

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

3.1 General

Minimizar el impacto de los desastres ocasionados por las amenazas de origen natural relacionadas con las actividades sísmicas en el Municipio de San Sebastián, departamento de San Vicente.

3.2 Específicos

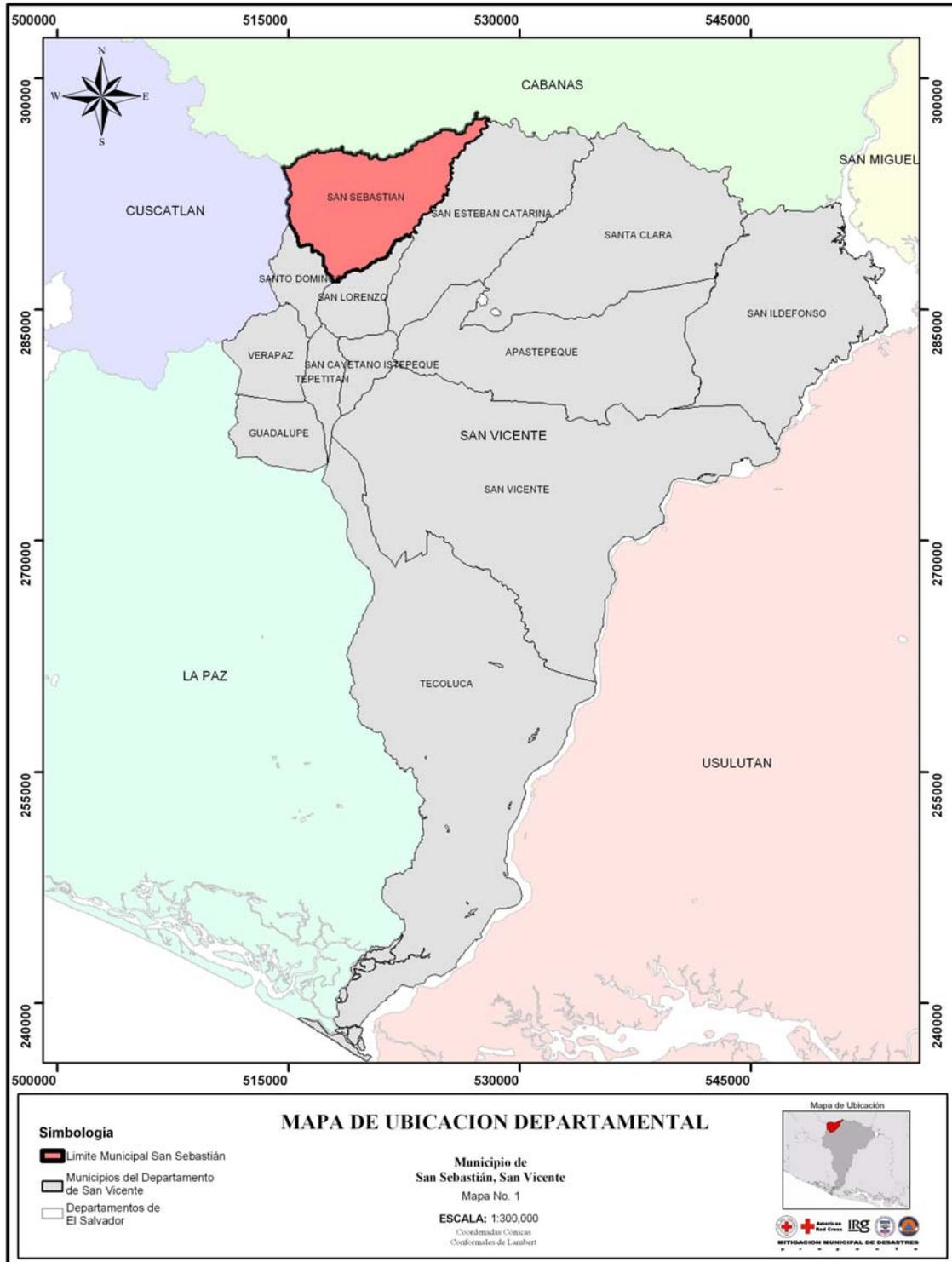
- 1. Identificar zonas de riesgos usando los mapas técnicos de amenaza sísmica.*
- 2. Identificar zonas adecuadas para las nuevas construcciones habitacionales, considerando los niveles de amenaza y el acceso a servicios básicos.*
- 3. Definir propuestas de proyectos para reducir el nivel de riesgos.*
- 4. Fortalecer la organización del COEM por medio de la planificación participativa.*

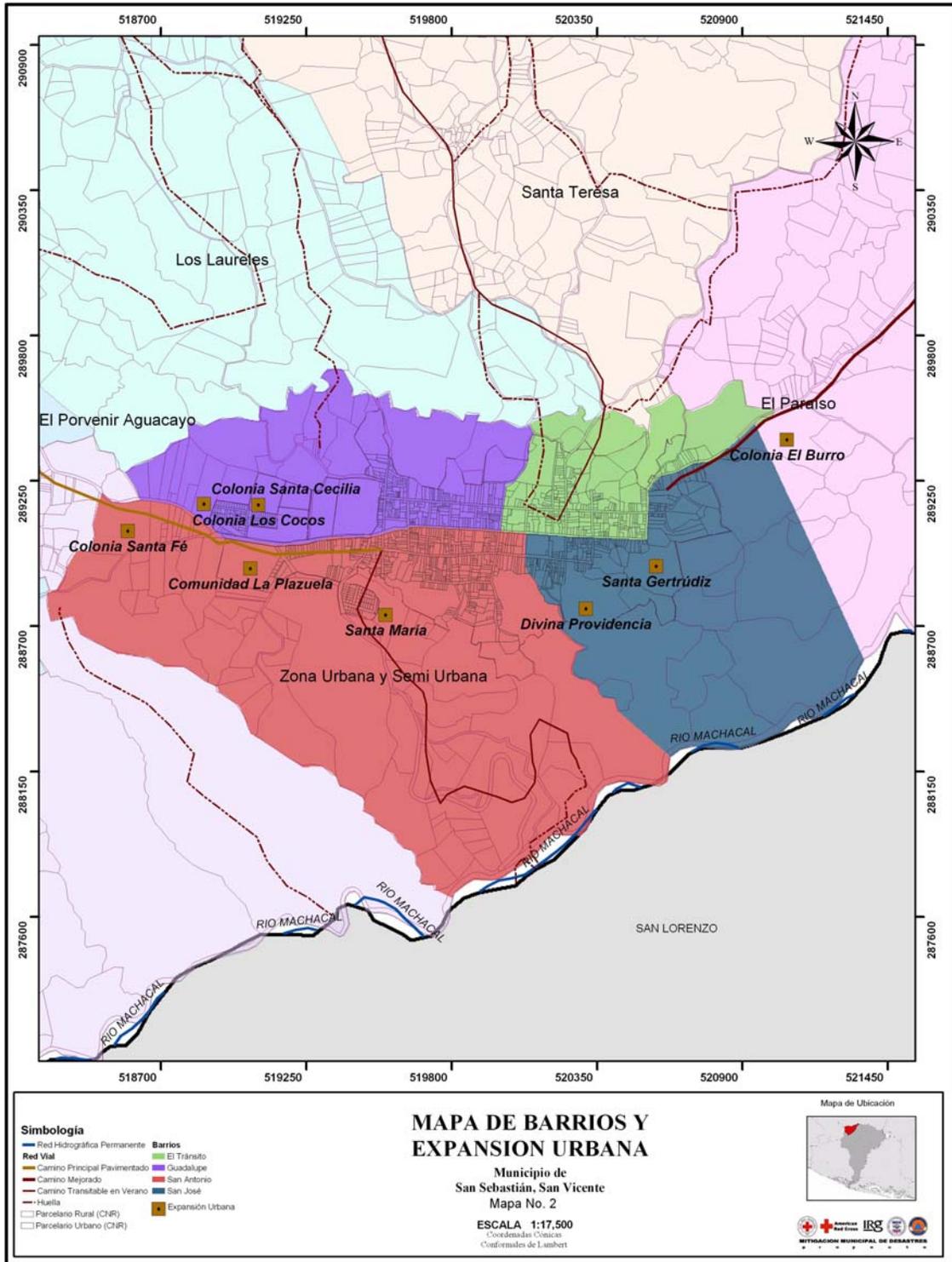
mapas

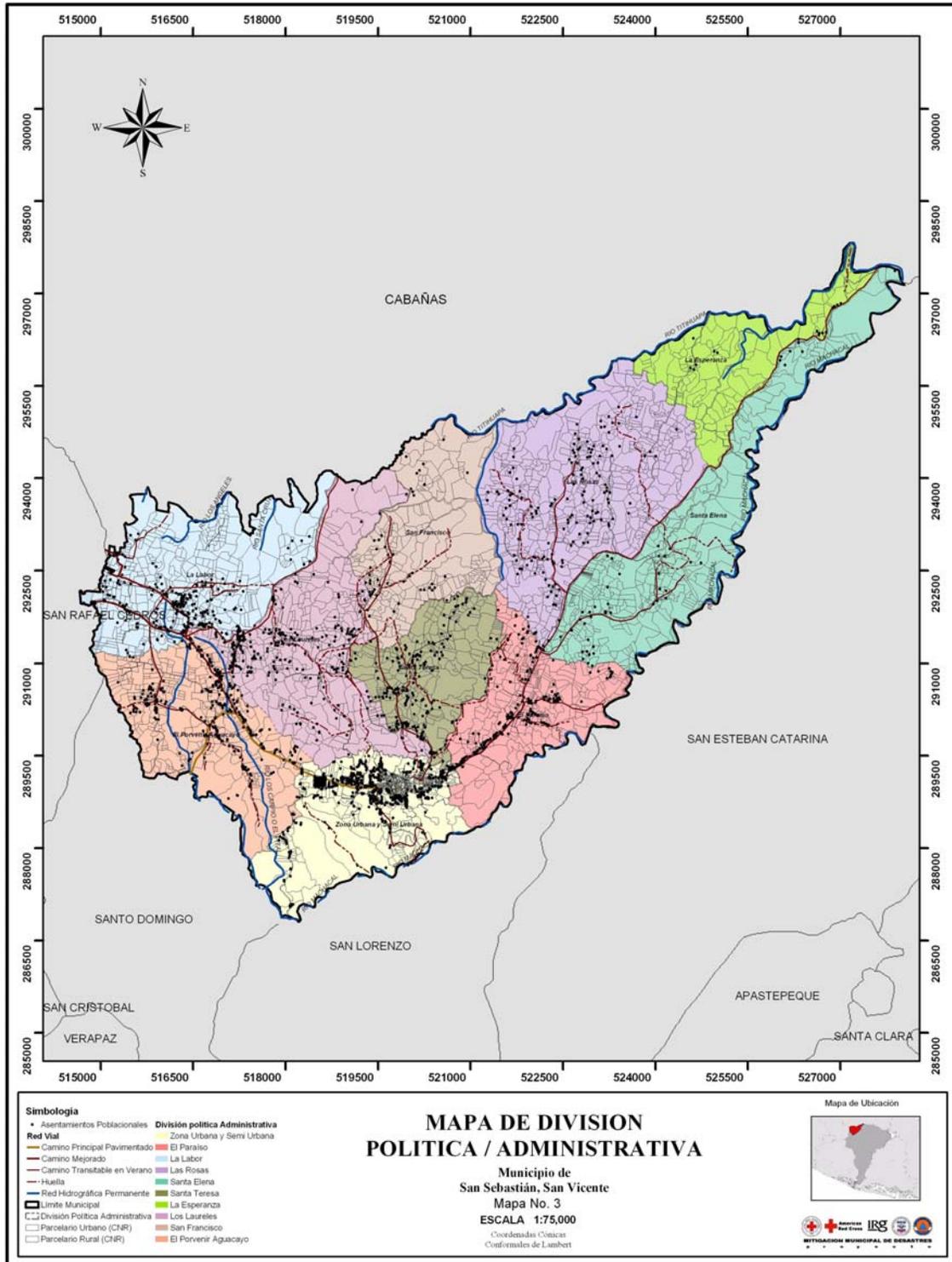
1. Mapa de Ubicación Departamental
2. Mapa de Barrios y Expansión Urbana
3. Mapa de División Política/Administrativa

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 San Sebastián, 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.

1.1. Amenazas⁴.

Estudio y Evaluación de la Amenaza Sísmica. Se realizó un estudio técnico denominado Evaluación de Amenazas Geológicas del Municipio de San Sebastián⁵, 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 GIS.

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

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

⁴ 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.

⁵ Estudio preparado por el Ing. Guillermo Santana Ph.D, consultor de IRG.

⊕ **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 4⁶. Las razones técnicas en las cuales se fundamenta el mapa mencionado se presentan en el Apéndice A⁶. 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 A⁶). 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 5⁶, 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 B⁶. El Mapa No. 1, muestra dos rangos de valor que representan la amenaza moderada y alta, según los colores amarillo y rojo.

⊕ **Susceptibilidad a deslizamientos**

Con base en la información geológica del Municipio de San Sebastián, 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.

⁶ Del estudio Técnico, anexo a este Plan

⊕ **Susceptibilidad a licuación**

La susceptibilidad a licuación también fue evaluada para el Municipio de San Sebastián. De acuerdo con la metodología empleada no se ha encontrado susceptibilidad a licuación del terreno.

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

Las amenazas por movimiento severo del terreno y susceptibilidad de deslizamientos, 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-1⁷. Las reglas de cuantificación para cada una de las amenazas tratadas así como las reglas de combinación se presentan en el Apéndice C⁸. 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. 3)**, 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. 4)**, 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.

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

⁸ 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 pueden presentarse este fenómeno.

Para la categorización de las amenazas se emplea la tabla de niveles propuesta por la metodología de OFDA⁹, obteniendo lo siguiente:

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

1.2 Vulnerabilidades.

El análisis de la vulnerabilidad¹⁰ física, se basa en el informe denominado Trabajo de Campo para el Municipio de San Sebastián¹¹ 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 implementó 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

⁹ 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)

¹⁰ 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 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

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

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 Desastres.

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

1.3 Mapas Técnicos de Riesgos.

Para la elaboración de los mapas técnicos de riesgo¹², 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 intensidad¹³ de acuerdo a la escala de Intensidades de Mercalli, la cual presenta doce grados. En el mapa No. 5, 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 predomina desde el grado IX^{1/2} hasta el X, lo cual indica que en los poblados concentrados en esos colores puede esperarse lo siguiente:

¹² 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.

¹³ 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 |
|--------------------------------|---|---|
| <p>IX IX^{1/2}</p> | <p>Cantón Santa Teresa Cantón El Porvenir Aguacayo Cantón La Labor Cantón Los Laureles</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> |
| <p>X</p> | <p>Una parte del territorio de La Labor Una parte del territorio de San Francisco</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 concentración de los poblados con los niveles indicativos de zonificación de la amenaza sísmica. En el Mapa No. 6, se presentan dos niveles de agrupación de amenazas, alto (color *mostaza*) y moderado (color *amarillo*). Para la mayor parte del territorio del municipio el nivel de multiamenaza es *alto*. Sin embargo, la mayoría de los caseríos están concentrados en el nivel *moderado*, por lo cual el nivel de vulnerabilidad física en relación a los materiales de construcción de adobe, bahareque y lamina, intensifican el nivel de riesgo.

Como producto de la actividad sísmica de enero y febrero del 2001, se presentaron deslizamientos en algunas zonas del territorio del municipio de San Sebastián por lo cual existen terrenos inestables o áreas 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. 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 infraestructuras habitacionales y vial construidas en terrenos inestables, como en Santa Teresa, La Labor y El Paraíso.

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 Mitigantes. Para su elaboración se considero el historial los 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 consideradas como de riesgo, ante la amenaza sísmica, con su efecto colateral de susceptibilidad a deslizamientos.

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

-  Intensidad de Mercalli IX½
-  Multiamenaza Alta
-  Susceptibilidad a Deslizamientos Moderado

| ZONAS | CARACTERIZACION DE LA VULNERABILIDAD | POSIBLES DAÑOS O EFECTOS | MEDIDAS MITIGANTES |
|---|--|--|--|
| <p><u>Cantón Santa Teresa</u></p> <p>Número de habitantes 1,049 y 227 familias</p> <p>Caseríos: El Puente y Calle al Macho Viejo</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Viviendas construidas con materiales de bahareque y adobe. • Viviendas construidas bajo laderas inestables. • La única vía de acceso se encuentra en mal estado por falta de mantenimiento y no cuenta con drenajes para aguas lluvias. • El Centro Escolar Santa Teresa se encuentra construido bajo ladera inestable. | <ul style="list-style-type: none"> • Daños aproximadamente a 25 viviendas. • Probables lesiones o muerte en personas. • Deslizamientos sobre la vía de acceso a los Caseríos: El Puente y Calle al Macho Viejo y la incomunicación de las comunidades. • Los derrumbes de rocas sobre el Centro Escolar, puede ocasionar daños a las instalaciones y lesiones a una población estudiantil de 170 alumna/os del Centro Escolar Cantón Santa Teresa. | <ul style="list-style-type: none"> • Construcción de viviendas con mampostería tipo A, (mano de obra, mezcla y diseños reforzados especialmente con el sentido lateral y unida con acero, concreto, etc., diseñadas para resistir fuerzas laterales. • Reubicación de viviendas que están en zona de riesgo. • Realizar pequeños terracedos en las laderas inestables. • Mejorar tramos de calles. • Construcción de canaletas para las aguas pluviales. • Construir muro de retención en zona de deslizamiento. |

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

-  Intensidad de Mercalli Grado IX y
-  Intensidad de Mercalli Grado IX ½
-  Multiamenaza Alta
-  Susceptibilidad a deslizamientos Baja

| ZONAS | CARACTERIZACION DE LA VULNERABILIDAD | POSIBLES DAÑOS O EFECTOS | MEDIDAS MITIGANTES |
|---|---|--|---|
| <p><u>Cantón</u> <u>El Porvenir</u> <u>Aguacayo</u></p> <p>212 viviendas</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Viviendas construidas con materiales de bahareque, adobe, plástico y lámina. • Viviendas construidas bajo laderas inestables. • Existen tramos de la calle estrechos por falta de mantenimiento y la falta de canaletas para las aguas lluvias. • Falta de cobertura de agua potable en el Caserío Los Domínguez | <ul style="list-style-type: none"> • Daños aproximadamente a más de 80 viviendas. • Daños a 84 viviendas construidas en laderas inestables y por la erosión del suelo en época de invierno. • Bloqueo de la calle y la incomunicación de la 40 % de la población. | <ul style="list-style-type: none"> • Construcción de nuevas viviendas con materiales del tipo A, con mano de obra calificada y supervisión técnica. • Construcción de muros de contención o barreras vivas. • Reubicación de viviendas que están en zona de riesgo. • Ampliación y mantenimiento de tramos de calles y la construcción de canaletas para las aguas lluvias. |

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

-  Intensidad de Mercalli Grado IX ½
-  Multiamenaza Alta
-  Susceptibilidad a deslizamientos Moderado

| ZONAS | CARACTERIZACION DE LA VULNERABILIDAD | POSIBLES DAÑOS O EFECTOS | MEDIDAS MITIGANTES |
|--|---|--|---|
| <p><u>Cantón</u> <u>La Labor</u></p> <p>Número de habitantes 2,000 y 350 viviendas</p> <p>Caseríos :</p> <p>Cerro Los Molina María Auxiliadora Los Cornejos # 1 El Centro La Chacra Los Lobos Los Cornejos # 2</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Viviendas construidas de adobe, plástico y lámina. • Viviendas dañadas por los terremotos y habitadas. • Viviendas ubicadas en lo alto del Cerro Los Molina. • Viviendas ubicadas en laderas inestables. | <ul style="list-style-type: none"> • Daños a 45 viviendas. • Probables lesiones y muerte de personas. • Daño a 10 viviendas que no han sido reparadas. • Daño a 10 viviendas sobre el Cerro Los Molina. • Daño a 5 viviendas por deslizamientos. • Aproximadamente 80 familias damnificadas. | <ul style="list-style-type: none"> • Construcción de nuevas viviendas con materiales del tipo A, con mano de obra calificada y una supervisión técnica. • Reubicación de familias que están en alto riesgo. • Hacer pequeños terracedos de terrenos de altas pendientes. |