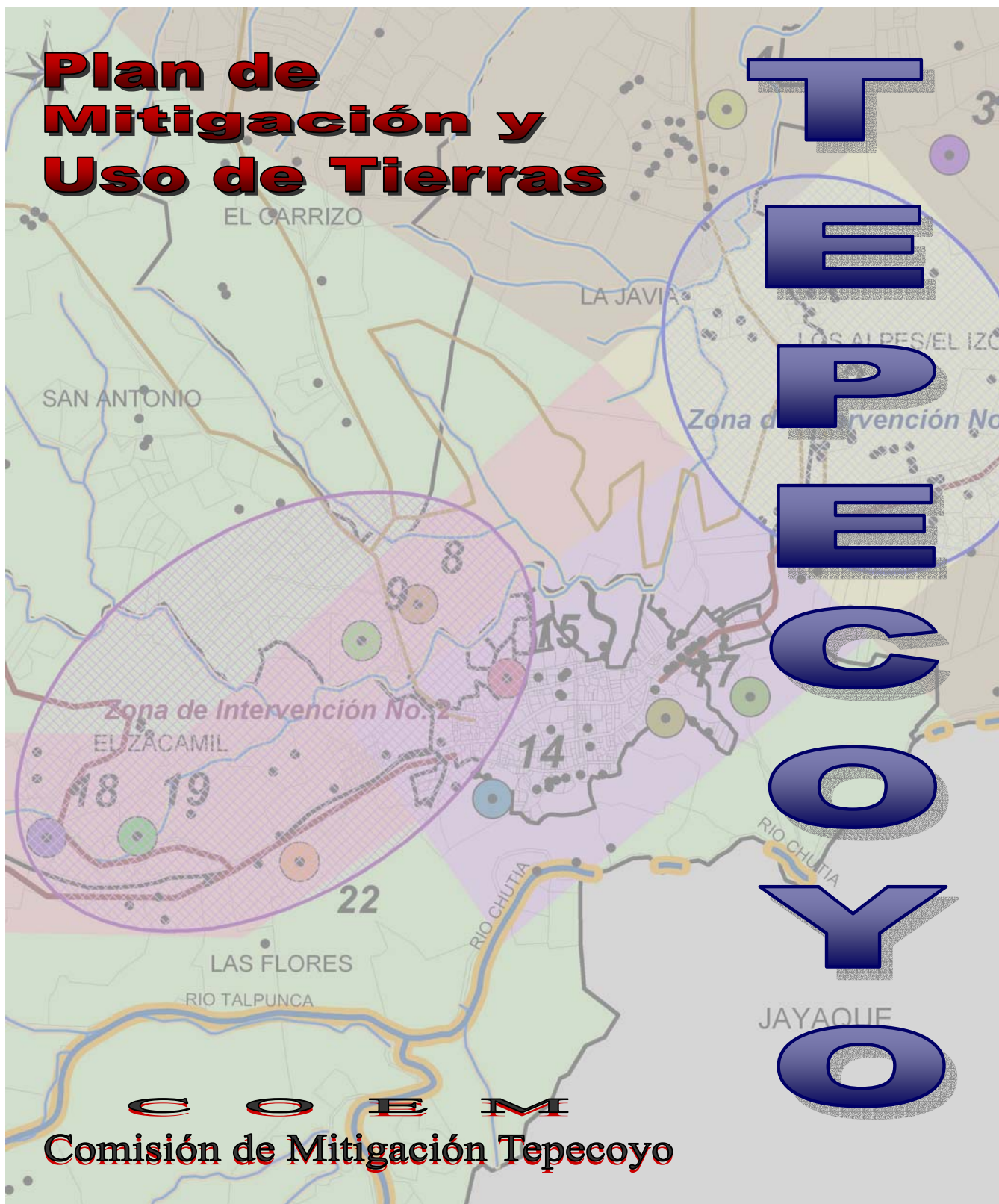


# Plan de Mitigación y Uso de Tierras



**T  
E  
P  
E  
C  
O  
Y  
O**

**C O E M**

**Comisión de Mitigación Tepecoyo**



# *Plan de Mitigación y Uso de Tierras en*

# **Tepecoyo**

Elaborado por  
**COEM**  
**Comisión de Mitigación**

Financiado por  
**USAID/ES**

Gestionado por el Consorcio  
**Cruz Roja Americana**  
**Cruz Roja Salvadoreña**  
**Grupo de Recursos Internacionales**

Facilitado por  
**Grupo de Recursos Internacionales**

T e p e c o y o , 2 0 0 3



## INDICE

	<b>Pág.</b>
Introducción	
<b>1.0 Aspectos Generales</b>	<b>6-13</b>
1.1 Marco Territorial	6
1.2 División Política/Administrativa	
1.3 Aspectos Socio/Económicos.	
1.4 Historial de Desastres	
1.5 Impacto de los terremotos / eventos recientes	
1.6 Riesgos y peligros dominantes	
1.7 Antecedentes Organizativos del Municipio	
1.8 Actores Locales, Agentes, Marco Legal.	
<b>2.0 Metodología de Planificación Participativa</b>	<b>13-16</b>
<b>3.0 Objetivos del Plan Municipal de Mitigación de Desastres y Uso de Tierra</b>	<b>16</b>
3.1 General	
3.2 Especifico	
Mapas	17
<b>Parte A: Plan de Mitigación Municipal para Desastres</b>	<b>19</b>
<b>1.0 Análisis de Riesgos</b>	<b>19-30</b>
1.1 Amenazas	
1.2 Vulnerabilidades.	
1.3 Mapas Técnicos de Riesgos	
1.4 Escenarios de Riesgo	
<b>2.0 Estrategia de Mitigación de Desastres</b>	<b>31</b>
2.1 Acciones de Mitigación y Prevención.	
<b>3.0 Criterios y Principios</b>	<b>36</b>
<b>4.0 Gestión y Ejecución</b>	<b>36</b>
Mapas	38

<b>Parte B: Plan de Uso de Tierra</b>	<b>40</b>
<b>1.0 Análisis situacional</b>	<b>40</b>
1.1 Componente Físico	
1.1.1 Red Hidrográfica	
1.1.2 Geología	
1.1.3 Fallas geológicas	
1.1.4 Topografía	
1.1.5 Clima	
1.2 Componente Humano	<b>42</b>
1.2.1 Uso de Suelos	
1.2.2 Servicios	
<b>2.0 Escenarios Tendenciales de Desarrollo.</b>	<b>45-58</b>
2.1 Escenarios Tendenciales de Desarrollo/ Factores de Amenaza	<b>46</b>
2.2 Escenarios Tendenciales de Desarrollo /Factores Generales	<b>47</b>
<b>3.0 Estrategia de Plan de Uso de Tierras</b>	<b>48-58</b>
3.1 Propuesta de Zonificación	<b>48</b>
3.2 Escenario de Intervención	<b>51</b>
3.3 Lineamientos para el Uso de Tierras	<b>51</b>
<i>Mapas</i>	<b>57</b>
<i>Anexos</i>	<b>58</b>
○ Propuesta de Proyectos	
○ Directorio de la Comisión de Mitigación	
○ Comitiva de Gestión y Seguimiento	
○ Escala de Mercalli	
○ Categoría de Amenazas	
○ Ley de Urbanismo (Artículo 51,52)	

## *Introducción*

El presente documento contiene el Plan de Mitigación y de Uso de Tierra para el Municipio de Tepecoyo, Departamento de La Libertad, el cual es un componente del Plan de Emergencia. Ha sido elaborado con fondos provenientes de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), a través del consorcio conformado por Cruz Roja Salvadoreña, Cruz Roja Americana y el Grupo de Recursos Internacionales, quienes proporcionaron los consultores técnicos y facilitadores en apoyo al Comité de Emergencia Municipal (COEM) y a su Comisión de Mitigación (CM). La metodología utilizada para elaborar el presente Plan ha comprendido un proceso participativo y representativo de los diferentes actores locales que son parte del COEM.

Este Plan es el producto del trabajo de los actores locales claves representantes de los diferentes sectores del municipio, los cuales durante un período de trabajo de dos meses, centraron sus esfuerzos en analizar la situación del riesgo existente, en relación a las amenazas que tienen su origen en fenómenos naturales como lo son movimientos severos de terreno (amenaza sísmica), los deslizamientos, e inundaciones que pueden ocasionar desastres.

El Plan está enmarcado en la meta general del proyecto de Mitigación Municipal para Desastres que busca fortalecer a los COEM en su estructura organizativa, en la instalación de capacidades para el manejo técnico de los riesgos y en el equipamiento básico, con el fin de reducir las pérdidas de vidas humanas y de daños económicos en la población en caso de desastres.

Para su comprensión el Plan de Mitigación y Uso de Tierras se divide en: Aspectos generales que contiene la información básica sobre el municipio, la metodología de trabajo y los objetivos. La parte A contiene el Plan de Mitigación para Desastres, y la parte B se refiere al Plan de Uso de Tierra.

El COEM y su CM han trabajado éste plan con el fin de disponer de un instrumento básico de planificación del desarrollo del municipio basado en la consideración de los factores de riesgo.

## 1. Aspectos Generales

En este apartado de los Planes de Mitigación y de Uso de Tierras, se incluye información sobre aspectos administrativos, sociales, económicos, legislativos y organizativos, importantes para los análisis de los riesgos del Municipio de Tepecoyo.

### 1.1 Marco Territorial

Tepecoyo, es uno de los municipios pertenecientes al distrito de Nueva San Salvador, se encuentra ubicado en el sector oeste del departamento de La Libertad. Sus puntos límites son: al Norte por el Municipio de Sacacoyo (departamento de La Libertad) y Armenia (departamento de Sonsonate), al Sur por el Municipio de Teotepeque, al Este por el Municipio de Jayaque, y al Oeste por los Municipios de Santa Isabel Ishuatán y San Julián (ambos del departamento de Sonsonate) (Mapa No.1)

Posee una extensión territorial de 52.83 Kms<sup>2</sup> aproximadamente de los cuales 0.37 Kms<sup>2</sup> corresponde al área Urbana y 52.46 Kms<sup>2</sup> corresponde al área Rural.<sup>1</sup>

### 1.2 División Política / Administrativa

Para su administración el municipio se divide en dos áreas establecidas de la siguiente manera: Zona Urbana que cuenta con 5 Barrios, 7 colonias y 6 caseríos; la Zona Rural la cual posee 10 cantones, 35 caseríos, 5 colonias y 3 comunidades. En los siguientes cuadros se detallan el nombre de cada uno de ellos.

ZONA URBANA		
BARRIOS	COLONIAS	CASERIOS
Concepción El Centro San Sebastián El Calvario San Esteban	El Carmen El Diamante San Martín San Antonio La Maverick Santa Teresa La Fuente	Mazugo Despulpador Cerritos I y II Comunate El Quebrachal El Cometa

<sup>1</sup> Según la base de datos de la USGS (Investigación Geológica de los Estados Unidos) y El Centro Nacional de Registro (CNR)

ZONA URBANA			
CANTONES	ZONA	CASERIOS	COLONIAS /COMUNIDADES
El Carrizo		Los Flores Los Garayes	
El Guamo	I II	La Escuela	
El Mojón	I II	Las Tablas El Muñeco San José Acachapa El Trancito Los Isotes	
El Zacamil		El Zacamil	América El Coquito
La Javía	I II III	Los Caceres	- El Cocal - El Tempisque - Milagro I y II
Las Flores		La Cumbrita Chutia Miramar Las Flores La Escoba	
Los Alpes		El Mora Casas Blancas Los Alpes (Escuela) El Mosquito El Cangrejo Chorro del Plan La Ceiba	La Esperanza El Castillo
Los Laureles		Los Martínez Primavera La Montaña	
San Antonio		Los Pérez Los Sixcos El Rebutón El Bálsamo Plan de La Aurora El Gramal	Vista Hermosa
Tierra Colorada		El Tabanco La Escuela Cruz Verde Los Bonilla	

- ***Morfología del Municipio***

El CNR, proporcionó el parcelario urbano y rural del municipio, y la USGS los límites municipales, cantónales, red vial e hídrica de Tepecoyo. Estas bases de datos sirvieron como punto de partida gráfica para que los miembros de la CM ubicaran de forma esquemática las colonias, cantones y nuevos asentamientos. Esta información actualizada será entregada al CNR (de forma digital) y a la Alcaldía Municipal.

La CM trabajo en demarcar la morfología del municipio utilizando los mapas, definiendo lo siguiente:

El casco urbano esta asentado en una zona con una topografía plana y esta formado por los Barrios: Concepción, El Calvario, El Centro, San Sebastián y San Esteban. En el Mapa No. 2, se observa que la zona urbana (Barrios) cuenta con un trazado original en el que están claramente definidas las calles, las avenidas y las manzanas que lo conforman. En la medida que la mancha urbana se ha ido expandiendo (en colonias y lotificaciones) las dimensiones de las vías de circulación tanto vehiculares como peatonales y dimensiones de parcela han ido disminuyendo.

En el Mapa No. 3, se encuentra la División Política Administrativa del municipio. La CM reubico los limites urbanos y cantonales de acuerdo a la información que poseen, variando las áreas y el perímetro de cada cantón e incluso la delimitación de la mancha urbana. Estos límites se utilizaron para la elaboración del presente plan.

En el Mapa No. 3, difiere en su morfología a los mapas presentados por otras fuentes de información debido a que ha sido trabajado según el límite de propiedad de las parcelas, según lo establecido por el CNR. Este nuevo límite municipal será oficializado por el CNR con la municipalidad, según los procedimientos que ellos determinen.



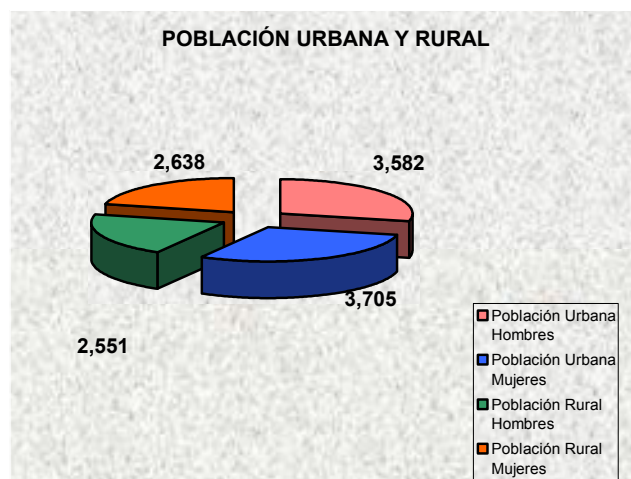
### 1.3. Aspectos Socio/Económicos

- **Población**

De acuerdo a la información proporcionada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, para el año 2003, la población del Municipio es de 12,476 habitantes, de los cuales: 6,133 son hombres (49.16%) y 6,343 son mujeres (50.84%). Del total de población, 7,287 es población urbana y 5,189 es población rural<sup>2</sup>. En el siguiente cuadro se muestra la población desagregada por sexo.

- **Población por sexo, Urbana y Rural.**

Población				Total
Urbana		Rural		
Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
3,582	3,705	2,551	2,638	12,476



- **Principales actividades económicas**

La principal actividad económica es la agricultura, los productos de mayor cultivo son granos básicos, plantas frutícolas, café, caña de azúcar y pastos. La comercialización de estos productos la realizan en la zona urbana del municipio, en los municipios de Armenia, San Julián, Lourdes Colón, Ateos y Santa Tecla.

Existen además actividades relacionadas a la pequeña industria y el comercio, entre las actividades de la pequeña industria se cuenta con cuatro granjas pequeñas de crianza de pollos y algunos aserraderos artesanales. En el comercio local existen tiendas, cafetines, comedores, pupuserías y otros.

<sup>2</sup> Información obtenida de las estadísticas manejadas por el SIBASI (Sistema Básico de Salud Integral)

▪ ***Fuentes de empleo y de ingresos***

Se estima que un 15 % de la población rural obtiene sus ingresos de la Agricultura (granos básicos, frutas y el café). Un 15 % de la población total del municipio se emplea como jornaleros en los proyectos municipales que ejecuta la comuna para el desarrollo local y un 10 % se emplea en las granjas de crianza de pollos, en los beneficios de café y en los aserraderos artesanales de la zona.

En la zona urbana los principales ingresos resultan de la actividad del comercio, tanto formal como informal. Se calcula que un promedio del 60 % de la población apta para trabajar, obtiene sus ingresos empleándose en diferentes actividades fuera del municipio, para ello se desplazan a zonas francas (maquilas) ubicadas en municipios aledaños, Santa Tecla y San Salvador entre otros.

El ingreso promedio por familia al mes para el área rural es de un salario mínimo y en el área urbana un poco arriba del salario mínimo. Las remesas familiares son muy pocas con montos estimados de \$ 80. 00<sup>3</sup>.

#### ***1.4 Historial de Desastres***

El historial de desastres del municipio de Tepecoyo, de acuerdo a relatos de los miembros de la CM es el siguiente:

- 1934, Ciclón, provocó el deslave de varias viviendas en el Caserío El Gramal del cantón San Antonio, así como la pérdida de algunas vidas humanas.
- 1998, La Tormenta Tropical Mitch, daño gran parte de los cultivos en todo el municipio.
- Enero y Febrero de 2001, los Terremotos causaron daños considerables en la localidad.

---

<sup>3</sup> Información obtenida con miembros de la CM y la municipalidad.

### **1.5 Impacto de los terremotos / eventos recientes**

Los terremotos del 13 de enero y 13 de febrero del año 2001, causaron daños mayores en un gran porcentaje de la población. Dentro de estos podemos mencionar: 2,024 viviendas destruidas, daños y destrucción en las edificaciones públicas como: Iglesia Católica, Casa Comunal, Casa de la Cultura y TELECOM. Además, daños en la infraestructura de la Alcaldía Municipal, Unidad de Salud, Kinder Nacional, Centro Escolar de Tepecoyo, Centro Escolar Guillermo Schmidt y otros centros escolares pertenecientes al municipio; de igual forma daños en las vías de acceso de varios sectores de la localidad por efectos de los deslizamientos ocurridos. También se registro una persona fallecida y un promedio de 25 personas lesionadas<sup>4</sup>.

### **1.6 Riesgos y peligros dominantes**

Los riesgos y peligros predominantes en el municipio, identificados por la CM son:

- Existen comunidades que cuentan con una sola vía de acceso, ubicadas entre pendientes, expuestas a quedar bloqueadas por derrumbes o deslaves, generando la incomunicación de la población.
- Ubicación de viviendas bajo y sobre pendientes fuertes, ocasionando el soterramiento o deslizamiento de las mismas.
- Viviendas expuestas a inundaciones por desbordamiento de ríos.
- La falta de drenajes afecta a varios sectores de la localidad.
- La vulnerabilidad física de las viviendas, ya que existen en todo el municipio, construcciones que no resistirán un nuevo sismo.

### **1.7 Antecedentes Organizativos del Municipio**

Antes de los terremotos los cantones, barrios y colonias del municipio estaban organizados en directivas, sin ninguna representación jurídica. Para la emergencia suscitada por los terremotos, se formo un Comité de Emergencias, el cual estaba conformado por el Sr. Alcalde Municipal, el Concejo Municipal y los sectores de Salud, Educación, Policía Nacional Civil (PNC), Iglesia Católica, Cruz Roja de Tepecoyo y Lideres comunales. Además se contó con el apoyo de la Fuerza Armada Salvadoreña y de la ONG Intervida, entre otros.

Actualmente, el municipio a fortalecido las directivas comunales de varios cantones, barrios y colonias, las que, se han convertido en ADESCOS (Asociaciones de Desarrollo Comunal)

---

<sup>4</sup> Dato obtenido en los talleres de trabajo con la Comisión de Mitigación.

También se ha conformado nuevamente el COEM, el cual esta integrado por el señor Alcalde Municipal, miembros del Concejo Municipal, sectores locales como Unidad de Salud, PNC, Escuelas y líderes de las diferentes comunidades.

### 1.8 Actores Locales, Agentes, Marco Legal

En Tepecoyo participan diferentes actores y agentes de desarrollo que trabajan en proyectos de mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

Después de los terremotos el accionar de las organizaciones de base se ha fortalecido, contribuyendo al aumento de las capacidades de gestión del municipio.

Las instituciones y organizaciones que apoyan el desarrollo del municipio son:

ORGANIZACIONES	PROYECTOS	BENEFICIARIOS
Cooperativa Americana de Remesas al Exterior (CARE), Agencia para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID) y la Fundación Salvadoreña de Apoyo Integral (FUSAI)	Construcción de viviendas permanentes	106 viviendas en todo el municipio
INTERVIDA	Construcción de Aulas escolares	Centro Escolar Guillermo Schimtd, Colegio Manuel Antonio Mejía 200 alumnos beneficiados
Fideicomiso Walter Soundy	Construcción de viviendas permanentes	76 viviendas en cantón La Javía
Cooperación Española	Viviendas permanentes	150 en varios puntos de la zona urbana
Centro de Capacitación y Formación de la Democracia (CECADE)	Viviendas permanentes	17 en zona urbana
Comité de Proyección Social	Viviendas permanentes	40 en colonia El Coquito y La América
Club Rotario y Feed The Children (Alimenta a los Niños)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocación de 150 tubos de PVC , para el agua potable.</li> <li>Colocación de tanque plástico de captación de agua</li> <li>Construcción de una presa</li> <li>Construcción de viviendas provisionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cantón El Carrizo, 150 tubos</li> <li>Caserío El Gramal</li> <li>Cantón Zacamil</li> <li>Cantón Zacamil y La Javía, 36 familias.</li> </ul>
Cruz Roja Salvadoreña, Cruz Roja Americana y Grupo de Recursos Internacionales (IRG).	Mitigación Municipal para Desastres El Salvador.	Todo el municipio.

- ***Legislación Vigente en el Municipio:***

El Municipio no cuenta con Ordenanzas Municipales que orienten las acciones a seguir relacionadas con la mitigación de los riesgos y el uso de tierras.

## ***2. Metodología de Planificación Participativa***

El proceso desarrollado para la elaboración del Plan de Mitigación y de Uso de Tierras ha comprendió la realización de las siguientes actividades:

1. Una Jornada de Promoción y sensibilización sobre la Importancia de la Organización del COEM.
2. Una Jornada de Fortalecimiento de la Estructura Organizativa del COEM por medio de la integración de los sectores en una CM, cuyas tareas se centran en:
  - Promover y fomentar una comunicación clara y permanente entre las organizaciones involucradas.
  - Promover espacios de participación en la toma de decisiones sobre las acciones de Mitigación.
  - Socializar con el nivel local el proceso de Planificación para la Mitigación.
  - Socializar el Plan con otras instituciones y gestionar el desarrollo de obras y acciones de mitigación.
  - Dar seguimiento y sostenibilidad al proceso.

La nomina de los miembros de la CM del COEM de Tepecoyo, se presenta en los anexos de este documento.

3. Un taller de trabajo sobre Priorización de zonas de riesgo del municipio, tomando como criterios de selección las condiciones de vulnerabilidad de las poblaciones expuestas a las amenazas
4. Gira de reconocimiento de zonas priorizadas con la participación del consultor en geología e integrantes del COEM. Los detalles de la gira de trabajo se presentan en el Apéndice D del Informe Técnico anexo a este plan.

Posterior a la gira se inicio con el proceso de planificación realizando, seis talleres de trabajo, desarrollando en cada uno de ellos los siguientes temas:

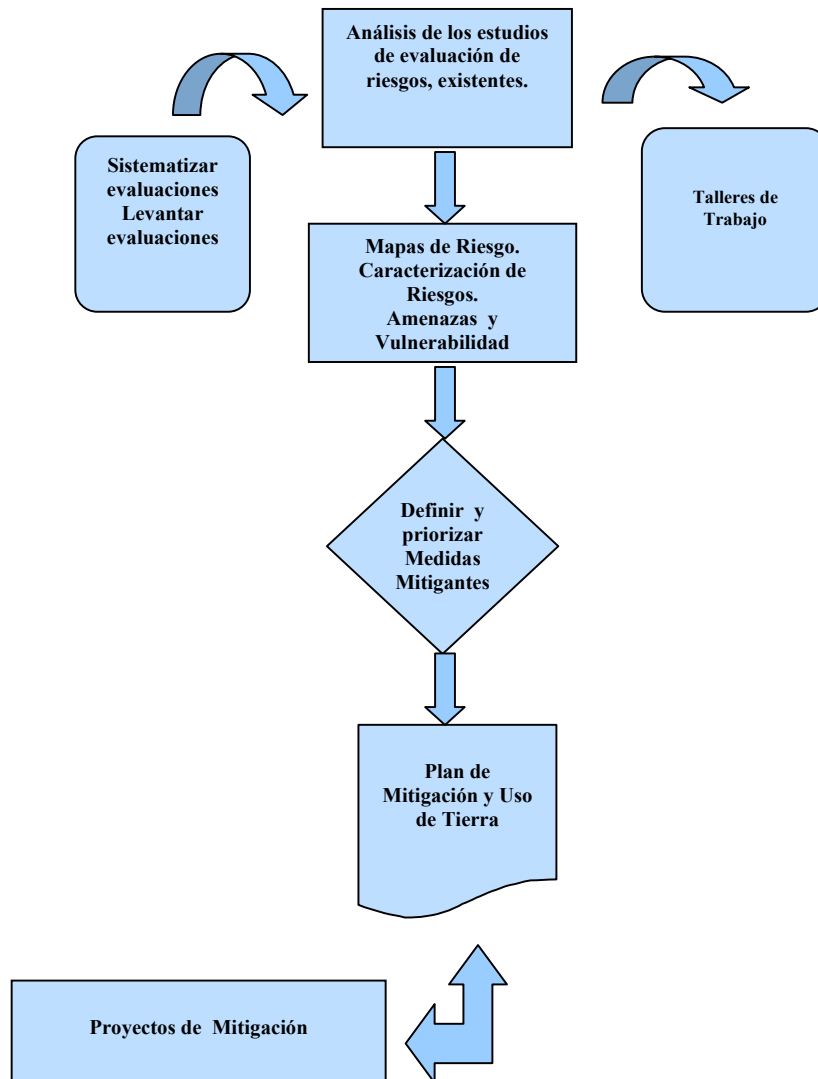
1. Planificación participativa
2. Escenarios de Riesgo
3. Uso de Tierras
4. Escenarios Tendenciales de Desarrollo
5. Priorización y Valoración de Medidas de Mitigación
6. Estrategia de Gestión del Plan

Los Planes de Mitigación y de Uso de Tierra basados en los Riesgos son dinámicos, ya que las situaciones cambian dependiendo del accionar del hombre sobre el medio ambiente, razón por la cual deberán de actualizarse cada vez que sea necesario.

La metodología utilizada por el consorcio, para facilitar el proceso de planificación comprendió técnicas de trabajo con grupos como SARAR (seguridad en sí mismo, asociación con otros, reacción con ingenio, actualización y responsabilidad), CEFE (Competencia basadas en las capacidades de los participante) y metodología interactiva.

El proceso de trabajo con el Municipio de Tepecoyo, se resume en el siguiente flujo de proceso:

*Flujo del Proceso de Trabajo con la CM del COEM de Tepecoyo*



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

#### ***3.1 General***

Que el COEM cuente con medidas de mitigación para reducir el riesgo ante sismos, deslizamientos e inundaciones a corto plazo en todas las zonas de riesgo del municipio.

#### ***3.2 Específicos***

1. Priorizar las zonas según el nivel de riesgo utilizando los mapas técnicos.
2. Disminuir el impacto de los eventos que generan daños adversos como los sismos y los deslizamientos, por medio de la implementación de proyectos de mitigación.
3. Definir una estrategia del uso adecuado de las tierras en el municipio de Tepecoyo, así como establecer aquellas zonas seguras para los nuevos asentamientos habitacionales.



# 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 Tepecoyo, Departamento de La Libertad.***

*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, y, una estrategia de gestión y ejecución para el desarrollo del plan.*

### ***1. Análisis de los Riesgos.***

Comprende los principales aspectos del estudio técnico de las amenazas geológicas relacionadas con la actividad sísmica 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>.***

***Estudios y Evaluación.*** Se realizó un estudio técnico denominado Evaluación de Amenazas Geológicas del Municipio de Tepecoyo<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.

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.

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

<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 periodo de tiempo.

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

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>. Allí 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 No. 1 de Severidad de Movimiento Fuerte del Terreno que se muestra en Mapas Parte A.

Este mapa 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 Tepecoyo, 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.

#### ⊕ *Susceptibilidad a licuación*

La susceptibilidad a licuación también fue evaluada para el Municipio Tepecoyo. De acuerdo con la metodología empleada para el estudio, existe susceptibilidad en un pequeño sector al noreste del municipio. Mapa No. 3.

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

Las amenazas por movimiento severo del terreno, susceptibilidad de deslizamientos y licuación, permiten definir el panorama completo de amenazas geológicas. Con el objeto de integrar las amenazas mencionadas, se empleó una metodología de combinación ponderada.

---

<sup>6</sup> Del Estudio Técnico Anexo a este Plan

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 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 en anexos. Las reglas de cuantificación para cada una de las amenazas tratadas así como las reglas de combinación se presentan en el Apéndice C<sup>7</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 tres segmentos: intensidades muy altas, 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.

***Otra Amenaza considerada es la probabilidad de desbordamiento del Río Talpunca.***

Para lo cual no se efectuó estudio Técnico, por lo que no se elaboro mapa. Por la razón de que los miembros de la CM consideran que la cantidad de familias expuestas a esta amenaza es baja y las acciones pueden orientarse a medidas preventivas o de mitigación. Igual situación se observa para el Río Shutia. De tal manera que puede determinarse que la amenaza por desbordamientos de ríos para el municipio de Tepecoyo no es determinante.

***Para el Municipio Tepecoyo se considera que la posible amenaza debida a alta precipitación pluvial (promedio de 1900 mm en los últimos 20 años) representa un peligro potencial para los asentamientos urbanos de Tepecoyo.<sup>7</sup>***

---

<sup>7</sup> Del estudio Técnico Evaluación de Amenazas Geológicas Municipio de Tepecoyo

**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 los deslizamientos activos; 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>8</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.
Licuación	Cuarta	Largo periodo de recurrencia (mayor de 10 años), genera daños intermedios o menores y mas circunscritos.
Inundaciones	Tercera	Corta recurrencia (menor a 5 o 10 años), daños intermedios o menores, circunscritos.

### 1.2 Vulnerabilidades.

El análisis de la vulnerabilidad<sup>9</sup> física, se basa en el Apéndice D del Informe Técnico denominado Trabajo de Campo para el Municipio de Tepecoyo<sup>10</sup> y en la percepción de los miembros de la CM, en relación a la calidad y ubicación de la infraestructura habitacional, comunal, pública, 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 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

<sup>8</sup> Oficina para la Asistencia de Catástrofes en América Latina y El Caribe (OFDA). Tomado del Taller Plan Local de Emergencia y Contingencia (PLEC). Las Categorías se presentan en anexos.

<sup>9</sup> Se ha considerado como vulnerabilidad los aspectos de la sociedad que precondicionan 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, la vulnerabilidad tiene expresiones en términos de los niveles económicos y de bienestar de la población en sus niveles de organización y educación, en sus características e ideología 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>10</sup> Documento anexo a este Plan. Elaborado por el Ing. Guillermo Santana, Ph.D, consultor de IRG.

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 para Desastres.

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

1. La mayoría de las edificaciones de ladrillo y bloque de concreto han sido construidas sin mano de obra calificada y sin supervisión técnica. Además existen Viviendas de bahareque, lamina y adobe.
2. El casco urbano está ubicado en terreno irregular y de pendiente alta.
3. No se cuenta con alcantarillado para aguas negras y pluviales, lo que genera problemas de socavación en viviendas y deterioro de calles.
4. Centros educativos construidos sobre terrenos inestables y con infraestructuras débiles.
5. Construcciones en terrenos de laderas inestables, quebradas y altas pendientes, con lo cual se incumple la Ley de Urbanismo y Construcción en lo relativo a parcelaciones y urbanismos habitacionales\*.

### ***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 el mapa de asentamientos humanos y con el mapa de parcelarios proporcionado por el CNR, 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. 6, la intensidad se representa por medio de colores, dependiendo del grado. Al analizar el municipio se observa que el nivel de intensidad al

\* La ley (Artículo 51,52) se presenta en anexos de este documento)

<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 OFDA/ USAID.

desencadenarse un evento extremo va desde el grado IX hasta el XI ½, predominando los grados IX, X y X ½, lo cual indica que en lo poblados concentrados en esos colores puede esperarse lo siguiente:

Grado	Poblado	Descripción de Intensidad de Mercalli Modificada
<b>IX</b>	<p><b>Zona Urbana</b> Caserío El Masugo Colonia Tepecoyo Colonia San Antonio Colonia San Martín</p> <p><b>Cantón Los Alpes</b>  Caserío El Castillo Caserío La Esperanza Caserío Casas Blancas Caserío El Mora</p>	<p>Dificultad en manejar los automóviles. Se producen daños y colapso parcial de la mampostería del tipo C<sup>13</sup>. Se produce la caída de estucos (azulejos) y de algunas paredes de mampostería. Aparecen algunos daños en la mampostería del tipo B y ninguno en la del tipo A. Torsión o caída de chimeneas de fábricas, monumentos, torres y tanques elevados. Las casas de madera son desplazadas sobre los cimientos si no están empotradas; las paredes de relleno sin sujetar son expulsadas de sus apoyos. Los pilares podridos se rompen. Las ramas de los árboles se rompen. Se producen cambios en los caudales o temperaturas de los manantiales o pozos. Grietas en los terrenos saturados de humedad y en las laderas abruptas.</p>
<b>X</b> <b>X ½</b>	<p><b>Cantón Los Laureles</b> Caserío Primavera</p> <p><b>Cantón El Mojón</b> Zona I y II</p> <p><b>Cantón Tierra Colorada.</b> Caserío El Tabanco</p> <p><b>Cantón Zacamil</b> Colonia América</p> <p><b>Cantón San Antonio</b> Colonia Vista Hermosa. Caseríos: El Gramal La Aurora El Bálsamo El Reventón Los Sixco Los Pérez</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 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.</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. 7, se presentan dos niveles de agrupación de amenazas, alto (color *mostaza*) y moderado (color *amarillo*). El territorio de Tepecoyo,

<sup>13</sup> Clasificación de la Mampostería (Unión de dos o mas materiales para construir Ejemplo concreto, piedra y otros) propuesta por C.F.Richter. A: mano de obra, mezcla y diseño buenos; reforzada, especialmente en el sentido lateral, y unida con acero, concreto, etc.; diseñada para resistir fuerzas laterales. B: mano de obra y mezcla buenas; pero no diseñadas para resistir fuerzas laterales. C: mano de obra y mezcla ordinarios; no tan débil como para que fallen las uniones en las esquinas, pero tampoco reforzada ni diseñada para resistir fuerzas laterales. D: materiales débiles, como el adobe; mezcla débil; mano de obra de calidad baja; débil horizontalmente.



casi en su totalidad presenta un nivel **alto** lo cual se agrava por las condiciones de vulnerabilidad física relacionadas con sistemas constructivos predominantes de lámina, bahareque y adobe; la ausencia de mano de obra calificada y de supervisión técnica para la construcción; viviendas de hasta 40 años de construcción; y las edificaciones averiadas y habitadas.

Debido a la existencia de deslizamientos activos, los cuales pueden desencadenarse por fuertes lluvias y el movimientos severo de terreno, se considero la elaboración del siguiente mapa basado en criterio sismico.

#### ⊕ **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. 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. 8, muestra el riesgo por susceptibilidad a deslizamientos.

El nivel de susceptibilidad es moderado (**amarillo**) y alto (**rojo**) para la mayor parte del territorio del municipio, sin embargo las condiciones de la vulnerabilidad física prevaecientes en relación a la ubicación de la infraestructura habitacional, publica y vial en terrenos de laderas inestables, sobre altas pendientes, en orillas de quebradas, como también la falta de drenajes de aguas pluviales y negras, elevan el riesgo en sectores como el la colonia América del cantón Zacamil, la colonia Vista Hermosa del cantón San Antonio, cantón Los Alpes y en algunos sectores del casco urbano como en las colonias El Carmen, San Antonio, Santa Teresa y caserio El Masugo.




#### **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 de Riesgo 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 del desastre del municipio y los recursos para las medidas de mitigación.




Los Escenarios están expresados en una Matriz de Relaciones, donde se detalla la interacción de los factores de riesgo para cada una de las zonas priorizadas ante la amenaza sísmica y sus efectos colaterales de susceptibilidad a deslizamientos y licuación. Se considera además la posibilidad de desbordamiento del río Talpunca.

**1. Matriz de Relaciones para el Escenario de Riesgo por Amenaza Sísmica en la Zona Rural del Municipio de Tepecoyo**

-  Intensidad de Mercalli Grado X
-  Multiamenaza Alto
-  Susceptibilidad a deslizamientos Moderada





ZONAS	CARACTERIZACION DE LA VULNERABILIDAD	POSIBLES DAÑOS O EFECTOS	MEDIDAS MITIGANTES
<p><b><u>Cantón Los Laureles</u></b></p> <p>Caserío Primavera 42 familias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viviendas construidas con materiales de lámina y bahareque.</li> <li>Viviendas reconstruidas con mano de obra no calificada</li> <li>Viviendas construidas en terrenos con pendientes moderadas.</li> <li>Calle en mal estado por falta de mantenimiento, ubicada en una zona expuesta a derrumbes y además es la única vía de acceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El colapso de 14 viviendas</li> <li>Incomunicación de 210 personas</li> <li>42 familias afectadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción de viviendas de tipo A (mano de obra, mezcla y diseños; reforzada, especialmente en el sentido lateral, y unida con acero, concreto, etc.; diseñada para resistir fuerzas laterales).</li> <li>Amplitud y mantenimiento a la calle.</li> <li>Construcción de otra ruta de acceso (alterna).</li> </ul>
<p><b><u>Cantón El Mojón</u></b></p> <p>Zona I</p> <p>Zona II</p> <p>200 familias</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viviendas construidas con materiales débiles como bahareque y lamina.</li> <li>Algunas viviendas dañadas y agrietadas que están siendo habitadas.</li> <li>Viviendas ubicadas en pendientes moderadas y cerca de quebradas y 6 viviendas bajo una pendiente de aproximadamente 80 metros de altura.</li> <li>Calles en mal estado por falta de mantenimiento y drenajes.</li> <li>Energía eléctrica inexistente en todo el cantón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>30 familias afectadas</li> <li>Posible lesiones en 150 personas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción de viviendas con materiales resistentes del tipo A</li> <li>Construcción de muros de contención, en algunos sectores de la zona I y II</li> <li>Reubicación de familias que están en zonas de alto riesgo.</li> <li>Barreras vivas y muertas.</li> </ul>
<p><b><u>Cantón Tierra Colorada.</u></b></p> <p>Caserío El Tabanco 98 familias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viviendas construidas con materiales poco resistentes como la lámina y el bahareque.</li> <li>Viviendas ubicadas sobre pendientes fuertes y cerca de quebradas.</li> <li>Viviendas construidas aproximadamente hace 15 años y sin ningún mantenimiento.</li> <li>Calles en mal estado por falta de mantenimiento.</li> <li>Única Vía de acceso al cantón y ubicada entre paredones propensos a derrumbes.</li> <li>Falta de energía eléctrica en un 50% del cantón y agua potable inexistente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El colapso de las viviendas de bahareque.</li> <li>547 personas incomunicadas por el bloqueo de la única vía de acceso al cantón.</li> <li>Posibles daños económicos y humanos en una buena parte de la población.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción de viviendas sismorresistentes, con materiales del tipo A.</li> <li>Construcción de muros de contención.</li> <li>Bandas de rodaje</li> <li>Reparación de puntos críticos de la calle</li> </ul>

2. Matriz de Relaciones para el Escenario de Riesgo por Amenaza Sísmica en la Zona Rural del Municipio de Tepecoyo

-  Intensidad de Mercalli Grado X
-  Multiamenaza Alto
-  Susceptibilidad a deslizamientos Alto




ZONAS	CARACTERIZACION DE LA VULNERABILIDAD	POSIBLES DAÑOS O EFECTOS	MEDIDAS MITIGANTES
<p><b><u>Cantón Zacamil</u></b> Colonia América 55 familias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viviendas construidas en su mayoría de bloques de concreto 98%, y un 2% de lámina.</li> <li>• La reconstrucción se hizo con mano de obra no calificada y sin supervisión técnica.</li> <li>• Viviendas construidas a las orillas de pendientes de mas de 7 metros de altura, otras cerca de quebradas y algunas sobre pendientes moderadas sin terrazas.</li> <li>• Viviendas construidas aproximadamente hace 15 años y con deficiente mantenimiento.</li> <li>• Calle empedrada en regular estado por falta de mantenimiento y expuesta a derrumbes en algunos sectores por estar entre paredones (10 metros de altura).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 viviendas afectadas por derrumbes.</li> <li>• Colapso de 40 viviendas.</li> <li>• 165 personas afectadas.</li> <li>• Perdidas económicas y posibles lesionados en un buen porcentaje de la población.</li> <li>• Incomunicación de un buen sector de la población del cantón.</li> <li>• Daños económicos, materiales y psicológicos a las familias afectadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reubicación de 20 familias a zonas de menor amenaza.</li> <li>• Construcción de muros de contención para proteger las viviendas,</li> <li>• Barreras vivas.</li> <li>• Drenajes para canalizar las aguas pluviales y negras.</li> </ul>
<p><b><u>Cantón San Antonio</u></b> 100 familias Colonia Vista Hermosa. Caseríos: - El Gramal - La Aurora - El Bálsamo - El Reventón - Los Sixco - Los Pérez</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viviendas construidas de lámina, bahareque y adobe.</li> <li>• Viviendas ubicadas sobre laderas con fuerte pendiente y cerca de quebradas.</li> <li>• Viviendas construidas aproximadamente hace 6 años y carentes de mantenimiento.</li> <li>• Única vía de acceso, deteriorada por falta de mantenimiento y ubicada entre pendientes fuertes.</li> <li>• Red de energía eléctrica inadecuada, por mala ubicación y carente de transformadores.</li> <li>• Mano de obra no calificada utilizada para la reconstrucción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probable colapso de la mayoría de viviendas por.</li> <li>• Un buen porcentaje de las viviendas destruidas por, deslizamientos.</li> <li>• Perdidas materiales y económicas de 100 familias.</li> <li>• Posibles lesiones y muerte en un gran número de habitantes</li> <li>• Incomunicación de 820 personas por bloqueo de calle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de viviendas con materiales sismo resistentes, mano de obra calificada y supervisión técnica.</li> <li>• Construcción de muros de contención, vallas protectoras,</li> <li>• Barreras vivas y muertas en algunos sectores del cantón</li> <li>• Mantenimiento de las calles y caminos,</li> <li>• Construcción de una nueva vía de acceso al cantón.</li> </ul>

**3. Matriz de Relaciones para el Escenario de Riesgo por Amenaza Sísmica en la Zona Rural del Municipio de Tepecoyo**

-  Intensidad de Mercalli Grado IX
-  Multiamenaza Alto
-  Susceptibilidad a deslizamientos Alta
-  Licuación del terreno al este del cantón Los Alpes.




ZONAS	CARACTERIZACION DE LA VULNERABILIDAD	POSIBLES DAÑOS O EFECTOS	MEDIDAS MITIGANTES
<p><b>Cantón Los Alpes</b></p> <p>565 familias y 535 viviendas ubicadas</p> <p>Caseríos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El Castillo</li> <li>- La Esperanza</li> <li>- Casas Blancas</li> <li>- El Mora</li> <li>- Los Alpes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viviendas construidas con materiales de lámina y adobe.</li> <li>• Viviendas averiadas y habitadas.</li> <li>• Viviendas construidas en terrenos con pendientes moderadas y otras en terrenos pantanosos.</li> <li>• El 50% de las viviendas tienen aproximadamente unos 35 años.</li> <li>• Calles en mal estado por falta de mantenimiento y drenajes, algunas solo son accesibles en verano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colapso o hundimientos de 262 viviendas.</li> <li>• Destrucción de 75 viviendas por posibles Deslizamientos.</li> <li>• 565 familias afectadas, económicamente y materialmente.</li> <li>• Probables lesiones en las personas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de viviendas con materiales del tipo A.</li> <li>• Construcción de muros de contención,</li> <li>• Drenajes y fraguado de calle, así como cunetas y resumideros para las aguas lluvias y residuales.</li> <li>• Construcción de barreras vivas en algunos sectores del cantón.</li> </ul>

4. Matriz de Relaciones para el Escenario de Riesgo por Amenaza Sísmica en la Zona Urbana del Municipio de Tepecoyo

-  Intensidad de Mercalli Grado IX
-  Multiamenaza Alta
-  Susceptibilidad a deslizamientos Baja

ZONAS	CARACTERIZACION DE LA VULNERABILIDAD	POSIBLES DAÑOS O EFECTOS	MEDIDAS MITIGANTES
<p><b>Zona Urbana</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caserío El Masugo (20 familias)</li> <li>- Colonia El Carmen (40 familias)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viviendas construidas con materiales de lámina y bahareque</li> <li>• Viviendas construidas en terrenos con pendientes pronunciadas y a la orilla de quebradas.</li> <li>• Falta de drenajes para las aguas pluviales y residuales</li> <li>• Calles en mal estado por falta de mantenimiento y drenajes</li> <li>• Se cuenta con una sola vía de acceso a la localidad.</li> <li>• Falta del servicio de agua potable en El Masugo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 11 viviendas afectadas por derrumbes (7 en El Carmen y 4 en El Masugo).</li> <li>• Incomunicación de unas 315 personas por bloqueo de la única vía de acceso.</li> <li>• 60 familias afectadas económicamente y materialmente.</li> <li>• Posibles lesiones y muerte en un gran número de personas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de viviendas con materiales sísmo resistentes (tipo A)</li> <li>• Construcción de muros de contención, en algunos sectores del Masugo y El Carmen</li> <li>• Construcción de drenajes y mantenimiento de las calles.</li> <li>• Construcción de barreras vivas y reforestación en algunos sectores.</li> <li>• Reubicación de viviendas en alto riesgo.</li> <li>• Capacitación a la población sobre el manejo de los riesgos.</li> </ul>
<p>Colonias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- San Antonio</li> <li>- San Martín</li> </ul> <p>70 familias</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viviendas de sistema mixto, bahareque y adobe</li> <li>• Reconstrucción realizada con mano de obra no calificada y sin supervisión técnica</li> <li>• Viviendas construidas sobre pendientes pronunciadas, y a orillas de quebradas</li> <li>• Un buen porcentaje de viviendas construidas hace un promedio de 10 años (sin mantenimiento).</li> <li>• Calles empedradas y en mal estado por falta de mantenimiento y en algunos tramos intransitables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 viviendas afectadas por deslizamientos</li> <li>• Colapso de 36 viviendas.</li> <li>• 20 personas pueden resultar lesionadas o fallecidas.</li> <li>• Daños materiales y económicos en 45 familias</li> <li>• Deterioro de casi la totalidad de la calle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de muros de contención en tramos de la calle</li> <li>• Construcción de viviendas con materiales del tipo A</li> <li>• Reubicación de viviendas en alto riesgo.</li> <li>• Capacitar y organizar a las localidades para atender los riesgos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colonia Santa Teresa (200 familias)</li> <li>- Barrio El Centro (150 familias)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de viviendas de sistema mixto y bahareque</li> <li>• Viviendas construidas sin supervisión técnica</li> <li>• Viviendas ubicadas sobre laderas pronunciadas.</li> <li>• Las edificaciones varían entre 5 y 25 años en su construcción (sin mantenimiento).</li> <li>• Deficientes servicios de agua y electricidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colapso de varias viviendas por deslizamientos</li> <li>• Colapso de un promedio de 100 viviendas y daños en unas 50</li> <li>• 200 familias afectadas, económicamente, materialmente y emocionalmente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de muros de muros de contención,</li> <li>• Construcción de sistemas de tratamiento de aguas servidas y lluvias</li> <li>• Reubicación de algunas familias a nuevos asentamientos habitacionales.</li> </ul>

**5. Matriz de Relaciones para el Escenario de Riesgo por Amenaza Sísmica en la Zona Urbana del Municipio de Tepecoyo**

-  Intensidad de Mercalli Grado IX
-  Multiamenaza Moderado
-  Susceptibilidad a deslizamientos Baja

ZONAS	CARACTERIZACION DE LA VULNERABILIDAD	POSIBLES DAÑOS O EFECTOS	MEDIDAS MITIGANTES
<p><b>Zona Urbana</b></p> <p>- Centro Escolar Guillermo Schmidt</p> <p>- Centro Escolar de Tepecoyo</p> <p>- Colegio Manuel Antonio Mejía</p> <p>- Instituto Nacional de Tepecoyo</p> <p>Población estudiantil aproximada 1600.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificaciones de concreto agrietadas</li> <li>• Edificaciones deterioradas por socavación de las aguas lluvias y servidas</li> <li>• Ubicación de centros educativos en terrenos inestables y con fuertes pendientes.</li> <li>• Ubicación de algunas aulas cerca de taludes.</li> <li>• Falta de mantenimiento preventivo a las edificaciones</li> <li>• Construcciones de las infraestructuras educativas oscilan entre 5 y 30 años.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probable daño a la infraestructura educativa.</li> <li>• Posibles daños y lesiones en un buen porcentaje de alumnos si el evento sucede en horas de clases.</li> <li>• Daño por deslizamiento en cuatro aulas y el auditorium del centro escolar Guillermo Schmidt.</li> <li>• 1600 alumnos, maestros y personal administrativo afectados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de muros de contención en las zonas propensas a derrumbes</li> <li>• Realizar reparaciones estructurales en la mayor parte de los centros educativos.</li> <li>• Canalizar las aguas lluvias y servidas.</li> <li>• Reconstrucción de dos aulas en uno de los centros educativos</li> <li>• Construir barreras vivas con zacate Vetevier.</li> </ul>

**6. Matriz de Relaciones para el Escenario de Riesgo por Amenaza a Desbordamiento del Río Talpunca en la Zona Rural del Municipio de Tepecoyo**

ZONAS	CARACTERIZACION DE LA VULNERABILIDAD	POSIBLES DAÑOS O EFECTOS	MEDIDAS MITIGANTES
<p><b>Cantón Las Flores</b></p> <p>Caserío Chutia</p> <p>6 familias</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 viviendas ubicadas en las riveras del Río Talpunca y bajo laderas con pendientes considerables.</li> <li>• Viviendas construidas con materiales de bahareque (4), y de ladrillo de obra (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de 6 viviendas por el desbordamiento del Río Talpunca o por deslizamiento.</li> <li>• Posibles lesiones y daños a 30 personas.</li> <li>• Daños materiales y económicos a 6 familias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reubicación de las familias a zonas seguras.</li> </ul>

## ***2. Estrategia de Mitigación de Desastres***

### ***2.1 Acciones de Mitigación y Prevención.***

En base a la valoración y priorización de las Medidas de Mitigación definidas en la Matriz de relaciones de Riesgo para la amenaza sísmica, la susceptibilidad a deslizamientos, licuación y los posibles desbordamientos de ríos, la CM del COEM ha determinado los siguientes tipos de proyectos:

#### ***1) Proyectos de Mejoramiento de la Infraestructura Vial.***

En este tipo de proyectos se incluyen todas las obras de ingeniería que ayuden a mantener en condiciones adecuadas las vías de acceso, para garantizar el libre tránsito peatonal y vehicular hacia las áreas consideradas de alto riesgo en el municipio. De tal manera que en caso de presentarse un evento adverso, la población no quede incomunicada y se facilite el acceso de las ayudas. Entre estas medidas tenemos las orientadas a la canalización de las aguas pluviales y negras; y, el mantenimiento, reparación y habilitación de nuevos accesos. Los proyectos que se proponen son los siguientes:

- *Construcción de drenajes, canaletas y resumideros en:*
  - Colonia Zacamil y otras zonas del cantón Zacamil.
  - Caserío El Castillo, La Esperanza, Casas Blancas y El Mora del cantón Los Alpes,
  - Caserío El Masugo, colonias El Carmen, San Antonio, San Martín, Santa Teresa y Barrio El Centro de zona Urbana.
- *Mantenimiento, reparación, amplitud de calles y caminos en:*
  - Caserío Primavera del cantón Los Laureles,
  - Algunos sectores del cantón San Antonio,
  - Caserío El Masugo colonias El Carmen y San Antonio de la zona Urbana.
- *Construcción de nuevas vías de acceso en:*
  - Diferentes zonas del cantón San Antonio,
  - Caserío Primavera del cantón Los Laureles.
- *Fraguado de calle en:*
  - Los caseríos Casas Blancas, El Mora, colonias El Castillo y la Esponja del Cantón Los Alpes.

- *Construcción de bandas de rodaje vehicular* en algunos tramos de la calle que conduce al cantón Tierra Colorada.

### **2) *Proyectos de Mitigación para la Infraestructura Escolar.***

En este tipo de proyectos se incluyen las medidas de ingeniería que ayudan a fortalecer la infraestructura de los centros escolares así como también aquellas que sirven para consolidar los suelos. Estas medidas se plantean con el propósito de dar condiciones adecuadas para la seguridad de la población estudiantil y se proponen para los Centros Escolares Guillermo Schmidt, Colegio Manuel Antonio Mejía e Instituto Nacional de Tepecoyo. Las obras propuestas son:

- *Construcción de muros de contención*
- *Reparaciones de los edificios escolares*
- *Canalización de las aguas lluvias y negras*
- *Reconstrucción de dos aulas.*

### **3) *Proyectos de Obras de Ingeniería.***

Estos proyectos tienen como finalidad dar estabilidad a taludes de zonas de terrenos inestables por medio de medidas como:

- *Construcción de muros de contención y Vallas protectoras en:*
  - El Castillo, La Esperanza, Casas Blancas y El Mora del cantón Los Alpes
  - Zona I y II del cantón El Mojón;
  - Colonia Zacamil y otras zonas del cantón Zacamil;
  - Caseríos El Gramal, El Bálsamo, Los Sixcos, Los Pérez y colonia Vista Hermosa del cantón San Antonio,
  - Caserío El Masugo, colonias El Carmen, San Antonio, San Martín Santa Teresa y Barrio El Centro de la zona Urbana.



#### 4) *Proyectos de Obras de Conservación de Suelos.*

Estos proyectos tienen como propósito principal dar estabilidad a los suelos mediante la construcción de barreras vivas y muertas, para disminuir la erosión en algunas zonas como:

- El Zacamil, El Mojón,
- Los caseríos de El Gramal, El Bálsamo, Los Sixcos, Los Pérez de San Antonio,
- Caserío El Masugo y colonia El Carmen de la Zona Urbana.

#### 5) *Proyectos de Reubicación (Uso de Tierras)*

Estos proyectos tienen como propósito implementar una estrategia de Uso de las Tierras basados en los mapas de Riesgo, que permitan identificar las zonas consideradas de menor nivel de amenaza para reubicación las familias que habitan en zonas de alto riesgo. Estos proyectos buscan además el poder determinar por medio de una Propuesta de Zonificación el Uso de las Tierras, el cual es de importancia par el Ordenamiento del Territorio. Las zonas que se deben de reubicar son:

- Caserío Chutía (6 familias) de cantón Las Flores,
- Algunas zonas del cantón San Antonio,
- Colonia América y otras zonas del cantón Zacamil,
- Zona II del cantón El Mojón.

#### 6) *Proyectos de Fortalecimiento de la Infraestructura Pública y Habitacional.*

En este tipo de proyectos se incluyen todas las medidas orientadas a dar el acondicionamiento a las edificaciones públicas y habitacionales, de tal manera que las infraestructuras se hagan con parámetros constructivos acordes al nivel de amenaza existente. Estos proyectos buscan garantizar que las edificaciones puedan resistir el nivel movimiento de terreno producido por un evento sísmico extremo. Protegiendo así la vida y los bienes económicos de la población en riesgo. Entre estos proyectos se plantea principalmente la Construcción de Viviendas con mampostería del Tipo A en:

- Zona I Y II del cantón El Mojón
- Caserío Primavera y otras zonas del cantón Los Laureles
- Caserío El Tabanco y otros sectores del cantón Tierra Colorada.
- Caseríos El Castillo, La Esperanza, Casas Blancas y El Mora del cantón Los Alpes.
- Caseríos El Gramal, La Aurora, El Bálsamo, El Reventón, Los Sixcos, Los Pérez y colonia Vista Hermosa del cantón San Antonio.
- Colonias El Carmen, San Antonio, San Martín, Santa Teresa, Barrio El Centro y caserío El Masugo de la zona Urbana.

**7) *Proyectos de Capacitación en Gestión del Riesgo.***

Dada la importancia de sensibilizar a la población del municipio sobre el nivel de riesgo existente, se plantea un programa de Manejo de los Riesgos que ayude en la Organización, Capacitación en el Manejo de los Mapas y Ejecución de Proyectos de Mitigación a nivel Comunitario en las Colonias El Carmen, San Antonio, San Martín, así como en el Barrio El Centro y caserío El Masugo de la zona Urbana.

La CM trabajo en elaborar borradores de propuestas de proyectos, con el propósito de acceder al apoyo técnico financiero de las diferentes agencias de desarrollo de apoyo al municipio. En el anexo No. 1 se da mas detalle sobre los objetivos y metas planteadas para cada iniciativa. Para definir estas propuestas será necesario el apoyo técnico para la elaboración de los perfiles de proyectos. Estas ideas de propuestas están clasificadas por orden de prioridad, como se muestra en el siguiente cuadro:

<b>TIPO DE PROYECTO</b>	<b>PROPUESTA</b>	<b>PLAZO</b>
<i>1. Proyectos de Mejoramiento de la Infraestructura Vial.</i>	<i>Mejoramiento de calles y obras</i>	<b>1 a 3 años</b>
<i>2. Proyectos de Mitigación para la Infraestructura Escolar.</i>	<i>Construcción de muros de protección y drenajes, reparación de aulas</i>	<b>1 año</b>
<i>3. Proyectos de Obras de Ingeniería.</i>	<i>Muros de contención</i>	<b>1 a 3 años</b>
<i>4. Proyectos de Obras de Conservación de Suelos.</i>	<i>Construcción de barreras vivas y muertas</i>	<b>1 año</b>
<i>5. Proyectos de Reubicación (Uso de Tierras)</i>	<i>Reubicación en la Finca Santa Leticia</i>	<b>3 años</b>
<i>6. Proyectos de Fortalecimiento de la Infraestructura Pública y Habitacional.</i>	<i>Construcción de viviendas con materiales de Tipo A.</i>	<b>3 a 5 años</b>
<i>7. Proyectos de Capacitación en Gestión del Riesgo.</i>	<i>Organización y Capacitación de Comités Locales de Emergencia (COEL)</i>	<b>1 año</b>

### **3. Criterios y principios**

Las medidas que se incluyen dentro del Plan de Mitigación responden a criterios y principios definidos por la CM, los cuales deberán de aplicarse a cualquier otro proyecto que en el futuro se incorpore al plan de desarrollo del municipio. Estos criterios van orientados a que las medidas no estructurales y estructurales de mitigación, contribuyan a reducir el nivel de riesgo existente en el municipio.

Los criterios y principios, definidos por la CM del COEM son:

1. Los proyectos deben estar orientados a reducir la vulnerabilidad
2. Deben de realizarse con carácter colectivo beneficiando a la mayoría de la población en riesgo.
3. Los proyectos deben ser ejecutados de acuerdo al grado de prioridad.
4. Se debe tomar en cuenta la viabilidad, los recursos y el presupuesto de los mismos.
5. Los Proyectos deben de nacer de las comunidades y responder a las necesidades de mitigar los riesgos.
6. Para los proyectos que sus montos no pueden ser absorbidos por la municipalidad, habrá que buscar otras fuentes de financiamiento.

### **4. Gestión y Ejecución**

Como una alternativa para garantizar que el Plan de Mitigación sea viable y operativo como CM definimos los siguientes aspectos, de importancia para la gestión y ejecución:

- La Gestión y Ejecución se hará por medio de una Comitiva de Gestión y Seguimiento, (CGS) formada por miembros del concejo municipal y de la CM. Esta comitiva será coordinada por el señor alcalde municipal. La nómina de los miembros de la comitiva se presenta en el anexo No.3.

Las principales funciones de la Comitiva serán:

1. Participar en la elaboración de las propuestas de proyectos y en la elaboración de carpetas técnicas.
2. Selección y Priorización de los proyectos de mitigación
3. Administración y seguimiento en la ejecución de los proyectos
4. Informar del avance de los proyectos, al gobierno Municipal y a las comunidades.

5. Gestionar fondos para la ejecución de los proyectos.

Para el cumplimiento de la gestión y ejecución del Plan, la CM plantea realizar el siguiente cronograma de actividades:

**Cronograma para el cumplimiento del Plan de Mitigación**

ACTIVIDADES	1 TRIMESTRE Diciembre- Febrero/04	2 TRIMESTRE Marzo- Mayo/04	3 TRIMESTRE Junio-Agosto/04	4 TRIMESTRE Septiembre-Nov/04
<i>Gestion de Proyectos</i>				
<i>Elaboracion de Carpetas Tecnicas</i>				
<i>Ejecucion del Primer Proyecto</i>				
<i>Seguimiento/ Informes</i>				
<i>Actualizacion del Plan</i>				

# parte "A" mapas

1. Mapa de Severidad de Movimiento del Terreno
2. Mapa de Susceptibilidad a Deslizamientos
3. Mapa de Susceptibilidad a Licuación
4. Mapa de Intensidades de Mercalli Modificada
5. Mapa de Multiamenazas
6. Mapa de Riesgo Relacionado con las Intensidades de Mercalli Modificada
7. Mapa de Riesgo Relacionado a Multiamenaza
8. Mapa de Riesgo por Susceptibilidad a Deslizamientos

# PLAN DE MITIGACION



**parte "B"**

---

**PLAN DE  
DE  
USOS  
DE  
TIERRAS**



## ***Plan de Uso de Tierras para el Municipio de Tepecoyo, Departamento de La Libertad.***

*El presente Plan contiene una Estrategia de Uso de Tierras basadas en el análisis de los riesgos asociados a amenazas naturales geológicas, en relación a la vulnerabilidad física. El Plan propone una zonificación de uso de tierras, escenarios de intervención, lineamientos para promover un mejor uso de la tierra y códigos de construcción.*

### ***1. Análisis Situacional***

El análisis situacional del territorio considera el estado del componente físico y humano. En el estado físico se abordan los aspectos naturales que integran el municipio. En el componente humano se identifican las acciones constantes del hombre para transformar el territorio.

#### ***1.1 Componente Físico***

##### ***1.1.1 Red Hidrográfica.***

De acuerdo a la base de datos proporcionada por la USGS, el municipio es irrigado por ríos y quebradas que le proveen el recurso hídrico para consumo de la población, para los cultivos frutales, café, hortalizas, granos básicos y para el drenaje de las aguas lluvias.

En el territorio del municipio de Tepecoyo se identifican las siguientes cuencas:

1. Cuenca Lempa: Ríos Chutia y Talpunca.
2. Cuenca Banderas: Ríos El Pital, Los Laureles y El Zunzal o Tierra Colorada.
3. Apancoyo: Río Apancoyo.
4. Ayacachapa: Río Ayacachapa.
5. Mizata

El Mapa No. 1 muestra la red hidrográfica del municipio de Tepecoyo

##### ***1.1.2 Geología***

La clasificación Geológica para el municipio de Tepecoyo es:

- Aluviones, localmente con intercalaciones de piroclastitas.
- Efusivas andesititas-basálticas.
- Epiclastitas volcánicas, piroclastitas, corrientes de lava intercaladas.
- Piroclásticas ácidas, epiclastitas volcánicas (tobas de color café).