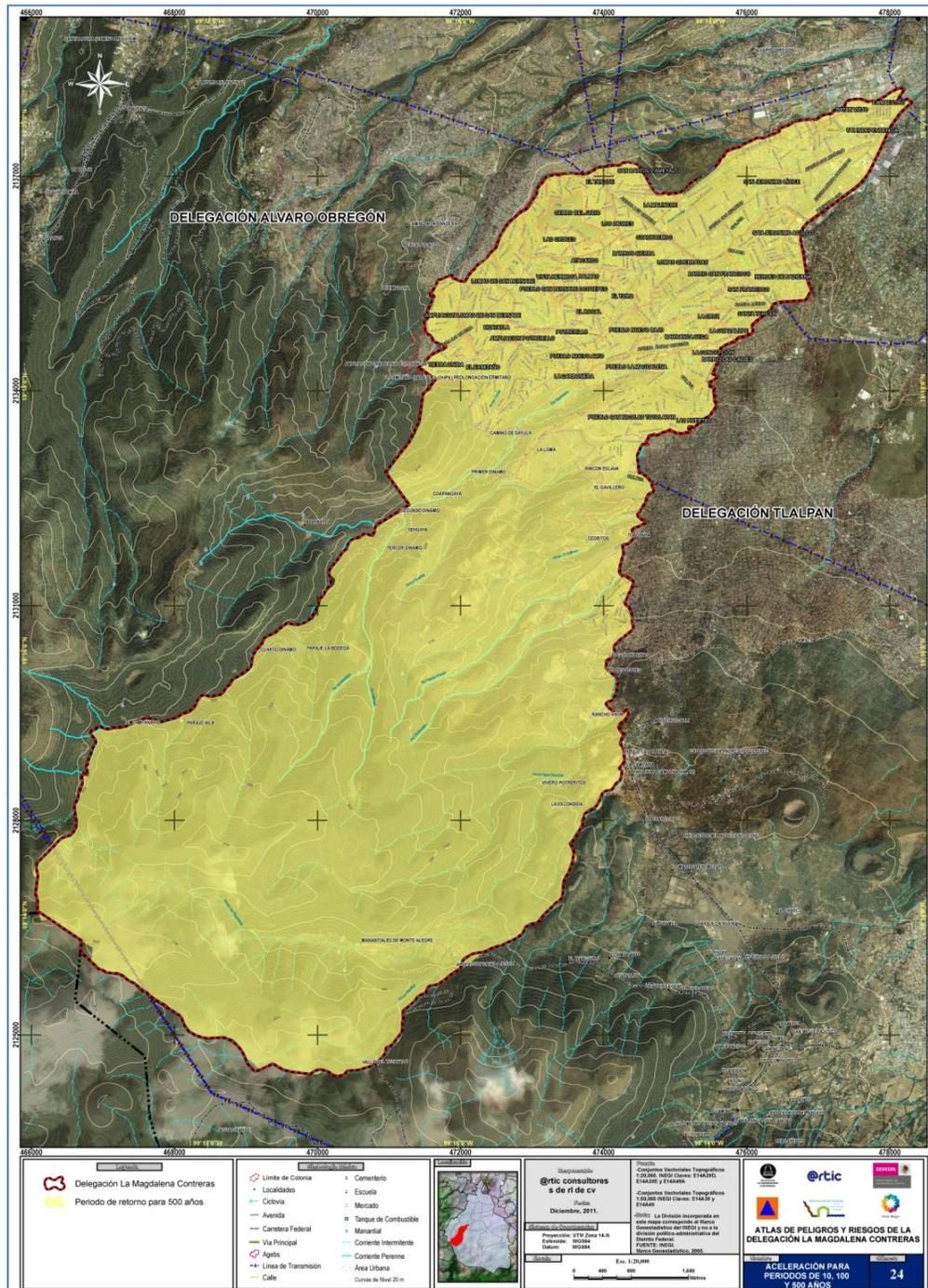


Figura 5.5 Mapa de aceleración para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.



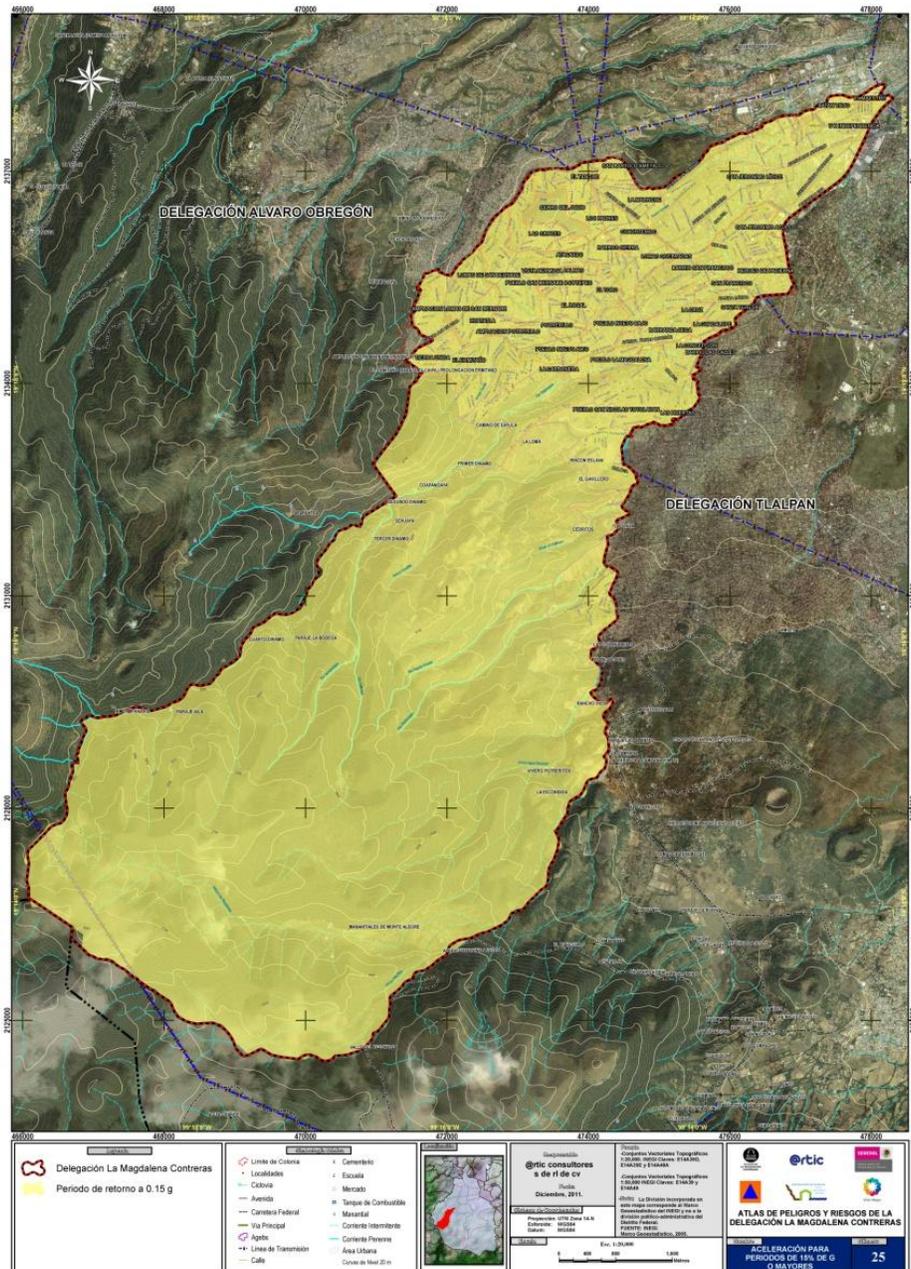


Figura 5.6 Mapa de aceleración del terreno para sismos con aceleraciones mayores de 15% de g.

## Recomendaciones

- El riesgo sísmico en la delegación, aunque con niveles bajos, debe tomarse en cuenta en los planes y programas de protección civil.
- Se recomienda realizar simulacros en instalaciones tales como hospitales, escuelas, mercado, teatros, etc., con el fin de fortalecer una cultura preventiva en materia de riesgo sísmico.
- Instalar estaciones sísmicas en zonas de falla para tener un monitoreo de la actividad local y complementar la red sísmica del Distrito Federal.

### 5.1.3 Vulcanismo

La delegación La Magdalena Contreras tendría afectaciones menores por los efectos de la caída de arena volcánica y pómez, principalmente por el volcán activo Popocatepetl. No habría caída durante erupciones pequeñas aunque pueden acumularse decenas de centímetros durante erupciones muy grandes. Los vientos sobre el Popocatepetl generalmente soplan en dirección este-oeste. La dirección dominante de los vientos de octubre a abril es hacia el oriente, mientras que de mayo a septiembre es hacia el poniente. Los demás peligros volcánicos (avalanchas, flujos piroclásticos, coladas de lava) son de bajo impacto debido a la ubicación geográfica de la delegación con respecto a este estratovolcán activo (Figura 5.7).

Para obtener la información de Manantiales calientes se utilizó la generada por Cortes *et al*, (1989) así como estudios hidrogeoquímicos, donde se obtienen valores químicos y de temperaturas en manantiales de la cuenca de México.



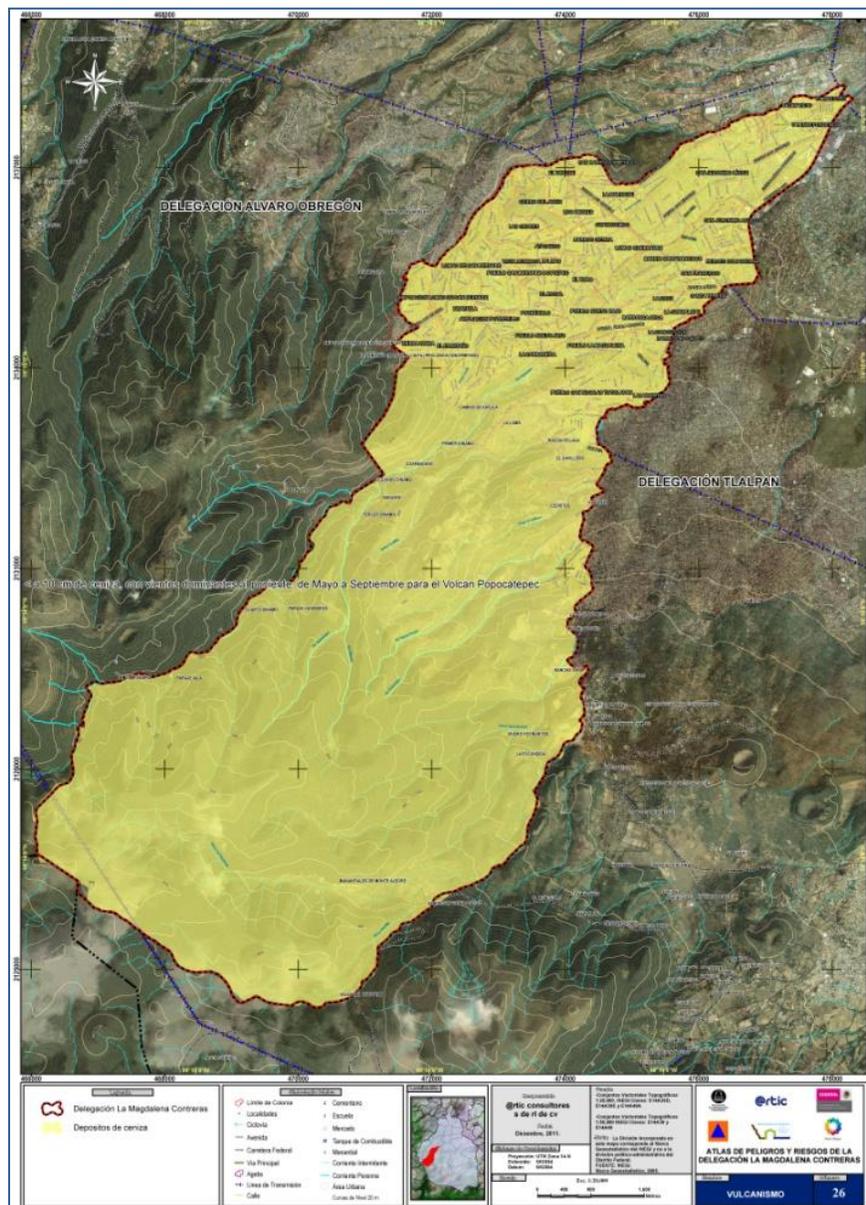


Figura 5.7 Mapa de Vulcanismo, donde la única afectación sería por caída de ceniza del Popocatépetl.

## Recomendaciones

- Atender las recomendaciones que señala el CENAPRED de acuerdo al monitoreo volcánico que se realiza en el volcán Popocatépetl.
- En caso de una emisión de ceniza, se deben proteger los recipientes de agua, tanto para uso doméstico como para consumo.
- La ceniza se debe retirar usando protección de los ojos y las vías respiratorias.



#### 5.1.4 Deslizamientos

Autores como Terzaghi definieron un deslizamiento como un desplazamiento rápido de una masa de roca, suelo residual o sedimentos de una ladera, en el cual el centro de gravedad de la masa que se desplaza se mueve hacia abajo y hacia el exterior (Terzaghi, 1950) (Figura 5.1.4.1).

Los deslizamientos consisten en movimientos relativamente rápidos de una porción de un talud en los cuales el material se moviliza a través de una o más superficies bien definidas que definen la geometría del deslizamiento. De acuerdo con la forma de la superficie se subclasifican en (Hoek y Bray, 1996):

*Deslizamiento rotacional.*

El movimiento se presenta por corte a través de una superficie de falla curva. Este mecanismo es común en taludes formados por materiales arcillosos o por roca intensamente fracturada y meteorizada.

*Deslizamiento traslacional.*

El movimiento se presenta por corte a través de una superficie relativamente plana (deslizamiento plano) o a través de la línea de intersección de dos planos (deslizamiento en cuña). Este movimiento es frecuente en masas rocosas afectadas por dos o más familias de discontinuidades.



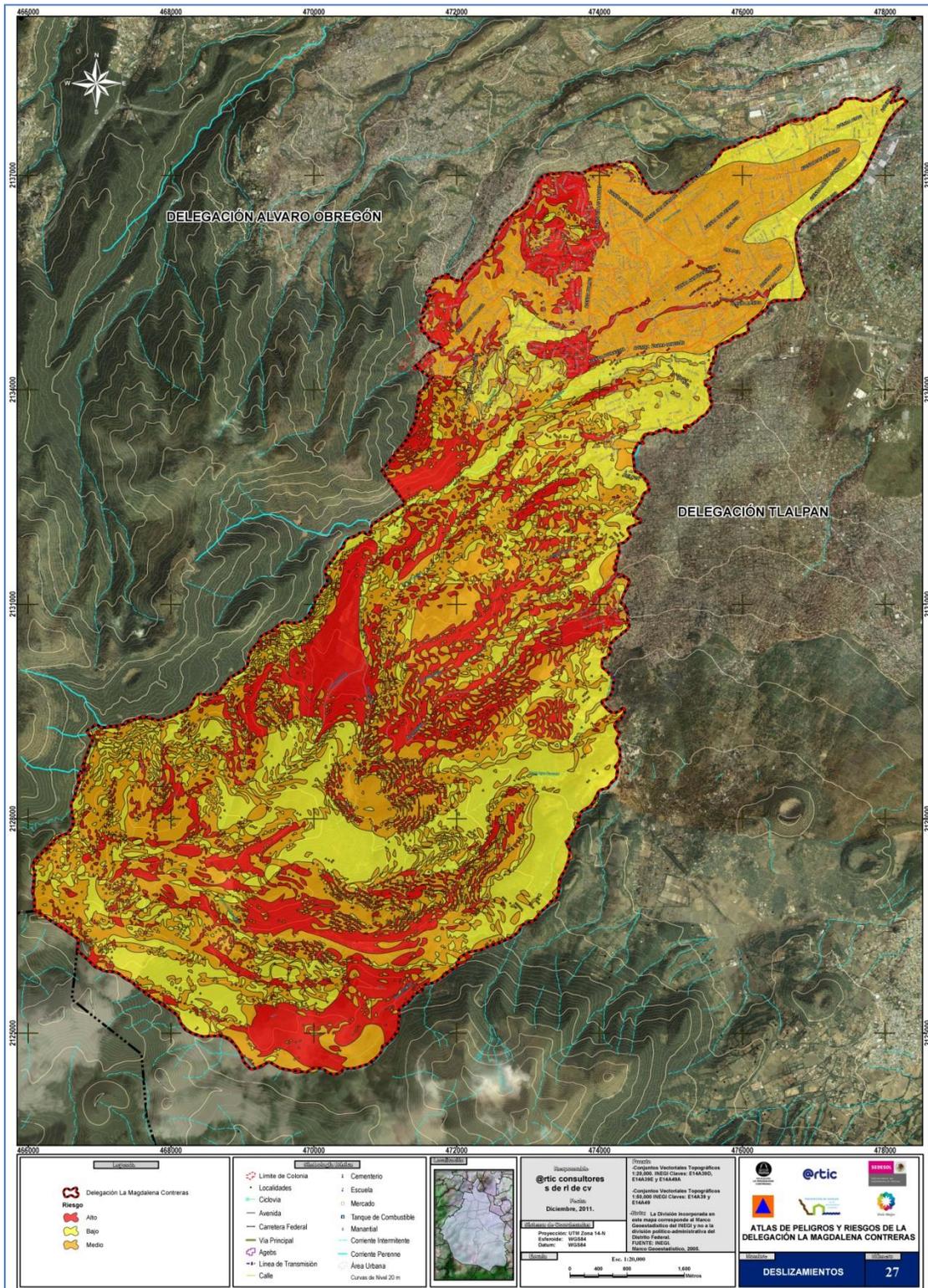
Figura A.- Esquema de un deslizamiento (<http://www.eoearth.org/article/Landslide>).

Los deslizamientos de tierra son procesos naturales, pero pueden iniciarse o ser disparados por:

- Lluvia intensa o prolongada, que causa cambios fuertes en los niveles del agua subterránea
- Cortes de pendientes ó erosión de escarpes ó excavación.
- Sacudidas o vibraciones producidas por sismos o construcciones.
- Eliminación de la vegetación debido a incendios, deforestación ó limpieza de terrenos.
- Cargas sobre pendientes abruptas.

En la delegación, se presentan condiciones favorables para la ocurrencia de deslizamientos, debido a las características geológicas, topográficas, climáticas y de influencia antrópica. Los cortes para ganar terreno para la construcción representan un desequilibrio de las condiciones iniciales de las laderas.

A partir de la combinación de los tipos de litología y la pendiente, apoyados en observaciones de campo, se identificaron las zonas con mayor propensión a presentar deslizamientos (Figura 5.8 y 5.9).



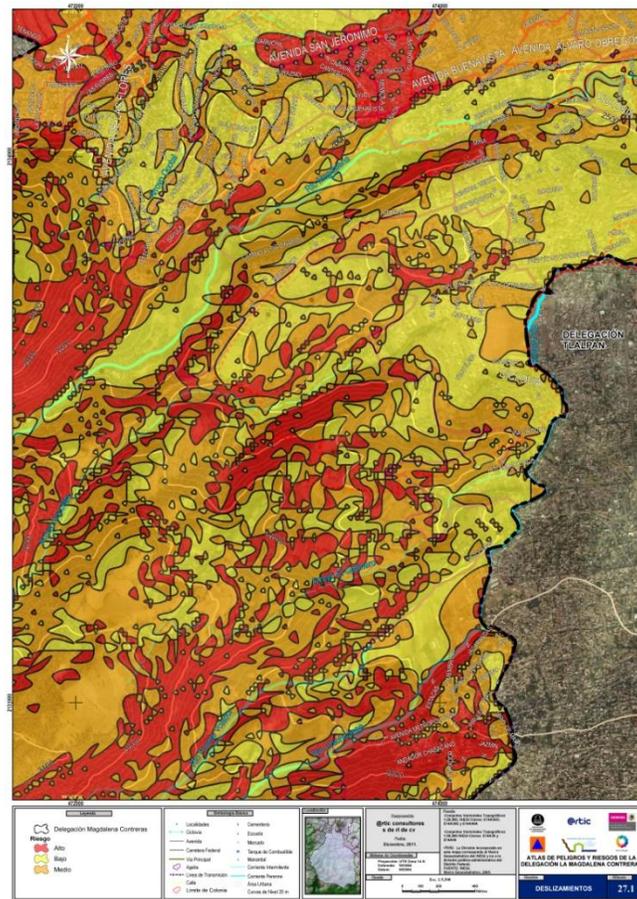


Figura 5.9 Mapa de susceptibilidad de deslizamientos representado a escala 1:5000.

## Recomendaciones

- Realizar pruebas de campo y laboratorio para determinar las propiedades geomecánicas de los materiales, discontinuidades así como las características hidráulicas, a fin de plantear modelos mecánicos realistas para realizar análisis de estabilidad detallados, tomando en cuenta la acción de las fuerzas resistentes y actuantes.
- Establecer un programa de manejo de laderas y de gestión del riesgo en la Delegación, dando prioridad a los asentamientos que se encuentran en situación de riesgo debido entre otros factores a las condiciones de irregularidad que prevalecen y a la influencia antropogénica.
- A partir de los puntos detectados como prioritarios o de Riesgo Inminente en las fichas técnicas de campo, proceder a estabilizar los sitios de acuerdo con las recomendaciones emitidas en cada caso.
- Evitar más construcciones en la zona, delimitando el área de conservación para evitar más asentamientos.

### 5.1.5 Derrumbes

Bajo este concepto se pueden englobar procesos de caída y volteo de rocas en zonas escarpadas, donde la pérdida de soporte o en la base, el crecimiento de raíces en las discontinuidades entre otros factores, provoca el desplome de material, pudiendo proyectarse en caída libre o rebotando y rodando sobre la ladera (Figura 5.10).

Desprendimientos o caídos de roca:

Los desprendimientos o caídas de rocas, son los movimientos en caída libre de distintos materiales tales como rocas, detritos o suelos, los cuales pueden rebotar, rodar, deslizarse o fluir abajo posteriormente. Estos movimientos ocurren en laderas fuertemente inclinadas, tanto de tipo natural como artificial y se dan a partir de planos de discontinuidad preexistentes (tectónicos, superficies de estratificación, grietas de tracción). Son comunes en laderas de zonas montañosas escarpadas, en paredes rocosas, siendo frecuentes las roturas en forma de cuña y en bloques formados por varias familias de discontinuidades, además de terracerías o carreteras que cortan de manera subvertical al macizo rocoso. Aunque los bloques desprendidos pueden ser de poco volumen, al ser repentinos suponen un riesgo importante en vías de comunicación y edificaciones en zonas escarpadas.

#### Vuelcos o desplomes:

Estos consisten en la rotación de una masa de suelo, detritos o roca en torno a un eje o pivote determinado por su centro de gravedad. Su movimiento es hacia delante o hacia la parte externa, por lo cual involucra inclinación o basculamiento. Frecuentemente ocurren en una o más superficies, en materiales que poseen un sistema de discontinuidades preferencial como diaclasas, grietas de tensión o superficies columnares.



Figura 5.10 Esquema general de desprendimientos en zonas altas y escarpadas  
(<http://www.eoearth.org/article/Landslide>).

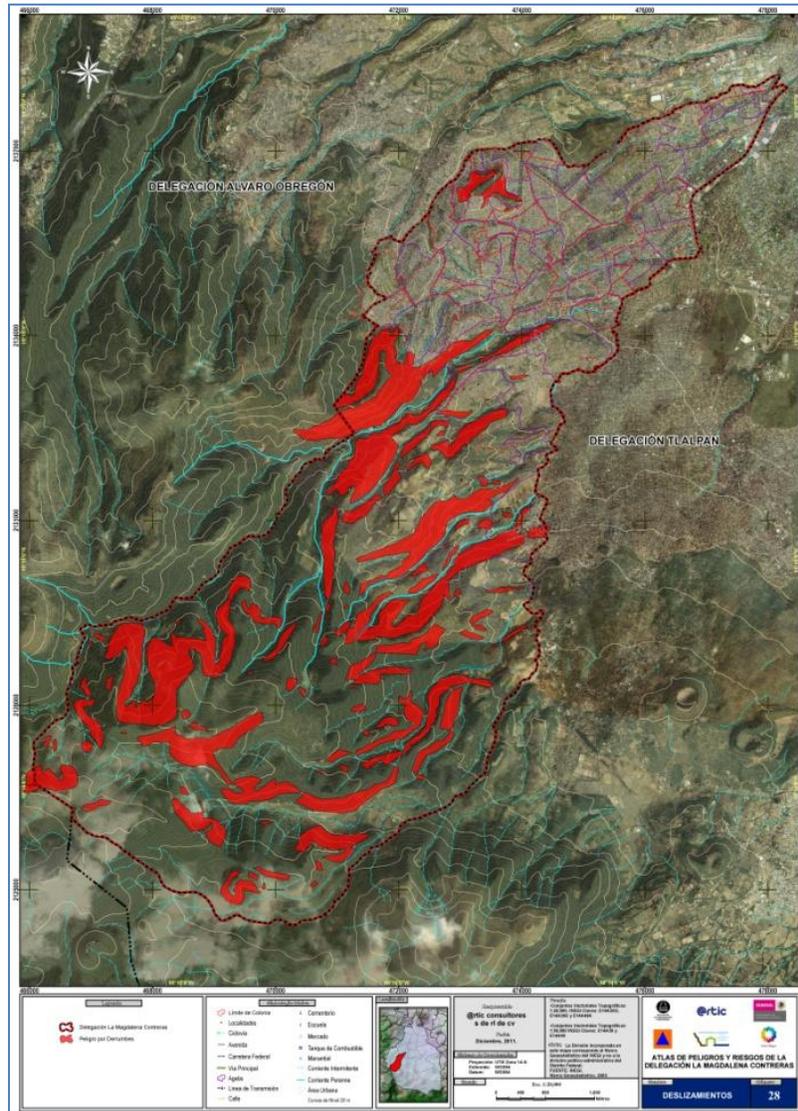


Figura 5.11 Mapa de derrumbes.

## Recomendaciones

- A partir de pruebas de campo y laboratorio, realizar caracterizaciones geomecánicas mediante clasificaciones de macizos rocosos, como son Rock Mass Rating (RMR), Slope Mass Rating (SMR) y Geological Strength Index (GSI).
- Con base en datos geomecánicos se pueden realizar análisis de estabilidad en puntos críticos para determinar los tratamientos geotécnicos.
- En zonas de volteos y desprendimientos de roca, se recomienda el uso de anclas y cables para amacizar los bloques, mallas de acero ancladas para contener bloques pequeños que pudieran desprenderse y afectar caminos o viviendas.
- Realizar estudios detallados para modelar la caída de rocas y bloques en zonas urbanas para diseñar muros y obras de contención.



### 5.1.6 Flujos

Los flujos son movimientos de una masa desorganizada o mezclada donde no todas las partículas se desplazan a la misma velocidad ni sus trayectorias tienen que ser paralelas (Alcántara-Ayala, 2000). Debido a ello la masa movida no conserva su forma en su movimiento descendente, adoptando a menudo morfologías lobuladas. Para este tipo de movimientos es determinante la granulometría y el grado de saturación que los materiales puedan presentar. En ocasiones un deslizamiento puede evolucionar en un flujo. (Figura 5.12)

Se distinguen los siguientes tipos:

#### *Flujo de lodo*

Los flujos de lodo o de detritos están asociados con la presencia de agua. La pendiente no necesita ser muy grande ya que tratándose de materiales finos saturados estos se comportan como un semifluido viscoso y su movimiento es a través de cauces o barrancas por lo que este proceso será importante donde se encuentren estos rasgos.

#### *Flujo de detritos*

Son movimientos rápidos a muy rápidos de detritos húmedos o con alto grado de saturación. Esta forma destructiva de falla del talud está asociada a zonas montañosas donde una precipitación puede movilizar los detritos del manto e incorporarlos en un flujo. El material involucrado puede ser detritos de roca alterada o acumulaciones de material de escombros. Asimismo, en taludes arenosos se pueden presentar flujos secos, que pueden ser detonados por fuerzas sísmicas, vibraciones o cortes en la base.



Figura 5.12 Esquema de un flujo canalizado (<http://www.eoearth.org/article/Landslide>).

El mapa de flujos de lodos se presenta en la figura 5.13, donde las zonas de cauces y barrancas juegan el papel de canalizadores de este tipo de procesos.

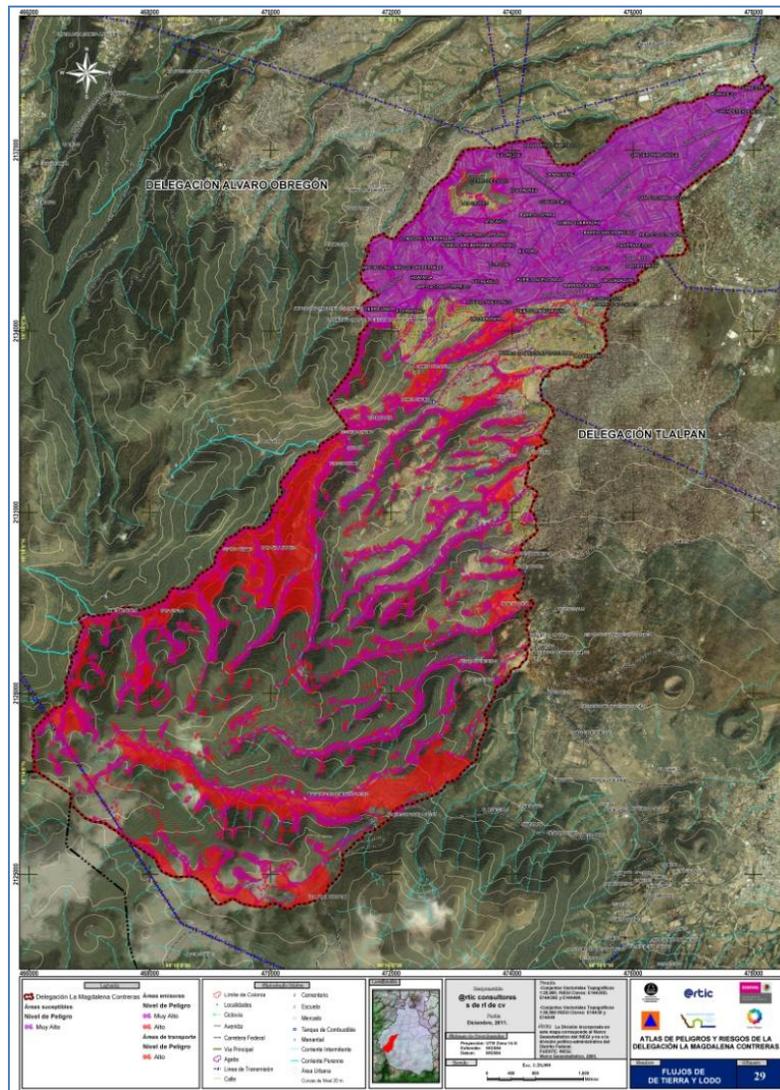


Figura 5.13 Mapa de flujos de lodo.

## Recomendaciones

- Implementar un plan integral de rescate de ríos y barrancas que contemple la limpieza, la rehabilitación y control del drenaje, a fin de evitar las filtraciones de aguas negras en zonas de cauces, barrancas y zonas fracturadas, lo cual tiene repercusión en la calidad del agua freática y por ende del acuífero de la ciudad de México.
- Desazolver los cauces ya que existe material de arrastre además de material escombros y basura, lo cual puede favorecer la ocurrencia de flujos.
- Estabilizar las paredes de los cauces donde existan remociones previas y socavaciones laterales. Se debe evitar el uso de concreto lanzado cuya aplicación en estos casos es limitada. Es conveniente usar muros de gaviones para retención de azolves y para conformar de manera adecuada los taludes laterales.



## Factores que Controlan los Procesos de Remoción en Masa

Los factores que influyen en procesos de remoción en masa, son aquellos capaces de modificar las fuerzas internas y externas que actúan sobre el terreno. Las fuerzas que actúan sobre los taludes son el peso propio, la resistencia al corte dada por la fricción del material o las discontinuidades, la cohesión, los empujes sísmicos e hidrostáticos, las fuerzas de filtración, el peso de obras civiles entre otras. Desde un punto de vista físico los deslizamientos se producen como consecuencia de los desequilibrios existentes entre las fuerzas que actúan sobre un volumen de terreno. Una forma útil de clasificar los factores que inciden en la estabilidad de las laderas es separarlos en: pasivos (o condicionantes) y activos (detonantes) (Herrera, 2002). Los factores condicionantes o pasivos dependen de la propia naturaleza, estructura y forma del terreno mientras que los factores desencadenantes o activos se pueden considerar como factores externos que provocan la inestabilidad, asociados con la velocidad y magnitud del movimiento.

Los factores activos y pasivos, que intervienen en los procesos de inestabilidad de los taludes (Herrera, 2002) se pueden agrupar en cuatro categorías:

### 1.- Características y condiciones geológicas del terreno (pasivas)

*Litológicas:* Presencia de materiales de materiales de baja resistencia, alterados o fracturados.

*Estratigráficas:* Presencia de capas masivas descansando sobre capas poco competentes, presencia de capas permeables, contraste de rigidez de los materiales.

*Estructurales:* Echados de discontinuidades muy inclinados, roca fuertemente fracturada debido a: fallamiento, plegamiento, enfriamiento.

*Topográficas:* Acantilados o fuertes pendientes causados por erosión y/o fallamiento.

### 2.- Procesos de tipo geomorfológico (pasivo y activo)

Procesos endógenos (tectónica y vulcanismo), procesos exógenos (erosión fluvial y subterránea, remoción de la vegetación por erosión, incendio o sequía, depósito de materiales en forma natural sobre la cresta de taludes).

### 3.- Procesos de origen químico, físico y biológico (activas)

*Intemperismo* de las rocas y suelos, precipitaciones, sismos, contracción y expansión de suelo en discontinuidades, crecimiento de raíces en discontinuidades y congelamiento de agua en discontinuidades, entre los principales.

### 4.- Procesos de origen humano o antropogénicos (activas)

Excavación en laderas para obras civiles (caminos, viviendas, canales), explotación de canteras. Sobrecarga debido al peso de: material de rezaga de minas y excavaciones, colocación de rellenos, viviendas y terraplenes construidos en la corona y el cuerpo del talud. Presencia de agua debido a irrigación, fugas de agua en tanques y líneas de conducción por mantenimiento deficiente de redes de drenaje.

Deforestación así como vibraciones del terreno debido a perforaciones, explosiones, paso de vehículos pesados y de maquinaria.

## Principales Agentes Detonantes

Los PRM son controlados por muchos factores, pero en general su desencadenamiento se debe a la acción de un agente detonante. Se define al agente detonante como aquél estímulo externo que provoca una respuesta inmediata del terreno y origina el proceso de remoción, incrementando los esfuerzos actuantes y/o reduciendo la

resistencia de los materiales (Wieczorek, 1996). Los principales agentes detonantes son: lluvias intensas, sismos y erupciones volcánicas, así como el deshielo rápido y cambios en el nivel freático.

### Mapas temáticos

El análisis de los peligros geológicos toma como base el conocimiento de las características morfológicas, litológicas, estructurales y físicas. El contexto geológico dentro del cual se asienta la delegación La Magdalena Contreras, así como los factores antrópicos que se manifiestan claramente a través de la urbanización y alteración del relieve, condicionan la ocurrencia de los peligros geológicos y su impacto en la población.

Utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG) es posible analizar los peligros a una escala tal que permita conocer e identificar las principales zonas de interés a nivel delegacional, para tener un panorama general de la distribución y el nivel de peligro de los distintos fenómenos perturbadores.

A continuación se describen los mapas temáticos que muestran los diferentes rasgos que caracterizan a la delegación, mismos que son la base para realizar los análisis de peligro, aplicando metodologías reconocidas y basadas en la literatura técnica y científica a nivel mundial.

### Mapa litológico

La litología define el tipo de materiales, así como su comportamiento mecánico esperado, tanto al nivel de afloramiento, de una ladera o de conjunto montañoso. El tipo de roca, condiciona la presencia de estructuras primarias, tales como planos de flujo y de enfriamiento para las rocas volcánicas, mismas que interactúan con otras discontinuidades tales como fallas y fracturas, promoviendo la formación de bloques de geometría y tamaño diverso con el potencial de presentar remociones por diversos mecanismos (Carlos-Valerio, 2010). En el caso de materiales granulares éstos se disponen con un ángulo de 30-33°, además de que pueden existir bloques apoyados sobre las laderas asociados a la actividad explosiva en la zona. Los depósitos vulcanoclásticos emplazados en los flancos de los estratovolcanes, conforman amplias secuencias de material heterogéneo donde pueden existir grandes bloques dentro de una matriz más fina. Además, el grado de alteración, la afectación tectónica y la presencia de discontinuidades en los macizos rocosos controlan en gran medida el grado de disposición a presentar determinados tipos de remoción en masa.

El mapa litológico se generó a partir de la geología editada por el Servicio Geológico Metropolitano (2005), generando los polígonos correspondientes que abarcan las litologías presentes en la zona de estudio. El área presenta una secuencia aflorante constituida principalmente por: 1) rocas de origen volcánico extrusivo (estratovolcanes y domos), que conforman lo que es el núcleo del volcán San Miguel y que abarca las partes más altas; 2) una amplia secuencia de depósitos de origen explosivo (materiales vulcanoclásticos como flujos piroclásticos y de bloques y cenizas), características de las zonas de barrancas de las partes intermedias y 3) por depósitos sedimentarios de origen aluviolacustre, propios de la parte baja y en la fusión del piedemonte con la planicie lacustre. El mapa presenta siete formaciones geológicas reconocidas dentro de la zona (Figura 5.14).

Asimismo, en el Anexo de Fichas Técnicas se presenta una descripción de las columnas estratigráficas representativas de la zona, realizadas durante el trabajo de campo.

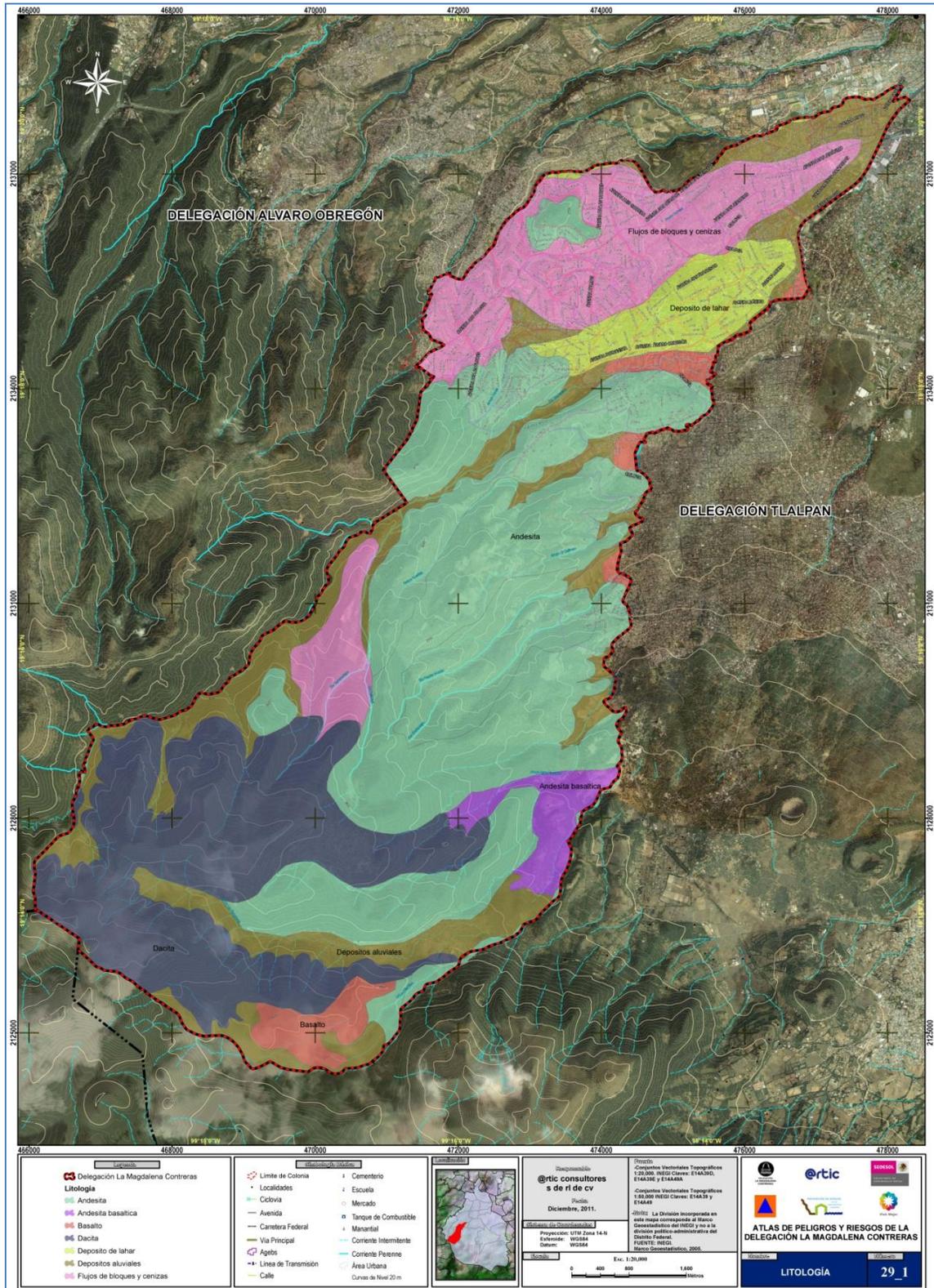


Figura 5.14 Mapa litológico de la Magdalena Contreras

## Mapa de pendientes

La pendiente es un factor fundamental en la generación de procesos de remoción en masa (Moreiras, 2005). Un talud formado por un material homogéneo e isotrópico, presenta una mayor inestabilidad a medida que aumenta su valor de pendiente (Dai y Lee, 2002). La influencia de la pendiente en la generación de los PRM estará determinada por la litología y por los tipos de procesos de remoción presentes. En general valores altos de pendiente ( $>45^\circ$ ) están asociados a zonas con PRM activos, tales como volteo y desprendimiento de rocas y pendientes medias ( $30-45^\circ$ ) están asociadas a caídas por rodamiento y desprendimiento, así como deslizamientos. Pendientes menores de  $30^\circ$  son favorables para los flujos y remociones de menor impacto y muy locales. En el rango de pendientes mayores a  $30^\circ$ , se definen zonas de montaña alta, laderas escarpadas, zonas de falla, frentes de flujo de lava, cabeceras de circos de erosión y flancos de barrancas (Carlos-Valerio, 2010). Este rango de pendientes representa afloramientos con gran potencial a presentar PRM.

El mapa topográfico es la base para la elaboración de un mapa de pendientes. Del mapa topográfico se genera el mapa altimétrico, que es otra forma de expresar los cambios de altitud del relieve. A partir de la rasterización del mapa altimétrico y empleando un sistema de información geográfica, se calcula la máxima tasa de cambio en Z entre cada celda y sus vecinas, obteniendo así el mapa de pendientes. El cálculo se hace utilizando la función gradiente en dirección X y Y (diferencias de alturas vs. diferencias de distancias horizontales). El resultado es un raster expresado en grados. Los valores obtenidos en el mapa (Figura 5.15), oscilan entre  $0^\circ$  y  $74^\circ$  encontrándose un mayor número de pendientes entre los  $14^\circ$  y  $40^\circ$ . Como puede observarse, existen amplias zonas con pendiente mayor a los  $30^\circ$ , conformando un relieve favorable a presentar remociones en masa, esto considerando que al aumentar el gradiente de una ladera se incrementa la potencialidad de que se produzca un PRM.

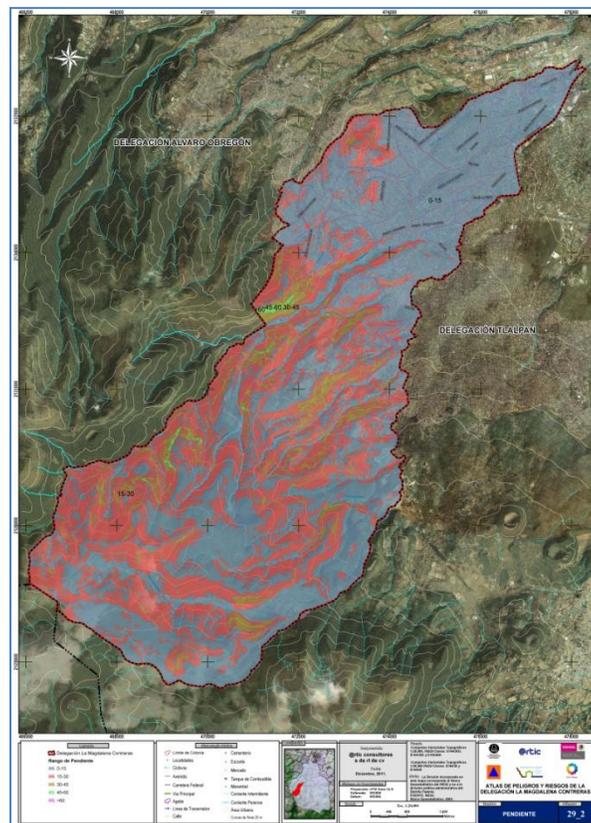


Figura 5.15 Mapa de pendientes de la Delegación La Magdalena Contreras.

## Mapa altimétrico

La altura influye en la generación de PRM ya que en zonas elevadas se ha visto la correlación entre procesos de caída de rocas y factores climáticos asociados a estas áreas (Menéndez y Marquínez, 2002). En las partes altas se presentan procesos de congelamiento-deshielo de agua, lo que induce esfuerzos en las rocas, así como humedad producto de las lluvias o de la nieve, lo que favorece la desintegración y el desprendimiento de bloques y detritos de estas zonas. En general podemos asociar un mayor potencial a generar PRM a las zonas más elevadas e intermedias que con respecto a las más bajas, principalmente en lo que respecta al volteo y desprendimiento de bloques. En las partes intermedias podemos encontrar desprendimientos y caída de material, condicionados por la presencia de materiales piroclásticos. El mapa altimétrico de la zona de estudio se muestra en la Figura 5.16. Se reconocen desniveles de más de 1000 metros con elevaciones máximas y mínimas respectivamente de los 3820 a 2260 msnm. Las mayores elevaciones se observan principalmente hacia el suroeste del área, correspondiente al Complejo Volcánico de San Miguel. Por otra parte las áreas de menor elevación corresponden básicamente con geformas de terrazas, originadas por colapsos de estructuras volcánicas, flujos piroclásticos y lahares, presentando zonas de barrancas donde se observa gran actividad erosiva. Las partes bajas coinciden con el piedemonte, que representa los límites de los depósitos vulcanoclasticos y los sedimentos lacustres del Antiguo Lago de México.

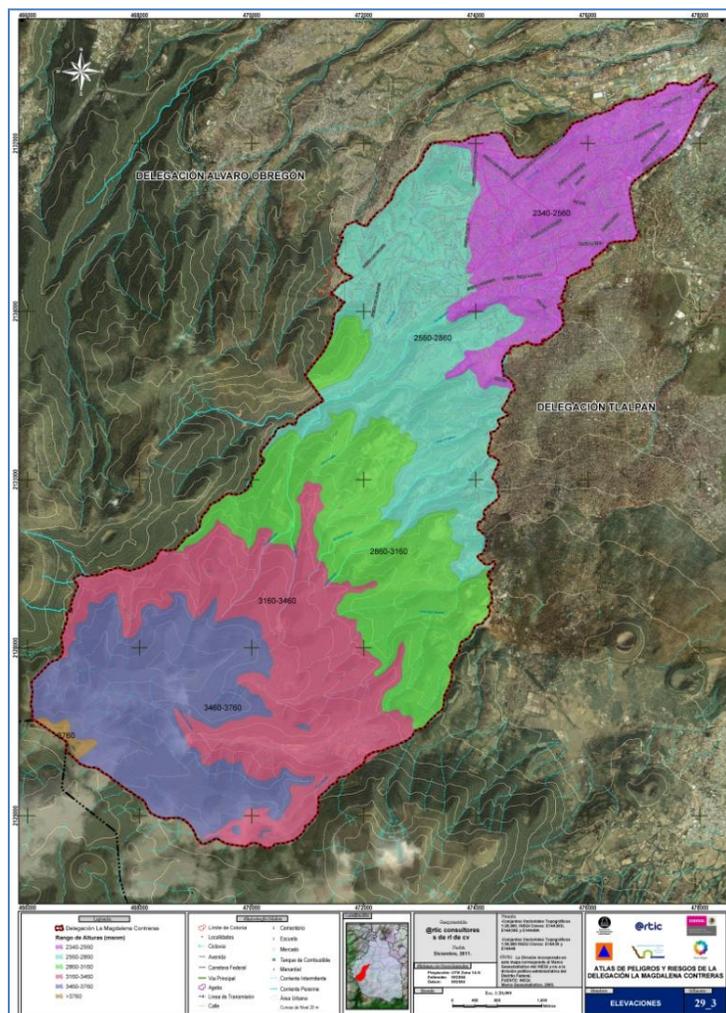


Figura 5.16 Mapa altimétrico de la Delegación La Magdalena Contreras.

## Mapa de drenaje

Diversos estudios muestran la correlación que existe entre la generación de remociones en masa y la proximidad a las líneas de drenaje (Dai, 2002; Foumelis et al., 2004). La erosión ocasionada en los cauces y la saturación del terreno favorecen la presencia de deslizamientos, desprendimientos y flujos.

El drenaje se manifiesta por la generación de barrancas, que son formas negativa del relieve, con laderas abruptas, con frecuencia ramificándose hacia la cabecera, con las márgenes carentes de vegetación. En longitud pueden alcanzar algunos kilómetros y en profundidad y anchura, algunas decenas de metros. Las barrancas, muy importantes en la zona, también se definen como los surcos o cárcavas dispuestas radialmente desde la cima de un volcán hacia su base; surgen debido a la erosión de las laderas por las aguas pluviales (Lugo Hubp, 1989).

Un barranco es susceptible a presentar procesos de remoción en masa dependiendo de: tipo de material, grado de la erosión fluvial, fuerzas actuantes de tipo interno (como el peso propio y la resistencia del material) y externo (peso de obras civiles y vibraciones de origen antrópico). Los procesos de remoción que se presentan en estas zonas son principalmente deslizamientos, caída de rocas y flujos canalizados de lodo y detritos.

El drenaje se concentra en mayor medida en la zona de ladera media-baja, por lo que se espera encontrar una mayor acción erosiva dentro de esta parte del relieve. Dentro del área de estudio el arreglo del drenaje parece estar controlada por las fallas o lineamientos debido a que presenta longitudes que van de los 5 a 20 km. Los patrones de drenaje son de tipo dendrítico principalmente, paralelo, controlado por fallas y fracturas de orientación N45°E y ligeramente angular. En la zona SO, se caracteriza con patrones de drenaje angular enrejado y dendrítico. Esta variación obedece a las diferentes litologías como flujos de lava y piroclásticos, así como a la presencia de estructuras volcánicas menores y fallas. En la zona serrana y del piedemonte, se presentan abanicos de gran espesor, formados por flujos de detritos y de lodo, principalmente. El drenaje es muy espaciado, con trayectorias largas y curvadas. Existen anomalías en el drenaje debido al control estructural de las fallas

## Densidad de Drenaje

La densidad de drenaje (Figura 5.17) puede definirse como la relación entre la longitud total de los cauces y el área:

$$D_d = \Sigma Lu / S$$

Donde:

$D_d$  es la densidad de drenaje (en Km/Km<sup>2</sup>),

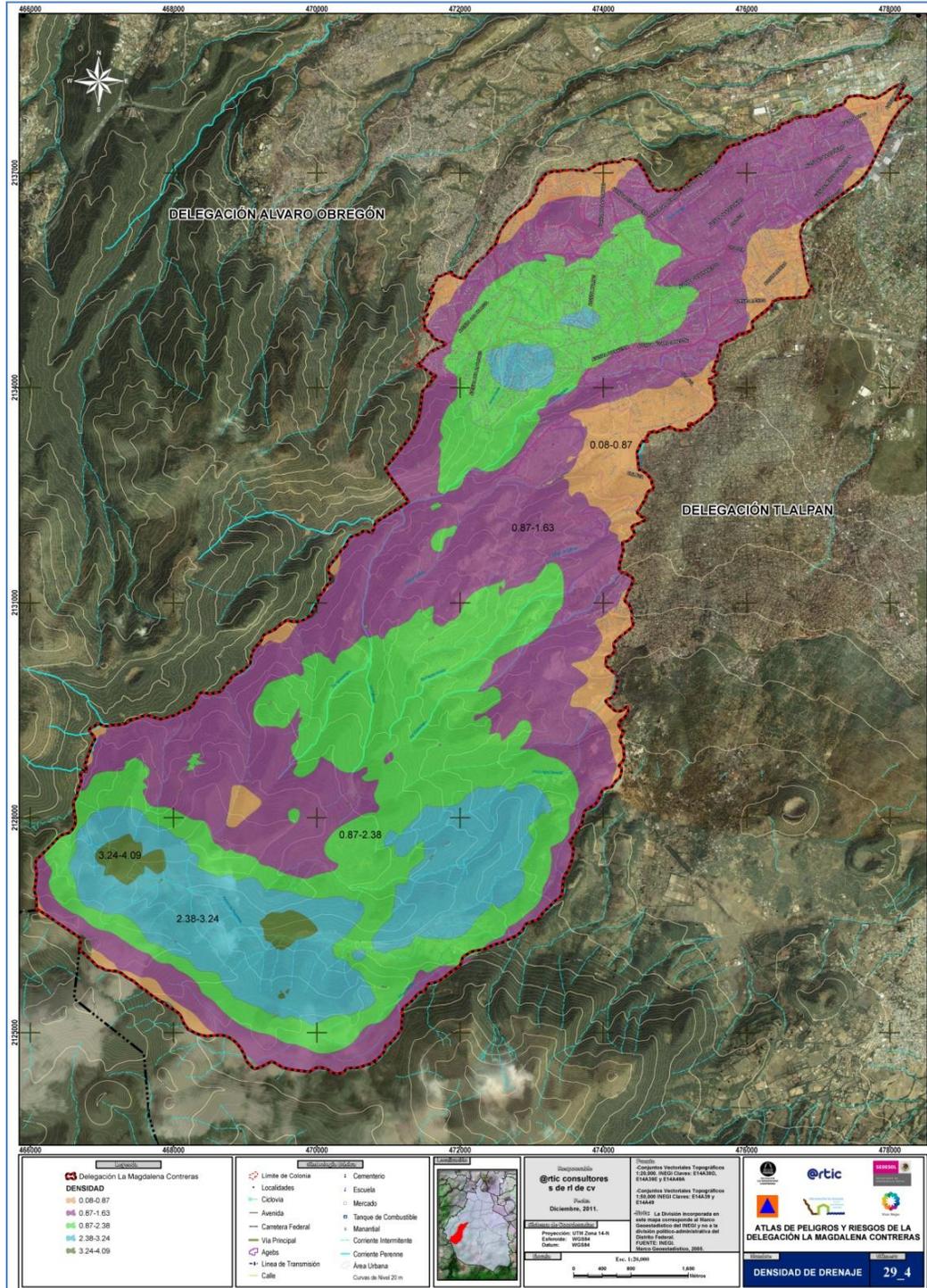
$\Sigma Lu$  es la longitud total de cauces (en Km) y

S es el área total en Km<sup>2</sup>.

Este parámetro representa la longitud de cauces por unidad de superficie. Su valor está controlado por las características litológicas (muy especialmente la permeabilidad, hasta el punto de aportar una impresión cualitativa sobre ésta) y estructurales de las rocas, por el tipo y densidad de vegetación y por factores climáticos. Las mayores densidades de drenaje se encuentran en rocas blandas de baja permeabilidad y en regiones con escasa cobertura vegetal. A partir de los valores de la densidad de drenaje se puede definir las características del relieve, de modo que en altas densidades de drenaje corresponden a texturas finas y las bajas a texturas gruesas.



El mapa fue generado a partir de los datos vectoriales de la capa de drenaje. El área de estudio se dividió en una malla de 4 km<sup>2</sup> generando un grid con la ayuda del sistema de información geográfica. Posteriormente, se realiza el cálculo mediante la expresión de densidad tomando como referencia la longitud de corrientes que se encuentran en cada cuadrícula de la malla.



## Mapa de concavidad

La morfología de una ladera afecta su estabilidad debido a que la dirección y comportamiento de los escurrimientos están influenciados por la forma de la misma, es decir, la concentración o dispersión del escurrimiento depende de la morfología de la ladera. De esta forma el drenaje tiende a concentrarse en una ladera cóncava como respuesta a la presión del agua sobre los flancos de la misma, mientras que, en la parte convexa el escurrimiento tiende a dispersarse sin permitir la concentración, que resulta ser la causa primordial en el desajuste del equilibrio de la ladera.

El mapa que muestra la forma que presentan las laderas fue generado mediante el SIG a partir de los datos del archivo de altimetría en formato raster. Con el SIG se lleva a cabo el cálculo de la curvatura mediante la segunda derivación del raster de pendientes, permitiendo conocer superficies rectas (casi planas), cóncavas y convexas: los valores positivos representan formas cóncavas, los negativos indican formas convexas y las partes planas son representadas con cero.

El resultado del mapa de geometría o concavidad (Figura 5.18) muestra un rango de valores que van de -55.4 a 64.4. Las formas convexas y cóncavas son dadas por las laderas que bordean las zonas de barrancas, mientras que las únicas formas planas son vistas sobre pendientes suaves de las zonas medias de la sierra y en las zonas iniciales del antiguo lago. Dentro del mapa así generado, se presenta esta clasificación evidenciando: convexa, cóncava y plana. Omitiendo las partes planas o sin curvatura, se tiene que el resto del relieve se distribuye de la siguiente manera: 52% son formas convexas y el 48% restante cóncavas.

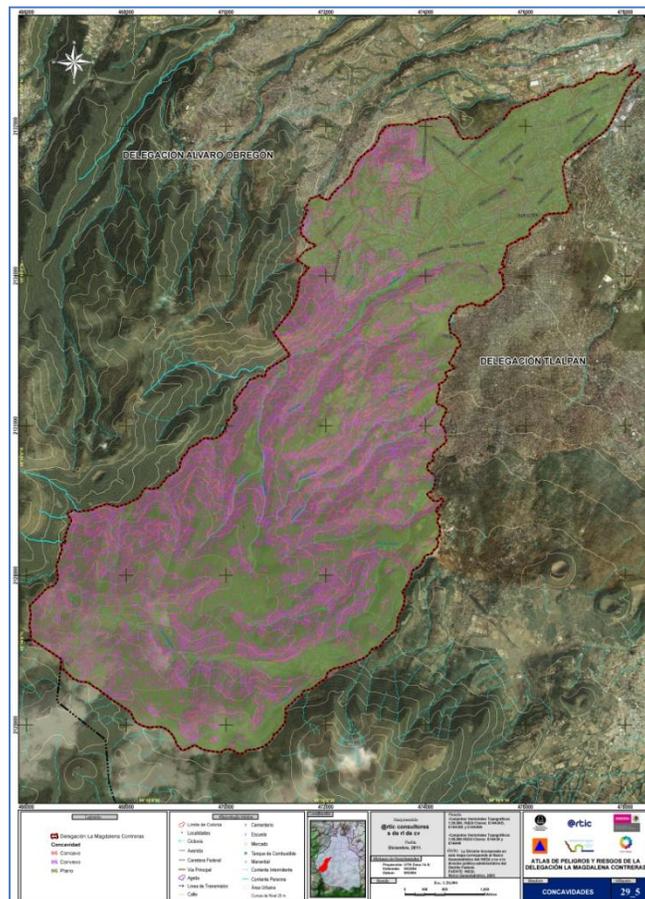


Figura 5.18 Mapa de concavidad de la Delegación La Magdalena Contreras.



## Mapa de Aspecto

El aspecto se refiere a la dirección, con respecto al norte geográfico, hacia la cual apunta la cara o el frente de las laderas. Este rasgo tiene importancia en cuestiones climáticas, pues condiciona la vegetación y el grado de exposición solar. Asimismo, tiene implicaciones geológicas y desde el punto de vista de estabilidad de laderas, debido a la distribución y origen de los materiales, los cuales se erosionan siguiendo patrones regionales de acuerdo a la geometría y orientación de las caras de los taludes.

El mapa de aspecto da información relacionada con los procesos morfológicos y estructurales que controlan la dirección de los cuerpos de los taludes. Esta mapa es relevante porque se observó que muchos procesos de remoción están asociados a las cabeceras o bordes de las barrancas, mismas que están orientadas en su mayoría N45°E, y cuyo aspecto es principalmente noroeste (N45°W) y sureste (S45°E).

Los rangos que se definieron son a cada 45°, teniendo así la siguiente clasificación de las laderas: figura 4.11

Clasificación del aspecto de las laderas	Notación geográfica	Notación acimutal (°)
Norte	N	337.5-22.5
Noreste	NE	22.5-67.5
Este	E	67.5-112.5
Sureste	SE	112.5-157.5
Sur	S	157.5-202.5
Suroeste	SW	202.5-247.5
Oeste	W	247.5-292.5
Noroeste	NW	292.5-337.5

Tabla 4.11 Clasificación del aspecto de las laderas, Notación geográfica, Notación acimutal (°).

El mapa de aspecto de las laderas se muestra en la Figura 5.19. Del análisis de mapa se observa que en las partes altas de la delegación existe un predominio de laderas cuyo frente apunta hacia el W y hacia el E, debido a grandes rasgos estructurales relacionados con el origen de la sierra de las Cruces, ya que esta se emplazó sobre grandes fallas con orientación N-S, lo cual es congruente con la alineación de grandes estratovolcanes dentro de la cuenca de México. Hacia las partes medias y bajas, el aspecto de las laderas es predominantemente NW y SE, esto debido a que los depósitos volcánicos se emplazaron en dirección NE, aunado al control estructural de fallas N45°E que surcan a la sierra de las Cruces y cuya manifestación es muy evidente por el control que ejercen sobre el drenaje.

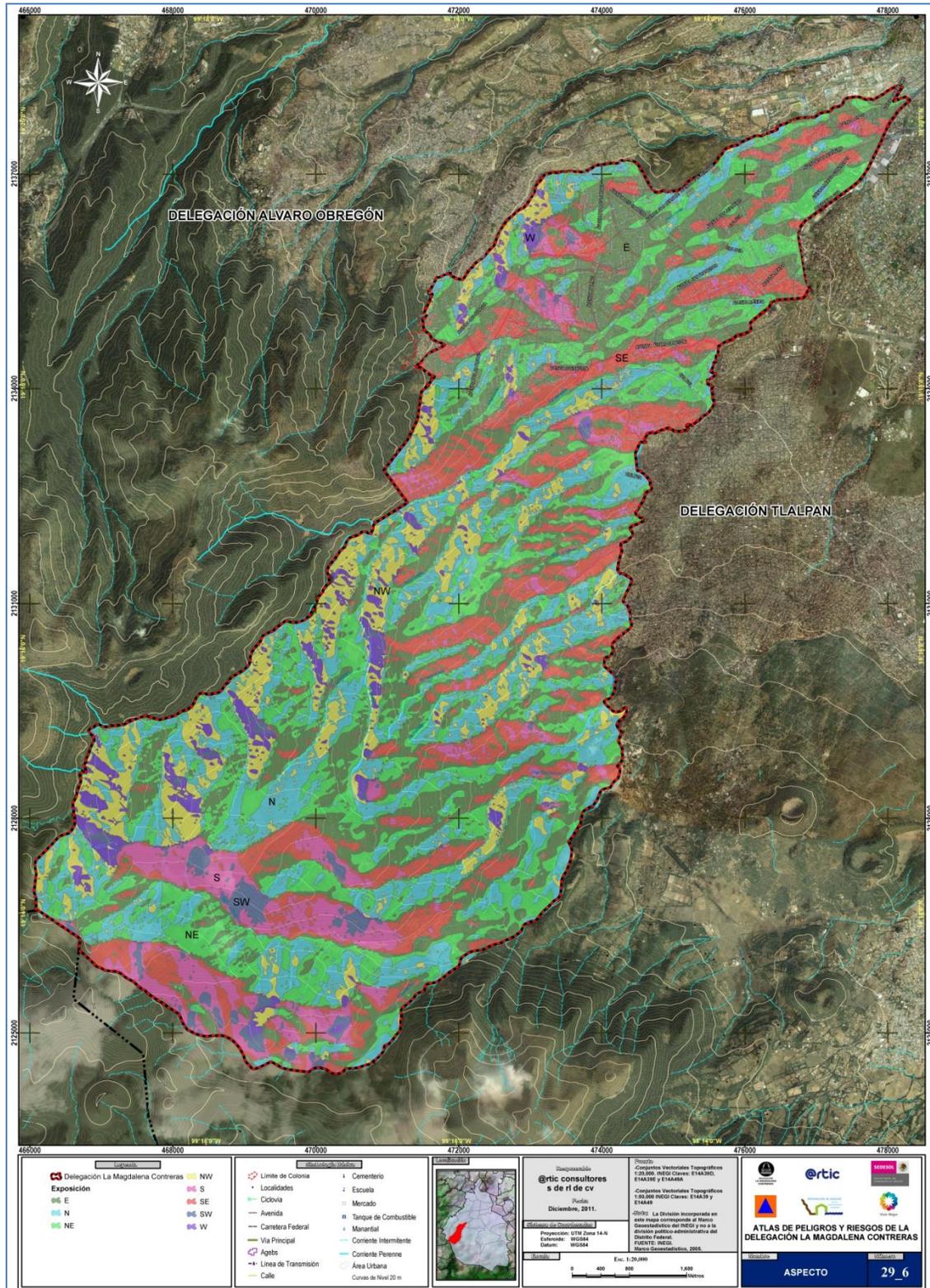


Figura 5.19 Mapa de aspecto de la Delegación La Magdalena Contreras.



## Mapa de inventario de circos de erosión

Los circos de erosión son depresiones semicirculares, de paredes escarpadas, fondo sobre excavado y con un escalón rocoso en la salida, presentan forma de anfiteatro. Estas estructuras geomorfológicas presentan forma de herradura y controlan procesos de erosión y de remoción de masas en zonas de fuerte pendiente. El origen de estos circos tiene una influencia tectónica y litológica, pues presentan gran número de vertientes, los cuales, esculpieron en gran medida el relieve. También se ha documentado que estos rasgos del relieve corresponden con antiguos colapsos de las estructuras volcánicas (García-Palomo et al., 2008; Carlos-Valerio-2010).

El mapa de circos de erosión fue generado mediante una base topográfica, de la cual se obtuvieron ocho mapas en formato raster denominados modelos sombreados. La superficies de estos mapas muestra el grado de iluminación de los píxeles de acuerdo a dos posiciones relativas, una respecto a la orientación o ángulo acimutal y otra respecto al ángulo de elevación solar o cenital, usándose para este caso un ángulo de 30° de elevación solar y ángulos de: 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° y 315° de orientación acimutal. Este raster resultante, es utilizado como un componente cartográfico que facilita la representación del relieve. Los circos de erosión se digitalizaron utilizando los modelos de relieve sombreado para obtener así contrastes del relieve siguiendo el criterio de que para marcar un rasgo, éste se define mejor cuando la luz incide de manera perpendicular, creando así efectos de luz y sombras. El mapa de circos de erosión de muestra en la Figura 5.20.

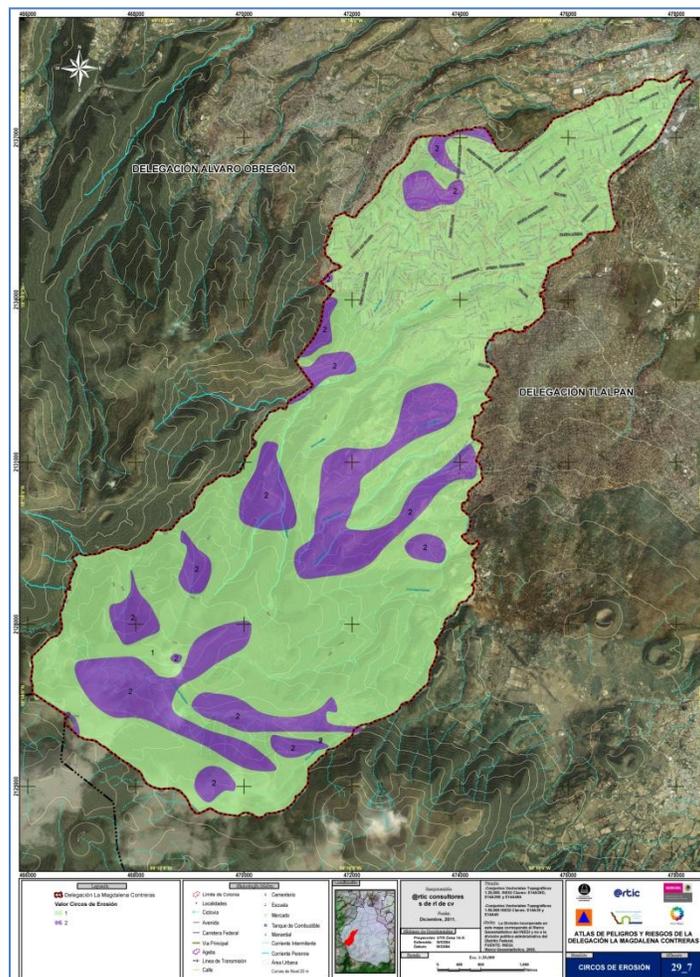


Figura 5.20 Mapa de circos de erosión de la Delegación La Magdalena Contreras

## Densidad de Fallamiento

A partir del mapa propuesto de fallas (Figura 5.2) se elaboró el mapa de densidad de fallamiento, obtenido de igual forma que la densidad de drenaje, sólo que los valores que se suman se refieren a las longitudes de los rasgos considerados como fallas, divididos entre el área de la cuadrícula. .

La densidad de fracturamiento a nivel regional (Figura 5.21) puede definirse como la relación entre la longitud total de las fallas y el área:

$$Df = \Sigma Lf / S$$

Donde:

Dd es la densidad de fallamiento (en Km/Km<sup>2</sup>),

$\Sigma Lf$  es la longitud total de cauces (en Km) y

S es el área total en Km<sup>2</sup>.

Las áreas donde existe mayor densidad de fallamiento reflejan procesos erosivos, de remoción de masas y potencialmente de generación de sismos locales.

El análisis del mapa generado refleja una orientación de los valores o una tendencia que alinea las concentraciones en una dirección NE, lo cual es consistente con el sistema de fallas que predomina en la zona, el sistema N45°E. Este mismo sistema afecta a la cuenca de México y define zonas importantes como la falla de la Magdalena Contreras, la falla Satélite, las fallas Tenayuca y Chiquihuite, por mencionar las más importantes dentro del Distrito Federal.

Los valores de concentración máxima de fallamiento se presentan en las partes medias y bajas, donde se han generado grandes cauces que han erosionado estas superficies de debilidad y que conforman lo que hoy es la zona de barrancas de la delegación.

El anexo de fichas técnicas presenta datos de campo de las fallas encontradas dentro del territorio delegacional. Se pudieron medir pocas fallas debido a la gran urbanización que tiene el área, a la vegetación y al tipo de relieve así como al hecho de que muchos cortes que podrían dejar expuesta alguna falla, presentaban algún tipo de tratamiento geotécnico (muros, concreto lanzado, etc). Los afloramientos donde se pudieron medir fallas son representativos de los rasgos estructurales que afectan a la zona. Consisten en fallas de tipo normal y dentro de los indicadores cinemáticos más comunes se presentan desplazamiento de horizontes guía, brechamiento, fracturamiento conjugado y anastomosado, sigmoides, mineralización y rotura de clastos principalmente.

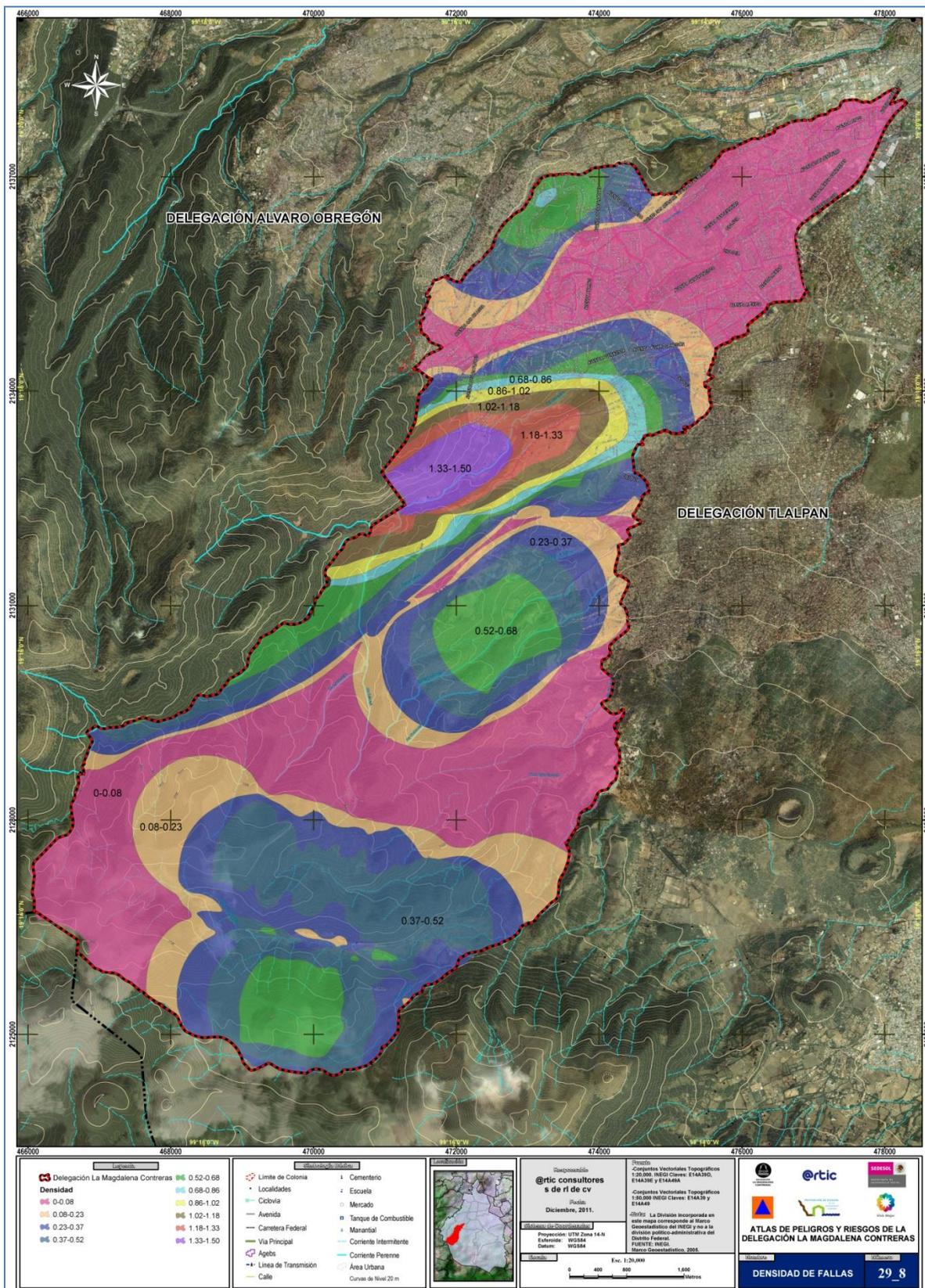


Figura 5.21 Mapa de densidad de fallamiento de la Delegación La Magdalena Contreras



## Mapa de vegetación

Dentro de las características geomorfológicas de la zona de estudio, la vegetación tiene un papel importante, debido a que influye en las modificaciones del terreno, durante los procesos exógenos. La construcción de este mapa temático se llevó a cabo a partir de la información reportada por la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de la SAGARPA. Se consideró que las zonas boscosas son menos susceptibles a presentar PRM por el efecto que ejercen las raíces sobre la cubierta de suelo o de regolita, lo cual no sucede en el caso de los pastizales (Figura 5.14).

Los tipos de vegetación presentes en la delegación corresponden con los siguientes:

Bosque de Oyamel y Bosque de Pino en las partes altas, correspondiendo con las zonas de reserva ecológica del Desierto de los Leones, así como Bosque de Encino en una pequeña porción en la parte media de la delegación. Asimismo, existen zonas de pastizal inducido en zonas altas.

## Zona urbana

En la década de 1940, el área urbana del Distrito Federal comenzó a expandir su territorio de las delegaciones centrales hacia los terrenos desocupados de las delegaciones periféricas. En el transcurso de las décadas siguientes, la población de la Ciudad de México se multiplicó casi cuatro veces en un lapso de 4 décadas. En este sentido, la zona urbana de la Delegación La Magdalena Contreras. Se consideró que las áreas sometidas a la urbanización pueden presentar problemas de estabilidad asociados a la influencia antrópica. De manera general se puede mencionar la sobrecarga de las construcciones, los cortes en los taludes ya sea para construcción de caminos o para viviendas, las filtraciones de agua de uso doméstico, la generación escombros o material suelto sobre la pendiente. Todo ello se ve agravado por la utilización de procedimientos constructivos inadecuados, que no toman en cuenta las características y el comportamiento de los materiales, aunado a la falta de mantenimiento y de obras de mitigación de los taludes así generados. El mapa temático de la zona urbana se muestra en la Figura 5.15.

## Mapa de inventario de procesos de remoción en masa

El mapa de inventario de los Procesos de Remoción en Masa (PRM), se generó con base en la información proporcionada por la delegación, la cual consiste en la descripción de las solicitudes de apoyo a Protección Civil por parte de los ciudadanos que resultan afectados de manera personal o en su vecindario por estos procesos.

La base de datos proporcionada por la delegación consistió en tablas de excel, la cual se depuró por año, se georeferenciaron los sitios con presencia de PRM por colonia y calle, se identificó la tipología del PRM involucrado y se identificó en imágenes de satélite (Tabla 4.12). Asimismo, con base trabajo de campo, se identificaron zonas críticas donde los PRM tienen afectación sobre la población. Para ello se utilizaron formatos de trabajo donde se capturaron datos tales como: coordenadas, localidad, tipo de movimiento, tipo de materiales y descripciones detalladas de lo observado a fin de tener un panorama completo de la problemática que se presenta por estos procesos.

FOLIO	RESPUESTA	CONTESTA	FEC_CAP	FEC_TIE	FEC_RES	NOMBRE_SOL	COLONIA	RIESGO	OBRA PROPUESTA
309	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 321 / 2011	12/01/2011	09/03/2011	20/07/2011	LESLIE MEJIA VEGA	BARROS SIERRA Cda. de Nueva York No. 9	ALTO	MURO EN ESCUELA
343	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 030 / 2011	13/01/2011	10/03/2011	23/02/2011	ANGEL CORDOVA SANTIAGO	EL TANQUE Av. Hidalgo Mz 569 Lt 37	ALTO	MURO
606	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 035 / 2011	18/01/2011	15/03/2011	23/02/2011	ERIKA VELASCO VITE	SAN BERNABE OCOTEPEC Aztecas Mz 72 Lt 26	ALTO	MURO COLINDANCIA CALLE
649	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 185 / 2011	19/01/2011	16/03/2011	15/04/2011	LAURA CARRILLO CARRASCO	LA CARBONERA Prol. Carbonera Mz 4 Lt 98	ALTO	MURO RESERVA ECOLOGICA



FOLIO	RESPUESTA	CONTESTA	FEC CAP	FEC TIE	FEC RES	NOMBRE SOL	COLONIA	RIESGO	OBRA PROPUESTA
657	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/0090 /11	19/01/2011	16/03/2011	20/07/2011	GENARO MONTES DE OCA CHAVEZ	EL ERMITAÑO Cda. del Ermitaño N° 33 Bis	ALTO	MURO EN ZONA DE RESERVA ECOLOGICA
1124	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 205 / 2011	27/01/2011	24/03/2011	19/07/2011	LAURA HIPOLITO HERNANDEZ	PUEBLO NUEVO ALTO Av. San Jerónimo No. 52	ALTO	MURO
1211	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 072 / 2011	31/01/2011	28/03/2011	23/02/2011	FELICITAS ORTIZ MORALES	PARAJE TIERRA COLORADA ( SAN NICOLAS ) Cda. Guadalupe No. 68	ALTO	MURO
1245	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 155 / 2011	31/01/2011	28/03/2011	24/03/2011	EMMA CECILIA GARCIA MORALES	LA MALINCHE 2ª. Cda. de Colerines Mz 23- Lt 28	ALTO	DESALOJO DE VIVIENDA DE VIVIENDA
1558	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 157 / 2011	04/02/2011	01/04/2011	24/03/2011	BERTHA MUÑOZ HERNANDEZ	LA GUADALUPE Avenida México 1348	ALTO	RECONSTRUCCION DE VIVIENDA
1950	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 132 / 2011	10/02/2011	07/04/2011	15/04/2011	FELISA MONROY	LAS CRUCES Capulines No. 3	ALTO	MURO
1959	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 717 / 2011	10/02/2011	07/04/2011	11/10/2011	MARIA DEL CARMEN ENRIQUEZ GALLEGOS	LOMAS DE SAN BERNABE Privada de Cruz Verde LT 7 - MZ 2	ALTO	MURO ZONA FEDERAL
1967	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 128 / 2011	10/02/2011	07/04/2011	24/03/2011	GRACIELA CONCEPCION SEGURA MARTINEZ	PARAJE EL OCOTAL Prolongación. Carbonera No. 40	ALTO	MURO
3682	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 186 / 2011	07/03/2011	02/05/2011	15/04/2011	VICENTA HERNANDEZ LOPEZ	LA CARBONERA Cda. Carbonera Mz 133 Lt 5	ALTO	MURO ENTRE VECINOS
3733	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 312 / 2011	07/03/2011	02/05/2011	09/06/2011	LETICIA HERNANDEZ SANCHEZ	PARAJE EL OCOTAL Aguajito Mz-40 Lt-2	ALTO	MURO
3735	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 306/2011	07/03/2011	02/05/2011	15/04/2011	LOURDES RAMIREZ	PARAJE EL OCOTAL Aguajito N° 17	ALTO	MURO
3738	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 311 / 2011	07/03/2011	02/05/2011	09/06/2011	YOLANDA AGUILAR GUZMAN	PARAJE EL OCOTAL Aguajito Mz-40 Lt-3	ALTO	MURO
3918	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 211 / 2011	08/03/2011	03/05/2011	15/04/2011	ARTURO FLORES HERNANDEZ	BARRIO DE SAN FRANCISCO Callejón Del Prado No. 50 Int.8	ALTO	MURO COLINDANCIA CON BARRANCA)
3974	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 689 / 2011	09/03/2011	04/05/2011	11/10/2011	MARIA DE LOURDES GUTIERREZ GOMEZ	PARAJE EL OCOTAL Cda. De Ayle Mz 19 - Lt 342	ALTO	MURO
4035	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 0531 /11	09/03/2011	04/05/2011	10/11/2011	SOFIA JUAREZ SAINOS	PARAJE LA SUBESTACION ( SAN NICOLAS ) Pino Mz-13 Lt- 411	ALTO	MURO
4249	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 286 / 2011	11/03/2011	06/05/2011	15/04/2011	GALDINA CELIA FLORES RAMIREZ	PARAJE TIERRA COLORADA ( SAN NICOLAS ) Chabacano No. 172	ALTO	MURO
4508	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 957 / 2011	15/03/2011	10/05/2011	23/12/2011	GENARO MONTES DE OCA CHAVEZ	EL ERMITAÑO Cda. Del Ermitaño No. 33 Bis	ALTO	MURO EN ZONA DE RESERVA ECOLOGICA
4534	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 190 / 2011	15/03/2011	10/05/2011	15/04/2011	JESUS LEDEZMA QUINTERO	PUEBLO NUEVO ALTO Ayle Mz 124-Lt 13	ALTO	MURO
4952	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 300 / 2011	18/03/2011	13/05/2011	09/06/2011	JOSE CARMEN HERNANDEZ MARTINEZ	LOMAS DE SAN BERNABE Cda. Benito Juárez No. 9	ALTO	MURO
4997	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 293 / 2011	22/03/2011	17/05/2011	09/08/2011	JOSEFINA GONZALEZ BONILLA	PARAJE EL OCOTAL Sayula Mz 8 Lt 377	ALTO	DEMOLICION Y CONSTRUCCION DE MURO ZONA DE RESERVA
5266	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 279 / 2011	24/03/2011	19/05/2011	15/04/2011	REINA ARRIAGA GONZALEZ	PARAJE EL OCOTAL Cda. Temamatla Mz 17 - Lt 13	ALTO	MURO COLINDANCIA CON BARRANCA
5573	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 295 / 2011	29/03/2011	24/05/2011	09/08/2011	SILVIA FERNANDEZ MORA	PARAJE IXTLAHUALTONGO ( SAN NICOLAS ) Camino Ojo de Agua No. 128 (60 actual)	ALTO	MURO EN ZONA DE RESERVA ECOLOGICA
5921	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 795 / 2011	31/03/2011	26/05/2011	11/10/2011	HONORIA MARTINEZ HERNANDEZ	LA MAGDALENA Pino No. 8	ALTO	MURO
7612	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 848 / 2011	25/04/2011	20/06/2011	10/11/2011	MARIA ALVAREZ VALDEZ	PARAJE EL OCOTAL Tetelapala Mz 21- Lt 21	ALTO	MURO
8034	ATENDIDAS	BD10.1.1.2/ 169 /2011	03/05/2011	28/06/2011	20/07/2011	ISIDRO MEZA CAMPUZANO	PARAJE EL OCOTAL CAMINO A RANCHO PACHITA S/N	ALTO	MURO
8172	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 447 / 2011	04/05/2011	29/06/2011	24/08/2011	MANUELA CAMACHO MUCIDO	SAN NICOLAS TOTOLAPAN Buenavista No. 47	ALTO	MURO EN LADERA
8181	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 806 / 2011	04/05/2011	29/06/2011	10/11/2011	ANA MARIA ALVA DAVILA	PARAJE TIERRA COLORADA ( SAN NICOLAS ) Capulín No. 190	ALTO	MURO EN LADERA
8310	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 489 / 2011	06/05/2011	01/07/2011	19/07/2011	SOSIMO GALLEGOS DON JUAN	SAN NICOLAS TOTOLAPAN F.F.C.C. Prol. Puente Cuadritos No. 24	ALTO	INUNDACION
8438	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 578 / 2011	10/05/2011	05/07/2011	24/08/2011	FATIMA ZARAGOZA OSORIO	SAN BERNABE OCOTEPEC 3ª. Cda. Aztecas No. 104	ALTO	MURO
8681	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 1025 / 2011	13/05/2011	08/07/2011	26/12/2011	MARCELA VICTORIA VELAZCO	SAN BERNABE OCOTEPEC Calle Carlos Chávez No. 27	ALTO	MURO
11018	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 473 / 2011	27/06/2011	22/08/2011	09/08/2011	ALEJANDRO GONZALEZ BETANSOS	U. INDEPENDENCIA SAN RAMON	ALTO	DEMOLICION Y CONSTRUCCION DE MURO
11356	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 850 / 2011	04/07/2011	29/08/2011	10/11/2011	ARTURO ALBA DAVILA	PARAJE TIERRA COLORADA ( SAN NICOLAS ) And. Duraznos No.	ALTO	MURO
11369	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 541 / 2011	04/07/2011	29/08/2011	09/08/2011	ANTONIA NORIEGA MENDOZA	PARAJE EL OCOTAL And. Membrillo Mz 21 Lt 31	ALTO	MURO
12049	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 698 / 2011	18/07/2011	12/09/2011	10/11/2011	RODOLFO GARCIA MELENDEZ	PARAJE EL OCOTAL Cerro Paso Del Gavilán Mz 18 Lt 9	ALTO	MURO
12052	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 526 / 2011	18/07/2011	12/09/2011	09/08/2011	ELIA PAZ OSORIO	BARROS SIERRA Cruz Verde No. 39	ALTO	DESALOJO DE VIVIENDA DE VIVIENDA



FOLIO	RESPUESTA	CONTESTA	FEC CAP	FEC TIE	FEC RES	NOMBRE SOL	COLONIA	RIESGO	OBRA PROPUESTA
12064	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/559 / 2011	18/07/2011	12/09/2011	10/11/2011	MARTIN MARTINEZ FLORES	EL ROSAL Palmilla No. 6	ALTO	MURO EN ZONA FEDERAL
12066	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 803 / 2011	18/07/2011	12/09/2011	23/12/2011	NORMA HIDALGO LUNA	SAN NICOLAS TOTOLAPAN 5 De Mayo No. 6-B	ALTO	DESALOJO DE VIVIENDA DE VIVIENDA
12280	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/589 / 2011	21/07/2011	15/09/2011	24/08/2011	SERGIO SERRANO MONTE DE OCA	BARRIO DE SAN FRANCISCO Av. San Francisco No. 337	ALTO	DEMOLICION Y RECONSTRUCCION DE MURO
12307	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 555 / 2011	21/07/2011	15/09/2011	09/08/2011	MARIA LILIA FRANCO QUINTERO MARMOL	BARRIO DE SAN FRANCISCO 1ª. Cda. De Tantoco No. 10	ALTO	COLAPSO DE BARDA
12360	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1.2/ 0410 / 2011	22/07/2011	16/09/2011	10/11/2011	MARIBEL RUIZ MARTINEZ	POTRERILLO Emiliano Zapata Mz-105 Lt-10	ALTO	MURO COLINDANCIA CON BARRANCA
12362	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1.2/ 0409 / 2011	22/07/2011	16/09/2011	10/11/2011	JOSE LUIS CAMPO MENDIETA	AMPLIACION POTRERILLO Emiliano Zapata N° 36	ALTO	MURO COLINDANCIA CON BARRANCA
12429	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/576 / 2011	25/07/2011	19/09/2011	31/08/2011	LETICIA RODRIGUEZ GONZALEZ	EL ROSAL Juana De Arco Lt 8 - Mz 72	ALTO	DEMOLICION Y RECONSTRUCCION DE MURO
12524	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/654 / 2011	26/07/2011	20/09/2011	01/12/2011	CECILIA ROSAS GONZALEZ	SAN NICOLAS TOTOLAPAN Prol. Buenavista 120 A	ALTO	MURO ENTRE PARTICULARES
13053	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/644 / 2011	05/08/2011	30/09/2011	31/08/2011	LUCIANA MENDOZA RIVERA	PARAJE EL OCOTAL Potrero No. 214	ALTO	MURO
13091	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 725 / 2011	08/08/2011	03/10/2011	10/11/2011	CATALINA JIMENEZ ALVAREZ	ATACAXCO Calle Malinqui Mz 16-Lt 3	ALTO	MURO
13393	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/631 / 2011	12/08/2011	07/10/2011	24/08/2011	BEATRIZ SCHARRER	SAN JERONIMO LIDICE Calle Ocotepc No. 150	ALTO	DEMOLICION Y RECONSTRUCCION DE MURO
15184	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/768 / 2011	02/09/2011	28/10/2011	10/11/2011	JESUS SILVA MORALES	PARAJE EL OCOTAL Aguajito No. 23	ALTO	MURO
15187	NO CALIFIC	BD10.1.1.3.1/ 1046 / 2011	02/09/2011	28/10/2011	23/12/2011	MARIA DE LOS ANGELES VILLA RUIZ	PARAJE EL GAVILLERO ( SAN NICOLAS ) Via Chiquita No. 151	ALTO	MURO EN ZONA FEDERAL
15451	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/847 / 2011	06/09/2011	01/11/2011	10/11/2011	CONCEPCION ESCALONA LUGO	EL ERMITADO 2da. Cerrada de Ameyuca No. 20	ALTO	MURO
15520	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 869 / 2011	07/09/2011	02/11/2011	01/12/2011	ALFONSO MARTINEZ TOVAR	AMPLIACION LOMAS DE SAN BERNABE Cerrada madreño No. 5	ALTO	MURO ENTRE PARTICULARES
15727	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/1034 / 2011	12/09/2011	07/11/2011	26/12/2011	MARIA ESTELA JUAREZ AGUINIAGA	LA CARBONERA Calle Sayula Mz 8 - Lt 209	ALTO	MURO DE CONTENCIÓN
15935	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/786 / 2011	15/09/2011	10/11/2011	10/11/2011	ADRIANA NAVARRETE BALLESTEROS	PARAJE EL OCOTAL Coconetta No. 16	ALTO	MURO DE CONTENCIÓN
16238	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/717 / 2011	22/09/2011	17/11/2011	11/10/2011	MARIA EUGENIA GRAF GRAF	SAN JERONIMO LIDICE Av. San Bernabé No. 889 casa 24	ALTO	MURO COLINDANCIA EN BARRANCA
16239	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 875 / 2011	22/09/2011	17/11/2011	01/12/2011	DIANA EDITH ESQUIVEL GARCIA	AMPLIACION LOMAS DE SAN BERNABE Cda. López Velarde Mz 3 Lt 4 Colonia Ampl. Lomas de San Bernabé	ALTO	MURO
16266	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/0821 / 2011	23/09/2011	18/11/2011	10/11/2011	ANA SILVIA BAUTISTA BAUTISTA	PARAJE IXTLAHUALTONGO ( SAN NICOLAS ) Calle Via Chiquita N° 285 Paraje Ixtlahualtongo (San Nicolás)	ALTO	MURO
16335	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/761 / 2011	26/09/2011	21/11/2011	11/11/2011	BERTHA AYALA ZEPEDA	LOMAS DE SAN BERNABE Cda Benito Juárez 26-A	ALTO	MURO
16474	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/997 / 2011	28/09/2011	23/11/2011	26/12/2011	MARIBEL MAGADA GARCIA	PARAJE EL OCOTAL Circuito Carbonera Lt4 - Mz25	ALTO	MURO ZONA FEDERAL
16477	NO CALIFIC	BD10.1.1.3.1/986 / 2011	28/09/2011	23/11/2011	14/12/2011	IMELDA FLORES GARCIA	SAN BERNABE OCOTEPEC Oyametla No. 104 San Bernabé Ocotepc	ALTO	TALUD
16487	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/849/ 2011	28/09/2011	23/11/2011	11/11/2011	HELI MARTINEZ LUZ	PARAJE TIERRA COLORADA ( EL OCOTAL ) Calle Capulín No. 188 Paraje Tierra Colorada	ALTO	
16541	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/783 / 2011	29/09/2011	24/11/2011	01/12/2011	JAVIER TREJO CORREA	LAS PALMAS Cda. de Palmas No. 15	ALTO	ARBOL
16579	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 787 / 2011	30/09/2011	25/11/2011	01/12/2011	ANA BARON BAUTISTA	BARRIO DE SAN FRANCISCO 1ra. Priv. San Francisco No. 106- 2B Barrio San Francisco	ALTO	MURO
17041	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/809 / 2011	10/10/2011	05/12/2011	01/12/2011	JESUS CARRANZA TENORIO	PARAJE EL OCOTAL Tejocote No. 25 Colonia Paraje el Ocotál	ALTO	MURO 12 METROS
17053	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/963 / 2011	10/10/2011	05/12/2011	26/12/2011	EZEQUIEL GUEVARA LARA	PARAJE EL OCOTAL 27 de Abril No. 20 Paraje El Ocotál	ALTO	MURO

FOLIO	RESPUESTA	CONTESTA	FEC_CAP	FEC_TIE	FEC_RES	NOMBRE_SOL	COLONIA	RIESGO	OBRA PROPUESTA
17131	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 851 / 2011	11/10/2011	06/12/2011	01/12/2011	FELIPE CRUZ HERNANDEZ	BARRANCA SECA Av. Álvaro Obregón No. 1664 Colonia La Magdalena	ALTO	MURO
17143	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 893 / 2011	11/10/2011	06/12/2011	23/12/2011	HERLINDA MORA JUAREZ	PARAJE TIERRA COLORADA ( SAN NICOLAS ) Calle Jazmín No. 38 Paraje Tierra Colorada	ALTO	MURO
17164	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 780 / 2011	12/10/2011	07/12/2011	01/12/2011	MARTHA DIAZ QUINTEROS	AMPLIACION LOMAS DE SAN BERNABE Fresa No. 31	ALTO	MURO ENTRE PARTICULAR
17398	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 961 / 2011	17/10/2011	12/12/2011	23/12/2011	ESTELA GALLEGOS MANDUJANO	PARAJE IXTLAHUALTONGO ( SAN NICOLAS ) Nogal s/n	ALTO	MURO
17504	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 787 / 2011	18/10/2011	13/12/2011	01/12/2011	ANA BARON BAUTISTA	BARRIO DE SAN FRANCISCO 1ra. Priv. San Francisco No. 106- 2B	ALTO	MURO
17620	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 858 / 2011	20/10/2011	15/12/2011	01/12/2011	ANAHI GUTIERREZ MARGARITO	SAN NICOLAS TOTOLAPAN Cerrada Ojo De Agua No. 72	ALTO	MURO
17691	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 851 / 2011	21/10/2011	16/12/2011	01/12/2011	FELIPE CRUZ HERNANDEZ	0-COLONIA NO ESPECIFICADA Av. Álvaro Obregón No. 1664 Colonia La Magdalena	ALTO	MURO
17880	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 806 / 2011	25/10/2011	20/12/2011	08/11/2011	ANA MARIA ALBA DAVILA	PARAJE TIERRA COLORADA ( SAN NICOLAS ) Capulín No. 190	ALTO	MURO
17964	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 860 / 2011	26/10/2011	21/12/2011	01/12/2011	DELIA MUDOZ GONZALEZ	SAN BARTOLO AMEYALCO Mirasol No. 21	ALTO	MURO CON BARRANCA
17991	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 1030 / 2011	27/10/2011	22/12/2011	26/12/2011	MARTHA PEREZ HERNANDEZ	PARAJE EL OCOTAL Calle Tetechilpa Mz22 - Lt11	ALTO	MURO ZONA DE RESERVA
18015	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 977 / 2011	27/10/2011	22/12/2011	23/12/2011	ELI MARTINEZ LUZ	PARAJE TIERRA COLORADA ( SAN NICOLAS ) Calle Capulín No. 188	ALTO	MURO
18184	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 898 / 2011	31/10/2011	26/12/2011	23/12/2011	ANA MARIA VEGA	EL TANQUE Av. Hidalgo No. 65	ALTO	MURO COLINDANCIA CON BARRANCA
19190	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 897 / 2011	17/11/2011	12/01/2012	23/12/2011	ANA MARIA VEGA	EL TANQUE Av. Hidalgo No. 65	ALTO	MURO COLINDANCIA CON BARRACA
19723	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 935 / 2011	28/11/2011	23/01/2012	23/12/2011	ROSA MARIA PALMA CORCHADO	EL TORO Malva No. 14	ALTO	MURO ENTRE PARTICULARES
19887	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 968 / 2011	30/11/2011	25/01/2012	23/12/2011	REYNA ROMERO HERNANDEZ	LOMAS DE SAN BERNABE Callejón Colorines No. 8	ALTO	MURO ENTRE PARTICULAR
9451	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 714 / 2011	26/05/2011	21/07/2011	23/12/2011	HONORIA MARTINEZ HERNANDEZ	LA MAGDALENA Pino No. 8	ALTO	MURO ENTRE PARTICULAR
10702	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 849 / 2011	20/06/2011	15/08/2011	10/11/2011	HELI MARTINEZ LUZ	PARAJE TIERRA COLORADA ( SAN NICOLAS ) Calle Capulín No. 188	ALTO	MURO ZONA DE RESERVA
13481	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 1037 / 2011	16/08/2011	11/10/2011	26/12/2011	MARIA DE JESUS GONZALEZ PEREZ	EL ERMITADO Av. Las Flores Mz 6 Lt 11	ALTO	MURO
13485	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 1037 / 2011	16/08/2011	11/10/2011	26/12/2011	MARIA DE JESUS GONZALEZ PEREZ	EL ERMITADO Av. Las Flores Mz 6 Lt 11	ALTO	MURO
13492	ATENDIDAS	BD10.1.1.3.1/ 1037 / 2011	16/08/2011	11/10/2011	26/12/2011	MARIA DE JESUS GONZALEZ PEREZ	EL ERMITADO Av. Las Flores Mz 6 Lt 11	ALTO	MURO

Tabla 4.12 Inventario de procesos de remoción en masa.

Toda la información anterior se adecuó en una tabla de datos final, para ingresarla al sistema de información geográfica y exportarla en formato shape y así generar el mapa de inventario de PRM (Figura 5.22). Estos puntos de ocurrencia de PRM posteriormente sirvieron para realizar análisis de peligros y para validar los resultados del mapa de susceptibilidad.

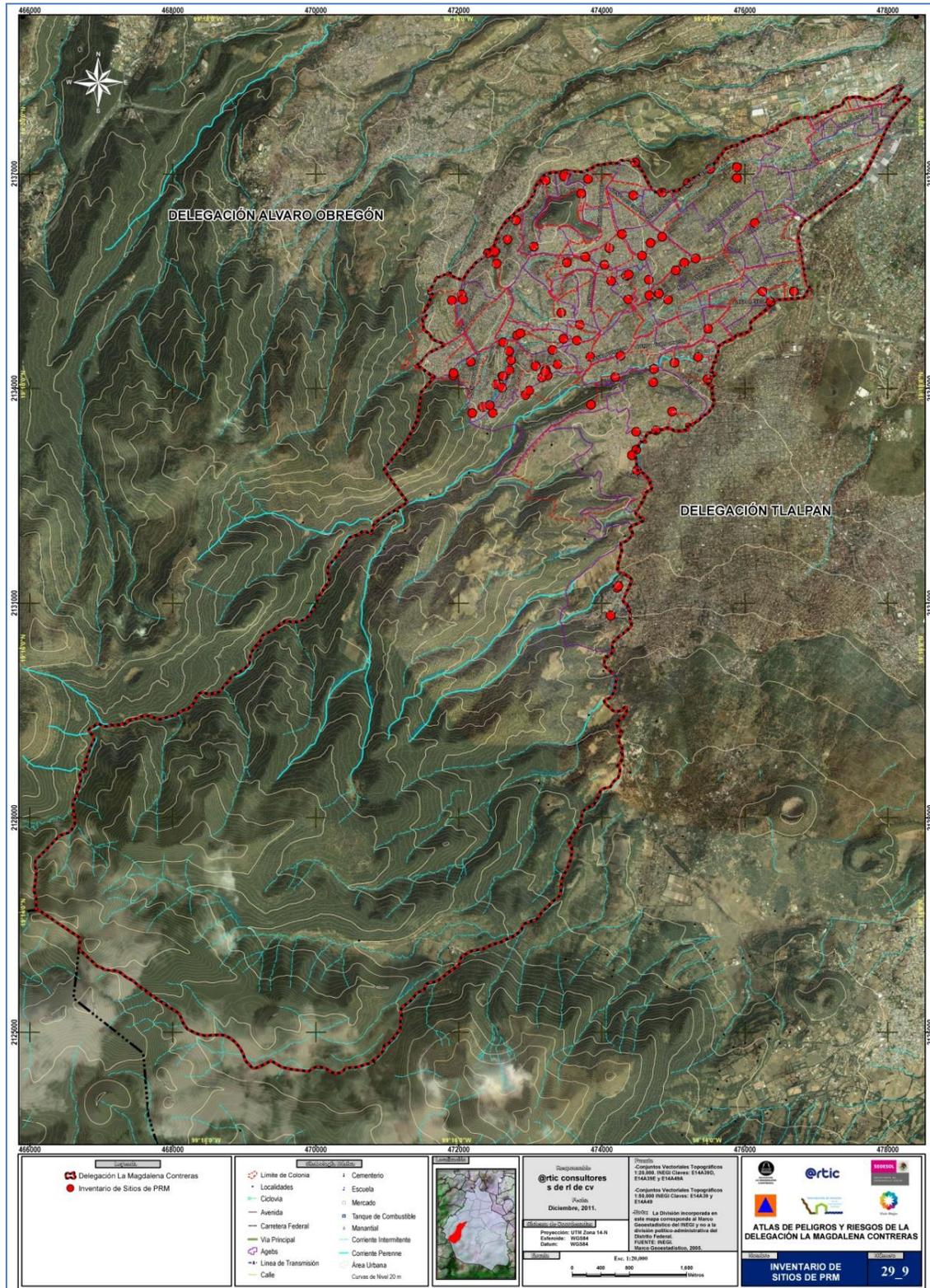


Figura 5.22 Mapa de inventario de puntos de PRM.

En sí mismos, estos datos o puntos representan áreas de atención donde se requiere tener un monitoreo constante, ya sea porque se hayan implementado soluciones geotécnicas, porque no se hayan realizado obras y los deslizamientos puedan reactivarse, o porque sean zonas recurrentes donde cada año se tengan afectaciones y se requiera de una política de gestión del riesgo, ya sea por reubicaciones temporales o definitivas, demolición de viviendas en alto riesgo, campañas de prevención y de protección civil.

La información detallada del trabajo de campo se presenta en el Anexo de Fichas Técnicas, el cual contiene la información del mapeo de rasgos geomorfológicos y de procesos de remoción en masa.

### Metodología para el análisis de la susceptibilidad

El método usado está basado en la sobreposición y ponderación de mapas temáticos que representan variables que inciden en la generación de procesos de remoción en masa. En esencia, la metodología empleada sigue los lineamientos generales establecidos por la SEDESOL y el Servicio Geológico Mexicano (SGM) en la “Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel Ciudad (Identificación y Zonificación)” edición 2004, en lo referente al tipo y uso de la información. De esta forma se tomaron como mapas base la topografía digital, modelos digitales de elevación y como mapas temáticos, el mapa geológico, el mapa de densidad de drenaje y de fracturamiento, altura, pendientes, entre otros.

Asimismo, se realiza una adaptación de los criterios establecidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en la “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos”, tomando en cuenta la complejidad de la zona a estudiar, el nivel de representación de los resultados y la información disponible. Las características geomorfológicas del área de estudio fueron obtenidas mediante la construcción de los mapas temáticos en el programa ArcGis 9.3 (ArcMap 9.3).

Los mapas fueron desarrollados a partir del modelo digital de elevación (MDE) utilizando los datos vectoriales de las cartas topográficas del INEGI 1:50,000 E14A39 y E14A49, cartas topográficas 1:20,000 E14A39D, E14A39E y E14A49A.

Los mapas de susceptibilidad tienen como objetivo mostrar las zonas críticas donde potencialmente se pueden presentar procesos de remoción en masa a partir de la combinación de variables que ejercen influencia en la generación de los mismos. La susceptibilidad puede definirse como la posibilidad de que una zona quede afectada por un determinado proceso, expresada en diversos grados cualitativos y relativos (González, 2002).

*Moreiras (2005) menciona de manera sencilla que la susceptibilidad se define como la propensión de una ladera a presentar un tipo de movimiento, lo cual depende de los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos, que pueden ser intrínsecos a los propios materiales geológicos o externos. El término susceptibilidad hace referencia a la predisposición del terreno a la ocurrencia de procesos de remoción en masa y no implica el aspecto temporal del fenómeno.*

La ocurrencia de PRM está relacionada con factores, como la litología, estructura geológica, hidrogeología, topografía, clima, sismicidad e influencia antrópica, entre otros (Irigaray et al., 1999). Tomar en cuenta todos los factores es una tarea compleja y laboriosa. La geología y la pendiente se consideran como factores fundamentales para la ocurrencia de PRM (Brabb et al., 1972; Capra, 2003) y se consideran como los insumos principales en la generación de mapas de susceptibilidad que consideren más variables.

Para determinar la susceptibilidad del terreno a presentar remociones en masa se utilizaron mapas temáticos que representan variables de tipo condicionante que inciden para su ocurrencia. La técnica usada está basada en la combinación de dos métodos, el de Jerarquías Analíticas usado para determinar el peso de cada variable y el método del Índice Potencial de Susceptibilidad (SPI por sus siglas en inglés) para combinar todas las variables y sus clases a fin de determinar las áreas donde éstas se conjugan de manera desfavorable.

Los mapas o variables empleadas en el análisis son:

- Litología
- Pendiente
- Altura
- Drenaje
- Concavidad
- Circos de erosión
- Fallas
- Vegetación
- Área urbana

El método de la Matriz de Jerarquías Analíticas (MJA) fue propuesto por el autor Saaty (1980) y se basa en el desarrollo de prioridades, en este caso la importancia del criterio para la generación de PRM, derivadas a su vez de la evaluación de concordancia de pares de criterios. Luego de identificar los pares de criterios, estos son cualificados y cuantificados de acuerdo a la importancia de un criterio con respecto al otro, para de esta forma asignar puntajes, mismos que son ingresados a una matriz, convirtiendo esta evaluación subjetiva en un conjunto de pesos lineales (Tabla 4.12). De esta forma se obtiene la ponderación o peso que tiene cada variable, en este caso sobre la generación de PRM (Tabla 4.13)

Nivel de importancia	Definición	Descripción
1	Igual preferencia	Los dos criterios (i,j) contribuyen de igual manera al proceso de remoción considerado
2	Moderada preferencia	El factor (i) es moderadamente más influyente que el factor (j) para el proceso de remoción considerado
3	Gran preferencia	El factor (i) es mucho más influyente que el factor (j) para el proceso de remoción considerado
4	Absoluta preferencia	El factor (i) es absolutamente más influyente que el factor (j) para el proceso de remoción considerado

Tabla 4.12 Ponderación para la Matriz de Jerarquías Analíticas.

Método de las Jerarquías Analíticas

	j									Factor de ponderación	
	Litología	Pendiente	Altura	Drenaje	Concavidad	Circos de Erosión	Fallas	Vegetación	Área Urbana	(xij)/n	(xij/n)/Σ (xij/n)
Litología	1.00	0.25	3.00	3.00	2.00	0.50	0.33	0.50	3.00	1.51	0.12
Pendiente	4.00	1.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.56	0.21
Altura	0.33	0.33	1.00	1.00	3.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.85	0.07
Drenaje	0.33	0.33	1.00	1.00	3.00	0.50	0.33	0.50	2.00	1.00	0.08
Concavidad	0.50	0.25	0.33	0.33	1.00	0.33	0.25	0.50	0.33	0.42	0.03
Circos de Erosión	2.00	0.50	2.00	2.00	3.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.44	0.12
Fallas	3.00	0.50	2.00	3.00	4.00	1.00	1.00	2.00	3.00	2.17	0.17
Vegetación	2.00	0.50	2.00	2.00	2.00	2.00	0.50	1.00	1.00	1.44	0.12
Área Urbana	0.33	0.33	2.00	0.50	3.00	1.00	0.33	1.00	1.00	1.05	0.08
									Σ (xij/n)	12.45	1.00

Tabla 4.13 Ponderaciones obtenidas para las variables empleadas en este estudio

Todas estas variables fueron convertidas en formato raster dentro del Sistema de Información Geográfica (SIG) y cada una representa una variable independiente de la base de datos espacial. Cada una de estas variables fue agrupada en distintas clases y a cada clase se le asignó un valor de influencia o valor de clase, que representa el grado de susceptibilidad de la misma. El grado de significancia de cada clase se obtiene multiplicando el valor de influencia de clase por el valor de la ponderación que tiene cada variable (Tabla 4.14)

La susceptibilidad total fue calculada con base en el Índice Potencial de Susceptibilidad, el cual expresa la combinación de los diferentes mapas o variables (incluidas sus respectivas clases) en un solo mapa, obtenido mediante la siguiente regla de combinación (Foumelis et al., 2004):

$$IPS = \frac{\sum(\text{Peso de la variable} \times \text{Valor de clase})}{\text{número de variables}}$$

El valor obtenido se reclasifica para determinar los diferentes niveles de susceptibilidad: bajo, medio y alto.

Mapa temático (X)	Clase	Valor de clase (influencia)	Peso	Grado de importancia
Litología	Basalto	1	0.12	0.12
	Dacita	2		0.24
	Andesita	3		0.36
	Flujos de Bloques y Ceniza	4		0.48
	Lahar	5		0.6
	Depósitos Aluviales	6		0.72
Pendiente (°)	0-15	1	0.21	0.21
	15-30	2		0.42
	30-45	3		0.63
	45-60	4		0.84
	< 60	5		1.05
Altura (m)	<2260	1	0.07	0.07
	2261-2560	2		0.14
	2561-2860	3		0.21
	2861-3160	4		0.28
	3161-3460	5		0.35
	3461-3760	6		0.42
	>3760	7		0.49
Distancia a drenaje (m)	>20	1	0.08	0.08
	≤20	2		0.16
Distancia de Lineamientos (m)	>50	1	0.17	0.17
	≤50	2		0.34
Distancia de Circos de Erosión (m)	>20	1	0.12	0.12
	≤20	2		0.24
Cobertura de la Vegetación	Árboles	1	0.12	0.12
	Pastizal	2		0.24
Concavidad	Convexa	1	0.03	0.03
	Plana	2		0.06
	Cóncava	3		0.09
Urbanización	No	1	0.08	0.08
	Si	2		0.16
			Σ=1	

**Tabla 4.14** Ponderación relativa de los factores que influyen en la generación de PRM

Para contar con mapas diseñados específicamente para aplicaciones directas, ya sea en campo o en gabinete, se presentan los resultados a mayor escala (Figuras 5.23), tomando en cuenta los rasgos más importantes de la simbología base para contar con elementos que permitan una rápida ubicación en cuanto a vialidades y sitios de interés, facilitando acciones de planeación y atención a emergencias.

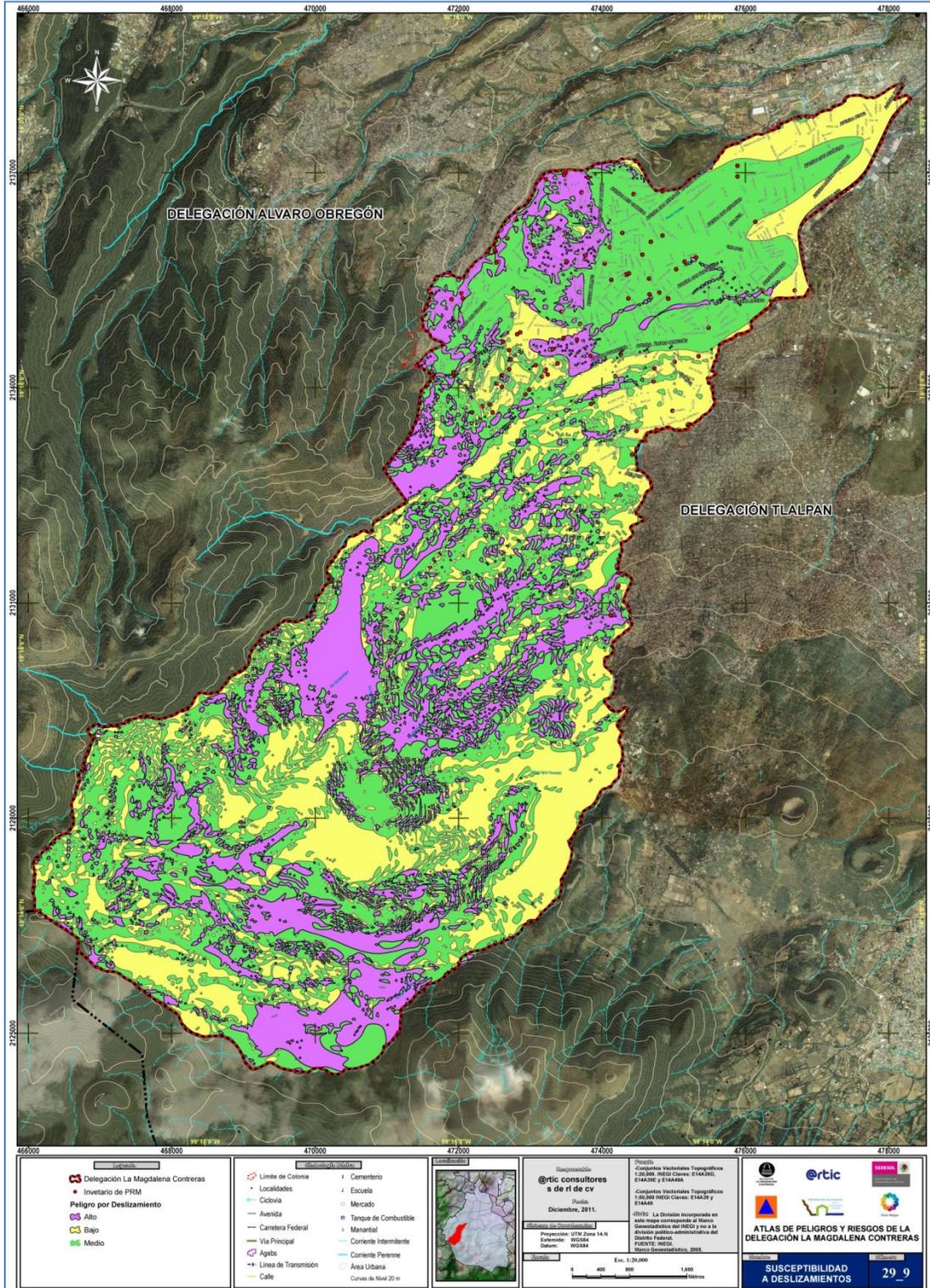


Figura 5.23 Mapa de susceptibilidad a Deslizamientos

## Metodología para el análisis del peligro por procesos de remoción en masa

Para generar el mapa de peligros se usó la metodología del Índice de Peligro Potencial (IPP), la cual está basada en obtener las relaciones de frecuencia de los deslizamientos para cada clase de cada variable, mediante la fórmula:

$$IPP = W_{r1} + W_{r2} + \dots + W_{rn}$$

Donde  $W_r$  representa cada mapa temático ponderado.

La ponderación de cada mapa temático y de sus clases se basa en uno de los modelos probabilísticos, el método de Relación de Frecuencias:

$$W_{ri} = \% PRM / \% \text{ del dominio de clase.}$$

Las variables consideradas en el análisis son:

- Mapa de inventarios (que incluye el inventario georreferenciado de la Delegación así como los puntos de campo donde se observaron procesos)
- Litología
- Pendiente
- Altimetría
- Densidad de drenaje
- Densidad de fracturamiento
- Aspecto

En otros estudios realizados en diversas partes del mundo, estas variables han demostrado ser importantes y tener una influencia preponderante en la delimitación de zonas de peligro por procesos de remoción en masa. El peso o ponderación que recibe cada variable es diferente en función de las características propias de cada región, pero la combinación de todas ellas, invariablemente refleja las áreas del relieve donde se conjugan de manera desfavorable para generar los distintos tipos de PRM. Asimismo, el considerar el inventario de PRM en los análisis, sirve para reconocer las características del relieve en los sitios donde se han presentado y así poder extrapolárselas a zonas que, aunque no presenten casos de PRM, tengan características similares. La tabla 4.15 muestra las variables y sus relaciones de frecuencias. Estos valores obtenidos sirven para confeccionar el mapa de peligros.

El porcentaje de clase se obtiene dividiendo el área que abarca cada clase entre el área total, que es de 96.06 km<sup>2</sup>. Asimismo, el porcentaje de PRM en cada clase se obtiene dividiendo el número de PRM que existen en cada clase entre el número total de PRM considerado, que es de 121. Así, la relación de frecuencia resulta de dividir el porcentaje de PRM entre el porcentaje de clase.

	Clase	Area de clase (Km2)	Porcentaje de clases (%)	Num de PRM	% PRM	Relacion de frecuencia Wri : %PRM / % Clase
<b>Pendiente</b>	0-15	36.3	57.05	76	79.17	1.39
	15-30	22.93	36.04	20	20.83	0.58
	30-45	4.14	6.51	0	0.00	0.00
	45-60	0.25	0.39	0	0.00	0.00
	>60	0.01	0.02	0	0.00	0.00
<b>Altimetria</b>	2261-2560	10.61	16.67	45	46.88	2.81
	2561-2860	14.22	22.35	51	53.13	2.38
	2861-3160	12.55	19.72	0	0.00	0.00
	3161-3460	14.06	22.10	0	0.00	0.00
	3461-3760	11.67	18.34	0	0.00	0.00
	>3761	0.26	0.41	0	0.00	0.00
<b>Litologia</b>	Andesita	24.58	38.63	28.00	29.17	0.76
	Andesita basaltica	1.53	2.40	0.00	0.00	0.00
	Basalto	1.99	3.13	8.00	8.33	2.66
	Dacita	13.5	21.22	0.00	0.00	0.00
	Depositos aluviales	9.59	15.07	41.00	42.71	2.83
	Fujos de bloques y ceniza	9.15	14.38	7.00	7.29	0.51
	Lahar	3.03	4.76	12.00	12.50	2.63
<b>Densidad de drenaje</b>	0.08-0.87	5.66	8.90	18.00	18.75	2.11
	0.87-1.63	26.88	42.24	31.00	32.29	0.76
	1.62-2.38	20.45	32.14	34.00	35.42	1.10
	2.38-3.24	9.53	14.98	13.00	13.54	0.90
	3.24-4.09	0.7	1.10	0.00	0.00	0.00
<b>Densidad de fallas</b>	0-0.08	21.9	34.42	33.00	34.38	1.00
	0.08-0.23	8.18	12.86	12.00	12.50	0.97
	0.23-0.37	9.53	14.98	5.00	5.21	0.35
	0.37-0.52	11.62	18.26	16.00	16.67	0.91
	0.52-0.68	6.13	9.63	15.00	15.63	1.62
	0.68-0.86	1.04	1.63	7.00	7.29	4.46
	0.86-1.02	1.12	1.76	1.00	1.04	0.59
	1.02-1.18	1.41	2.22	5.00	5.21	2.35
	1.18-1.33	1.37	2.15	2.00	2.08	0.97
	1.33-1.50	1.35	2.12	0.00	0.00	0.00
<b>Aspecto</b>	N	14.97	23.53	34.00	35.42	1.51
	NE	11.98	18.83	12.00	12.50	0.66
	E	14.92	23.45	21.00	21.88	0.93
	SE	6.63	10.42	11.00	11.46	1.10
	S	4.14	6.51	0.00	0.00	0.00
	SW	10.69	16.80	16.00	16.67	0.99
	W	1.34	2.11	0.00	0.00	0.00
	NW	1.95	3.06	2.00	2.08	0.68

Tabla 4.15 Ponderación de las variables basada en la relación de frecuencia

Finalmente el Índice de Peligro Potencial se obtiene:

$$IPP= (PENDIENTE)r1 + (ASPECTO)r2 + (DENSIDAD DE DRENAJE)r3 + (DENSIDAD DE FRACTURAMIENTO)r4 + (LITOLOGIA)r5 + (ALTIMETRÍA)r6$$

El mapa resultante de peligros se muestra en la Figura 5.1.20, donde se aprecia que los puntos de PRM coinciden con las zonas de Alto y Muy Alto Peligro.

Asimismo, se presentan mapas a mayor escala (Figura 5.24), diseñados específicamente para aplicaciones directas, ya sea en campo o en gabinete, con elementos que permitan una rápida ubicación en cuanto a vialidades y sitios de interés, facilitando acciones de planeación y atención a emergencias.

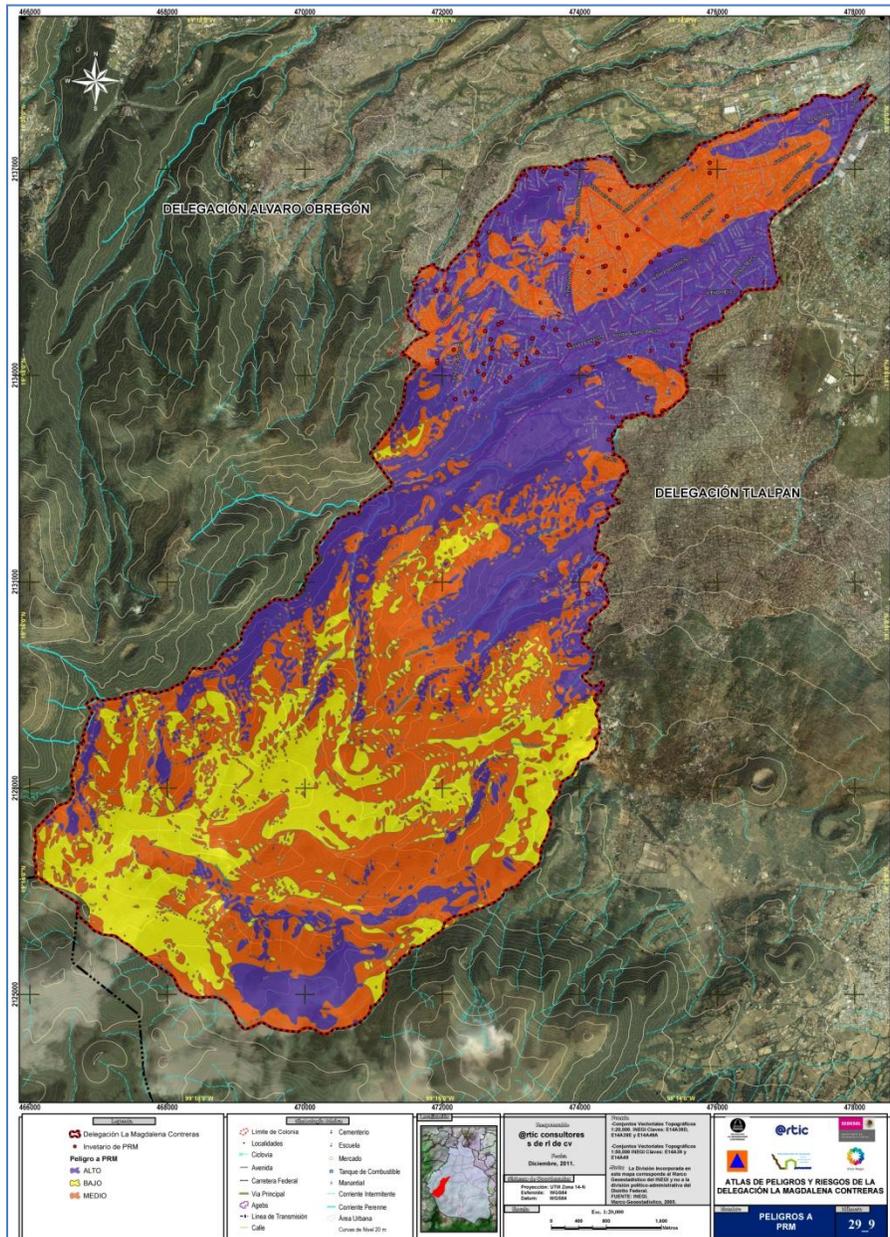


Figura 5.24 Mapa de peligro por PRM.

### 5.1.7 Erosión

La erosión es un proceso de desgaste y transporte de los materiales de la superficie terrestre (suelos y rocas). Es un proceso muy útil porque permite que se desplacen materiales de unos suelos a otros, que recuperan fertilidad con estos aportes. La erosión se convierte en un problema cuando se acelera, con lo cual los materiales perdidos no se recuperan en las zonas erosionadas y en las zonas que reciben los aportes no son aprovechados o se pierden.

La erosión es un problema ambiental que preocupa a los científicos, gobernantes y ciudadanos. Sus consecuencias son catastróficas y buena prueba de ello es el crecimiento de los desiertos (desertificación). La erosión, una vez que ha alcanzado el punto culminante de su evolución, es prácticamente irreversible a escala humana, pues conseguir que un desierto vuelva a ser suelo fértil es tarea casi imposible. La erosión es especialmente preocupante porque afecta a uno de los elementos básicos para la vida, que es la fertilidad de los suelos. El suelo es el lugar que da sustento a la mayor parte de las actividades humanas y donde se sustenta la vegetación que es la base de la alimentación y de actividades productivas. Los daños que la erosión produce en el suelo son también peligrosos porque disminuyen su capacidad para retener agua y recargar los acuíferos.

#### ***Tipos de Erosión***

##### Erosión Natural

- Erosión Hídrica

Esta se produce debido a las aguas que fluyen directamente sobre la superficie terrestre, presentándose bajo dos formas: (Figura 5.2516 )

- 1) no concentrado (arroyamiento difuso y laminar), cuando las aguas no cortan verticalmente de manera significativa sobre la superficie.

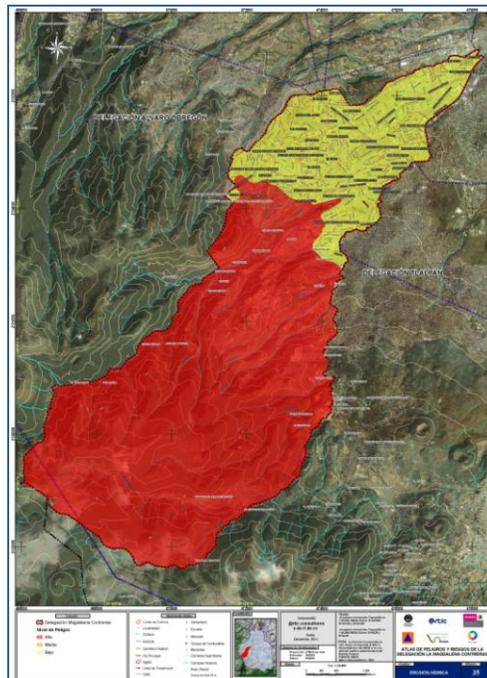


Figura 5.25 Mapa por erosión hídrica

- Erosión laminar

Como resultado de los niveles de peligro por erosión laminar calculados para la delegación la Magdalena Contreras, se puede establecer lo siguiente:

Más de la mitad de la superficie de ésta delegación (zona suroeste) se encuentra en un nivel de peligro alto por erosión laminar. Lo anterior, se puede explicar dada la geomorfología dominante que corresponde a laderas montañosas con pendientes de más del 45°; éste proceso de erosivo hídrica se ve favorecido por el tipo de suelo Andosol, que son suelos de origen volcánico, esponjosos o muy sueltos, lo que los hace susceptibles a los procesos erosivos ocasionados por el agua. La presencia de vegetación de coníferas como el bosque de oyamel, pino y pastizales disminuye estos procesos erosivos, sin embargo en zonas con baja o nula cobertura vegetal, la erosión laminar es elevada, llegando a formar surcos o cárcavas

Aproximadamente el 40% de la superficie, que se puede generalizar como la zona urbana de ésta delegación le corresponde un nivel bajo de peligro por la erosión laminar, lo anterior debido a que el suelo o superficie en ésta zona es impermeable por la cimentación de casa, calles, avenidas, etc. Los escurrimientos pluviales que caen en esta zona, son dirigidos al sistema de drenaje delegacional y a los ríos que aún corren y cruzan por esta delegación, motivo por el cual los procesos de erosión laminar son nulos o muy bajos, dado que no hay suelo que puedan erosionar.

En nivel medio de peligro por erosión laminar para esta demarcación solo se presenta en una zona denominada paraje la campana, en el kilometro 12 de la carretera que va hacia el Ajusco, éste sitio presenta una mezcla de suelo Andosol/Leptosol, lo que hace que sean un suelo muy susceptible a la erosión, asimismo se presentan cambios de uso de suelo, donde se realizan actividades antrópicas como el cultivo agrícola, pastoreo y construcción de casas habitacionales, sin considerar obras de protección o conservación de suelos. En esta zona se identificó el inicio de de procesos erosivos que empiezan a formar cárcavas. (Figura 5.17 bis)

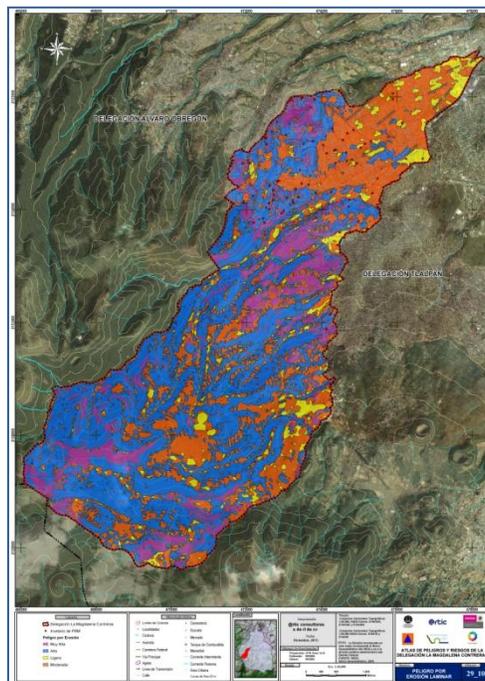


Figura 5.18 bis Mapa de peligro por erosión laminar

2) Concentrado (surcos y cárcavas), cuando las aguas que fluyen por la vertiente confluyen en pequeños cursos que producen incisiones en la superficie.

- Erosión eólica

La erosión eólica es el desgaste de las rocas o la remoción del suelo debido a la acción del viento.

- Erosión Antrópica

Esta forma de erosión se asocia a las actividades propias del hombre. A través de la urbanización y las exigencias productivas, económicas y sociales, se promueve la construcción de viviendas, desarrollos urbanos, se ejerce la tala de árboles, la creación de minas a cielo abierto, la creación de tiraderos de escombros; las áreas fértiles se deterioran debido a la nula rotación de cultivos así como la ausencia de prácticas de manejo y conservación de los suelos.

### Recomendaciones

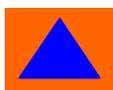
- Realizar estudios detallados en parcelas para estimar las tasas de erosión.
- Construir andenes o terrazas con plantas en los bordes.
- Construir zanjas de infiltración en las laderas para evitar la erosión en zonas con alta pendiente.
- Construir defensas en las orillas de cauces y quebradas para evitar la erosión.
- Reforestar las laderas empinadas y las orillas de ríos y quebradas
- Mantener la cobertura vegetal en las orillas de los cauces y en las laderas.
- Evitar la quema de la vegetación de cualquier tipo en laderas.
- Cultivar en surcos de contorno en las laderas y no en favor de la pendiente, ya que favorece la erosión.
- Combinar las actividades agrícolas, pecuarias y forestales.
- Sembrar árboles como cercos, en laderas, como rompevientos.
- Rotar cultivos para no empobrecer el suelo.
- Integrar materia orgánica al suelo, como los residuos de las cosechas.

### Afectaciones y Daños Potenciales

La erosión es un proceso muy importante de degradación de los suelos y se considera como un proceso natural, que ha existido prácticamente desde que se formó el relieve, actuando como un agente modelador a través del tiempo geológico. El problema principal consiste en que el ritmo al cual se erosiona el suelo es mayor a la tasa de formación del mismo; aunado a esto, la influencia antrópica que se manifiesta con cambios de uso de suelo, urbanización desmedida en zonas aptas para el cultivo o en áreas con valor ecológico-ambiental, la mala o nula aplicación de técnicas de preservación del suelo, el desgaste de las áreas de cultivo, entre otras causas, todo ello acelera los procesos de erosión, mismos que eventualmente pueden ser irreversibles.

Esos procesos destructivos incluyen: la erosión hídrica, la erosión eólica y la sedimentación, mismas que reducen la cantidad y diversidad de la vegetación natural y aumentan la salinización o sodificación de los suelos.

El factor antrópico que incide en la erosión se manifiesta de diversas formas: uso intensivo del suelo para la agricultura y la nula rotación de cultivos, actividades pecuarias y sobrepastoreo, deforestación, cambios en el uso de suelo de áreas de conservación o de cultivo para la urbanización, entre los más importantes. Todo ello trae como consecuencia que los procesos erosivos se aceleren provocando afectaciones en vías de comunicación por el arrastre de partículas, el azolvamiento de presas, canales y cuerpos de agua como lagos y cauces, además del deterioro de las propiedades del suelo, lo cual disminuye las áreas fértiles y aptas para uso agrícola.



### **Metodología para estimar el peligro por erosión**

La erosión es un fenómeno que está influenciado por factores físicos, biológicos, sociales y económicos, por lo que es conveniente tener un conocimiento claro de sus características en cada zona, para definir las modalidades de combatirla, mediante la ejecución de investigaciones, experimentos y ensayos. En tal sentido, existen dos clases de métodos de evaluar la erosión, los cuantitativos y los cualitativos.

#### *Métodos Cuantitativos*

Mediante estos métodos se determina la cantidad de suelo perdido. Existen métodos directos e indirectos; entre los primeros se encuentran la parcela de escorrentía y entre los segundos, la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo Revisada.

#### *Parcelas de Escorrentía*

Una parcela de escorrentía es una área muestra de tamaño variable, delimitada por paredes, que la aíslan completamente del resto del terreno, y terminan en una canaleta colectora del escurrimiento.

Después de cada lluvia se toman muestras del escurrimiento que ocurre en estas parcelas, en las que se determina la cantidad de sedimentos transportados, la que se expresa en T/ha. La utilidad de estos métodos ha sido cuestionada por los expertos debido a lo disperso de los resultados, además de que su extrapolación a laderas más grandes no es muy precisa.

#### *Ecuación Universal de Pérdida del Suelo Revisada, RUSLE*

Es un modelo diseñado para predecir y controlar las alteraciones en las condiciones del suelo debido a la erosión superficial. Tiene aplicación en planificación física, sirve para calcular la pérdida del suelo producida en una determinada zona y para predecir niveles de erosión excesivos o aportes excesivos a los cursos de agua.

La pérdida de suelo se define como la cantidad de suelo perdido en un lapso de tiempo determinado, en una superficie de la tierra, con determinadas prácticas de conservación y asociadas a un determinado agente erosivo (lluvia, aire). Se expresa en Ton/ha/año.

Un modelo concebido por Wischmeier y Smith (1978) y sintetizado en la fórmula conocida internacionalmente como la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (RUSLE por sus siglas en inglés, Universal Soil Loss Equation), fue desarrollado para proporcionar una herramienta importante para los conservacionistas de suelo y puede ser usada en cualquier región geográfica modificando sus factores. Esta ecuación tiene como antecedentes los trabajos desarrollados en EEUU hacia 1940 por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura.

La RUSLE expresa el promedio de las pérdidas anuales de suelo a largo plazo (en toneladas métricas por hectárea y año, t/ha/año), y por tanto no es válida para un año concreto ni para un evento particular. La ecuación es la siguiente:

$$A = R * K * (L * S) * C$$

Donde:

*A* es la pérdida de suelo por unidad de superficie, medida en toneladas métricas por unidad de superficie (t/ha).

*R* es el factor erosividad de la lluvia; es el producto acumulado para el período de interés (normalmente un año), con cierta probabilidad de ocurrencia (normalmente 50% o promedio), de la energía cinética por la



máxima intensidad en 30 minutos de las lluvias. Sus unidades son (MJ/ha.año) (mm/h)/10, pero suelen simplificarse a energía cinética por unidad de superficie (J/ha).

*K* es el factor de erosionabilidad del suelo; es la cantidad promedio de suelo perdido por unidad del factor erosividad de la lluvia (Mg/J), cuando el suelo en cuestión es mantenido permanentemente desnudo, con laboreo secundario a favor de una pendiente del 9% de gradiente y 22.1 m de longitud.

*L* (adimensional) es el factor longitud de la pendiente; la relación entre la pérdida de suelo con una longitud de pendiente dada y la que ocurre en 22.1 m de longitud, a igualdad de los demás factores.

*S* (adimensional) es el factor gradiente de la pendiente; la relación entre la pérdida de suelo con un determinado gradiente y el estándar de 9 %, a igualdad de los demás factores.

*C* (adimensional) es el uso y gestión de suelos; es la relación de pérdidas por erosión entre un suelo con un determinado sistema de uso y gestión (rotación de cultivos, uso de los mismos, laboreo, productividad, gestión de residuos, etc.) y el mismo suelo puesto en las condiciones en que se definió *K*, a igualdad de los demás factores.

La aplicación exacta de esta fórmula, requiere de aplicaciones directas en parcelas o campos de cultivo donde se tiene un control preciso de los factores. Para ello se han desarrollado tablas y relaciones empíricas las cuales pueden ser empleadas para obtener datos adaptados a sitios específicos. Sin embargo, tratándose de regiones extensas donde se carece de información específica, es posible usar mapas temáticos que abarquen estas variables pero de una manera más general y aplicando los Sistemas de Información Geográfica y técnicas de percepción remota (Lou The, 2009; Saavedra y Mannaerts, 2003).

### **Factores para estimar el peligro por erosión laminar**

Los factores de erosión que actúan en el medio, ocasionando desprendimiento, transporte y deposición de materiales son: el clima, el suelo, el relieve y la cobertura vegetal. Todos actúan en forma conjunta y dependiendo del lugar en que se encuentren, unos serán más importantes que otros.

#### *Clima*

Es un factor que actúa en el modelado de la superficie a través de la interrelación de la precipitación, la temperatura, vientos, humedad y radiación solar, principalmente. Cada tipo de clima deja sus huellas particulares reconocibles en cualquier terreno.

#### *Precipitación*

La lluvia es la forma de precipitación más importante en la erosión hídrica y actúa disgregando las partículas del suelo por el impacto que causan los golpes de las gotas de agua sobre el terreno; este efecto será más intenso cuanto menos protegido se encuentre el suelo. A esta disgregación le sucede el arrastre de las partículas del suelo y de nutrientes por escurrimiento superficial y/o la remoción en masa debido a la infiltración y saturación del terreno. Para analizar el papel erosivo de la precipitación pluvial es necesario tener en cuenta el volumen de precipitación anual así como sus fluctuaciones durante el año. Este último aspecto adquiere particular importancia, especialmente en zonas áridas y semiáridas con lluvias ocasionales intensas, las que causan fenómenos erosivos intensos. La pérdida de suelo por erosión guarda correlación con la intensidad de la precipitación, cantidad de lluvia y la frecuencia con que ocurren.

#### *Suelos*

Es un factor de erosión pasivo y se refiere a la naturaleza de los materiales superficiales y a sus propiedades físicas y químicas, en base a las cuales oponen variada resistencia a los elementos erosivos del clima. Algunos materiales son altamente susceptibles y pueden sufrir profundas modificaciones en su estructura y composición; otros, por el contrario, son bastante resistentes a la erosión. Están constituidas por depósitos de materiales heterogéneos y heterométricos provenientes de otras formaciones superficiales no compactas o también de

formaciones líticas cuyo agente de transporte es el agua, la gravedad, el hielo y/o el viento. La susceptibilidad a la erosión de estos materiales está en relación con sus propiedades físicas y químicas. Entre las físicas se puede mencionar a la textura, la estructura y la porosidad; entre las químicas al tipo de cationes, al contenido de materia orgánica, etc.

### *Relieve*

Este factor de erosión está conformado por todos aquellos caracteres morfométricos de la superficie terrestre como son el grado de inclinación o pendiente, la longitud de la vertiente o ladera y la forma del terreno. Estos caracteres en conjunto, constituyen los rasgos fisiográficos del relieve, resultado del proceso de erosión producido por los diferentes agentes, en materiales preexistentes.

En términos generales se puede afirmar que, a mayor pendiente, mayor es el riesgo de erosión. Igualmente, dentro de una misma pendiente, la longitud de la ladera tiene implicancias en la erosión, ya que influye en la velocidad, energía y volumen del agua de escorrentía.

### *Cobertura Vegetal*

Se refiere a la vegetación que cubre el terreno, su naturaleza, su conformación y sobre todo, su densidad, esta última, de gran incidencia en la disminución de la intensidad de la erosión. La acción atenuante de la vegetación se realiza bajo las siguientes formas:

- Interceptando las gotas de lluvia y disminuyendo la fuerza de impacto.
- Disminuyendo la velocidad de escurrimiento y la acción incisiva del agua.
- Mejorando la estructura y porosidad del suelo por efecto de las raíces y la actividad microbiana.

### **Mapas temáticos**

La metodología utilizada se fundamenta en una combinación, tanto del análisis cuantitativo como cualitativo, donde los indicadores físicos que intervienen han sido cuantificados y ponderados según su intensidad e importancia. Estos han sido agrupados en cinco mapas temáticos, que abarcan las principales variables de la fórmula del RUSLE, agregándose un campo nuevo a la ponderación:

- 1) Factor lluvia (precipitación media anual).
- 2) Factor erodabilidad del suelo (textura).
- 3) Factor relieve (pendientes).
- 4) Factor cubierta vegetal (vegetación).

La adaptación de la fórmula del RUSLE para este estudio para generar el mapa de peligro por erosión, es la siguiente:

$$A = R * K * (L * S) * C$$

*A*, indica el nivel de peligro establecido, el cual puede variar de 0 a 1.

*R*, es el factor lluvia, dado por la precipitación media anual (en mm) y normalizado con respecto al valor máximo, para que dicho mapa varíe de 0 a 1.

*K*, es el factor de erosionabilidad del suelo. Aquí se considera la textura de los suelos observados en el área de estudio. Las texturas que se consideran se refieren al tamaño de grano (textura gruesa, media, fina). Lo esencial es que los suelos de textura gruesa (arena franca o arena) son más susceptibles a ser erosionados que los suelos de textura fina (arcilla o arcillo limoso). Igualmente este factor es normalizado de 0 a 1.

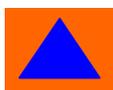


( $L * S$ ), factor relieve. Se consideró la pendiente como el factor principal que controla la erosión, esta variable se normalizó con respecto al valor máximo para que valore de 0 a 1. El valor de  $L$  se consideró igual a 1.

$C$ , factor cobertura de suelo. Este factor hace referencia a la cobertura vegetal. Para este caso, se consideró la distribución de la vegetación en la delegación y se realizó una reclasificación para reducir los grupos de cobertura vegetal y así agruparlos de acuerdo con su potencial influencia en la erosión. Este mapa también se normalizó para que los diferentes tipos de cobertura vegetal variasen de 0 a 1.

## Precipitación

Para generar el mapa de precipitación media anual histórica (Figura 5.26), se empleó la base de datos de precipitación SNM. El periodo considerado es de 1969 al año 2000. Se seleccionaron estaciones meteorológicas y a partir de los datos se generó una malla empleando un sistema de información geográfica, a fin de obtener los valores de la precipitación media anual para el periodo considerado. Dado que el análisis de la erosión es estático (no se refiere al transporte y depositación), se realizó un recorte del área a fin de tener todos los mapas con las mismas características y que abarcaran el área de estudio.



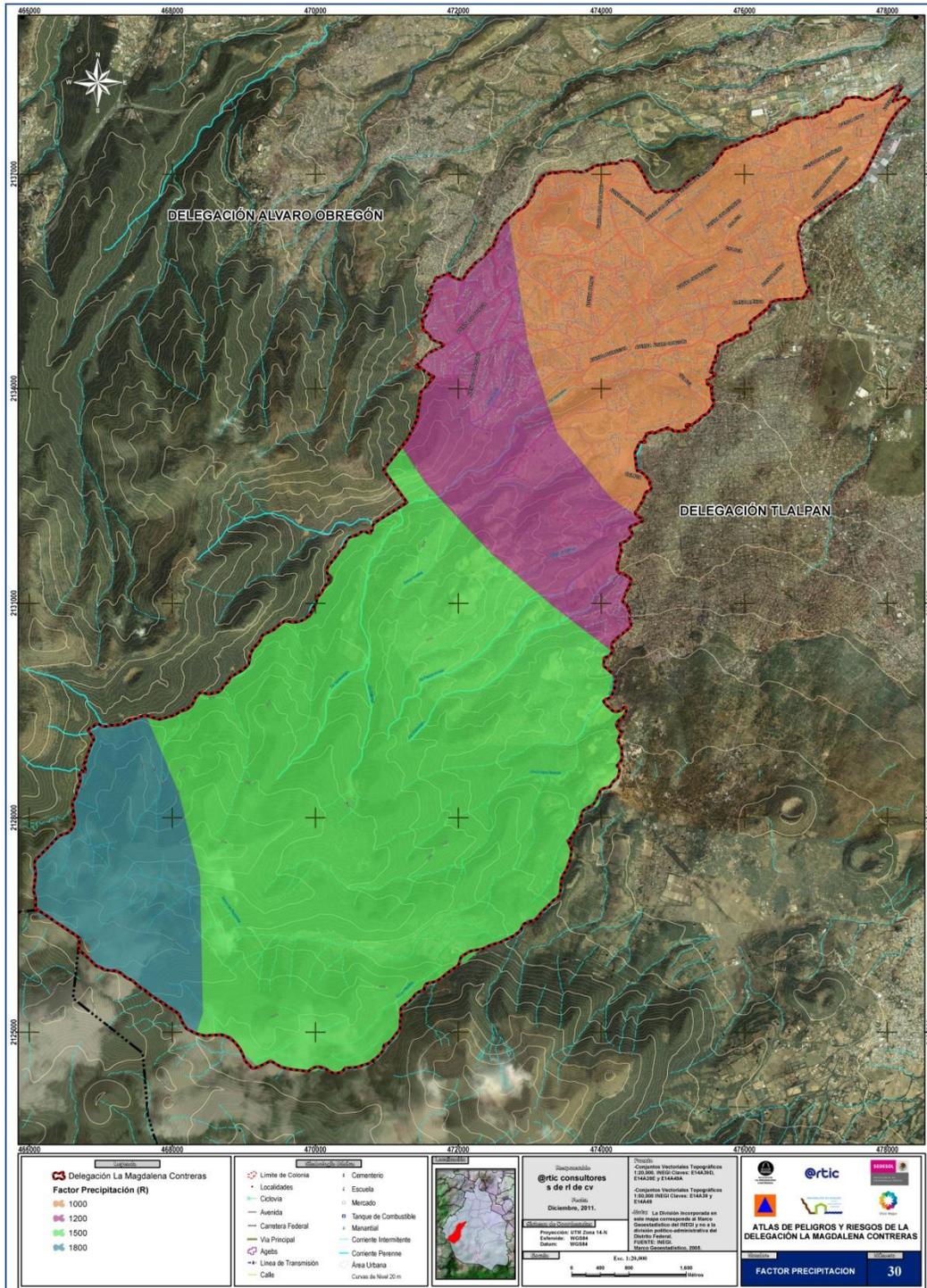


Figura 5.26 Mapa de factor precipitación.

## Textura del suelo

Para este mapa se empleó la información digital de INEGI referente a la edafología, escala 1:250,000 donde se consideró la textura del suelo. Los dos grandes grupos de textura fueron ponderados de acuerdo a su potencial erosivo. Con estas consideraciones se generó el mapa de textura del suelo (Figura 5.27), tomando como base del factor K los siguientes valores (Tabla 4.16):

Suelo (Textura)	Factor K
Gruesa	0.5
Media y Fina	1

Tabla 4.16. Tipo de textura del suelo y factor K asociado.

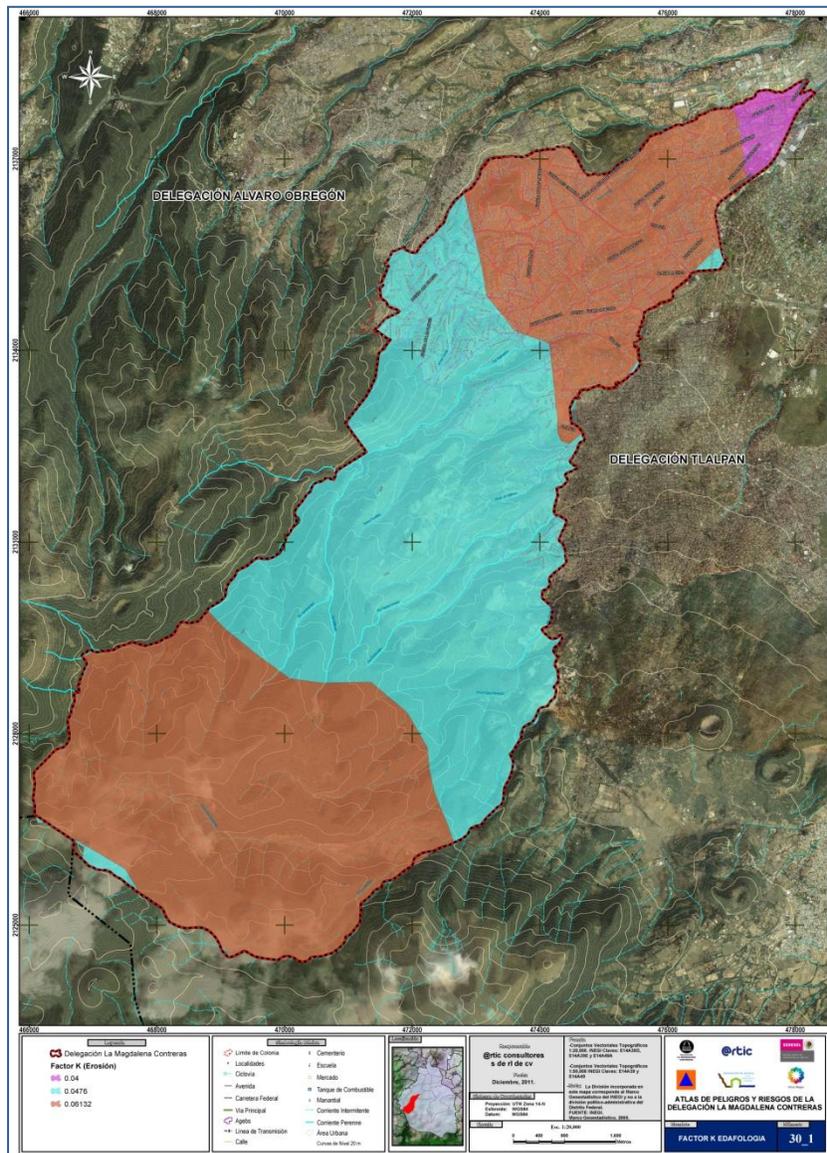


Figura 5.27 Mapa de factor textura



## Pendiente

La pendiente se considera uno de los factores principales para estimar la erosión, debido a que el material disgregado producto del golpeteo de las gotas de lluvia en el suelo es arrastrado a través de la pendiente, siendo así un condicionante de la erosión. Se asume que a mayor pendiente mayor propensión a la erosión. El mapa de pendientes se normalizó con respecto al valor máximo (Figura 5.28), para obtener así un mapa cuyos valores varíen de 0 a 1.

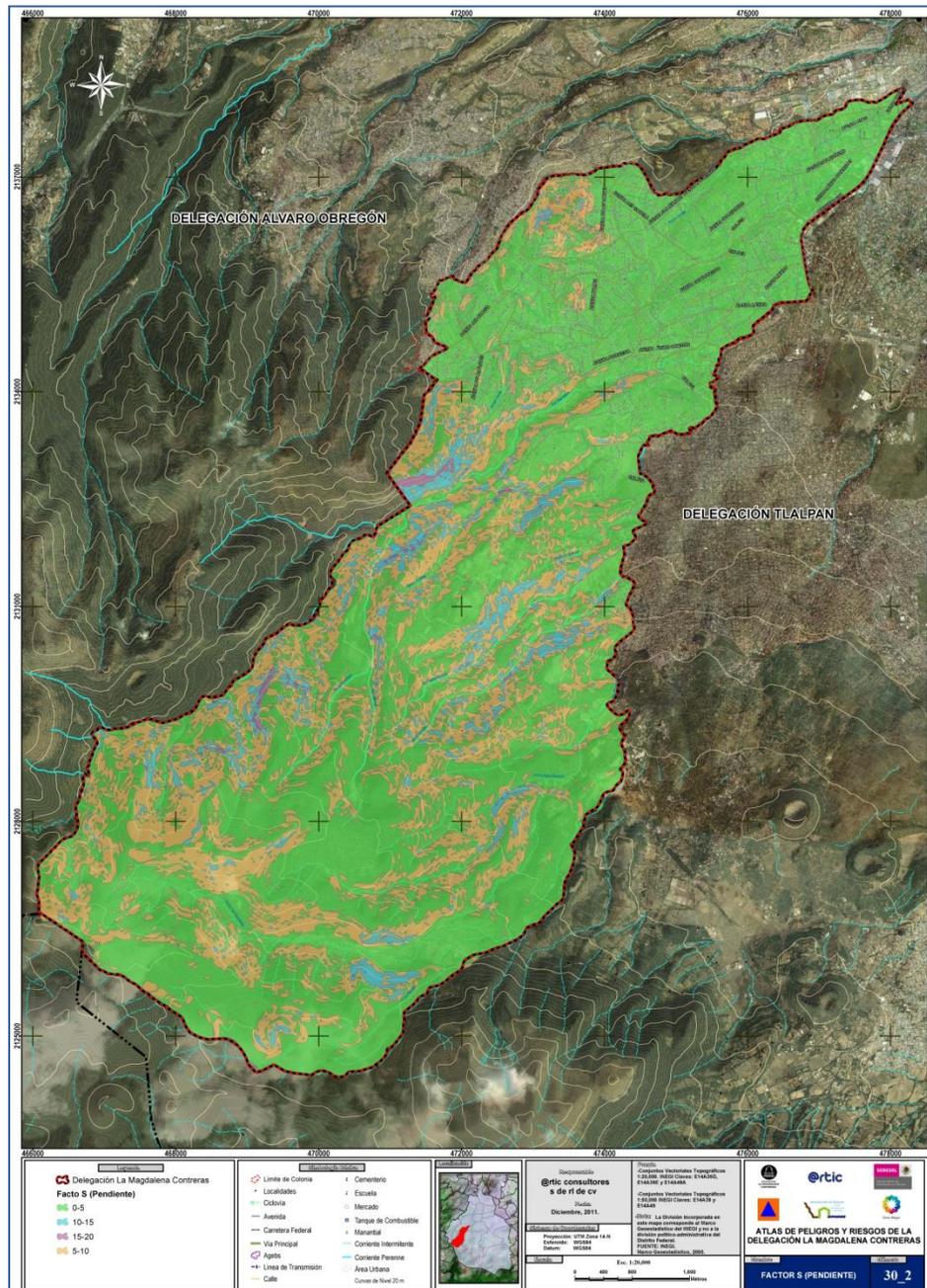


Figura 5.28 Mapa de factor pendiente



## Vegetación

A partir de la información digital de la cobertura vegetal INEGI, escala 1:250,000 se realizó un análisis del tipo de vegetación existente, la cual está agrupada de la siguiente forma:

- Bosque de Encino.
- Bosque de Oyamel.
- Bosque de Pino.
- Pastizal Inducido.
- No Aplica (no hay vegetación puesto que son zonas urbanizadas).

Se realizó una reclasificación de los diferentes tipos de vegetación para reducir el número de grupos, en función de sus características y efecto sobre la erosión (Figura 5.29). De esta manera, la vegetación asociada a los bosques se unió en un solo grupo, ya que sus efectos son benéficos en lo que se refiere a la retención del suelo.

El grupo del pastizal, abarca aquella vegetación dominada por las gramíneas o pastos, donde los arbustos y árboles son escasos, están dispersos y sólo se concentran en las márgenes de ríos y arroyos. La precipitación media anual para este tipo de vegetación, varía entre 300 a 600 mm, con 6 a 9 meses secos, con un clima seco estepario o desértico. Los valores de la cobertura vegetal y uso de suelo que se asignaron se muestran en la siguiente tabla 4.17:

Vegetación	Factor C
Pastizal	1
Bosque	0.6
No Aplica	0.3

**Tabla 4.17** Tipos de cobertura vegetal y factores asociados.

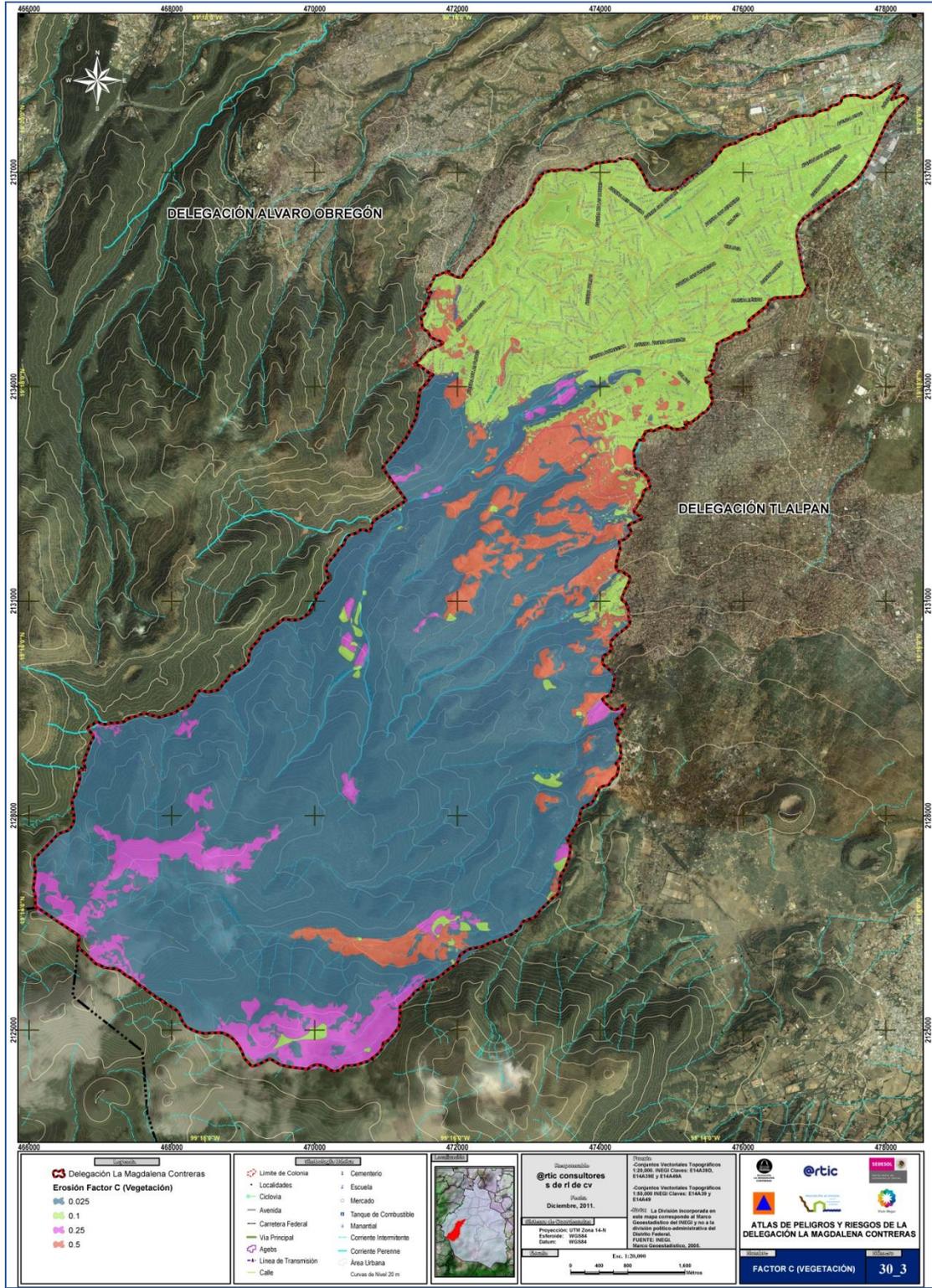


Figura 5.29 Mapa de factor vegetación



El mapa final de peligro por erosión contiene tanto la erosión laminar, como la producida por cambio de uso de suelo (zona urbana) y por arroyamiento, el cual se presenta en las Figuras 5.30

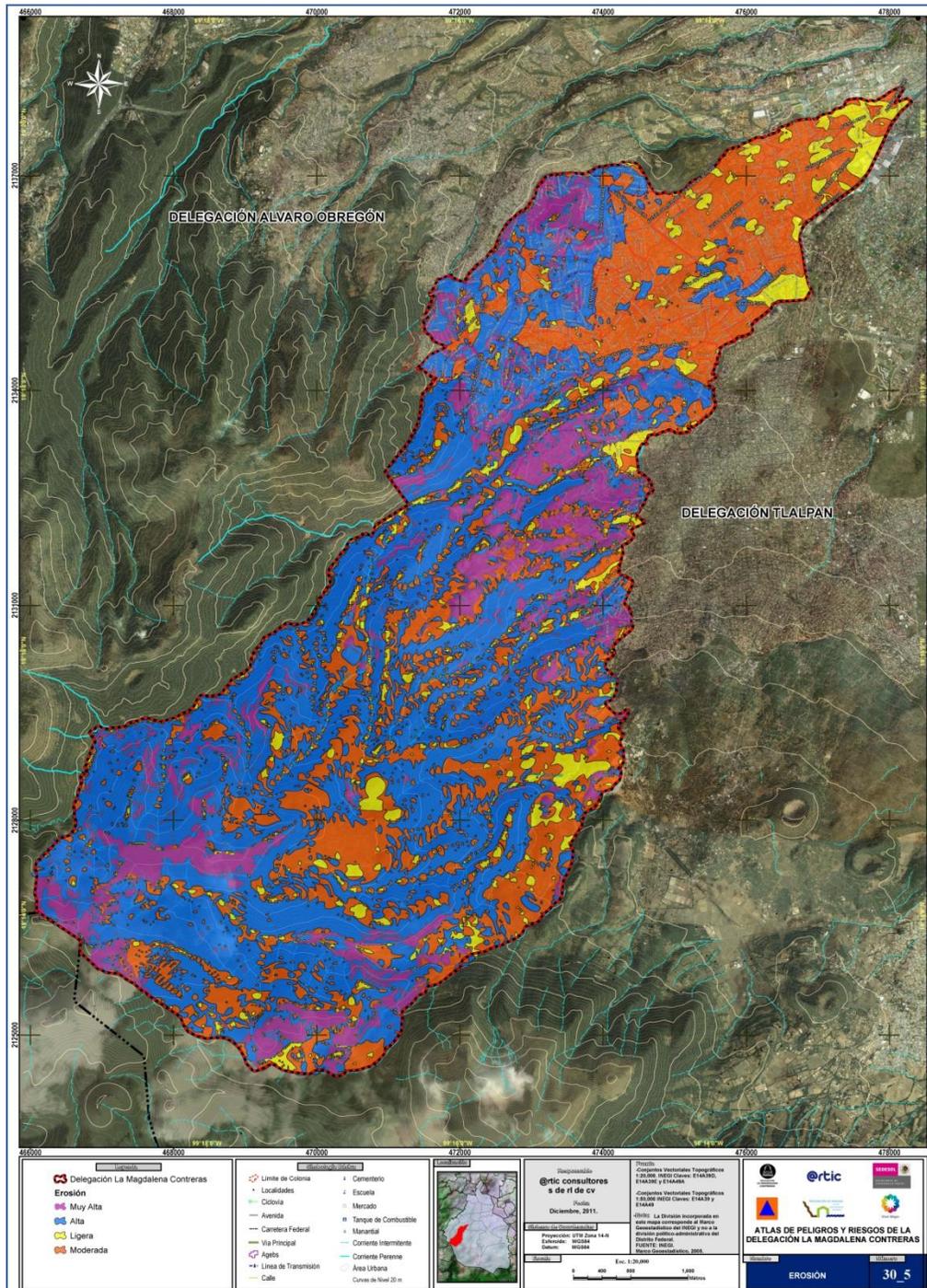


Figura 5.30 Mapa de Erosión

ORIGEN	FENÓMENO PERTURBADOR	PELIGRO					VULNERABILIDAD FÍSICA OBSERVADA/ EVIDENCIAS
		MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	MUY BAJO	
FENÓMENOS GEOLÓGICOS	Fallas y fracturas.						Existen asentamientos de tipo precario en las zonas altas. En ocasiones la influencia antrópica favorece procesos de inestabilidad en zonas fracturadas. / Las fallas se determinaron a partir del control estructural sobre los cauces, por la exposición de afloramientos rocosos con desniveles importantes y la presencia de indicadores cinemáticos.
	Sismos.						Los materiales de construcción en la delegación, varían desde concreto armado, hasta lámina y cartón, reflejando procesos de construcción social del riesgo mediante patrones de pobreza en ciertos sectores. Sin embargo, este fenómeno tiene poco impacto en la delegación debido al tipo de terreno.
	Tsunamis o maremotos.						Este fenómeno no tiene impacto en la zona de estudio.
	Vulcanismo.						Este fenómeno tiene bajo impacto en la zona de estudio, debido a condiciones altimétricas y de lejanía con respecto al principal foco de emisión, que sería el volcán Popocatepetl.
	Deslizamientos.						La vulnerabilidad física en los asentamientos evaluados a detalle refleja un alto grado de afectación por este fenómeno, siendo uno de los principales peligros en la delegación. La vulnerabilidad se manifiesta a través de deficiencias en los procedimientos constructivos, materiales de tipo precario (lámina, cartón, madera), la realización de cortes y excavaciones para ganarle terreno a la ladera o la conformación de taludes improvisados a base de costaleras. Asimismo, existen graves deficiencias en los sistemas hidráulicos, tanto de agua potable como de drenaje, por lo que constantemente existen fugas de agua que saturan los taludes, promoviendo la inestabilidad. / Las evidencias son cicatrices de deslizamientos recientes, árboles inclinados y caídos, obstrucción de cauces debido a remociones de material, viviendas con cimientos afectados por pérdida de soporte.
	Derrumbes.						La vulnerabilidad física en los asentamientos evaluados a detalle refleja un alto grado de afectación por este fenómeno, siendo uno de los principales peligros en la delegación. La vulnerabilidad se manifiesta a través de deficiencias en los procedimientos constructivos, materiales de tipo precario (lámina, cartón, madera), la realización de cortes y excavaciones para ganarle terreno a la ladera o la conformación de taludes improvisados a base de costaleras. Asimismo, existen graves deficiencias en los sistemas hidráulicos, tanto de agua potable como de drenaje, por lo que constantemente existen fugas de agua que saturan los taludes, promoviendo la inestabilidad. / Las evidencias son caídos al pie de los taludes, raíces creciendo entre las fracturas, cicatrices de bloques, presencia de escarpes rocosos y desniveles topográficos.
	Flujos.						La vulnerabilidad física en los asentamientos evaluados a detalle refleja un alto grado de afectación por este fenómeno, siendo uno de los principales peligros en la delegación. La vulnerabilidad se manifiesta a través de deficiencias en los procedimientos constructivos, materiales de tipo precario (lámina, cartón, madera), la realización de cortes y excavaciones para ganarle terreno a la ladera o la conformación de taludes improvisados a base de costaleras. Asimismo, existen graves deficiencias en los sistemas hidráulicos, tanto de agua potable como de drenaje, por lo que constantemente existen fugas de agua que saturan los taludes, promoviendo la inestabilidad. / Las evidencias son acumulaciones de material en el fondo de cauces y barrancas, obstrucción de cauces debido a traslado de material, taludes afectados por socavación lateral.
Erosión.						La vulnerabilidad se manifiesta por la precariedad de las construcciones, la ausencia de obras de conservación y retención del suelo. / Las evidencias consisten en que las zonas cóncavas son rellenadas constantemente debido al arrastre de material. Asimismo, la influencia antrópica es importante toda vez que existe deforestación, cortes en las laderas y creación de tiraderos de escombros.	

Tabla 5.1 Peligros y nivel de impacto en la delegación mencionando los indicadores de vulnerabilidad observados.

## 5.2 Identificación de peligros y fenómenos perturbadores de origen hidrometeorológico

### 5.2.1 Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)

Debido al tipo de fenómeno y a la ubicación geográfica de la Delegación La Magdalena Contreras, este peligro no impacta directamente a la zona de estudio.

### 5.2.2 Tormentas eléctricas

Una tormenta eléctrica es un fenómeno meteorológico caracterizado por la presencia de rayos y sus efectos sonoros en la atmósfera terrestre denominados truenos. El tipo de nubes meteorológicas que caracterizan a las tormentas eléctricas son las denominadas cumulonimbus. Las tormentas eléctricas generalmente están acompañadas por vientos fuertes, lluvia copiosa y a veces nieve, granizo, o bien sin ninguna precipitación. Las tormentas eléctricas fuertes o severas pueden rotar, en lo que se denomina superceldas. Mientras que la mayoría de las tormentas eléctricas se desplazan con la velocidad de desplazamiento promedio del viento en la capa de la tropósfera que ocupan, cortes de viento verticales pueden causar una desviación en su curso de desplazamiento en dirección perpendicular a la dirección de corte del viento. Los rayos que se generan pueden tornarse peligrosos y letales para el ser humano debido a que se alcanzan temperaturas cercanas a los 28 000 ° C, casi cinco veces la temperatura de la superficie del sol.

#### Clasificación de las Tormentas

Se dividen en dos tipos: ordinarias y severas. Las tormentas eléctricas ordinarias son comunes en verano y generalmente duran alrededor de una hora. Durante las tormentas eléctricas ordinarias, las nubes cumulonimbus pueden llegar a tener hasta 10-12 km de alto. A veces se presenta lluvia acompañada de granizo. A diferencia de las tormentas ordinarias, las severas son muy peligrosas pues son capaces de generar granizo de varios centímetros de diámetro, vientos fuertes, lluvia intensa y tornados. Pueden durar varias horas y las nubes cumulonimbus llegan a crecer hasta 18 km de altura.

Como se marca en el documento “Bases para la estandarización en la elaboración de Atlas de riesgos y catalogo de datos geográficos para representar el Riesgo”, se integró una base de datos de ocurrencia de tormentas eléctricas en las estaciones cercanas o de incidencia en el territorio de la delegación Magdalena Contreras.

Los registros de la ocurrencia de tormentas eléctricas son parte del banco de datos histórico nacional de Servicio Meteorológico Nacional (SMN) que se registran en la Red de estaciones que opera la misma dependencia, los mismos, se extrajeron por medio del programa denominado ERIC II (IMTA, 2006). Las estaciones que se tomaron como base para el presente análisis se muestran en la tabla, 5.2.

Clave	Nombre
9014	Col. Santa Úrsula Coapa
9020	Desv. Alta al Pedregal
9070	I.N.I.F.
15045	La Marquesa
15222	Coaxapa
15242	San Pedro Atlapulco

Tabla 5.2 Estaciones Climatológicas Analizadas

Se realizó un análisis de frecuencia sobre la ocurrencia del fenómeno en las estaciones circundantes e incidentes en el territorio delegacional y con esto, se determinó el número de eventos promedio anuales (Periodo de Análisis 1971-2000). Calculada la variable antes descrita se creó una malla raster mediante técnicas de Interpolación SIG (IDW) que representa los valores promedio de tormentas eléctricas en la delegación Magdalena Contreras. Los resultados se muestran en la Figura.5.31.

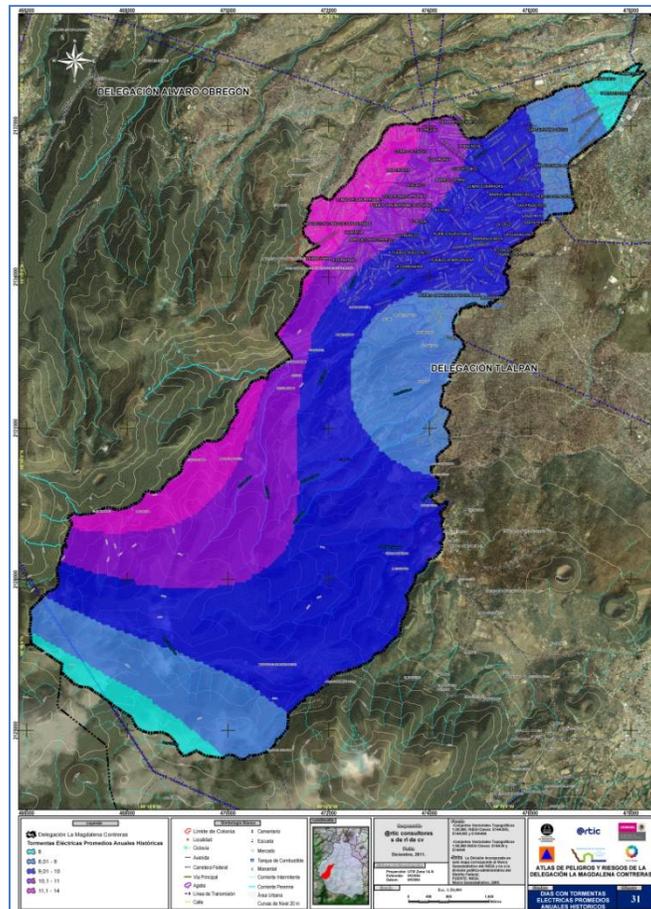


Figura 5.31 Tormentas Eléctricas promedio Anuales Históricas

Tomando las series anuales de días con tormenta en las estaciones base en el periodo de análisis, se ajustó una función de distribución de probabilidad, que para nuestras series fue el método Gumbel y finalmente se extrapolaron a periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 Años, Las mismas representarían el numero de eventos posibles por año asociados a los periodos de retorno ya mencionados. Los resultados de las interpolaciones se muestran a continuación de la figura 5.32 a la 5.36.

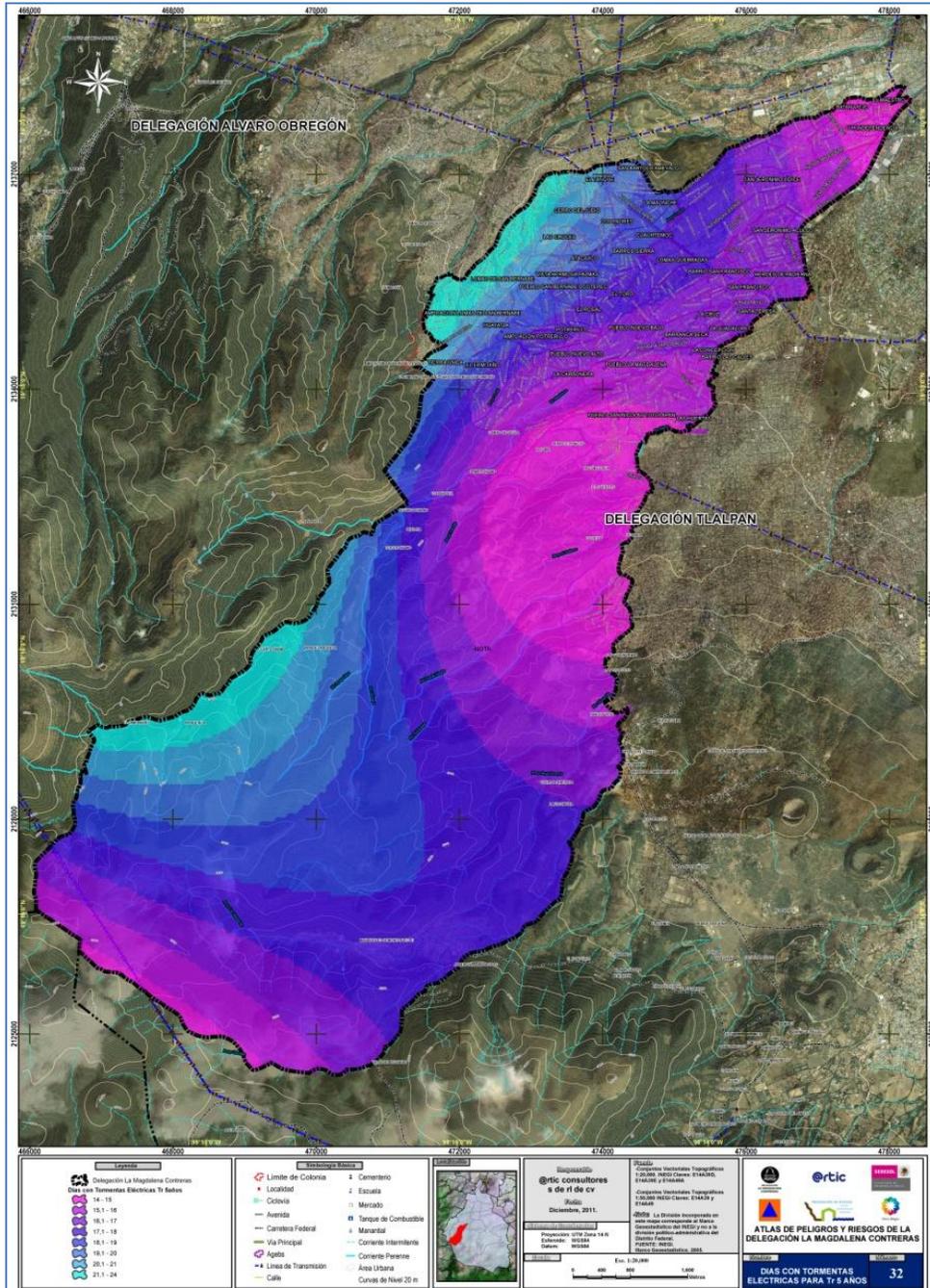


Figura 5.32 Número de días con Tormentas Eléctricas para Tr-5 años.



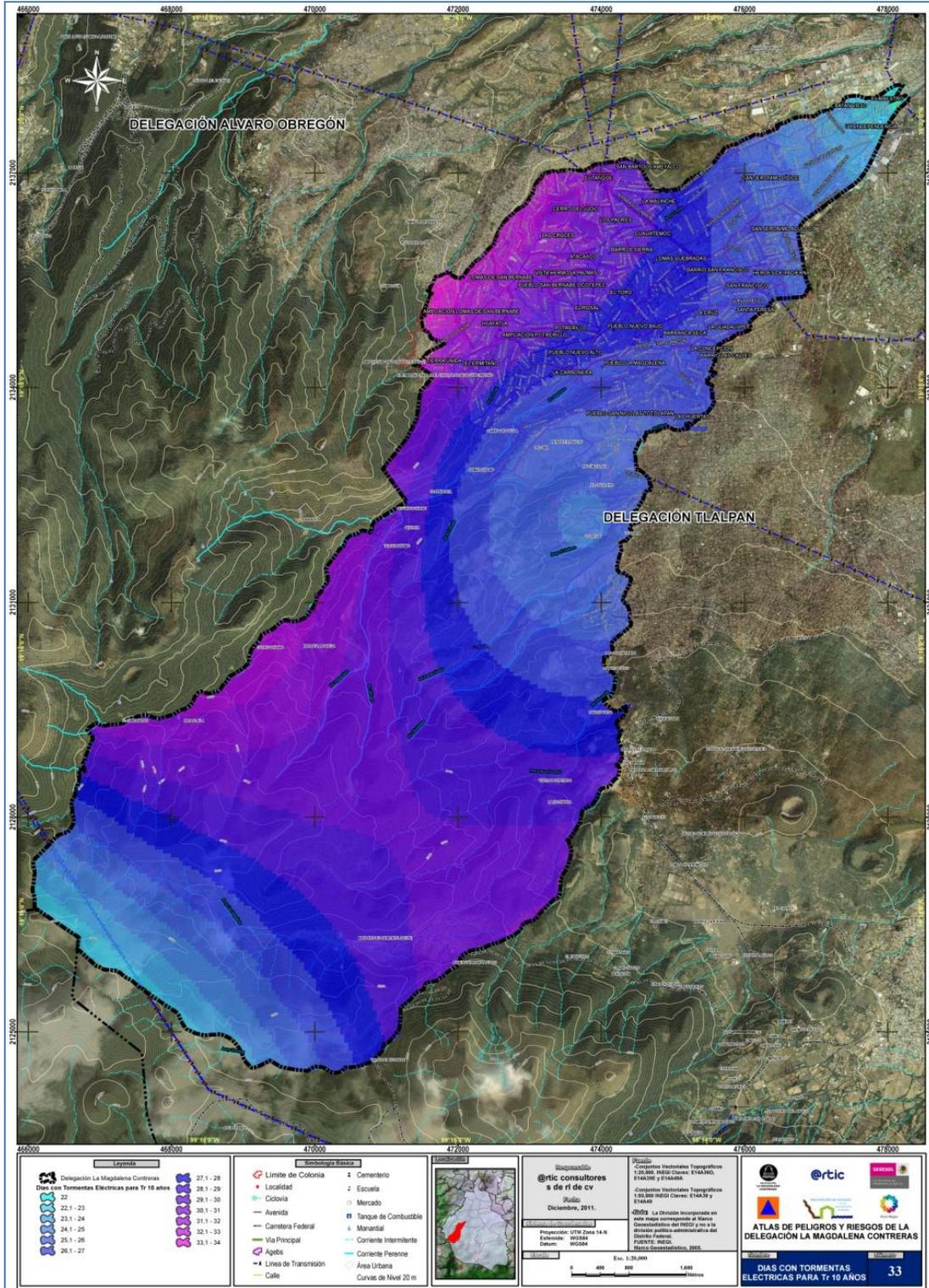


Figura 5.33 Número de días con Tormentas Eléctricas para Tr-10 años.

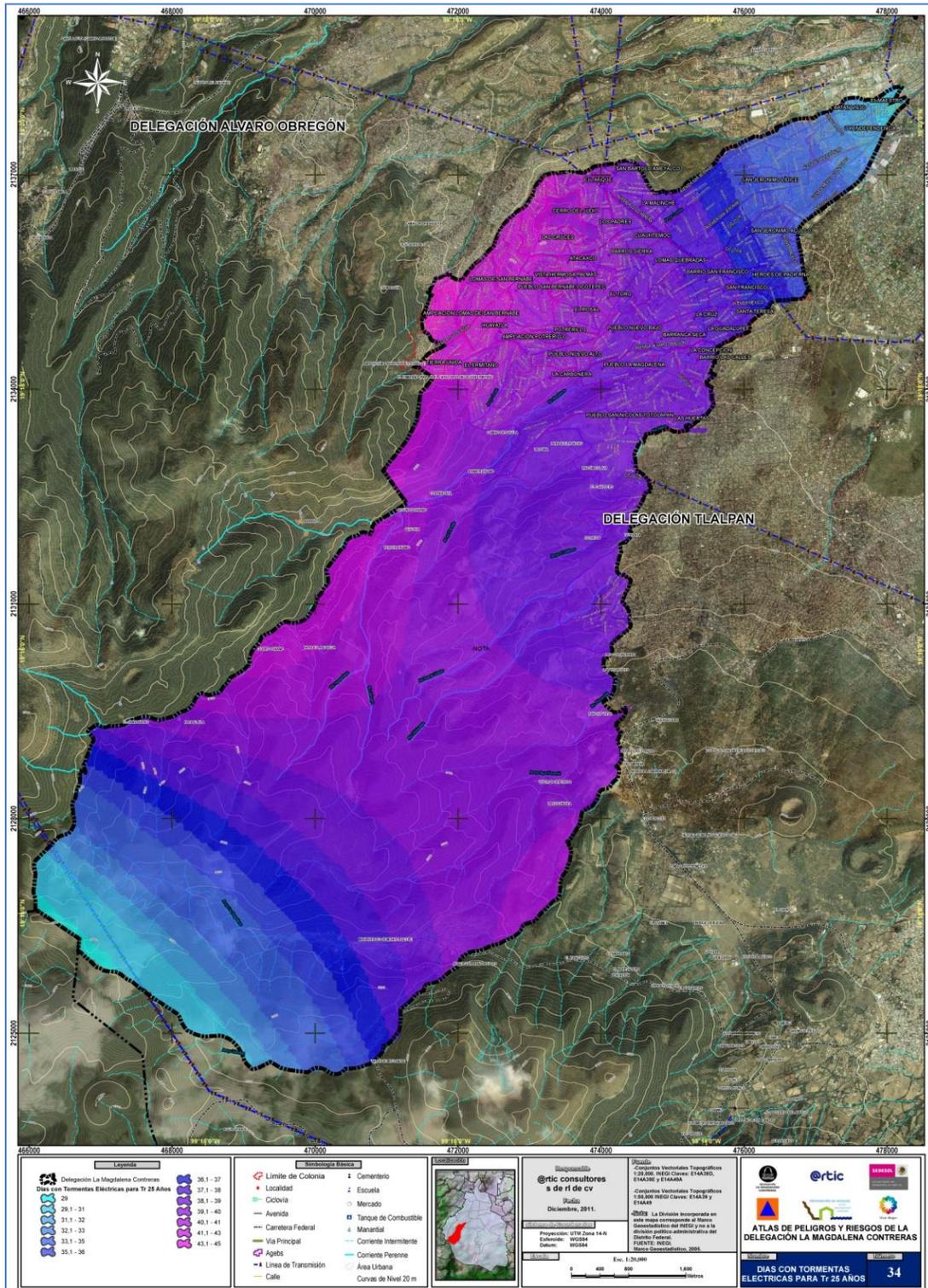


Figura 5.34 Número de días con Tormentas Eléctricas para Tr-25 años



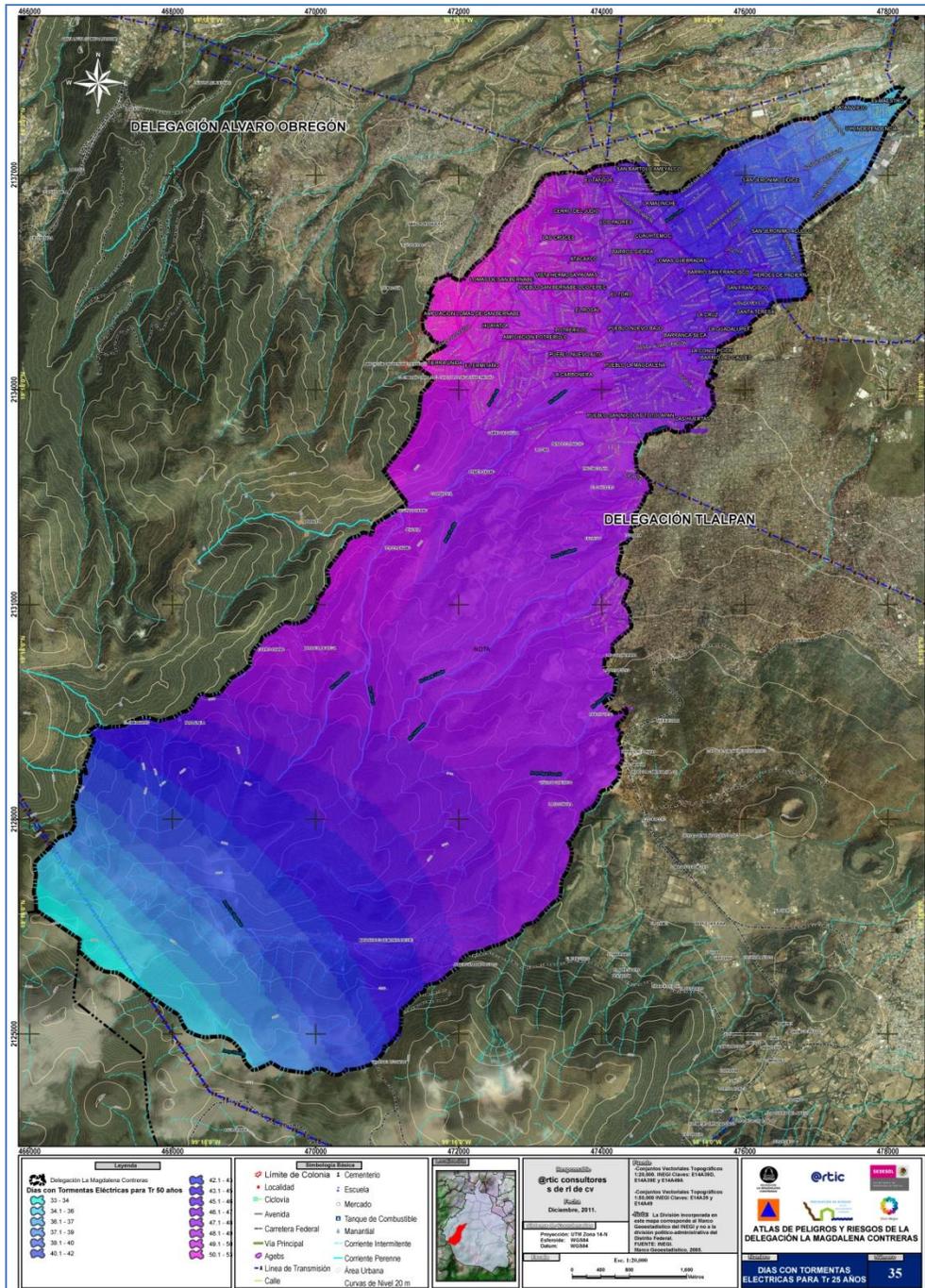


Figura 5.35 Número de días con Tormentas Eléctricas para Tr=50 años

Finalmente, a partir de los datos obtenidos con la extrapolación de la serie para los distintos Tr, se decidió que se tomarían las distribuciones geográficas derivadas de la malla de promedio de días con tormenta anuales histórica que se generó en primera instancia, y con esto se determinaron las zonas de Muy Bajo, Bajo, Medio y Alto



Peligro, ya que, a pesar de que el fenómeno es recurrente en la delegación, no se observa una frecuencia de gran magnitud del fenómeno en el territorio, de ahí la razón de no contemplar zonas de Muy Alto Peligro.

A continuación se muestra el Mapa final de Peligros por ocurrencia de tormentas eléctricas en la delegación.

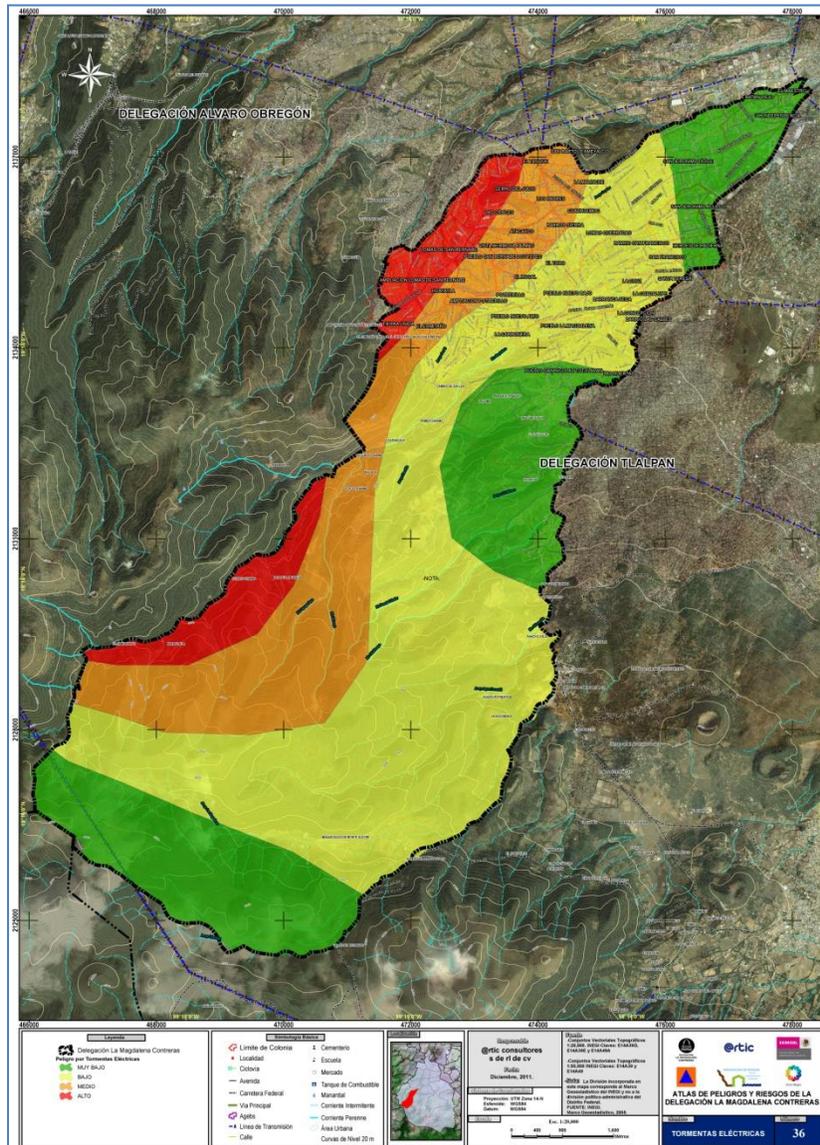
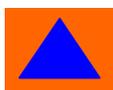


Figura 5.36 Mapa de Peligros por tormentas Eléctricas.

## Recomendaciones

- Monitorear este fenómeno para actualizar el registro histórico.
- Implementar pararrayos en las zonas turísticas y de infraestructura vital.



### 5.2.3 Sequías

Partiendo del hecho de que la definición de sequía es: “Una anomalía transitoria en la que la disponibilidad de agua se sitúa por debajo de los requerimientos estadísticos de un área geográfica dada, es decir, el agua no es suficiente para abastecer las necesidades de las plantas, los animales y los humanos”, tenemos que dichas condiciones naturales no se presentan en el área de estudio. Asimismo las condiciones climáticas presentes, la altura y demás rasgos bioclimáticos, se combinan para favorecer la ausencia de este fenómeno. De esta forma se puede decir que este peligro no impacta a la zona de estudio.

### 5.2.4 Temperaturas máximas extremas

El fenómeno de temperaturas máximas extremas implica un peligro para la salud de la población, debido a insolaciones, golpes de calor y otros efectos dañinos (Tabla 5.3). Igualmente afecta a zonas forestales o de cultivo, debido a que incrementa la propensión a que se generen incendios. La temperatura máxima puede referirse a la temperatura máxima registrada en un lugar durante mucho tiempo (denominada máxima absoluta), mientras que puede hacerse referencia a la temperatura máxima registrada en un día, un mes o en un año.

28 a 31°C	Incomodidad	La evapotranspiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.
31.1-33°C	Incomodidad extrema	La deshidratación se torna evidente. Las tolvaneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades.
33.1-35°C	Condición de estrés	Las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.
> 35°C	Límite superior de tolerancia	Se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.

Tabla 5.3 Efectos por altas temperatura.

Bajo condiciones normales las temperaturas máximas diarias se alcanzan en las primeras horas de la tarde. Las máximas mensuales suelen alcanzarse durante julio o agosto en la zona templada del hemisferio norte y en enero o febrero en el hemisferio sur. La tipificación de las áreas de Peligro en el territorio delegacional a causa de los efectos de las temperaturas máximas extremas obedece no sólo a dividir en percentiles el grueso de los datos obtenidos en un análisis estadístico de los registros, sino también a comparar los resultados obtenidos con otras zonas en el país. Relativamente las temperaturas máximas en la delegación no son tan altas.

Los registros de la ocurrencia de temperaturas máximas son parte del banco de datos histórico nacional de Servicio Meteorológico Nacional (SMN) que se registran en la Red de estaciones que opera la misma dependencia, los mismos, se extrajeron por medio del programa denominado ERIC II (IMTA, 2006). Las estaciones que se tomaron como base para el presente análisis se muestran en la siguiente tabla.

Clave	Nombre
9014	Col. Santa Úrsula Coapa
9020	Desv. Alta al Pedregal
9070	I.N.I.F.
15045	La Marquesa
15222	Coaxapa
15242	San Pedro Atlapulco

Tabla 5.4 Estaciones Climatológicas Analizadas

Determinadas las estaciones base, se realiza un análisis estadístico del acervo de datos en los que se determinan las temperaturas máximas anuales históricas en cada estación Base. Con los valores representativos calculados se interpola una malla raster por medio de herramientas SIG.

Dicha malla representa los valores de temperaturas máximas promedio registradas en la delegación (Teóricamente) para el periodo de análisis (1971-2000), puntualmente las isoclinas que unieran valores con una misma temperatura dentro de la malla representarían las Isotermas Máximas Históricas en la delegación.

Calculadas las Isotermas se tipifican las zonas de Intensidad del peligro, el mapa de peligros se presenta en la siguiente Figura 5.37.

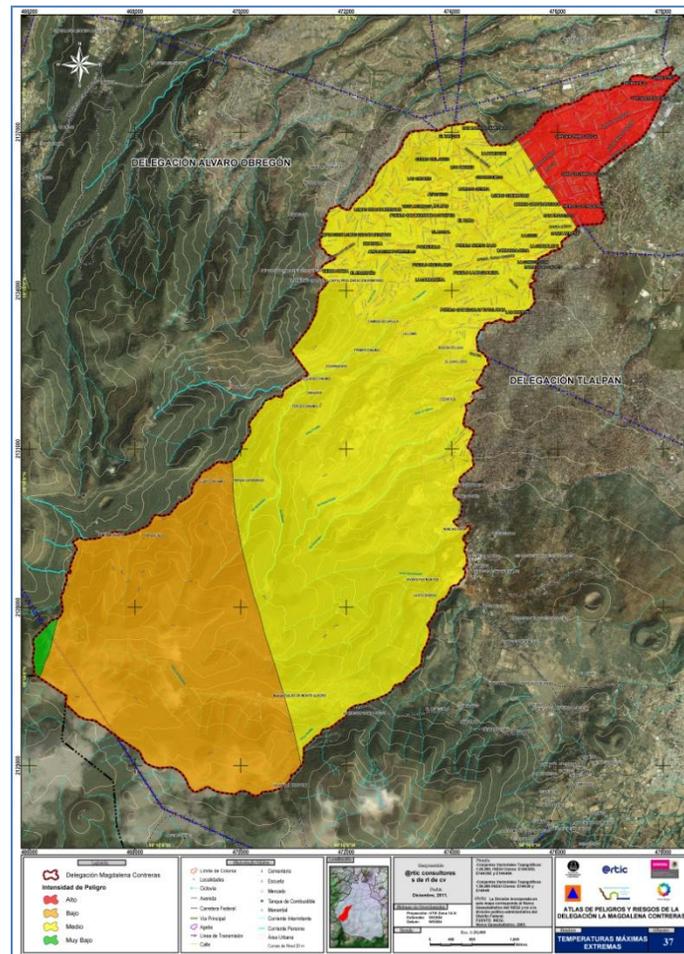


Figura 5.3719 Mapa de Peligros por Temperaturas Máximas Extremas.

## Recomendaciones

- Limitar la exposición al sol, permanecer en lugares protegidos el mayor tiempo posible y manteniéndolos bien ventilados.
- Evitar cambios bruscos de temperatura.
- Tomar comidas ligeras y regulares, bebidas y alimentos ricos en agua y sales minerales, como las frutas y hortalizas, para evitar deshidrataciones.
- Evitar ejercicios físicos prolongados en las horas centrales del día.

### 5.2.5 Vientos Fuertes

El viento es una corriente de aire que se desplaza horizontalmente, originada por el desigual calentamiento de las masas de aire en las diversas regiones de la atmósfera (SEDESOL, 2011). Su efecto en zonas urbanas generalmente se traduce en caída de árboles, espectaculares así como daños al cableado eléctrico y de transporte, entre las principales afectaciones.

El análisis del peligro por viento en La delegación Magdalena Contreras se basó en los datos de velocidad registrados en las estaciones de la “Red de Meteorología y Radiación Solar” que es parte del “Sistema de



Monitoreo Atmosférico” del Distrito Federal. Dicha red de medición consta de 17 estaciones localizadas en el valle de México y tiene un acervo de datos desde el año 1986 hasta el mes de septiembre del año del 2011. Otro dato importante que se debe de puntualizar es que sus mediciones son en intervalos de una hora y esto nos brinda la posibilidad de hacer un análisis mucho más detallado del comportamiento del viento en la Delegación La Magdalena Contreras.

Estación	Longitud Oeste	Latitud Norte
HAN	99.08	19.44
VIF	99.10	19.66
CUA	99.30	19.36
TPN	99.18	19.26
CHA	98.90	19.46
TAH	99.01	19.25
IMP	99.15	19.49
SUR	99.15	19.31
SAG	99.03	19.53
TLA	99.20	19.53
XAL	99.08	19.53
MER	99.12	19.42
PED	99.20	19.32
CES	99.07	19.34
PLA	99.20	19.37
TAC	99.20	19.46
EAC	99.24	19.48

Tabla 5.5 Red de Estaciones REDMET

Dadas las estaciones se escogieron las que incidían o estaban cercanas a la zona de estudio, a continuación se muestran las estaciones base del análisis.

Estación	Longitud Oeste	Latitud Norte
CUA	99.30	19.36
TPN	99.18	19.26
SUR	99.15	19.31
PED	99.20	19.32
PLA	99.20	19.37

Tabla 5.6 Estaciones Base

De la misma manera que hablamos de isobaras e isotermas cuando nos referimos a campos de presión atmosférica y de temperaturas respectivamente, introducimos el término isotaca cuando analizamos un cierto campo de vientos. Así una línea de isotacas es aquella que une puntos encima de un mapa que comparten los mismos valores de velocidad de viento, sin determinar de qué dirección están soplando.

Puntualmente el peligro por vientos, se determinará analizando la magnitud de los vientos que ocurren en la zona de estudio, primeramente se deben de generar las Isotacas y después clasificar las zonas de peligro.

Se generaron las Isotacas analizando los valores máximos horarios diarios de viento, después se obtuvieron los valores promedio mensuales y finalmente el promedio anual. Entonces se contó con series de datos para el periodo de 1986 al 2011 en las estaciones base que representarían los valores de velocidad máxima promedio anual histórica (en Km/Hr), consecuentemente con la técnica de interpolación SIG “Kriging” se determinaron las Isotacas en la Delegación. Finalmente se clasificaron las zonas de peligro por vientos fuertes en la delegación tomando como parámetro la magnitud de las Isotacas. Figura 5.38



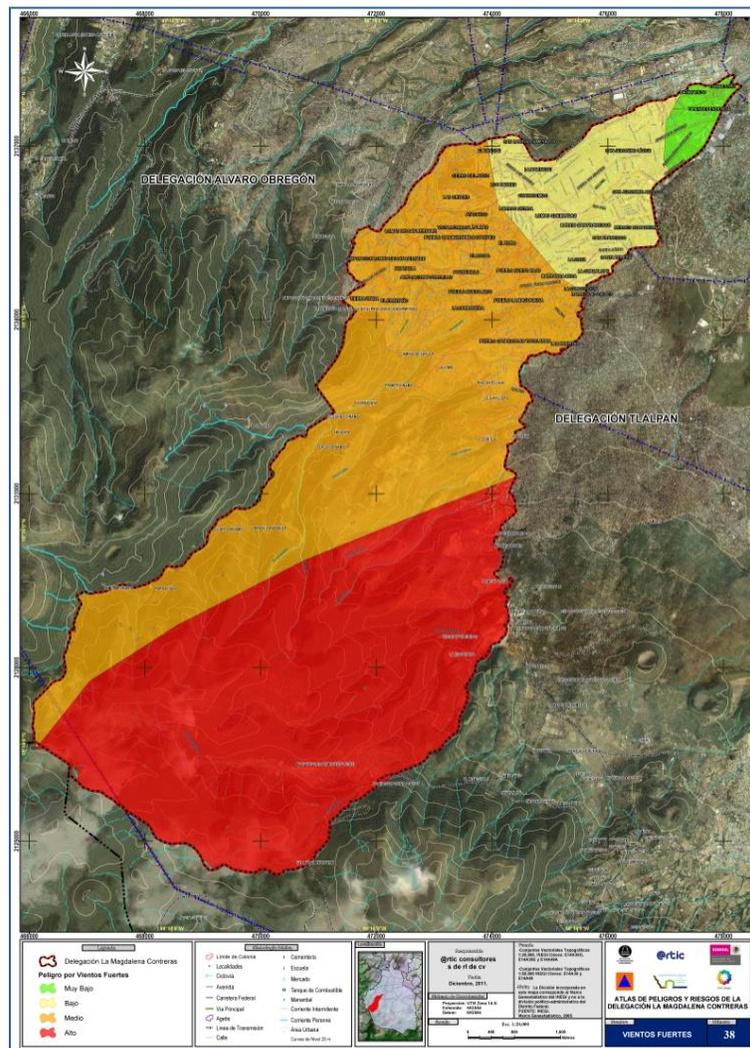
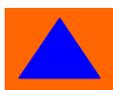


Figura 5.38 Mapa de Peligros por Vientos Fuertes.

## Recomendaciones

- Procurar cerrar puertas y ventanas, retirar del exterior objetos que puedan ser arrancados por el viento y producir accidentes (macetas, ropa de tendedores etc.).
- Evaluar las condiciones de los anuncios espectaculares, publicidad, andamiajes, etc. situados en la vía pública.
- Bajar o retirar los toldos no afianzados que se encuentren dispuestos en la vía pública por los establecimientos comerciales.
- Los responsables de andamiajes, vallas de obra, e instalaciones provisionales, adoptarán las medidas oportunas para asegurar dichas instalaciones.
- Evitar estar cerca de cornisas, muros o árboles durante estos eventos.



### 5.2.6 Inundaciones

Una inundación es un flujo o escurrimiento de agua que se origina por lluvias, desbordamiento de ríos, rompimiento de presas y otros casos, que generan grandes cantidades de agua, agravado por la deficiencia de la capacidad de drenaje, acumulación de basura y condiciones topográficas de una zona o región que ponen en peligro la vida, las actividades humanas, los bienes y los servicios (SEDESOL, 2011).

Entre los factores importantes que condicionan a las inundaciones están la distribución espacial de la lluvia, la topografía, las características físicas de los arroyos y ríos, las formas y longitudes de los cauces, el tipo de suelo, la pendiente del terreno, la cobertura vegetal, el uso del suelo, ubicación de presas y las elevaciones de los bordos de los ríos. En ocasiones, el crecimiento de la mancha poblacional en la Ciudad de México y específicamente en la Delegación La Magdalena Contreras ha ocasionado que se ocupen zonas de cauces, barrancas y llanuras de inundación, lo que puede causar afectaciones a la infraestructura y a la población en general.

Con respecto al análisis de peligro por inundaciones para la delegación la magdalena contreras, se pudieron identificar 30 sitios donde se puede dar inundaciones, lo anterior, dado que son sitios planos o bajos donde convergen avenidas, calles principales, también sitios donde se acumula o de dirigen las aguas pluviales excedentes a los ríos que corren y cruzan por la zona urbana de esta delegación.

Asimismo, las zonas determinadas con peligro de inundación, están definidas por la trayectoria de las corrientes perennes que se originan en la zona montañosa de esta delegación y corren por la zona urbana con el peligro de causar inundaciones en las zonas cercanas o inmediatas a éstas corrientes, el nivel de peligro para estas zonas, está determinado principalmente por la poca pendiente que hay entre el cauce de éstas corrientes y la zona urbana, principalmente en zonas bajas, cruces de calle y pasos a desnivel. El nivel de peligro aumenta en relación al desnivel que pueda existir entre el nivel máximo del agua que corre por el cauce del río y la zona urbana o la infraestructura presente.

El mapa de inundación, es elaborado a partir de los siguientes pasos:

- Calcular el régimen de escurrimientos en los arroyos que confluyen en el área de la delegación.
- Determinar las curvas Precipitación-Duración-Periodo de retorno (P-D-Tr) y las curvas de Intensidad-Duración-Periodo de retorno (I-D-Tr) de las estaciones base con influencia en las cuencas tributarias a los sitios de análisis.
- Estimar las manchas de Inundación pluvial y fluvial en la delegación, así como tipificarlas con un nivel de peligro según los resultados de los análisis que se realicen.

## Cuencas

La Unidad básica de un análisis hidrológico es la cuenca, la cual se define como el área tributaria a un punto en el cual todos los escurrimientos van a dar una salida (Aparicio, 1989).

En el presente análisis se identificaron diversas corrientes en la delegación, las cuales fluyen en su totalidad de manera general de Suroeste a Noreste. Se decidió modelar 20 tramos de corrientes fluviales y por consiguiente, se trazaron 20 cuencas a estos puntos de análisis. Figura 5.39



Figura 5.39 Cuencas tributarias a los sitios de análisis en la delegación.

### Características de las cuencas

El Distrito Federal es una zona en la que se suelen presentar fenómenos pluviales de gran intensidad y de comportamiento conectivo, tal descripción se ajusta a las condiciones de la delegación objeto de este análisis. Las corrientes que cruzan el área de la delegación son parte de la cuenca del valle de México, que a su vez es parte de la región Hidrológica del Pánuco. Figura 40



Figura 5.40 Región Hidrológica “Pánuco”.

## Datos fisiográficos de las cuencas

Los métodos semi-empíricos de estimación hidrológica requieren características fisiográficas de la cuenca para la obtención de gastos de escurrimiento. Tales características fisiográficas son: El Área en proyección horizontal de la cuenca, la longitud del cauce principal y la pendiente media del cauce principal

Como se menciona anteriormente, se identificaron tramos en donde los arroyos se modelaran, para cada punto se trazo su cuenca tributaria, dando un total de 20, las cuales se numeraron para identificarlas.

## Área de las cuencas

El área de las cuencas tributarias a cada tramo de análisis se muestra en la siguiente tabla, 5.7:

Cuenca	Área km2	Cuenca	Área km2
1	1.051640	11	0.023309
2	2.241460	12	0.008088
3	0.216506	13	0.026923
4	0.101929	14	0.041263
5	0.101802	15	0.031720
6	0.025117	16	6.290610
7	26.363700	17	6.639440
8	0.912989	18	0.143359
9	3.107670	19	1.789230
10	4.062300	20	7.700620

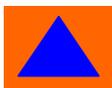
Tabla 5.7 Área de las cuencas.

## Longitud del Cauce Principal

La longitud de los cauces principales se presenta en la siguiente tabla, 5.8:

Corriente principal	Longitud m	Corriente principal	Longitud m
1	2061.84	11	275.95
2	2434.80	12	125.20
3	918.85	13	215.80
4	469.44	14	399.62
5	648.97	15	341.70
6	335.89	16	6345.53
7	11828.90	17	7900.34
8	2171.46	18	819.87
9	3391.82	19	3302.21
10	4210.33	20	6611.13

Tabla 5.8 Longitud de los cauces principales.



## Pendiente del Cauce Principal

Para el cálculo de la pendiente media del cauce se utiliza la expresión que divide al Delta  $\Delta Z$  entre la longitud en metros de la corriente principal. Se utiliza esta expresión a razón de la poca longitud de las corrientes así como de la poca variabilidad de  $\Delta Z$ .

$$S = \Delta z/L$$

Donde

S= Pendiente Media

$\Delta Z$ = Delta Z (metros)

L= Longitud del cauce (metros)

En la tabla, 5.9 siguiente se muestra la pendiente media de cada cauce principal:

Corriente	Pendiente media	Corriente	Pendiente media
1	0.2493	11	0.1993
2	0.2316	12	0.2157
3	0.3776	13	0.1390
4	0.1001	14	0.0601
5	0.3590	15	0.6585
6	0.5210	16	0.0580
7	0.0963	17	0.1166
8	0.2072	18	0.2074
9	0.1934	19	0.1908
10	0.1746	20	0.1201

Tabla 5.9 Pendiente media de las corrientes principales.

## Análisis hidrológico de las cuencas

Uno de los datos fundamentales con los que se debe contar para proyectar algún asentamiento humano es el régimen de avenidas máximas extraordinarias asociadas a un cierto periodo de retorno en las corrientes cercanas o que fluyen dentro del proyecto, el mismo, está en función del costo del proyecto y la magnitud asumida de riesgo por alguna falla.

En términos globales y en este caso, delegacionales, se asientan los resultados de estos análisis como base para la atención y mitigación de peligro por avenidas.

### Análisis Hidroclimatológico

Se realizó un análisis estadístico de la información de los registros pluviométricos de las estaciones climatológicas más cercanas a la delegación, para tener una base significativa al estimar las curvas de intensidad,



duración y periodo de retorno en las cuencas de análisis. Para esto, se integró una base de datos hidroclimatológicos debidamente actualizada, para lo cual se utilizó la información obtenida en la base de datos ERIC III editado por el IMTA en el año 2007.

Se ubicaron 16 estaciones climatológicas que inciden dentro o muy cercanas a las cuencas de estudio. Sin embargo, se eligieron a 6 de estas como “Estaciones Base”, las restantes 10 estaciones se eliminaron por su cercanía una de otra y/o por contar con poca información. Para los análisis se utilizó el periodo de 1973-2002 en las estaciones base, en la siguiente tabla, 5.10 se muestran dichas estaciones.

Estación	Nombre	Longitud	Latitud	Altitud
9014	COL. SANTA URSULA COAPA	-99.117	19.300	0.000
9020	DESV. ALTA AL PEDREGAL	-99.250	19.283	2918.000
9041	SAN FCO. TLALNE.(XOCHI)	-99.117	19.200	0.000
9070	COYOACAN I.N.I.F.,COYOC.	-99.167	19.383	0.000
15045	LA MARQUESA, LERMA	-99.330	19.339	3030.000
15242	SAN PEDRO ATLAPULCO,	-99.383	19.233	2950.000

Tabla 5.10 Estaciones climatológicas base.

### Cálculo y ampliación de los datos

Partiendo de la base de datos pluviométricos integrada, se identifico la necesidad de ampliación de los datos, esto debido a que en años de registro los datos diarios eran insuficientes para conservar un intervalo de confianza razonable.

Los datos faltantes son estimados en base a los registros de las estaciones cercanas, en nuestro caso empleamos el criterio del U. S. National Weather Service.

### Método del U.S. National Weather Service

Este método considera que el dato faltante en una cierta estación “A”, puede ser estimado en base a los datos observados en las estaciones circundantes. El método puede ser aplicado para estimar valores diarios, mensuales o anuales faltantes. Este método consiste en ponderar los valores observados en una cantidad W, igual al recíproco del cuadrado de la distancia (D) entre cada estación vecina y la estación A. La lluvia Px será igual a:

$$P_x = \frac{\sum (P_i * W_i)}{\sum W_i}$$

$P_i$ =Precipitación observada para la fecha de la estación faltante, en las estaciones auxiliares circundantes, en mm (como mínimo 2mm).

$W_i=(1/D_i^2)$ , siendo  $D_i$  la distancia entre cada estación circundante y la estación incompleta en km.

Las estaciones climatológicas se agruparon por su elevación con respecto al nivel medio del mar en zona alta, zona media y zona baja, para estar en posibilidades de correlacionar los grupos de estaciones y complementar la

información faltante. Completados los datos, el valor máximo acumulado diario anual se multiplica por 1.13 para estimar el valor máximo diario anual (Weiss, 1964).

### Construcción de Curvas I-D-Tr

Las curvas I-D-Tr representan una forma conjunta de las tres variables con las cuales se define la lluvia: la relación de la magnitud (intensidad), duración y periodo de retorno. Estas curvas son un elemento básico en el cálculo de las avenidas de diseño, las cuales a su vez se utilizan en el dimensionamiento de estructuras hidráulicas tales como: puentes, alcantarillas, bordos, presas, drenajes pluviales urbanos, canales y determinación de los niveles de inundación en las márgenes de ríos, por mencionar solo algunas.

Los registros de lluvias de corta duración son escasos en México; sin embargo, los de lluvias máximas diarias cuentan con una gran densidad de periodos de registro aceptables, por lo cual, la lluvia con una duración de una hora y un periodo de retorno de dos años, se podrá estimar con una relación a la de 24 horas con igual periodo de retorno.

### Distribución de probabilidades

Para el cálculo de las lluvias para diferentes periodos de retorno se eligieron las funciones de probabilidad comúnmente usadas en Hidrología Aplicada, las cuales son:

Normal

Log-normal

Gumbel

Gumbel para dos poblaciones

De las anteriores funciones, la Normal y Log-normal son generalmente apropiadas para variables aleatorias que cubren el rango de valores de los resultados positivos del experimento bajo análisis. Las funciones Gumbel se desarrollaron para el análisis de los valores extremos de dichos resultados que es el caso de nuestro sitio de estudio por la variabilidad de nuestros resultados debido al paso de meteoros climatológicos. La función Pearson III ocupa un lugar intermedio.

### Distribución Normal

La función de distribución de probabilidad está definida por la siguiente ecuación:

$$F(x) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\Pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

En donde la función F(x) se ha calculado numéricamente y se han publicado tablas de ella. En la tabla 5.2.6.5 se muestran los valores para esta función.

Partiendo de los datos de gasto máximo anual ordenados y obtenidos su probabilidad de no excedencia (P), se entra a la tabla, de donde se obtiene la variable estandarizada, cuya fórmula es:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$



Conocidas la media ( $\mu$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ), se tiene que ahora la incógnita es la variable  $x$ , que en este caso representa a la lluvia ajustada ( $H_p$  ajust.), por lo que la despejamos obteniendo:

$$H_{p_{ajus.}} = x = z\sigma + \mu$$

Para cada valor que tenemos de lluvia ( $X_i$ ), se obtiene su respectivo ajuste a la función de distribución de que se trate. Posteriormente, y con el propósito de comparar entre uno y otro ajuste de los datos a las distintas funciones de distribución, se empleará el método del error cuadrático, esto con el fin de seleccionar el ajuste de lluvias que acarree el mínimo error cuadrático. El error cuadrático se determina con la siguiente expresión:

$$E^2 = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - H_{p_{ajus}})^2}$$

A cada valor ajustado le corresponde un determinado período de retorno, pero para una obra en particular, esos valores ajustados no tienen el mismo valor de  $T_r$  años con el que se pretende diseñar dicha obra, por lo que el objetivo del ajuste probabilístico es determinar el valor de dicho evento (lluvia) en el período de años considerado.

Z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998
3.6	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999

Tabla 5.11 Valores función Normal, Spiegel (1987).

### Distribución Log-Normal

En esta función, los logaritmos naturales de la variable aleatoria se distribuyen normalmente. La función de distribución de probabilidad es:

$$F(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\Pi}} \frac{1}{x\beta} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln-\alpha}{\beta}\right)^2} dx$$



Donde  $\alpha$  y  $\beta$  son los parámetros de la distribución y son respectivamente la media y la desviación estándar de los logaritmos de la variable aleatoria. Se calculan con las expresiones:

$$\alpha = \sum_{i=1}^n \frac{\ln x_i}{n}$$

$$\beta = \left[ \sum_{i=1}^n \frac{(\ln x_i - \alpha)^2}{n} \right]^{1/2}$$

La variable estandarizada se calcula con la fórmula:

$$z = \frac{\ln x - \alpha}{\beta}$$

Conocidas  $\alpha$  y  $\beta$ , y determinando “z” de la Tabla 5.2.6.6, se tiene la expresión con la cual se calcula la precipitación para el período de retorno en particular de que se trate.



□	P R O B A B I L I D A D												
	0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.750	0.500	0.250	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	7.8794	6.6349	5.0239	3.8415	2.7055	1.3233	0.4549	0.1015	0.0158	0.0039	0.0010	0.0002	0.0000
2	10.5966	9.2103	7.3778	5.9915	4.6052	2.7726	1.3863	0.5754	0.2107	0.1026	0.0506	0.0201	0.0100
3	12.8382	11.3449	9.3484	7.8147	6.2514	4.1083	2.3660	1.2125	0.5844	0.3518	0.2158	0.1148	0.0717
4	14.8603	13.2767	11.1433	9.4877	7.7794	5.3853	3.3567	1.9226	1.0636	0.7107	0.4844	0.2971	0.2070
5	16.7496	15.0863	12.8325	11.0705	9.2364	6.6257	4.3515	2.6746	1.6103	1.1455	0.8312	0.5543	0.4117
6	18.5476	16.8119	14.4494	12.5916	10.6446	7.8408	5.3481	3.4546	2.2041	1.6354	1.2373	0.8721	0.6757
7	20.2777	18.4753	16.0128	14.0671	12.0170	9.0371	6.3458	4.2549	2.8331	2.1673	1.6899	1.2390	0.9893
8	21.9550	20.0902	17.5345	15.5073	13.3616	10.2189	7.3441	5.0706	3.4895	2.7326	2.1797	1.6465	1.3444
9	23.5894	21.6660	19.0228	16.9190	14.6837	11.3888	8.3428	5.8988	4.1682	3.3251	2.7004	2.0879	1.7349
10	25.1882	23.2093	20.4832	18.3070	15.9872	12.5489	9.3418	6.7372	4.8652	3.9403	3.2470	2.5582	2.1559
11	26.7568	24.7250	21.9200	19.6751	17.2750	13.7007	10.3410	7.5841	5.5778	4.5748	3.8157	3.0535	2.6032
12	28.2995	26.2170	23.3367	21.0261	18.5493	14.8454	11.3403	8.4384	6.3038	5.2260	4.4038	3.5706	3.0738
13	29.8195	27.6882	24.7356	22.3620	19.8119	15.9839	12.3398	9.2991	7.0415	5.8919	5.0088	4.1069	3.5650
14	31.3193	29.1412	26.1189	23.6848	21.0641	17.1169	13.3393	10.1653	7.7895	6.5706	5.6287	4.6604	4.0747
15	32.8013	30.5779	27.4884	24.9958	22.3071	18.2451	14.3389	11.0365	8.5468	7.2609	6.2621	5.2293	4.6009
16	34.2672	31.9999	28.8454	26.2962	23.5418	19.3689	15.3385	11.9122	9.3122	7.9616	6.9077	5.8122	5.1422
17	35.7185	33.4087	30.1910	27.5871	24.7690	20.4887	16.3382	12.7919	10.0852	8.6718	7.5642	6.4078	5.6972
18	37.1565	34.8053	31.5264	28.8693	25.9894	21.6049	17.3379	13.6753	10.8649	9.3905	8.2307	7.0149	6.2648
19	38.5823	36.1909	32.8523	30.1435	27.2036	22.7178	18.3377	14.5620	11.6509	10.1170	8.9065	7.6327	6.8440
20	39.9968	37.5662	34.1696	31.4104	28.4120	23.8277	19.3374	15.4518	12.4426	10.8508	9.5908	8.2604	7.4338
30	53.6720	50.8922	46.9792	43.7730	40.2560	34.7997	29.3360	24.4776	20.5992	18.4927	16.7908	14.9535	13.7867
40	66.7660	63.6907	59.3417	55.7585	51.8051	45.6160	39.3353	33.6603	29.0505	26.5093	24.4330	22.1643	20.7065
50	79.4900	76.1539	71.4202	67.5048	63.1671	56.3336	49.3349	42.9421	37.6886	34.7643	32.3574	29.7067	27.9907
60	91.9517	88.3794	83.2977	79.0819	74.3970	66.9815	59.3347	52.2938	46.4589	43.1880	40.4817	37.4849	35.5345
70	104.2149	100.4252	95.0232	90.5312	85.5270	77.5767	69.3345	61.6983	55.3289	51.7393	48.7576	45.4417	43.2752
80	116.3211	112.3288	106.6286	101.8795	96.5782	88.1303	79.3343	71.1445	64.2778	60.3915	57.1532	53.5401	51.1719
90	128.2989	124.1163	118.1359	113.1453	107.5650	98.6499	89.3342	80.6247	73.2911	69.1260	65.6466	61.7541	59.1963
100	140.1695	135.8067	129.5612	124.3421	118.4980	109.1412	99.3341	90.1332	82.3581	77.9295	74.2219	70.0649	67.3276

Tabla 5.12 Valores de “z”.

### Distribución Gumbel

Si se tienen N muestras, cada una de las cuales contiene n eventos y se selecciona el máximo x de los n eventos de cada muestra, a medida que n aumenta, la función de distribución de probabilidad de x tiende a:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

y su función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \alpha e^{-\alpha(x-\beta)} e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

donde  $\alpha$  y  $\beta$  son parámetros de la función y se calculan con:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S}$$



$$\beta = \bar{x} - \frac{\mu_y}{\alpha}$$

donde  $\sigma$  y  $\mu$  (media y desviación estándar de los datos) se pueden obtener de la siguiente tabla 5.13:

$\sigma^n$	$\mu$		$\sigma$	$\mu$		$\sigma^n$	$\mu$		$\sigma$	$\mu$	
8	0.484	0.904	28	0.534	1.104	48	0.547	1.157	76	0.556	1.190
9	0.490	0.928	29	0.535	1.108	49	0.548	1.159	78	0.556	1.192
10	0.495	0.949	30	0.536	1.112	50	0.548	1.160	80	0.556	1.193
11	0.499	0.967	31	0.537	1.115	51	0.548	1.162	82	0.557	1.195
12	0.503	0.983	32	0.538	1.119	52	0.549	1.163	84	0.557	1.196
13	0.507	0.997	33	0.538	1.122	53	0.549	1.165	86	0.558	1.198
14	0.510	1.009	34	0.539	1.125	54	0.550	1.166	88	0.558	1.199
15	0.512	1.020	35	0.540	1.128	55	0.550	1.168	90	0.558	1.200
16	0.515	1.031	36	0.541	1.131	56	0.550	1.169	92	0.558	1.202
17	0.518	1.041	37	0.541	1.133	57	0.551	1.170	94	0.559	1.203
18	0.520	1.049	38	0.542	1.136	58	0.551	1.172	96	0.559	1.204
19	0.522	1.056	39	0.543	1.138	59	0.551	1.173	98	0.559	1.205
20	0.523	1.062	40	0.543	1.141	60	0.552	1.174	100	0.560	1.206
21	0.525	1.069	41	0.544	1.143	62	0.552	1.177	150	0.564	1.225
22	0.526	1.075	42	0.544	1.145	64	0.553	1.179	200	0.567	1.236
23	0.528	1.081	43	0.545	1.148	66	0.553	1.181	250	0.568	1.242
24	0.529	1.086	44	0.545	1.149	68	0.554	1.183	300	0.569	1.247
25	0.530	1.091	45	0.546	1.151	70	0.554	1.185	500	0.572	1.258
26	0.532	1.096	46	0.546	1.153	72	0.555	1.187	1000	0.574	1.268
27	0.533	1.100	47	0.547	1.157	74	0.556	1.189		0.577	1.282

Tabla 5.13 Constantes del tamaño de la muestra n, en la función Gumbel.

Obtenidos los anteriores parámetros de los datos registrados, se despeja x de la función de probabilidad, la cual representa en este caso la lluvia ajustada, obteniendo así la siguiente expresión:

$$x = \beta - \frac{1}{\alpha} \ln \ln \left( \frac{Tr}{Tr-1} \right)$$

Para cada valor Xi se calcula su valor ajustado x, así como el error cuadrático.

### Distribución Gumbel para dos poblaciones

Esta función de distribución se utiliza en los casos en que se tienen datos de tipo ciclónico y no ciclónico; los primeros producidos por tormentas ciclónicas y los segundos resultados de los fenómenos meteorológicos dominantes de la región en estudio. De la función de distribución de probabilidad de Gumbel se deduce la ecuación para el mismo método para el caso de dos poblaciones:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha_1(x-\beta_1)}} \left[ p + (1-p)e^{-e^{-\alpha_2(x-\beta_2)}} \right]$$



Donde  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  son los parámetros correspondientes a la población no ciclónica y  $\alpha_2$  y  $\beta_2$  corresponden a la población ciclónica.

El valor de “p” se calcula con:

$$p = \frac{N_n}{N_T}$$

Donde:

$N_n$  = Número de años de registro no ciclónico

$N_T$  = Número total de años de registro

Ahora bien, para saber si un dato es ciclónico o no lo es, se pueden revisar los datos. En general, se grafican los registros contra su período de retorno, nuevamente haciendo uso de la Tabla 5.2.6.7, se obtienen  $\sigma_y$  y  $\mu_y$ , para la población no ciclónica y total, posteriormente se determinan los parámetros de esta función para cada tipo de población y mediante tanteos se determina el valor ajustado “x”, hasta dar con la probabilidad de no excedencia  $P'$ , que es el valor de la función de densidad de probabilidad.

Para el análisis probabilístico se usó el software AX.EXE de dominio público creado por el Sr. Martín Jiménez Espinoza de la Facultad de Ingeniería de la UNAM para el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED), editado el 11 de julio de 1997. Finalmente, La función que se utilizó fue la función Gumbel de la que se toman los datos beta y alfa para la generación de las I-D-Tr.

### Calculo de alturas de precipitación

Para el cálculo de las alturas de precipitación en cada una de las estaciones base se utilizaron dos métodos, para alturas de precipitación correspondientes a periodos de retorno menores o iguales a 10 años se utilizó el método de Bell (1969) y para los periodos de retorno mayores de 10 años el método de Cheng-Lung Chen (1983), cada método se escogió por lo parecido de sus resultados con mediciones reales (Campos A., 1990).

#### Método de Bell

Para el cálculo de alturas de precipitación menores o iguales a diez años de periodo de retorno, Bell (1969) propone la siguiente expresión:

$$P_t^{Tr} = (0.35 \ln(Tr) + 0.76) (0.54(t)^{0.25} - 0.5) P_{60}^2$$

Donde:



$P_t^{Tr}$  = Altura de precipitación en mm. Para un periodo de retorno  $Tr$  y una duración de la tormenta  $t$ .

$Tr$  = Periodo de retorno en años.

$t$  = Duración de la tormenta en minutos

El valor de  $P_{60}^2$  se calcula despejándolo del cociente de lluvia-duración  $R$ .

$$R = \frac{P_{60}^2}{P_{1440}^2}$$

$R$  = Cociente lluvia-duración

$P_{60}^2$  = Altura de precipitación para un periodo de retorno de dos año

s y una duración de la tormenta de sesenta minutos.

$P_{1440}^2$  = Altura de precipitación para un periodo de retorno de dos años y una duración de la tormenta de veinticuatro horas en minutos, la cual se calcula como:

$$P_{1440}^2 = \beta - \frac{1}{\alpha} \text{Ln} \left( \text{Ln} \left( \frac{Tr}{Tr-1} \right) \right)$$

El valor de  $R$  fue de 0.479, ya que este valor es el representativo promedio para México (Campos A., 1990), se adoptó este valor debido a las grandes variaciones en los regímenes pluviométricos de cada estación consecuencia de los eventuales metros climatológicos que hacen mella en la ciudad.

### Método de Cheng-Lung Chen

Para el cálculo de alturas de precipitación mayores o iguales a diez años de periodo de retorno Chen-Lung Chen (1983) propone la siguiente expresión:

$$P_t^{Tr} = \frac{a \cdot P_{60}^{10} \cdot \log(10^{2-F} \cdot Tr^{F-1}) \cdot t}{60 \cdot (t + b)^c}$$

Donde:

$P_t^{Tr}$  = Altura de precipitación en mm, para un periodo de retorno  $Tr$  y una duración de la tormenta  $t$ .

$Tr$  = Periodo de retorno en años.

$a, b, c$  = parámetros regionales en función de  $R$ .

$P_{60}^{10}$  = Altura de precipitación en mm, para un periodo de retorno de diez años y una duración de sesenta minutos, la cual se calcula con la formula de Bell.

$F$  = Cociente de lluvia-periodo de retorno, calculado con la siguiente expresión:

$$F = \frac{P_t^{100}}{P_t^{10}} = \frac{P_{1440}^{100}}{P_{1440}^{10}} = \frac{\beta - \frac{1}{\alpha} \text{Ln} \left( \text{Ln} \left( \frac{100}{100-1} \right) \right) \beta - \frac{1}{\alpha}}{\beta - \frac{1}{\alpha} \text{Ln} \left( \text{Ln} \left( \frac{10}{10-1} \right) \right) \beta - \frac{1}{\alpha}}$$

Donde:



$P_{1440}^{100}$  = Altura de precipitación en mm. Para un periodo de retorno de 100 años y una duración de veinticuatro horas en minutos.

$P_{1440}^{10}$  = Altura de precipitación en mm. Para un periodo de retorno de 10 años y una duración de veinticuatro horas en minutos.

Los parámetros regionales “a”, “b” y “c” se determinaron ajustando una función a las curvas que describen su comportamiento, las cuales se presentan a continuación en las tablas 5.14, 5.15 y 5.16:

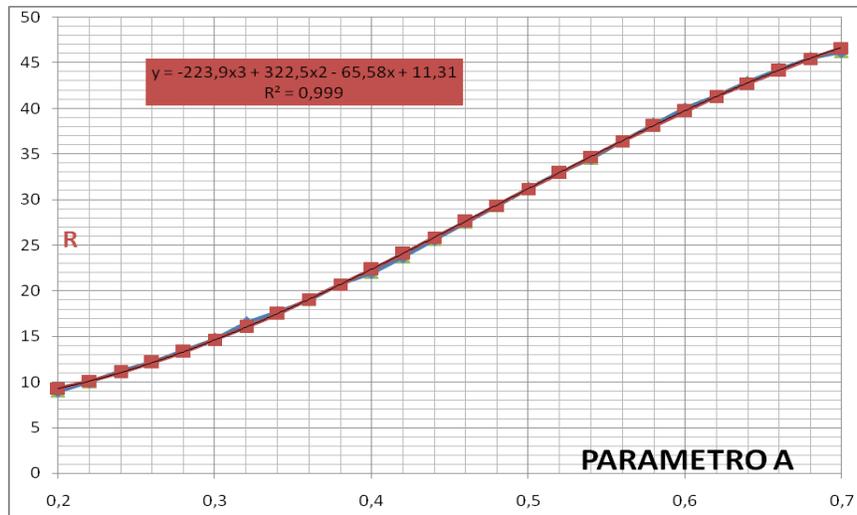


Tabla 5.14 Curva que describe el parámetro “a”.

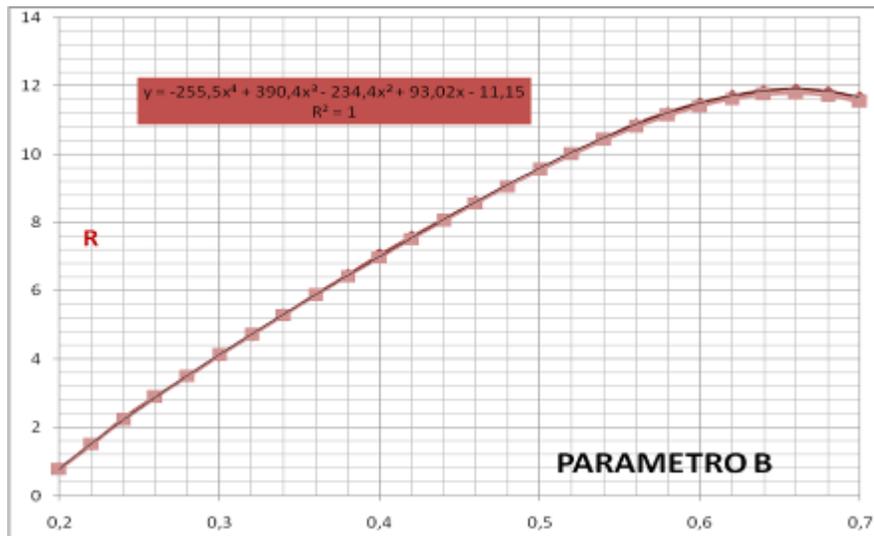


Tabla 5.15 Curva que describe el parámetro “b”.

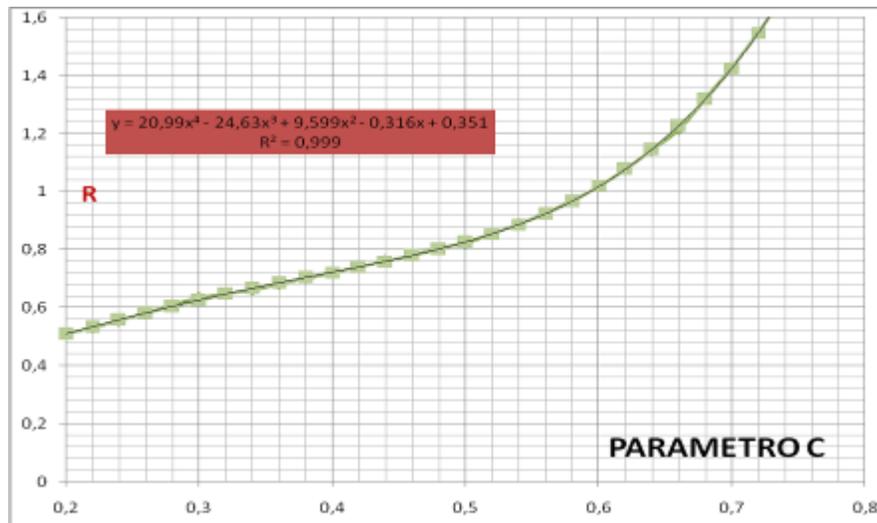


Tabla 5.16 Curva que describe el parámetro “c”.

## Curvas Precipitación-Duración-Periodo de Retorno

Calculadas las alturas de precipitación por los métodos descritos anteriormente, se presentan los resultados en la tabla 5.17, consecuente.

Tr (Años)/D (Min)	5	10	20	40	60	100	120	240	300	600	900	1200	1500	1800	38.4905
2	7.472	11.185	15.600	20.851	24.372	29.347	31.282	39.500	42.463	52.797	59.725	65.085	69.516	73.325	20.535
5	9.863	14.763	20.591	27.521	32.168	38.734	41.288	52.135	56.046	69.685	78.830	85.904	91.752	96.779	27.104
10	11.671	17.469	24.365	32.566	38.065	45.835	48.858	61.693	66.321	82.460	93.282	101.653	108.573	114.522	32.073
20	14.748	23.114	32.976	43.365	49.473	57.201	59.987	70.895	74.562	86.656	94.345	100.128	104.820	108.797	42.786
50	19.410	30.421	43.401	57.075	65.114	75.284	78.952	93.308	98.134	114.052	124.172	131.783	137.959	143.193	56.313
100	22.937	35.949	51.288	67.446	76.946	88.964	93.298	110.263	115.966	134.777	146.735	155.729	163.027	169.213	66.545
200	26.464	41.477	59.174	77.817	88.778	102.644	107.645	127.218	133.797	155.501	169.298	179.675	188.095	195.232	76.778
500	31.126	48.785	69.600	91.527	104.418	120.728	126.610	149.631	157.370	182.897	199.125	211.330	221.234	229.628	90.304
1000	34.653	54.312	77.486	101.898	116.250	134.407	140.956	166.585	175.201	203.621	221.688	235.277	246.302	255.647	100.537
2000	38.180	59.840	85.372	112.269	128.082	148.087	155.302	183.540	193.033	224.346	244.251	259.223	271.370	281.667	110.769
5000	42.843	67.148	95.798	125.979	143.723	166.171	174.267	205.953	216.606	251.742	274.078	290.878	304.509	316.063	124.296
10000	46.370	72.675	103.684	136.350	155.554	179.851	188.613	222.908	234.437	272.466	296.641	314.824	329.577	342.082	134.529

Tabla 5.17 P-D-Tr de la estación 9020.

## Curvas Intensidad-Duración-Periodo de Retorno

La lluvia se presenta en función del tiempo, por lo que la intensidad de la lluvia es directamente proporcional a la altura de precipitación e inversamente proporcional al tiempo. Por cual podemos definir la intensidad de la lluvia “ $I$ ” en mm/hr. Mediante la relación siguiente:

$$I_t^{Tr} = \frac{P_t^{Tr}}{t'}$$

Donde:

$I_t^{Tr}$  = Intensidad de la lluvia en mm/hr, para un periodo de retorno  $Tr$  en años y una duración  $t'$  en horas.

$P_t^{Tr}$  = Altura de precipitación en mm, para un periodo de retorno  $Tr$  en años y una duración de la tormenta  $t$  en minutos.

$t'$  = Duración de la tormenta en horas.

A continuación se presentan las I-D-Tr, Tabla 5.18, para la estación 9020.

Tr (Años)/D (Min)	5	10	20	40	60	100	120	240	300	600	900	1200	1500	1800	38.4905
2	89.668	67.111	46.801	31.277	24.372	17.608	15.641	9.875	8.493	5.280	3.982	3.254	2.781	2.444	32.011
5	118.351	88.578	61.772	41.281	32.168	23.241	20.644	13.034	11.209	6.968	5.255	4.295	3.670	3.226	42.250
10	140.048	104.817	73.096	48.849	38.065	27.501	24.429	15.423	13.264	8.246	6.219	5.083	4.343	3.817	49.996
20	176.971	138.684	98.929	65.048	49.473	34.320	29.994	17.724	14.912	8.666	6.290	5.006	4.193	3.627	66.696
50	232.920	182.529	130.204	85.613	65.114	45.171	39.476	23.327	19.627	11.405	8.278	6.589	5.518	4.773	87.782
100	275.243	215.696	153.864	101.170	76.946	53.378	46.649	27.566	23.193	13.478	9.782	7.786	6.521	5.640	103.733
200	317.567	248.863	177.523	116.726	88.778	61.586	53.822	31.804	26.759	15.550	11.287	8.984	7.524	6.508	119.683
500	373.515	292.707	208.799	137.291	104.418	72.437	63.305	37.408	31.474	18.290	13.275	10.567	8.849	7.654	140.769
1000	415.839	325.874	232.458	152.848	116.250	80.644	70.478	41.646	35.040	20.362	14.779	11.764	9.852	8.522	156.720
2000	458.163	359.041	256.117	168.404	128.082	88.852	77.651	45.885	38.607	22.435	16.283	12.961	10.855	9.389	172.670
5000	514.111	402.886	287.393	188.969	143.723	99.703	87.133	51.488	43.321	25.174	18.272	14.544	12.180	10.535	193.756
10000	556.435	436.053	311.053	204.526	155.554	107.911	94.307	55.727	46.887	27.247	19.776	15.741	13.183	11.403	209.707

Tabla 5.18 Datos de I-D-Tr de la estación 9020.

## Determinación del coeficiente de Escurrimiento en las cuencas tributarias a los cauces

Se entiende por coeficiente de escurrimiento a la relación entre la lámina de agua que escurre superficialmente y la lámina de agua precipitada sobre la superficie, expresadas en mm.

$$k = \frac{E_s}{P_r}$$

El U.S. Soil Conservation Service (SCS) propone el siguiente método llamado “de los números de escurrimiento”, el cual estima la precipitación efectiva a partir de la total y las características de la cuenca. La altura de lluvia total  $P$  se relaciona con la altura de lluvia efectiva  $P_e$ , mediante la ecuación y las curvas mostradas en la figura o tabla 5.19, siguiente:



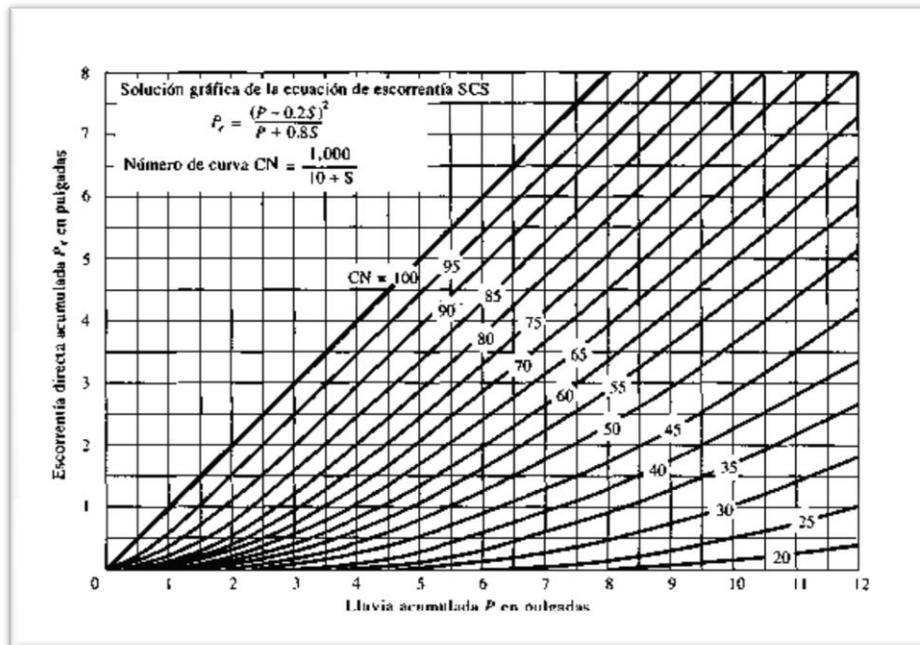


Tabla 5.19 Curva de valores “N”.

N es el “número de escurrimiento” cuyo valor depende del tipo de suelo, la cobertura vegetal, la pendiente del terreno y la precipitación antecedente, entre otros factores.

En las siguientes tablas se muestran los valores para la selección del número de escurrimiento N en función del uso y tipo de suelo. Tabla 5.20

Uso del suelo	Condiciones de superficie	Pendiente del terreno (%)	Tipo del suelo			
			A	B	C	D
bosques sembrados	esparcidos	-----	45	66	77	83
	normal	-----	36	60	73	79
	denso	-----	25	55	70	77
caminos	de tierra	-----	72	82	87	97
	superficie Dura	-----	74	84	90	92
bosques naturales	muy esparcidos	-----	56	75	86	91
	esparcidos	-----	45	68	73	84
	normal	-----	56	60	70	76
	denso	-----	25	52	62	67
	muy denso	-----	15	44	56	61
sin cultivo	con surcos rectos	-----	77	86	91	94
con cultivo	surcos rectos	>1	72	81	88	91
	surcos rectos	<1	67	78	85	89
	contorneo	>1	70	79	84	88
	contorneo	<1	65	75	82	86
	terrazza	>1	66	74	80	82
	terrazza	<1	62	71	78	81
cereales sembrados en surcos lo	surcos rectos	>1	65	76	84	88
	surcos rectos	<1	63	75	83	87
suficientemente cercanos de tal manera que la superficie del suelo no esté expuesta directamente a la Intemperie.	contorneo	<1	63	74	82	85
pastizales y matorrales	contorneo	>1	61	73	81	84
	terrazza	>1	61	72	79	82
	terrazza	<1	59	70	78	81
	pobre	-----	68	79	86	89
	normal	-----	49	69	79	84
	bueno	-----	39	61	74	80
	Curvas de nivel, pobre.	-----	47	67	81	88
	Curvas de nivel, normal.	-----	25	59	75	83
	Curvas de nivel, bueno.	-----	6	35	70	79
Pradera permanente	-----	<1	30	58	71	78
Predios de granjas, construcciones, veredas, caminos y lotes circundantes		----	59	74	82	86
superficie impermeable		-----	100	100	100	100

Tabla 5.20 Valores N.

Los valores N están en función de la textura del suelo, los cuales se describen en la siguiente tabla 5.21.

Tipo de suelo	Textura de suelo
Tipo A	Suelos muy permeables y bien drenados, mantos profundos de arena, gravas, arenas con poco limo y arcillas
Tipo B	Suelos permeables, regularmente drenados, suelos arenosos (arenas finas y limos).
Tipo C	Suelos pocos permeables, mantos pocos profundos con alto porcentaje de arcilla, arenas muy finas, limos y bastante arcilla.
Tipo D	Suelos prácticamente impermeables, arcillas en grandes cantidades, y suelos poco profundos con subhorizontes de roca sana; suelos muy impermeables.

Tabla 5.21 Texturas.

Dados los parámetros de las tablas anteriores, se realizó el cruce de las capas de edafología y uso de suelo, con lo cual se pretende realizar una evaluación detallada, asignando valores N a cada polígono resultante. Dada la cobertura vegetal y textura obtenida en el Shape de Edafología, se procedió a obtener el número N ponderado para cada cuenca tributaria a nuestros arroyos de estudio. Los valores N de cada cuenca se muestran en la siguiente tabla 5.22.

Cuenca	Valor N	Cuenca	Valor N
1	60.91	11	80.00
2	61.00	12	80.00
3	64.32	13	80.00
4	80.00	14	90.00
5	61.56	15	65.00
6	60.00	16	78.94
7	63.30	17	74.37
8	69.87	18	68.47
9	64.80	19	63.27
10	67.00	20	67.89

Tabla 5.22 Valores N Ponderados.

Después de que se ha calculado la precipitación para el tiempo de concentración (esto para representar el gasto producido por la precipitación asumiendo que desde el lugar más alejado de la cuenca el agua ha escurrido), es necesario la precipitación en exceso (cantidad de precipitación que escurre hasta la salida de la cuenca) para dicho tiempo y se calcula de acuerdo con la ecuación (Aparicio, 1997):



$$P_e = \frac{\left[ P_m - \frac{508}{N} + 5.08 \right]^2}{P_m + \frac{2032}{N} - 20.32}$$

Donde:

P<sub>m</sub>= Precipitación medida (Calculada en la cuenca)

N= Promedio ponderado de los polígonos de Factores N dentro del polígono de Thiessen.

Así:

C=Pe/Pm

Los valores de los coeficientes de escurrimiento representativos para todas las cuencas dados distintos escenarios se presentan en la siguiente tabla 5.23.

Tr	Ce
2	0.04740178
5	0.10602731
10	0.15005536
20	0.23201779
50	0.32166064
100	0.37765333
200	0.42548908
500	0.47877628
1000	0.51307801
2000	0.54321048
5000	0.57781585
10000	0.60073098

Tabla 5.23 Coeficientes de Escurrimiento en las cuencas.

### Cálculo del régimen de avenidas en las cuencas

Uno de los datos fundamentales con los que debe de contar para proyectar una obra de infraestructura es el gasto de la corriente en avenidas máximas extraordinarias asociadas a un cierto periodo de retorno, mismo que se determinara en función de la vida útil del proyecto y del riesgo de que este falle, a su vez, influyen su importancia, los daños que ocasionara su falla y el costo de las reparaciones o reconstrucción parcial o total. Para estimar el gasto de diseño la hidrología tiene los siguientes métodos:



### *Métodos empíricos*

Son los que se han desarrollado de la correlación múltiple y se emplean para obtener una idea preliminar sobre el gasto de diseño, o bien, cuando no se conocen las características de la precipitación en la zona correspondiente a la zona de estudio, ya que en ellos intervienen como variables únicamente las características físicas de la cuenca. Por mencionar algunos métodos tenemos: Creager, Lowry, Envoltantes de gastos máximos de la República Mexicana, Etc.

### *Métodos semi-empíricos*

Estos métodos son similares a los empíricos pero hacen intervenir además la intensidad de la lluvia en la relación que define el gasto máximo. Los métodos más utilizados por las dependencias federales, son: El Método Racional, Ven Te Chow y Talbot.

### Métodos Estadísticos

Son métodos de gran utilidad en sitios en los que se cuenta con un buen registro de los gastos ocurridos, se basa en suponer que los gastos máximos anuales aforados en una cuenca son una muestra aleatoria de una población de gastos máximos. Existen algunos métodos que se aplican en la actualidad como son: Distribución de Probabilidad de Gumbel, Nash, Lebediev, Pearson III y Log-Pearson III.

Sin duda, los métodos que se utilizan en la hidrología, dependen enteramente de los datos de inicio con que contemos, dado que podemos contar con un método muy sofisticado pero si no tenemos periodos de medición de alguna variable lo bastante gruesa y correctamente medida como para pensar que nuestros resultados reflejan de manera realista el comportamiento histórico de la variable hidrológica en la zona de estudio, tal método no servirá de mucho. En cambio, si tenemos de inicio un banco de datos de variables climatológicas bastas y confiables, e incluso mediciones de los escurrimientos hechos simultáneamente, podremos obtener resultados (en un marco probabilista) más apegados a la realidad.

En la zona de estudio al igual que en la gran mayoría del territorio mexicano, se tienen registros de estaciones climatológicas instaladas de manera cercana a las cuencas tributarias a los arroyos que interceptan con el predio de estudio, a continuación se aplica método semi-empírico de nombre “**Formula Racional**”.

### **Formula Racional**

La mayoría de los métodos empíricos se han derivado del método racional y en la literatura americana se le menciona por Kuichling (1989), no obstante otros autores citan que los principios básicos de este método fueron desarrollados por Mulvaney (1851).

Dicho esto como corolario, la ecuación que define la formula racional es:

$$Q_p = 0.278 (C) (i) (A)$$

Donde  $Q_p$  es el gasto pico o máximo, en  $m^3/s$ ;  $C$  es el coeficiente de escurrimiento, adimensional;  $i$  es la intensidad de lluvia para una duración que es igual al tiempo de concentración, en  $mm/h$  y  $A$  es el área de la cuenca, en  $km^2$ .



Los valores de intensidad de lluvia asociados al tiempo de concentración de cada cuenca tributaria, se muestran en la siguiente tabla 5.24, las mismas se calculan a partir de las I-D-Tr determinadas anteriormente.

Intensidades (mm/hr)										
Tr	Cuenca 1	Cuenca 2	Cuenca 3	Cuenca 4	Cuenca 5	Cuenca 6	Cuenca 7	Cuenca 8	Cuenca 9	Cuenca 10
2	61.76351163	57.02898797	87.15307741	87.34285786	94.61238499	0.126923532	23.04655915	58.37879923	47.91923639	42.69776229
5	81.51978207	75.27082818	115.0306984	115.2811838	124.8760118	0.374710882	30.41845307	77.05240304	63.2471439	56.35547891
10	96.46482373	89.07024759	136.1193046	136.4157116	147.7695617	0.627532227	35.99507554	91.178439	74.84225832	66.6871427
20	128.7802249	119.6756837	172.8589779	173.1690616	185.174126	1.215909131	46.48390112	122.3039972	101.2654326	90.2144852
50	169.4935865	157.5106804	227.507664	227.9157794	243.7161977	2.218614488	61.17960365	160.969925	133.2801009	118.7354399
100	200.2920556	186.1317506	268.8477991	269.3300726	288.0015654	3.078135213	72.29647346	190.2195701	157.4982625	140.3107092
200	231.0905247	214.7528207	310.1879342	310.7443659	332.286933	4.001300882	83.41334327	219.4692153	181.7164241	161.8859786
500	271.8038864	252.5878175	364.8366202	365.4910837	390.8290047	5.29564597	98.1090458	258.1351431	213.7310924	190.4069333
1000	302.6023555	281.2088876	406.1767553	406.9053769	435.1143723	6.318098037	109.2259156	287.3847882	237.949254	211.9822026
2000	333.4008246	309.8299578	447.5168904	448.3196702	479.39974	7.36996558	120.3427854	316.6344334	262.1674157	233.557472
5000	374.1141862	347.6649545	502.1655765	503.066388	537.9418117	8.796791172	135.0384879	355.3003611	294.1820839	262.0784267
10000	404.9126554	376.2860247	543.5057116	544.4806812	582.2271793	9.898560354	146.1553578	384.5500063	318.4002456	283.653696
Tr	Cuenca 11	Cuenca 12	Cuenca 13	Cuenca 14	Cuenca 15	Cuenca 16	Cuenca 17	Cuenca 18	Cuenca 19	Cuenca 20
2	103.618794	93.0339535	104.114319	85.0146157	103.9077139	27.51135741	29.25220363	82.53201003	48.32627443	32.01102816
5	136.7632973	122.792688	137.4173257	112.2082078	137.1446339	36.31140461	38.60909463	108.931492	63.78438105	42.25038329
10	161.8361462	145.3043017	162.6100778	132.779366	162.2873933	42.96838333	45.68730942	128.9019292	75.47798728	49.99615643
20	203.594957	223.4885842	205.4866584	169.3606382	213.8558222	56.56392304	60.49194143	165.2777483	102.1123389	66.69609246
50	267.9607019	294.1436212	270.4504572	222.903338	281.4654994	74.44638485	79.61623081	217.5296585	134.3947533	87.78179979
100	316.6515083	347.5920933	319.593674	263.4068267	332.6102457	87.973945	94.08319725	257.0567026	158.815457	103.7325216
200	365.3423147	401.0405655	368.7368908	303.9103154	383.7549921	101.5015051	108.5501637	296.5837467	183.2361607	119.6832435
500	429.7080596	471.6956025	433.7006896	357.4530152	451.3646693	119.383967	127.6744531	348.8356568	215.5185751	140.7689508
1000	478.398866	525.1440746	482.8439064	397.9565039	502.5094156	132.9115271	142.1414195	388.362701	239.9392788	156.7196726
2000	527.0896724	578.5925468	531.9871232	438.4599927	553.654162	146.4390872	156.6083859	427.8897451	264.3599825	172.6703945
5000	591.4554174	649.2475837	596.950922	492.0026924	621.2638391	164.3215491	175.7326753	480.1416552	296.6423969	193.7561018
10000	640.1462238	702.6960559	646.0941388	532.5061811	672.4085855	177.8491092	190.1996417	519.6686993	321.0631006	209.7068236

Tabla 5.24 Intensidades en cada cuenca.

Dadas las intensidades de diseño en cada cuenca y contando con los coeficientes de escurrimiento, se calculan los gastos asociados cada escenario echando mano de la formula racional. Los gastos calculados se presentan en la siguiente tabla 5.25.

Gastos (m3/s)										
Tr	Cuenca 1	Cuenca 2	Cuenca 3	Cuenca 4	Cuenca 5	Cuenca 6	Cuenca 7	Cuenca 8	Cuenca 9	Cuenca 10
2	0.85593213	1.68447682	0.24865139	0.11731798	0.12692353	4.2009E-05	8.00667219	0.70236058	1.96238688	2.28568301
5	2.5269316	4.97300843	0.73408279	0.34635283	0.37471088	0.00027741	23.6377537	2.07354892	5.79347033	6.7479236
10	4.23187874	8.32834915	1.22937612	0.58004071	0.62753223	0.0006575	39.586393	3.47259404	9.70238526	11.3008181
20	8.73540783	17.3022247	2.41394159	1.13850293	1.21590913	0.00196983	79.0451411	7.2023178	20.2984381	23.6381682
50	15.9391042	31.5705882	4.40461023	2.07737488	2.21861449	0.00498294	144.2301	13.1417441	37.0376434	43.1314981
100	22.114125	43.8014535	6.11101474	2.88217751	3.07813521	0.00811683	200.106756	18.2330303	51.3865185	59.8412134
200	28.7463875	56.9379778	7.94377342	3.74657337	4.00130088	0.01188763	260.120913	23.7013111	66.797885	77.7882333
500	38.0452997	75.3563357	10.5134337	4.95851893	5.29564597	0.01770342	344.265104	31.3682366	88.4057362	102.951254
1000	45.3908616	89.9056922	12.5433055	5.91588049	6.31809804	0.02263473	410.733778	37.4246305	105.474594	122.828475
2000	52.947752	104.873627	14.6315757	6.90078491	7.36996558	0.0279537	479.114725	43.6552642	123.034515	143.277554
5000	63.1984386	125.177165	17.4642492	8.23677711	8.79679117	0.03549109	571.871353	52.1069248	146.854001	171.016093
10000	71.1138353	140.855193	19.6515891	9.26840637	9.89856035	0.04152004	643.49636	58.6331459	165.246982	192.435297
Tr	Cuenca 11	Cuenca 12	Cuenca 13	Cuenca 14	Cuenca 15	Cuenca 16	Cuenca 17	Cuenca 18	Cuenca 19	Cuenca 20
2	0.03182716	0.00991577	0.03693813	0.04622691	0.04343278	2.28057747	2.55934796	0.15591515	1.13943459	3.24836019
5	0.09396195	0.02927389	0.10905086	0.13647372	0.12822474	6.73285071	7.55585285	0.4603016	3.36390371	9.58999402
10	0.15735906	0.0490253	0.18262862	0.22855397	0.2147393	11.2755754	12.6538657	0.77087189	5.63356468	16.0604631
20	0.30609273	0.11659149	0.35684103	0.45075486	0.43753984	22.9508614	25.9056759	1.52829415	11.7844947	33.1277244
50	0.55851358	0.21273923	0.65111171	0.82247204	0.79835919	41.8774004	47.268917	2.78860932	21.5026353	60.4466628
100	0.77488917	0.29515724	0.90336103	1.14110864	1.10765414	58.1012616	65.5815234	3.86895362	29.8330419	83.8645029
200	1.00728672	0.38367805	1.17428866	1.48333932	1.43985147	75.5264513	85.2501236	5.02929418	38.7802903	109.016364
500	1.3331249	0.50779064	1.55414882	1.96317151	1.90561616	99.9578286	112.826925	6.65617564	51.32498	144.281094
1000	1.59051679	0.60583186	1.8542147	2.34220907	2.27354128	119.257096	134.610881	7.94131075	61.2345042	172.138036
2000	1.85531372	0.70669368	2.16291333	2.73215138	2.65205144	139.111595	157.021552	9.2634186	71.4291209	200.79641
5000	2.21450252	0.8435096	2.58165343	3.26109598	3.16548869	166.043604	187.420931	11.0568168	85.2578011	239.670602
10000	2.49186168	0.9491564	2.90499704	3.66953753	3.56195574	186.84002	210.894786	12.4416467	95.9360605	269.688557

Tabla 5.25 Régimen de avenidas para las cuencas analizadas.

### Estimación de las zonas de inundación.

En el presente apartado se modela el régimen de avenidas en los arroyos importantes con el régimen de avenidas de la cuenca tributaria a cada tramo, a fin de poder deducir el comportamiento de los flujos dado un escenario probable.

Entre las herramientas disponibles actualmente en el mercado, el modelo Hec-Ras (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System), del USACE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE.UU.), es uno de los más habitualmente utilizados por organismos y empresas encargadas de la gestión hidráulica, por lo que sus resultados han sido ampliamente contrastados y además es de gratuita distribución y uso. Actualmente se trabaja con la versión 4.1 de 2010.

HEC-RAS es un programa que se ha utilizado en varias modelaciones y entrega resultados adecuados para este tipo de análisis, por lo tanto sus resultados se consideran correctos.

### Objetivo del Análisis Hidráulico

El objetivo del análisis hidráulico es determinar los niveles de aguas máximas para crecidas de períodos de retorno ya calculadas anteriormente. Para tales objetivos se deben puntualizar las siguientes consideraciones antes de proponer el modelo de conceptualización del flujo en las distintas corrientes.

- El flujo es estacionario. Los valores de las variables no dependen del tiempo, que no interviene en los cálculos.
- El flujo es gradualmente variado: no hay cambios bruscos de las características hidráulicas, de manera que puede suponerse una distribución hidrostática de la presión.
- El flujo se considera unidimensional con corrección para distribución horizontal de velocidad. La altura de la energía es igual para todos los puntos de esta sección.
- La pendiente del cauce ha de ser menor a un 10%, debido a que la altura de presión se supone equivalente a la cota de agua medida verticalmente.
- Régimen único en cada tramo estudiado, admitiendo lento o rápido pero sin cambio en régimen.
- La pendiente de la línea de energía es uniforme entre dos secciones transversales.
- El lecho del cauce es fijo.

### Modelo Matemático

El modelo matemático resuelve de forma iterativa la ecuación de la conservación de la energía para calcular el nivel del agua en una sección a partir de un nivel conocido en otra. Para calcular las pérdidas por fricción se utiliza la fórmula de Manning.

$$Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Donde:



Z1, Z2: cargas de las secciones.

Y1, Y2: tirantes de agua.

V1 y V2: Velocidades

he: Perdidas de energía.

g: Aceleración de la gravedad.

Con este principio Hec-ras realiza el cálculo de las áreas hidráulicas, cabe destacar que la densidad de las secciones en el tramo de estudio mejorara la representación real que se le pueda dar al cauce al transitar las avenidas de diseño aunque sean en flujo estable como se representa aquí.

### Ejecución del Modelo

Para la generación del modelo hidráulico de las corrientes a analizar, fue necesaria en primera instancia construir un modelo conceptual con ayuda de un sistema de Información geográfica y la extensión Hec-GeoRas. El modelo construido se muestra en la siguiente Imagen. Tabla 5.26

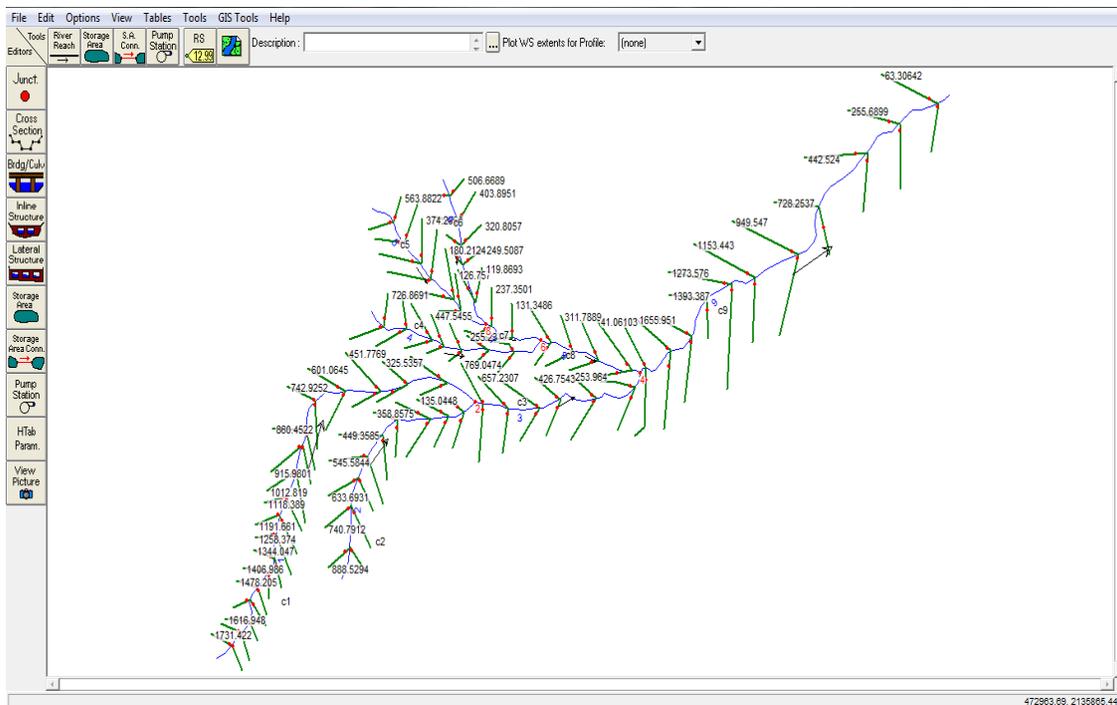


Tabla 5.26 Modelo Hidráulico.

Al terminar el tránsito de avenidas se obtuvieron los tirantes en los tramos de análisis, así como otras variables, en la siguiente imagen se muestra el tránsito del régimen sobre los cauces Tabla 5.26.

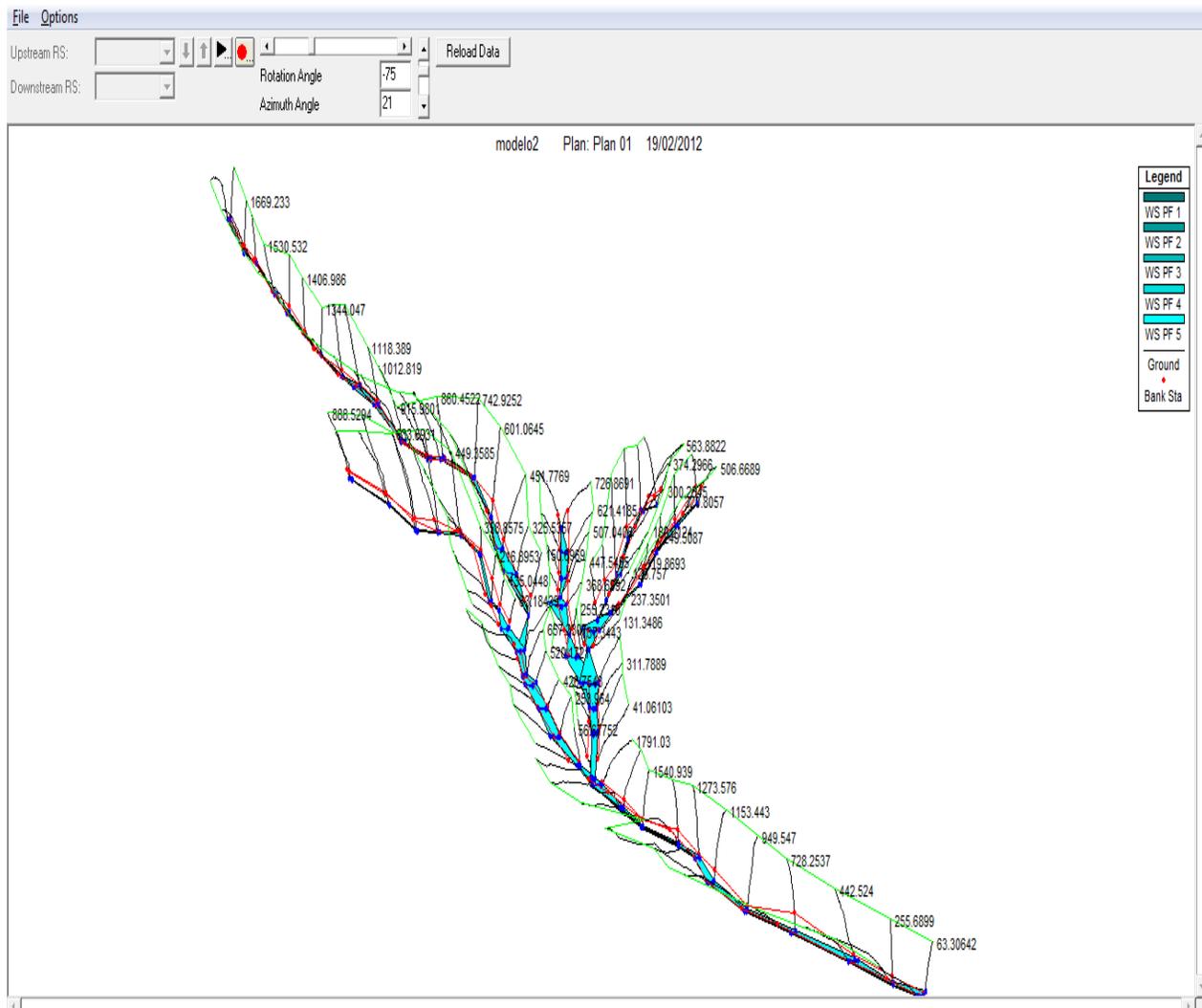


Tabla 5.27 Llanuras Inundadas.

## Resultados

Finalmente, los resultados de los modelos se agrupan en la siguiente Imagen (Figuras 5.41 y 5.42). Cabe destacar que a las corrientes de Orden 1, 2 y 3 (Strahler) se les asignó un área de amortiguamiento de 5, 10 y 15 metros respectivamente.

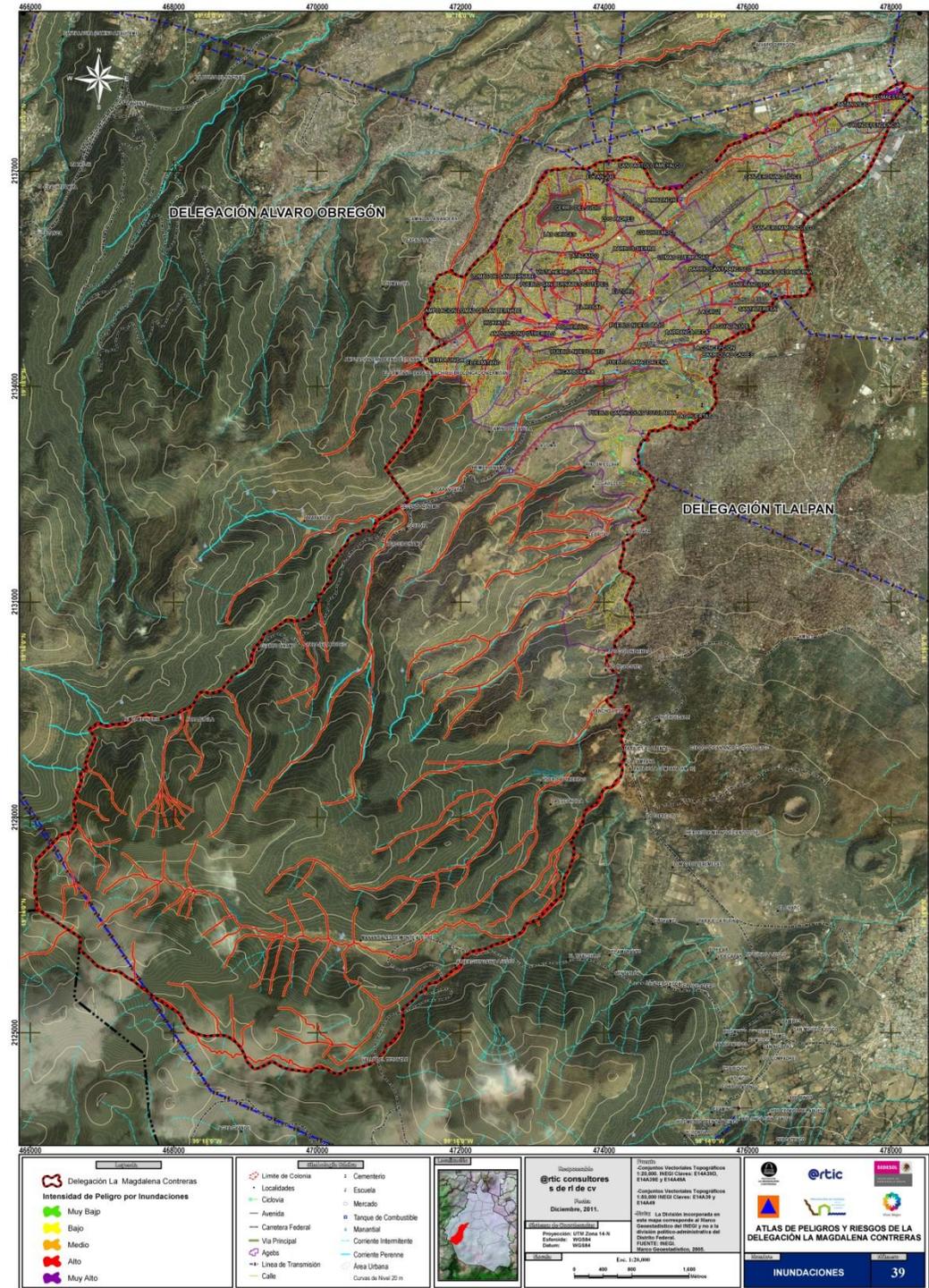


Figura 5.4120 Mapa de Peligros por Inundaciones.



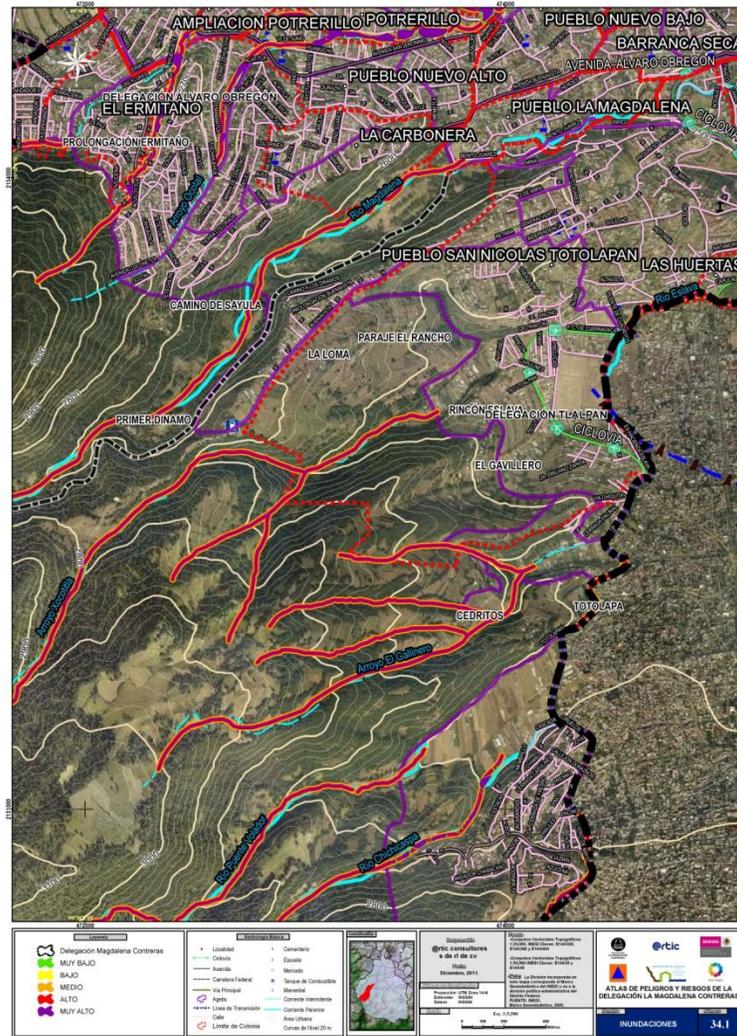


Figura 5.4221 Acercamiento Peligro por Inundación.

## Recomendaciones

- Desazolver continuamente la red de drenaje de las zonas críticas y recurrentes.
- Evitar tirar basura que obstruya las redes de drenaje.
- Retirar del exterior de las viviendas, aquellos objetos que puedan ser arrastrados por el agua.
- A la población se le recomienda revisar periódicamente, el estado del tejado, el de las bajadas de agua de edificios y de los desagües próximos.
- No estacionar vehículos ni acampar en cauces secos, ni a la orilla de ríos, para evitar una súbita crecida de agua, principalmente en temporada de lluvias.

### 5.2.7 Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)

Partiendo de la definición de Helada que hace el CENAPRED: “Una Helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos durante un tiempo mayor a ocho horas”, y además tomando en cuenta que se tienen registros diarios de temperatura mínima y no horarios, se asume que la temperatura mínima registrada en una estación climatológica diariamente igual o por debajo de los 0°C representa la ocurrencia de una helada.

Como se marca en el documento “Bases para la estandarización en la elaboración de Atlas de riesgos y catalogo de datos geográficos para representar el Riesgo”, se integro una base de datos mínimos extremos de temperatura en las estaciones cercanas o de incidencia en el territorio de la delegación Magdalena Contreras, y con la definición del fenómeno descrita en el párrafo anterior se determinaron los días de heladas anuales en cada una de ellas.

Las cifras de temperatura mínima diaria son parte del banco de datos histórico nacional de Servicio Meteorológico Nacional (SMN) que se registran en la Red de estaciones que opera la misma dependencia, los mismos, se extrajeron por medio del programa denominado ERIC II (IMTA, 2006). Las estaciones que se tomaron como base para el presente análisis se muestran en la siguiente tabla 5.28.

Clave	Nombre
9014	Col. Santa Úrsula Coapa
9020	Desv. Alta al Pedregal
9070	I.N.I.F.
15045	La Marquesa
15222	Coaxapa
15242	San Pedro Atlapulco

Tabla 5.28 Estaciones Climatológicas Analizadas.

Definida la ocurrencia anual y consecuentemente la media anual histórica de heladas para las estaciones analizadas, por medio de herramientas SIG, se interpoló una malla de resultados con los valores medios históricos, la malla resultante representa la ocurrencia espacial de heladas medias históricas en la delegación Magdalena Contreras. Figura 5.43

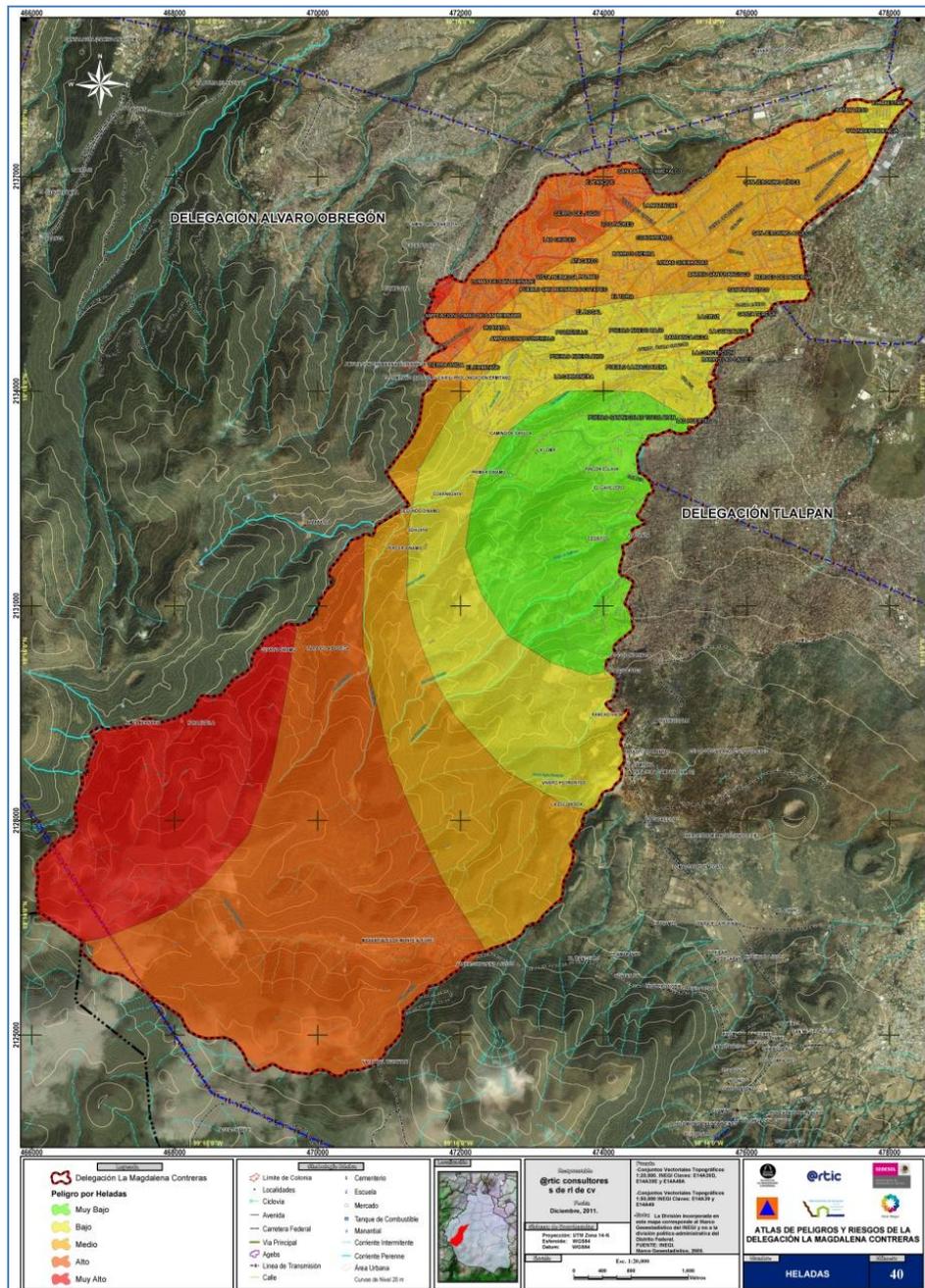


Figura 5.43 Heladas medias anuales históricas

Conocido el comportamiento del fenómeno en la delegación a lo largo de los periodos medidos, se realizó una clasificación del peligro tomando como base el “Atlas Nacional de Riesgos-Zonificación de Heladas”, (CENAPRED, 2001), en el, se tipifica como zonas de alto riesgo el área de la delegación, por lo tanto se decidió clasificar el peligro en la delegación en intervalos de magnitud derivadas de quiebres naturales estadísticamente.

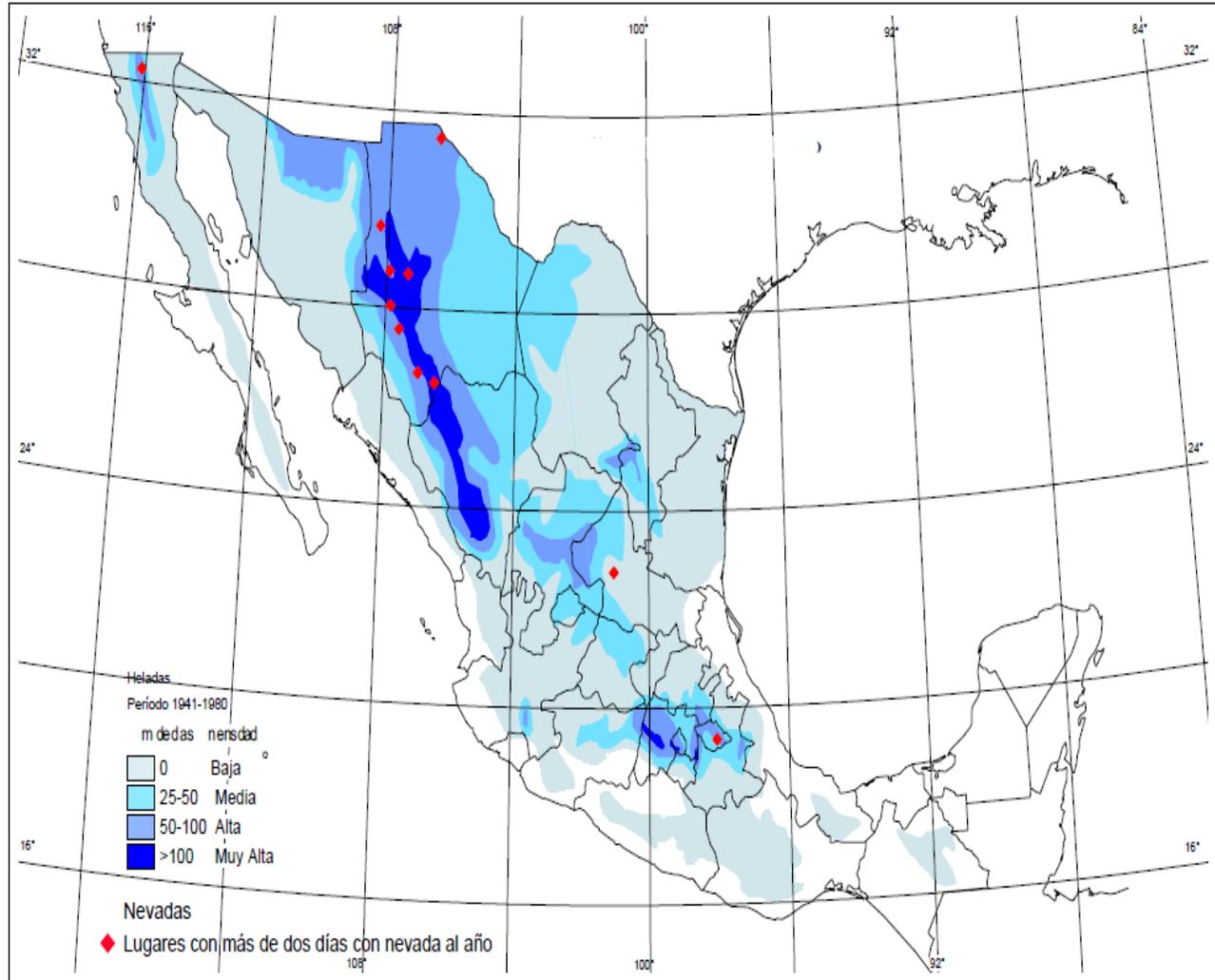


Figura 5.44 Ocurrencia de Heladas (CENAPRED, 2001).

La ocurrencia del fenómeno en la delegación es importante, ya que en las zonas donde menos se presenta tiene una ocurrencia media anual de 2 eventos y donde más frecuentemente se registra de 22. El mapa final de ocurrencia de Heladas se presenta a continuación. Figura 5.45

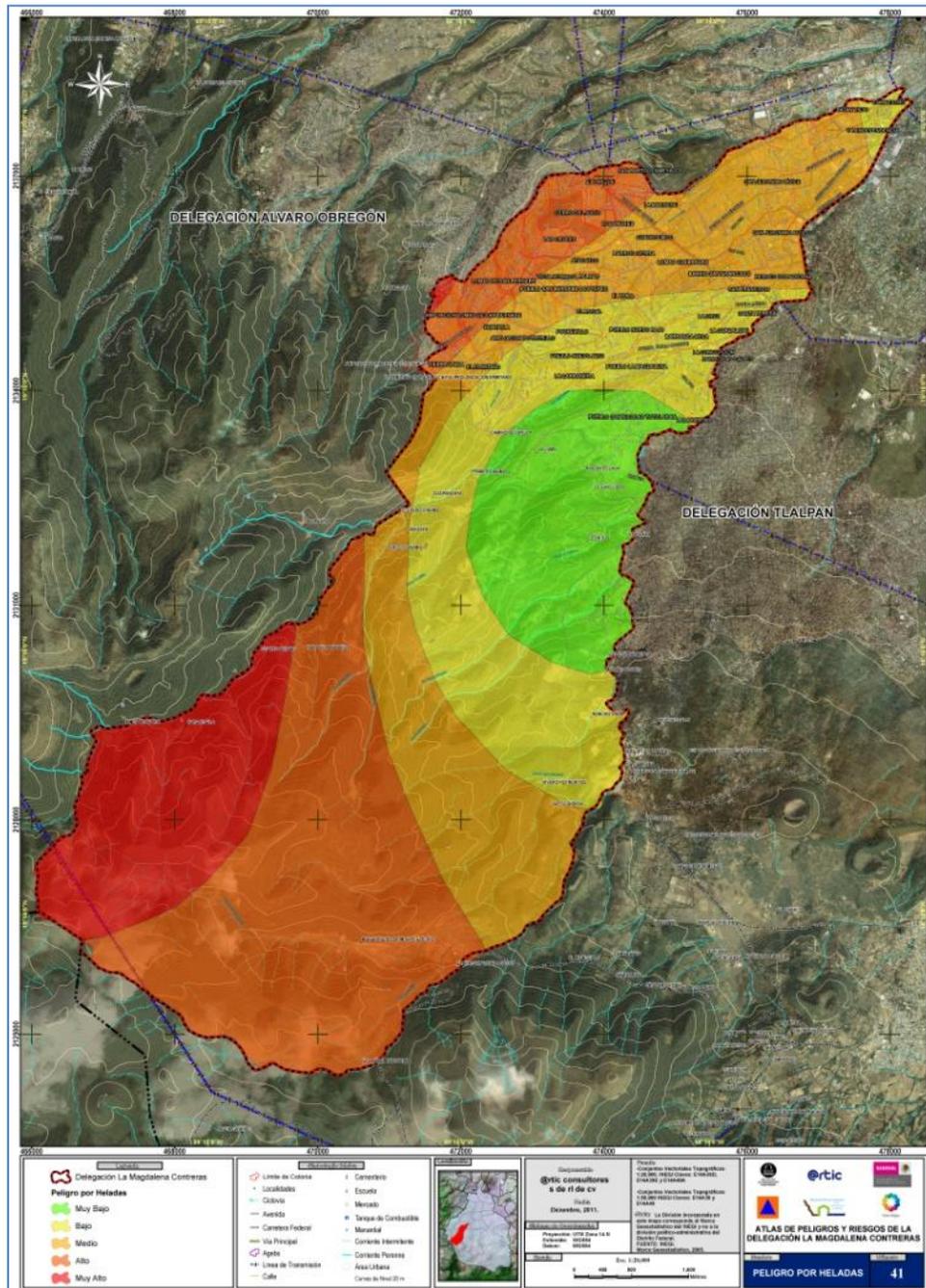


Figura 5.45 Peligro por Heladas.

Las nevadas son poco comunes en nuestro país, pero en los lugares donde éstas ocurren se llegan a presentar daños a las viviendas, como es el colapso de los techos de material endeble (ver notas periodísticas que aparecen en Jiménez et al., 2006), así como daños a la salud que originan las bajas temperaturas que acompañan a las nevadas

Las nevadas son eventos de muy baja frecuencia en los registros climatológicos dentro de las estaciones ubicadas a lo largo de la República Mexicana, y el registro que se sigue de los mismos es “Si” o “No” se presentó



una nevada durante el día, a diferencia de otros países en los que se mide la velocidad de los vientos presentes, el espesor de la nieve, la densidad y la duración de la tormenta.

El mapa de peligro por ocurrencia de nevadas en un principio se consideró que se haría a partir de los datos de frecuencia de nevadas históricas, pero al analizarlas se notó que en el caso de los concentrados de registros no se tenía registrado algún evento a excepción de las registradas en 1967 y 1978 en la ciudad. Para analizar este fenómeno se obtuvieron las funciones de peligro por ocurrencia de nevadas por lo menos una vez al año; en los documentos de las Guías Metodológicas de CENAPRED, se describe que las nevadas tienen una intrínseca relación con la variación de la altitud del terreno y en ellos se propone que:

- Para alturas mayores a 3000 metros hay una probabilidad de 1 de que ocurra un cierto número de nevadas al año.
- En alturas mayores de 2751 a 3000 metros hay una probabilidad de 0.25 de que ocurra un cierto número de nevadas al año.
- De los 2500 a los 2750 metros hay una probabilidad de 0.1 de que ocurra un cierto número de nevadas al año.

Basado en esto y en razón de la orografía, se muestra el mapa de peligro por nevadas en la Delegación La Magdalena Contreras. Figura 5.46.

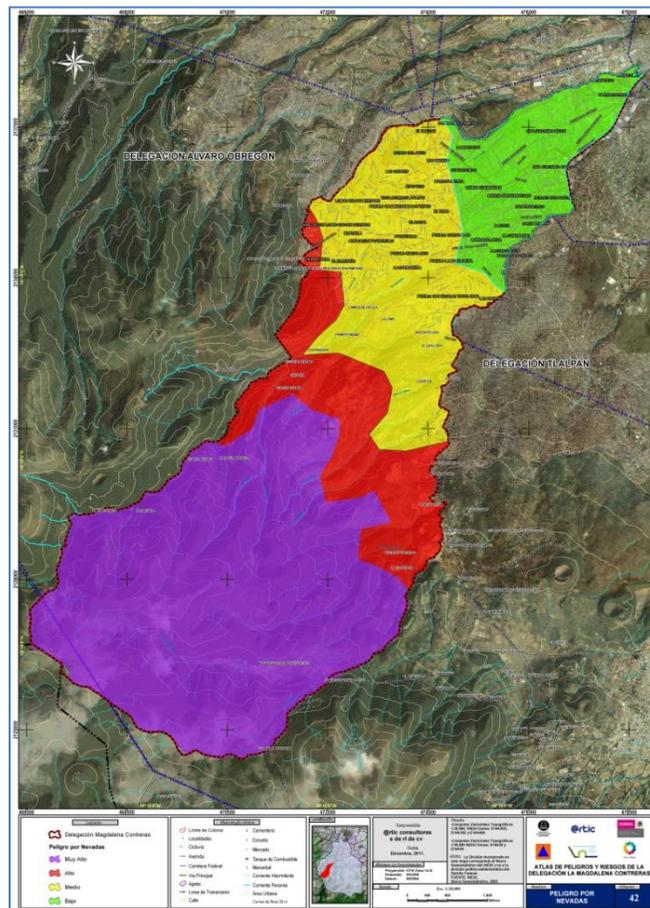


Figura 5.46 Peligro por Nevadas.



## Recomendaciones

- Se debe estar pendiente de los boletines o alertas emitidas por fuentes oficiales (Servicio Meteorológico Nacional, Secretaría de Protección Civil).
- Ubicar las zonas de albergues y de atención en materia de Protección Civil.
- Evitar conducir durante estos eventos dadas las peligrosas condiciones viales producto de la nieve o del congelamiento de la carpeta asfáltica.
- Continuar y ampliar la cobertura de los servicios de atención a zonas vulnerables, mediante el suministro de víveres, cobijas, cobertores a la población.
- Evitar el uso de fogatas al interior de las viviendas debido al riesgo de intoxicación.

ORIGEN	FENÓMENO PERTURBADOR	PELIGRO					VULNERABILIDAD FISICA OBSERVADA/ EVIDENCIAS
		MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	MUY BAJO	
FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS	Ciclones, Huracanes.						No se registran eventos de este tipo.
	Ciclones, Ondas tropicales.						No se registran eventos de este tipo.
	Tormentas eléctricas.						La vulnerabilidad se manifiesta a través de construcciones de tipo precario (lámina, madera) que eventualmente pueden ser afectados por el impacto de un rayo, aunado al desconocimiento respecto a este fenómeno. / Tomando las series anuales de días con tormenta en las estaciones base en el periodo de análisis, se ajustó una función de distribución de probabilidad para periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 Años. Estas representan el número de eventos posibles por año asociados a los periodos de retorno.
	Sequías.						No se registran eventos de este tipo.
	Temperaturas máximas extremas.						La vulnerabilidad se manifiesta por deficiencias en los procedimientos constructivos y el tipo de materiales / Se representaron las isoterma que unen valores con una misma temperatura dentro de la malla generada a partir de datos históricos, los cuales representarían las Isotermas Máximas Históricas en la delegación.
	Vientos fuertes.						La vulnerabilidad se manifiesta por deficiencias en los procedimientos constructivos y el tipo de materiales / Se generaron las isotermas analizando los valores máximos horarios diarios de viento, después se obtuvieron los valores promedio mensuales y finalmente el promedio anual
	Inundaciones.						La vulnerabilidad se manifiesta por deficiencias en los procedimientos constructivos, el tipo de materiales, deficiencias en las labores de mantenimiento de la red de drenaje. / Se realiza el análisis estadístico de las variables precipitación máxima y caudal máximo estimado.
	Masa de aire (Heladas, Granizo, Nevadas).						La vulnerabilidad se manifiesta por deficiencias en los procedimientos constructivos, el tipo de materiales. / Determinadas las estaciones base, se realiza un análisis estadístico del acervo de datos en los que se determinan las temperaturas máximas anuales históricas en cada estación.

Tabla 5.29 Peligros hidrometeorológicos presentes en la delegación y su nivel de impacto.

## 5.2.8 Conclusiones

Debido a las características geológicas y estructurales del terreno donde se asienta la delegación Magdalena Contreras, se tiene la presencia de diversos peligros, los cuales han tenido impacto sobre la población y la infraestructura civil.

Los procesos de remoción en masa resultan de los fenómenos con mayor impacto en la zona, condicionado por factores tales como la geomorfología, relieve abrupto, influencia antrópica y presencia de fallas. En este sentido se puede decir que las zonas críticas resultan ser los taludes que conforman la zona de barrancas, conformados por amplias secuencias de depósitos vulcanoclásticos expuestos a la meteorización y a la erosión. Estas áreas además son sometidas a procesos de extracción de material y realización de cortes para viviendas. Aunado a esto, la influencia antrópica influye de manera desfavorable sobre la estabilidad de los taludes, debido a la sobrecarga de las construcciones, la presencia de fugas de agua, la generación de escombros y tiraderos de material.

En lo que respecta a las fallas, se tiene un importante sistema de fallas que conforma y modela el relieve de la delegación. A través de este sistema de fallas se ha modelado el relieve mediante grandes corrientes fluviales que siguen un arreglo rectangular y paralelo. La densidad de fallamiento se presenta de manera importante en la zona de barrancas principalmente, donde es frecuente la realización de excavaciones y cortes para la construcción de infraestructura. En las zonas atravesadas por fallas se presenta fracturamiento asociado así como la presencia de rellenos de baja resistencia que favorecen la ocurrencia de remociones en masa tales como deslizamiento y caída de rocas o de material granular. Esto debe tomarse en cuenta para futuras construcciones ya que los criterios de construcción del Distrito Federal no consideran el efecto local de estos rasgos geológicos, que en excavaciones para habilitar edificios de muchos niveles, pudieran tener efectos negativos en la estabilidad de los cortes y taludes generados.

En lo que respecta a la erosión, este es un grave problema que afecta a la delegación, lo cual es favorecido por las fuertes pendientes y porque el tipo de material que predomina en las zonas de barrancas es producto de procesos volcánicos y exógenos que caracterizan la zona de estudio. La presencia de depósitos de lahar, flujos de bloques y cenizas así como avalanchas de escombros asociadas a colapsos volcánicos, todo ello conforma secuencias anisotrópicas cuya variación en sus propiedades mecánicas y geomorfológicas las hacen susceptibles a erosionarse y a conformar taludes con erosión diferencial y remontante. La degradación del paisaje exacerbada por prácticas antrópicas es también un factor importante que influye de manera importante en el deterioro ambiental y ecológico de la delegación.

En el caso del Peligro Sísmico, se puede decir que debido a la ubicación geográfica y al tipo de terreno donde se asienta la delegación, éste es poco significativo ya que no existen los efectos de amplificación de las ondas sísmicas propias de la zona central del Distrito Federal, caracterizada por la presencia de amplias secuencias de depósitos arcillosos.

Sin duda, el análisis de los peligros geológicos realizado en el presente estudio es una herramienta importante para tomar o fundamentar acciones en materia de protección civil, ordenamiento territorial y planeación urbana.

Cabe señalar que las Inundaciones se originan por la acción violenta de fenómenos atmosféricos, siguiendo los procesos de la climatología y el ciclo hidrológico. La precipitación extraordinaria suscitada en una cuenca tributaria a un punto en específico dentro de una zona urbana, puede provocar graves daños en la infraestructura presente aunado a las pérdidas humanas que podrían generarse a consecuencia de las áreas anegadas.

En el análisis de las zonas de peligro por inundaciones se generaron modelos que se tomaron como requerimientos básicos el régimen de avenidas en algún punto específico dentro de nuestro modelo, así como las características fisiográficas de las distintas cuencas tributarias. Finalmente y mediante la aplicación de métodos



hidrológicos y la ayuda de Sistemas de Información Geográfica, se delimitaron las Áreas de Inundación dentro de los límites de la delegación.

## 6 ANEXO

### 6.1 Glosario de Términos

**ACCIDENTE.-** Evento no premeditado aunque muchas veces previsible, que se presenta en forma súbita, altera el curso regular de los acontecimientos, lesiona o causa la muerte a las personas y ocasiona daños en sus bienes y en su entorno.

**AFECTADO.-** Dícese de las personas, sistemas o territorios sobre los cuales actúa un fenómeno, cuyos efectos producen perturbación o daño.

**AFLORAMIENTO.-** Parte de un terreno visible en la superficie de la tierra.

**AFLUENTE.-** Corresponde a un curso de agua, también llamado tributario, que no desemboca en el mar sino en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia.

**AGENTE AFECTABLE.-** Sistema compuesto por el hombre y su entorno físico, sobre el cual pueden obrar los efectos destructivos de un agente perturbador.

**AGENTE PERTURBADOR.-** Todo fenómeno de orden natural o humano que ponga en peligro la vida, bienes y el entorno social y ecológico.

**AGENTE PERTURBADOR DE ORIGEN GEOLÓGICO.-** Las calamidades que tienen como causa las acciones y movimientos violentos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos o terremotos, las erupciones volcánicas, los tsunamis o maremotos, la inestabilidad de suelos y de laderas.

**AGENTE PERTURBADOR DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO.-** Se originan por la acción violenta de agentes atmosféricos y comprenden: huracanes, inundaciones, nevadas, granizadas, sequías, lluvias torrenciales, temperaturas extremas, tormentas eléctricas, tormentas tropicales, mareas por tempestad e inversiones térmicas.

**AGENTE PERTURBADOR DE ORIGEN QUÍMICO.-** Calamidad que se genera por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Comprende fenómenos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas tóxicas y radiaciones.

**AGENTE PERTURBADOR DE ORIGEN SOCIO-ORGANIZATIVO.-** Calamidad generada por motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población.

**AGUAS NEGRAS.-** Aguas residuales que provienen de las casas habitación y que no han sido utilizadas con fines industriales, comerciales, agrícolas o pecuarios.

**AGUAS RESIDUALES.-** Líquido de composición variada proveniente del uso municipal, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de cualquier otra índole, ya sea pública o privada, y que por tal motivo haya sufrido degradación en su calidad original.

**ALBERGUE.-** Lugar físico destinado a prestar asilo, amparo, alojamiento y resguardo a personas ante la amenaza, inminencia u ocurrencia de un fenómeno destructivo. Generalmente es proporcionado en la etapa de auxilio. Los edificios y espacios públicos, son comúnmente utilizados con la finalidad de ofrecer los servicios de albergue en casos de desastre.



**ÁREA DE AFECTACIÓN.-** Es el área geográfica estimada que puede ser afectada por la liberación de una sustancia peligrosa en niveles que pueden causar daños agudos a la salud o la muerte de las poblaciones humanas por efectos de una liberación accidental.

**ÁREA HIDRÁULICA.-** Superficie ocupada por un líquido en una sección transversal normal a la dirección del flujo.

**ÁREA NATURAL PROTEGIDA.-** Zona del territorio en la que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, dentro de cuyo perímetro el ambiente original no ha sido significativamente alterado por la actividad del hombre y ha quedado sujeta al régimen de protección que establece la ley.

**ASENTAMIENTO HUMANO IRREGULAR.-** Son los núcleos poblacionales ubicados en áreas o predios fraccionados o subdivididos sin la autorización correspondiente, cualesquiera que sea su régimen de tenencia de la tierra.

**ATLAS DE PELIGROS Y RIESGOS.-** Es la colección de mapas a escala, integrados en un Sistema de Información Geográfica, que agrupa características tales como topografía, uso de suelo, hidrología, vías de comunicación, equipamiento y más información de un país, un estado, un municipio o una localidad en el que se encuentran sobrepuestas zonas, puntos, áreas o regiones que indican la presencia de un peligro o riesgo potencial y que amenaza a una población, sus bienes, servicios estratégicos y entorno, el cual es una herramienta indispensable para las actividades de Protección Civil.

**AZIMUT.-** Ángulo medido a partir del Norte en el sentido de las agujas del reloj.

**AZOLVE.-** Lodo o basura (sedimentos) que obstruyen un conducto de agua. El azolve puede provocar taponamientos.

**BASALTO.-** Roca volcánica oscura muy pobre en cuarzo y con plagioclasas con más del 65% de anortita.

**BLEVE.-** Accidente mayor en el que se presenta una Bola de Fuego producto del estallido súbito y total de un recipiente que contiene una sustancia a presión, cuando el material de la pared de éste pierde su resistencia mecánica. Dos ejemplos de sustancias químicas que se han visto involucradas en muchos accidentes de este tipo son: el Butano y Propano.

**BORDO.-** Obra hecha de tierra que sirve como represa para retener el agua de algún arroyo o riachuelo, o para

**BUZAMIENTO O ECHADO.-** Ángulo que forma la superficie de un estrato con la horizontal, medido en el plano que contiene la línea de máxima pendiente.

**CAUDAL.-** Cantidad de agua que transporta un río en un tiempo determinado. Se mide en metros cúbicos por segundo. También se le conoce con el nombre de gasto.

**CENIZA.-** Son aquellos productos piroclásticos menores a 2 mm.

**CIZALLA.-** Deformación producida por esfuerzos paralelos y de sentido contrario. Zonas de límites paralelos con alta deformación de este tipo.

**CLASTO.-** Fragmento, ya sea de un cristal, una roca, o un fósil.

**CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.-** Situación caracterizada por la presencia en el medio ambiente de uno o más elementos nocivos, en tal forma combinados que, atendiendo a sus características y duración, en mayor o menor medida causan un desequilibrio ecológico y dañan la salud y el bienestar del hombre, perjudicando también la flora, la fauna y los materiales expuestos a sus efectos.

**CORRIENTE PERENNE.-** Tipo de río que fluye durante todo el año, su corriente es sostenida por el flujo base.



**CORROSIÓN.-** Alteración o deterioro de la superficie de un cuerpo, debida a agentes físicos y especialmente a reactivos químicos de carácter natural o artificial.

**CORTEZA TERRESTRE.-** Capa rocosa externa de la Tierra. Su espesor varía entre 10 y 70 km.

**CUENCA HIDROLÓGICA.-** Superficie regada por un río y sus afluentes (ríos o arroyos más pequeños que lo alimentan), se encuentra delimitada por un parte aguas. Es una subdivisión de una región hidrológica.

**CUENCA.-** Territorio que se encuentra rodeado de montañas y por el cual corre un gran río con afluentes (ríos más pequeños o arroyos que lo alimentan), o existe un lago donde éste desemboca. En una cuenca pueden existir obras para aprovechar el agua, como las presas.

**CUERPO DE AGUA.-** Masa o extensión de agua que cubre parte del planeta, puede ser natural como un lago, mar u océano; o artificial como los estanques.

**DAMNIFICADO.-** Persona afectada por un desastre, que ha sufrido daño o perjuicio en sus bienes, en cuyo caso generalmente ha quedado ella y su familia sin alojamiento o vivienda, en forma total o parcial, permanente o temporalmente, por lo que recibe de la comunidad y de sus autoridades, refugio temporal y ayuda alimenticia temporales, hasta el momento en que se alcanza el restablecimiento de las condiciones normales del medio y la rehabilitación de la zona alterada por el desastre.

**DAÑO.-** Menoscabo o deterioro inferido a elementos físicos de la persona o del medio ambiente, como consecuencia del impacto de una calamidad o agente perturbador sobre el sistema afectable (población y entorno). Existen diferentes tipos de daños: humanos (muertos y lesionados), materiales (leves, parciales y totales), productivos (internos y externos al sistema), ecológicos (flora, fauna, agua, aire y suelo) y sociales (a la seguridad, a la subsistencia y a la confianza).

**DENSIDAD POBLACIONAL.-** Es la relación de la población con respecto a la superficie que ocupa. Se mide en habitantes por kilómetro cuadrado.

**DERRAME DE HIDROCARBUROS.-** Descarga accidental de hidrocarburos al mar, bahías y terrenos. Los métodos de control de estos derrames incluyen la dispersión química, la combustión, la contención mecánica, la absorción y otros.

**DESBORDAMIENTO.-** Evento que se presenta cuando la precipitación provoca un aumento en el flujo de agua de un río o arroyo, lo que ocasiona que éste supere la capacidad máxima de captación (área hidráulica). El desbordamiento puede provocar una inundación fluvial.

**DETRÍTICOS.-** Adjetivo para denominar a las partículas sólidas arrastradas y depositadas, procedentes del exterior de una cuenca.

**DIACLASA.-** Fractura de rocas o de materiales sin desplazamiento relativo de las partes separadas.

**DIRECCIÓN O RUMBO.-** Se refiere al ángulo que forma una línea comprendida en un plano horizontal con otra tomada como referencia, normalmente la línea geográfica Norte-Sur.

**EMERGENCIA.-** Situación o condición anormal que puede causar un daño a la sociedad y propiciar un riesgo excesivo para la salud y la seguridad del público en general. Conlleva la aplicación de medidas de prevención, protección y control sobre los efectos de una calamidad.

**ENCHARCAMIENTO.-** Inundación provocada por lluvias intensas sobre áreas planas y por deficiencias de drenaje superficial, que ocasionan que el agua se estanque.

**EPICENTRO.-** Punto en la superficie de la Tierra resultado de proyectar sobre ésta el hipocentro de un terremoto. Se encuentran usualmente en un mapa, señalando el lugar justo sobre el origen del movimiento sísmico.



**EROSIÓN.-** Fenómeno que disgrega, desgasta y modifica las estructuras superficiales, modificando el relieve de la corteza terrestre, debido a factores de tipo climático como el viento, la lluvia y oleaje marino.

**EROSIÓN ANTROPOGÉNICA.-** Es el desgaste y modificación de las estructuras superficiales o relieve de la corteza terrestre por la mala actuación del hombre. Una carga excesiva de ganado en una parcela, una mala gestión del suelo y actuación sobre el mismo, con actividades como el excesivo tránsito de maquinaria penetrante en el terreno y la eliminación de residuos vegetales de cosechas anteriores; la urbanización, explotación forestal, instalación de industrias y la construcción de carreteras, han ocasionado la pérdida de protección proporcionada por la vegetación, acelerando la erosión de los suelos.

**EROSIÓN CONCENTRADA A CAUCES Y CAÑADAS.-** Áreas cuya remoción de partículas de suelo ha permitido la formación de densas redes de drenaje de unos cuantos a varias decenas de metros de profundidad. En función del tipo de roca, agresividad de la lluvia y efectos tectónicos a través del tiempo geológico, la erosión ha dado origen a cauces con diversa profundidad, misma que en algunos lugares, se asocia a factores estructurales de rompimiento o dislocación que favorecen la erosión vertical.

**EROSIÓN EÓLICA.-** Desgaste de los suelos producido por el viento en zonas con poca o nula vegetación. Se presenta con mayor frecuencia en zonas desérticas o zonas relativamente secas con terrenos arenosos.

**ESCURRIMIENTO.-** Parte de la precipitación que se presenta en forma de corrientes de agua que pueden ser de tipo fluvial, superficial, perenne e intermitente o efímera, y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores.

**ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA.-** Instalación que dispone de un conjunto de instrumentos de medición para tomar registros de temperatura, humedad del viento y precipitación en las cuencas hidrológicas, con el fin de realizar estudios climáticos.

**ESTACIÓN DE CARBURACIÓN.-** Es un sistema fijo y permanente para almacenar y suministrar Gas L.P. exclusivamente a los recipientes instalados en vehículos que lo utilicen como combustible.

**ESTACIÓN DE SERVICIO.-** Es la instalación dedicada a la venta al público al por menor de combustibles líquidos tales como la gasolina y el diesel a granel por medio de surtidores. La estación de servicios es mejor conocida como gasolinera.

**FALLA.-** Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual ha habido movimiento relativo, es decir, un bloque respecto del otro. Se habla particularmente de falla activa cuando en ella se han localizado focos de sismos o bien, se tienen evidencias de que en tiempos históricos han habido desplazamientos.

**FÉLSICO.-** Que contiene cuarzo y feldespatos.

**FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS.-** Fenómenos formados por un conjunto de partículas acuosas, líquidas o sólidas que caen a través de la atmósfera, siguiendo los procesos de la climatología y del ciclo hidrológico. Entre los principales fenómenos hidrometeorológicos se encuentran la lluvia, llovizna, nieve, granizo, niebla, neblina, rocío, escarcha, chubasco y tromba.

**FIESTA PATRONAL.-** Festejo que se celebra en honor del santo patrono que, según la creencia, protege una colectividad como un pueblo, congregación religiosa o un gremio. En los pueblos los festejos pueden durar varios días.

**FOCO (O HIPOCENTRO).-** Punto de origen del sismo, en el interior de la Tierra. Lugar donde empieza la ruptura que se extiende formando un plano de falla.

**FORMACIÓN.-** Unidad litoestratigráfica fundamental. Cuerpo de rocas identificado por sus características litológicas y su posición estratigráfica.



**FOSAS SÉPTICAS.-** Son unidades de tratamiento primario de las aguas negras domésticas; en ellas se realiza la separación y transformación físico-química de la materia sólida contenida en esas aguas. Se trata de una forma sencilla y barata de tratar las aguas negras se utilizan principalmente en zonas rurales o parajes aislados.

**FREÁTICO/A.-** Se dice de la parte del subsuelo saturada de agua.

**GAS TÓXICO.-** Sustancia gaseosa que por inhalación prolongada produce diferentes efectos y consecuencias en la salud del ser humano, desde pérdida de conocimiento, hasta efectos que al no ser atendidos pueden producir la muerte.

**GRANIZO.-** Tipo de precipitación de agua congelada que se presenta en granos combinados de hielo y nieve, con forma esférica; por lo general su tamaño no excede los 2 cm y en algunos casos pueden alcanzar un diámetro de hasta 13 cm. El granizo sólo se produce al comienzo de algunas tormentas y cuando la temperatura del suelo es bastante inferior a la de congelación.

**GRIETA.-** Fractura del terreno sin desplazamiento relativo de las partes separadas.

**HELADAS.-** Fenómeno climático que consiste en un descenso inesperado de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua existente en el aire se congele depositándose en forma de hielo, esto producido por una masa de aire polar con una humedad relativa mayor al 60% y con viento poco intenso. A menor temperatura, mayor intensidad de la helada.

**HIDROCARBURO.-** Cada uno de los compuestos químicos resultantes de la combinación del carbono con el hidrógeno; sustancia combustible fósil que se encuentra en yacimientos subterráneos. Este término se refiere básicamente, al petróleo en todas sus manifestaciones, incluidos los crudos de petróleo, fuel-oil, los fangos, los residuos petrolíferos y los productos de refinación.

**HIPOCENTRO O FOCO.-** Es el punto interior de la tierra donde se origina un temblor.

**HUNDIMIENTO.-** Movimiento en la superficie terrestre que se caracteriza por ser de componente vertical. Se diferencian generalmente entre hundimientos (movimientos repentinos) y subsidencias (movimientos lentos). Se pueden presentar hundimientos y colapsos del terreno debido a la actividad minera subterránea, por ejemplo tras el abandono de galerías subterráneas.

**INCENDIO.-** Fuego no controlado de grandes proporciones, que puede presentarse en forma súbita, gradual o instantánea, al que le siguen daños materiales que pueden interrumpir el proceso de producción, ocasionar lesiones o pérdida de vidas humanas y deterioro ambiental. En la mayoría de los casos el factor humano participa como elemento causal de los incendios.

**INCENDIO FORESTAL.-** Siniestro de propagación libre y no programada del fuego sobre áreas cubiertas de vegetación como árboles, pastizales, malezas, matorrales, bosques, selvas y en general, cualquiera de los tipos de asociaciones vegetales, cuando se dan las condiciones propicias para que accionen los elementos que ocurren en todo incendio, tales como suficiente material combustible y una fuente de calor para iniciar el fenómeno.

**INCENDIO FORESTAL DE COPA O AÉREO.-** Incendios que se inician de forma superficial, transformándose en uno de copa o aéreo debido a la continuidad vertical de los combustibles del suelo hacia lo alto de los árboles, se presentan con fuertes vientos y en lugares con pendientes muy pronunciadas, por lo que su propagación es, tanto de copa en copa de los árboles, como en la vegetación superficial. Este tipo de siniestros daña severamente al ecosistema donde se presentan.

**INCENDIO FORESTAL SUBTERRÁNEO.-** Incendio que no produce llama y emite poco humo, son peligrosos y difíciles de controlar. El fuego se inicia en forma superficial, propagándose bajo el suelo mineral debido a la



acumulación y compactación de los combustibles, así como por su aglomerado en afloramientos rocosos en donde se encuentran mantillo, raíces, hojas y otros materiales vegetales.

**INCENDIO FORESTAL SUPERFICIAL.-** El fuego se propaga de manera horizontal sobre la superficie del terreno, afectando combustibles vivos y muertos, compuestos por pastizales, hojas, ramas, ramillas, arbustos o pequeños árboles de regeneración natural o plantación, troncos, humus, entre otros, que se encuentran desde la superficie del suelo y hasta 1.5 metros de altura. En este tipo se encuentra el 90% de los incendios que ocurren en México.

**ÍNDICES SOCIALES.-** Diferentes indicadores usados para la determinación de la situación socioeconómica de una población. Ejemplos, tasas de mortalidad infantil, áreas verdes por habitante, densidad de tráfico vehicular y tasa de alfabetización.

**INTEMPERISMO.-** Proceso de transformación y destrucción “in situ” de los minerales y las rocas en la superficie de la Tierra, debido a la acción de agentes físicos, químicos y orgánicos.

**INTENSIDAD (SÍSMICA).-** Número que se refiere a los efectos de las ondas sísmicas en las construcciones, en el terreno natural y en el comportamiento o actividades del hombre. Los grados de intensidad sísmica, expresados con números romanos del I al XII, correspondientes a diversas localidades se asignan con base en la escala de Mercalli. Contrasta con el término magnitud que se refiere a la energía total liberada por el sismo.

**INUNDACIÓN.-** Fenómeno hidrometeorológico generado por el desbordamiento del flujo de una corriente debido a la lluvia excesiva o problemas con el sistema de drenaje, provocando que el agua sobrepase las condiciones que le son normales y alcance niveles extraordinarios que no pueden ser controlados en los vasos naturales o artificiales que la contienen o puedan retenerla, como presas, canales, ríos, lagos y estanques; lo cual deriva en daños en zonas urbanas, tierras productivas, en valles y sitios planos.

**ISOTERMAS.-** Solíneas que representan la cantidad de calor, uniendo puntos referenciados de igual temperatura media anual.

**ISOYETAS O ISOHIETAS.-** Solíneas trazadas en un mapa que une los puntos referenciados de igual cantidad de precipitación acumulada.

**LAHAR.-** Coladas de barro, originadas en las pendientes de los volcanes, cuando capas inestables de ceniza se saturan de agua y fluyen pendiente abajo siguiendo el curso de los ríos y arroyos.

**LAPILLI.-** Roca piroclástica constituida por pequeños fragmentos de lava sueltos, en general menores de 3 cm.

**LAVA.-** Es el magma, líquido o sólido, que ha sido arrojado a la superficie.

**LITOSFERA.-** Cubierta rígida de la Tierra. Está constituida por la corteza y la parte superior del manto; su espesor promedio no excede 100 km. Se encuentra dividida en grandes porciones móviles llamadas placas tectónicas.

**MÁFICO.-** Mineral rico en hierro y magnesio.

**MAGMA.-** Material fundido generado en el interior de la tierra por fusión de materiales a temperatura superior a 600° C. Su enfriamiento y consolidación da origen a las rocas magmáticas.

**MAGNITUD DE UN SISMO.-** Valor relacionado con la cantidad de energía liberada por el sismo. Para determinar la magnitud se utilizan, necesariamente uno o varios registros de sismógrafos y una escala estrictamente cuantitativa, sin límites superior ni inferior. Una de las escalas más conocidas es la de Richter, aunque en la actualidad frecuentemente se utilizan otras como la de ondas superficiales (Ms) o de momento sísmico (Mw).



**MARGINACIÓN.-** Es un fenómeno estructural que se expresa por un lado en la dificultad para propagar el progreso técnico en el conjunto de la estructura productiva y de las regiones del país y por otro lado en la exclusión de grupos sociales del proceso de desarrollo y del disfrute de sus beneficios.

**MATRIZ.-** Fracción fina de una roca que forma una masa en la que quedan inmersos los cristales, granos o clastos de mayor tamaño.

**METEORO.-** Fenómeno que ocurre dentro de la zona inferior de la atmósfera y de acuerdo a la naturaleza de las partículas que lo constituyen o a los procesos físicos que intervienen en su formación, pueden clasificarse en líquidos, sólidos, ígneos, eléctricos, magnéticos y luminosos.

**MICROCUCENCA.-** Espacio territorial delimitado de manera natural por las partes más altas (divisoras de agua), y en donde los escurrimientos de agua superficiales y subterráneos van a un punto en común, un río, riachuelo, quebrada, ojo de agua o arroyo. Una microcuenca tiene tres elementos comunes: un desagadero común, la divisora de agua (parte más alta que separa una microcuenca de otra) y el área de recarga acuífera, que es la zona donde interviene la gente que habita en la microcuenca y la naturaleza del lugar, agua, suelo, aire, flora, fauna y biodiversidad.

**MITIGACIÓN.-** Acción orientada a disminuir la intensidad de los efectos que produce el impacto de las calamidades en la sociedad y en el medio ambiente, es decir, todo aquello que aminora la magnitud de un desastre en el sistema afectable (población y entorno).

**ONDAS P.-** Primera onda, la más rápida, que viaja desde el lugar del evento sísmico a través de las rocas y que consiste en un tren de compresiones y dilataciones sucesivas del material terrestre.

**ONDAS S.-** Ondas sísmicas secundarias que viajan más lentamente, aunque más energéticas, que las ondas P y que consisten en vibraciones transversales a la dirección de propagación. No pueden propagarse en líquidos debido a la ausencia de rigidez.

**ORDENACION TERRITORIAL.-** Estudio y aplicación de medidas financieras y de planeación para fomentar en el territorio nacional un equilibrio armonioso entre las actividades y necesidades de la población con los recursos del país.

**PELIGRO.-** En un sentido convencional se refiere a un fenómeno físico (proceso o situación) con el potencial de causar un daño. En un sentido más técnico, el peligro se define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente destructivo, dentro de un lapso determinado y en una cierta área. Esta probabilidad varía de acuerdo con la magnitud del evento.

**PIEDEMONTE.-** Zona de pendiente suave al pie de una cadena montañosa. Está constituida fundamentalmente por acumulaciones detríticas procedentes de la erosión de los relieves vecinos.

**PLANO DE FALLA.-** Superficie de contacto entre dos bloques rocosos con movimiento entre sí.

**PLUVIOSIDAD MEDIA ANUAL.-** Suma de todas las cantidades de precipitación media mensual, también se le conoce como Precipitación total anual de un período.

**PRECIPITACIÓN.-** Cualquier hidrometeoro (deposición de agua) que cae del cielo y llega a la superficie terrestre, esto incluye lluvia, llovizna, nieve, cinarra, granizo. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad o pluvial. Es una parte importante del ciclo de vida hidrológico y es responsable del depósito de agua fresca en el planeta.

**PREVENCION.-** Uno de los objetivos básicos de la Protección Civil, se traduce en un conjunto de disposiciones y medidas anticipadas cuya finalidad estriba en impedir o disminuir los efectos que se producen con motivo de la

ocurrencia de calamidades. Esto, entre otras acciones, se realiza a través del monitoreo y vigilancia de los agentes perturbadores y de la identificación de las zonas vulnerables del sistema afectable (población y entorno), con la idea de prever los posibles riesgos o consecuencias para establecer mecanismos y realizar acciones que permitan evitar o mitigar los efectos destructivos.

**PROTECCION CIVIL.-** Acción solidaria y participativa de los diversos sectores que integran la sociedad, junto y bajo la dirección de la administración pública, en busca de la seguridad y salvaguarda de amplios núcleos de población, en donde éstos son destinatarios y actores principales de esa acción, ante la ocurrencia de un desastre.

**PUNTO DE CALOR.-** Punto sobre la superficie terrestre que representa temperaturas muy altas, que son asociadas con posibles incendios. Los puntos de calor son utilizados para realizar un análisis cuantitativo que se emplea para la identificación de zonas emisoras de calor.

**REGIÓN HIDROLÓGICA.-** Porción de territorio que agrupa varias cuencas hidrológicas con niveles de escurrimiento superficial muy similar.

**RESIDUO.-** Cualquier tipo de material resultante de los procesos económicos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad sea de tal naturaleza que no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

**RESIDUOS PELIGROSOS.-** Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o para el ambiente.

**RIESGO.-** Se refiere al número esperado de pérdidas humanas, de personas afectadas, de propiedades dañadas, a la interrupción de actividades económicas y de servicios, debido a un fenómeno natural en particular. Esta definición involucra tres aspectos relacionados por la siguiente fórmula:  $Riesgo = Vulnerabilidad \times Valor \times Peligro$ . En esta relación, el valor se refiere al número de vidas humanas amenazadas o en general a cualesquiera de los elementos económicos (capital, inversión, capacidad productiva, etcétera), expuestos a un evento destructivo.

**SEQUÍA.-** Condición transitoria del medio ambiente en la que la disponibilidad de agua se sitúa por debajo de los requerimientos de un área geográfica dada, resultando insuficiente para abastecer las necesidades de plantas, animales y humanos. Esto se debe a una desestabilización extrema en el ciclo hidrológico, con un lapso prolongado de escasa o nula precipitación pluvial.

**SIMULACRO.-** Representación de las acciones previamente planeadas para enfrentar los efectos de una calamidad, mediante la simulación de un desastre. Implica el montaje de un escenario en terreno específico, diseñado a partir del procesamiento y estudio de datos confiables y de probabilidades con respecto al riesgo y a la vulnerabilidad de los sistemas afectables.

**SISMO.-** Un sismo o temblor es un movimiento vibratorio que se origina en el interior de la Tierra y se propaga por ella en todas direcciones en forma de ondas.

**SISMÓGRAFO.-** Instrumento de alta sensibilidad para registrar los movimientos de la superficie de la Tierra, en función del tiempo, causados por el paso de las ondas sísmicas. Al registro producido se le conoce como sismograma.

**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCION CIVIL.-** Organización jurídicamente establecida mediante el Decreto Presidencial de fecha 6 de mayo de 1986, concebido como un conjunto orgánico y articulado de estructuras, relaciones funcionales, métodos y procedimientos que establecen las dependencias y entidades del sector



público entre sí, con las organizaciones de los diversos grupos sociales y privados y con las autoridades de los estados y municipios, a fin de efectuar acciones de común acuerdo destinadas a la protección de los ciudadanos contra los peligros y riesgos que se presentan en la eventualidad de un desastre.

**SUBCUENCA.-** Área considerada como una subdivisión de la cuenca hidrológica que presenta características particulares de escurrimiento y extensión. La escorrentía superficial fluye en su totalidad hacia un determinado punto de un curso de agua, generalmente un lago o una confluencia de ríos.

**SUELO.-** Es la capa de la corteza terrestre formada por material meteorizado en el mismo lugar donde actualmente se halla, mezclado con materia orgánica muy superficial.

**SUSTANCIAS TÓXICAS.-** Aquéllas que al penetrar en un organismo vivo producen alteraciones físicas, químicas o biológicas, dañan la salud de manera inmediata, mediata, temporal o permanente, o incluso, llegan a ocasionar la muerte.

**TEMPERATURA MÁXIMA.-** Temperatura más alta alcanzada en un periodo de tiempo dado.

**TEMPERATURA MEDIA.-** Promedio de las medias de temperatura máximas y mínimas registradas en un mes o promedio de los promedios mensuales, registradas en un periodo determinado.

**TEMPERATURA MÍNIMA.-** Temperatura más baja alcanzada en un lapso cronológico dado.

**TIRANTE.-** Es la profundidad máxima del agua en un canal o en un cauce.

**VOLCÁN.-** Es el lugar donde la roca ígnea, fundida o fragmentada por el calor y gases calientes, emerge a través de una abertura desde las partes internas de la tierra a la superficie.

**VULNERABILIDAD.-** Significa el grado de pérdida o daño que puede sufrir un elemento o elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural con cierta magnitud destructiva. Puede ser expresado en una escala del 0 (sin daño) al 1 (pérdida total).

**ZONIFICACIÓN.-** División del territorio en unidades homogéneas de acuerdo con su rango de susceptibilidad, peligro o riesgo por algún fenómeno potencialmente destructivo.



## 6.2 Bibliografía

- Aguayo-Camargo, J. E., Marín-Córdova, S., Sánchez-Díaz, F., 1990, Evolución Geológica de la Cuenca de México, Tópicos Geológicos de la Cuenca de México, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, p. 25-41.
- Alaniz-Alvarez, S. A., Nieto-Samaniego, A. F., Ferrari, L., 1998, Effect of the strain rate on the distribution of monogenetic and polygenetic volcanism in the Transmexican Volcanic Belt, *Geology*, v. 26, p. 591-594.
- Aparicio Mijares, F.J., Fundamentos de Hidrología de Superficie. Editorial Limusa, México, 1994.
- Bell, F.C. (1969). "Generalized Rainfall-Duration-Frequency relationships", Proc. ASCE, Journal of Hydraulics Div., Vol. 95, num. HY1, pp. 311-327
- Breña Puyol Felipe Agustín, Jacobo Villa Marco Antonio, Principios y fundamentos de la hidrología superficial, Universidad Autónoma Metropolitana. D.F., México, 2006.
- Campos Aranda, Daniel, Procesos del Ciclo Hidrológico, Universidad de San Luis Potosí, México, 1992.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2004, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Secretaría de Gobernación, México.
- Chen, L.C. (1983). "Rainfall Intensity-Duration-Frequency formulas". Proc. ASCE, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 109, num. 12, paper num. 18441, pp. 1603-1621.
- Chow, V. T., D. R. Maidment y L. W. Mays, Hidrología Aplicada, Mc Graw-Hill Interamericana, 1994.
- Cortés, M.A.O., 2008, Poblaciones vulnerables frente a amenazas naturales. Caso estudio, delegación La Magdalena Contreras, Distrito Federal, México. Tesis de Maestría. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- Cuaderno Estadístico Delegacional La Magdalena Contreras. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2001.
- De Cserna, Z., De la Fuente, M., Palacios-Nieto, M., Triay, L., Mitre-Salazar, L., Mota-Palomino, R., 1988, Estructura geológica, gravimetría, sismicidad y relaciones neotectónicas regionales de la Cuenca de México, Instituto de Geología, UNAM, Boletín num. 104, 71 p.
- Demant, A., 1978, Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, Instituto de Geología, UNAM, v. 2, num. 2, p. 172-187.
- Fries, C. Jr., 1960, Geología del estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región de México, Instituto de Geología, UNAM, Boletín num. 60, 23 p.
- García-Palomo, A., Macías, J. L., Tolson, J., Valdez, G., Mora, J.C., 2002, Volcanic Stratigraphy and Geological Evolution of the Apan Region, East-Central Sector of the Trans-Mexican Volcanic Belt: *Geofísica Internacional*, v. 41 (2), p. 133-150.
- Metodología para el cálculo de los índices de marginación. En: <http://www.conapo.gob.mx>. Consejo Nacional de Población. CONAPO. (fecha de consulta, 20 de noviembre 2011).
- Mooser, F., Montiel, A., Zuñiga, A., 1992, Nuevo mapa geológico del Sur-Poniente del Valle de México, Simposio "Experiencias geotécnicas en la zona Poniente del Valle de México", Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, p. 3-32.

Moser, F., Montiel, A., Zúñiga, A., 1996, Nuevo Mapa Geológico de las cuencas de México, Toluca y Puebla: Estratigrafía, Tectónica Regional y Aspectos Geotérmicos, Comisión Federal de Electricidad, primera impresión, Atlas, 27 p.

Principales resultados por AGEB urbana del Censo de Población y Vivienda 2010. En: [www.censo2010.org.mx](http://www.censo2010.org.mx). Instituto Nacional de Estadística y Geografía (fecha de consulta, 15 de noviembre 2011).

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de La Magdalena Contreras, 2005.

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano. En: Gaceta Oficial del Distrito Federal. Asamblea Legislativa del Distrito Federal. 28 de enero de 2005.

Ramírez-Jiménez, H., Hernández, H. F., Rueda-Gaxiola, J., 1983, Origen, tectónica y cronología volcánica de la cuenca de México, Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. XXX, num. 2, p. 3-35.

Romero, T. E., 2001, Geología del Complejo Volcánico San Miguel, al Sur Poniente de la Cuenca de México, Tesis de Licenciatura UNAM, 40 p.

Schlaepfer, C. J., 1968, Resumen de la Geología de la Hoja México, Distrito Federal, Estado de México y de Morelos, Carta Geológica de México, Instituto de Geología, UNAM, México.

Secretaría de Desarrollo Social, 2011, Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel de Ciudad (Identificación y Zonificación), Programa Hábitat, México.

Servicio Geológico Mexicano 2002, Carta geológica 1:250,000 Ciudad de México E14-2.

SMMS, 1991, El subsuelo y la ingeniería de cimentaciones en el área urbana del Valle de México, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.

Suter, M., López-Martínez, M., Quintero-Legorreta, O., Carrillo-Martínez, M., 2001, Quaternary intra-arc extension in the central Trans-Mexican volcanic belt, GSA Bull., num. 113 (6), p. 693-703.

Vázquez-Sánchez, E., Jaimes-Palomera, R. L., 1990, Geología de la Cuenca de México, Tópicos Geológicos de la Cuenca de México, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, p. 1- 24.

Wijkman, A., Timberlake, LI., 1984, Desastres Naturales ¿Fuerza Mayor u Obra del Hombre?, Earthscan, 1985.

### 6.3 Cartografía empleada (índice y breve descripción de los mapas contenidos).

#### INDICE DE MAPAS

Figura 2.1 Ubicación de la Delegación La Magdalena Contreras como área de estudio. ....	8
Figura 2.2 Localización de los asentamientos en los cuales se analiza a detalle y mediante trabajo de campo, el problema por deslizamientos. ....	11
Figura 3.1 Ubicación del área de estudio en las provincias fisiográficas de INEGI. ....	12
Figura 3.2 Mapa geológico de la zona en estudio. ....	15
Figura 3.3 Mapa geomorfológico de la zona en estudio. ....	17
Figura 3.4 Mapa de edafología. ....	19
Figura 3.5 Mapa de hidrología, indicando las Cuencas, Subcuencas y Microcuencas. ....	20
Figura 3.6 Mapa de Climas de la zona de estudio. ....	22
Figura 3.7 Uso de suelo y vegetación. ....	26
Figura 3.8 Mapa de áreas naturales protegidas. ....	28
Figura 3.9 Mapa de problemática ambiental. ....	30
Figura 4.1 Distrito Federal y Delegación La Magdalena Contreras. Tasas de crecimiento media anual demográfico 1960-2010. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Cuaderno Estadístico Delegacional La Magdalena Contreras (2001) y Censo de población 2010. ....	31
Figura 4.2 Distribución de Población. ....	32
Figura 4.3 Pirámide de edades. Fuente: elaboración propia con datos del Censo de población y vivienda, INEGI, 2010. ....	33
Figura 4.4 Densidad de Población. ....	35
Figura 4.5 Grado de Escolaridad. ....	37
Figura 4.9 Grado de Marginación. ....	41
Figura 4.10 Viviendas sin agua. ....	44
Figura 4.11 Mapa de Viviendas sin drenaje. ....	45
Figura 4.12 Mapa de Equipmto Urbano. ....	46
Figura 4.13 Mapa de asentamientos irregulares. ....	52
Figura 5.1 Esquema de los tipos de fallas. ....	53
Figura 5.2 Mapa de Fallas y Fracturas. ....	54
Figura 5.3 Mapa escala 1:11,000 de Fallas y Fracturas, representando la incidencia en la zona urbana. ....	55
Figura 5.4 Mapa de sismicidad local. ....	57
Figura 5.5 Mapa de aceleración para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años. ....	58
Figura 5.6 Mapa de aceleración del terreno para sismos con aceleraciones mayores de 15% de g. ....	59

Figura 5.7 Mapa de Vulcanismo, donde la única afectación sería por caída de ceniza del Popocatepetl.....	61
Figura A Esquema de un deslizamiento ( <a href="http://www.eoearth.org/article/Landslide">http://www.eoearth.org/article/Landslide</a> ).....	62
Figura 5.8 Mapa de susceptibilidad deslizamientos.....	63
Figura 5.9 Mapa de susceptibilidad de deslizamientos representado a escala 1:5000.....	64
Figura 5.10 Esquema general de desprendimientos en zonas altas y escarpadas.....	65
Figura 5.11 Mapa de derrumbes.....	66
Figura 5.12 Esquema de un flujo canalizado ( <a href="http://www.eoearth.org/article/Landslide">http://www.eoearth.org/article/Landslide</a> ).....	67
Figura 5.13 Mapa de flujos de lodo.....	68
Figura 5.24 Mapa litológico de la Magdalena Contreras.....	71
Figura 5.15 Mapa de pendientes de la Delegación La Magdalena Contreras.....	72
Figura 5.16 Mapa altimétrico de la Delegación La Magdalena Contreras.....	73
Figura 5.17 Mapa de densidad de drenaje de la Delegación La Magdalena Contreras.....	75
Figura 5.18 Mapa de concavidad de la Delegación La Magdalena Contreras.....	76
Figura 5.19 Mapa de aspecto de la Delegación La Magdalena Contreras.....	78
Figura 5.20 Mapa de circos de erosión de la Delegación La Magdalena Contreras.....	79
Figura 5.21 Mapa de densidad de fallamiento de la Delegación La Magdalena Contreras.....	81
Figura 5.22 Mapa de inventario de puntos de PRM.....	86
Figura 5.23 Mapa de susceptibilidad a Deslizamientos.....	91
Figura 5.24 Mapa de peligro por PRM.....	94
Figura 5.25 Mapa por erosión hídrica.....	95
Figura 5.25 bis Mapa de peligro por erosión laminar.....	96
Figura 5.26 Mapa de factor precipitación.....	102
Figura 5.27 Mapa de factor textura.....	103
Figura 5.28 Mapa de factor pendiente.....	104
Figura 5.29 Mapa de factor vegetación.....	106
Figura 5.30 Mapa de Erosión.....	107
Figura 5.31 Tormentas Eléctricas promedio Anuales Históricas.....	110
Figura 5.32 Número de días con Tormentas Eléctricas para Tr-5 años.....	111
Figura 5.33 Número de días con Tormentas Eléctricas para Tr-10 años.....	112
Figura 5.34 Número de días con Tormentas Eléctricas para Tr-25 años.....	113
Figura 5.35 Número de días con Tormentas Eléctricas para Tr-50 años.....	114
Figura 5.36 Mapa de Peligros por tormentas Eléctricas.....	115

Figura 5.37 Mapa de Peligros por Temperaturas Máximas Extremas. ....	118
Figura 5.38 Mapa de Peligros por Vientos Fuertes. ....	121
Figura 5.39 Cuencas tributarias a los sitios de análisis en la delegación. ....	123
Figura 5.40 Región Hidrológica “Pánuco”. ....	124
Figura 5.41 Mapa de Peligros por Inundaciones. ....	149
Figura 5.42 Acercamiento Peligro por Inundación. ....	150
Figura 5.43 Heladas medias anuales históricas. ....	152
Figura 5.44 Ocurrencia de Heladas (CENAPRED, 2001). ....	153
Figura 5.45 Peligro por Heladas. ....	154
Figura 5.46 Peligro por Nevadas. ....	155
Figura 6.1 Mapa de los sitios para realizar Obras de mitigación. ....	179
Figura 6.2 Localización de los asentamientos en los cuales se analiza a detalle el problema por procesos de remoción en masa (deslizamientos, derrumbes, flujos). ....	183

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Nivel de análisis para los diferentes peligros. ....	9
Tabla 2.2 Nivel de análisis para los aspectos socio-demográficos. ....	10
Tabla 3.1 Barrancas mayores y secundarias en la delegación ....	18
Tabla 3.2 Distribución de los usos de suelo. ....	23
Tabla 4.1 Crecimiento Poblacional Delegacional. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI: Cuaderno Estadístico Delegacional La Magdalena Contreras (2001) y Censo de población 2010. *Tasa de crecimiento media anual. ....	31
Tabla 4.2 Rangos de población. Fuente: elaboración propia con datos del Censo de población y vivienda, INEGI, 2010. ....	33
Tabla 4.3 Mortalidad. Fuente: cuadro “Principales causas de mortalidad general Magdalena Contreras 2007”, del documento “Mortalidad 1990 al 2007”, Secretaria de Salud Distrito Federal. <a href="http://www.salud.df.gob.mx/ssdf/media/PublicacionMortalidad1990-2007">http://www.salud.df.gob.mx/ssdf/media/PublicacionMortalidad1990-2007</a> . 1/ Tasa por 100,000 habitantes de la delegación, en base a proyecciones del CONAPO. ....	35
Tabla 4.4 Grado Promedio de Escolaridad. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI: Cuaderno Estadístico Delegacional La Magdalena Contreras (2001) y Censo de población 2010. *Tasa de crecimiento media anual. ....	36
Tabla 4.5 Población con limitaciones. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Censo de población 2010. ....	39
Tabla 4.6 Comportamiento de la Población en Edad de Trabajar del Distrito Federal y Delegación La Magdalena Contreras en el 2010. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Censo de población 2010. ....	42
Tabla 4.7 Servicios urbanos. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Censo de población 2010. ....	45

Tabla 4.8 Servicios Educativos. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Censo de población 2010. ....	49
Tabla 4.9 Derechohabientes. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Censo de población 2010. ....	50
Tabla 4.10 Pobreza, fuente: elaboración propia con datos del INEGI, Censo de población 2010. ....	51
Tabla 4.11 Clasificación del aspecto de las laderas, Notación geográfica, Notación acimutal (°).....	77
Tabla 4.12 Inventario de procesos de remoción en masa.....	85
Tabla 4.12 Ponderación para la Matriz de Jerarquías Analíticas.....	88
Tabla 4.13 Ponderaciones obtenidas para las variables empleadas en este estudio.....	89
Tabla 4.14 Ponderación relativa de los factores que influyen en la generación de PRM.....	90
Tabla 4.15 Ponderación de las variables basada en la relación de frecuencia.....	93
Tabla 4.16. Tipo de textura del suelo y factor K asociado.....	103
Tabla 4.17 Tipos de cobertura vegetal y factores asociados.....	105
Tabla 5.1 Peligros y nivel de impacto en la delegación mencionando los indicadores de vulnerabilidad observados.....	108
Tabla 5.2 Estaciones Climatológicas Analizadas.....	110
Tabla 5.3 Efectos por altas temperatura.....	116
Tabla 5.4 Estaciones Climatológicas Analizadas.....	117
Tabla 5.5 Red de Estaciones REDMET.....	119
Tabla 5.6 Estaciones Base.....	119
Tabla 5.7 Área de las cuencas.....	125
Tabla 5.8 Longitud de los cauces principales.....	125
Tabla 5.9 Pendiente media de las corrientes principales.....	126
Tabla 5.10 Estaciones climatológicas base.....	127
Tabla 5.11 Valores función Normal, Spiegel (1987).....	130
Tabla 5.12 Valores de “z”.....	132
Tabla 5.13 Constantes del tamaño de la muestra n, en la función Gumbel.....	133
Tabla 5.14 Curva que describe el parámetro “a”.4136	
Tabla 5.15 Curva que describe el parámetro “b”.....	136
Tabla 5.16 Curva que describe el parámetro “c”.....	137
Tabla 5.17 P-D-Tr de la estación 9020.....	137
Tabla 5.18 Datos de I-D-Tr de la estación 9020.....	138
Tabla 5.19 Curva de valores “N”.....	139
Tabla 5.20 Valores N.....	140

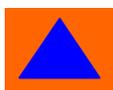


Tabla 5.21 Texturas.....	141
Tabla 5.22 Valores N Ponderados.....	141
Tabla 5.23 Coeficientes de Esguerrimiento en las cuencas.....	142
Tabla 5.24 Intensidades en cada cuenca.....	144
Tabla 5.25 Régimen de avenidas para las cuencas analizadas.....	145
Tabla 5.26 Modelo Hidráulico.....	147
Tabla 5.27 Llanuras Inundadas.....	148
Tabla 5.28 Estaciones Climatológicas Analizadas.....	151
Tabla 5.29 Peligros hidrometeorológicos presentes en la delegación y su nivel de impacto.....	156
Tabla 6.1 Ficha de evaluación cualitativa del riesgo por deslizamientos.....	180
Tabla 6.2 Ficha morfológica y de procesos de remoción en barrancas.....	181

#### 6.4 Fichas de Campo

Para el trabajo de campo se diseñaron dos tipos de fichas, una para evaluar cualitativamente el riesgo por deslizamientos de laderas en zonas específicas de asentamientos humanos, y otra para evaluar los la morfología, los procesos de erosión, arrastre y generación de flujos en zonas de barrancas.

FECHA	CALLE	OBSERVACIONES	NIVEL DE PELIGRO	COORDENADAS UTM		OBRA
				X	Y	
18/12/2011		Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	472650	2134070	Muros de gavión escalonados.
18/12/2011	Guamúchil	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	472937	2134619	Muros de gavión escalonados.
18/12/2011	Mamey	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Muy Alto	473050	2134741	Muros de contención de concreto armado con drenes.
18/12/2011	San Jerónimo	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	472678	2135012	Muros de mampostería cimentados con drenes.
18/12/2011		Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	473045	2134932	Limpieza y desazolve del cauce, mantto. de muros de contención.

FECHA	CALLE	OBSERVACIONES	NIVEL DE PELIGRO	COORDENADAS UTM		OBRA
				X	Y	
07/01/2012	Callejón 11 de Luis Cabrera	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	474831	2136115	Limpieza y desazolve del cauce, mantto. de muros de contención.
07/01/2012	Cruz Verde	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	474582	2135826	Limpieza y desazolve del cauce, mantto. de muros de contención.
08/01/2012	Palmilla	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	473643	2134880	Limpieza y desazolve del cauce, mantto. de muros de contención.
08/01/2012	San Rafael	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	474206	2134935	Limpieza y desazolve del cauce, mantto. de muros de contención.
08/01/2012	Privada San Francisco	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	474434	2135141	Limpieza y desazolve del cauce, mantto. de muros de contención.
08/01/2012	Cerrada de Presillas	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Alto	475271	2135826	Limpieza y desazolve del cauce, mantto. de muros de contención, insuficiencia hidráulica.
08/01/2012	Chacaltianguis	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	474716	2135401	Muros de gavión escalonados.
08/01/2012	Canal	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	472581	2134382	Muros de contención de concreto armado, insuficiencia hidráulica.
08/01/2012	Canal	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Bajo	475033	2134451	Se realizan obras de entubamiento.
08/01/2012	Soledad	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Bajo	475527	2134034	Muros en buen estado.
08/01/2012	Plazuela de Pedregal - Real de Contreras	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	472530	2134453	Zona de rellenos, regeneración urbana, obras de entubamiento.

FECHA	CALLE	OBSERVACIONES	NIVEL DE PELIGRO	COORDENADAS UTM		OBRA
				X	Y	
08/01/2012	Manuel Castrejón	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	475609	2134592	Mantenimiento a muro de contención y malla ciclónica.
04/12/2011	Zona de barranca	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Alto	473127	2133646	Revisión de Cimentaciones, carecen de franja de seguridad.
04/12/2011	Prolongación Sayula	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Alto	472542	2133618	Muros de contención de concreto armado o mampostería con drenes.
04/12/2011	Sayula	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Muy Alto	473127	2133646	Muros de contención de concreto armado o mampostería con drenes.
18/12/2011	Capulines esq. Con Andador cañada	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	473397	2136660	Retiro y reposición árboles que presentan riesgo de caída.
18/12/2011	Popocani	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Bajo	473526	2135613	Conservación de la barranca.
18/12/2011	Olac	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	473763	2135672	Limpieza y desazolve del cauce, mantto. de muros de contención.
18/12/2011	Prolongación Jamonero	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	471953	2134911	Viviendas que carecen de franja de seguridad y reparación de descargas de aguas residuales.
20/11/2011	Paraje El Huarache	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Muy Bajo	471982	2126692	No existe Riesgo, evitar futuros asentamientos.
20/11/2011	Carretera al Ajusco	Muestreo de Fracturas y fallas	Bajo	471982	2126692	No existe Riesgo, evitar futuros asentamientos.
20/11/2011	Jacarandas	Ficha técnica de estimación	Alto	474380	2130683	Retiro de costaleras y



FECHA	CALLE	OBSERVACIONES	NIVEL DE PELIGRO	COORDENADAS UTM		OBRA
				X	Y	
		de riesgo por procesos de remoción en masa				reposición de muros de contención.
20/11/2011	Av. Metropolitana	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Alto	474396	2130735	Limpieza y desazolve del cauce, mantto. de muros de contención, insuficiencia hidráulica.
26/11/2011	Av. Metropolitana	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Alto	473861	2130818	Muros de contención de concreto armado o mampostería con drenes.
26/11/2011	Av. Metropolitana	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Alto	474127	2130822	Muros de contención de concreto armado o mampostería con drenes.
26/11/2011	Av. Metropolitana	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Alto	474147	2130808	Muros de contención de concreto armado o mampostería con drenes.
26/11/2011	2da. Cerrada de Jacarandas	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Medio	473983	2131039	Retiro de material heterogéneo.
26/11/2011	Cascada	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Medio	474010	2131240	Retiro de costaleras y reposición de muros de contención.
26/11/2011	Cascada	Muestreo de Fracturas y fallas	Medio	473951	2131138	Sistema conjugado de fracturas, generando bloques inestables de grandes dimensiones, fuera del área urbana.
27/11/2011	En el pie de la ladera	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Alto	474253	2133287	Obras para la captación y conducción de aguas pluviales y residuales.
27/11/2011	Barranca Rio Eslava	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Alto	474369	2131875	Obras para la captación y conducción de aguas pluviales y residuales.
27/11/2011	Rio Eslava	Ficha técnica de estimación	Alto	474369	2131875	Limpieza y desazolve



FECHA	CALLE	OBSERVACIONES	NIVEL DE PELIGRO	COORDENADAS UTM		OBRA
				X	Y	
		de riesgo por procesos de remoción en masa				del cauce, insuficiencia hidráulica.
27/11/2011	Río Eslava	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Alto	474573	2132173	Limpieza y desazolve del cauce, insuficiencia hidráulica.
27/11/2011	Río Eslava	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Alto	474571	2132422	Zona de rellenos, regeneración urbana, obras de entubamiento.
27/11/2011	Nogal	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Alto	474323	2130804	Muros de contención de concreto armado o mampostería con drenes.
27/11/2011	Camino Ojo de Agua	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Medio	474299	2131864	Muros de contención de concreto armado o mampostería con drenes.
27/11/2011	Camino Real a Ixtlahualtongo	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Muy Alto	474205	2132189	Muros de contención de concreto armado o mampostería con drenes.
27/11/2011	Vía Chiquita	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Medio	474202	2132204	Retiro y reposición árboles que presentan riesgo de caída.
27/11/2011		Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Bajo	473639	2132471	Obras para la captación y conducción de aguas pluviales y residuales.
08/01/2012	Av. Hidalgo	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	472105	2135287	Limpieza y desazolve del cauce, insuficiencia hidráulica.
08/01/2012	Pirules	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Muy Alto	473130	2136669	Muros de contención de concreto armado o mampostería con drenes.
08/01/2012	Prolg. Adolfo López Mateos	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	474793	2136550	Obras para la captación y conducción de aguas pluviales y residuales.



FECHA	CALLE	OBSERVACIONES	NIVEL DE PELIGRO	COORDENADAS UTM		OBRA
				X	Y	
08/01/2012	Cda. Huilcalpa	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	474793	2136550	Muros de contención de concreto armado o mampostería con drenes.
08/01/2012	Salvador Trejo	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	474793	2136550	Retiro de material heterogéneo.
03/12/2011	Cazulco	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Bajo	472534	2132758	No existe Riesgo, evitar futuros asentamientos.
03/12/2011	Mina	Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa	Alto	474195	2134080	Muros de contención de concreto armado o mampostería con drenes.
10/12/2011	El Ermitaño cruce con Av. Las Flores	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Alto	472405	2134468	Muros de contención de concreto armado o mampostería con drenes.
10/12/2011	Ahuehuetes	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Medio	472557	2134728	Obras para la captación y conducción de aguas pluviales y residuales.
10/12/2011	Nogal esquina con calle 5 de Mayo	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Muy Alto	473581	2134712	Carecen de franja de seguridad, no habitar gran posibilidad de asentamientos diferenciales.
11/12/2011	Memetla	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Muy Alto	472817	2135276	Carecen de franja de seguridad, no habitar gran posibilidad de asentamientos diferenciales.
11/12/2011	Cerca del Panteón	Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas	Muy Alto	473155	2135236	Carecen de franja de seguridad, no habitar gran posibilidad de asentamientos diferenciales.

FECHA	CALLE	OBSERVACIONES	NIVEL DE PELIGRO	COORDENADAS UTM		OBRA
				X	Y	
26/11/2011	Chichicaspa, Arroyo - Virgen	Muestreo de Fracturas y fallas	Bajo	473988	2130866	No existe Riesgo, evitar futuros asentamientos.

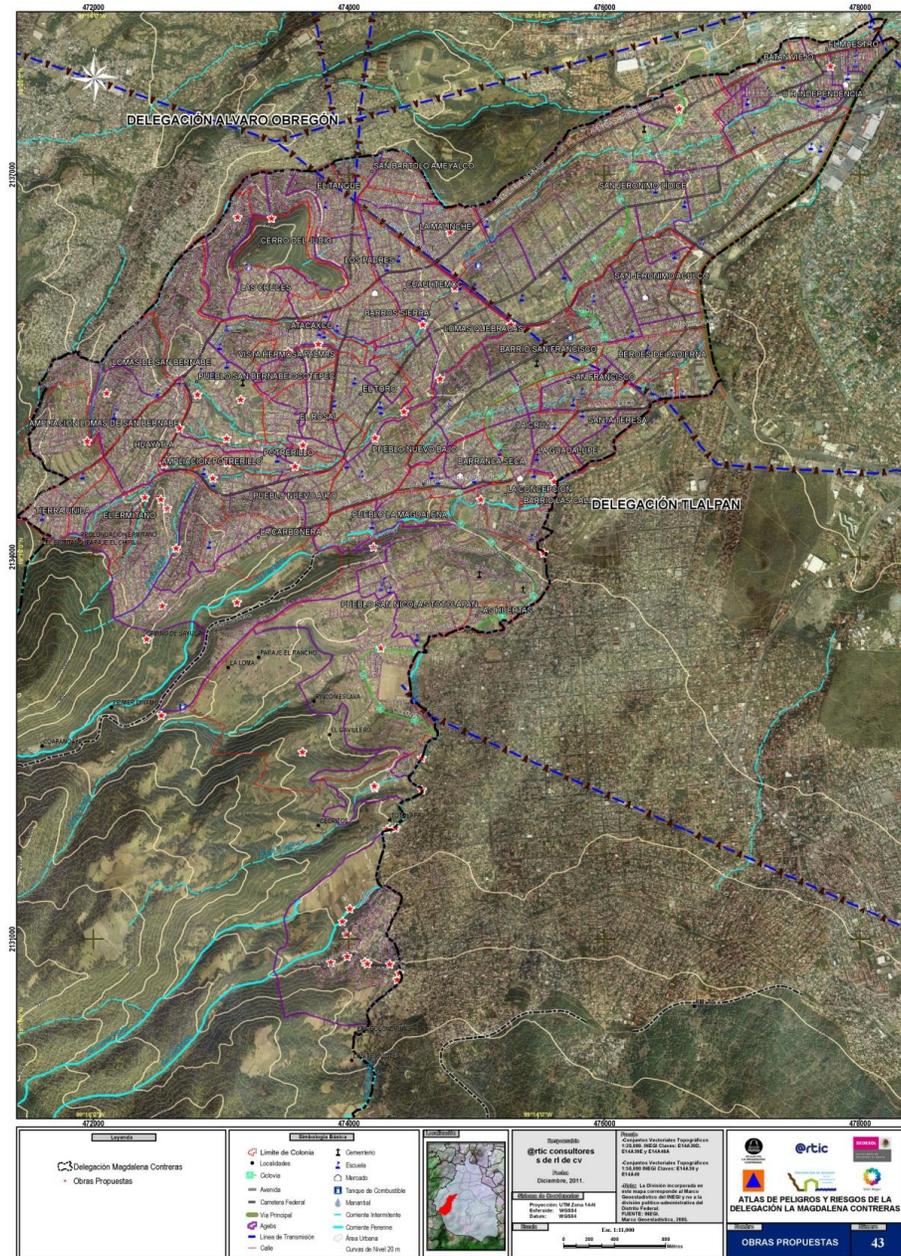


Figura 6.1 Mapa de los sitios para realizar Obras de mitigación.



Ficha técnica de estimación de riesgo por procesos de remoción en masa

Fecha:	
Clave del punto:	
Localidad:	
Colonia:	
Calles:	
Referencias geográficas:	
Coordenadas (UTM) (X,Y)	
Altura (m s.n.m)	

Nivel cualitativo de peligro por procesos de remoción en masa

Factor	Descripción	Categoría	Peso	
Litología	Tipo de material	Roca completamente triturada y brechada	2	
		Roca fracturada	1.6	
		Roca con pocas fracturas	1.2	
		Roca sana	1	
		Suelos granulares (arenas, gravas)	1.8	
		Suelos cohesivos (arcillas, limos)	1.6	
		Coluviones, material aluvial, bloques y detritos	2	
Estructura	Roca	Relación de paralelismo entre el talud y las discontinuidades	Menos de 10°	
		Entre 11° y 20°	0.8	
		Entre 21° y 30°	0.6	
		Más de 30°	0.4	
		Paralelo	0.4	
	Suelo	Relación entre el buzamiento de las discontinuidades y la inclinación del talud	Menor que el talud favoreciendo el deslizamiento	1
		Mayor que el talud favoreciendo el volteo	1	
		Menos de 1 metro	0.8	
		1 a 2 metros	1.2	
		2 a 5 metros	1.6	
Pendiente	Espesor de suelo o de material con el potencial de deslizamiento	Más de 5 metros	2	
		Más de 45°	2	
		35° a 45°	1.8	
		26° a 35°	1.6	
		16° a 25°	1.4	
		Menos de 15°	1.2	
		0-10 metros	0.4	
Altura del talud	11-20 metros	0.6		
	21-30 metros	0.8		
	Más de 30 metros	1		
	Raíces de árboles creciendo entre fracturas	1		
	Vegetación intensa	0.4		
Vegetación	Vegetación moderada	0.6		
	Vegetación escasa	0.8		
	Terrenos erosionados	1		
	Presencia de agua	Inundable	1	
Permanentemente húmedo (por acción antrópica)		0.9		
Ocasionalmente húmedo		0.7		
Seco con marcas de flujo de agua		0.5		
Procesos de remoción en masa previos	Evidencia de deslizamientos y caídos recientes	1		
	Cicatrices antiguas de deslizamientos y caídos	0.8		
	Sin señales de deslizamientos pero con predisposición a la inestabilidad	0.6		
	Sin señales de deslizamientos y relativamente estable	0.4		
	Calificación del peligro			

Nivel cualitativo de la vulnerabilidad

Distribución de las viviendas	Las viviendas están distribuidas en toda la ladera, tanto al pie como en la corona de los taludes	4	
	Las viviendas se encuentran sólo al pie del talud	2	
	Las viviendas se encuentran sólo en el hombro del talud	3	
	Existen viviendas aisladas en algunas porciones del talud	1	
	No existen viviendas próximas al talud	0	
Características generales de las viviendas	De tipo precario (flexibles, lamina, carton, madera)	3	
	Tabique, mampostería	2	
	Concreto armado, acero	1	
Obra de mitigación	No existe obra de mitigación	3	
	Existe obra de mitigación en mal estado	2	
	Existe obra de mitigación en buen estado	1	
Calificación de la vulnerabilidad			

Riesgo= PxV	Calificación del riesgo	
	Nivel de riesgo	

Observaciones adicionales:

Tipo de material	Tipo de proceso de remoción en masa	Agentes que promueven la inestabilidad	Comentarios	Recomendaciones para la mitigación
Andesta	Caída primaria (desprendimiento)	Presencia de agua (fugas de agua)		
Dacita	Caída secundaria (rodamiento)	Cortes en el talud		
Basalto	Deslizamiento rotacional en suelo	Vibraciones		
Lahar	Deslizamiento rotacional en roca	Sobrecarga de construcciones		
Avalancha de escombros	Deslizamiento plano/cuña en roca	Presencia de material de escombros		
Flujo proclástico	Deslizamiento traslacional en suelo	Otros		
Flujo de detritos	Deslizamiento traslacional en roca			
Otro:	Volteo			
	Flujo			
	Restricción			

Tabla 6.1 Ficha de evaluación cualitativa del riesgo por deslizamientos.



Ficha técnica de morfología y procesos de remoción en las barrancas

Fecha:	10-Dic-11	
Clave del punto:	Q1-P1	
Localidad:		
Colonia:	EL OCOTAL	
Calles:	EL HERMITAÑO CRUCE CON AV. LAS FLORES	
Referencias geográficas:		
Coordenadas (UTM) (X,Y)	472405	2134488
Altura ( m s.n.m)	2704	

Características de la barranca

Forma	U
	V
Concavidad	Concava
	Convexa
	Plana
Pendiente de las laderas	0-15°
	15-30°
	30-45°
	45-60°
Profundidad estimada (m)	+60°
Ancho estimado (m)	10m
	10-15m

Erosión

Hídrica	Formación de cárcavas
	Formación de surcos
	Laminar
	No se observa erosión
Eólica	Existen zonas sin vegetación propensas a presentar tolvaneras
	Existen cortes en las laderas sin obra de protección o control de la erosión
	Existen "pavimentos" o zonas pedregosas que evidencian erosión eólica intensa
Antrópica	Deforestación
	Quema de vegetación
	Urbanización y retro de capa superficial de suelo
Influencia antrópica	Tiraderos de escombros y basura en los cauces
	Bloqueo del cauce natural (viviendas, bordos)
	Cortes en las laderas que conforman la barranca
	Descargas domiciliarias a cielo abierto

Material de acarreo

Tipo de material favorable para la generación de flujos	Roca
	Detritos
	Suelo
Procesos de remoción en masa previos	Evidencia de deslizamientos y caídas recientes
	Ciclotraces antiguos de deslizamientos y caídas
	Sin señales de deslizamientos pero con predisposición a la inestabilidad
	Sin señales de deslizamientos y relativamente estable

Observaciones

En la zona donde comienza la barranca se encuentran viviendas en ambos extremos y cuentan con una franja de seguridad de al menos 5 m. En este sitio se encuentran zonas aisladas en donde existe tiradero de basura, además se observó una corriente pluvial perenne. Aproximadamente 30 m pendiente abajo se aprecia un muro de contención estructurado con contrafuertes, aparentemente de reciente construcción, el cual colinda con una avenida. Existen al menos 5 viviendas de construcciones precarias (cartón, lámina, madera etc.) establecidas sobre el cauce y las cuales vierten sus desechos sobre el río.

Vulnerabilidad

Distribución de las viviendas	Las viviendas están distribuidas en toda la barranca, incluso sobre el cauce.
	Las viviendas se encuentran en las laderas pero no sobre el cauce.
	Las viviendas se encuentran sólo en la corona de las laderas.
	Existen viviendas aisladas en algunas porciones de las laderas
	No existen viviendas próximas al talud
Características generales de las viviendas	De tipo precario (flexibles, lámina, cartón, madera)
	Tabique, mampostería
	Concreto armado, acero
Obra de mitigación	No existe obra de mitigación
	Existe obra de mitigación en mal estado
	Existe obra de mitigación en buen estado

Observaciones adicionales:

Tipo de material	Tipo de proceso de remoción en masa	Agentes que promueven la generación de flujos	Comentarios	Recomendaciones para la mitigación
Andesita	Caída primaria (desprendimiento)	Escorrentamientos permanentes		
Dacita	Caída secundaria (rodamiento)	Escorrentamientos ocasionales		
Basalto	Deslizamiento iclasto en suelo	Materia		
Lanar	Deslizamiento iclasto en roca	Sobrecarga de construcciones		
Avancho de escombros	Deslizamiento planoculta en roca	Presencia de material de escombros		
Flujo piroclástico	Deslizamiento traslacional en suelo	Otros		
Flujo de detritos	Deslizamiento traslacional en roca			
Otro:	Volteo			
	Filiplo			
	Reptación			

## 6.5 Memoria fotográfica (con descripción y ubicación de cada imagen)

Los procesos de remoción en masa representan uno de los principales problemas en materia de riesgos que enfrenta la delegación, razón por la cual, Protección Civil ha señalado algunas localidades, que consisten en asentamientos irregulares en muchos casos, que se pueden considerar críticos, en cuanto a las condiciones del terreno aunado a la vulnerabilidad de las construcciones.

Los asentamientos se denominan (Figura 6.1):

- El Gavillero
- Ixtlahualtongo
- El Ocotal
- Sayula
- Cazulco
- Tierra Colorada
- La Carbonera

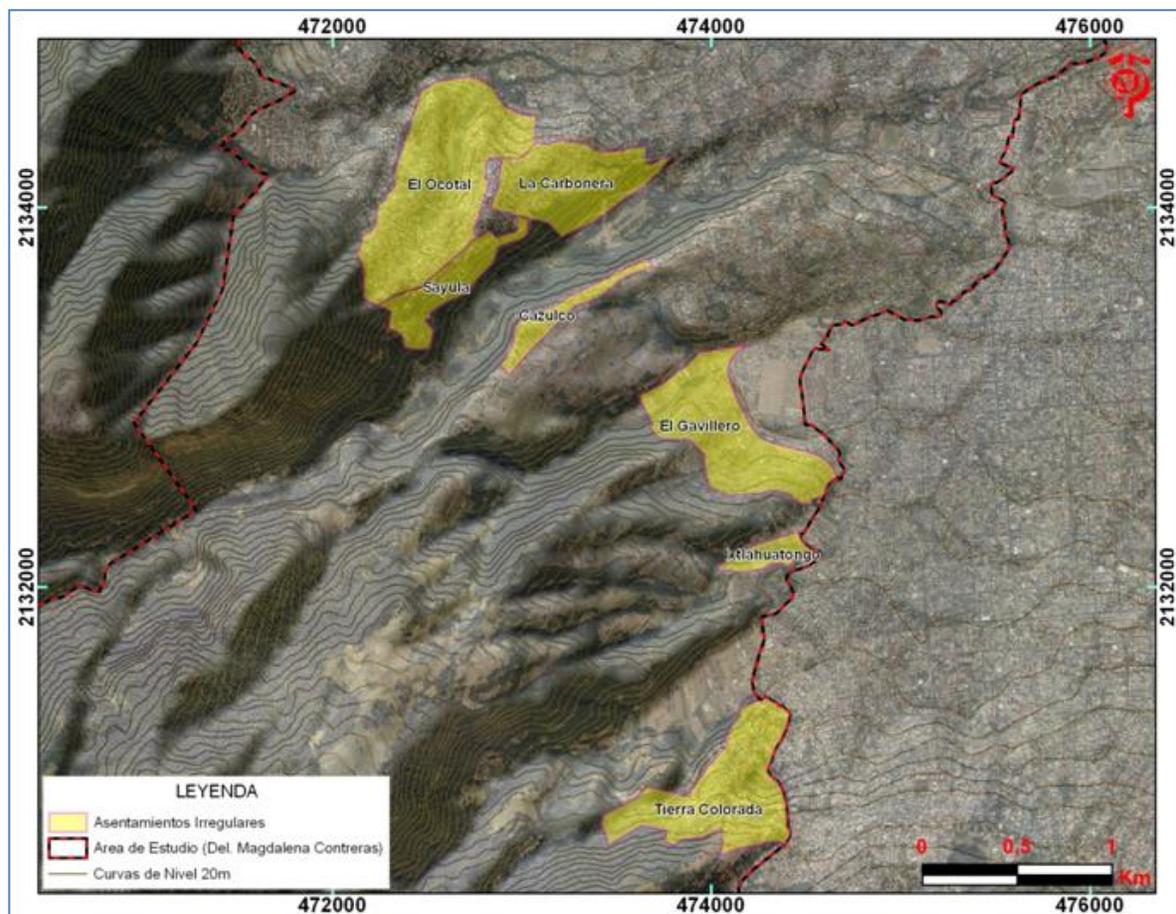


Figura 6.2 Localización de los asentamientos en los cuales se analiza a detalle el problema por procesos de remoción en masa (deslizamientos, derrumbes, flujos).

GAVILLERO		
Coordenadas	X	474202
	Y	2132204



Viviendas de construcción precaria ubicadas sobre una ladera con un grado de deforestación considerable.

Coordenadas	X	473967
	Y	2132236



Deslizamiento de suelo, con señales de saturación de agua.

GAVILLERO		
Coordenadas	X	474144
	Y	2132768



Valle sobre el cual se ubican viviendas y zonas de cultivo.

Coordenadas	X	473639
	Y	2132471



Zona de valle potencialmente inundable

IXTLAHUALTONGO	
----------------	--

Coordenadas	X	474323
	Y	2130804



Cortes artificiales del terrero debido a que los vecinos del lugar continúan ampliando sus viviendas.

Coordenadas	X	474260
	Y	2132134



Evidencia de un deslizamiento, con señales de revegetación.

IXTLAHUALTONGO	
----------------	--

Coordenadas	X	474299
	Y	2131864



Viviendas de 2 a 3 niveles ubicadas a la orilla del cauce, algunas de ellas se encuentran soportadas por costaleras.

Coordenadas	X	474189
	Y	2132128



Deslizamiento ocurrido en la calle Nogal, el cual provocó el desalojo de personas por afectación a su vivienda.

IXTLAHUALTONGO	
----------------	--

Coordenadas	X	474205
	Y	2132189



Pequeños cortes llegan a inducir caída de material y reptaciones de la ladera, la cual se manifiesta por la inclinación de árboles.

Coordenadas	X	474177
	Y	2132197



Vivienda de autoconstrucción establecida sobre una masa de suelo sujeto a erosión.

ZAYULA
--------

Coordenadas	X	472484
	Y	21335502



La ocurrencia de los deslizamientos se observa con cierta recurrencia en varias calles de la zona. Pequeños deslizamientos son cubiertos con plástico.

Coordenadas	X	473127
	Y	2133646



Aspecto de la inclinación de los árboles, los cuales pueden desplomarse.

ZAYULA
--------

Coordenadas	X	472634
	Y	2133732



Deslizamiento ocurrido en un lahar sobre el cual caían descargas domiciliarias.

Coordenadas	X	472542
	Y	2133618



La actividad antrópica provoca la paulatina deforestación de las laderas. Se observa la evidencia de un deslizamiento cubierto con plástico.

ZAYULA
--------

Coordenadas	X	473127
	Y	2133646



Viviendas sobre la ladera que colinda con el Parque de los Dinamos se aprecian bloques sueltos o verticales que pueden presentar un mecanismo de volteo.

Coordenadas	X	473120
	Y	2133983



Bloques de gran dimensión los cuales pueden sufrir volteo y afectar a las viviendas pendiente abajo.

ELCHISTO		
----------	--	--

Coordenadas	X	474074
	Y	2133278



Panorámica general de la colonia el Chisto, como se puede observar las viviendas están distribuidas a lo largo y alto de toda la ladera.



Se observa el modo de construir las viviendas, ganándole terreno a la ladera, no a través de cortes sino cimentando a través de columnas y muros.

ELCHISTO	
----------	--

Coordenadas	X	474253
	Y	2133287



Obsérvese los cortes prácticamente verticales para dar cabida a las viviendas, también es de notar que hay construcciones de diferentes tipos de material.



En esta imagen se ve la magnitud de la pendiente del talud y las obras de retención de agua y sedimentos improvisadas con costaleras.

CAZULCO

Coordenadas	X	472534
	Y	2132758



Parte alta de la colonia Cazulco sobre la avenida Buena Vista, se presenta un afloramiento en la parte una zona que delimita dos barrancas; obsérvese los tamaños de los bloques de roca, que se encuentran coronando el talud.



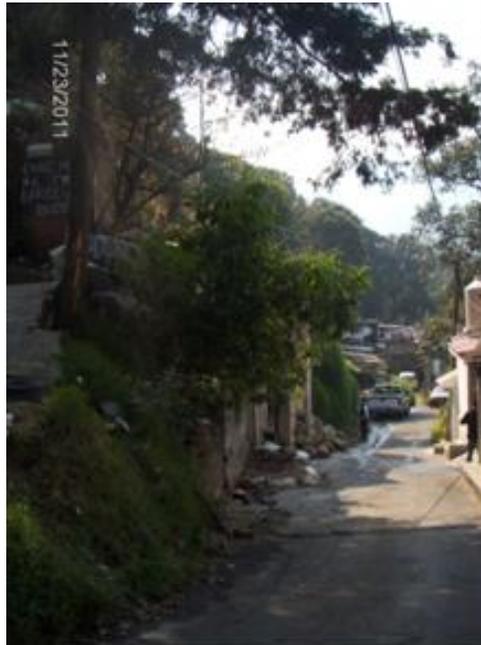
En las calles interiores de la colonia Cazulco se pueden observar cortes verticales en los taludes los cuales se utilizan como delimitaciones de calles.

CAZULCO

Coordenadas	X	474195
	Y	2134080



En esta foto se puede observar las descargas domiciliarias sobre los taludes verticales que se forman por los cortes.



En esta foto se ve un aspecto general de la colonia Cazulco donde se ven árboles a punto de deslomarse.

TIERRA COLORADA

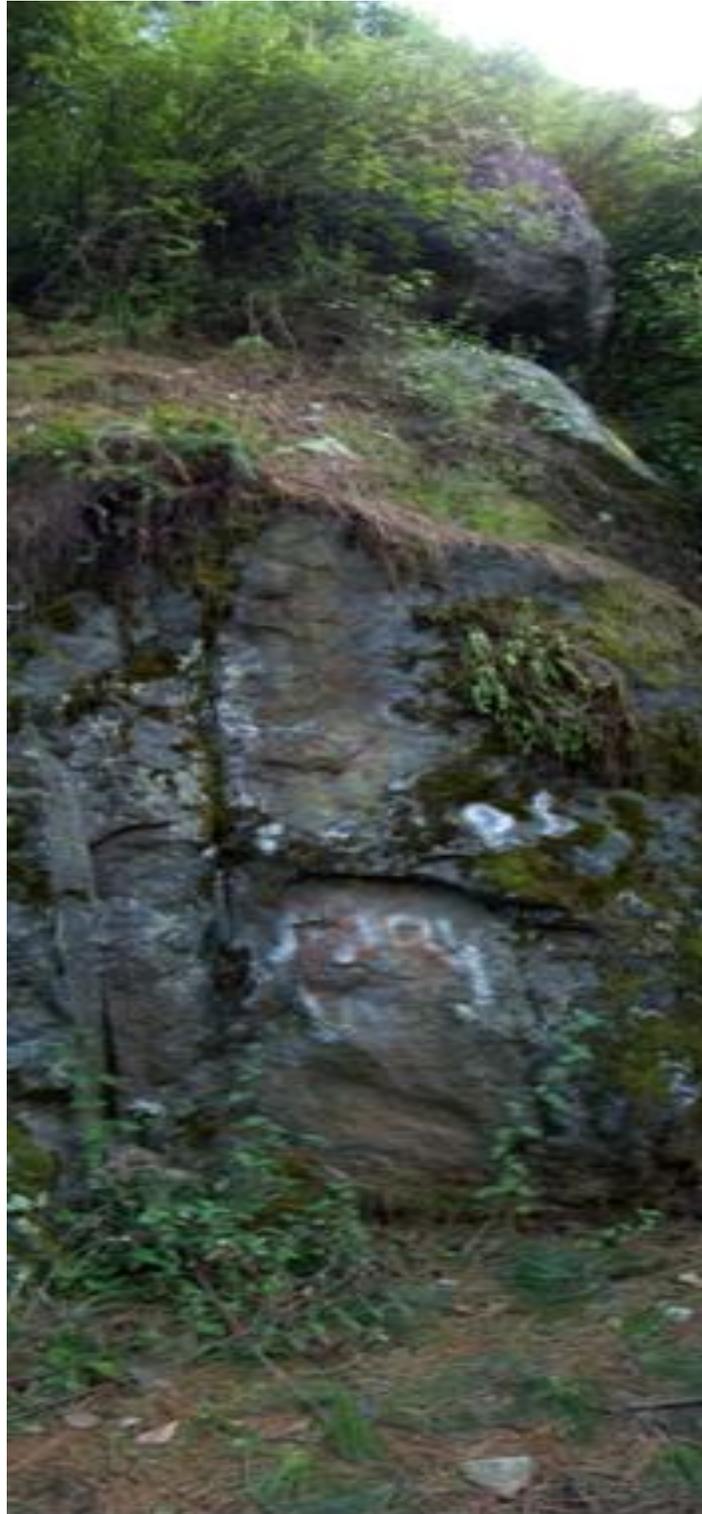
Coordenadas	X	473457
	Y	2130536



Muestra un bloque de roca que se encuentra englobado en una masa de suelo areno limoso, que por medio de la acción del agua puede quedar descubierto y eventualmente rodar a favor de la pendiente, el sitio es en la parte alta de la colonia Tierra Colorada



Afloramiento de roca que presenta planos de deslizamiento a favor de la pendiente.



Bloques de más de 6 metros de altura, que en la parte superior muestra un bloque de dos metros de diámetro descansando en los bloques de abajo.

TIERRA COLORADA

Coordenadas	X	473361
	Y	2130592



Obsérvense las viviendas en el hombro del talud con cortes verticales con evidencias de deslizamientos.

## 6.6 Nombre de la consultoría y personas que elaboran el Atlas de Peligros y/o Riesgos

### Recurso Humano

Para la elaboración del Atlas de Peligros y/o Riesgos Naturales para la Delegación La Magdalena Contreras se conformó un equipo interdisciplinario en la empresa @rtic consultores S. de R. L. de C. V., integrado por las siguientes personas:

#### Ing. Marco Antonio Gómez López

Director de Tecnologías en @rtic consultores  
Coordinador General y Administrador del Proyecto

#### M. en C. Arq. Cuauhtémoc García Casas

Director de Geomática Urbana en @rtic consultores  
Coordinador de Geomática Urbana del Proyecto

#### M. en C. Arq. J. Vladimir Tovar Pérez

Director de Análisis y Gestión de Riesgos en @rtic consultores  
Coordinador de Peligros Naturales y Antropogénicos del Proyecto

#### M. en C. Arq. Ricardo Gómez Maturano

Director de Desarrollo Urbano en @rtic consultores  
Coordinador de Desarrollo Urbano y Estudios Socio Demográficos del Proyecto

#### Ing. Ftal. Jorge Valderrama Benítez

Director de Medio Ambiente en @rtic consultores  
Coordinador de Medio Ambiente y Cartografía del Proyecto

#### M. en C. Fausto Castañeda

Posgrado en Ciencias de la Tierra, Ticomán  
Encargado de Peligros Geológicos.  
Encargado de Geomática

#### M. en C. Diego Amancio Rojas

Posgrado en Ciencias de la Tierra, Ticomán  
Responsable de Trabajo de Campo y Apoyo general

#### M. en C. Héctor Romero Espejel

Posgrado en Ciencias de la Tierra, Ticomán  
Responsable de Trabajo de Campo y Apoyo general

