

Carencia de códigos de construcción	La carencia de códigos de construcción adaptados a las amenazas, así como su aplicación por parte de las autoridades municipales, es uno de los factores que también genera vulnerabilidades en la medida en la cual se permite construcciones sin ningún tipo de restricciones, así como modificaciones a viviendas que las pueden tornar más vulnerables.
Falta de experiencia en el tema	Otro factor que aumenta los riesgos es la falta de experiencia en el tema de desastres naturales. En este sentido, se ha observado que la población no está consciente de los problemas que pueden ocasionar los eventos naturales, porque no tiene idea de que donde se ha asentado puede ocurrir algún tipo de evento natural.
Migraciones	<p>La migración de población rural hacia los centros urbanos puede ser generadora de riesgos, en la medida en la cual la población que migra está dispuesta a arriesgar el vivir en forma temporal en zonas de alta amenaza bajo la expectativa que pronto su situación mejorará, de tal forma que en un futuro cercano migrarán a zonas de menor amenaza. Sin embargo, el ejemplo de los asentamientos parece contradecir esta conclusión, dado que los asentamientos continúan creciendo en dimensión y población y, en muchos casos, la misma población solicita la legalización de sus parcelas para asentarse en dichos sitios en forma permanente.</p> <p>Uno de los problemas más críticos que genera la sociedad guatemalteca en su búsqueda por mejorar su calidad de vida es el de la migración desde el interior del país hacia zonas o departamentos que ofrecen las mayores oportunidades. Entre los departamentos que están experimentando aumentos en sus poblaciones por efectos migratorios están Guatemala, Sacatepéquez y Petén.</p> <p>Tomando como base que la población que migra desde el interior busca soluciones temporales de vivienda, es típico que se generen asentamientos en zonas de alta amenaza, tales como los barrancos y las riberas de los ríos. Además, como ya ha sido planteado por múltiples autores, las viviendas se construyen con técnicas que inducen vulnerabilidades de varios tipos, lo que culmina en un proceso de generación de riesgos asociado con tales migraciones.</p>
Falta de voluntad política en el tema	Otro factor que aumenta los riesgos es la falta de voluntad política de autoridades a nivel municipal y nacional en torno a la implementación de políticas que tengan como meta la prevención de desastres naturales, aun después de la vivencia de eventos catastróficos como los terremotos y los huracanes. En la medida en que no se cuenta con una voluntad política de largo plazo será muy difícil abordar los temas críticos de ordenamiento territorial y códigos de construcción, así como de retroajuste de estructuras para hacerlas menos vulnerables.
Factores institucionales	Se asocia con los componentes típicamente institucionales a nivel municipal, y en especial en torno a normativas de ordenamiento territorial y códigos de construcción, así como a la falta de voluntad política para impedir que se construyan nuevos riesgos. En particular, la ausencia de normas de ordenamiento territorial aunadas a la falta de voluntad política para impedir que se generen asentamientos en zonas de alta amenaza sin ningún control. Por otra parte, la falta de códigos de construcción que propicia que se construya cualquier tipo de estructura sin normas de ningún tipo, lo que puede redundar en estructuras altamente vulnerables.

Al igual que en el caso de las amenazas, es necesario reconocer que existen distintos niveles de evaluación de las vulnerabilidades. Para el conjunto de una nación las evaluaciones tienen como meta identificar el grado de vulnerabilidad que se manifiesta en los distintos departamentos; a nivel municipal, las evaluaciones deben indicar el grado de vulnerabilidad de los poblados. En el caso de hogares se harían estudios específicos respecto a los diversos componentes de cada vivienda. Esto implica que se debe tener información para realizar dichos estudios. Una fuente de información para realizar éstos se encuentra está contenida en los censos nacionales.

Como un primer acercamiento en lo relacionado con la identificación de indicadores de vulnerabilidades comunitarias se ha propuesto una metodología que integra información proveniente de censos, respecto a las siguientes amenazas:

- Sismos
- Deslizamientos
- Inundaciones
- Sequía
- Fuertes vientos
- Caída de ceniza

2.5 Integrando amenazas e indicadores de vulnerabilidad para estimar indicadores de riesgo

Una vez estimadas las amenazas y sus respectivos indicadores de vulnerabilidad, se pueden integrar de forma sencilla con el uso de sistemas de información geográfica. En el caso más simple se integran directamente mediante un simple producto de los factores, lo que se representa así:

$\text{Indicador de riesgo} = \text{amenaza} \times \text{cobertura geográfica de intersección} \times \text{indicador de vulnerabilidad}$
--

El factor de cobertura geográfica representa la proporción de área geográfica de la amenaza que está insertado dentro del polígono asociado con el poblado.

2.6 Medición del riesgo

La cuantificación del riesgo es un aspecto importante a considerar, sobre todo tomando en consideración que las amenazas y vulnerabilidades se han determinado mediante tres o más niveles cada una. En el caso de que tanto las amenazas como las vulnerabilidades, se clasifiquen en tres niveles, se puede utilizar la siguiente matriz para dimensionar los rangos de los riesgos. La primera columna a la izquierda representa a las amenazas, que se han clasificado en tres clases: baja, media y alta con sus valores numéricos respectivos. De manera similar, la fila superior representa las vulnerabilidades y sus posibles valores numéricos con base también en las tres clases propuestas. La combinación de amenazas y vulnerabilidades de diversos niveles se logra mediante una multiplicación de los coeficientes numéricos respectivos. La forma de obtener dichos coeficientes se detalla para cada amenaza específica en el capítulo 3.

Cuadro 2
Matriz de clasificación de riesgos con base
en amenazas y vulnerabilidades

Amenaza / Vulnerabilidad	Baja = 1	Media = 2	Alta = 3
Baja = 1	1	2	3
Media = 2	2	4	6
Alta = 3	3	6	9

Pongamos un ejemplo: la combinación de una amenaza de clase media (valor numérico 2) con una vulnerabilidad de clase alta (valor numérico 3) brinda como resultado un riesgo clasificado como alto (de magnitud 6, señalado con fondo de color rojo). Como se observa, se han incorporado las clasificaciones del riesgo respectivo mediante una escala de tres colores: verde, amarillo y rojo. La clasificación de riesgos, de manera numérica, asociada con este cuadro es:

Riesgo bajo: valores numéricos 1 y 2, casillas con fondo de color verde.

Riesgo medio: valores numéricos 3 y 4, casillas con fondo de color amarillo.

Riesgo alto: valores numéricos 6 y 9, casillas con fondo de color rojo.

En este sentido, es importante mencionar que puede haber otros criterios para la selección de niveles, pero en la actualidad no se han encontrado razones válidas que justifiquen el uso de un criterio sobre otro. Por ejemplo, se puede emplear el criterio de utilizar solamente dos niveles de riesgo, bajo y alto. En este caso se puede proponer que si el valor está entre 6 y 9 se tiene la condición de alto riesgo y todas las demás combinaciones pueden tomarse como de bajo riesgo. Esto se ilustra en el siguiente cuadro:

Cuadro 3
Matriz de clasificación de riesgos con base
en amenazas y vulnerabilidades

Amenaza / Vulnerabilidad	Baja = 1	Media = 2	Alta = 3
Baja = 1	1	2	3
Media = 2	2	4	6
Alta = 3	3	6	9

De nuevo se combinan amenazas (primera columna a la izquierda) con las vulnerabilidades (fila superior), mediante los productos numéricos de las clases. Aunque los valores numéricos son los mismos que en el cuadro anterior, los fondos de colores ahora sólo son verde y rojo, indicando clases de bajo y alto riesgo exclusivamente.

Como en el caso anterior, la selección de rangos se ha efectuado de una manera un tanto arbitraria, porque no se cuenta con criterios que permitan hacer una selección justificada que sea mejor que otras razonables y posibles.

En general, los modelos diseñados por VILLATEK S. A. en la medición de riesgo, se basan en la combinación de valores numéricos enteros. Entre las primeras consecuencias del uso de este tipo de modelo sobresalen dos en particular:

1. Se facilita el cálculo usando hojas electrónicas mediante simples fórmulas y no se tiene que manejar decimales o fracciones.
2. La cuantificación de riesgos tiene una escala arbitraria que se ha adaptado de acuerdo con los daños observados, o bien mediante criterios formulados por expertos.

Sin embargo, un aspecto importante a considerar en torno a las vulnerabilidades es que su magnitud depende de la dimensión social. En el caso de vulnerabilidades asociadas con viviendas en poblados, si todas las viviendas son iguales, sus vulnerabilidades serán iguales. Sin embargo, los poblados casi siempre difieren en tamaño, lo que significa que las vulnerabilidades de los poblados dependerán en cierta manera del número de viviendas que poseen. Estos aspectos deben ser considerados con cuidado durante los análisis cuando se están cuantificando riesgos.

Por ejemplo, al emplear la técnica en diversos poblados y ciudades de la República, en particular en las zonas de la ciudad capital, las magnitudes de las vulnerabilidades son altas dependiendo del número de viviendas en cada poblado o zona urbana. Esta consecuencia es natural dado que se estiman vulnerabilidades de acuerdo con el número de viviendas en los poblados y, cuanto mayor sea este número, mayor será la magnitud de la vulnerabilidad calculada. A continuación se presenta un cuadro comparativo respecto a valores de vulnerabilidades obtenidas para varias cabeceras municipales del país.⁶ La forma de obtener los valores numéricos de vulnerabilidad que para cada amenaza y población presentados en esta matriz se explica con detalle en el capítulo 3.

⁶ Fuente: J.C. Villagrán De León. *Reconocimiento preliminar de riesgos asociados a varias amenazas en poblados de Guatemala*. Guatemala. Secretaría General de Planificación (SEGEPLAN), 2002.

Cuadro 4
Comparación entre magnitudes
de vulnerabilidades para diversos poblados del país

	Número de viviendas	Vulnerabilidad estructural asociada con sismos	Vulnerabilidad estructural asociada con deslizamientos	Vulnerabilidad social asociada con personas en viviendas
Zona 7, ciudad capital	25,708	1,087,729	618,440	526,731
Zona 1, ciudad capital	11,228	556,481	315,686	241,572
Cabecera municipal de Villa Nueva	3,800	170,687	100,949	74,040
Cabecera municipal de Mixco	3,231	137,379	88,045	64,719
Cabecera departamental Chiquimula	3,924	259,233	154,020	82,027
Cabecera municipal Esquipulas	1,620	110,413	65,543	31,937
Cabecera municipal de Jocotán	680	40,431	25,821	13,787
Cabecera municipal de Jocotán	680	40,431	25,821	13,787
Cabecera municipal de San Juan Ermita	205	12,814	8,386	4,154

Reconociendo que la ciudad capital es el sitio donde las zonas tienen un mayor número de viviendas, se observa claramente una magnitud para las vulnerabilidades que es entre 50 y casi 100 veces mayor que las magnitudes de vulnerabilidades para municipios como San Juan Ermita y Camotán en Chiquimula.

Un estudio comparativo de vulnerabilidades en toda la República debe tomar en consideración estos aspectos para asignar rangos de vulnerabilidades para las tres clases: alta, media y baja. De acuerdo con lo anterior, se propone la siguiente clasificación:

Cuadro 5
Rangos propuestos para niveles de riesgo

Rango numérico de riesgo	Clasificación
0-20,000	Bajo
20,000-100,000	Medio
100,000 o mayor	Alto

Como se observa, en esta escala comunidades pequeñas como Camotán y San Juan Ermita, se clasificarán siempre con niveles bajos de vulnerabilidad. Sin embargo, este modelo permitirá en el futuro dimensionar y comparar vulnerabilidades de diversos tipos asociadas con diferentes amenazas para poblados de todo el país. Finalmente, un aspecto importante cuando se analizan vulnerabilidades y riesgos es el de la proporción de viviendas que están clasificadas en baja, alta o media vulnerabilidad o riesgo respecto al número total de viviendas de una población. Esta proporción se considera como muy importante y se discute en la siguiente sección.

2.7 Cómo comparar el nivel de riesgo de distintas poblaciones:

la normalización del riesgo

En la cuantificación del riesgo, un aspecto importante es la proporción de viviendas en alto riesgo con relación al número total de viviendas en una comunidad. Cuando esta proporción es pequeña, entonces es probable que la comunidad, con sus propios recursos, pueda implementar las medidas necesarias para reducir dichos riesgos, así como atender a los afectados en caso de que se manifieste un fenómeno. Sin embargo, cuando la proporción de riesgos es elevada, es probable que la comunidad no cuente con los recursos suficientes para reducir tales riesgos, ni para atender a los afectados si se manifiesta un fenómeno. En este caso se hablaría de un desastre. De ahí que sea necesario definir el riesgo normalizado como la fracción de viviendas en riesgo respecto al número total de viviendas de la comunidad, y de igual manera es factible definir una vulnerabilidad normalizada. La ventaja de utilizar el riesgo o la vulnerabilidad normalizada es que sobresalen aquellas comunidades que en proporción tienen un mayor riesgo o vulnerabilidad que las otras. Puesto de otra manera, aquellas comunidades que poseen un riesgo normalizado alto probablemente sufrirán desastres en el sentido propuesto por la CONRED: aquellas comunidades que no cuentan con suficientes recursos propios para atender las necesidades que se pueden presentar si la amenaza se materializa como fenómeno de alta intensidad. Al igual que en el caso de los riesgos o vulnerabilidades totales, es útil clasificar los valores normalizados en tres clases: alto, medio y bajo. Para el caso de estas cantidades normalizadas se presentan los siguientes rangos y niveles:

Cuadro 6
Rangos propuestos para niveles de vulnerabilidad normalizada

Rango numérico de vulnerabilidad normalizada	Clasificación
0-40	Bajo
41-70	Medio
71-100	Alto

Para ver cómo se modifican los riesgos, en el cuadro 7 se presentan los datos ofrecidos en el cuadro 4, con la particularidad de tomar en cuenta las vulnerabilidades normalizadas.

Cuadro 7
Comparación entre magnitudes de vulnerabilidades
normalizadas para diversos poblados

	Número de viviendas	Vulnerabilidad estructural asociada con sismos	Vulnerabilidad estructural asociada con deslizamientos	Vulnerabilidad social asociada con personas en viviendas
Zona 7, ciudad capital	25,708	39	22.1	18.9
Zona 1, ciudad capital	11,228	47.6	27.0	20.4
Cabecera municipal de Villa Nueva	3,800	41.1	24.3	17.8
Cabecera municipal de Mixco	3,231	38.4	24.6	18.1
Cabecera departamental Chiquimula	3,924	64.9	38.6	20.5
Cabecera municipal Esquipulas	1,620	68.0	40.4	19.7
Cabecera municipal de Jocotán	680	59.5	38.0	20.3
Cabecera municipal de Camotán	218	60.4	38.2	19.9
Cabecera municipal de San Juan Ermita	205	60.7	39.7	19.7

Como se observa, ya las zonas de la ciudad de Guatemala no destacan tanto, y en cambio empiezan a sobresalir poblados de menor tamaño, incluyendo San Juan Ermita y Camotán. Por ejemplo, en el caso de las vulnerabilidades asociadas con sismos, todas las comunidades de Chiquimula presentan valores del orden de 60 o mayor, mientras que las zonas de Guatemala presentan valores del orden de 40 puntos. Aunque el análisis mediante riesgos normalizados brinda una mejor panorámica en torno a donde focalizar recursos para reducir el probable impacto de un fenómeno de gran intensidad, se ha encontrado la debilidad que en muchos casos sobresalen aquellas comunidades que poseen menos de diez viviendas. Esto porque en muchos casos tal vez una proporción elevada de estas diez viviendas están en alto riesgo. Aun así, ésta es una debilidad que se puede manejar fácilmente reconociendo este aspecto y haciendo una clasificación preliminar de comunidades en relación con su número de viviendas. En términos cuantitativos, la integración de las amenazas y las vulnerabilidades normalizadas se puede realizar de una manera similar a las expuestas anteriormente. Asumiendo las amenazas se pueden clasificar en tres niveles y que las vulnerabilidades también se pueden clasificar en tres niveles (alto, medio y bajo), se propone la siguiente cuantificación para los tres niveles de riesgos normalizados.

Cuadro 8
Rangos propuestos para niveles de riesgo normalizado*

Amenaza	Vulnerabilidad				
	Baja: 0-40		Media: 41-70		Alta: 71-100
Baja = 1	0-40		41-70		71-100
Media = 2	0-80		82-140		142-160
Alta = 3	0-80	81-120	123-160	161-210	213-300

Al analizar este último cuadro es importante reconocer algunos aspectos:

1. La combinación de una amenaza baja con una vulnerabilidad normalizada baja o media implica un riesgo normalizado bajo.
2. La combinación de una amenaza baja y una vulnerabilidad normalizada alta puede resultar en un riesgo normalizado bajo o medio, dependiendo de la magnitud particular de vulnerabilidad normalizada.
3. La combinación de una amenaza alta y una vulnerabilidad normalizada baja puede resultar en un riesgo normalizado de grado medio o alto, dependiendo de la magnitud de la vulnerabilidad normalizada.

En el cuadro anterior se han planteado los rangos propuestos para el riesgo normalizado de la siguiente manera:

Cuadro 9
Rangos propuestos para riesgo normalizado

Habiendo completado la discusión en torno a los modelos matemáticos a emplearse para evaluar cuantitativamente los riesgos, los siguientes capítulos presentan ejemplos de resultados obtenidos para municipios como San Juan Ermita y Camotán, y departamentos como Escuintla y Sacatepéquez, con relación a diversas amenazas. Dichos ejemplos presentan de manera detallada cada amenaza y cada vulnerabilidad analizada. En tal sentido, se recomienda analizarlos detenidamente para concretar un mejor entendimiento de los riesgos y de las posibles medidas a implementarse para su reducción.

Rango numérico de riesgo normalizado	Clasificación
0-80	Bajo
81-160	Medio
161-300	Alto

* Los distintos valores de las celdas, son fruto del respectivo producto de la columna de amenaza con la fila de vulnerabilidad según la fórmula de evaluación de riesgo