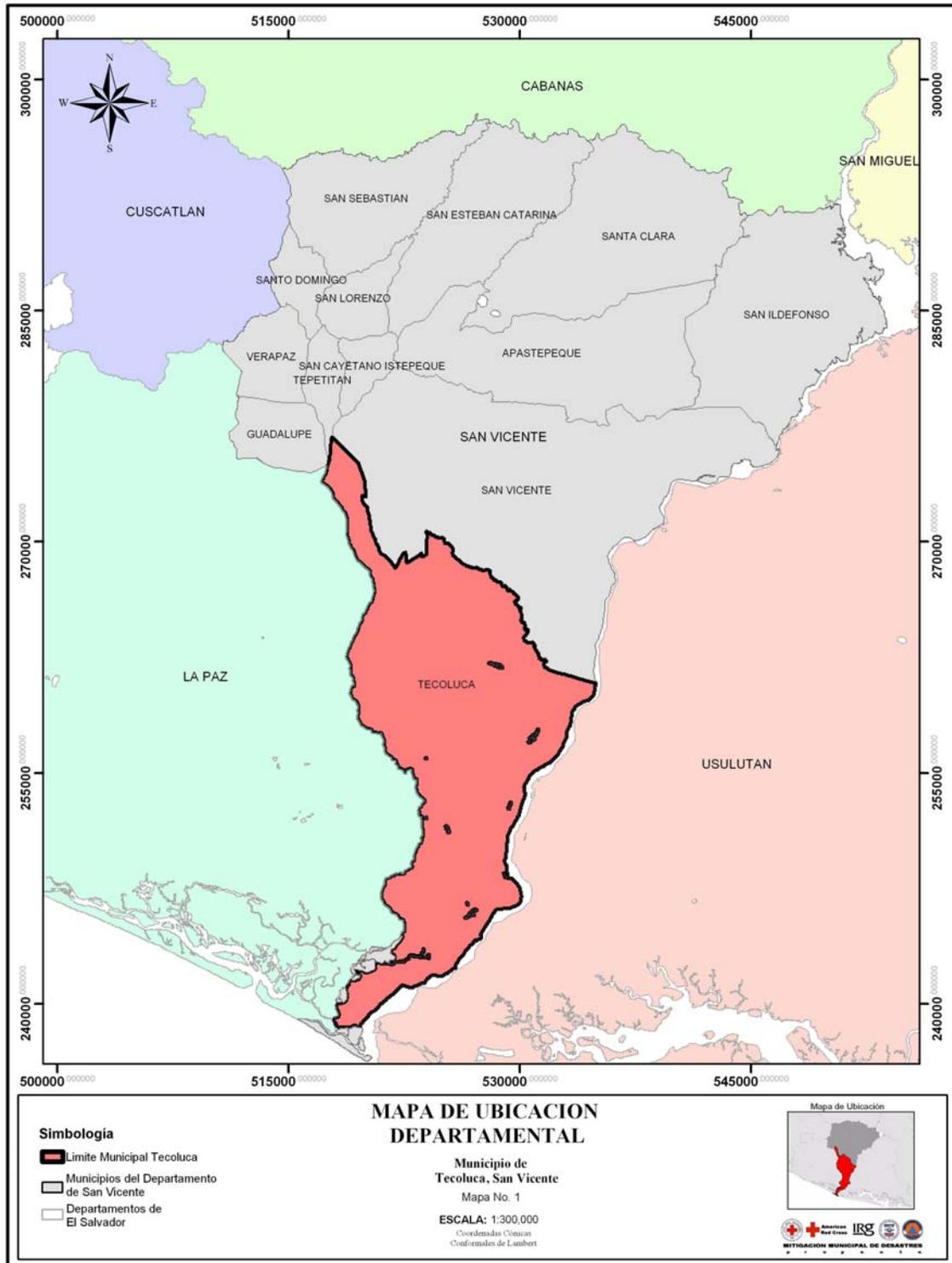


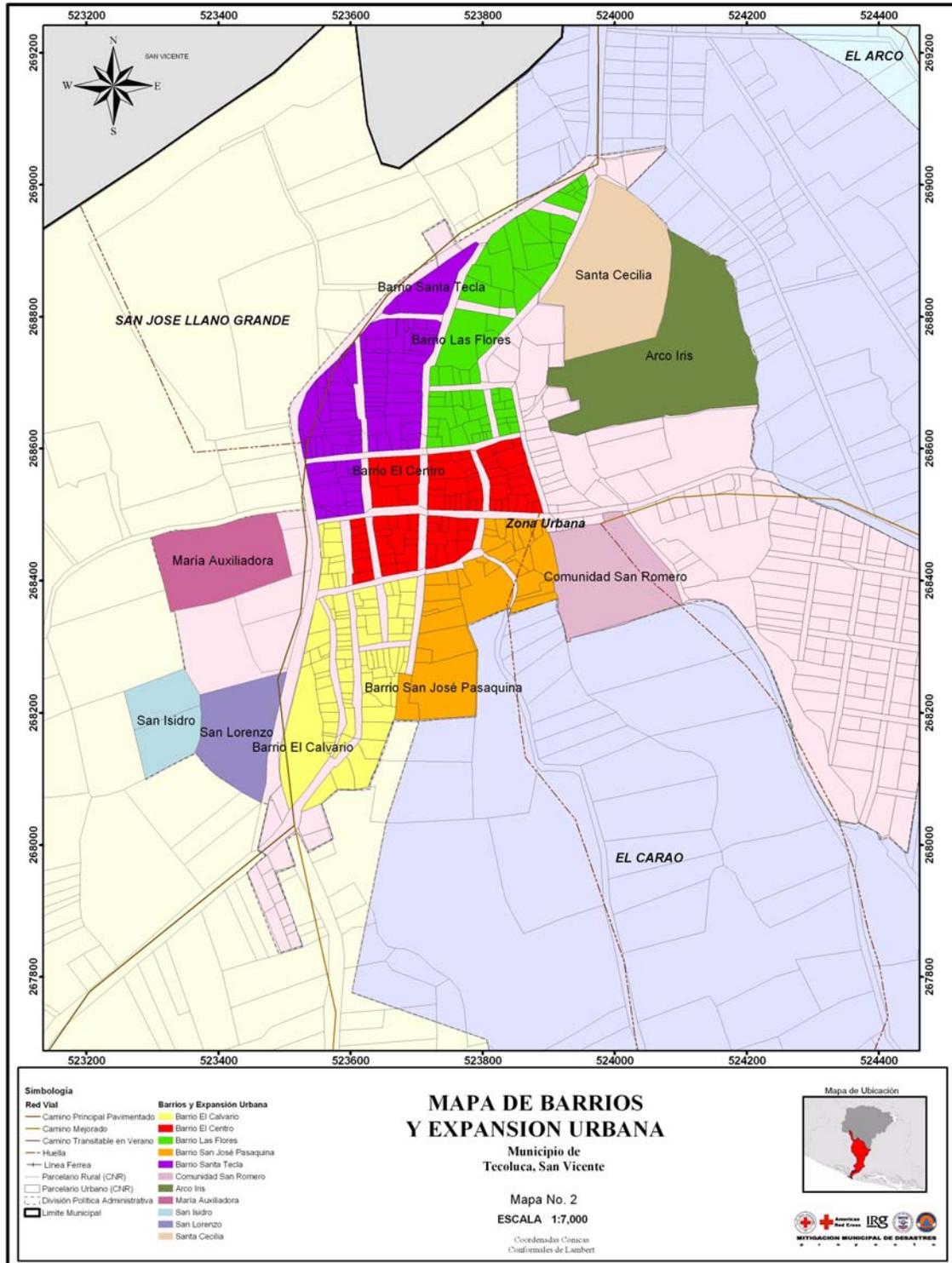
# mapas

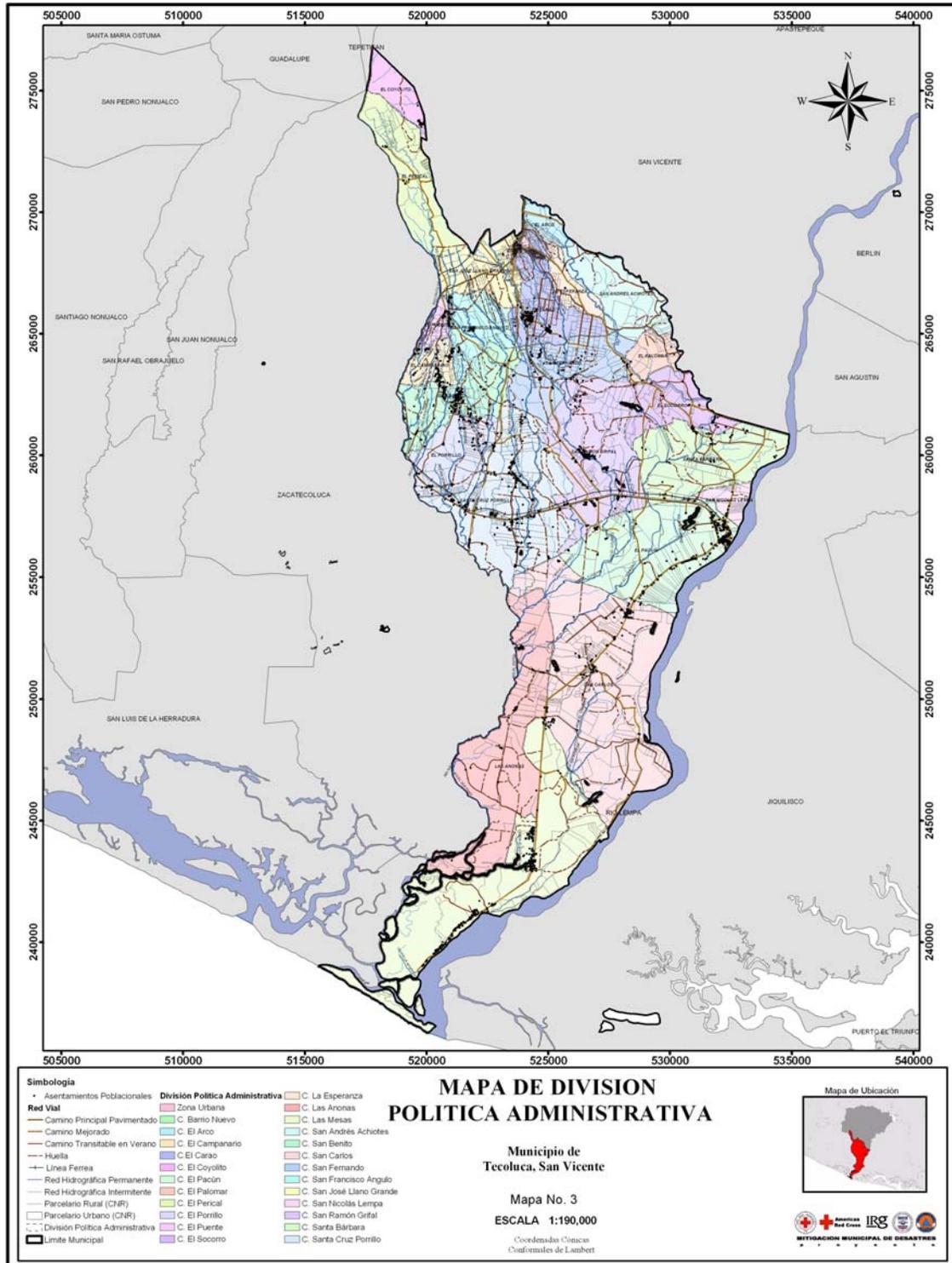
1. Mapa de Ubicación Departamental
2. Mapa de Barrios y Expansión Urbana
3. Mapa de División Política/Administrativa

# 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 Tecoluca, Departamento de San Vicente.***

*El presente Plan contiene un conjunto de Medidas de Mitigación basadas en el análisis de los riesgos asociados a amenazas naturales geológicas e hidrológicas, 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 del análisis del estudio técnico de las amenazas 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>.***

En el municipio de Tecoluca prevalecen dos tipos de amenazas naturales: la amenaza sísmica y la amenaza por desbordamiento de ríos.

#### ***Amenazas debidas a la ocurrencia de terremotos***

***Estudio y Evaluación de amenaza sísmica.*** Se realizó un estudio técnico denominado Evaluación de Amenazas Geológicas del Municipio de Tecoluca<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 complemento 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.

Se consideran en el estudio, la amenaza sísmica debida al movimiento violento del terreno y las amenazas colaterales a consecuencia de la anterior: Susceptibilidad de 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 resultados de los estudios se presentan por medio de mapas\* trabajados en el software ArcView GIS en forma digital, indicando lo siguiente:

#### **⊕ *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 representan amenaza alta y moderada, según los colores rojo y amarillo, respectivamente.

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

Con base en la información geológica del Municipio de Tecoluca, 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.

#### **⊕ *Susceptibilidad a licuación***

La susceptibilidad a licuación también fue evaluada para el Municipio de Tecoluca. El Mapa No. 3, muestra la susceptibilidad de licuación encontrada, la cual existe aproximadamente en una tercera parte del municipio principalmente hacia el sur.

---

\* Los mapas fueron elaborados a partir del mapa geológico en escala 1:100,000 y del mapa topográfico en escala 1:25,000.

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

### ⊕ **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 empleó una metodología de combinación ponderada. Como paso previo a la combinación, se designó 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.

### **Amenazas debidas a desbordamientos de ríos.**

El municipio es susceptible a Inundaciones principalmente por el Río Lempa, desde la parte central del territorio hacia el sur como se muestra en el Mapa No. 6. La base digital de este mapa fue proporcionado por la USGS.

<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

*Existen muchos estudios Hidrológicos e Hidráulicos del Río Lempa como los efectuados por el Sistema de Integración Centroamericana (SICA), el Banco Interamericano de Inversión (BID) junto al Ministerio del Ambiente y otras valoraciones técnicas efectuadas por técnicos de ONGs de apoyo en la zona del Bajo Lempa. Razón por la cual el Río Lempa no fue sujeto de estudio por parte de este proyecto a criterio del COEM.*

*Otra amenaza potencial es la Volcánica que esta siendo estudiada por el Servicio de Estudios Territoriales (SNET) del Ministerio del Ambiente.*

**Categorización de las Amenazas.** Para este fin los miembros de la CM, consideraron la *magnitud* de daños ocasionados por la Tormenta Tropical Mitch de 1998, la actividad sísmica de enero y febrero del 2001; y la *frecuencia* con la que pueden presentarse estos fenómenos.

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

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

<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)

## 1.2 Vulnerabilidades.

El análisis de la vulnerabilidad<sup>10</sup> física, se basa en la Gira de Campo para el Municipio de Tecoluca 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 la Gira 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 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 Desastre.

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

1. Ubicación de Infraestructura habitacional, publica y vial cerca de ríos, estero, quebradas y laderas inestables, sin dejar zonas de retiro, lo que irrespeta el artículo 51 y 52 de la ley de Urbanismo, lo cual se debe en parte al desconocimiento de estos (anexo 6 de este documento).
2. Falta de obras físicas de mitigación como bordas, muros gavionados y drenajes adecuados en los sectores de amenaza por inundación del río Lempa. Como también la falta de mantenimiento de las bordas existentes y el mal manejo de este recurso por algunos dueños de terrenos.
3. Aun prevalecen casas de lámina, algunas de adobe y bahareque en diversos sectores del municipio. Otras infraestructuras habitacionales han sido construidas con mano de obra no calificada y sin supervisión técnica.

---

<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*

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

Para la elaboración de los mapas técnicos de riesgo<sup>11</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>12</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 desencadenarse un evento extremo va desde el grado IX hasta el XI, predominando los niveles IX y X ½, lo cual indica que en los poblados concentrados en esos colores puede esperarse lo siguiente

---

<sup>11</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>12</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.

Grado	Poblado	Descripción de Intensidad de Mercalli Modificada
IX	<p style="text-align: center;">Sector Volcán Sector El Centro Sector San Nicolás Sector Pueblo Sector Norte</p>	<p>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.</p>
X <sup>1/2</sup>	<p style="text-align: center;">Sector Costa Algunas zonas del sector Volcán</p>	<p>La mayoría de las estructuras de mampostería y de marcos son destruidas con sus cimientos. Son destruidas algunas edificaciones de madera y puentes bien construidos. 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.</p>

⊕ **Mapa de Riesgo por Multiamenazas.**

En este mapa se expresa el riesgo, relacionando la ubicación de los poblados con la 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*).

Las zonas que presentan multiamenaza moderada incrementan su nivel del riesgo por la vulnerabilidad relacionada con viviendas construidas de adobe, bahareque y lámina; en estas zonas el nivel de amenaza es principalmente por licuación ya que sus terrenos son aluviales.

⊕ **Mapas de Riesgo por Inundaciones.**

En el Mapa No. 9, se expresa el riesgo en función de la ubicación de los asentamientos según los modelos de crecidas para el río Lempa, para periodos de retorno bianuales, cada 10, 50, 100 y 500 años.

Las zonas más afectadas por el nivel de concentración de viviendas y áreas de cultivos de importancia económica son las comunidades del Bajo Lempa (Sector Costa). Pero también las comunidades del Sector San Nicolás presentan un alto nivel de densidad poblacional y están dentro del periodo de retorno bianual.

#### ***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 Desbordamiento del Río Lempa. 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 Mitigantes. Para su elaboración se considero el historial de desastres del municipio y los recursos para las medidas de mitigación.

Los Escenarios están expresados en Matrices de Relaciones, donde se detalla la interacción de los factores para cada una de las zonas del municipio, ante las amenazas por inundaciones y sísmica, con sus efectos colaterales de susceptibilidad a licuación y deslizamientos.

**1. Matriz de Relaciones para el Escenario de Riesgo por Amenaza Sísmica en el Municipio de Tecoluca.**

-  Intensidad de Mercalli Grado IX
-  Intensidad de Mercalli Grado X
-  Intensidad de Mercalli Grado X½
  
-  Multiamenaza Moderado
-  Multiamenaza Alto
  
-  Susceptibilidad a Deslizamiento Alta
-  Susceptibilidad a Deslizamiento Moderada
-  Susceptibilidad a Deslizamiento Baja

SECTOR	CARACTERIZACION DE LA VULNERABILIDAD	POSIBLES DAÑOS O EFECTOS	MEDIDAS MITIGANTES
<p><b>1. Volcán</b></p> <p>Número de viviendas 719</p> <p>Numero de habitantes 788</p> <p>Cantones: El Arco Llano Grande Brisas del Volcán Nueva Tehuacan San Francisco Tehuacan. Monte Sináí Agua Caliente El Puente</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viviendas de adobe, bahareque y lámina.</li> <li>• Calles vecinales se encuentran en mal estado y no cuenta con drenajes para aguas lluvias y negras.</li> <li>• Casas Comunes dañada por los terremotos del 2001.</li> <li>• Dificil acceso en época de invierno por falta de pasarela o puente.</li> <li>• Debilidad en la cobertura a la organización y la respuesta a las emergencias a nivel local.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más de 200 viviendas destruidas o dañadas.</li> <li>• Aproximadamente un 70% de la población afectada.</li> <li>• Daños a las calles que dificulta el desplazamiento de más de 60 familias.</li> <li>• Quedan incomunicado aproximadamente 80 familias.</li> <li>• Destrucción de 3 casas comunales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de viviendas con mampostería tipo A, (mano de obra, mezcla y diseños buenos; reforzada especialmente con el sentido lateral y unida con acero, concreto, etc.; diseñadas para resistir fuerzas laterales.</li> <li>• Reubicar viviendas que se encuentran en zonas de riesgo.</li> <li>• Ampliación y mantenimiento de calles vecinales.</li> <li>• Construcción de canaletas para el desagüe de aguas lluvias.</li> <li>• Construcción de Puente sobre las Quebradas El Arco y Lotificación San Lorenzo.</li> <li>• Construcción de infraestructura comunal con mampostería tipo A.</li> <li>• Gestión de Proyectos para fortalecer la organización y la respuesta a emergencias o desastres.</li> <li>• Construcción de puente entre Brisas del Volcán y Tehuacan.</li> <li>• Proyectos de gestión el agua potable domiciliar en comunidad Agua Caliente.</li> </ul>

2. Matriz de Relaciones para el Escenario de Riesgo por Amenaza Sísmica en el Municipio de Tecoluca

-  Intensidad de Mercalli Grado IX
-  Intensidad de Mercalli Grado X½
-  Multiamenaza Alto.
-  Multiamenaza Moderado

SECTOR	CARACTERIZACION DE LA VULNERABILIDAD	POSIBLES DAÑOS O EFECTOS	MEDIDAS MITIGANTES
<p><b>2. El Centro</b></p> <p>Número de viviendas 500</p> <p>Numero de habitantes 1,000</p> <p>Cantones: San José Llano Grande. San Francisco Angulo. San Fernando San Ramón Grifal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viviendas construidas de adobe, plástico y lámina.</li> <li>• Viviendas construidas con bajo nivel de calidad los materiales y mano de obra no calificada.</li> <li>• Vías de acceso en mal estado.</li> <li>• Familias que no cuentan con ruta de escape en caso de emergencia.</li> <li>• Casa Comunal La Ceiba construida de adobe y dañada por los terremotos del 2001. (En uso)</li> <li>• Existencia de infraestructura escolar dañados como tanques de agua.</li> <li>• Falta de cobertura de los servicios básicos de agua potable, energía eléctrica y salud.</li> <li>• Y mala calidad los materiales con que fueron construidos los postes del tendido eléctrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aproximadamente 400 viviendas destruidas o dañadas.</li> <li>• Probables lesiones o pérdida de vidas humanas y económicos.</li> <li>• Casa comunal de La Ceiba destruida.</li> <li>• Incomunicados 214 familias.</li> <li>• Daños a tramos de vías de acceso e incomunicación de 609 familias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de viviendas con mampostería tipo A, (mano de obra, mezcla y diseños buenos; reforzada especialmente con el sentido lateral y unida con acero, concreto, etc.; diseñadas para resistir fuerzas laterales.</li> <li>• Mantenimiento de calles.</li> <li>• Construcción de canaletas para el desagüe de las aguas lluvias.</li> <li>• Construcción de puente sobre el Río Angulo.</li> <li>• Construcción de la Casa Comunal La Ceiba con mampostería tipo A y adecuarla como albergue temporal.</li> <li>• Proyectos para ampliar la cobertura de servicios básicos, especialmente los materiales para el tendido eléctrico como también de agua y saneamiento ambiental</li> </ul>