



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**PREVENCIÓN DE RIESGOS EN ASENTAMIENTOS HUMANOS, UBICADOS
EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES**

Ronald Arturo Marín Quan

Asesorado por el Ing. Harold Estuardo Guerra Ralda

Guatemala, junio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PREVENCIÓN DE RIESGOS EN ASENTAMIENTOS HUMANOS, UBICADOS
EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

RONALD ARTURO MARÍN QUAN

ASESORADO POR EL ING. HAROLD ESTUARDO GUERRA RALDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

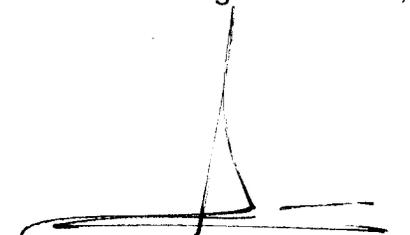
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel López Juárez
EXAMINADOR	Ing. Daniel Alfredo Cruz Pineda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PREVENCIÓN DE RIESGOS EN ASENTAMIENTOS HUMANOS, UBICADOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRE

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 24 de abril de 2014.



Ronald Arturo Marín Quan

Guatemala, 23 de junio de 2015.

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

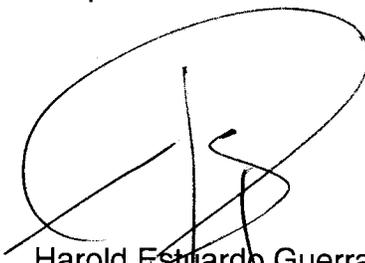
Estimado Ingeniero Montenegro:

Respetuosamente me dirijo a usted con el propósito de informarle que luego de haber revisado el trabajo de graduación titulado, **PREVENCIÓN DE RIESGOS EN ASENTAMIENTOS HUMANOS, UBICADOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES**, presentado por el estudiante universitario Ronald Arturo Marín Quan, carné 1986-12390, y después de haber realizado las correcciones pertinentes, considero que cumple con los objetivos que le dieron origen.

Por lo tanto, hago de su conocimiento que, en mi opinión, dicho trabajo llena los requisitos necesarios para ser sometido a discusión en su examen General Público y recomiendo su aprobación para tal efecto.

Sin otro particular, aprovecho para suscribirme de usted.

Atentamente,



Harold Estuardo Guerra Ralda
Ingeniero Civil
Colegiado No. 5021
Asesor de Tesis

HAROLDESTUARDO GUERRA RALDA
INGENIERO CIVIL
COLEGIADO 5,021



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
12 de febrero de 2015

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación PREVENCIÓN DE RIESGOS EN ASENTAMIENTOS HUMANOS, UBICADOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Ronald Arturo Marín Quan, quien contó con la asesoría del Ing. Harold Estuardo Guerra Ralda.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarria
Jefe Del Departamento de Planeamiento

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





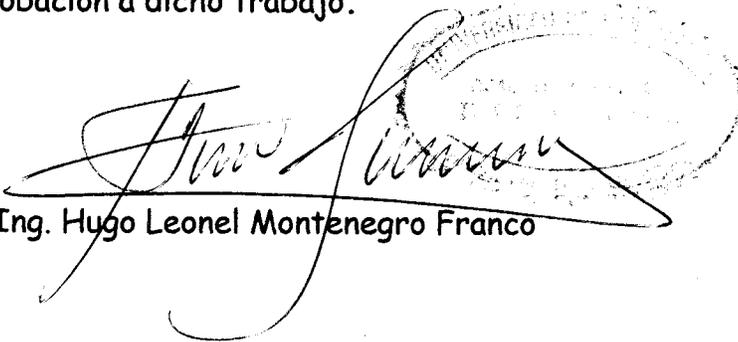
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Harold Estuardo Guerra Ralda y del Coordinador del Departamento de Planeamiento, Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarría, al trabajo de graduación del estudiante Ronald Arturo Marín Quan, titulado PREVENCIÓN DE RIESGOS EN ASENTAMIENTOS HUMANOS, UBICADOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, julio 2015

/bbdeb.

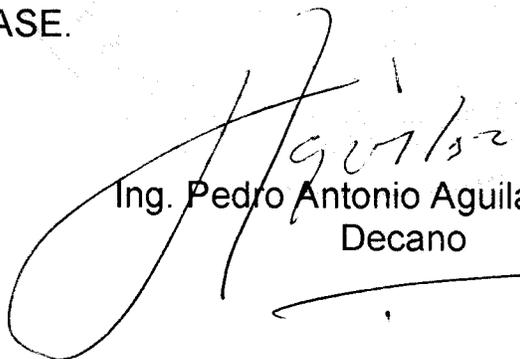
Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **PREVENCIÓN DE RIESGOS EN ASENTAMIENTOS HUMANOS, UBICADOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES**, presentado por el estudiante universitario: **Ronald Arturo Marín Quan**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Blanco
Decano

The official stamp is an oval shape containing the text "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" at the top, "DECANO" in the middle, and "FACULTAD DE INGENIERIA" at the bottom. A small star is located at the bottom center of the stamp.

Guatemala, julio de 2015

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser guía y respaldo espiritual en mi vida.
Mis padres	Gonzalo Arturo Marín Gravez (q. e. p. d.) y Amalia Graciela Quan, por inculcar los principios que rigen mi vida.
Mi esposa	Ruth Eugenia Salas de Marín, por ser apoyo incondicional.
Mis hijos	Ruth Eugenia, Ronald Rodrigo, Daniela Jimena y Fernanda Daniela Marín Salas, por ser la inspiración de mi vida.
Mi suegra	Evangelina Cardona Lemus (q. e. p. d.), por el apoyo brindado en los momentos compartidos.
Ing. Harold Estuardo Guerra	Por haber sido motivación para este logro, al ser asesor del presente trabajo de graduación.
Mis amigos	Ing. Luis Alberto Casprowitz e Ing. José David Ruiz, por apoyarme moralmente en el proceso de culminación de la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la fortaleza de espíritu y lograr la culminación de la carrera.
Facultad de Ingeniería	Por la formación brindada y contribuir de esa manera al desarrollo de nuestro país.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el recinto que me cobijó en mi formación profesional.
Personal de UDEVIPO	Por el apoyo brindado con la información necesaria para realizar el presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Antecedentes sociales	1
1.1.1. Asentamientos humanos en el mundo	1
1.1.2. Asentamientos humanos en Guatemala	3
1.2. Marco teórico conceptual.....	4
1.2.1. Definición de riesgo.....	4
1.2.2. Definición de vulnerabilidad	5
1.2.3. Definición de amenaza.....	5
1.2.4. Definición de desastre.....	6
1.2.5. Definición de antrópico.....	6
1.2.6. Definición de antropogénico.....	6
1.2.7. Tipos de amenaza.....	6
1.2.7.1. De origen natural.....	7
1.2.7.1.1. Atmosféricos	9
1.2.7.1.2. Volcánicos	12
1.2.7.1.3. Sísmicos	16
1.2.7.1.4. Hidrológicos	19
1.2.7.1.5. Incendios	24

	1.2.7.1.6.	Otros eventos	26
	1.2.7.2.	De origen antrópico.....	26
	1.2.7.2.1.	Tecnológicos contaminantes ...	26
	1.2.7.2.2.	Guerras	28
	1.2.7.2.3.	Violencia social	28
	1.2.7.3.	Socionaturales	29
	1.2.7.3.1.	Inundaciones	29
	1.2.7.3.2.	Deslizamientos	30
	1.2.7.3.3.	Hundimientos	31
	1.2.7.3.4.	Deforestación	34
1.2.8.		Vulnerabilidades	34
	1.2.8.1.	Física	36
	1.2.8.2.	Económica	36
	1.2.8.3.	Social	37
	1.2.8.4.	Política	37
	1.2.8.5.	Técnica	38
	1.2.8.6.	Ideológica.....	38
	1.2.8.7.	Cultural.....	38
	1.2.8.8.	Educativa	39
	1.2.8.9.	Ecológica	39
	1.2.8.10.	Institucional	40
2.		CICLO DE LOS DESASTRES	41
	2.1.	Manejo de los desastres.....	41
	2.1.1.	Primera fase (antes)	41
	2.1.1.1.	Prevención.....	42
	2.1.1.2.	Preparación.....	43
	2.1.1.2.1.	Obras de mitigación para la prevención de desastres.....	44

	2.1.1.2.2. Obras de mitigación para tratamiento de laderas.....	52
2.1.2.	Segunda fase (durante).....	55
	2.1.2.1. Respuesta inmediata.....	55
	2.1.2.2. Periodo de emergencia	56
2.1.3.	Tercera fase (después)	56
	2.1.3.1. Rehabilitación.....	57
	2.1.3.2. Reconstrucción.....	57
3.	PROCESO DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES.	59
3.1.	Evaluación y análisis de vulnerabilidades.....	59
	3.1.1. Método de consulta de campo	60
	3.1.2. Análisis e interpretación de los riesgos	61
	3.1.3. Mapa de riesgo	63
	3.1.4. Nivel de riesgo	63
	3.1.4.1. Alto riesgo	64
	3.1.4.2. Medio riesgo.....	65
	3.1.4.3. Bajo riesgo	65
	3.1.4.4. Cero riesgo.....	65
	3.1.5. Criterio de habitabilidad.....	65
	3.1.5.1. Habitable	66
	3.1.5.2. Habitable-estable	66
	3.1.5.3. No habitable	66
4.	COMPONENTES DEL RIESGO.....	67
4.1.	Componentes básicos del riesgo en asentamientos.....	67
	4.1.1. Amenazas en asentamiento.....	67

4.1.1.1.	Identificación y clasificación de tipos de fenómenos	72
4.1.1.2.	Amenazas por factores climáticos y meteorológicos.....	78
4.1.2.	Vulnerabilidades en asentamiento	79
4.1.2.1.	Física	79
4.1.2.2.	Técnica	82
4.1.2.3.	Social	84
4.1.2.4.	Cultural.....	87
4.1.2.5.	Ideológica.....	89
4.1.2.6.	Económica	90
5.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	93
5.1.	Análisis de resultados.....	93
5.1.1.	Evaluación	93
5.1.1.1.	Técnica	93
5.1.1.2.	Económica	118
	CONCLUSIONES.....	121
	RECOMENDACIONES.....	123
	BIBLIOGRAFÍA.....	125
	ANEXOS.....	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Relámpago o diferencia de potencial eléctrico.....	9
2.	Sistema de baja presión.....	10
3.	Erupción volcánica.....	15
4.	Falla por extensión.....	16
5.	Falla por compresión.....	17
6.	Falla longitudinal.....	17
7.	Licuación del suelo, pérdida de capacidad de soporte del suelo.....	19
8.	Inundación por lluvias torrenciales.....	20
9.	Efecto desertificación.....	21
10.	Efecto de sequía en el suelo.....	22
11.	Erosión.....	23
12.	Incendio en asentamiento humano.....	25
13.	Comunidad inundada.....	30
14.	Deslizamiento de suelo.....	31
15.	Hundimiento de tierra en la ciudad de Guatemala.....	33
16.	Zona de alta complejidad geológica, geotécnica e hidrológica.....	46
17.	Pantalla pasiva.....	52
18.	Muro de contención de mampostería mediante bloques de concreto en asentamiento.....	55
19.	Mapa de riesgo de deslizamiento en asentamiento Unidos por la Fe.....	69
20.	Área de riesgo alto.....	73
21.	Peligro existente por desprendimiento de material.....	74
22.	Zonificación sísmica para la República de Guatemala.....	76

23.	Plano de riesgo sísmico en asentamiento Unidos por la Fe	77
24.	Plano de terrenos expuestos a ventarrones en asentamiento Unidos por la Fe.....	78
25.	Identificación del asentamiento Unidos por la Fe, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala.....	80
26.	Género poblacional, asentamiento Unidos por la Fe	86
27.	Población por edades, asentamiento Unidos por la Fe.....	87
28.	Población étnica, asentamiento Unidos por la Fe	88
29.	Práctica religiosa, asentamiento Unidos por la Fe	90
30.	Situación económica en asentamiento.....	92
31.	Exposición de sitio por componente.....	101
32.	Exposición de sitio por variables	101
33.	Componentes de vulnerabilidad por fragilidad.....	105
34.	Componentes totales de vulnerabilidad por fragilidad.....	106
35.	Componentes de vulnerabilidad por falta de resiliencia.....	109
36.	Componentes totales de vulnerabilidad por falta de resiliencia.....	110
37.	Población económicamente activa	118
38.	Ingreso familiar.....	119

TABLAS

I.	Clasificación de amenazas.....	7
II.	Fenómenos naturales potencialmente peligrosos.....	9
III.	Boleta de identificación y evaluación de riesgo en proyectos de inversión pública.....	62
IV.	Materiales de construcción.....	83
V.	Servicios básicos.....	84
VI.	Población por género.....	85
VII.	Población por edades.....	86

VIII.	Pertenencia étnica.....	87
IX.	Práctica religiosa.....	89
X.	Población económicamente activa.....	91
XI.	Ingreso familiar.....	91
XII.	Boleta de antecedentes y pronósticos de amenazas.....	94
XIII.	Boleta de nivel de frecuencia e intensidad de amenazas de la zona que afecta a la población.....	96
XIV.	Ponderación de factor de intensidad.....	98
XV.	Ponderación de factor de frecuencia.....	98
XVI.	Estructura de análisis por exposición.....	99
XVII.	Escala de ponderación del nivel de exposición del sitio.....	100
XVIII.	Estimación de pesos relativos de los componentes de la vulnerabilidad por exposición.....	102
XIX.	Estructura de análisis de vulnerabilidad por fragilidad.....	103
XX.	Niveles de fragilidad.....	104
XXI.	Estimación de pesos relativos de los componentes de la vulnerabilidad por fragilidad.....	107
XXII.	Análisis de vulnerabilidad por falta de resiliencia.....	108
XXIII.	Estimación de pesos relativos de los componentes de vulnerabilidad por falta de resiliencia.....	111
XXIV.	Estimación de pesos relativos de los factores de vulnerabilidad.....	112
XXV.	Índice de vulnerabilidad total de la población.....	113
XXVI.	Niveles de vulnerabilidad.....	113
XXVII.	Reporte de análisis de gestión de riesgo.....	114

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amenaza
°C	Grados centígrados o Celsius
Hab/km²	Habitante por kilómetro cuadrado
Km	Kilómetro
Km/h	Kilómetro por hora
M/s	Metro por segundo
%	Porcentaje
R	Riesgo
SIDA	Síndrome de inmunodeficiencia adquirida
Ton/m²	Tonelada por metro cuadrado

GLOSARIO

Abalancha	Masa grande de una materia que se desprende por una vertiente, precipitándose por ella.
Antrópico	Amenaza creada por la mano humana. Ejemplo: la desertificación producida por la tala desmedida de árboles.
CAT	Categoría
Conflagración	Perturbación repentina y violenta de pueblos o naciones.
Convexo	Dicho de una curva o de una superficie: Que se asemeja al exterior de una circunferencia o de una esfera.
Denudativo	Quitar a algo lo que lo acompaña, cubre o completa.
Detrito	Es el llamado material suelto o sedimento de rocas. Son los productos de la erosión, el transporte, la meteorización —química y física— de los procesos diagenéticos (procesos geológicos externos).
Fragilidad	Quebradizo, y que con facilidad se hace pedazos.

Geología	Ciencia que trata de la forma exterior e interior del globo terrestre, de la naturaleza de las materias que lo componen y de su formación, de los cambios o alteraciones que estas han experimentado desde su origen, y de la colocación que tienen en su actual estado.
Geomorfología	Es una rama de la Geografía Física que tiene como objeto el estudio de las formas de la superficie terrestre enfocado a describir, entender su génesis y entender su actual comportamiento.
Geotécnica	Aplicación de principios de ingeniería a la ejecución de obras públicas en función de las características de los materiales de la corteza terrestre.
Habitabilidad	Cualidad de habitable, y en particular la que, con arreglo a determinadas normas legales, tiene un local o una vivienda.
Hidrología	Parte de las ciencias naturales que trata de las aguas.
Litología	Es la parte de la geología que estudia a las rocas, especialmente su tamaño de grano, tamaño de las partículas y sus características físicas y químicas.

Mercalli	Escala que señala la intensidad del sismo. Generalmente este dato se maneja por grado de intensidad de sismo.
Mitigación	Disminuir efectos.
OEA	Organización de Estados Americanos.
Piroclástico	Fragmentos de roca expulsadas con violencia en una explosión.
Sida	Síndrome de inmunodeficiencia adquirida.
Suprayacente	Tendido sobre una superficie.
Traslacional	Efecto de trasladar.
VIH	Virus de inmunodeficiencia humana.
Volcanodetrítico	Material que se compone de detritos.
Volcanogénico	Que se genera dentro del volcán.
Vulnerabilidad	Que puede ser herido o recibir lesión, física o moralmente.
ZMG	Zona Metropolitana de Guatemala.

RESUMEN

Al hablar de desastres se hace referencia a las enormes pérdidas humanas y materiales que ocasionan algunos eventos o fenómenos en los asentamientos humanos como: erupciones volcánicas, inundaciones, deslizamientos de tierra. Por otro lado, algunas causas que contribuyen a agravar el problema en los antes mencionados asentamientos humanos como: deforestación, contaminación ambiental y otros, son producidos por la mano del hombre.

Para entender los desastres y prevenir los riesgos, si llegan a producirse, habrá que diferenciar dos términos: “fenómenos naturales” y “desastre natural”. Los desastres no son naturales, sino algunos de los fenómenos que los producen. Algunos tienen su origen en fenómenos naturales, pero, además, pueden ser causados por ciertas actividades humanas que alteran la normalidad del medio ambiente. Los efectos de ciertos fenómenos naturales no son necesariamente desastrosos. Lo son únicamente cuando los cambios producidos afectan una fuente de vida con la cual los hombres y mujeres contaban, y no se tomaron las medidas de prevención correctas.

En las áreas de los asentamientos humanos, los agudos problemas de tenencia del suelo, de acceso a la vivienda y servicios básicos, generalmente, constituyen zonas de alta vulnerabilidad ante el efecto de los desastres producidos por eventos de origen natural o antrópico, que es la temática tratada en los capítulos uno y dos.

De acuerdo con lo anterior se ha palpado la necesidad de realizar un estudio de las vulnerabilidades de que los llamados “asentamientos humanos” son objeto, pues sin este tipo de conocimiento ni conciencia de la problemática existente es imposible entender y mucho menos tomar medidas para que en alguna forma y momento, estos problemas se mitiguen de acuerdo con su situación actual. Dado a que el concepto de vulnerabilidad es temático, se desarrollan los criterios para determinarlas y, la metodología, para evaluar y analizar cada una de ellas dentro de un marco específico.

Con base en este estudio se hizo indispensable la participación de la población afectada, para reflejar los resultados obtenidos en la investigación. Para que con base en ello se logre diagnosticar las categorías de riesgo y poder sugerir la aplicación de soluciones técnicas para mitigarlos. Tal y como se contempla en el capítulo tres.

Ya que el problema que aqueja a la población dentro de los asentamientos es integral, se debe de dilucidar el tipo de amenaza a que están propensos de acuerdo a sus vulnerabilidades y que esta información sirva para construir el panorama de riesgo formado por las condiciones de amenaza y vulnerabilidad dadas, para determinar qué medidas de prevención adoptar como parte del resultado de la investigación, como se contempla en el capítulo cuatro.

En el capítulo cinco, se analiza de qué forma los asentamientos son afectados debido a los fenómenos estudiados, generando así pérdidas de vidas humanas y de bienes materiales, y las medidas de prevención para minimizar, de alguna manera los efectos de riesgo.

OBJETIVOS

General

Metodología para minimizar el riesgo de desastres naturales en asentamientos humanos, dentro del área metropolitana guatemalteca.

Específicos

1. Tener conocimiento de las situaciones que originan los fenómenos que amenazan a la población en los asentamientos.
2. Tener el conocimiento de cómo manejar logísticamente para cualquier tipo de evento que pueda provocar un desastre en los asentamientos.
3. Definir los riesgos a que están expuestos los pobladores en los asentamientos.
4. Lograr un mayor grado de seguridad de los habitantes de las áreas precarias, referidas en este trabajo de graduación, con la implementación de las medidas de mitigación recomendadas.

INTRODUCCIÓN

Los crecientes niveles de pobreza y desigualdad, déficit de vivienda y servicios básicos inadecuados generan alta vulnerabilidad en los asentamientos humanos en barrancos y laderas. Solamente en el municipio de Guatemala la Municipalidad estima que existen 250 asentamientos en condiciones precarias con una población de 650 mil personas.

No hay estadísticas confiable sobre el número y población de asentamientos en municipios como Chinautla, San Miguel Petapa, Villa Nueva y Villa Canales; aunque, usando como base la información a semidetalle del censo del año 2002, se calcula una población de alrededor de un millón de personas estarían viviendo en zonas de alta susceptibilidad a deslizamientos. Este número seguramente se incrementaría al presentarse un escenario de terremoto de magnitud similar al ocurrido en 1976.

La vulnerabilidad física o estructural en asentamientos precarios en la ciudad de Guatemala está principalmente condicionada por la ubicación de viviendas en zonas inapropiadas a la orilla de los barrancos, laderas de alta pendiente y con suelos poco resistentes. Adicionalmente, la mala calidad de los materiales de construcción así como las propias técnicas constructivas incrementa el riesgo (figura 1). No existe un ordenamiento territorial ni una planificación para el desarrollo en el ZMG. Es más bien un espacio que se rige por administraciones municipales separadas y que no cuenta con un marco administrativo metropolitano. Hasta ahora, la problemática de los asentamientos pobres y vulnerables no figura en planes o políticas importantes.

La ZMG es el resultado más bien de dinámicas socioeconómicas y espaciales fragmentadas y de difícil integración.

Por las razones descritas anteriormente, en el presente trabajo de graduación se incluyen los antecedentes de los asentamientos humanos, los desastres de origen natural y antrópico, el ciclo de desastres, el proceso de evaluación y análisis de vulnerabilidades, los componentes del riesgo y los resultados de la evaluación técnica y económica realizada.

1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes sociales

Los primeros asentamientos precarios de la ciudad de Guatemala se crearon como consecuencia de los terremotos de 1917 y 1918, ya que la crisis financiera causada por la baja en los precios de los productos agrícolas de exportación y la inestabilidad política dificultó la reconstrucción de la ciudad. Surgieron los primeros asentamientos como El Gallito, Abril y la Recolección.

La Revolución de 1944 marcó el inicio del crecimiento acelerado de la ciudad capital, al derogar la Ley contra la Vagancia, promulgada en 1934 por el gobierno de Ubico y que impedía la migración a la ciudad.

Se intensifica la migración en la búsqueda de fuentes de empleo, lo cual contribuye al establecimiento de asentamientos marginales formados por población de otros departamentos y de los municipios de Guatemala. Destaca la formación de los asentamientos La Ruedita, La Trinidad, El Esfuerzo, El Incienso, El Tuerto, El Administrador, La Limonada y La Esperanza.

1.1.1. Asentamientos humanos en el mundo

En el 2008 se estimó que la población mundial estaba repartida en partes iguales entre zonas urbanas y rurales, lo que marcaba la transición de un mundo dominado por el ambiente rural a otro con mayor preponderancia urbana.

Se estima que, para el 2030, el número de habitantes de las zonas urbanas habrá aumentado en 1 800 millones respecto del 2005, constituyendo un 60 % de la población mundial. Casi la totalidad (95 %) de este incremento de población urbana se espera que se dé en países en desarrollo, especialmente en África y Asia, donde las predicciones apuntan a que la población de las ciudades se duplicará en el período 2000-2030. Esta situación plantea unos desafíos sin precedentes, entre los que el abastecimiento de agua y saneamiento es uno de los aspectos más acuciantes.

La mayor parte del crecimiento de la población se registrará en países en desarrollo, y principalmente en regiones que ya se encuentran en situaciones de estrés hídrico, caracterizadas por un acceso limitado, tanto al agua potable segura, como a unas instalaciones de saneamiento adecuadas. Los que más sufren esta situación son los más pobres, que a menudo viven en asentamientos y quedan al margen de los planes de desarrollo de abastecimiento urbano, debido a fallos y carencias en el gobierno a distintos niveles.

Además de las implicaciones sociológicas y sanitarias, la ocupación territorial en zonas de pobreza y pobreza extrema causa impactos medioambientales, aumenta la velocidad del flujo del agua de lluvia, ocasionando graves erosiones superficiales, lleva materiales contaminantes a los sistemas hídricos receptores, degrada la calidad de los recursos hídricos y causa problemas de contaminación local.

El cambio climático, es un asunto de seguridad colectiva en un mundo frágil y cada vez más interdependiente. En el 2007, en un debate del Consejo de Seguridad de Naciones Unidas sobre el impacto del cambio climático en la paz y en la seguridad, el secretario general, Ban Ki-moon, señaló que el cambio

climático tiene repercusiones para la paz y la seguridad, así como graves implicaciones medioambientales y socioeconómicas, especialmente “en regiones vulnerables que se enfrentan simultáneamente a varias presiones (conflictos anteriores, pobreza y acceso desigual a los recursos, instituciones débiles, falta de seguridad alimentaria e incidencia de enfermedades como el VIH/SIDA)”.

En ese sentido, esbozó escenarios alarmantes que aumentan el riesgo de conflicto la escasez de alimentos y agua, que transforma la competencia pacífica en violencia; y las inundaciones y sequías, que desencadenan ingentes migraciones humanas, polarizan a las sociedades y debilitan la capacidad de los países para resolver conflictos pacíficamente.

1.1.2. Asentamientos humanos en Guatemala

El XI censo de población y VI de habitación de 2002 permitió establecer que en la región metropolitana residía el 22,6 % de la población total del país; lo que equivale a 2,5 millones de habitantes.

En el municipio de Guatemala se estableció que la población asciende a 942 348 personas. La inmigración hacia la ciudad capital ha ido creciendo continuamente. Esto se verifica con las diferencias de densidad poblacional, que en 1981 era de 4 099 hab/km², en el 2000 llegaba a 5 518 hab/km² y en 2020 se estima que alcanzará 5 870 hab/km².

Debido a que no se ha apoyado el desarrollo de proyectos habitacionales para atender a los sectores de más bajos ingresos, continúa la invasión de terrenos baldíos, áreas verdes y zonas de reserva.

Se estima que en la actualidad hay alrededor de 200 asentamientos precarios en donde viven más de 230 mil personas que forman parte de 400 asentamientos ubicados en el área metropolitana.

En el caso de Guatemala, la acelerada tendencia de crecimiento de la capital, que es la más grande de Centroamérica, la ha convertido en una región altamente vulnerable a las amenazas, tanto siconaturales como antrópicas. Es una zona de alto riesgo sísmico y volcánico, aunado a los problemas de contaminación, deterioro ambiental y que trae como consecuencia problemas de erosión, deslizamientos e inundaciones.

1.2 Marco teórico conceptual

A continuación se definirán los términos utilizados en la temática de desastre para describir las situaciones correspondientes, que se tratarán en el ámbito de los asentamientos, con la propiedad debida.

1.2.1. Definición de riesgo

Se refiere a la contingencia o probabilidad de un daño. Es decir, la posibilidad de que suceda un terremoto es vista directamente como riesgo, como si ello no dependiera de quien recibe los daños. A manera de ilustración puede pensarse en la ocurrencia de un fuerte terremoto en un desierto deshabitado: a menos de que haya algún cambio grave en el medio ambiente el riesgo de desastre resulta despreciable.

Regularmente cuando se habla de riesgo en el contexto de desastres se relaciona con la fórmula:

$$R = A \times V$$

Donde el riesgo (R) asocia el factor externo o amenaza (A) que se cierne sobre un sujeto, con el factor interno de fragilidad o vulnerabilidad (V) que presenta el mismo sujeto. No es lo mismo el impacto que tiene un sismo de grado 5 sobre una ciudad cuyas casas son de adobe que sobre otra, cuyas construcciones respetan criterios antisísmicos. En este caso, la amenaza externa es la misma pero la vulnerabilidad interna varía, lo que hace diferente el riesgo.

1.2.2. Definición de vulnerabilidad

La vulnerabilidad, se entiende, sobre todo desde las ciencias aplicadas (ingeniería, salud, entre otros) como un vector de pocos componentes, generalmente referidos a los aspectos infraestructurales. Lo cierto es que la vulnerabilidad general es un factor que contiene muchos elementos, no solo referidos a los aspectos sociales o institucionales, sino a las posibilidades de reacción del sujeto afectado.

1.2.3. Definición de amenaza

En muchos casos, la amenaza se entiende como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno que puede provocar un desastre. Sin embargo, es mejor descomponerla en dos elementos: uno, la probabilidad de ocurrencia y dos, gravedad del fenómeno (o el grado, si existe gradación convenida).

Por ejemplo, la probabilidad mediana de que suceda un temblor de grado 7 es una amenaza mayor que una alta probabilidad de que suceda un temblor de grado 1,5.

1.2.4. Definición de desastre

Es el daño originado por el fenómeno natural (amenaza), de acuerdo con las condiciones físicas y sociales en que se encuentre el ámbito en el que se da el fenómeno (vulnerabilidad). Por lo que un desastre se dice que es mayor o menor, de acuerdo con el grado de vulnerabilidad (dependiendo del número de estas) en que se encuentre la población afectada.

1.2.5. Definición de antrópico

Es el calificativo de la especie humana. Se utiliza sobre todo en contextos científicos (Biología, ciencias de la Tierra, Física y Cosmología).

1.2.6. Definición de antropogénico

Se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana.

Normalmente se usa para describir contaminaciones ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades económicas, tales como la producción de dióxido de carbono por consumo de combustibles fósiles.

1.2.7. Tipos de amenazas

La primera distinción se hace entre los fenómenos que tienen un origen más claramente natural y aquellos otros hechos cuya responsabilidad le corresponde a la mano del hombre.

Actualmente, es más frecuente hablar de orígenes combinados, es decir, fenómenos naturales que están sobre determinados por actividades humanas.

En el diagrama siguiente se muestra en los extremos los orígenes más naturales por un lado, y los antrópicos (producidos por la mano del hombre) por el otro, formándose en el centro un solapamiento de estas dos clases de orígenes, que constituirían las amenazas socionaturales.

Tabla I. **Clasificación de amenazas**

TIPOS DE AMENAZAS		
Origen natural	Origen mixto (socio natural)	Origen antrópico
Atmosféricos	Inundaciones	Tecnológicos
Volcánicos	Deslizamientos	contaminantes
Sísmicos	Hundimientos	Guerras
Hidrológicos	Incendios rurales	Violencia social
Incendios	Deforestación	
Otros eventos		

Fuente: GOMÁRIZ MORAGA, Enrique. *Género y desastres*. p. 22.

1.2.7.1. De origen natural

Este tipo de amenaza se refiere específicamente a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos, que forman parte de la historia y de la coyuntura de la dinámica geológica, geomorfológica, climática y oceánica del planeta, y que por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y actividades.

Las amenazas naturales se distinguen a partir de sus orígenes principales, en:

- Geológicas (que integra sísmicas, volcánicas y otras)
- Hidrometeorológicas o climáticas (que integra atmosféricas e hidrológicas)

En la tabla pueden verse de una forma más amplia las formas de los distintos fenómenos.

Las amenazas se materializan frecuentemente como eventos inconexos, también pueden superponerse como en el caso de los huracanes y maremotos (tsunamis) pueden producir inundaciones, o los terremotos causar derrumbes.

Aunque el humano puede hacer muy poco para alterar la incidencia o intensidad de la mayoría de los fenómenos naturales, desempeña un papel importante al asegurarse de que los eventos naturales no se conviertan en desastres causados por sus propias acciones.

También es importante saber que la intervención humana puede aumentar la frecuencia y severidad de los eventos naturales; como cuando se remueven las tierras en la base de un derrumbe para dar lugar a un asentamiento, estas pueden moverse nuevamente y enterrarlo. La intervención humana también puede originar amenazas naturales donde no existían antes.

Tabla II. **Fenómenos naturales potencialmente peligrosos**

ATMOSFÉRICO	VOLCÁNICOS	SÍSMICOS	HIDROLÓGICOS	INCENDIOS	OTROS RIESGOS GEOLOGICOS E HIDROLÓGICOS
Granizo	Tefra	Fallas	Desertificación	Matorrales	Avalanchas de ripio
Incendios	Cenizas, lapilli	Temblores	Sequía	Bosques	Suelos expansivos
Tormentas tropicales	Gases	Dispersiones laterales	Erosión	Pastizales	Deslizamientos
	Flujos de lava	Licuefacción	Sedimentación	Sabanas	Desprendimientos de rocas
	Corrientes de fango		Desbordamientos de ríos		Deslizamientos submarinos
	Proyectiles y Explosiones laterales		Olas ciclónicas		Hundimientos de tierra
	Flujos piroplásticos				

Fuente: GOMÁRIZ MORAGA, Enrique. *Género y desastres*. p. 2.

1.2.7.1.1. **Atmosféricos**

Los fenómenos atmosféricos son todas aquellas actividades que ocurren en la atmósfera de manera natural, tengan o no relación con el clima. Se producen por la interacción de los diferentes elementos climáticos entre sí o con otros elementos atmosféricos (polvo en suspensión, luz del sol).

Figura 1. **Relámpago o diferencia de potencial eléctrico**



Fuente: National Hurricane Center. www.nhc.noaa.gov. Consulta: 23 de marzo de 2014.

- Depresión tropical: es un ciclón que no presenta frentes; se desarrolla sobre aguas tropicales y tiene una circulación en superficie, organizada y definida en el sentido contrario a las manecillas del reloj. Un ciclón se clasifica, según la intensidad de sus vientos, en: perturbación tropical, vientos en superficie ligeros; depresión tropical, vientos máximos en superficie de 61 km/hr; tormenta tropical, vientos máximos dentro del rango de 62 a 87 km/hr; huracán, vientos máximos en superficie mayores a 116 km/hr. Los huracanes a su vez se dividen en 5 categorías según la velocidad de sus vientos, como se observa en la tabla.
- Baja presión: es importante conocer distintos detalles que forman parte de la meteorología, sin lugar a dudas, uno de lo más importante es conocer la función de distintos factores que interactúan en la atmósfera. Los fenómenos atmosféricos surgen cuando las masas de aire que circulan el planeta se desplazan por el globo por la acción de los vientos.

Figura 2. **Sistema de baja presión**



Fuente: National Hurricane Center. www.nhc.noaa.gov. Consulta: 23 de marzo de 2014.

Por ejemplo, cuando una masa de aire llega a una región puede que desplace la masa de aire existente. Entre los fenómenos asociados a este tipo de cambios de masa se puede mencionar uno de los responsables del tiempo

inestable, los sistemas de baja presión. Estos sistemas están asociados con tiempo inestable, se forman a partir del encuentro de dos masas de aire con distinta temperatura, una masa de frío con una masa de aire cálido, la interacción de estos dos patrones hacen posible un sistema muy activo.

Cuando gradualmente el aire caliente se eleva en cuña sobre una masa de aire frío, así se crea una zona de bajas presiones a la que se desplaza el aire frío. De esa manera el aire ascendente crea áreas de nubes importantes, acompañadas de precipitaciones y así los frentes del sistema comienzan a rotar. El frente frío, que naturalmente avanza más rápido, empieza a acercarse al frente cálido. La presión desciende bajo el aire ascendente, por lo cual se intensifican notablemente las precipitaciones en dicha región.

Cuando el frente frío alcanza al frente cálido, se forma una oclusión de frente, que sucede cuando las dos masas interactúan; se lo conoce como frente ocluido, este trae tiempo inestable y ventoso. El frente ocluido, cuando se encuentra plenamente formado, corta el suministro de aire cálido y los vientos, al igual que las precipitaciones tienden a calmarse, aunque si estas dos masas de aire vuelven a formarse, el proceso puede iniciarse de nuevo.

Una tormenta tropical es un fenómeno meteorológico que parte de la evolución de un ciclón tropical, en tanto, una tormenta de este tipo ocurre cuando la velocidad promedio del viento, durante el transcurso de un minuto, alcanza cifras dentro del rango de los 63 a los 118 km/h. De acuerdo con la fuerza y a la localización que presente la tormenta tropical se la podrá llamar ciclón tropical, tifón, huracán, depresión tropical o ciclón. La denominación de tropical, básicamente, se debe al origen geográfico de este tipo de sistemas, que se originan casi con exclusividad en las regiones tropicales.

Entre los fenómenos que las tormentas tropicales ocasionan se cuentan los siguientes: viento cuya intensidad no es típica de acuerdo con el clima de la ciudad de Guatemala y lluvias torrenciales. A manera de conceptualizar, las tormentas tropicales se desarrollan sobre extensas superficies de agua cálida y perderán parte de sus fuerzas una vez que penetran en la tierra, aquí se encuentra la razón por la cual, generalmente, las zonas costeras resultan dañadas de manera significativa cuando tiene lugar una tormenta de este tipo, mientras que las regiones interiores se encuentran relativamente a salvo de recibir fuertes vientos. Es decir, que en el área de los asentamientos, únicamente llega la secuela de la tormenta originada en la costa.

Si bien es un hecho comprobado que las mismas provocan efectos catastróficos en las poblaciones en las cuales suceden, también es otro hecho que las tormentas tropicales pueden reducir significativamente los efectos de una sequía y transportar el calor del trópico a zonas más templadas, convirtiéndose de esta manera en un importante mecanismo de circulación atmosférica global, equilibrando y estabilizando la temperatura terrestre. Entre las regiones donde principalmente se desarrollan se cuentan las siguientes: el océano Atlántico, las zonas oriental, sur y occidental del océano Pacífico y el sudoeste, norte y sureste del océano Índico. En el mundo, por año, se generan aproximadamente 80 tormentas tropicales.

1.2.7.1.2. Volcánicos

El proceso de salida del magma al exterior se denomina erupción volcánica. Durante una erupción pueden tener lugar procesos muy distintos, dependiendo de las características del magma y las del propio proceso de salida a la superficie.

Deben tomarse en cuenta los siguientes elementos:

- Tefra: es cualquier fragmento sólido de material volcánico expulsado a través de la columna eruptiva arrojado, al aire durante una erupción volcánica. Se trata de magma que se fragmenta, se expulsa y distribuye por el viento en forma de material suelto (a estos fragmentos, sueltos o compactados, de los que se compone se les denomina, propiamente piroclastos, que, cuando su tamaño es mínimo, se convierten en ceniza). En erupciones violentas, la tefra puede ser llevada a las altas capas de la atmósfera siendo transportadas por el viento y depositándose a miles de kilómetros.
- Flujos de lava: si el magma es emitido a la superficie como un líquido, la erupción se denomina efusiva y su principal peligro volcánico asociado son las coladas de lava. El camino que seguirá una colada de lava y su velocidad depende fundamentalmente de la topografía, de las propiedades físicas de la lava (especialmente de la viscosidad), del ritmo de emisión y de su temperatura; y que mientras se enfría va perdiendo velocidad. Si el magma es muy viscoso y es emitido lentamente, no es capaz de formar coladas de lava y se acumula alrededor del centro de emisión formando un domo.
- Caída de cenizas: durante una erupción explosiva se emiten a la atmósfera una mezcla de gases y piroclastos de muy diversos tamaños. Los fragmentos más grandes siguen trayectorias balísticas desde el centro de emisión, denominándose bombas volcánicas. Generalmente su alcance se limita a unos pocos kilómetros del centro de emisión. El resto de las partículas es arrastrado hacia arriba por los gases volcánicos, generando una pluma volcánica. Si esta columna posee suficiente capacidad

ascensional, se genera una columna convectiva, que puede alcanzar alturas de varias decenas de kilómetros. La caída de cenizas puede cubrir áreas enormes, de miles de kilómetros cuadrados, generando depósitos de espesores desde centímetros hasta metros, dependiendo de la distancia al centro de emisión.

- **Flujos piroclásticos:** si la pluma generada por una erupción explosiva no tiene la energía suficiente o la densidad adecuada (menor que la de la atmósfera circundante) para poder desarrollarse o mantenerse como una columna convectiva se produce un colapso. El resultado de este colapso son flujos densos de una mezcla de gases y partículas sólidas a muy alta temperatura (hasta unos 700 °C) que se desplazan a grandes velocidades (hasta unos 550 km/h) denominados coladas piroclásticas. Cuando estos flujos son más diluidos (por ejemplo los originados por un derrumbe de domo) presentan un movimiento más turbulento y se denominan oleadas piroclásticas. El conjunto de flujos que incluye coladas y oleadas piroclásticas junto con casos intermedios se denomina flujo piroclástico.
- **Emanaciones gaseosas:** además de ser emitidos de forma violenta durante una erupción, los gases pueden escaparse por pequeñas fracturas o fisuras del edificio volcánico y alrededores de forma más o menos continuo, dando lugar a lo que se denomina fumarolas. Algunos gases como el dióxido de carbono pueden escapar por difusión a través del suelo en extensas áreas alrededor del edificio y generar una nube que se mueve a la altura de unos pocos centímetros del suelo, de acuerdo con la topografía, hasta que se diluyen en la atmósfera.
- **Lahares:** o flujos de lodos: son avalanchas de material volcánico no consolidado, especialmente cenizas, movilizadas por agua. Canalizándose

por los barrancos e incorporando rocas, troncos, entre otros, lo que aumenta su poder destructivo. El agua necesaria para producir esta movilización puede provenir de intensas lluvias, de la fusión de glaciares o nieve de la cima del volcán debida a una erupción o desbordamiento de lagos cratéricos. Los lahares pueden producirse sin erupción.

- Deslizamientos de ladera: muchos edificios volcánicos están formados por la acumulación de los materiales de sucesivas erupciones sin cohesión entre ellos. La superposición de materiales duros y blandos da lugar a una estructura que, en algunos casos, puede resultar inestable y producir el colapso de una parte del edificio. Las capas de materiales blandos y el agua pueden facilitar el movimiento del conjunto. Asimismo, la intrusión de un gran volumen de magma en el edificio volcánico puede desestabilizarlo y producir el deslizamiento de una de sus laderas. El deslizamiento de una ladera volcánica puede disparar una erupción u ocurrir como consecuencia de ella.

Figura 3. **Erupción volcánica**



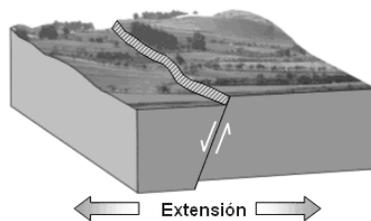
Fuente: National Hurricane Center.www.nhc.noaa.gov. Consulta: 23 de marzo de 2014.

1.2.7.1.3. Sísmicos

Un movimiento sísmico es un movimiento vibratorio producido por la pérdida de estabilidad de masas de corteza. Cuando el movimiento llega a la superficie y se propaga se llama terremoto.

- **Falla:** fractura en la corteza terrestre en la cual ha ocurrido un desplazamiento de bloques de corteza a ambos lados. Los terremotos ocurren en las fallas sísmicas. Estas zonas almacenan esfuerzo durante un período más o menos prolongado de tiempo, deformándose al medio hasta que llega el momento en que las fuerzas de uno y otro bloque son tan grandes que terminan moviéndose súbitamente. Al ocurrir esto se generan ondas sísmicas que se propagan en todas direcciones, produciendo a continuación el terremoto. Existen tres tipos básicos de falla:
 - **Normal:** este tipo de falla se caracteriza porque uno de sus bloques cae bajo la acción de la gravedad y de las fuerzas de extensión que actúan en la corteza. Las fuerzas tectónicas actúan dilatando o expandiendo el medio en forma perpendicular a la falla.

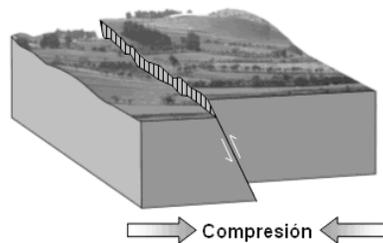
Figura 4. **Falla por extensión**



Fuente: JUÁREZ, Badillo; RODRÍGUEZ, Rico. *Mecánica de suelos*. p. 66.

- Inversa: este tipo de falla se caracteriza porque uno de sus bloques es empujado hacia arriba, producto de las fuerzas de compresión que actúan en la corteza. Las fuerzas tectónicas actúan comprimiendo el medio y en forma perpendicular a la falla.

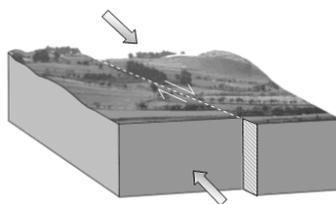
Figura 5. **Falla por compresión**



Fuente: JUÁREZ, Badillo; RODRÍGUEZ, Rico. *Mecánica de suelos*. p. 67.

- Longitudinal: este es el tipo de falla que se produce cuando las fuerzas tectónicas actúan en dirección opuesta a ambos lados de la falla, pero en forma paralela a esta. Como consecuencia, los bloques son desplazados horizontalmente.

Figura 6. **Falla longitudinal**



Fuente: JUÁREZ, Badillo; RODRÍGUEZ, Rico. *Mecánica de suelos*. p.68.

- Temblor de tierra: es un reajuste de la corteza terrestre causado por los movimientos vibratorios de las placas tectónicas del planeta y se propaga por él en todas direcciones en forma de ondas. Por sí mismos, son fenómenos naturales que no afectan demasiado al hombre. El movimiento de la superficie terrestre que provoca un terremoto no representa un riesgo, salvo en casos excepcionales, pero sí afectan sus consecuencias, ocasionando catástrofes como: caída de construcciones, incendio de ciudades, avalanchas y tsunamis. La causa de un temblor es la liberación súbita de energía dentro del interior de la Tierra por un reacomodo de esta.
- Licuefacción o licuación del suelo: durante los terremotos, el movimiento del terreno puede causar una pérdida de la firmeza o rigidez del suelo que da como resultados el desplome de edificaciones, deslizamientos de tierra, daños en las tuberías, entre otros. El proceso que conduce a esta pérdida de firmeza o rigidez es conocido como licuación del suelo. Describe el comportamiento de suelos que, estando sujetos a la acción de una fuerza externa (carga), en ciertas circunstancias, pasan de estado sólido a líquido, o adquieren la consistencia de un líquido pesado. Es un tipo de corrimiento provocado por la inestabilidad de un talud. Es uno de los fenómenos más dramáticos y destructivos, y además, más polémicos y peor explicados que pueden ser inducidos en depósitos por acciones sísmicas.

Figura 7. **Licuación del suelo, pérdida de capacidad de soporte de suelo**



Fuente: JUÁREZ, Badillo; RODRÍGUEZ, Rico. *Mecánica de suelos*. p. 69.

La licuación debilita el suelo, reduce su capacidad de soporte y permite que las estructuras se asienten o se inclinen.

1.2.7.1.4. Hidrológicos

Los fenómenos hidrológicos son aquellos que tienen una relación directa con el agua líquida, evaporada o sólida; estos tipos de eventos naturales pueden tomar lugar en los lagos, ríos, lagunas, mares y en los océanos; estos tipos de fenómenos naturales, si se presentan en alta mar, pueden voltear las embarcaciones o navíos enormes; pero la fuerza es mucho más destructiva en las costas de las playas o bahías de un país o estado.

Estos desastres no solo devastan la vida humana, sino también la vida marina y la terrestre. Pueden mencionarse los siguientes:

- **Inundación:** es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, bien por desbordamiento de ríos y ramblas por lluvias torrenciales o deshielo, o mares por subida de las mareas por encima del nivel habitual o por avalanchas causadas por maremotos. Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos y tierras fértiles donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura en vegas y riberas.

Figura 8. Inundación por lluvias torrenciales



Fuente: National Hurricane Center. www.nhc.noaa.gov. Consulta: 25 de marzo de 2014

- **Desertificación:** es un proceso de degradación ecológica en el que el suelo fértil y productivo pierde total o parcialmente el potencial de producción. Esto sucede como resultado de la destrucción de su cubierta vegetal, de la erosión del suelo y de la falta de agua; con frecuencia el ser

humano favorece e incrementa este proceso como consecuencia de actividades como el cultivo y pastoreo excesivos o la deforestación.

Figura 9. **Efecto desertificación**



Fuente: National Hurricane Center. www.nhc.noaa.gov. Consulta: 25 de marzo de 2014.

- **Salinización:** acumulación excesiva de sales, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y nitratos de sodio, potasio, calcio y magnesio en aguas y suelos, provocando el deterioro de esos recursos naturales. Un curso de agua superficial (río, arroyo), al pasar por un área con terrenos salinos, se puede cargar con cantidades mayores de sales, dando lugar a la salinización del mismo. Ejemplo de este fenómeno es el proceso por el cual, debido a la explotación intensa del agua subterránea, se salinizan acuíferos dulces en la costa de los mares, aumentando el contenido en sulfatos y cloruros de sodio y magnesio, entre otros, y tornando el agua no apta para consumo humano.
- **La sequía:** se puede definir como una anomalía transitoria en la que la disponibilidad de agua se sitúa por debajo de los requerimientos

estadísticos de un área geográfica dada. El agua no es suficiente para abastecer las necesidades de las plantas, los animales y los humanos. La causa principal de toda sequía es la falta de lluvias o precipitaciones; este fenómeno se denomina sequía meteorológica y si perdura, deriva en una sequía hidrológica caracterizada por la desigualdad entre la disponibilidad natural de agua y las demandas naturales de agua. En casos extremos se puede llegar a la aridez. Si el fenómeno está ligado al nivel de demanda de agua existente en la zona para uso humano e industrial, se refiere a escasez de agua.

Figura 10. **Efecto de sequía en el suelo**



Fuente: National Hurricane Center.www.nhc.noaa.gov. Consulta: 25 de marzo de 2014.

- La erosión es la degradación y el transporte del suelo o roca que producen distintos procesos en la superficie de la Tierra. Entre estos agentes está la circulación de agua o hielo, el viento, o los cambios térmicos. La erosión

implica movimiento, transporte del material, en contraste con la disgregación de las rocas, fenómeno conocido como meteorización y es uno de los principales factores del ciclo geográfico. Puede ser incrementada por actividades humanas o antropogénicas. La erosión produce el relieve de los valles, gargantas, cañones, cavernas y mesas.

Figura 11. **Erosión**



Fuente: Organización de Estados Americanos. *Peligros naturales y asentamientos humanos*. p. 33.

- La sedimentación: es el proceso por el cual el sedimento en movimiento se deposita. Un tipo común de sedimentación ocurre cuando el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo de un río, embalse, canal artificial, o dispositivo construido especialmente para tal fin. Toda corriente de agua, caracterizada por su caudal, tirante de agua, velocidad y forma de la sección tiene una capacidad de transportar material sólido en suspensión y otras moléculas en disolución. El cambio de alguna de estas características de la corriente puede hacer que el material transportado se deposite o precipite; o el material existente en el fondo o márgenes del cauce sea erosionado.

- Desbordamientos de los ríos: se atribuye en primera instancia a un excedente de agua, igual que la sequía se atribuye al efecto contrario, la carencia de recursos hídricos. El aumento brusco del volumen de agua que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, produce lo que se denomina avenida o riada. Una avenida es el paso por tramos de un río, de caudales superiores a los normales, que dan lugar a elevaciones de los niveles de agua. La aportación de agua al suelo se produce como consecuencia de la climatología, es decir, las precipitaciones; sin embargo, esta causa general no debe conducir a un error.

Los cauces de los ríos y arroyos no permanecen siempre inalterados, no son rectos ni uniformemente anchos, no tienen la misma permeabilidad, no son ajenos a las construcciones antrópicas, sino que en general están afectados por los deslizamientos del terreno, los arrastres de sólidos, la acumulación de sedimentos, los meandros, los estrechamientos, los puentes que se construyen para vadearlos, las represas, las obstrucciones del ramaje, la deforestación, entre otros.

1.2.7.1.5 Incendios

El fuego es uno de los elementos naturales que ha influido en las comunidades vegetales a lo largo del tiempo y como proceso natural cumple una función importante para mantener la salud de determinados ecosistemas. Sin embargo, en la última parte del siglo XX, la modificación de la dinámica establecida entre la actuación humana y los incendios y la mayor frecuencia del fenómeno El Niño han dado lugar a una situación en la que los incendios son una amenaza importante para muchos bosques y la diversidad que contienen.

En los asentamientos humanos se ha detectado que los incendios son provocados por descuidos domésticos de la misma población, ya sea por malas instalaciones de electricidad o instalaciones de gas propano inseguras.

En muchos de los casos en que se encuentran los asentamientos humanos, en cuanto a gozar de servicios básicos, es difícil el combate al fuego debido a:

- Falta de agua.
- Falta de accesos adecuados para las unidades apaga fuegos. Esto imposibilita socorrer a la población.

Figura 12. Incendio en asentamiento humano



Fuente: National Hurricane Center. www.nhc.noaa.gov. Consulta: 25 de marzo de 2014.

Actualmente, en los asentamientos humanos, ninguna colindancia coincide con áreas boscosas dentro del perímetro del área metropolitana de Guatemala. Por esta razón es imposible que el incendio del asentamiento sea provocado por incendio en el bosque.

1.2.7.1.6. Otros eventos

A estos eventos no debe restárseles importancia, ya que muchos son generados directa o indirectamente por la mano del hombre. Las actividades que se desempeñan en las áreas de asentamientos precarios como la tala de vegetación, la deposición de desechos y otros, han contribuido a que estos eventos representen riesgo en alguna medida; se trata de:

- Avalanchas de ripio
- Suelos expansivos
- Deslizamientos
- Desprendimientos de rocas
- Hundimientos de tierra

1.2.7.2. De origen antrópico

Se trata de las amenazas directamente atribuibles a la acción humana sobre los elementos de la naturaleza (aire, agua y tierra) y sobre la población, que ponen en grave peligro la integridad física y la calidad de vida de las comunidades. En general se destacan dos tipos: las amenazas antrópicas de origen tecnológico y las referidas a la guerra y violencia social.

1.2.7.2.1. Tecnológicos contaminantes

Son todas las amenazas que la humanidad impulsa para aprovechar la transformación de la naturaleza. De este tipo de amenazas se distinguen las amenazas por contaminación propiamente y las directamente referidas a procesos tecnológicos.

Las amenazas por contaminación, aunque tienen similitud con las amenazas siconaturales, difieren de ellas en el sentido de que toman la forma de elementos de la naturaleza (aire, agua y tierra) transformados; así, son amenazas basadas en y construidas sobre elementos de la naturaleza, pero que no tienen una expresión en la naturaleza misma, como sucede con las siconaturales. Es decir, no ponen en peligro a la población a través de impactos externos, sino que deterioran la base biológica y la salud de la población.

En este grupo, por tanto, pueden clasificarse el vertimiento de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas al ambiente, sean domésticas o de tipo industrial (sustancias químicas, radioactivas, plaguicidas, residuos orgánicos y aguas servidas, derrames de petróleo).

Las amenazas referidas a procesos tecnológicos son aquellas que se derivan de la operación en condiciones inadecuadas de actividades potencialmente peligrosas para la comunidad o de la existencia de instalaciones u otras obras de infraestructura que encierran peligro para la seguridad ciudadana, como por ejemplo: fábricas, estaciones de gasolina, depósitos de combustibles o sustancias tóxicas o radioactivas, oleoductos, gasoductos, entre otros.

La posibilidad de fallas en la infraestructura y dinámica industrial genera una serie de amenazas, que en caso de concretarse, aun cuando afecte espacios limitados, puede generar un impacto importante contra una cantidad significativa de personas, dadas las condiciones de densidad y no planificación urbana, que usualmente caracteriza estas zonas de influencia.

1.2.7.2.2. Guerras

La confrontación armada de unas naciones contra otras o al interior de una misma nación puede ser una fuente considerable de desastres. De hecho, la Segunda Guerra Mundial es considerada por muchos autores como el mayor desastre de la era moderna, con sus quince millones de muertos y la vasta destrucción de varias naciones europeas y del Lejano Oriente. Las guerras que adquirirían cierta dimensión han utilizado progresivamente mayor cantidad de armas de destrucción masiva que ha devastado brutalmente el medio ambiente, tanto natural como urbano.

1.2.7.2.3. Violencia social

No solo las grandes conflagraciones pueden producir desastres (dados los adelantos tecnológicos en el armamento) las pequeñas guerras o incluso la acción de los grupos terroristas puede provocar desastres de diferentes magnitudes. Se considera que un número apreciable de pequeños desastres pueden ser tan dañinos como un gran desastre, e incluso aumentar la vulnerabilidad y por tanto, incrementar el riesgo de un desastre de diferente origen. En tal sentido, hay que destacar la combinación frecuente entre la acción de la violencia humana y el surgimiento de un fenómeno natural, para dar lugar a un desastre de dimensiones considerables.

Vale la pena mencionar que el surgimiento de tribus urbanas que compiten por territorios o áreas en las que operan, ha ocasionado que un buen número de pobladores emigren de determinada población, ocasionando el abandono de instalaciones que afectan a los vecinos que han quedado; y al reubicarse los primeros, vuelven a crear situaciones de riesgo debido a que se asientan en áreas similares a las que han dejado.

1.2.7.3. Socionaturales

Pueden definirse como la reacción de la naturaleza frente a la acción humana perjudicial para los ecosistemas.

Las manifestaciones más comunes de las amenazas socionaturales se encuentran en las inundaciones, deslizamientos, hundimientos y sequías. Que como ya se mencionó anteriormente, es de los eventos a que los asentamientos están expuestos.

Las amenazas socionaturales ponen en evidencia el impacto de ciertas prácticas sociales, que además de atentar contra la dinámica y estructura de la naturaleza, constituyen expresiones de una serie de vulnerabilidades económicas, sociales, culturales e ideológicas de la sociedad.

1.2.7.3.1. Inundaciones

Las inundaciones pueden definirse como una irrupción lenta o violenta de aguas de río, lagunas o lagos, debido a fuertes precipitaciones fluviales o rupturas de embalses, causando daños considerables. Se pueden presentar en forma lenta o gradual en llanuras, y de forma violenta o súbita en regiones montañosas de alta pendiente; es un fenómeno natural, por el cual el agua cubre los terrenos, llegando en ciertas ocasiones a tanta altura que puede dejar sumergidas viviendas, calles y destruir cosechas; con peligro incluso vital para toda la población que habite el lugar, y enormes pérdidas económicas.

Las inundaciones se producen principalmente por la ocurrencia de lluvias intensas prolongadas, como sucede durante las tormentas, unido a dificultades locales en el drenaje provocado por diferentes causas.

En cierta medida, las inundaciones pueden ser eventos controlables por el hombre, dependiendo del uso de la tierra cercana a los cauces de los ríos.

Los desastres son alteraciones intensas de las personas, los bienes, los servicios y el medio ambiente, causadas por un suceso natural o generado por el hombre, que exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada.

Las inundaciones se clasifican como un desastre generado por fenómenos meteorológicos o hidrológicos. Las inundaciones se producen por crecimiento del caudal de las aguas de un río, lago o laguna, que como consecuencia de las lluvias aumenta su nivel de profundidad de agua en un plano transversal. Estos fenómenos naturales son causantes de la destrucción de poblados y deja una secuela infecciosa que ocasiona enfermedades y epidemias.

Figura 13. **Comunidad inundada**



Fuente: Conred. www.conred.gob.gt. Consulta: 27 de marzo de 2014.

1.2.7.3.2. Deslizamientos

Estos fenómenos son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta.

Los deslizamientos o movimientos de masa no son iguales en todos los casos, y para evitarlos o mitigarlos es indispensable saber las causas y la forma como se originan.

Es el movimiento hacia abajo de una ladera, de una masa de suelo o roca, el cual ocurre principalmente sobre una superficie de ruptura o falla (debilidad del terreno) y se puede presentar de dos formas:

- Deslizamiento rotacional: los desplazamientos ocurren o tienen lugar a lo largo de una superficie de ruptura de forma curva o cóncava.
- Deslizamiento traslacional: consiste en el desplazamiento de una masa a lo largo de una superficie de ruptura de forma plana u ondulada.

Figura 14. **Deslizamiento de suelo**



Fuente: Conred.www.conred.gob.gt. Consulta: 27 de marzo de 2014.

1.2.7.3.3. Hundimientos

Es un movimiento de la superficie terrestre en el que predomina el sentido vertical descendente y que tiene lugar en áreas de muy baja pendiente.

Este movimiento puede ser inducido por distintas causas y se puede desarrollar con velocidades muy rápidas o muy lentas, según sea el mecanismo que da lugar a tal inestabilidad.

Si el movimiento vertical es lento o muy lento (metros o centímetros / año) y afecta a una superficie amplia (kilómetros cuadrados) con frecuencia se habla de subsidencia. Si el movimiento es muy rápido (metros por segundo) se suele hablar de colapso.

Las causas de la subsidencia pueden ser, entre otras:

- La respuesta de los materiales geológicos ante los esfuerzos tectónicos.
- Las variaciones en el nivel freático o en el estado de humedad del suelo, por ejemplo como consecuencia de la explotación de acuíferos.

Por su parte, las causas de los colapsos implican el fallo de la estructura geológica que sostiene una porción del terreno bajo el cual existe una cavidad, lo que puede ser motivado por la disolución de las rocas hasta el límite de la resistencia de los materiales o el vaciado de acuíferos, o en general, el debilitamiento por meteorización física o química de una estructura que alberga una cavidad. El aprovechamiento de los recursos naturales (actividad minera, explotación de acuíferos) también puede inducir colapsos.

Los hundimientos son comunes en donde las rocas que existen debajo de la superficie es piedra caliza, roca de carbonato, tiene capas de sal o son rocas que pueden ser disueltas naturalmente por la misma circulación del agua subterránea. Al disolverse la roca, se forman espacios y cavernas subterráneas.

La apariencia de los hundimientos es impresionante porque la Tierra se mantiene usualmente intacta por cierto tiempo hasta que los espacios adentro de la tierra subterránea se hacen demasiado grandes para seguir dando suficiente apoyo a la superficie.

Si no se cuenta con suficiente apoyo para la tierra que se encuentra sobre los espacios y cavernas subterráneas, entonces puede ocurrir un colapso súbito en la misma.

Figura 15. **Hundimiento de tierra en la ciudad de Guatemala**



Fuente: Hemeroteca Nacional. www.hemerotecanacional.gob.gt. Consulta: 25 de marzo de 2014.

1.2.7.3.4. Deforestación

La deforestación es el proceso por el cual la Tierra pierde sus bosques en manos de los hombres. En relación con el tema de los asentamientos humanos, los bosques son eliminados para establecer este tipo de poblados, haciendo el daño reversible porque alteran el ecosistema y este se convierte en amenaza para ellos mismos.

El hombre, en su búsqueda por satisfacer sus necesidades personales o comunitarias, utiliza la madera para fabricar muchos productos. La madera de los bosques también es usada como combustible o leña para cocinar y calentar. Por otro lado, las actividades económicas en el campo requieren de áreas para el ganado o para cultivar diferentes productos. Esto ha generado una gran presión sobre los bosques.

Al tumbar un bosque, los organismos que allí vivían quedan sin hogar. En muchos casos, los animales, plantas y otros organismos mueren o les toca mudarse a otro bosque. Destruir un bosque significa acabar con muchas de las especies que viven en él. Algunas de estas especies no son conocidas por el hombre.

1.2.8. Vulnerabilidades

Se definen como el conjunto de condiciones a partir de las cuales una comunidad está o queda expuesta al peligro de resultar afectada por una amenaza, sea de tipo natural, antrópica o socionatural. Este concepto, al igual que los demás que se manejan en la gestión del riesgo, es relativo, por lo que

toma dimensiones y niveles de análisis distintos según sean las condiciones particulares de cada comunidad.

Así por ejemplo, en comunidades radicadas en una región altamente sísmica, las edificaciones más vulnerables a la amenaza de un terremoto o sismo fuerte, serán aquellas cuya construcción no sea antisísmica; paralelamente, las estructuras más seguras (o menos vulnerables) serán las que sí cuentan con ese criterio de construcción.

Sin embargo, la vulnerabilidad, implícitamente, también hace referencia a la capacidad de una comunidad para recuperarse de los efectos de un desastre. La vulnerabilidad entendida como debilidad frente a las amenazas y como incapacidad de recuperación después de que ha ocurrido un desastre, no solo depende de la vecindad física de las poblaciones a las fuentes de las amenazas, sino de otros múltiples factores de distinta índole, todos presentes en las comunidades. Los componentes de la vulnerabilidad son los siguientes:

- Exposición: el cruce de la actividad humana con el uso del suelo y el medio ambiente construido con los patrones de amenaza.
- Resistencia: la capacidad de una sociedad y el medio ambiente construido a resistir el impacto de los eventos amenazantes.
- Resiliencia: capacidad de una sociedad de recuperarse después del impacto de un evento amenazante.
- Recuperación: la capacidad de una sociedad de reconstruir después de un desastre.

- Aprendizaje: la capacidad de una sociedad de aprender de los desastres ocurridos.
- Adaptación: la capacidad de una sociedad de cambiar sus patrones de conducta a raíz de la ocurrencia de desastres.

Debido a los factores de análisis anteriores, es que se puede hablar de la existencia de una vulnerabilidad global. La que determina la probabilidad de que una comunidad quede expuesta o no a la ocurrencia e impacto de un desastre, y que tenga o no posibilidades de recuperación.

La vulnerabilidad global se integra de los siguientes vulnerabilidades específicas: la física, económica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, ecológica y la institucional.

1.2.8.1. Física

Se relaciona con la ubicación física de grandes o pequeños asentamientos en zonas de riesgo físico (faldas de volcanes, zonas de inundación de ríos, zonas de deslizamientos) y las calidades y condiciones técnicas-materiales de ocupación o aprovechamiento del ambiente y sus recursos que están a disposición de estos contingentes de población. Generalmente, está íntimamente relacionada con la condición de pobreza que marca el perfil de estas comunidades y la falta de opciones para una ubicación menos riesgosa.

1.2.8.2. Económica

La condición de pobreza aumenta el riesgo y la magnitud de un desastre. Además de la ausencia de recursos económicos, este tipo de vulnerabilidad

tiene que ver con la mala utilización de los recursos disponibles para una correcta gestión del riesgo, entre ellos la dependencia económica nacional, la ausencia de presupuestos públicos que prevean los gastos por el ciclo de los desastres, la poca diversificación productiva de las economías de la región, entre otros.

1.2.8.3. Social

Se relaciona con el conjunto de relaciones sociales, formas de organización y conductas individuales y colectivas que favorecen una mayor exposición frente a una amenaza, tales como el grado de organización y cohesión interna de comunidades bajo riesgo, vulnerabilidad que se convierte en una incapacidad para prevenir, mitigar o responder a una situación de desastre.

1.2.8.4. Política

Se relaciona directamente, en el marco de una amenaza y desastre, con el nivel de autonomía en la toma de decisión y capacidad de gestión y negociación sobre estas decisiones frente a actores externos (como el gobierno, la cooperación internacional, las instituciones gubernamentales o los medios de comunicación). Este tipo de vulnerabilidad evidencia la incapacidad de las comunidades para idear y presentar propuestas y alternativas propias para reducir los niveles de dependencia de las decisiones de los actores externos mencionados.

1.2.8.5. Técnica

Hace referencia a las inadecuadas técnicas de construcción de edificios de infraestructura básica en zonas de riesgo. Es obvio, que si se adolece de vulnerabilidad económica, la técnica es seguro que se dé.

Debido a que, por ejemplo en la estabilización de taludes (ya que los asentamientos humanos se dan generalmente en orillas de barrancos) el costo de las obras correspondientes son costosas, no solo por el precio de los materiales y mano de obra, sino el acarreo hasta áreas donde el acceso es limitado. Precisamente este rubro es el que eleva el costo de cualquier proyecto, ya que se hace directamente con recurso humano.

1.2.8.6. Ideológica

Los seres humanos manejan ideas preestablecidas sobre los fenómenos de la naturaleza y su relación con la comunidad. Dichas concepciones determinan en muy buena medida la forma y capacidad para hacer frente a las amenazas y sobreponerse a ellas. La vulnerabilidad ideológica evidencia todas aquellas ideas o fantasías individuales y colectivas con las que los seres humanos manejan los desastres, tales como la idea del “castigo divino”, el fatalismo y la pasividad, limitando la capacidad de actuar adecuadamente frente a los riesgos.

1.2.8.7. Cultural

Se refiere a la forma en que las personas construyen su identidad individual y colectiva y el sentido de pertenencia frente a sus comunidades y los ecosistemas donde están ubicadas.

Tómese en cuenta aquí todos aquellos manejos inadecuados que hacen diferentes actores (entre ellos los medio de comunicación colectiva) que desafortunadamente contribuyen a internalizar imágenes estereotipadas sobre el medio y los desastres potenciales o reales.

1.2.8.8. Educativa

Se refiere directamente a la calidad de educación, que en materia de desastres manejan las comunidades sobre los contenidos conceptuales, métodos y prácticas de vida, para prepararse adecuadamente (a nivel individual, familiar y comunitario) y enfrentar o interactuar con situaciones de desastre. Lamentablemente, la historia y la experiencia muestran cómo en la mayoría de los países, no existe una política educativa en la que instruyan correctamente y sistemáticamente sobre el medio en el que viven sus pobladores.

1.2.8.9. Ecológica

Delata la manera adecuada o no en que una comunidad explota los elementos de su entorno, debilitándose a sí misma y al ecosistema. Esta vulnerabilidad muestra cómo el desarrollo sigue divorciado del medio ambiente y a diferencia de una relación de convivencia, lo que prevalece son prácticas de dominación sobre este, lo que conduce irremediablemente a la alteración, vulnerabilización y destrucción de los ecosistemas. Un ejemplo de lo dicho anteriormente es cómo el desarrollo industrial ha incrementado la vulnerabilidad a la especie humana con la destrucción de la capa de ozono, que convierte los rayos solares en poderosas amenazas.

1.2.8.10. Institucional

Son todos aquellos obstáculos formales (obsolescencia y rigidez institucional, burocracia, politización, corrupción de los servicios públicos, entre otros), que impiden una adecuada adaptación de la comunidad respecto de su realidad cambiante y una rápida respuesta en caso de desastre.

Es importante saber que ninguna de estas vulnerabilidades actúa en forma aislada, sino interactúan entre sí y son muy útiles para medir los niveles de vulnerabilidad global (diferente para cada comunidad o región).

2. CICLO DE LOS DESASTRES

2.1. Manejo de los desastres

Tanto conceptualmente como desde el punto de vista operativo, el manejo de los desastres involucra el análisis, de manera sistemática, de una secuencia cíclica de etapas que se relacionan entre sí y que se agrupan, de manera global, en tres fases (el antes, durante y después) del fenómeno que afecta a una comunidad.

La secuencia y el desarrollo de esas etapas es lo que se denomina regularmente “Ciclo de los desastres”, donde cada fase comprende etapas determinadas que han adquirido progresivamente un perfil específico. En la fase previa destacan dos etapas: prevención y preparación; durante el desastre e inmediatamente después, la fase de emergencia, y con posterioridad, las de rehabilitación y reconstrucción. Aunque cada etapa encierra características propias, lo cierto es que esa clasificación no es de ningún modo rígida; realmente cada etapa se entrelaza con la siguiente, e incluso, pueden solaparse con el tiempo varias de ellas, especialmente en el plano operativo de respuesta.

2.1.1. Primera fase (antes)

La fase previa a un desastre no es considerada una parte temporal en el manejo de desastres. En la perspectiva de las ciencias aplicadas, se dio un paso adelante al considerar la etapa de la preparación, siempre y cuando fuera posible anticipar en lo posible la amenaza (un caso típico es la formación de huracanes, y uno mucho más difícil, el de los terremotos).

Sin embargo, todavía es muy frecuente confundir la naturaleza de ambas etapas de esta fase previa, anunciando planes de prevención, cuando en realidad sus acciones están dirigidas fundamentalmente a la preparación. Con la prevención se busca evitar que una amenaza pueda transformarse en desastre, mientras que con la preparación se trata de organizar la respuesta al desastre mismo.

2.1.1.1. Prevención

Se refiere al conjunto de actividades que buscan eliminar o reducir la incidencia de eventos, naturales o generados por el ser humano, que potencialmente pueden convertirse en desastres. Visto así, las actividades preventivas pueden y deben ser insertadas en las grandes estrategias de desarrollo de los países que están propensos al impacto de fenómenos dañinos, ya sean de carácter natural o antrópico. Algunos ejemplos de actividades de prevención son:

- Los planes de desarrollo y planificación urbana e industrial.
- Las actividades de reforestación para la eliminación de amenazas por inundación o deslizamientos.
- Los sistemas de irrigación y canalización de aguas para evitar sequías.
- Los programas de conservación y uso adecuado de los recursos naturales.
- La elaboración de mapas de amenazas.

- Los programas de capacitación sobre desastres dirigidos a la población en general.

La naturaleza estratégica de la prevención puede reducirse al plano táctico, estableciendo entonces acciones que están a medio camino de la prevención y la preparación: la llamada mitigación. Así se denomina al conjunto de actividades encaminadas a reducir (mitigar) el impacto del desastre. Ejemplos característicos de mitigación son: programas de ubicación y reubicación de asentamientos humanos en peligro; reforzamiento de infraestructura vulnerable: rompeolas, puentes, carreteras, edificios antisísmicos o la vigilancia y control de manejo de desperdicios contaminantes.

Se considera que la mitigación es parte de la prevención, dado que esta, cuando no puede evitar el desastre, siempre trata de reducir su impacto; de tal manera que la pura mitigación no sustituye a la prevención propiamente dicha.

2.1.1.2. Preparación

Se da cuando se han realizado todos los esfuerzos posibles para evitar que un fenómeno se transforme en amenaza, pero resulta imposible eliminarla por completo (algo que sucede con mayor frecuencia de la deseada), no queda más que prepararse para su llegada. La etapa de preparación comprende, entonces, todas aquellas acciones para fortalecer las defensas y la capacidad de respuesta de la sociedad ante un eventual desastre.

En esta fase es donde se planifican y desarrollan los llamados “planes de emergencia”, mecanismos a través de los cuales se determina la estructura, organización, funcionamiento y coordinación de todos los actores llamados a intervenir en un desastre a nivel nacional, regional y local.

La definición de los campos de acción de los organismos participantes, el inventario de los recursos humanos y materiales con los que se cuenta, la determinación de rutas de evacuación y áreas de alojamiento temporal, el establecimiento de redes de comunicación de emergencia, la ejecución de simulacros y la información formal de la amenaza y la forma de actuar durante la misma, son todas ellas acciones de preparación.

A pesar de los desastres ocurridos en Centroamérica, la prevención y mitigación siguen ocupando un lugar secundario dentro del proceso, debido a que se les concibe como actos de responsabilidad del Estado y no de las comunidades. Definitivamente ni unos ni otros comprenden todavía la inversión económica, pero sobre todo el costo político y social que ellas acarrearán.

La etapa de preparación incluye también la alerta, sencillamente desde una dimensión más específica. En todo caso, la alerta se refiere a la declaración de atención permanente, e incluye por ejemplo, la activación de sistemas de alarma frente a la inminencia del evento, vigilancia y monitoreo de instrumentos específicos de medición (pluviómetro, sensores, red sismológica, entre otros).

2.1.1.2.1. Obras de mitigación para la prevención de desastres

La definición de los sitios de intervención con obras de reducción del riesgo se realiza de manera conjunta entre el comité local, y, para el caso de los asentamientos humanos en la ciudad de Guatemala, las autoridades correspondientes a la dependencia de gobierno encargada de tal asunto.

Debe tomarse en cuenta la gran cantidad y especialmente la frecuente ocurrencia de procesos de inestabilidad (más en época invernal).

Sin embargo, este enfoque puramente atencionista de definición de los sitios críticos, ha sido paulatinamente reemplazado por criterios que privilegian la prevención, realizando estudios cada vez más detallados y rigurosos, orientados hacia la predicción de deslizamientos y teniendo en cuenta, como de todos es conocido, que las metodologías de prevención traen enormes ventajas de tipo social y económico, en términos de la gestión del riesgo.

Una metodología típica de realización de los estudios mencionados, contempla el desarrollo de las siguientes etapas:

- Aspectos geotécnicos: se identifican los tipos de suelos predominantes en las zonas de estudio, así como su variación espacial. Adicionalmente, se realiza una detallada caracterización geotécnica de cada material, incluyendo las propiedades físicas y composicionales, las características granulométricas y de plasticidad, los parámetros de resistencia al corte y la permeabilidad.
- Aspectos hidrogeológicos: se analiza el comportamiento hidrogeológico de cada tipo de suelo, planteando un modelo hidrogeológico simplificado para las zonas de estudio.

Adicionalmente, se analizan las características generales, las profundidades típicas y el comportamiento estacional de los niveles freáticos.

Se ha considerado el siguiente mecanismo para definir y cuantificar las obras en sitios críticos desde la óptica del riesgo:

- Zonas de alta complejidad geológica, geotécnica e hidrológica: en estas zonas, los fenómenos naturales o socionaturales, son de gran complejidad y la determinación de sus características generales, los mecanismos de falla predominantes, sus causas, sus efectos potenciales y las obras necesarias para su prevención y control, requieren la realización de estudios geológicos, geotécnicos e hidrológicos detallados.

Figura 16. **Zona de alta complejidad geológica, geotécnica e hidrológica**



Fuente: Hemeroteca Nacional. www.hemerotecanacional.gob.gt. Consulta: 29 de marzo de 2014.

- Zonas de moderada complejidad geológica, geotécnica e hidrológica: a cada tipo de problema identificado (a partir de simples inspecciones oculares), se asocia una solución igualmente al tipo, la cual, además, se ha comprobado (en los mismos estudios), que es la solución técnica, económica, social y ambientalmente óptima.

En este orden de ideas, la agrupación de los problemas, es la siguiente:

- Deslizamientos tipo 1: son deslizamientos traslacionales, superficiales generados por la saturación de los estratos superficiales de suelo, cuya ocurrencia se relaciona con lluvias aisladas de magnitud y duración importantes (generalmente mayores de 70 mm y de duración superior a 4 horas). Los procesos de inestabilidad de este tipo, presentan un espesor de la franja fallada en todos los casos inferiores a 2 m, y una superficie de falla aproximadamente paralela a la superficie del terreno. Dentro de la ciudad de Guatemala, los materiales comprometidos en este tipo de deslizamientos son los rellenos de ladera (basuras, escombros y residuos de movimientos de tierra), las cenizas volcánicas (especialmente la unidad reciente, no consolidada) y los suelos residuales altamente meteorizados de permeabilidad media alta y textura arenosa o arenolimososa.
- Deslizamientos tipo 2: son deslizamientos traslacionales profundos, generados por la existencia de niveles freáticos colgados, cuya ocurrencia se relaciona con lluvias antecedentes de 25 días de magnitud importante, generalmente mayores de 200 mm (las investigaciones realizadas y las relaciones lluvias contra deslizamientos obtenidas, han permitido concluir que el indicador de lluvias antecedentes de 25 días, es el que mejor se correlaciona con la ocurrencia de deslizamientos de este tipo).

Los procesos de inestabilidad reseñados son deslizamientos traslacionales profundos (entre 3 y 40 m), con superficies de falla generalmente irregulares y en todo caso coincidentes con el contacto entre dos suelos de resistencia al corte y sobre todo de permeabilidad radicalmente diferentes. Generalmente, los sitios en los cuales se presentó este tipo de deslizamientos son los generados entre depósitos

rocosos, compactos e impermeables poco alterados (por ejemplo, rocas ígneas masivas, rocas metamórficas y rocas sedimentarias, flujos de escombros, depósitos volcanogénicos o volcanodetríticos) y las demás unidades suprayacentes (rellenos, cenizas volcánicas, suelos residuales), de rigidez y resistencia inferior y de permeabilidad superior.

- Deslizamientos tipo 3: son rotacionales, generados por procesos de socavación lateral o de fondo de cauces permanentes o intermitentes que transitan por la base de los taludes afectados, cuya ocurrencia se relaciona especialmente con las épocas de caudales máximos instantáneos de los cauces reseñados.

Los deslizamientos de este tipo son, en general, profundos (espesor máximo mayor de 5 m) y su superficie de falla es predominantemente circular o irregular. Generalmente, los suelos comprometidos en estos procesos son rocas altamente fracturadas, cizalladas y meteorizadas (afectadas por la actividad tectónica de sistemas de falla cercanos) y suelos inconsolidados (rellenos, cenizas, suelos residuales, terrazas aluviales), predominantemente arenosos, con baja plasticidad, poco compactos, sueltos y, en síntesis, con alta erodabilidad (fácilmente desprendidos y arrastrados por el agua). A su vez, los cauces que producen este tipo de procesos, son torrenciales, con pendientes longitudinales fuertes y con gran poder erosivo, derivado de las altas velocidades del flujo.

- Deslizamientos tipo 4: son traslacionales profundos generados por el proceso de ascenso de niveles freáticos subterráneos, cuya ocurrencia se relaciona con lluvias antecedentes de 25 días de magnitud importante, generalmente mayores de 200 mm. Los deslizamientos de este tipo son

profundos (espesor máximo mayor de 5 m) y su superficie de falla es predominantemente irregular. Los suelos comprometidos en este tipo de procesos son, en casi todos los casos, rellenos de cauce y, en menor proporción, cenizas volcánicas que en el momento de la deposición, han cubierto antiguos cauces de la paleotopografía existente. Los suelos indicados suprayacen materiales rocosos con una gran capacidad de infiltración y conducción del agua (especialmente formaciones sedimentarias).

- Es importante hacer una breve descripción de los rellenos de cauce. La ausencia de terrenos aptos para el desarrollo urbanístico en los márgenes de la ciudad de Guatemala, consecuencia directa de su fuerte topografía, ha motivado que en muchos casos se corten colinas y que el material resultante sea depositado en cauces, hondonadas o vaguadas adyacentes, para lograr un acomodo topográfico mucho más favorable. De esta manera se rellenan o interfieren cauces permanentes o intermitentes, con grandes problemas geotécnicos derivados de la mala calidad de los materiales utilizados en el relleno, de su poca compactación, falta de confinamiento en su borde libre, pero especialmente de la ausencia e insuficiencia de obras de drenaje subterráneo, necesarias para abatir o controlar los niveles freáticos.
- Deslizamientos tipo 5: en estos se agrupan todos los fenómenos ocurridos en materiales rocosos, que van desde caídas de rocas, hasta deslizamientos planares a través de discontinuidades y flujos de escombros, ocurridos normalmente en materiales rocosos y estériles, dispuestos en laderas de fuerte pendiente. Las caídas de roca y los deslizamientos planares a través de discontinuidades, normalmente se presentan en taludes de fuerte pendiente constituidos por materiales

rocosos altamente fracturados y cizallados, debido a la existencia de fallas cercanas, con una actividad tectónica reciente. En este caso, ante lluvias aisladas intensas, de alta magnitud y duración, se presenta la infiltración del agua a través de las fracturas y discontinuidades, hasta alcanzar estratos rocosos más competentes y menos fracturados, generando un incremento en la presión de poros en el contacto, y la falla total del talud o la caída de bloques individuales.

- Manejo de aguas superficiales: dentro de esta definición se agrupan todas las obras tendientes a captar, conducir y entregar adecuadamente las aguas superficiales, con los siguientes objetivos esenciales:
 - Controlar las aguas superficiales en áreas de fuertes pendientes y condicionantes geológicos y geotécnicos especiales, antes de que las mismas accedan a taludes y laderas antigua, actual o potencialmente inestables.
 - Controlar fenómenos puntuales de desbordamientos e inundaciones en áreas urbanas, provocadas por la concentración de grandes caudales de aguas lluvias.
 - Prevenir, mitigar y controlar procesos de erosión hídrica superficial, en áreas sin vegetación protectora o con cobertura incipiente.
 - Controlar los volúmenes de infiltración (y los consecuentes ascensos de niveles freáticos, colgados o subterráneos) en zonas de pendientes bajas y suelos permeables.

- Manejo de aguas subterráneas: dentro de esta definición, se agrupan todas las obras necesarias para la evacuación de aguas subsuperficiales y/o al abatimiento de niveles freáticos – colgados o subterráneos – en sitios puntuales, en los cuales el control de los caudales de infiltración y/o la evacuación de aguas subterráneas, puede controlar la aparición o incremento de presiones hidrostáticas positivas, las cuales al desarrollarse en el interior de la masa de suelo, pueden, a su vez, contribuir a la falla de taludes y laderas con cierta susceptibilidad geotécnica y geológica. Por lo tanto, estas obras se proyectan en los siguientes casos:
 - En áreas cenagosas y pantanosas, donde los caudales de infiltración son altos.
 - Donde existen afloramientos o resurgencias de agua concentradas y evidentes.

- Mal estado obras existentes: se agrupan dentro de esta definición, las obras tendientes a recuperar y mejorar los tratamientos de estabilidad ya construidos (generalmente muy antiguos), los cuales por efecto del desgaste normal de los materiales, la ausencia de un mantenimiento periódico, la reactivación de procesos denudativos y/o la ocurrencia de nuevos fenómenos, han sufrido deterioro y daño considerables, que pueden conducir a la ocurrencia de eventos catastróficos similares a los que motivaron la construcción del tratamiento inicial.

2.1.1.2.2. Obras de mitigación para tratamiento de laderas

Su objeto es mejorar la geometría del talud y las condiciones de drenaje de las aguas de escorrentía, reduciendo la capacidad de infiltración y la potencialidad de erosión.

Este sistema de pantalla pasiva (recubrimiento de talud mostrado en la siguiente figura) enclavada en el suelo, no permite que haya desmoronamiento del suelo en pendiente a causa de erosión eólica o hidráulica, evitando con esto la saturación del suelo, provocado por la infiltración de agua en el mismo.

Figura 17. **Pantalla pasiva**



Fuente: asentamiento El Guadalupano, zona 18, Guatemala.

- Obras para contención: se construyen principalmente para cumplir propósitos preventivos, como:
 - Soportar el terreno expuesto en un corte, que por alguna razón debe construirse con una inclinación más fuerte de lo indicado.
 - Proteger y confinar rellenos de secciones mixtas.
 - Proteger cortes viales en la orilla de ríos o lagos.

Existen varios tipos de muros:

- Muros de piedra pegada: son frecuentemente usados en la porción inferior de los taludes de corte o relleno. Sus ventajas son las siguientes: la pendiente, longitud y alineamiento horizontal del talud pueden ser cambiados libremente, lo cual facilita integrarlos en conjunto con otras estructuras. Para su construcción pueden usarse bloques de roca o de concreto y su altura normalmente no sobrepasa los 7,0 m.
- Muros de gravedad: soportan las presiones del terreno por su propio peso y son fáciles de construir, pero pueden ser antieconómicos cuando su altura sobrepasa los 4,0 m; requieren además un buen piso de fundación. Pueden ser rígidos como los de concreto y mampostería o ser flexibles como los gaviones y los muros en celosía.
- Muros de semigravedad: son muros de concreto como los de gravedad, pero están provistos de varillas de refuerzo que permiten

contrarrestar fuerzas de tensión, de manera que requieran menos concreto; y sus dimensiones son menores a las de los muros de gravedad.

- Muros en voladizo: están contruidos de concreto reforzado y constan de un cuerpo delgado vertical y una placa de base. La estabilidad del cuerpo vertical es autocontrolada por el peso de la tierra dispuesta sobre la placa. De acuerdo con las necesidades hay tres tipos: T invertida, L y L invertida. Su altura por lo general no puede sobrepasar 8,0 m. Requiere menos cantidad de concreto que los de gravedad y semigravedad.
- Muros de contrafuerte: son similares a los muros en voladizo, excepto por el hecho de que a ciertos intervalos el espaldar posee placas verticales de concreto que ligan estructuralmente la base y el cuerpo, con el propósito de reducir los esfuerzos cortantes y los momentos de flexión. La cantidad de concreto requerida para este tipo de muros es comparativamente menor y su altura puede superar los 6,0 m, pero la construcción puede ser algo más compleja.

Nótese la vivienda no formal en la parte superior del muro de contención. Este tipo de muro es el que se construye actualmente por la unidad de desarrollo de vivienda popular como medida de mitigación, con el propósito de poder legalizar los terrenos ocupados; en este caso por los asentamientos ubicados dentro de la ciudad de Guatemala, ubicados en fincas del Estado, adscritas al Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda.

Figura 18. **Muro de contención de mampostería mediante bloques de concreto en asentamiento**



Fuente: asentamiento 10 de Mayo, zona 7, Guatemala.

2.1.2. Segunda fase (durante)

En el ciclo de desastres, la segunda fase suele dividirse en dos etapas.

- Respuesta inmediata
- Período de emergencia

2.1.2.1. Respuesta Inmediata

Según criterios de expertos se diferencia la llamada respuesta inmediata, de un momento posterior, al que denominan período de emergencia. Otros consideran que la emergencia contiene tanto la respuesta inmediata como la que sigue en los días posteriores. De forma general, existe coincidencia en torno a que la fase de emergencia es de corta duración (un mes), incluyendo la manifestación del propio fenómeno, cuando se trata de un efecto natural de impacto rápido. Sin embargo, esta fase de emergencia puede ser más

prolongada cuando enfrenta un fenómeno de larga duración, como es el caso de una sequía, por ejemplo.

En esta etapa de emergencia inmediata, se incluye la puesta en práctica de acciones que tienen por objeto el rescate de vidas, la reducción del sufrimiento y angustia de las personas afectadas y la disminución, hasta donde sea posible, de las pérdidas materiales.

2.1.2.2. Período de emergencia

La etapa general de emergencia abarca la asistencia médica para la población afectada, el rescate de personas y cuerpos, la reubicación temporal en albergues de las familias damnificadas, el suministro de alimentos y abrigo, el apoyo logístico y la evaluación preliminar de daños. El cumplimiento del plan de emergencia establecido, los niveles de coordinación interinstitucional y la activa participación de la sociedad civil, son fundamentales en esta etapa.

2.1.3. Tercera fase (después)

Después de transcurrido el fenómeno se gesta el proceso de recuperación de las poblaciones afectadas; aquí intervienen las etapas de rehabilitación y reconstrucción. Es importante tener en cuenta que después del desastre es posible que el período de emergencia declarado temporalmente, no tenga necesariamente correspondencia con la emergencia e impacto real que experimentan las víctimas. Es decir, cuando se habla formalmente del inicio de las fases de rehabilitación y reconstrucción, es posible que muchas personas vivan en esos mismos momentos en condiciones de emergencia real, por lo que no pueden descuidarse las acciones específicas para seguir atendiendo la emergencia.

Muchas veces el impacto nocivo de un fenómeno o emergencia, evidencia una emergencia social y económica permanente y previa, vivida por la comunidad.

De esa forma, en la actualidad, las etapas de rehabilitación y reconstrucción han dejado de ser vistas como actividades que pretenden devolver a la sociedad afectada sus condiciones preexistentes de vida; todo lo contrario, surgen como posibilidades para dirigir a la población afectada hacia un nuevo camino de desarrollo sostenible.

2.1.3.1. Rehabilitación

Es el proceso de recuperación a corto plazo de los servicios básicos de salud y alimentación, así como los de energía, agua, vías de acceso, transporte y comunicaciones, dando inicio a la reparación de los daños físicos, psicosociales y económicos.

La evaluación y cuantificación de los daños para la solicitud de cooperación nacional e internacional forma parte de esta etapa. El objetivo de esta fase consiste en poner en pie el funcionamiento básico de comunidad afectada.

2.1.3.2. Reconstrucción

Identificada como la última dentro del ciclo de los desastres, tiene como objetivo fundamental dejar implementado un desarrollo igual o superior al existente antes del desastre. Se trata, por tanto, de una actuación a mediano y largo plazo.

El desarrollo de estrategias integrales que fomenten la reactivación de las fuentes de trabajo, la canalización y orientación de los recursos, el establecimiento de sistemas de crédito para la reconstrucción de viviendas, infraestructura y actividades productivas, políticas y programas de uso de tenencia de tierras, la participación de la sociedad civil con mayores niveles de organización, coordinación y toma de decisiones, entre otros, constituyen acciones de esta última etapa; todas ellas con intención de construir un mejor estado de existencia y promover estructuras, tanto físicas como institucionales y sociales menos vulnerables a los ataques a un futuro evento físico.

Dicho de otra manera, la reconstrucción efectiva debe contener obligadamente un proceso de transformación social, en términos generales, y un proceso de prevención de desastres.

3. PROCESO DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES

3.1. Evaluación y análisis de vulnerabilidades

En esta etapa es donde se inicia el trabajo de campo en el que se interrelaciona el investigador con la población dentro de las comunidades a evaluar. El término evaluar se utiliza como sinónimo de “escudriñar” dentro de la comunidad para detectar sus fortalezas y debilidades, que traducido al tema de riesgo son sus condiciones en riesgo cero y sus vulnerabilidades, en las distintas situaciones, dependiendo de los ámbitos particulares, ya que no se puede generalizar el grado de riesgo que tiene un asentamiento con otro distinto, debido a sus condiciones físicas.

Se dice ámbitos particulares porque lo que para un asentamiento representa un alivio, como por ejemplo: en el caso de tener una vía inmediata por donde se puedan evacuar las aguas pluviales, haciendo el grado de riesgo casi cero, debido a que la ruta de desfogue se encuentra totalmente fundida de concreto, ya que es una vía de paso para la movilización de las personas, disipando la velocidad del fluido por el desarrollo de gradas de las que se compone este paso.

Para otro asentamiento sería una verdadera causa de colapso, que a medio asentamiento pasara una avenida debido a la precipitación en ese momento, tomando el agua el curso que se le facilite para alcanzar un nivel bajo, produciendo este recorrido una grave erosión hidráulica a su paso, arrasando con cuanta instalación se ponga en su camino.

3.1.1. Método de consulta de campo

La consulta de campo se realiza para lograr a detalle la realidad de la situación que la población está padeciendo, en cuanto a los niveles de vulnerabilidad y amenazas existentes, en sus distintos aspectos.

- Se hace el recorrido en el asentamiento en compañía de personas que integran el comité de vecinos con el propósito de que manifiesten los problemas con que la población del asentamiento convive cotidianamente.
- Se analiza la trayectoria de agua de escorrentía.
- Se verifica si existen puntos donde pueda acumularse el agua de escorrentía.
- En caso de que el asentamiento cuente con servicios básicos de saneamiento, verificar la condición de esas instalaciones. De no ser así, se inspecciona la manera en que actualmente canalizan las aguas servidas y desechos sólidos.
- Se verifica si el asentamiento cuenta con alumbrado público.
- Se verifican las condiciones de los caminamientos (si son de tierra o fundidos con concreto).
- Se inspecciona el método de construcción de las viviendas.

3.1.2. Análisis e interpretación de los riesgos

Para comprender la vulnerabilidad como uno de esos dos principales componentes del riesgo, es imprescindible anotar que de ningún modo la lectura de las vulnerabilidades es estática, sino muy dinámica, por cuanto no se trata solo de retratar el listado de las vulnerabilidades que adolece una comunidad, sino de dos pasos más certeros: descubrir las interacciones y dependencias que las relacionan entre sí, reconocer los grados de importancia o de influencia de unas respecto de otras.

En otras palabras se debe entender a la vulnerabilidad efectiva, como lo que le hace falta a la comunidad para tener la capacidad total para evitar o contrarrestar el desastre. Es decir:

$$Cr = Ct - V$$

Donde, Cr es la capacidad real que posee determinada comunidad, Ct es la capacidad total nominal que podrían tener (contar con todo lo necesario) y V es la vulnerabilidad que presenta. Por lo tanto:

$$V = Ct - Cr$$

De esa manera, la noción del riesgo (riesgo = amenaza x vulnerabilidad) puede ser planteada, en relación con las capacidades.

$$R = A \times (Ct - Cr)$$

En esta perspectiva se reconoce la importancia de incrementar las capacidades reales de una comunidad para disminuir su riesgo, porque cuanto

mayor sea Cr, la vulnerabilidad tendrá que disminuir. En una situación ideal se lograría un valor próximo a cero, lo que supondría la tendencia a la eliminación del riesgo.

Ahora bien, a continuación se presenta a manera de ejemplo una boleta elaborada para la identificación y evaluación de riesgo en proyectos de inversión pública, la cual se utiliza en el análisis de riesgo de los asentamientos:

Tabla III. **Boleta de identificación y evaluación de riesgo en proyectos de inversión pública**

Sistema nacional de inversión pública, SNIP. Boleta de identificación y evaluación de riesgo en proyectos de inversión pública. Proyecto: construcción de muros de contención Localización: asentamientos ciudad de Guatemala.			Nula	Mínima	Moderada	Severa	Baja	Media	Alta	Extrema	Total = A x V
Origen del Evento	Factor	Tipo de evento	Amenaza				Vulnerabilidad				R = amenaza x vulnerabilidad
			1	4	8	10	2	4	8	10	
Naturales	Meteorológicos	Huracanes, sifones, tifones									
		Tornados (vientos fuertes)									
		Tormenta tropical									
		Onda térmica fría									
		Onda térmica cálida									
	Topográficos o geotécnicos	Inundaciones									
		Sequías que provocan pérdidas agrícolas									
		Otros especifique									
		Derrumbes									
		Deslizamientos									
	Tectónicos o geológicos	Lahares									
		Flujo de lodo y agua									
		Otros									
		Terremotos (sismos)									
		Erupciones volcánicas									
Antropico social	Derechos humanos	Maremotos (tsunamis)									
		Otros									
		Violación de derechos humanos									
		Genera pobreza y exclusión social (discapacidad)									
		Ocurrencia de epidemias									
	Seguridad ciudadana	Otros									
		Asesinatos y crímenes									
		Delincuencia organizada									
		Delincuencia común									
		Conflictos limítrofes									
	Entorno politico economico social	Ocurrencia de guerra									
		Ocurrencia de terrorismo									
		Otros									
		Crisis política (pérdida democracia)									
		Crisis gobernabilidad (alteración orden público)									
	Manejo del ambiente	Crisis económica (empobrecimiento)									
		Crisis social (conflictos entre pobladores)									
		Otros									
		Destrucción de habitats naturales									
		Radiación solar intensa									
	Accidentes	Descarga de sólidos y líquidos a cuerpos de agua									
		Descarga de partículas sólidas al aire									
		Contaminación de suelos									
		Sobreesplotación de recursos naturales									
		Desertificación									
Incendios forestales											
Otros											
Fallas industriales y tecnológicas											
De transporte aéreo, acuático y terrestre											
Derrame de productos petroleros											
Depósitos industriales y químicos											
Colapso de estructuras											
Explosiones											
Centrales eléctricas, térmicas y geotérmicas											
Oleoductos											
Coheterías											
Urbanización desordenada											
Edificios, ruinas, monumentos abandonados											
Otros											

Fuente: Segeplan. www.segeplan.gob.gt. Consulta: fecha 29 de marzo de 2014.

3.1.3. Mapa de riesgo

El mapa de riesgos es el plano general de la comunidad, que muestra áreas pobladas, zonas de cultivos, caminos y demás elementos que, en caso de producirse un desastre, podrían resultar afectados. También muestra elementos o lugares potencialmente peligrosos tales como volcanes cercanos, zonas que se pueden inundar o pastizales muy secos que pueden incendiarse. Además muestra todos los recursos como personas y cosas que pueden ayudar a la comunidad a prepararse y protegerse, como la estación de bomberos.

Los mapas de riesgos ayudan a entender las amenazas y peligros en la comunidad y motiva a la población a tomar acciones para prevenir o reducir los efectos de un posible evento. Por ejemplo, indican las escuelas u otros edificios importantes que están en lugar de mayor riesgo ante un deslizamiento. También ayuda a que las personas se preparen mejor en caso de emergencia; por ejemplo, indica dónde están los edificios más seguros o por cuáles vías se debe ir si ordenan evacuar la zona. De este modo, cada persona de la comunidad sabrá qué hacer.

3.1.4. Nivel de riesgo

Se refiere a la gravedad de la amenaza que afecta a una población, en cuanto a condiciones físicas, más el desarrollo de determinado fenómeno natural o antrópico social. Se clasifican en:

- Nula: cuando no se puede apreciar.
- Mínima: cuando es visible, sin importancia para la estabilidad del sistema.
- Moderada: cuando la alteración es notable, pero en un ámbito reducido.

- Severa: cuando la alteración es notable y extensa, y hay consecuencias dañinas y mortales.

El grado de capacidad de la población para disminuir el riesgo en cuanto a la vulnerabilidad puede ser:

- Baja: cuando la población es afectada en forma mínima, y no existe peligro de muerte.
- Media: cuando la población es afectada focalmente, existe peligro de muerte.
- Alta: cuando la población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte.
- Extremadamente alta: cuando la población es afectada en forma extensa, existe peligro de muerte y no tiene capacidad de recuperación.

En cuanto a los aspectos considerados y ponderados, se aplica la ecuación general donde tienen lugar los factores de riesgo, dando como resultado el bajo riesgo, medio riesgo y alto riesgo.

3.1.4.1 Alto riesgo

Implica que las condiciones de asentamiento para vivienda en determinado sitio son tan extremas, que cualquier amenaza por mínima que parezca, puede causar un desastre tan severo, donde se pueden originar muertes de los habitantes; este riesgo no puede mitigarse.

3.1.4.2 Medio riesgo

Se da cuando la consecuencia puede alcanzar resultados fatales; pero da lugar a utilizar medidas de mitigación para reducir el riesgo a casi cero.

3.1.4.3. Bajo riesgo

Cuando las consecuencias no son fatales, como por ejemplo: una vivienda cuyo nivel de piso se eleva 1,00 metros sobre el nivel bajo, el terreno sobre el que se encuentra con una lluvia intensa que produce erosión por escorrentía, puede ocasionar un derrumbe pero no muertes.

3.1.4.4. Cero riesgo

Cuando la población no está expuesta a ninguna amenaza.

3.1.5. Criterio de habitabilidad

Es la decisión que se toma con base en los resultados anteriores, si determinada población se encuentra fuerte o levemente amenazada y representa un riesgo el asentamiento de esa población en ese lugar. Este criterio de “habitabilidad”, se puede clasificar en:

- Habitable
- Habitable – estable
- No habitable

3.1.5.1. Habitable

Es habitable cuando solamente una amenaza severa puede llegar a afectarle; se refiere a una población en la cercanía de los barrancos o en la ladera de ellos, en el cual se produjera la licuefacción del suelo, o en su defecto algunos de los tipos de deslizamientos mencionados con anterioridad.

3.1.5.2 Habitable–estable

Se refiere a la minimización del riesgo con una medida de mitigación, pudiendo ser esta un muro de contención, una canalización para el agua de lluvia, un área de concreto enclavado para evitar la erosión por escorrentía de una ladera, etc. Es decir, es una obra de mitigación adecuada para prevenir el riesgo, en caso de que suceda un fenómeno natural que amenace a la población.

3.1.5.3. No habitable

Al ser diagnosticado un alto peligro para las personas que pudieran habitar cierta área, debido a que la amenaza no desaparece ni se logra mitigar con ninguna medida, se considera la propuesta de una reubicación. En nuestro medio no es tan fácil que las personas acepten este tipo de diagnóstico técnico debido a que mezclan su seguridad con lo sentimental.

4. COMPONENTES DEL RIESGO

4.1. Componentes básicos del riesgo en asentamientos

El análisis de riesgos pasó de ser una simple función a convertirse en un área esencial de la gestión de riesgos, que permite bajo un uso sistemático de la información disponible, determinar la probabilidad de ocurrencia de ciertos eventos adversos, así como la magnitud de sus posibles consecuencias. Para la obtención de resultados reales y prácticos, se hará un enfoque a la situación del asentamiento Unidos por la Fe, zona 21, Guatemala, Guatemala.

Entre las actividades más relevantes se encuentran:

- Identificar la naturaleza, extensión, intensidad y magnitud de la amenaza
- Determinar la existencia y grado de vulnerabilidad
- Identificar las medidas y recursos disponibles
- Construir escenarios de riesgo probables
- Determinar niveles aceptables de riesgos, así como consideraciones costo beneficio de posibles medidas dirigidas a evitarlo o reducirlo

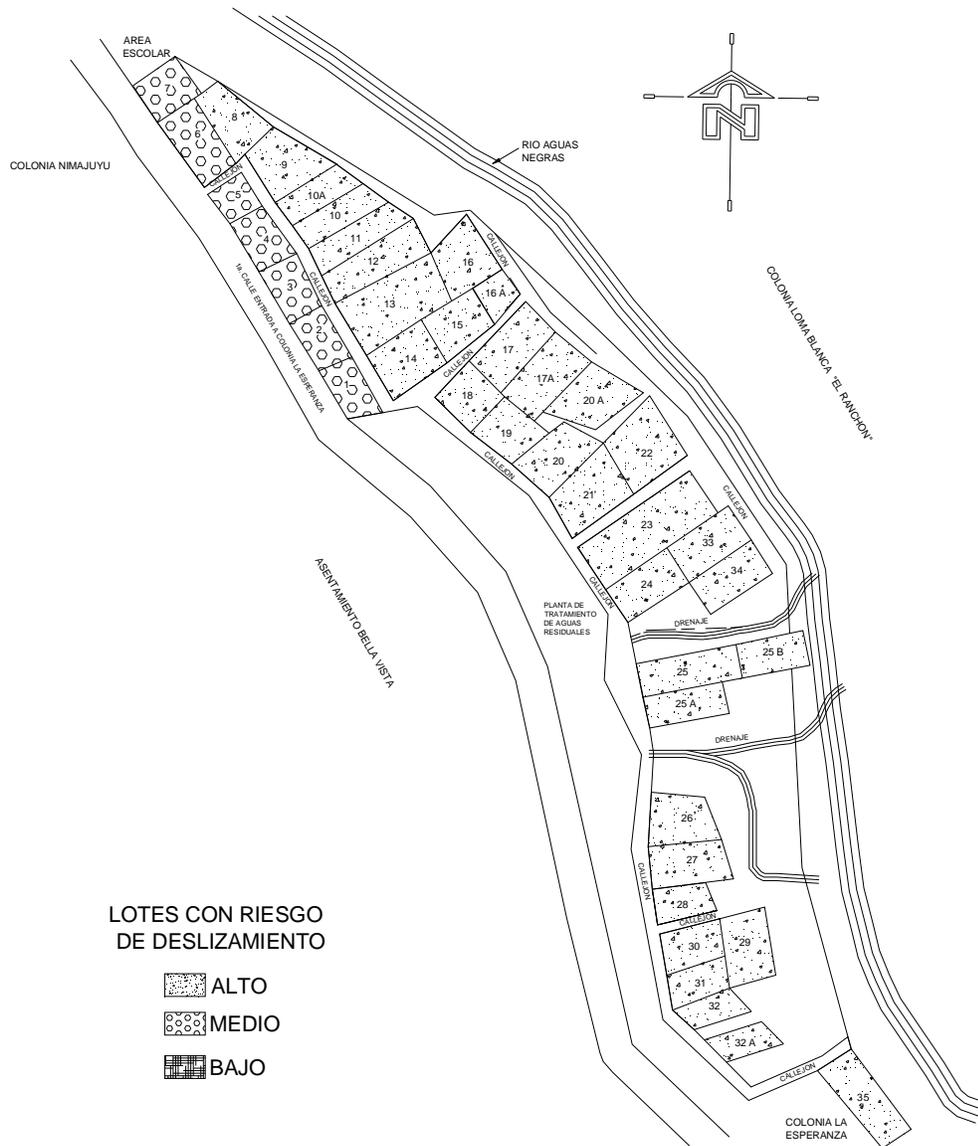
4.1.1. Amenazas en asentamiento

- Amenaza hidrológica:
 - Lluvia: el asentamiento Unidos por la Fe, cuenta con pocos caminamientos de concreto hidráulico, siendo estos en su mayoría de tierra, por lo cual se hace peligroso el paso por los mismos;

cuenta con techado de viviendas y pendientes pronunciadas, por lo cual no es sujeto a inundaciones, pero sí a saturación del terreno y deslizamientos debido a la sobrecarga en su superficie con una precipitación máxima diaria de hasta 80 mm diarios para un período de retorno de 30 años (ver mapa 3); así también el cubrimiento natural por montañas le provee un microclima húmedo que no permite que el suelo pierda humedad y se mantenga normalmente saturado.

- El asentamiento no cuenta con sistema de drenaje sanitario total que encause las aguas de manera segura hacia un sitio de desfogue, sino que cada lote hizo su propio drenaje, descargando las excretas en el río de aguas negras.

Figura 19. **Mapa de riesgo de deslizamiento, asentamiento Unidos por la Fe**



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por vecinos del asentamiento Unidos por la Fe, con programa AutoCAD.

Para evitar el deslizamiento del terreno en los lotes que están en riesgo alto se proponen las siguientes alternativas:

- Reubicación de los lotes a un lugar con suelo más estable. Siendo esta alternativa la menos práctica, por la cantidad de poblados de este tipo que haya necesidad de trasladar.
- Estabilización del talud con vegetación acorde al área en estudio. Esto es factible en las áreas destinadas como áreas verdes. Una vez haya coordinación dentro de la comunidad para negarse a ocupar esas áreas.
- En caso de que los lotes se hayan acondicionado de manera escalonada, cuya altura no sea mayor a 3,00 metros, es posible la construcción de un muro de contención económico. O en los casos de alturas mayores, entiéndase hasta 8,00 metros, se debe acondicionar el suelo en forma de talud, para recubrirlo mediante un adecuado método constructivo con contracuneta en su corona (de ser posible). Lo anterior obedece a que existen dependencias del Estado encargadas de implementar la infraestructura adecuada como medida de mitigación para este tipo de poblados. Estas dependencias pueden ser:
 - La Unidad para el Desarrollo de Vivienda Popular (UDEVIPO)
 - Fondo Social de Solidaridad (FSS)
 - Combate a la Pobreza Urbana (CPU)
 - Dirección de Asentamientos Humanos y Vivienda (DAHVI).
- Entendiéndose de que cualquier corte de suelo para implementación de infraestructura de mitigación de riesgo, debe hacerse conforme a criterio

técnico de profesional que entienda de medidas de mitigación para la prevención de riesgo.

- Canalización optimizada de aguas pluviales en la ladera propiciando una contracuneta en la corona de los taludes, forzando el recorrido del agua recolectada en la misma, de manera que no sea perjudicial para el vecino inmediato de la parte baja a su lote, que generalmente es una vecindad lateral. El fluido puede ser canalizado, dirigiéndolo hacia la parte frontal del lote, dando al callejón o a la parte posterior que tribute hacia una cuenca, según sea el caso.

Para evitar el deslizamiento y la protección de seres humanos, evitando algún tipo de catástrofe, se proponen las siguientes alternativas:

- Construcción de caminamientos de concreto para que funcionen como canales abiertos con pendientes adecuadas, forzando que el agua se encause hasta un punto de desfogue, de manera que no afecte a la población en su recorrido y llegue sin dificultad al río de aguas negras que pasa en el fondo del barranco.
- En el caso de peligro por deslizamiento extremo, se recomienda no habitar las áreas, sino más bien colmarlas de vegetación adecuada para que las raíces funcionen como redes y puedan contener el material natural de suelo, evitando además que el vecindario lo tome como botadero de basura.

De acuerdo con lo indicado por los vecinos, las crecidas máximas en la época de lluvia son menores, esto debido a que la topografía favorece a la evacuación de las aguas pluviales.

Respecto de las inundaciones y debido a la topografía del asentamiento, no existen áreas planas o susceptibles a inundación. Tampoco existen áreas planas ni depresiones sin desfogue que puedan almacenar agua estancada, ya que las pendientes que presentan los caminamientos favorecen la descarga de las aguas pluviales.

En relación con áreas expuestas a procesos erosivos y debido a la eliminación de la cubierta vegetal, la mayor parte del asentamiento está expuesto a procesos erosivos.

La sequía no es aplicable al asentamiento bajo estudio, pues se ubica en el cinturón periurbano de la ciudad de Guatemala.

Debido a las pendientes de la parte alta del asentamiento y a la cercanía con el río de aguas negras, los lotes del borde de la ladera se encuentran en riesgo alto; en estos lotes se encontraron materiales propensos a la erosión.

4.1.1.1. Identificación y clasificación de tipos de fenómenos

- Deslizamientos: debido a la geomorfología del sector, así como a su topografía y litología, el asentamiento Unidos por la Fe, se encuentra en una zona con susceptibilidad alta a deslizamientos; esto se debe principalmente a las pendientes que presenta la parte alta del asentamiento, haciéndolo peligroso, no apto para el desarrollo de vivienda en su mayor parte; principalmente los que se encuentran en las partes altas del caminamiento o presentan un suelo altamente permeable y erosivo.

Figura 20. **Área en riesgo alto**

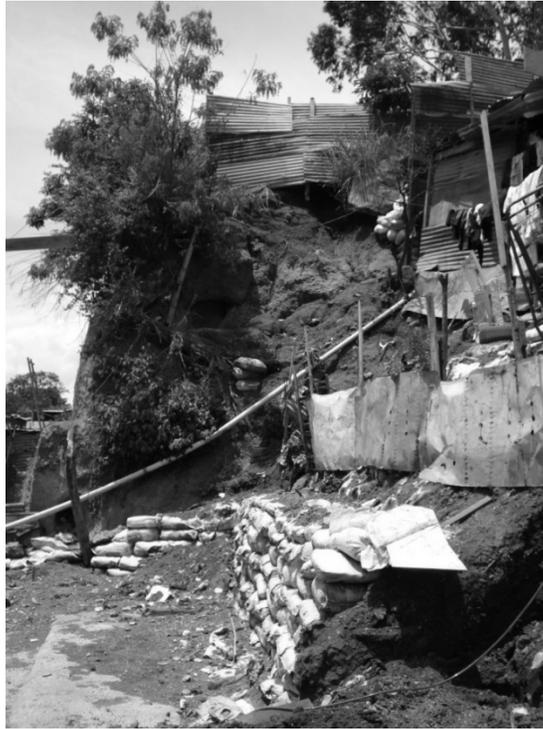


Fuente: asentamiento Unidos por la Fe.

Se recomienda reubicar a los habitantes del lote, debido a la inestabilidad del suelo y para evitar pérdidas humanas.

- Derrumbes: debido a la geomorfología, topografía y litología, se han presentado derrumbes de poca consideración en el asentamiento en cuestión, en la ladera del barranco. En la fotografía se muestra un peligro latente que es imprevisto al momento de un desprendimiento de material como lo evidencia la fotografía.

Figura 21. **Peligro existente por desprendimiento de material**



Fuente: asentamiento Unidos por la Fe.

La vivienda ubicada en la parte de arriba corre peligro, por lo cual debe reubicarse.

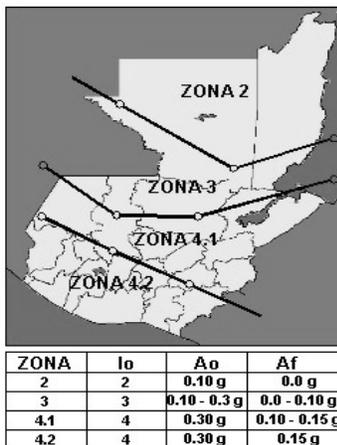
- Flujos de lodo: debido a la ubicación del asentamiento, en la parte alta no se considera significativo este aspecto, ya que posee estratos en el suelo con un índice alto de porosidad, mientras que en la parte baja sí existe este problema debido a que pasa el río de aguas negras.
- Escombros: para el caso del asentamiento en general no es significativo este problema, ya que no se observaron escombros en ninguno de los dos sectores del asentamiento.

- Evolución y mapeo de fenómenos: no se reportaron fenómenos como deslizamientos, flujos de lodo, derrumbes, entre otros, para el período durante y después de la lluvia.
- Mecánica de suelos o geotécnica, análisis de pendientes topográficas: de acuerdo con la nomenclatura de suelos, el asentamiento presenta la siguiente estratigrafía.
 - Suelo arcillo-limoso-arenoso: este es producto de la intemperización y meteorización del material piroclástico; su espesor no es muy variado y oscila entre 0,20 a 1,00 metro; sus condiciones mecánicas son bajas, es decir guarda mucha humedad y su índice de plasticidad tiende a ser alto; su valor soporte como material de fundación es relativamente bajo, del orden de los 6.00 ton/m² a los 12 ton/m².
 - En el segundo estrato se tiene un limo arenoso, se describió en el renglón geológico como Tefra L; sus condiciones mecánicas son: el contenido de humedad puede ser alto, pero no así su índice de plasticidad, su valor soporte es de bueno a muy bueno; es decir de 15 a 22 Ton/m²; su potencia es de 20 a 40 metros de espesor.
- Amenaza sísmica:
 - Fuentes sísmicas y fallas geológicas superficiales: el asentamiento está ubicado en una zona que de acuerdo con la zonificación propuesta por AGIES es denominada como 4,2; lo que significa que podrían esperarse aceleraciones del terreno del orden de 0,30 g, que equivale a un índice de sismicidad a 4,2; tiende a aumentar posibilidad de que ocurra un evento sísmico que pueda tener

consecuencias en la zona, debido a la generación de grandes movimientos telúricos, asociados a la zona de subducción y al sistema conformado por las fallas del Motagua y Polochic.

- El sector, así como el valle de Guatemala, se encuentran también expuesto a la activación de fallas secundarias, tales como la de Mixco y Santa Catarina Pinula, que generan eventos sísmicos moderados, pero cercanos y superficiales. Todas estas fuentes sísmicas pueden causar la activación de fracturas en el terreno y el disparo de deslizamientos en laderas, en las que las fracturas de las mismas no se puedan notar físicamente, pero se encuentran ahí latentes, o bien ya se haya provocado el inicio de la desestabilización en el suelo a consecuencia de las lluvias, dejando prácticamente muy susceptible la zona a fracturas y deslizamientos, para cuando se genere un evento sísmico.

Figura 22. **Zonificación sísmica para la República de Guatemala**

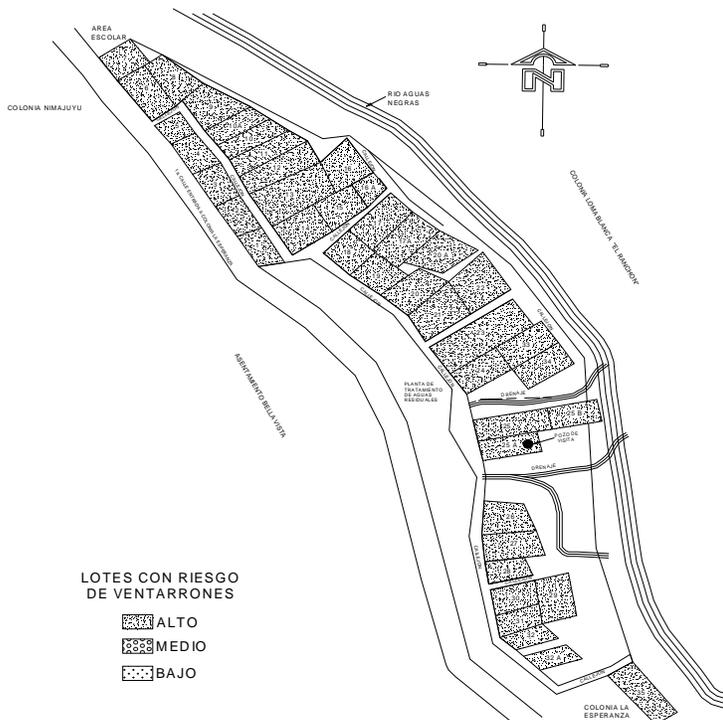


Fuente: Agies. www.agies.com. Consulta: 08 de abril 2014.

4.1.1.2. Amenazas por factores climáticos y meteorológicos

Ventarrones: la probabilidad de estos fenómenos en ciudad de Guatemala son bajos, pero puede suceder, debido que las estructuras del asentamiento presentan poca resistencia, ya todas las viviendas están construidas con paredes y techos de lámina. Este tipo de fenómenos aumenta el riesgo de una catástrofe.

Figura 24. Plano de terrenos expuestos a ventarrones



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

- Temperaturas extremas: este renglón en la ciudad de Guatemala y sus municipios no es aplicable.
- Incendios: es importante mencionar que el asentamiento Unidos por la Fe está ubicado en una zona con poca vegetación circundante, y el riesgo por peligro de incendio es bajo.

4.1.2. Vulnerabilidades en asentamiento

Se harán estudios de campo para determinar realmente las vulnerabilidades del asentamiento Unidos por la Fe; zona 21 en el municipio de Guatemala, departamento de Guatemala.

4.1.2.1 Física

Ubicación: el asentamiento Unidos por la Fe, del municipio de Guatemala, en el departamento de Guatemala; se ubica en la latitud de 14° 32' 36.27" N, y longitud de 90° 32' 50.82" O, elevación promedio 1 367 msnm. Sus colindancias son: al norte con la colonia Nimajuyú y el asentamiento Nuestra Realidad; al sur con la planta de tratamiento de aguas residuales de la colonia Nimajuyú; al este con la colonia Loma Blanca, y al oeste con el asentamiento Bella Vista y la planta de tratamiento de aguas residuales.

- Tamaño de los lotes: en el asentamiento se censaron un total de 40 lotes; esto porque en uno no se encontraban habitantes al momento de realizar la encuesta y no se pudo ingresar; los lotes número 16A y número 32A no están ubicados en el plano proporcionado por UDEVIPO, y solo se agregaron al mismo; el gran total de todo el asentamiento es de 41 lotes. Los lotes son de tamaños variados, pero en promedio tienen las

dimensiones aproximadas de 4 a 6 metros de ancho por 6 a 15 metros de largo, dependiendo del espacio que las condiciones del terreno les ha permitido para la construcción de sus viviendas.

Figura 25. **Identificación del asentamiento Unidos por la Fe, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala**



Fuente: Google. www.googleearth.com. Consulta: 08 de abril de 2014.

- Uso de los lotes: la mayoría de los lotes se utilizan como viviendas, hay algunos como el caso del lote 6, donde se encuentra una tienda de artículos de primera necesidad y una tortillería, y el 3, donde también se encuentra otra tienda de artículos de primera necesidad. En los siguientes lotes no se encontraba nadie al momento de realizar la encuesta, por lo tanto no fue posible realizar la inspección visual y constatar para qué se utilizan los lotes.

- Infraestructura y equipamiento urbano: el asentamiento fue fundado hace 3 años; en la actualidad cuenta con 41 lotes habitados. La infraestructura de todas las viviendas es improvisada; utilizan materiales disponibles, tales como lámina, madera y piso de concreto o de tierra; se han construido gradas de tierra y madera; no se dispone de un sistema de alumbrado público, ni sistema total de alcantarillado sanitario; tampoco cuentan con el sistema de alcantarillado para aguas pluviales. Es importante mencionar que en los lotes 25A, 6 y 7, se encuentra un pozo de visita expuesto, lo que puede provocar problemas a la hora de realizar mantenimiento a este sistema de drenaje.
- Topografía: la topografía del lugar es escarpada en la parte que colinda con el río de aguas negras con pendiente superior al 30 %; mientras que en la parte superior del asentamiento la pendiente es poca, es decir el terreno es casi plano en un 10 %.
- Energía eléctrica: el asentamiento no cuenta con red de energía eléctrica en funcionamiento, proviene de un poste de luz de la colonia Esperanza, que abastece a la mayoría de lotes.
- Abastecimiento de agua potable: el asentamiento cuenta en un 100 % con el servicio de agua potable, brindado por la Empresa Municipal de Agua (Empagua), a través de 4 chorros comunitarios colocados de forma separada para abastecer a todos los lotes.
- Servicios de comunicación: la mayoría de personas encuestadas indicaron que no cuentan con servicio telefónico domiciliario fijo; sin embargo confirmaron que hacen uso en la mayoría de los casos de la telefonía móvil celular.

- Áreas de recreación: no existen áreas de recreación en el asentamiento, ni en sus cercanías.
- Aguas servidas y desechos sólidos: el asentamiento Unidos por la Fe, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala, no cuenta con un sistema de drenaje sanitario; cada lote hizo su drenaje con tubería PVC con destino al río de aguas negras. En el caso de los desechos sólidos, los vecinos de ambos sectores, en un 93 %, pagan por el servicio de extracción de basura.
- Alumbrado público: el asentamiento no cuenta con el servicio de alumbrado público.
- Disposición de excretas: la mayoría de la población tiene el servicio de drenaje sanitario de manera individual, con tuberías de PVC que desfogan en el río de aguas negras, y como se mencionó anteriormente, todo el asentamiento no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario.
- Drenajes pluviales: no existe sistema de drenaje pluvial en todo el asentamiento, por lo que las personas han encauzado el agua por los caminamientos y calle principal, hasta llevarla al río de aguas negras.

4.1.2.2. Técnica

- Estructura: la estructura de las viviendas en el asentamiento, en su totalidad es informal, con vigas y columnas de madera para las que cuentan con techo y paredes de lámina y con piso de tierra; es importante mencionar que esto depende del nivel económico de las familias, y del tiempo que tiene el asentamiento.

- Tipo de material: según datos obtenidos mediante el censo, para el asentamiento Unidos por la Fe, se evidenció que los vecinos utilizaron lámina como principal material de construcción; por lo tanto la mayoría de viviendas es informal. Además, es importante mencionar que se indica como vivienda informal a las que tienen paredes de lámina, piso de tierra, techos de lámina y columnas de madera.

Tabla IV. **Materiales de construcción**

TOTAL	COMPONENTES										Total
	Pared					Techo		Piso			
MATERIALES	Block	Lamina	Madera	Cartón	Otro	Lamina	Concreto	Cemento	Tierra	Otro	
Paredes	0	39	1	0	0						40
Techo						40	0				40
Piso								6	34	0	40
Total de lotes											40

Fuente: elaboración propia.

En general la vivienda en el asentamiento es de lámina; la mayoría de familias cuenta con tres ambientes, entre ellos dormitorio, cocina, y servicio sanitario.

- Servicios: la muestra de 41 lotes habitados, de los cuales uno no fue encuestado porque no se encontraban habitantes; cuenta con los diferentes servicios y en variados porcentajes.

Tabla V. **Servicios básicos**

Servicios	Sí	%	No	%	% total	Total hogares
Agua potable	40	100,00	0,00	0,00	100,00	40,00
Drenaje sanitario	40	100,00	0,00	0,00	100,00	40,00
Vías pavimentadas	0	0,00	40,00	100,00	100,00	40,00
Drenaje pluvial	0	0,00	40,00	100,00	100,00	40,00
Energía eléctrica	0	0,00	40,00	100,00	100,00	40,00
Extracción basura	37	92,50	3,00	7,50	100,00	40,00
Servicio telefónico fijo	0	0,00	40,00	100,00	100,00	40,00
Televisión	33	82,50	7,00	17,50	100,00	40,00
Cable	24	60,00	16,00	40,00	100,00	40,00

Fuente: elaboración propia.

Se puede concluir que en el asentamiento existe la necesidad de complementar algunos servicios básicos, ya que poseen agua potable, pero no drenaje sanitario y pluvial, vías de acceso adecuadas y servicio de telefonía fija, para todo el asentamiento; de igual forma el servicio de luz eléctrica.

4.1.2.3. Social

El asentamiento en general cuenta con un comité de vecinos organizado de la siguiente manera: presidente, vicepresidente; secretaria; vocal primero; vocal segundo y vocal tercero.

- Educación: existen en los alrededores del área de estudio un centro educativo, de nivel preprimario y primario, no así de nivel secundario y diversificado.

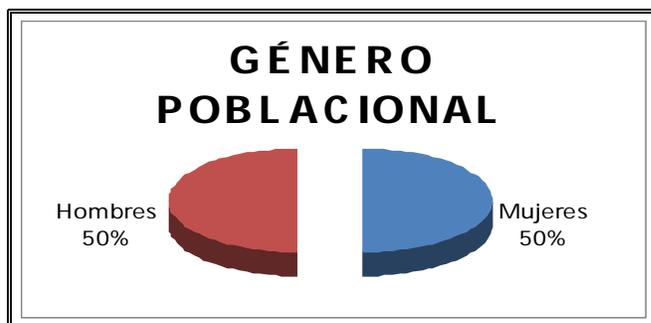
- Salud: cada individuo soluciona sus necesidades de acuerdo a la envergadura del problema, en centros públicos o privados ubicados en las diferentes zonas de la ciudad de Guatemala, dependiendo del estatus del afectado y de la disponibilidad de medios económicos.
- Unidad de bomberos: no existe ninguna unidad o cuerpo de bomberos cercana al asentamiento.
- Población:
 - Población urbana y rural: según el levantamiento realizado por esta empresa en junio de 2009, en el asentamiento Unidos por la Fe, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala; se cuenta con un total 194 habitantes, distribuidos en 40 lotes censados.
 - Población por género: según los datos de la muestra analizada en 40 viviendas, se tiene que el 50 % del total de la población son mujeres y el 50 % son hombres.

Tabla VI. **Población por género**

Género	Cantidad
Mujeres	97
Hombres	97
Total	194

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Género poblacional, asentamiento Unidos por la Fe**



Fuente: elaboración propia.

- Población por edades: a continuación se presenta la población por edades, para cada uno de los sectores del asentamiento.

Tabla VII. **Población por edades**

Edades	Mujeres	%	Hombres	%	
0 a5	20	10,31	14	7,22	
5 a 10	18	9,28	19	9,79	
10 a 15	11	5,67	17	8,76	
15 a 20	10	5,15	12	6,19	
20 a 25	7	3,61	6	3,09	
25 a 30	13	6,70	3	1,55	
30 a 35	4	2,06	9	4,64	
35 a 40	6	3,09	11	5,67	
40 a 45	3	1,55	2	1,03	
45 a 50	2	1,03	3	1,55	
50 a 55	0	0,00	0	0,00	
55 a más	3	1,55	1	0,52	
Total	97	50,00	97	50,00	194

Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Población por edades, asentamiento Unidos por la Fe**



Fuente: elaboración propia.

4.1.2.4. Cultural

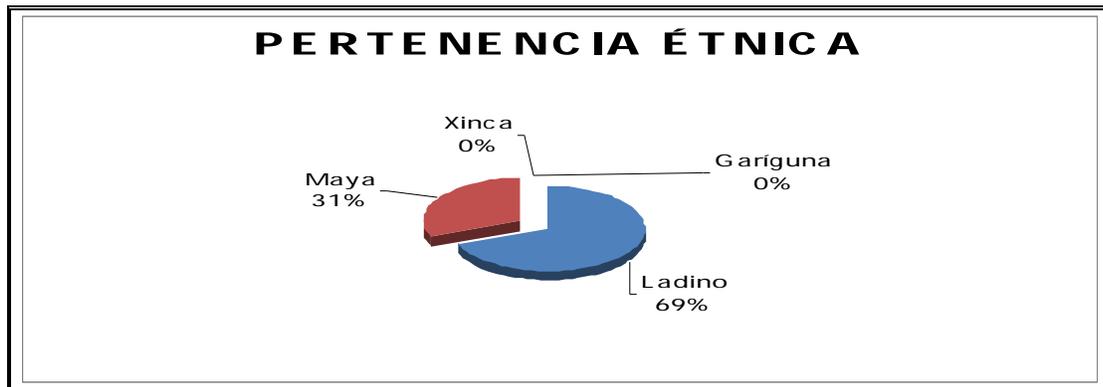
Para el municipio de Guatemala, el 31 % de la población pertenece a algún grupo étnico indígena, mientras el 69 % al grupo étnico ladino. A continuación se muestra la distribución étnica total en el asentamiento.

Tabla VIII. **Pertenencia étnica**

Etnia	%	Habitantes
Ladino	69	134
Maya	31	60
Xinca	0	0
Garígunas	0	0
Total habitantes	100	194

Fuente: elaboración propia, con información de los vecinos del asentamiento Unidos por la Fe.

Figura 28. **Población étnica, asentamiento Unidos asentamiento Unidos por la Fe**



Fuente: elaboración propia.

- Tasa de crecimiento: según datos del XI Censo Nacional de población y VI de habitación, el crecimiento poblacional desde 1994 al 2002, para el departamento de Guatemala es de 4,17 %, utilizando el método de crecimiento aritmético. En relación con los datos obtenidos del periodo correspondiente a los años 1981 a 1994 son de 2,52 %, mientras que el resultado del período 1981 a 2002 es de 3,20 %.
- Idioma: el idioma predominante en el asentamiento es el español, aunque existe un número reducido de personas que hablan kakchiquel, mam, y quiché, siendo ellos de la tercera edad o de familias en las que prevalece su identidad cultural.
- Escolaridad: se estima que el 75 % de la población sabe leer y escribir y un 25 % no, pero este porcentaje se debe a niños que todavía no asisten a la escuela; un 6 % de la población adulta es analfabeta. Otro indicador educativo obtenido es el índice de escolaridad en el cual, según las

encuestas, un 79 % de la población infantil con edad escolar asiste a la escuela primaria, y un 21 %, a la escuela secundaria.

La distancia del parque central de la ciudad capital hacia el asentamiento es de solamente 13,16 kms. A los habitantes se les facilita el acceso a los centros educativos superiores, existiendo en el área cercana establecimientos de nivel primario.

4.1.2.5. Ideológica

- Religión: el 26 % de la población practica la religión católica, 72 % la religión evangélica y 3 % otra o ninguna religión. En el área de estudio no existe iglesia católica ni evangélica, por lo que los vecinos del lugar frecuentan la que ellos crean pertinente en los alrededores del asentamiento.

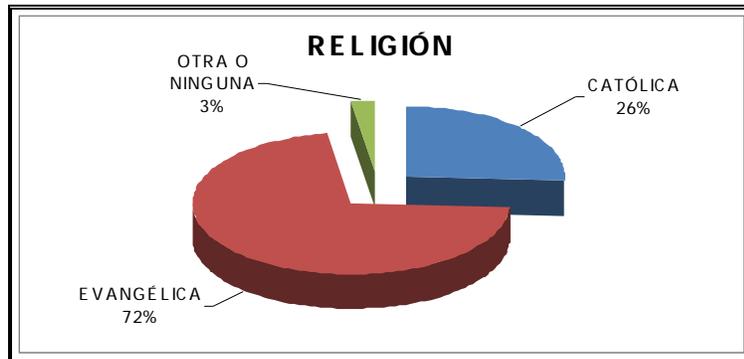
A continuación se presentan las gráficas del credo religioso de la población total.

Tabla IX. **Práctica religiosa**

Religión	%	Cantidad personas
Católica	26	50
Evangélica	72	139
Otra o ninguna	3	5
Total		194

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Práctica religiosa, asentamiento Unidos por la Fe**



Fuente: elaboración propia.

4.1.2.6. Económica

- Cantidad de familias: en el asentamiento se ubican de 41 familias; se encontró un lote en el cual no había nadie al momento de llevar a cabo el censo.
- Situación habitacional: según censo realizado en el asentamiento, se tiene que la cantidad promedio de habitantes es de 5 por vivienda.
- Trabajo y empleo: según información del censo de noviembre de 2002 realizado por el Instituto Nacional de Estadística, se tiene que el 36,45 % de la población del municipio de Guatemala se encuentra dentro de la población económicamente activa; la población económicamente activa en agricultura es de 55 %, mientras que en industria es 15 %; y en servicios, de 30 %. Para el asentamiento Unidos por la Fe; se tiene que un 87 % de población es económicamente activa un 13 % de la población que no trabaja y 13 % que trabaja pero informalmente.

A continuación se presentan las tablas que contienen información consolidada del asentamiento total:

Tabla X. **Población económicamente activa**

SEXO	JORNALEROS	COMERCIANTES	OTRO	TOTAL
HOMBRES	29	5	3	37
MUJERES	11	12	20	43
TOTAL				80

Fuente: elaboración propia.

De los datos tabulados anteriormente, de los 40 jornaleros 29 son hombres y 11 mujeres; de los 17 comerciantes, 5 son hombres y 12 mujeres; de los 23 en la columna de otra ocupación, 3 son hombres y 20 mujeres.

Tabla XI. **Ingreso por familia**

INGRESO POR FAMILIA	
DE 1 A 1000	2
DE 1001 A 2000	27
DE 2001 A 5000	11
Total de lotes	40

Fuente: elaboración propia.

- Ingresos familiares: según datos obtenidos mediante la boleta de evaluación socioeconómica, la población del asentamiento tiene un ingreso familiar promedio de Q. 1 500,00 mensuales; el cual se encuentra por debajo del promedio nacional (Q. 2 900,00 mensuales).

- Ingresos de jefes de familia: los datos de ingreso a nivel de jefe de familia para el asentamiento Unidos por la Fe, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala muestra un resultado promedio de ingreso mensual de Q.1 500,00; dato superior al promedio de ingreso *per cápita* en el ámbito urbano determinado por el Instituto Nacional de Estadística, el cual asciende a Q. 977,20.

Figura 30. **Situación económica en asentamientos**



Fuente: elaboración propia, en asentamiento Santiago de Los Caballeros, zona 6, Guatemala.

5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Análisis de resultados

Se hace uso de un formato matricial que permite evaluar con base en amenazas y vulnerabilidades, el riesgo en que se encuentra el asentamiento Unidos por la Fe, zona 21, Guatemala, Guatemala.

5.1.1. Evaluación

Se introduce en las casillas correspondientes la marca indicada por fenómeno y situación, del cuadro que así lo requiera. Los cuadros siguientes evalúan y ponderan para la determinación del grado de vulnerabilidad y la condición de riesgo.

5.1.1.1. Técnica

- Antecedentes y pronósticos de amenazas de la zona.
- Nivel de frecuencia e intensidad de amenazas de la zona.
- Estructura de análisis por exposición.
- Estimación de los pesos relativos de los componentes de la vulnerabilidad por exposición.
- Estructura de análisis de vulnerabilidad por fragilidad.
- Estimación de los pesos relativos de los componentes de la vulnerabilidad por fragilidad.
- Vulnerabilidad por falta de resiliencia.

- Estimación de los pesos relativos de los componentes de la vulnerabilidad por falta de resiliencia.
- Estimación de los pesos relativos de los factores de vulnerabilidad.
- Índice de vulnerabilidad total de proyecto.
- Reporte del análisis de gestión de riesgo en la inversión pública.

A continuación se presentan los formularios de análisis que se usan para evaluar las condiciones de riesgo con base en las amenazas, grado de exposición de la población y vulnerabilidades de la misma.

Tabla XII. **Boleta de antecedentes y pronósticos de amenazas**

Amenazas		Antecedentes de amenazas			Pronóstico amenazas		Amenazas que afectan
		SI	NO	Comentarios	SI	Comentarios	
Naturales	Terremotos	X			X		X
	Erupciones volcánicas		X				
	Deslizamientos	X			X		X
	Derrumbes	X			X		X
	Hundimientos	X			X		X
	Inundaciones		X				
	Huracanes		X				
	Sequías	X			X		X
	Desertificación		X				
	Heladas		X				
	Onda de frío		X				
	Ola de calor		X				
	Radiación intensa		X				
	Vientos Fuertes	X			X		X
	Sedimentación		X				
Otra		X					
Socionaturales	Incendios forestales	X			X		X
	Erosión (eólica e hídrica)		X				
	Deforestación	X			X		X
	Agotamiento acuífero	X			X		X
	Desecamiento de ríos	X			X		X
	Otras		X				

Continuación de la tabla XII.

Amenazas	Antecedentes de amenazas			Pronóstico amenazas		Amenazas que afectan
	SI	NO	Comentarios	SI	Comentarios	
Antrópica	Incendios estructurales		X			
	Derrames hidrocarburos	X			X	X
	Contaminación por uso agroquímico		X			
	Contaminación del aire		X			
	Contaminación por ruido		X			
	Contaminación eléctrica (alta tensión) y electromagnética (antenas telefónicas)		X			
	Contaminación por desechos sólidos		X			
	Contaminación por desechos líquidos	X			X	X
	Epidemias		X			
	Plaga que afecta a humanos y/o procesos productivos		X			
	Aglomeraciones					
	Explosiones					
	Hundimientos por colapso de drenajes y/o acción del hombre					
	Manifestaciones violentas					
	Grupos delincuenciales					
	Linchamientos					
	Conflictos sociales					
	Accidentes					
	Otras					

Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 57.

Tabla XIII. **Boleta de nivel de frecuencia e Intensidad de amenazas de la zona que afectan a la población**

Amenazas		Frecuencia					Intensidad					mediana
		Período de retorno					Efecto más probable					
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	
Naturales	Terremotos									2		1,5
	Tsunamis											
	Erupciones volcánicas				2					2		2
	Delizamientos			3							1	2
	Derrumbes			3							1	2
	Hundimientos											
	Inundaciones											
	Huracanes y/o depresiones tropicales				2						1	1,5
	Sequías											
	Desertificación											
	Heladas											
	Onda de frío											
	Ola de calor											
	Radiación solar intensa											
	Vientos fuertes										1	1,5
Sedimentación				2								
Socionaturales	Incendios forestales											
	Erosión (hídrica y eólica)			3						2		2,5
	Deforestación											
	Agotamiento de acuíferos											
	Desecamiento de ríos											

Continuación de la tabla XIII.

Amenazas		Frecuencia					Intensidad					mediana
		Período de retorno					Efecto más probable					
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	
Antrópicas	Incendios estructurales											
	Derrames hidrocarburos											
	Contaminación por uso agroquímicos											
	Contaminación aire											
	Contaminación ruido											
	Contaminación eléctrica (alta tensión) y											
	Contaminación por desechos sólidos				2							
	Contaminación por desechos líquidos				2							
	Epidemias											
	Plagas que afectan a humanos y/o procesos											
	Aglomeraciones											
	Explosiones											
	Hundimientos por colapso de drenajes y/o acción del hombre				2							
	Manifestaciones violentas		4					4				4
	Grupos delincuenciales		4					4				4
Linchamientos												
Conflictos sociales												
Accidentes (terrestres, aéreos, marítimos)												

Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 57.

Tabla XIV. Ponderación del factor intensidad

Frecuencia de la amenaza	Explicación	Puntaje
Alta (catastrófica)	Generación de muchas muertes y/o pérdidas de grandes montos económicos	5
	Generación de muchos lesionados y/o gran cantidad de heridos, así como pérdidas económicas	4
Media (seria)	Generación de algunos heridos y pérdidas económicas.	3
	Lesiones personales de no mucha gravedad y/o pérdidas económicas de consideración.	2
Baja (leve)	Lesiones muy leves y/o pérdidas económicas de baja consideración.	1

Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 58.

Tabla XV. Ponderación del factor frecuencia

Frecuencia de la amenaza	Explicación	Puntaje
Corto plazo	El evento se presenta dos veces al año.	5
	El evento se presenta una vez cada año.	4
Mediano plazo	El evento se presentó por lo menos 1 vez en los últimos 3 años.	3
	El evento se presentó por lo menos 1 vez en los últimos 7 años.	2
Largo plazo	El evento se presentó hace más de 20 años.	1

Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 58.

Tabla XVI. Estructura de análisis por exposición

Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo
Exposición del sitio	1.46	0.23
Componente bioclimático	1	0.08
Confort higrotérmico	0	
Orientación	0	
Viento	1	
Precipitación	2	
Ruido	1	
Calidad de aire	2	
Componente geológico	1	0.26
Sismicidad	1	
Erosión	1	
Deslizamientos	1	
Vulcanismo	0	
Rangos de pendiente	2	
Calidad del suelo	3	
Uso del suelo	1	
Formación geológica	3	
Componente de ecosistema	0.5	0.09
Suelos agrícolas	1	
Hidrología superficial	1	
Hidrología subterránea	0	
Lagos	0	
Áreas frágiles	2	
Sedimentación	0	
Componente de medio construido	2	0.29
Radio de acción	3	
Accesibilidad	2	
Acceso a servicios	2	
Consideraciones urbanísticas	2	
Usos del suelo y fuentes contaminantes	2	
Normas urbanas	2	
Áreas comunales	2	
Facilidades de tratamiento de desechos	1	
dimensionalidad del proyecto	1	

Continuación de la tabla XVI.

Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo
Componente de contaminación	0,5	0,03
Desechos sólidos y líquidos	3	
Industrias contaminantes	0	
Líneas de alta tensión	0	
Peligro de explosiones e incendios	0	
Lugares de vicio	1	
Servicios de recolección de desechos	2	
Componente institucional y social	2	0,24
Conflictos territoriales	1	
Seguridad ciudadana	2	
Marco legal	2	
Participación ciudadana	2	
Importancia socioeconómica	2	
Calidad de vida	1	
Conducta local	2	

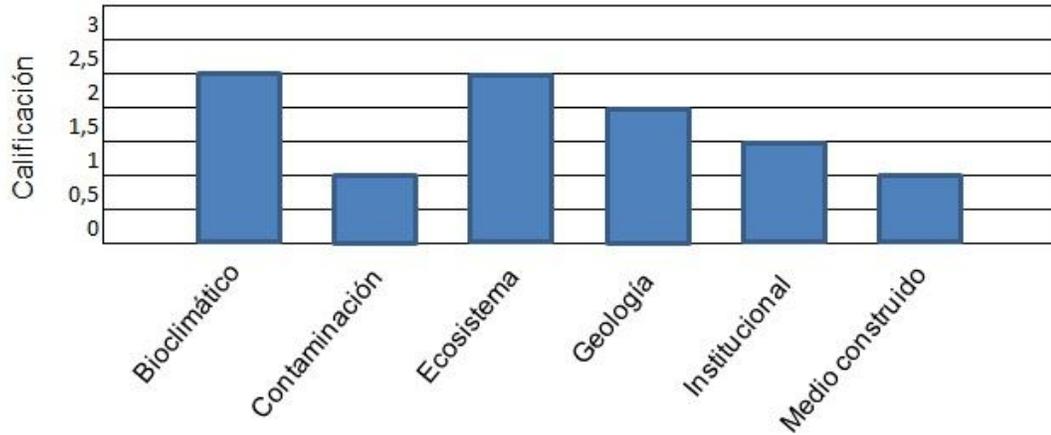
Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 60.

Tabla XVII. **Escala de ponderación del nivel de exposición del sitio**

Nivel	Escala	Decisión
Sitios altamente expuestos	2,00 a 3,00	Buscar nuevo sitio
Sitios medianamente expuestos	1,00 a 2,00	Pasar al análisis de vulnerabilidad del proyecto
Sitios con baja exposición	0,0 a 1,00	Pasar al análisis de vulnerabilidad del proyecto

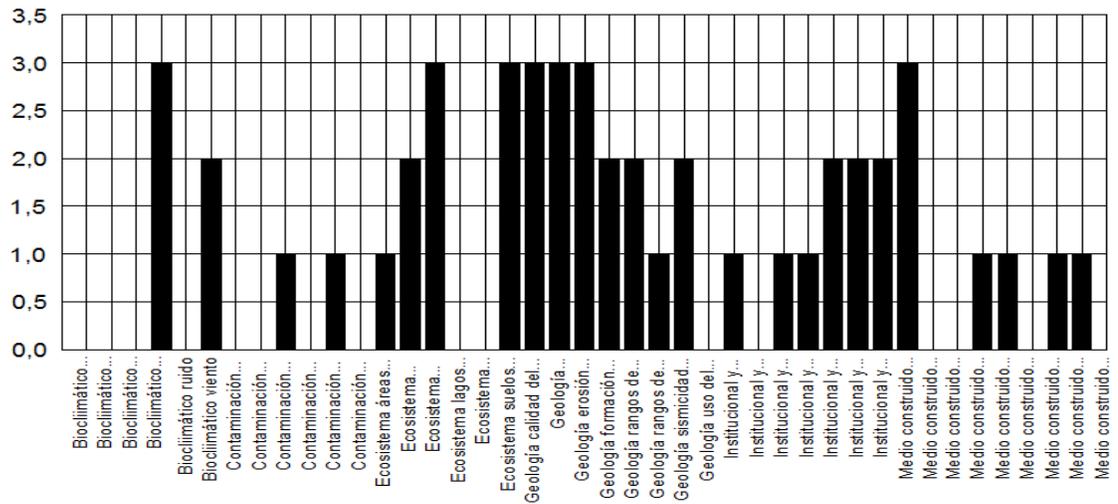
Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 61.

Figura 31. **Exposición de sitio por componente**



Fuente: Segeplan. Evaluación de proyectos para inversión pública. p. 60.

Figura 32. **Exposición de sitio por variables**



Fuente: Segeplan. Evaluación de proyectos para inversión pública. p. 60.

Tabla XVIII. **Estimación de pesos relativos de los componentes de la vulnerabilidad por exposición**

Componentes	Bioclimático	Geología	Ecosistema	Medio construido	Contaminación	Institucional y social	Peso relativo
Bioclimático	1	1/5	3	1/7	3	1/7	0,08
Geología	5	1	5	1	5	1	0,26
Ecosistema	1/3	1/5	1	1/5	5	1	0,09
Medio construido	7	1	5	1	5	1	0,29
Contaminación	1/3	1/5	1/5	1/5	1	1/5	0,03
Institucional y social	7	1	1	1	5	1	0,24
							1

Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 60.

Razón de consistencia: 0,165332

A continuación se describen los criterios y valores utilizados:

- Igualmente importante: 1
- Moderadamente importante: 3
- Fuertemente más importante: 5
- Muy fuertemente más importante: 7
- Extremadamente más importante: 9

Tabla XIX. Estructura de análisis de vulnerabilidad por fragilidad

Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo
Vulnerabilidad por fragilidad	1.7536	0.08
Componente de sistema estructural	3	0.41
Uso de normas estructurales adecuadas	3	
Seguridad de los cimientos	3	
Distribución en planta	3	
Arriostramiento adecuado	3	
Redundancia estructural	2	
Forma en planta de la edificación	2	
Relación longitud / ancho	3	
Forma en elevación	3	
Trayectoria de fuerzas verticales	3	
Pisos superiores salientes	0	
Concentraciones de masa en el piso superior	0	
Interacción elementos no estructurales	3	
Columnas cortas	0	
Viga fuerte / columna debil	0	
Pisos suaves	0	
Proximidad entre edificios	3	
Componente de materiales de construcción	1	0.41
Disponibilidad de materiales	2	
Renovabilidad de las fuentes	1	
Agresividad del proceso	1	
Calidad y durabilidad del material	3	
Protección / prevención	1	
Facilidad de sustitución o reparación	1	
Componente de adaptación del proyecto	1	0.13
Adaptación del proyecto al medio	1	
Adaptación del proyecto a la cultura local	1	
Funcionalidad del proyecto	3	
Comfort ambiental del proyecto	1	
Mano de obra para la ejecución del proyecto	1	
Equipo para la ejecución del proyecto	1	
Generación desechos durante la ejecución	3	
Eliminación de desechos del proyecto	3	
Control de la ejecución del proyecto	3	
Extremidades del proyecto	1	
Componente de seguridad no estructural	0	0.06
Seguridad instalaciones eléctricas	0	
Sistema iluminación interna y externa	0	
Ubicación y seguridad cilindros de gal	0	
Abatimiento y ancho adecuado de las puertas	0	
Condiciones de seguridad de ventanas	0	
Condiciones de seguridad muros cerramiento	0	
Condiciones de seguridad techos y cubiertas	0	
Condiciones de seguridad pisos	0	

Continuación de la tabla XIX.

Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo
Vulnerabilidad por fragilidad	1.7536	0.08
Condiciones elementos ornamentales	0	
Condiciones de seguridad divisiones internas	0	
Condiciones de seguridad cielo falso	0	
Condiciones de seguridad sistema de incendios	0	
Otros elementos arquitectónicos	0	
Condiciones de seguridad circulación horizontal	0	
Condiciones de seguridad gradas y rampas	0	
Condiciones de seguridad vías de acceso	2	
Ancho de corredores	0	
Ancho y dimensiones de gradas	0	
Ubicación y capacidad gradas y rampas	0	

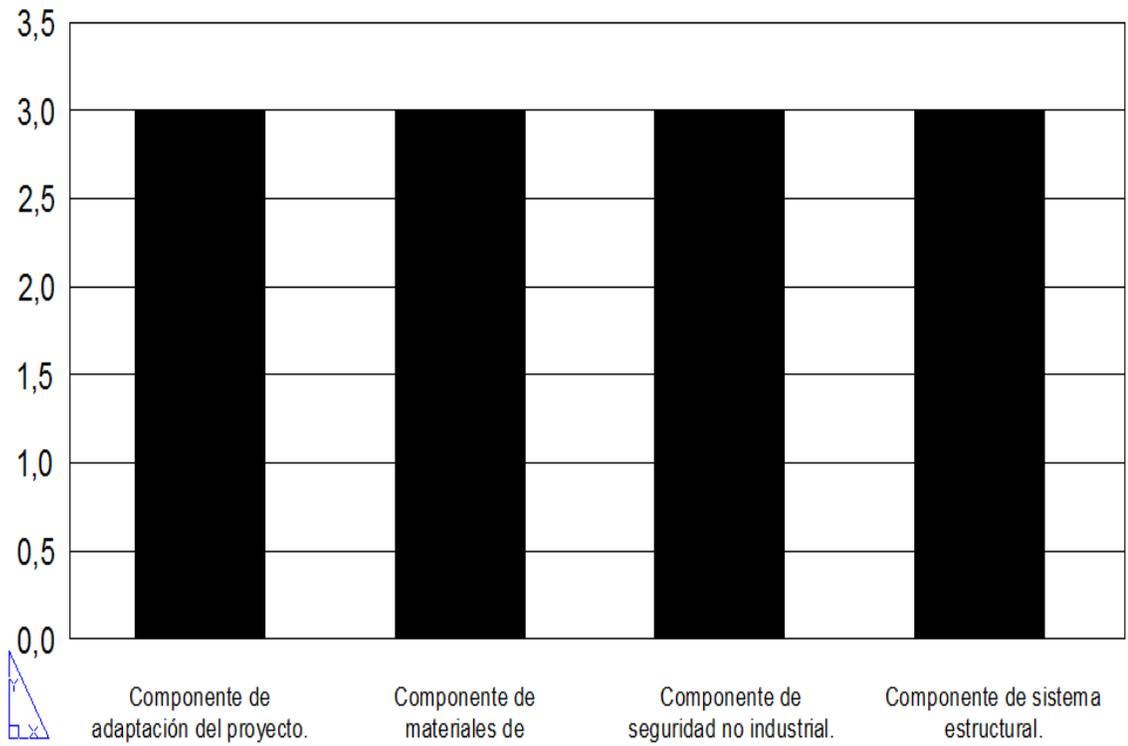
Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 61.

Tabla XX. **Niveles de fragilidad**

Nivel	Escala	Criterio
Fragilidad alta	2,00 a 3,00	El proyecto requiere en el diseño y propuesta, atención especial en cuanto incorporar las medias medidas de reducción de fragilidad y esta pueden incrementar significativamente los costos del proyecto.
Fragilidad mediana	1,00 a 2,00	El proyecto requiere en el diseño y propuesta, aplicar medidas de reducción de fragilidad que requieren de inversión pero viables en términos de costos del proyecto.
Fragilidad baja	0,0 a 1,00	El proyecto requiere en el diseño y propuesta, aplicar medidas de reducción de fragilidad viables con costos no significantes para el proyecto.

Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 61.

Figura 33. **Componentes de vulnerabilidad por fragilidad**



Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 62.

Figura 34. Componentes totales de vulnerabilidad por fragilidad



Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 63.

Tabla XXI. **Estimación de pesos relativos de los componentes de la vulnerabilidad por fragilidad**

Componentes	Sistema estructural	Materiales de construcción	Adaptación del proyecto	Seguridad no estructural	Peso relativo
Sistema estructural	1	1	5	5	0,41
Materiales de construcción	1	1	5	5	0,41
Adaptación del proyecto	1/5	1/5	1	5	0,13
Seguridad no estructural	1/5	1/5	1/5	1	0,06
Totales	2,40	2,40	11,20	16,00	1,00

Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 65.

Razón de consistencia: 0,136071466.

Relacionar cada componente con el resto asignándole un peso de 1 a 9 de acuerdo a la importancia que tenga la exposición respecto al proyecto a formular.

A continuación se describen los criterios y valores utilizados:

- Igualmente importante: 1
- Moderadamente importante: 3
- Fuertemente más importante: 5
- Muy fuertemente más importante: 7

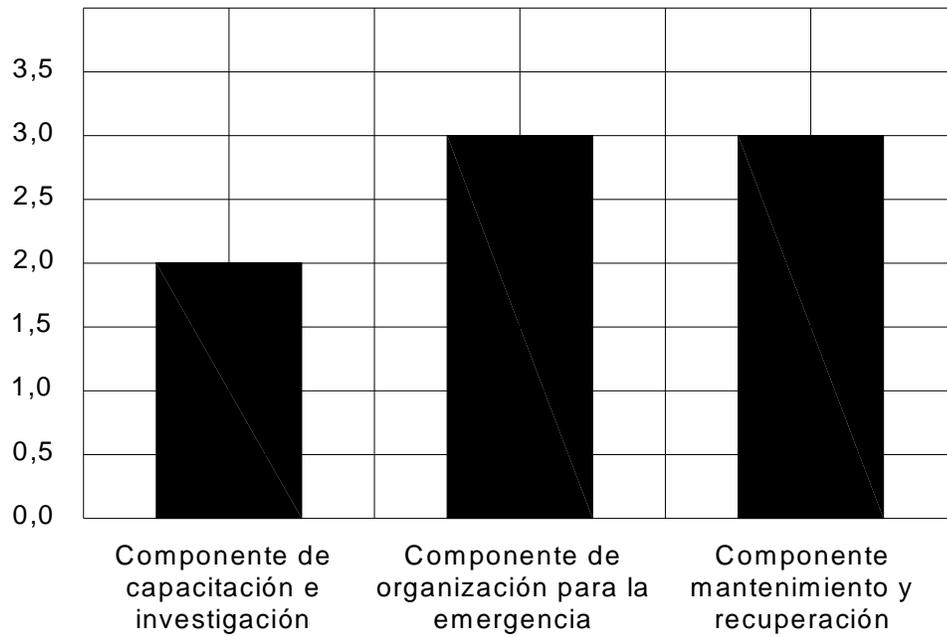
- Extremadamente más importante: 9

Tabla XXII. **Análisis de vulnerabilidad por falta de resiliencia**

Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo
Vulnerabilidad por falta de resiliencia	1	0,69
Componente mantenimiento y recuperación	0	0,08
Planes de mantenimiento continuo	1	
Planes de mantenimiento correctivo	0	
Seguros ante catástrofes	1	
Tiempo para reparar la infraestructura	2	
Componente de organización para la emergencia	1	0,69
Comité formalmente establecido	1	
Puntos d reunión protegidos y seguros	1	
Procedimientos activación del plan	1	
Procedimientos para evacuación del edificio	0	
Rutas de emergencia y salida accesibles	0	
Componente de capacitación e investigación	1	0,23
Programas de capacitación	1	
Programas de difusión	2	
Instrumentos para medición	1	
Trabajos de investigación sobre desastres	1	
Nivel	Escala	Criterio
Fragilidad alta	2,00 a 3,00	El proyecto requiere en el diseño y propuesta, atención especial en cuanto incorporar las medias medidas de reducción de fragilidad y esta pueden incrementar significativamente los costos del proyecto.
Fragilidad mediana	1,00 a 2,00	El proyecto requiere en el diseño y propuesta, aplicar medidas de reducción de fragilidad que requieren de inversión pero viables en términos de costos del proyecto.
Fragilidad baja	0,0 a 1,00	El proyecto requiere en el diseño y propuesta, aplicar medidas de reducción de fragilidad viables con costos no significantes para el proyecto.

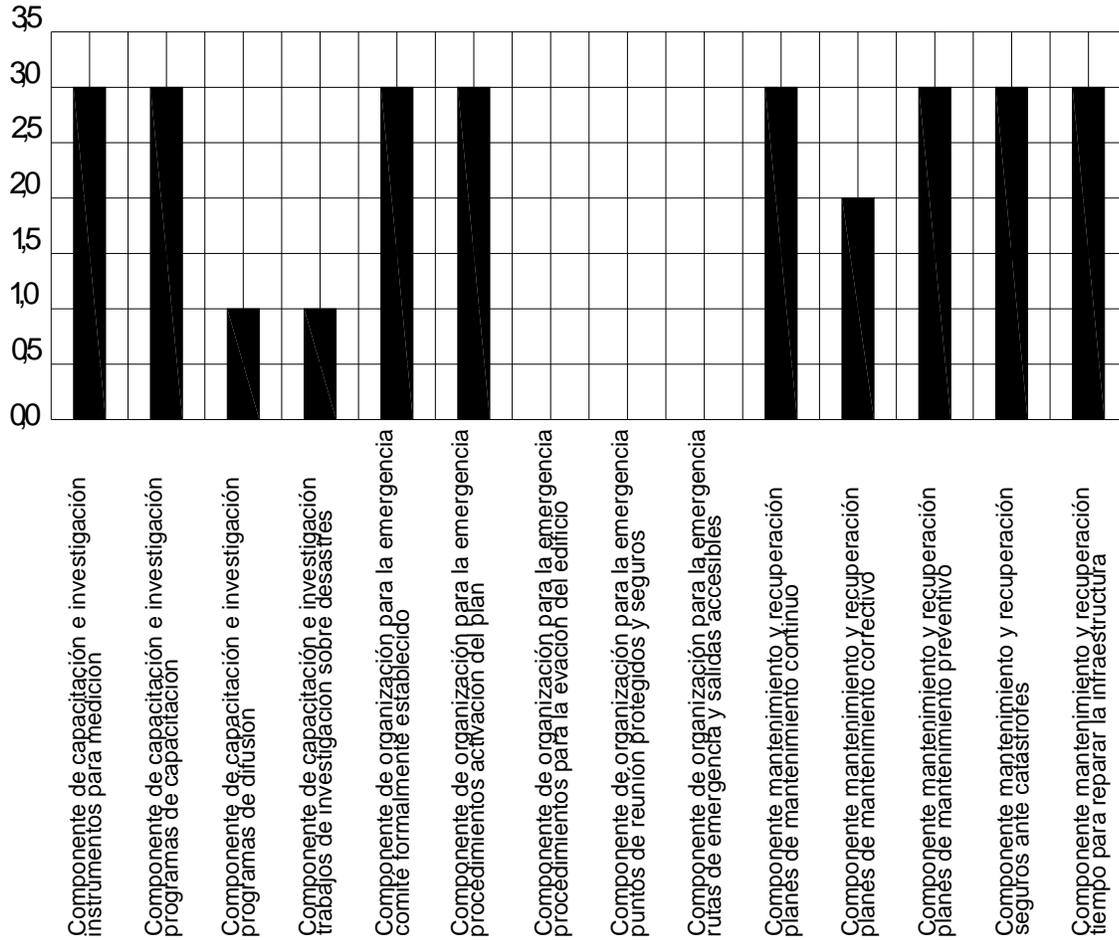
Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 66.

Figura 35. **Componentes de vulnerabilidad por falta de resiliencia**



Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 67.

Figura 36. **Componentes totales de vulnerabilidad por falta de resiliencia**



Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 67.

Tabla XXIII. **Estimación de pesos relativos de los componentes de vulnerabilidad por falta de resiliencia**

Componentes	Mantenimiento y recuperación de la infraestructura	Organización para la emergencia	Capacitación e investigación	Peso relativo
Mantenimiento y recuperación de la infraestructura	1	1/5	1/5	0,08
Organización para la emergencia	5	1	5	0,69
Capacitación e investigación	5	1/5	1	0,23
Totales	11,00	1,40	6,20	1,00

Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 57.

Relacionar cada componente con el resto asignándole un peso de 1 a 9 de acuerdo con la importancia que tenga la exposición respecto al proyecto a formular.

A continuación se incluyen los criterios y valores de la evaluación presentada:

- Igualmente importante: 1
- Moderadamente importante: 3
- Fuertemente más importante: 5
- Muy fuertemente más importante: 7
- Extremadamente más importante: 9

Tabla XXIV. **Estimación de pesos relativos de los factores de vulnerabilidad**

Factores	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Peso relativo
Exposición	1	5	1/5	0,23
Fragilidad	1/5	1	1/5	0,08
Resiliencia	5	5	1	0,69
Total	6,20	11,00	1,40	1,00

Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 68.

Razón de consistencia: 0.265277.

Relacionar cada componente con el resto asignándole un peso de 1 a 9 de acuerdo de acuerdo con la importancia que tenga la exposición respecto del proyecto a formular.

- Igualmente importante: 1
- Moderadamente importante: 3
- Fuertemente más importante: 5
- Muy fuertemente más importante: 7
- Extremadamente más importante: 9

Tabla XXV. Índice de vulnerabilidad total de la población

Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo
Índice de vulnerabilidad total del proyecto	1,7536	
Vulnerabilidad por exposición	1,46	0,23
Vulnerabilidad por fragilidad	1,75	0,08
Vulnerabilidad por resiliencia	1	0,69

Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 69.

Tabla XXVI. Niveles de vulnerabilidad

Nivel	Escala	Criterio
Fragilidad alta	2,00 a 3,00	El proyecto requiere en el diseño y propuesta, aplicar medidas y/o acciones de reducción de vulnerabilidad que incrementaran significativamente los costos considerados para el proyecto.
Fragilidad mediana	1,00 a 2,00	El proyecto requiere en el diseño y propuesta, aplicar medidas de reducción de vulnerabilidad que incrementaran los costos, el proyecto puede ser viable con gestión adicional kpara su construcción y operación.
Fragilidad baja	0,0 a 1,00	El proyecto requiere en el diseño y propuesta, aplicar medidas de reducción de vulnerabilidad que no incrementan los costos, el proyecto puede ser viable.

Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 70.

Tabla XXVII. **Reporte de análisis de gestión de riesgo**

Valoración vulnerabilidades		Criterios de calificación	
Exposición	1.46	Sitio medianamente expuesto	
Fragilidad	1.75	Población con alta fragilidad	
Resiliencia	1.00	Población con baja resiliencia	
Amenazas		Nivel de Amenaza en mediana	Describir las medidas de mitigación / de acuerdo a los resultados
Naturales	Terremotos	--	Colectar y transportar fuera del área del asentamiento todos los materiales de desecho coordinando un tren de aseo.
	Tsunamis	--	
	Piroclásticos, lahares, lava, gases	--	Implementar una gestión de desechos y una unidad de salud lo más inmediato y accesible al asentamiento.
	Deslizamientos	--	Queda prohibido el derrame en el suelo y en cuerpos de agua los residuos líquidos grasos o químicos tales como aceites, grasas, solventes, sustancias tóxicas. O descargarlos en el drenaje municipal. Estos residuos se deben colectar y almacenar en recipientes metálicos y libres de fugas en sitios que tengan las características suficientes para garantizar su seguridad, y que las autoridades competentes determinen para ese fin.
	Derrumbes	--	
	Hundimientos	--	Se deberá realizar el desmonte de manera selectiva, respetando la vegetación herbácea y arbustiva.
	Inundaciones	--	
	Huracanes y/o depresiones tropicales	--	En la preparación de área para vivienda el corte de suelo natural debe de hacerse de acuerdo a criterio técnico de un ingeniero civil para evitar que los taludes formados sean demasiado altos y el costo de obras de mitigación se eleven. Además se debe de recomendar a las personas que no se establezcan muy próximos a los precipicios, o sobre avenida de agua de esorrentía.
	Sequías	--	
	Desertificación	--	El uso del agua debe ser de manera responsable exclusivamenepara uso humano e higiene personal.
	Heladas (congelación)	--	
	Onda de frío (masa de aire frío)	--	
	Ola de calor (temperaturas altas fuera del promedio normal)	--	
	Radiación solar intensa	--	
Vientos fuertes	--		
Sedimentación	--		

Continuación de la tabla XXVII.

Valoración vulnerabilidades		Criterios de calificación	
Exposición	1.46	Sitio medianamente expuesto	
Fragilidad	1.75	Población con alta fragilidad	
Resiliencia	1.00	Población con baja resiliencia	
Amenazas		Nivel de Amenaza en mediana	Describir las medidas de mitigación / de acuerdo a los resultados
Otras:		--	El uso del agua debe ser de manera responsable exclusivamente para uso humano e higiene personal.
Socionaturales	Incendios forestales	--	La basura común debe ser depositada en bolsas plásticas para depositarlas luego en vertederos públicos. Analizar el manejo de agua de lluvia, mediante una trayectoria adecuada, para evitar que le afecte al suelo natural y en consecuencia, a la población. Estabilizar los suelos de los lotes que se ven afectados por derrumbes mediante la implementación de obras como muros de contención o recubrimientos de taludes pequeños para que no sean demasiado onerosas este tipo de obras para darle cobertura a la totalidad de la comunidad. Muy ampliamente: cumplir con las medidas de mitigación ambiental que exigiere el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, producto de la construcción de la obra.
	Erosión (hídrica o eólica)	--	
	Deforestación	--	
	Agotamiento de acuíferos	--	
	Desecamiento de ríos	--	
Otros:		--	
Antropicas	Incendios estructurales	--	
	Derrames hidrocarburos	--	
	Contaminación por uso agroquímico	--	
	Contaminación del aire	--	
	Contaminación por ruido	--	
	Contaminación eléctrica (alta tensión) y electromagnética	--	
	Contaminación por desechos sólidos	--	
	Contaminación por desechos líquidos	--	
	Epidemias	--	
	Plagas que afectan a humanos y/o procesos productivos	--	
	Aglomeraciones	--	
	Explosiones	--	
	Hundimientos por colapso de drenajes y/o acción del hombre	--	
	Manifestaciones violentas	4	
	Grupos delincuenciales	4	
	Linchamientos	--	
	Conflictos sociales	--	
	Accidentes (terrestres, aéreos, marítimos)	--	
Otros:			

Fuente: Segeplan. *Evaluación de proyectos para inversión pública*. p. 71.

De acuerdo con el análisis anterior, realizado mediante la matriz de análisis de gestión de riesgo de proyectos de inversión pública, se tiene:

- Una población medianamente expuesta: determina que el riesgo que existe es debido a la inclinación en la que ha sido construida la mayor parte de viviendas, aunado a la calidad del suelo. Pero que a pesar de ello su condición es habitable estable ya que mediante la implementación de medidas de mitigación se puede lograr una habitabilidad de bajo riesgo o riesgo cero.
- Población con alta fragilidad: la intervención de carácter antrópico que ha propiciado la población en el asentamiento al establecerse, ha desencadenado una serie de alteraciones del ecosistema original que puede revertirse en daños para ellos. Por ejemplo la tala de los árboles ocasionó la inestabilidad del suelo, haciendo que hayan porciones del suelo natural propensos a deslizarse o que ya se han deslizado con el pasar del tiempo.
- Población con baja resiliencia: es decir, que la población a pesar del tiempo que ha vivido en el área en cuestión no han podido superar sus condiciones de habitabilidad para que la amenaza a que está expuesta les afecte. Por lo tanto, con base en sus vulnerabilidades, la capacidad de soportar la perturbación que ocasiona un evento es baja.

Para mitigar el grado de exposición se propone la construcción de muros de contención en voladizo, cuya altura de material a contener no sobrepase los 3,00 metros. Este tipo de infraestructura, tiene un beneficio directo tanto para el lote ubicado en la corona de talud, como para el lote ubicado al pie del mismo, anulando la fuerza que ejerce el ángulo de reposo del terreno natural.

En ambos casos debe hacerse la salvedad a las dos familias beneficiadas, que para construir una casa-habitación deben de retirarse prudentemente una distancia no menor a 1,00 metro para no crearle sobrecarga al muro, y para contrarrestar los derrumbes en los taludes mayores a los 3,00 metros, se propone la construcción de recubrimientos sobre la superficie de los mismos para evitar la erosión por escorrentía.

Este tipo de infraestructura deberá de incluir en la corona del talud una contracuneta, que forzará al flujo de agua tributada a desviarse adecuadamente de las viviendas para evitar daños a estas y a los terrenos vecinos y proteger al suelo de la saturación de agua en el área recubierta (los diseños y especificaciones técnicas para la construcción de las obras de mitigación referidas, quedan fuera de los objetivos del presente trabajo de graduación).

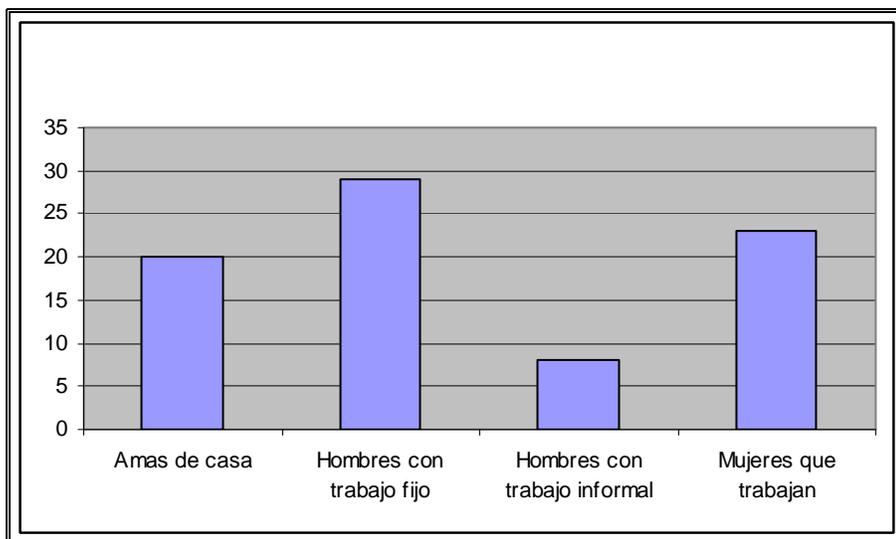
Por supuesto, que las obras propuestas deben gestionarse mediante dependencias u organizaciones dedicadas a la mitigación de riesgos en comunidades o que desarrollan proyectos sociales como la Unidad para el Desarrollo de Vivienda Popular (UDEVIPO), el Fondo Social de Solidaridad (FSS) y las que fueron referidas con anterioridad. Ya que la obra de mitigación no es un rubro que los pobladores estén en la capacidad de realizar por sus propios medios.

Con la medida de mitigación anteriormente propuesta, se atacará el grado de exposición, fragilidad y la resiliencia que la población padece actualmente, con el propósito de prevenir los riesgos y reducir los desastres en este tipo de comunidades que sufren de condiciones precarias.

5.1.1.2. Económica

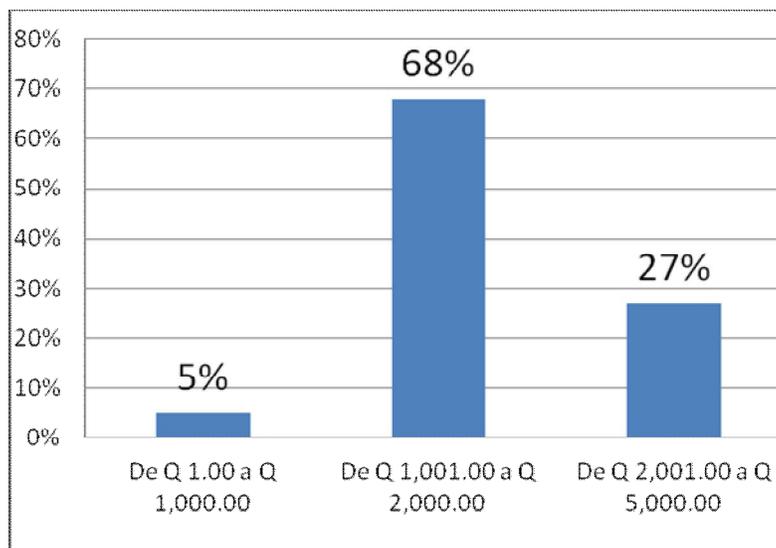
Conforme estudios socioeconómicos realizados en el asentamiento Unidos por la Fe, se tiene la siguiente información:

Figura 37. **Población económicamente activa**



Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Ingreso familiar



Fuente: elaboración propia.

El 68 % de los habitantes del asentamiento percibe un salario que está entre el rango de Q. 1 000,00 a Q. 2 000,00 al mes, el 5 % está entre el rango de los Q. 1 000,00 mensuales, y el 28 % de la población está en el rango de los Q. 2 000,00 en adelante; vale la pena mencionar que estos ingresos son logrados cuando trabajan 2 o más personas en el hogar.

El 95 % de la población del asentamiento se clasifica como habitantes de clase media baja, mientras el restante 5 % se clasifica como habitantes en pobreza; el nivel de ingresos de sus habitantes en promedio es de Q. 1 500,00 por mes. El 95 % de los habitantes presenta vulnerabilidad económica por diversas razones.

CONCLUSIONES

1. Las medidas de mitigación aumentan la capacidad de respuesta en asentamiento, reduciendo el desastre, pero su eficacia es medida en función de los costos necesarios para reducir la vulnerabilidad.
2. Es de vital importancia considerar medidas de mitigación, que incentiven al vecino en los asentamientos a colaborar y regirse por las indicaciones de las representantes de la organización local que coordinan la gestión de riesgo.
3. Toda zona habitacional debe contar con sus respectivas medidas de mitigación desde el momento de su origen, porque integrarlas posteriormente estructuras adicionales para reducir su vulnerabilidad es exageradamente costoso.
4. Para corregir los taludes ya construidos, se debe realizar un estudio detallado de suelos, según el tipo de material, para poder de esta forma evaluar qué medida de mitigación es la más adecuada y viable.
5. Considerar la dotación de métodos y materiales adecuados de construcción para las viviendas en las áreas ocupadas, ya que debido a la falta de criterio técnico, hace vulnerable a la población de los asentamientos en la ciudad de Guatemala.

6. El manejo de los desechos generados por la población dentro de los asentamientos es uno de los aspectos en el que hay que poner énfasis para evitar daños severos en los ecosistemas intervenidos.
7. La población en los asentamientos carece de un plan para el manejo adecuado de los desechos generados por la propia población. Este se logra implementando un protocolo con criterio técnico de aseo dentro de la misma, consiguiendo evitar el daño a la infraestructura cuyo fin es mitigar el riesgo.
8. Es importante contar con un plan estratégico de evacuación de personas en el asentamiento, para estar organizados en el momento en que ocurra el fenómeno que los amenace. Para lograr tal objetivo la infraestructura implementada dentro del asentamiento debe brindar la facilidad correspondiente como medida de mitigación del riesgo.

RECOMENDACIONES

1. Los fenómenos naturales no son predecibles, por lo que es importante evaluar los efectos y si estos causan daños severos a la poca infraestructura que se encuentra en los asentamientos humanos, entonces deben reducirse dichos efectos por medio de medidas de mitigación adecuadas, las cuales deben adoptarse antes del impacto de un evento; de esta manera se estarán manejando las amenazas y no se les permita convertirse en desastres.
2. Las medidas de mitigación que se implementen deben ser adecuadas para cada tipo de desastre y se deberán aplicar según sea el diagnóstico y al grado de daño que el fenómeno natural produzca.
3. Los taludes de corte realizados deberán ser monitoreados constantemente, haciendo énfasis en los puntos donde el suelo sea propenso a erosión o donde existan fallas cercanas, para determinar su comportamiento y la medida de consolidación apropiada y cómo se aplican las medidas ya adoptadas para observar su eficiencia real y compararla con la teoría.
4. Un estudio de riesgo debe incluir la identificación de las obras de mitigación de desastres necesarias para la rehabilitación o reconstrucción de determinado tipo de infraestructura, y por lo tanto es necesario identificar también infraestructuras alternas que puedan ser usadas en el periodo de rehabilitación de la infraestructura.

5. Se recomienda la opción de niveles aceptables de vulnerabilidad a los peligros naturales basados en los niveles de resiliencia que tienen las carreteras y el mantenimiento de las mismas.

6. La omisión del análisis de riesgo y la falta de planificación de la infraestructura de los asentamientos podría repetir un ciclo costoso de destrucción y reconstrucción. El planteamiento para mitigación de desastres y vulnerabilidad debe incorporarse en los esfuerzos de planificación regional.

BIBLIOGRAFÍA

1. BASTOS, Santiago; CAMUS, Manuela. *Los mayas de la capital: un estudio sobre identidad étnica y mundo urbano*. 5a ed. Guatemala: Alvarado, 1995. 96 p.
2. CASTELLS, Martín. *Crisis urbana y cambio social*. 2a ed. México: Dorada, 2005. 108 p.
3. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 4a ed. México: Limusa, 1998. 207 p.
4. GOMARIZ MORAGA, Enrique. *Género y desastres. Introducción conceptual y criterios operativos*. 2a ed. Honduras: Género y Sociedad con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2003. 135 p.
5. JUÁREZ, Badillo; RODRÍGUEZ, Rico. *Mecánica de suelos*. 5a ed. México: Limusa, 2005. 320 p.
6. MORA, Sergio. *Las amenazas naturales, la vulnerabilidad y la construcción de escenarios de riesgo*. 3a ed. Guatemala: Banco Interamericano de Desarrollo, 2000. 186 p.
7. PÉREZ HERNÁNDEZ, Inés. *Metodología para medir vulnerabilidades en asentamientos humanos urbanos en Guatemala*. 6a ed. Guatemala: BID-BM, 2001. 235 p.

8. Secretaría General de Planificación. *Análisis de gestión de riesgo en proyectos de inversión pública*. 8a ed. Guatemala: Segeplan, 2013. 166 p.

ANEXOS

Anexo 1. Obras de mitigación, alternativas y/o complementarias

Anexo 1a. Tratamiento de taludes y laderas

Su objeto es mejorar la geometría del talud y las condiciones de drenaje de las aguas de escorrentía, reduciendo la capacidad de infiltración y la potencialidad de erosión. En este campo de actividades se encuentran el perfilado de taludes.

El perfilado suaviza la superficie de un talud, mediante la disminución o eliminación de los surcos o cárcavas, causados por procesos de erosión, los cuales reducen la estabilidad de una ladera. Los abancalamientos o terrazas, son bermas impermeables construidas en concreto a lo largo de la pendiente y separadas por taludes subverticales cubiertos con vegetación rastrera. La altura de estos taludes oscila entre 3 y 5 m. En la parte interna de cada berma se construye una zanja colectora encargada de captar y conducir las aguas lluvias.

Anexo 1b. **Ejemplo de perfilado de taludes típico**



Fuente: PALMA COLINDRES, José Antonio. *Análisis de riesgo y vulnerabilidad en proyectos de carreteras*. p. 98.

Anexo 1c. **Trinchos**

Son estructuras conformadas por elementos naturales, construidas sobre laderas inestables y fondos de cauces, encargadas de retener masas de suelo y reducir la velocidad de las aguas de escorrentía. Los tipos más comunes de trinchos son:

- Trinchos en madera: están compuestos por elementos horizontales de madera rolliza, los cuales, a su vez, están soportados por elementos verticales, con diámetro igual a los horizontales y previamente hincados como mínimo a 80 cm de profundidad. Su altura es de 60 cm y su separación de 1,0 metros. Los elementos horizontales se amarran a los

verticales con alambre galvanizado de 3 mm de diámetro, tensado con grapas.

- Trinchos en esterilla: son estructuras de poca altura, encargadas de retener, en forma temporal, suelos y material vegetal para lograr el establecimiento definitivo de las coberturas vegetales en el área tratada. Se utilizan además para proteger las obras de drenaje localizadas a media ladera y en escarpes de deslizamientos antiguos que han dejado al descubierto suelos relativamente resistentes.

Anexo 1d. **Ejemplo de trinchos**



Fuente: PALMA COLINDRES, José Antonio. *Análisis de riesgo y vulnerabilidad en proyectos de carreteras*. p. 98.

Anexo 1e. **Construcción de obras de captación, conducción y entrega de aguas de escorrentía**

- Zanjas colectoras: son estructuras que se construyen a media ladera con el objeto de coleccionar los caudales de aguas lluvias y de escorrentía a lo largo de un talud y/o una terraza, cuando la misma hace parte de un sistema de abancalamiento, previniendo la formación de corrientes de agua que erosionen el talud, formando surcos y cárcavas. Generalmente se construyen en concreto simple.
- Acequias: son pequeños canales de sección semicircular, muy económicos y de fácil construcción, que sirven para la captación y conducción de las aguas de escorrentía hacia estructuras de bajada de mayor capacidad o a hacia cauces naturales estables.
- Canal con pantallas deflectoras: es un canal de sección rectangular y fondo liso que incluye en pantallas deflectoras alternas, colocadas a 45° con el eje del canal y pestañas longitudinales sobre los bordes de ambas paredes del mismo, que actúan como rompeolas e impiden que el agua salte fuera del canal. Es una estructura de vertimiento aplicable al caso de conducciones a lo largo de pendientes pronunciadas (hasta de un 50 %), que evita velocidades exageradas y entrega el flujo con energía disipada, sea cual fuere la longitud del canal y la diferencia de nivel entre sus extremos.
- Canal de rápidas con tapa: consiste en una serie de gradas inclinadas que producen caídas rápidas en superficies lisas de sección acanalada, rectangular que se interrumpen en las terrazas de un talud tratado o cada cierto tramo, de tal forma que en la transición de una rápida a otra se tiene

un columpio o salto de esquí, que deflecta el chorro y lo proyecta contra una tapa existente en el inicio de la rápida siguiente aguas abajo, lo que genera en el módulo columpio - tapa una vigorosa turbulencia y aireación del flujo, que ve disipada por esa vía y por la del impacto con la tapa, buena parte de su energía antes de continuar su camino hacia la siguiente rápida. Este fenómeno se repite sucesivamente en cada uno de los columpios y caídas rápidas que constituyen toda la estructura hasta su entrega al pie de la ladera o hasta su empalme con otra estructura más apta para pendientes suaves.

Anexo 1f. **Ejemplo de canal de rápidas**



Fuente: PALMA COLINDRES, José Antonio. *Análisis de riesgo y vulnerabilidad en proyectos de carreteras*. p. 63.

Anexo 1g. **Sistema de corrección torrencial y de control de procesos erosivos en cauces**

En nuestro medio son muy comunes los cauces torrenciales, corrientes con áreas aferentes generalmente pequeñas, con caudales muy variables (muy altos en épocas de invierno) y de muy fuerte topografía, con altas pendientes longitudinales. Esto determina, por supuesto, un gran poder de socavación y transporte de sedimentos del agua de dichos cauces. Para mitigar estos últimos fenómenos se construyen:

- Diques en piedra con ligante en concreto: se aplican en cauces permanentes. En nuestro medio es común que midan hasta 3,0 m de altura. Estas estructuras se pueden reemplazar por diques en concreto ciclópeo o en concreto simple. Se prefieren cuando las condiciones de resistencia de los suelos de fundación sea aceptable y presente buena consolidación.
- Diques en gaviones: son estructuras utilizadas en cauces con alto aporte de sedimentos; recomendadas para corregir cauces poco contaminados con aguas negras. Constan de un vertedero central, por lo general de sección rectangular, revestido en concreto con el objeto de aumentar la vida útil de la estructura.
- Diques en concreto reforzado: son estructuras importantes dentro de la corrección de cauces. Su localización debe ser cuidadosa y las obras complementarias de protección deben ser adecuadamente diseñadas con el fin de garantizar su estabilidad frente a fenómenos de socavación. El concreto reforzado es utilizado en estructuras sometidas a altos empujes

por flujos, como los diques laminadores de caudales o los diques de retención del caudal sólido.

- Obras de protección de márgenes: se utilizan para la protección de los taludes laterales que conforman las márgenes de cauces permanentes contra la socavación y adicionalmente para conservar la línea deseada de las nuevas orillas en formación. La defensa de márgenes en tramos rectos es necesaria en ambas orillas; en tramos curvos, es necesaria solamente en la orilla exterior. Debe tenerse en cuenta además, que la acción erosiva de las corrientes es más pronunciada en la base de los taludes; de ahí que la defensa en estos sitios tendrá que ser más sólida que en las partes altas. Es común utilizarlas en como obras de protección lateral enrocados, gaviones, cajones de piedra, colchacreto o sacos de suelo-cemento.
- Obras de control de fondo: su propósito es fijar el lecho del cauce a un nivel predeterminado e impedir de esta manera la continuación de los procesos de profundización del fondo de corrientes de agua permanentes. Estas obras se construyen excavando una zanja coincidente con una sección transversal del cauce y colocando piedras de buen tamaño (a veces unidas con concreto, si el cauce es muy torrencial o si el caudal es apreciable) o troncos de madera de muy buena resistencia. La profundidad de colocación de los materiales de protección varía de acuerdo con el tipo de suelo del lecho, la pendiente longitudinal del cauce y la profundidad a la que se encuentre un lecho más estable.
- Diques de madera: son estructuras de carácter temporal que ejercen el control de fondo de una cárcava o de cauces pequeños o intermitentes, con el fin de permitir el establecimiento definitivo de la cobertura vegetal.

- Diques de mampostería en seco: este tipo de obra se utiliza, generalmente, cuando el terreno de cimentación es débil y de baja resistencia. Tienen la ventaja de anular el peligro de las presiones del suelo, pero es inconveniente cuando la roca de cimentación está muy fracturada.

Muy frecuentemente han sido implementados en líneas de drenaje y cauces secundarios con bajos caudales y alta producción de sedimentos.

Anexo 1h. **Ejemplo de canalización de cauce con gaviones**



Fuente: PALMA COLINDRES, José Antonio. *Análisis de riesgo y vulnerabilidad en proyectos de carreteras*. p. 108.

Anexo 1j. **Ejemplo de canalización de cauce con canal en enrocado**



Fuente: PALMA COLINDRES, José Antonio. *Análisis de riesgo y vulnerabilidad en proyectos de carreteras*. p. 112.

Anexo 1k. **Ejemplo de cauce de río**



Fuente: PALMA COLINDRES, José Antonio. *Análisis de riesgo y vulnerabilidad en proyectos de carreteras*. 98 p.

Todo lo anteriormente presentado, obedece a la necesidad que hay del conocimiento sobre temas de gestión de riesgo que tienen tanto en el medio profesional de la ingeniería, como las personas que viven diariamente los distintos problemas en los asentamientos humanos.