

### **3. Objetivos de los Planes de Mitigación de Desastres y Uso de Tierra**

#### **3.1 General**

*Identificar los riesgos relacionados con las amenazas naturales que afectan al municipio como son los sismos y deslizamientos, para determinar las medidas de mitigación correspondientes.*

#### **3.2 Específicos**

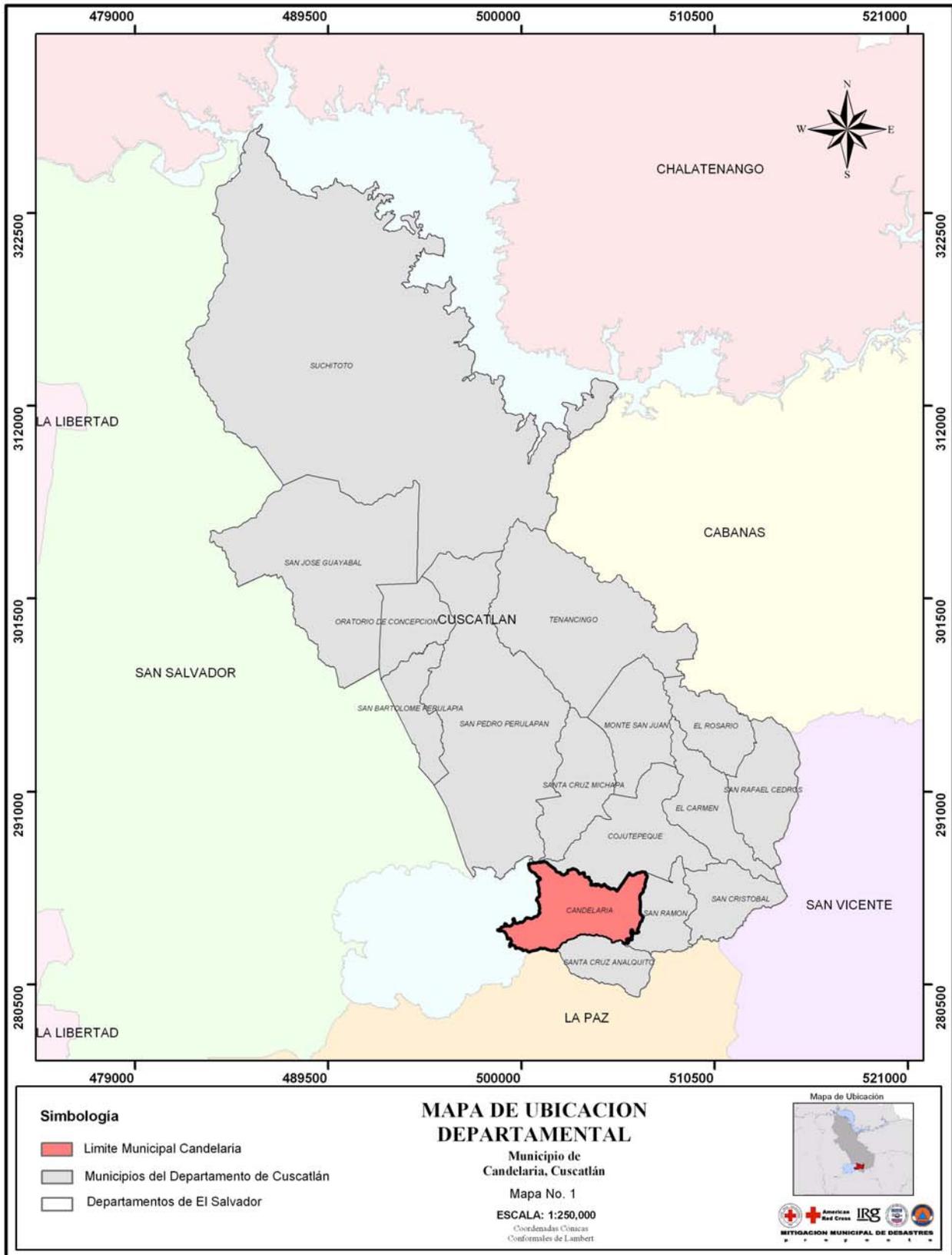
- 1- Conocer el territorio del municipio de Candelaria*
- 2- Definir las propuestas de proyectos para mitigar los riesgos.*
- 3- Establecer una propuesta para el uso de las tierras.*
- 4- Integrar la participación de todos los sectores y actores locales claves.*

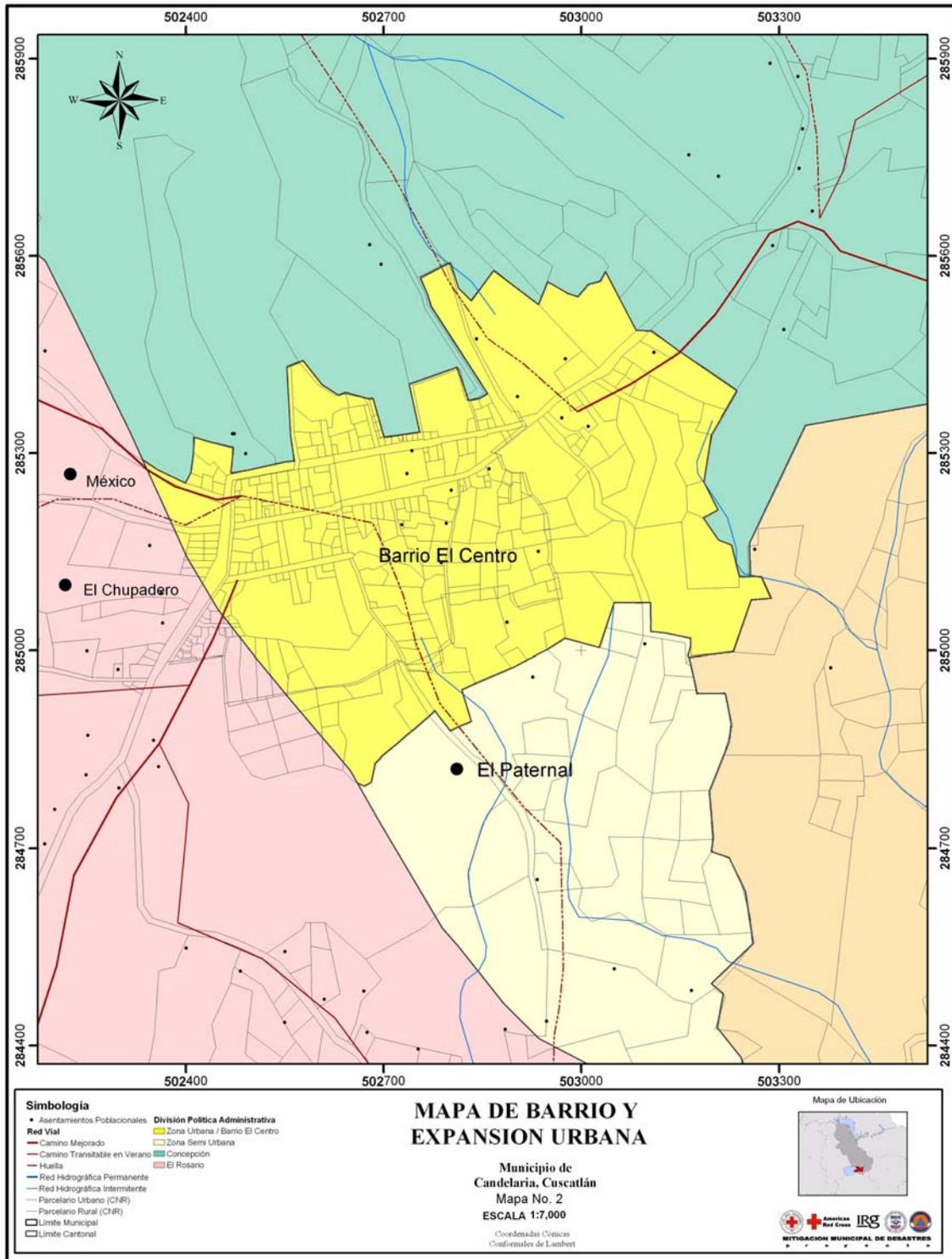
# mapas

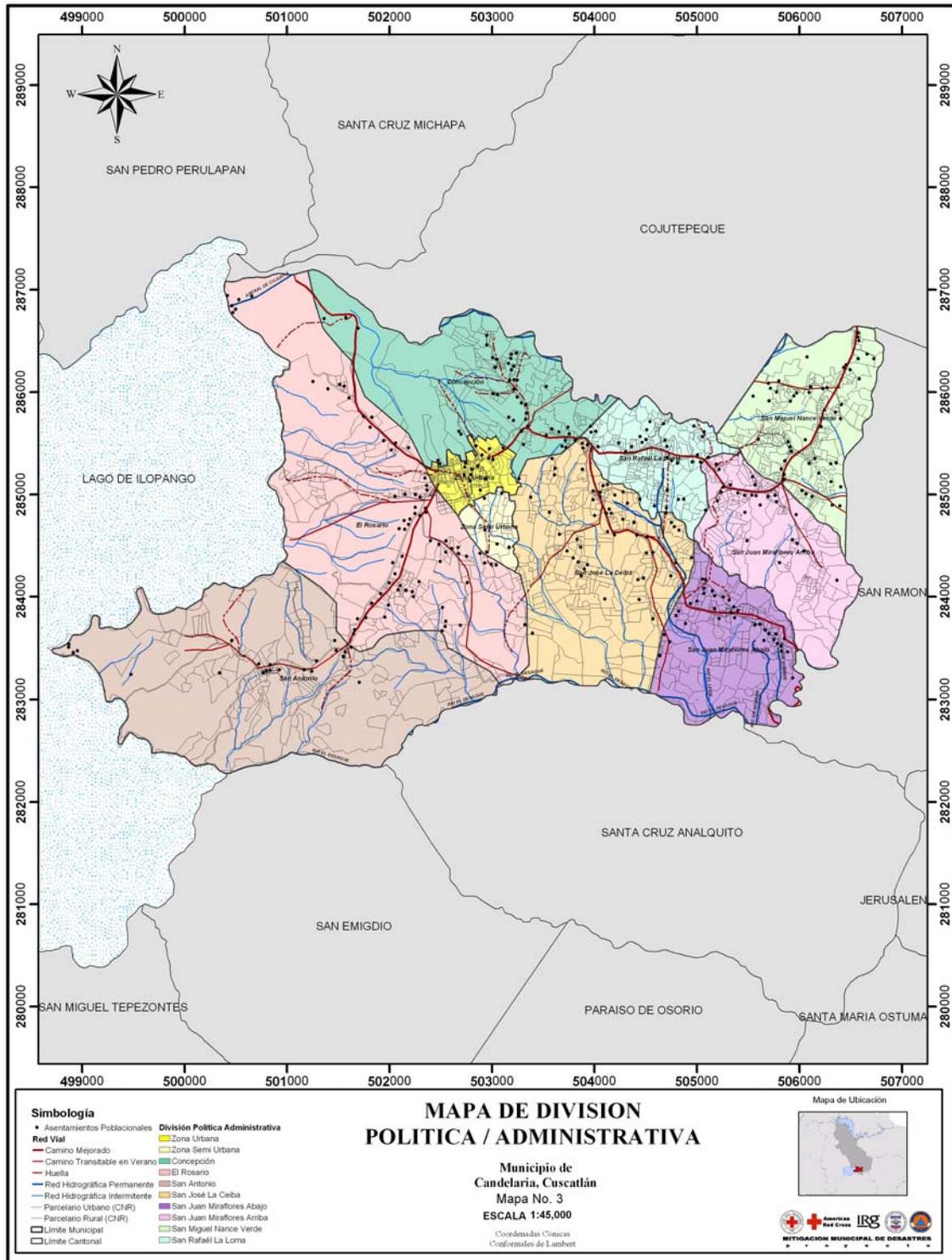
1. Mapa de Ubicación Departamental
2. Mapa de Barrio Expansión Urbana
3. Mapa de División Política/Administrativa

# ASPECTOS GENERALES









**parte "A"**

---

**M  
I  
T  
I  
G  
A  
C  
I  
O  
N  
  
P  
L  
A  
N  
  
D  
E**



## ***Plan de Mitigación para Desastres del Municipio de Candelaria, Departamento de Cuscatlán.***

*El presente Plan contiene un conjunto de Medidas de Mitigación basadas en el análisis de los riesgos asociados a amenazas naturales geológicas, en relación a la vulnerabilidad física. El Plan define criterios y principios para la elaboración de proyectos de Mitigación, basados en el marco de medidas planteadas, una estrategia de gestión y ejecución para el desarrollo del plan.*

### ***1. Análisis de los Riesgos.***

Comprende los principales aspectos resultantes del estudio técnico de las amenazas geológicas relacionadas con movimientos severos del terreno, y el análisis de la percepción de la vulnerabilidad física. Los mapas técnicos de riesgo y los escenarios de riesgo.

#### ***1.1. Amenazas<sup>4</sup>.***

***Estudio y Evaluación de amenaza sísmica.*** Se realizó un estudio técnico denominado Evaluación de Amenazas Geológicas del Municipio de Candelaria<sup>5</sup>, el cual se basa en la información geológica existente y disponible en las diferentes oficinas gubernamentales del país, tanto de nivel nacional como de nivel departamental y municipal. La información para el estudio, se complementó con una gira de campo de un día donde se visitó diversos sitios previamente identificados como de alta amenaza. La identificación de los sitios fue hecha con la participación de miembros de la CM.

El estudio da como producto la elaboración de mapas de amenazas a partir del mapa geológico de El Salvador en escala 1:100,000 y Topográfico en escala 1: 25,000. Todos los mapas están trabajados en formato digital en el programa Arcview. La base de datos utilizada fue proporcionada por la USGS.

Se consideran en el estudio, la amenaza sísmica debida al movimiento violento del terreno y las amenazas colaterales a consecuencia de la anterior de Susceptibilidad a deslizamientos y Licuación.

---

<sup>4</sup> Entendido como amenaza un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes, servicios y el medio ambiente. Es un factor de riesgo externo de un sistema o de un sujeto expuesto, que se expresa como la probabilidad de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un período de tiempo.

<sup>5</sup> Estudio preparado por el Ing. Guillermo Santana Ph.D, consultor de IRG.

Los principales resultados del estudio indican los siguientes aspectos de la amenaza sísmica:

### ⊕ ***Movimiento Severo del Terreno***

La amenaza por movimientos fuertes del terreno durante los terremotos se estableció mediante la clasificación de los tipos de sitio, es decir, los tipos de suelo, presentes en el municipio. Esta clasificación se presenta en el mapa de la figura 5<sup>6</sup>. Las razones técnicas en las cuales se fundamenta el mapa mencionado se presentan en el Apéndice A<sup>6</sup>. Donde se brinda un resumen de la geología de la región y se correlaciona la geología con la designación de Tipo de Sitio de acuerdo con el documento NEHRP Edición 1997 (referencia en el Apéndice A<sup>6</sup>). Se utilizó esta clasificación por tratarse de un estándar internacional reconocido en toda la región de las Américas. Con esta clasificación y con el mapa de aceleraciones máximas del terreno para un 20% de probabilidad de excedencia en 20 años, mostrado en la figura 6<sup>6</sup>, se obtiene el mapa de Severidad de Movimiento Fuerte del Terreno que se muestra el Mapa No. 1 (en Mapas Parte A).

Este mapa de severidad del movimiento fuerte del terreno fue obtenido mediante un análisis de la amenaza sísmica para la región paracentral de El Salvador, siguiendo la metodología presentada en el Apéndice B<sup>6</sup>. El Mapa No. 1, muestra dos rangos de valor que representa amenaza alta y moderada, según los colores rojo y amarillo, respectivamente.

### ⊕ ***Susceptibilidad a deslizamientos***

Con base en la información geológica del Municipio de Candelaria, se procedió a la elaboración de un mapa de susceptibilidad a deslizamientos. Para el Mapa No. 2, se emplearon criterios geológicos y topográficos en relación con la expectativa de aceleración máxima del terreno. La susceptibilidad a deslizamientos se caracteriza en tres niveles: alta, moderada y baja, según los colores rojo, amarillo y verde respectivamente.

---

<sup>6</sup> Del estudio Técnico, anexo a este Plan

### ⊕ **Susceptibilidad a licuación**

La susceptibilidad a licuación también fue evaluada para el Municipio de Candelaria. De acuerdo con la metodología empleada se ha encontrado susceptibilidad a licuación del terreno en un pequeño sector en el extremo norte. Mapa No. 3

### ⊕ **Intensidades de Mercalli y Multi-amenazas**

Las amenazas por movimiento severo del terreno, susceptibilidad de deslizamientos y susceptibilidad de licuación permiten definir el panorama completo de amenazas geológicas. Con el objeto de integrar las amenazas mencionadas, se empleo una metodología de combinación ponderada. Como paso previo a la combinación, se designo valores numéricos a los distintos niveles de amenaza para cada uno de los efectos considerados. Los valores numéricos corresponden a la escala de intensidades de severidad de los terremotos denominada como Escala Modificada de Mercalli. Esta escala es de uso común en la clasificación de efectos debidos a terremotos y antecede a la escala de magnitud de Richter, de uso muy difundido. La designación de cada uno de los niveles se presenta en la tabla C-1<sup>7</sup>. Las reglas de cuantificación para cada una de las amenazas tratadas así como las reglas de combinación se presentan en el Apéndice C<sup>8</sup>. El resultado de la integración de las amenazas se presenta en forma de dos mapas. El primero se denomina mapa de intensidades y el segundo se denomina mapa de multi-amenazas.

⊕ **El mapa de intensidades (No. 4),** refleja los efectos de la combinación de amenazas para el evento extremo (máximo) considerado. Este evento tiene una probabilidad de excedencia de 20% en 20 años. Es decir, es un evento con un período de retorno de a lo sumo 90 años.

⊕ **El mapa de multi-amenazas (No. 5),** es sencillamente una agrupación de los niveles presentados en el mapa de intensidades en dos segmentos: intensidades altas y moderadas. En este sentido, el mapa de multi-amenazas representa una zonificación sísmica del municipio basada en la combinación de todas las amenazas derivadas de la ocurrencia de un terremoto en la región.

<sup>7</sup> La tabla se presenta en la sección de anexos, al final de este documento.

<sup>8</sup> Del Estudio Técnico Anexo a este Plan

**Categorización de las Amenazas.** Para este fin los miembros de la CM, consideraron la *magnitud* de daños ocasionados por la actividad sísmica de enero y febrero del 2001; y la *frecuencia* con la que puede presentarse este fenómeno.

Para la categorización de las amenazas se emplea la tabla de niveles propuesta por la metodología de OFDA<sup>9</sup>, obteniendo lo siguiente:

Amenaza	Categoría	Descripción
Sísmica	Segunda	Largo periodo de recurrencia (mayor de 10 años), genera daños severos, amplia cobertura.
Deslizamientos	Tercera	Corta recurrencia (menor a 5 o 10 años), daños intermedios o menores, circunscritos.

### 1.2 Vulnerabilidades.

El análisis de la vulnerabilidad<sup>10</sup> física, se basa en el informe denominado Trabajo de Campo para el Municipio de Candelaria<sup>11</sup> y en la percepción de los miembros de la CM, en relación a la calidad y ubicación de la infraestructura habitacional, comunal, vial y de servicios.

Para el Trabajo de Campo, se implemento la metodología de evaluación propuesta por el Instituto de Investigaciones en Ingeniería Sísmica (EERI) de California, Estados Unidos, para la valoración visual de la vulnerabilidad de edificaciones ante los efectos de los terremotos. La metodología mencionada cubre tanto componentes de sitio de emplazamiento de las edificaciones (geología superficial, tipos de suelos, consideraciones geotécnicas) como componentes de vulnerabilidad de las edificaciones mismas (sistemas constructivos, materiales de construcción, formas estructurales). Esta metodología sirve para tamizar un inventario de edificaciones de manera que en una etapa posterior se puedan aplicar métodos de evaluación

<sup>9</sup> Oficina para la Asistencia de Catástrofes en América Latina y El Caribe. Tomado del material del Taller de Plan Local de Emergencia y Contingencia (PLEC)

<sup>10</sup> Se ha considerado como vulnerabilidad los aspectos de la sociedad que preacondicionan o hacen propensos a sectores, grupos, familias o individuos de sufrir pérdidas y de encontrar dificultades para recuperarse de estas. Además de la vulnerabilidad física de los elementos expuestos ante una amenaza tiene expresiones en términos de los niveles económicos y de bienestar de la población en sus niveles de organización y educación, en sus características culturales e ideologías, y, de forma relacionada, en términos de su localización en el territorio, con el manejo de su medio ambiente y en las características y resistencia de sus estructuras habitacionales y productivas y de su adecuación al medio físico próximo y a las amenazas que presenta

<sup>11</sup> Documento anexo a este Plan. Elaborado por el Ing. Guillermo Santana, Ph.D, consultor de IRG.

más exhaustivos tales como pruebas de calidad de materiales, simulaciones de comportamiento de las edificaciones ante terremotos mediante computador, y otros que están fuera del alcance del proyecto de Mitigación Municipal de Desastres.

Las principales consideraciones relacionadas con la vulnerabilidad física, se centran en:

1. Sistema constructivo actual de lámina, madera, plástico, bahareque y adobe.
2. Viviendas reconstruidas sin mano de obra calificada y asistencia técnica
3. Accesos únicos a cantones y caseríos ubicados en zonas propensas a desbordamientos de tierra.
4. Viviendas construidas cerca de taludes de altas pendientes y sobre quebradas por lo que se esta dando Incumplimiento de los artículos 50 y 51 del Reglamento a la Ley de Urbanismo y Construcción en lo relativo a Parcelaciones y Urbanizaciones Habitacionales\*, donde se establece que las construcciones deben tener retiro de las laderas y quebradas.
5. Deficientes redes de servicios básicos en la zona rural.

### ***1.3 Mapas Técnicos de Riesgos.***

Para la elaboración de los mapas técnicos de riesgo<sup>12</sup>, se considero el cruce de los mapas de amenaza sísmica, con los mapas de parcelarios (proporcionados por el CNR) y con el de asentamientos humanos, por lo cual son indicativos del nivel de amenaza y la correlación del nivel de concentración de población. Los mapas obtenidos son los siguientes:

#### ***⊕ Mapa de riesgo relacionado con las Intensidades de Mercalli.***

En este mapa se expresa el riesgo, relacionando la ubicación de los poblados con los diferentes niveles de intensidad<sup>13</sup> de acuerdo a la escala de Intensidades de Mercalli, la cual presenta doce grados. En el mapa No. 7, la intensidad se representa por medio de colores, dependiendo del grado. Al analizar el municipio se observa que el nivel de intensidad al

---

\* En anexos se presenta una copia de estos artículos

<sup>12</sup> Hemos considerado como riesgo el resultado de la relación dinámica y dependiente entre amenazas y vulnerabilidades y se manifiesta en territorios definidos y circunscritos. El riesgo es dinámico y cambiante, de acuerdo con la variación que los distintos factores sufren en el tiempo y en el territorio, producto de cambios en el ambiente natural y en la sociedad.

<sup>13</sup> La Intensidad expresa los efectos destructivos en un lugar donde se evalúa. Manual de Campo de la Oficina para la Asistencia de Catástrofes en América Latina y El Caribe (OFDA) de USAID.

desencadenarse un evento extremo va desde el grado IX hasta el  $X^{1/2}$ , lo cual indica que en lo poblados concentrados en esos colores puede esperarse lo siguiente:

Grado	Poblado	Descripción de Intensidad de Mercalli Modificada
IX	Naranja Agrio Cantón El Rosario Cantón La Ceiba (caserío limite con Concepción y La Ermita)	Produce pánico general. La mampostería del tipo D es destruida; la mampostería del tipo C es fuertemente dañada, a veces con colapso completo; la mampostería del tipo B es seriamente dañada. Destrucciones generales en los cimientos si no están empotradas. Los marcos son dañados. Daños serios en reservorios. Aparecen grietas notables en el suelo. En las zonas aluviales se producen extrusiones de lodo y arena. Aparecen manantiales y cráteres de arena.
X $X^{1/2}$	Cantón San Antonio caseríos Los Jacinto, Los Cuesta, Ermita, La Bocana, Los Morales y Rincón de Lodo. Cantón El Rosario caseríos Petatero, La Quebrada y El Camarón. Cantón San Rafael La Loma caseríos El Coco, El Algodón, Los Navarro, La Ermita, El Amate, Los Mejia y La Campana. Cantón Concepción caseríos Los Manguitos, El Morro y La Ermita.	La mayoría de las estructuras de mampostería y de marcos son destruidas con sus cimientos. Son destruidas algunas edificaciones de madera y puentes bien contruidos. Se producen daños importantes en las represas, diques y muros de contención. Grandes deslizamientos de tierra. El agua es expulsada sobre los bordes de los canales, ríos, lagos, etc. La arena y el barro de las playas y terrenos planos se desplazan horizontalmente. Las vías férreas se doblan ligeramente.

#### Mapa de Riesgo por multiamenazas

En este mapa se expresa el riesgo, relacionando la concentración de los poblados con los niveles indicativos de zonificación de la amenaza sísmica. En el Mapa No. 8, se presentan dos niveles de agrupación de amenazas, alto (color *mostaza*) y moderado (color *amarillo*). De tal manera, que en los poblados donde el nivel es *moderado* y existe vulnerabilidad física por sistemas constructivos de madera y lamina; infraestructuras reconstruidas sin supervisión técnica y mano de obra, el nivel de riesgo se intensifica.

Como producto de la actividad sísmica de enero y febrero del 2001, se presentaron deslizamientos en algunas zonas del territorio del municipio de Candelaria por lo cual existen terrenos inestables o de deslizamientos activos, por lo tanto se considero para el análisis de los riesgos la elaboración del siguiente mapa basado en el criterio sísmico:

#### ⊕ *Mapa de Riesgo por susceptibilidad a deslizamientos.*

En este mapa se expresa el riesgo en función de la ubicación de los asentamientos en tres niveles de amenaza por susceptibilidad a deslizamientos. En la zona donde la amenaza es alta (**rojo**) y la concentración de asentamientos humanos es mayor, el nivel de riesgo es alto como en el caserío La Colonia del cantón La Ceiba; los caseríos El Chapenal y El Jilón del cantón Concepción. En las zonas donde la amenaza es moderada (**amarilla**) y la concentración de asentamientos humanos es menor, el nivel de riesgo es bajo. El Mapa No. 7, muestra el riesgo por susceptibilidad a deslizamientos.

La estimación del riesgo, se basa en la probabilidad de que fuertes lluvias o movimientos severos del terreno desencadenen la amenaza. El nivel de susceptibilidad es moderado (**amarillo**) para la mayor parte del territorio del municipio, pero se intensifica en aquellas zonas donde existen únicas vías de acceso construidas entre paredones propensos a desbordamientos y las construcciones de viviendas cerca de barrancos.

#### *1.4 Escenarios de Riesgo*

Los Escenarios de Riesgo elaborados por la CM son la representación de la interacción de los factores de riesgo (amenazas y vulnerabilidades). Para las amenazas se parte de los niveles indicativos de los mapas técnicos de riesgo relacionados con Intensidad de Mercalli, Multiamenazas y Susceptibilidad a deslizamientos. Para la vulnerabilidad física se considera la percepción de los miembros de la CM, en relación a la ubicación de las infraestructuras y la calidad de los sistemas constructivos.

Estos Escenarios, comprenden entonces: la caracterización de la amenaza, la caracterización de la vulnerabilidad, las zonas de riesgo, los posibles efectos o daños y las Medidas Mítigantes. Para su elaboración se considero el historial los desastres del municipio y los recursos para las medidas de mitigación.