

CONTENIDO

PARTE I. METODOLOGÍA GENERAL.....	4
1 INTRODUCCIÓN	4
2 CONCEPTO GENERAL.....	5
2.1 El análisis de riesgos como proceso participativo	5
2.2 Partes principales de un análisis de riesgos	6
2.3 Análisis de riesgos cualitativos y cuantitativos	8
3 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE RIESGOS.....	10
3.1 Evaluación de amenazas.....	10
3.1.1 Metodología general para la evaluación de amenazas	10
3.1.2 Estimación de probabilidades de ocurrencia de los eventos	13
3.1.3 Evaluación del grado de amenaza o peligrosidad.....	13
3.1.4 Resultados esperados de la evaluación de amenazas	14
3.2 Evaluación de vulnerabilidad.....	16
3.3 Evaluación del riesgo	16
3.4 Informe final.....	17
3.4.1 Propósito del informe final.....	17
3.4.2 Principios que rigen las propuestas o recomendaciones	18
3.5 Plan Municipal de Reducción de Desastres	19
PARTE 2: EVALUANDO RIESGOS PARTICULARES.....	20
4 FENÓMENOS NATURALES Y DESASTRES EN NICARAGUA.....	20
5 AMENAZAS HIDROLÓGICAS.....	21
5.1 Tipos de amenazas hidrológicas.....	21
5.2 Inundaciones	23
5.2.1 Identificación de áreas susceptibles de inundaciones	23
5.2.2 Evaluación de las amenazas por inundaciones.....	24
5.3 Crecidas repentinas y aludes torrenciales.....	26
5.3.1 Identificación de áreas de crecidas repentinas y aludes torrenciales	26
5.3.2 Evaluación de amenazas por crecidas repentinas y procesos torrenciales	27
6 AMENAZAS POR TERRENOS INESTABLES.....	28
6.1 Consideraciones generales sobre terrenos inestables	28
6.2 Clasificación de terrenos inestables.....	29
6.3 Identificación de deslizamientos.....	32
6.4 Evaluación de deslizamientos	34
7 AMENAZAS POR DERRUMBES.....	35
7.1 Identificación de derrumbes	35
7.2 Evaluación de derrumbes	36

8	COLADAS	36
8.1	Identificación de coladas	36
8.2	Evaluación de coladas.....	36
9	AMENAZAS VOLCÁNICAS	37
9.1	Tipos de amenaza volcánica	37
9.2	Evaluación de amenazas volcánicas	39
10	RIESGOS SÍSMICOS	40
10.1	Tipos de amenazas sísmicas en Nicaragua	40
10.1.1	<i>Fuentes de sismicidad</i>	40
10.1.2	<i>Regiones de amenaza sísmica</i>	41
10.2	Consideraciones locales	41
10.2.1	<i>Fallas superficiales</i>	41
10.2.2	<i>Otros factores locales de amenaza</i>	42
10.3	Vulnerabilidad a sismos	42
10.3.1	<i>Aspectos estructurales</i>	42
10.3.2	<i>Otros factores de vulnerabilidad de las construcciones</i>	43
11	BIBLIOGRAFÍA	45

PARTE I. METODOLOGÍA GENERAL

1 INTRODUCCIÓN

Existen muchas publicaciones relativas a cómo hacer análisis de riesgos por fenómenos naturales, pero buena parte de esos documentos han sido elaborados para realidades muy distintas a las de Nicaragua, por lo que no son aplicables directamente. Proporcionar pautas adaptadas no solo a las necesidades del ámbito municipal de Nicaragua, sino también a las posibilidades que ofrece el marco de trabajo – esto es el objetivo del presente documento el cual forma parte de una serie de dos denominados ***Instrumentos de apoyo para el análisis y gestión de los riesgos naturales en el ámbito municipal***. El primero de ellos está dirigido a las **municipalidades**; este, que es el segundo, está dirigido a los **especialistas** en análisis de riesgos.

Se pretende proporcionar a los especialistas algunas recomendaciones acerca de la metodología a desarrollar para la realización de evaluaciones de amenazas y análisis de riesgos dirigidos a un uso técnico administrativo en las municipalidades; se brinda además criterios muy básicos y fáciles de aplicar para la identificación, tipificación y caracterización de las amenazas.

El énfasis está en los peligros asociados a terrenos inestables, inundaciones y procesos torrenciales; sin embargo se proporcionan también, aunque a manera general, indicaciones para la realización de evaluaciones de amenazas asociadas a otros fenómenos naturales como son el volcanismo y la sismicidad, obviando otros eventos potencialmente peligrosos como los meteorológicos, entre los que están huracanes, tormenta eléctrica (rayos), incendios y sequías.

También se describen algunos conceptos y la metodología para evaluar el grado de amenaza o de peligrosidad, la vulnerabilidad y el riesgo.

Las evaluaciones de amenazas, vulnerabilidades y riesgos deben ser realizadas por profesionales capaces y de diferentes disciplinas, ya que el tema de los desastres requiere de conocimientos que rebasan el campo de una sola especialidad; se necesita tener experiencia y conocimientos en campos tan diversos como la geología, la geotecnia, la hidrología, la economía, la planificación, y hasta las ciencias sociales, entre otros, para poder obtener una visión integral de la problemática de una zona bajo estudio.

2 CONCEPTO GENERAL

2.1 El análisis de riesgos como proceso participativo

La gestión de los riesgos consiste en una serie de actividades diseñadas para reducir las pérdidas de vidas humanas y la destrucción de propiedades e infraestructuras. Los resultados de este proceso continuo de manejo o gestión de riesgos pueden ser divididos en:

- Medidas para disminuir el riesgo de desastres a largo plazo (prevención), eliminando sus causas como la intensidad de los fenómenos, la exposición o el grado de vulnerabilidad.
- Medidas de preparación cuyo objeto es asegurar una respuesta apropiada en caso de necesidad, incluyendo alertas tempranas oportunas y eficaces, así como evacuación temporal de gente y bienes de zonas amenazadas.
- Medidas de respuesta cuando está sucediendo o ha sucedido un desastre (manejo o gestión de desastres, recuperación, reconstrucción).

Las medidas de prevención¹ incluyen la realización de estudios y análisis para identificar, evaluar y cuantificar el nivel de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, así como las acciones para mitigar (reducir) los efectos de los peligros observados. Los estudios y análisis de identificación y evaluación de amenazas y vulnerabilidades están englobados en el denominado **análisis de riesgos**. El análisis de riesgos tiene como objetivo servir como base para la elaboración de los planes de reducción de desastres, y más allá de los planes de desarrollo municipal.

El concepto de trabajo para el **Análisis de riesgos** planteado en este documento y sugerido por varios autores, implica una estrecha interrelación entre los especialistas, la municipalidad y la población. Es importante integrar desde un inicio a miembros de las municipalidades al trabajo de análisis y evaluación con el objetivo de transmitir algunos conocimientos a éstos, entender más de la realidad del municipio y garantizar la continuidad e implementación de las recomendaciones vertidas en el documento resultado del estudio. Así se obtendrá información valiosa sobre zonas a priorizar, eventos desastrosos ocurridos, (ubicación, daños causados etc.), que permiten ahorrar esfuerzos y tiempo. El gobierno municipal como máxima autoridad del municipio, tiene obviamente la potestad de participar en la evaluación proponiendo acciones, obras etc.

El procedimiento implica también la participación de la población en gran parte del proceso de análisis de riesgos, tanto a través de talleres participativos como a través de entrevistas individuales a líderes comunales. Se pretende con esto por una parte el levantamiento de la información histórica sobre desastres ocurridos en la zona o sus alrededores, y por otra parte la integración de la comunidad en la definición y ejecución de las recomendaciones, como por ejemplo participación en comités de prevención y/o emergencia, en obras estructurales participativas como barreras vivas o muros de contención; o en medidas no estructurales como la reforestación de las zonas degradadas ambientalmente.

¹ En inglés, el término "prevention" significa "impedir que ocurra un desastres" (es muy fuerte). Por esto en inglés se habla de "prevention and mitigation" para hablar de la prevención.

2.2 Partes principales de un análisis de riesgos

La metodología de trabajo sugerida plantea el Análisis de "riesgos naturales"² a partir de tres pasos fundamentales que son:

1. **Evaluación de amenazas:** Se realiza a través de inventarios de fenómenos realizados de forma participativa con las municipalidades, los líderes comunales y la población; observaciones y mediciones de campo, análisis y revisión de información científica disponible (mapas, fotos aéreas, informes, etc), con el fin de conocer la probable ubicación y severidad de los fenómenos naturales peligrosos, así como la probabilidad de que ocurran en un tiempo y área específica. Tiene como resultado la elaboración de un mapa de amenazas, el cual representa un elemento clave para la planificación del uso del territorio y constituye un insumo imprescindible para la evaluación de los riesgos actuales y potenciales.

En una evaluación cuantitativa, la amenaza en un sitio específico se podría caracterizar determinando para cada evento posible (i):

- m_i : magnitud del evento [definida por profundidad, velocidad, volumen, energía, ...]
- $p(m_i)$: frecuencia o probabilidad de ocurrencia del evento [en % / año]

Por ejemplo, un sismo de magnitud entre 6,5 y 7,0 sería un evento posible; un sismo de magnitud entre 7,0 y 7,5 sería otro evento posible. A cada uno se le puede asociar una probabilidad anual.

2. **Evaluación de la vulnerabilidad:** Es el proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y predisposición a daños y pérdidas, ante una amenaza específica. Consiste en la identificación y evaluación de los elementos vulnerables y la estimación del porcentaje de pérdidas resultante de un fenómeno peligroso.

En una evaluación cuantitativa, la vulnerabilidad de los bienes expuestos en un sitio específico a una amenaza específica podría caracterizarse por:

- W : Valor de los bienes expuestos [\\$]
- $V(m_i)$: Vulnerabilidad específica, o porcentaje del valor expuesto que se perdería ante el impacto de un evento de magnitud m_i

Factores de vulnerabilidad:

Es importante saber, en una sociedad, cuales son los factores o causas que conllevan a la construcción de vulnerabilidad (o a su reducción). Por ejemplo, la falta de recursos económicos o la falta de conocimientos acerca de las amenazas puede llevar a la gente a instalarse en zonas de amenaza.

3. **Evaluación del riesgo:** Un análisis de riesgo consiste en estimar las pérdidas probables para los diferentes eventos peligrosos posibles. Evaluar el riesgo es relacionar las amenazas y las vulnerabilidades con el fin de determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales de un determinado evento.

Con las notaciones anteriores, el riesgo R se puede definir por:

- $R_i = p(m_i) \times W \times V(m_i)$ [\$/ año]

Percepción del riesgo:

Se debe tomar en cuenta que los actores sociales (población, autoridades) tienen una percepción del riesgo que puede ser influenciada por sus valores, su experiencia, sus prioridades. La

² Los llamados "riesgos naturales" no son naturales, puesto que la vulnerabilidad, que siempre es necesaria para que haya riesgo, es construida por la sociedad. Sin embargo, el concepto se usa aquí por su comodidad.

evaluación del riesgo deberá ser lo más objetiva posible, aunque los valores y las prioridades de los actores deben tomarse en cuenta cuando se formulan las recomendaciones.

Recomendaciones:

Una vez identificado un sitio de coexistencia de vulnerabilidad y amenazas y evaluado el riesgo asociado se pueden elaborar las correspondientes recomendaciones para la reducción de riesgos. En particular, las evaluaciones de riesgo sirven como base para incorporar medidas de mitigación, lineamientos de uso del suelo y otras recomendaciones a los planes estratégicos de desarrollo a nivel nacional, municipal, de cuencas e inclusive a nivel micro en el diseño de proyectos de construcción o infraestructura.

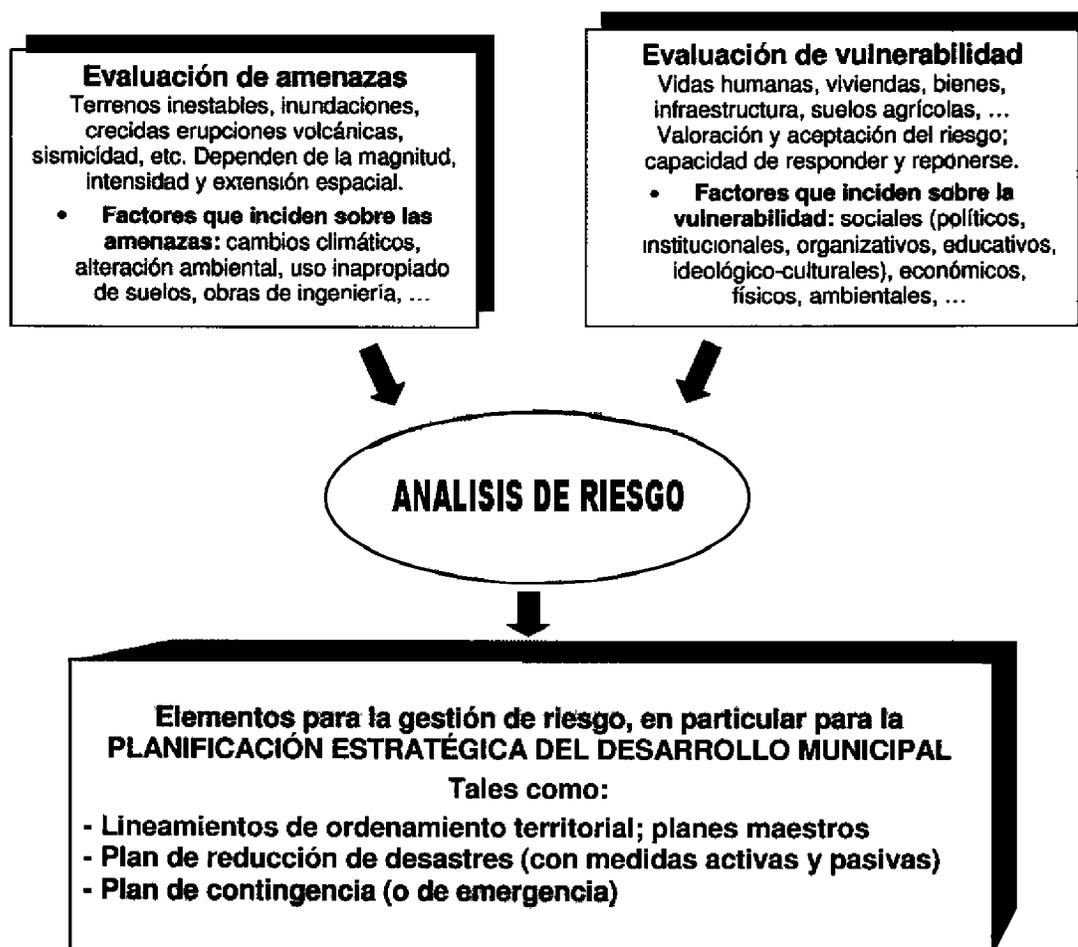


Fig. 1: Estructura general de un análisis de riesgos

2.3 Análisis de riesgos cualitativos y cuantitativos

Condiciones de aplicación

Existen diversos métodos para el análisis de riesgos debidos a amenazas naturales; sin embargo todos plantean una metodología de evaluación que distingue Amenazas y Vulnerabilidades. Entre los métodos que se utilizan están los métodos de análisis cualitativos y cuantitativos. Los métodos cuantitativos pueden aportar, cuando son aplicables, un grado de objetividad superior. Sin embargo, la escasez de datos prohíbe generalmente su aplicación consecuente. Además, para permitir una eficiente gestión del riesgo, es generalmente más importante identificar correctamente las causas profundas (o factores) que causan el riesgo y que influyen sobre su dinámica (es decir sobre su crecimiento o su reducción), tanto del lado de las amenazas como del lado de las vulnerabilidades, que disponer de datos "exactos" sobre los riesgos en sí.

En este documento se plantea por consiguiente una metodología de trabajo basada en análisis cualitativos. No obstante se dan, a continuación, algunas indicaciones sobre métodos cuantitativos, ya que estimaciones numéricas de intensidad o de probabilidad de un fenómeno, o incluso cálculos de riesgo pueden sustentar en ciertos casos una afirmación cualitativa sobre el riesgo.

Los métodos cuantitativos

Los métodos cuantitativos para el cálculo de riesgo implican generalmente el uso de análisis estadísticos y probabilísticos para determinar la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos, la vulnerabilidad de los elementos en riesgo y el riesgo inducido. El método a aplicar depende de la recurrencia del fenómeno y de su variación espacial. Algunos ejemplos se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 1: Tipos de análisis cuantitativos de amenazas

RECURRENCIA Y VARIABILIDAD ESPACIAL DEL FENOMENO	TIPO DE ANÁLISIS	EJEMPLO
Impactan siempre en la misma área	- Análisis de frecuencia en función o no de la magnitud del fenómeno - Simulaciones a través de métodos probabilísticos o determinísticos	-Inundaciones en El Rama -Deslizamiento de Selva Negra -Tsunamis-maremotos
Impactan en áreas diferentes	- Espacial en función o no de la magnitud - Espacial y frecuencial en función o no de la magnitud - Simulación / Modelización con métodos determinísticos y/o probabilísticos	-Lahares del San Cristóbal -Terremotos -Flujos de lava
Impacta una vez solamente	- Simulación / Modelización con métodos determinísticos y/o probabilísticos	-Desastre Casita

Métodos cuantitativos para terrenos inestables

Entre los métodos cuantitativos de amplia aplicación para terrenos inestables se encuentran aquellos que calculan la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos usando *modelos de variabilidad de pendientes, probabilísticos de suelo y rocas así como modelos determinísticos* (factores de seguridad). La probabilidad también puede calcularse combinando el análisis probabilístico con el análisis semicuantitativo basados en el comportamiento físico del fenómeno tales como: utilizando

información de eventos ocurridos en el pasado en un área determinada y durante un tiempo de exposición dado (debido a que el peligro está relacionado, con la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno, en este caso de origen natural); relaciones entre la geomorfología y la geología; precipitación y pendiente del terreno, etc.

Métodos cuantitativos para fenómenos hidrológicos

En el caso de fenómenos hidrológicos (inundaciones, crecidas repentinas, flujos de lodo y escombros), se utiliza generalmente el análisis de frecuencia para determinar las intensidades de fenómenos asociadas a diferentes probabilidades o períodos de retorno. Por ejemplo, se puede determinar así los caudales asociados a una probabilidad de excedencia anual de 1% (probabilidad de no-excedencia de 99% ó 0,99) en una estación hidrométrica (estación donde se miden los niveles de agua de un río o una quebrada y se estiman los caudales correspondientes).

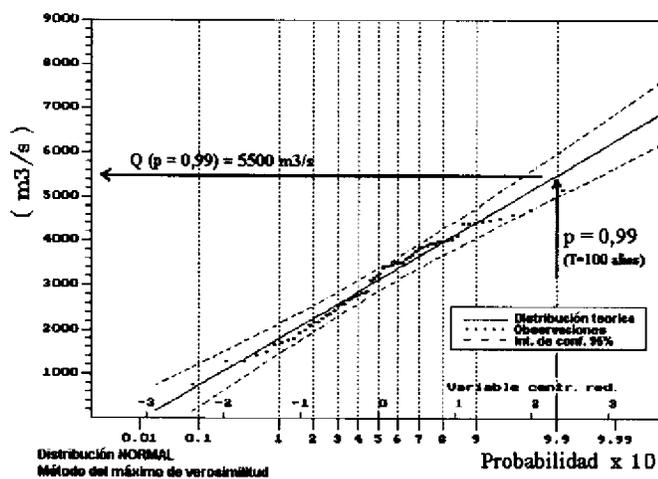


Fig. 2: Ejemplo de ajuste de distribución de probabilidad

Las distribuciones de probabilidad más comunes en hidrología son de tipo Normal, log-normal, Gumbel, log-Gumbel, y Pearson tipo III. Existen papeles de probabilidad en los cuales las observaciones históricas tienden a alinearse a lo largo de una recta cuando el tipo de distribución corresponde al fenómeno analizado. Cuando el tipo de distribución no es apropiado, los resultados del ajuste no deben utilizarse (debe cambiarse el tipo de papel o de distribución).

Para realizar un ajuste de calidad, se necesita por lo menos una serie de 20 máximos anuales observados. La calidad de los datos debe ser analizada previamente.

El análisis de frecuencia es la base para la elaboración de las curvas intensidad-duración-frecuencia que se pueden conseguir en INETER para diferentes localidades del país, y que son la base para los cálculos hidrológicos basados en las precipitaciones.

Relaciones Intensidad – Probabilidad – Amenaza

Las probabilidades asociadas a los diferentes grados de intensidad posibles para un fenómeno definen su grado de amenaza. El riesgo total se puede obtener luego, estimando el daño para cada intensidad, y calculando el total de los daños esperados ponderados por las probabilidades de ocurrencia.

3 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE RIESGOS

La aplicación de **métodos cualitativos** para el análisis de riesgos implica el conocimiento preciso de las amenazas, de los elementos en riesgo y de sus vulnerabilidades, pero expresados de forma cualitativa (basados en la experiencia y observaciones de campo). Las probabilidades de los eventos peligrosos son estimaciones realizadas partiendo de la experiencia de los especialistas, las vulnerabilidades y el riesgo son determinados también de forma relativa.

3.1 Evaluación de amenazas

3.1.1 Metodología general para la evaluación de amenazas

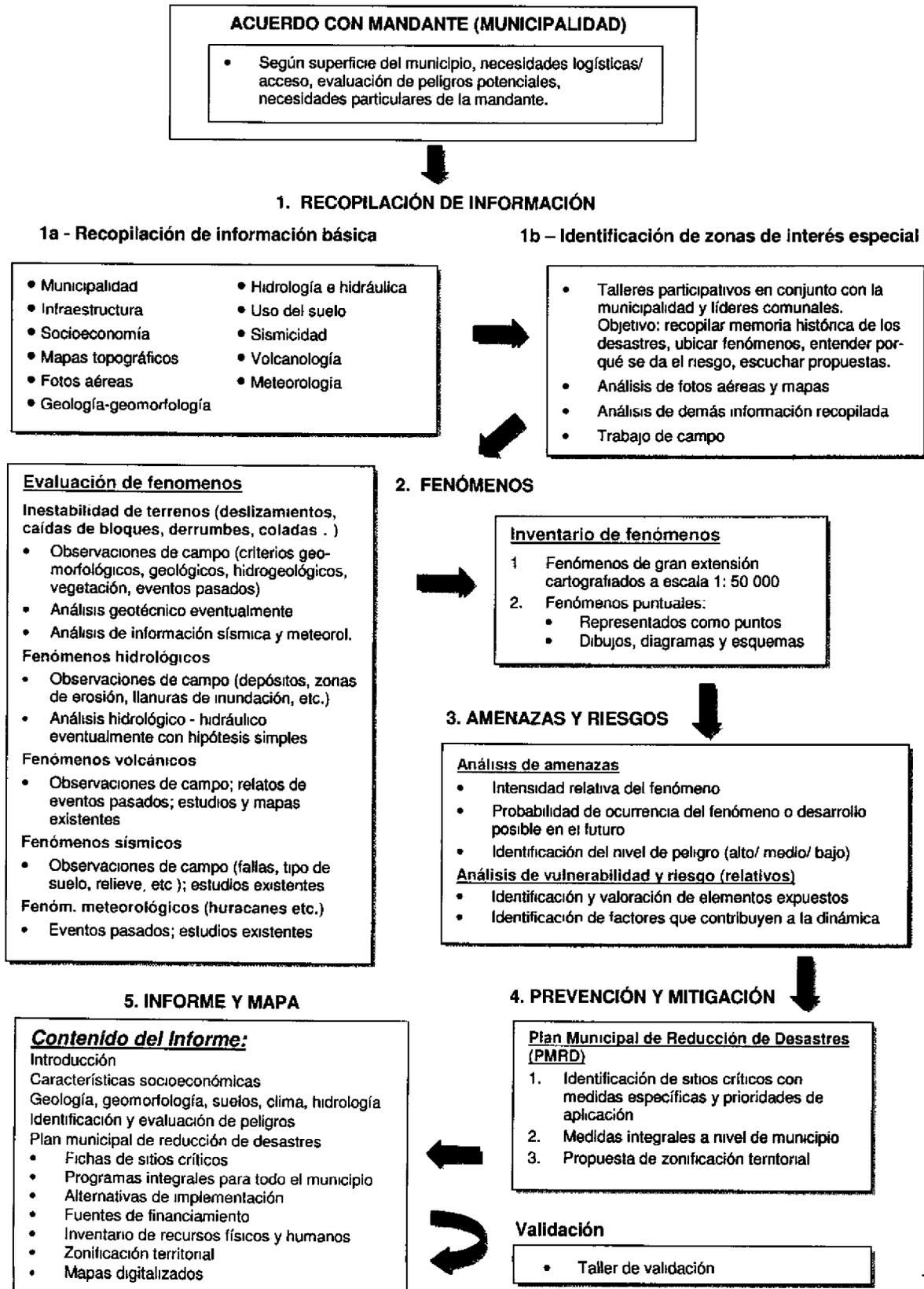
El principal objetivo de una evaluación de amenazas (o de peligros) es predecir o pronosticar el comportamiento de los fenómenos naturales potencialmente dañinos o, en su defecto, tener una idea de la probabilidad de ocurrencia de dichos fenómenos para diferentes magnitudes. De esto modo, se logra una apreciación del riesgo que se correría en las zonas de influencia de las amenazas, si se utilizaría estas zonas para ciertos usos que implican niveles de vulnerabilidad alta (en particular el uso habitacional).

La metodología de evaluación de amenazas inicia desde la presentación de una oferta técnica a la municipalidad interesada, y la elaboración de un plan de trabajo preliminar. Conlleva etapas de trabajo de campo para las observaciones y mediciones, y otras de oficina para el procesamiento de la información y la elaboración de mapas e informes. Esta metodología plantea trabajar con la base topográfica existente en el país a escala 1:50 000 para trasladar todas las observaciones y análisis de fenómenos peligrosos a planos o mapas hasta un nivel de detalle permitido a esta escala (mapas indicativos de amenaza).

Una vez concluido el acuerdo con la mandante (la municipalidad), la secuencia de acciones más común y efectiva es la siguiente:

- **Definición de necesidades con la mandante** (autoridades municipales en coordinación con la población y las instituciones locales) y establecimiento del plan de trabajo
- **Recopilación de información general y de antecedentes**, utilizando técnicas participativas con la población (talleres) y otras fuentes.
- **Análisis de fotos aéreas y mapas topográficos**
- **Elaboración de un diagnóstico y evaluación preliminar de campo**
- **Levantamientos semi-detallados de campo**
- **Elaboración de mapas y documentos de apoyo** (fichas, bases de datos...)
- **Elaboración del Plan Municipal de Reducción de Desastres en conjunto con la municipalidad** (evaluación detallada de zonas críticas y sus recomendaciones específicas; recomendaciones generales o integrales a nivel municipal)
- **Elaboración de una propuesta de zonificación territorial** (incluyendo elementos de uso de suelos y potencial de uso, así como el nivel de degradación ambiental)
- **Elaboración de Informe**
- **Validación con los actores locales** (la población, municipalidad y organismos)
- **Consultas suplementarias, finalización de productos y entrega a la municipalidad**

Fig. 3: Metodología general de los estudios municipales



En lo referente a la **información a recopilar**, es importante definir el tipo de información requerida y desestimar datos secundarios o exceso de datos socioeconómicos, cuyas fuentes pueden ser mencionadas sin mayor detalle. Es importante identificar fuentes documentales para recabar testimonios personales sobre desastres pasados, signos indicadores de terreno, toponimia, etc. La información obtenida debe ser evaluada antes de ser utilizada, con el fin de verificar su calidad, actualidad y confiabilidad utilizando para esto análisis comparativos, deductivos y correlaciones. En el caso de la información socioeconómica, debe cuidarse que ésta no sea muy antigua o con grandes diferencias temporales.

La **identificación de las zonas de interés especial** se realizará partiendo de entrevistas a las autoridades municipales y a la población, con los cuales se puede realizar talleres participativos, con el fin de obtener la información directamente de los afectados e informar a la gente sobre la naturaleza del trabajo, para romper la desconfianza y, una vez que el trabajo ha sido realizado, para informarles sobre las medidas que se pueden tomar (eventualidad de que pueda instalarse algún sistema de observación y alerta, brindar consejos prácticos para el manejo del suelo, el manejo del agua, las construcciones, etc.). La técnica del auto-mapeo se puede utilizar en este contexto.

El especialista debe tener mucho cuidado para no adelantar opiniones sobre el peligro, sobre todo cuando éste parece elevado, para evitar una difusión distorsionada de la información. Estos aspectos son de gran importancia, ya que las metodologías participativas permiten involucrar a la población en las tareas de prevención y contribuyen a despertar o generar una conciencia de riesgo y prevención.

Previo al trabajo de campo, se deben **analizar los mapas topográficos y las fotos aéreas** de la zona, con el objetivo de identificar áreas susceptibles a inestabilidades de terrenos, a inundaciones y procesos torrenciales, a fenómenos volcánicos y sísmicos. Estas actividades iniciales son de gran importancia ya que proporcionan una visión general previa de la situación del área de trabajo, lo que permite ahorrar esfuerzos y dinero al enfocar el trabajo de campo en zonas pre-seleccionadas, en cuya selección es importante incluir a representantes de la municipalidad.

Durante el **trabajo de campo** se debe observar el área en detalle con el objetivo de encontrar evidencias que permitan definir límites, tipología de los fenómenos y grado de actividad en las zonas afectadas, lo cual proporcionará elementos para la evaluación del grado o nivel de peligrosidad del fenómeno, así como estimar la probabilidad relativa de ocurrencia del evento o eventos bajo estudio. El énfasis estará en las zonas de interés especial previamente identificadas, pero el recorrido debe cubrir toda la zona de estudio (observación desde puntos altos).

3.1.2 Estimación de probabilidades de ocurrencia de los eventos

La probabilidad relativa de ocurrencia de un evento puede ser estimada en base a la experiencia del especialista y las evidencias de actividad e intensidad del fenómeno. Se realiza un análisis relativo (utilizando consideraciones que pueden ser ciertas o no dependiendo de la experiencia del analizador); este análisis consiste en expresar de manera cuantitativa observaciones subjetivas. Ejemplo de ello es lo siguiente: "en los próximos 10 años es muy probable que ocurra una colada en esta zona", lo cual perfectamente puede ser traducido como "existe un 10% de probabilidad de que ocurra una colada en un año". En este caso se hablaría de un período de retorno de 10 años.

Cuando es poco probable que un fenómeno ocurra "en los próximos 10 años", y que su probabilidad solo se puede considerar alta cuando hablamos de "los próximos 100 años", entonces se puede decir que su período de retorno es más bien de alrededor de 100 años.

Períodos de retorno para mapas de amenazas:

Para la elaboración de mapas de amenazas, no es aceptable limitarse a fenómenos de 10 años de período de retorno, y se deben tomar en cuenta fenómenos menos frecuentes, de períodos de retorno de por lo menos 100 años, preferiblemente más. Si hacemos un mapa de amenaza por inundaciones considerando eventos de 100 años de período de retorno, habrá una probabilidad de alrededor de 50% (o sea: uno en dos) que en los próximos 70 años suceda algún evento que afecte zonas que no hemos marcado como peligrosas. Sin embargo, por otro lado, no es recomendable considerar eventos con períodos de retorno superiores a unos 500 años, ya que, por una parte, será muy difícil imaginar qué podría ser un evento de este tipo y que, por otra parte, tales eventos tendrían una probabilidad demasiado débil para ser consideradas en las tareas de planificación comunes.

Probabilidades altas, medias, bajas:

Otros métodos semicuantitativos ampliamente utilizados para la estimación de la probabilidad de ocurrencia de un evento, sobre todo en terrenos inestables son los que **relacionan la geomorfología y la geología del área**. Existen dos variantes de este método, las dos se basan en el principio de Varnes que plantea que lo ocurrido en el pasado y presente sirve de guía para saber que ocurrirá en el futuro. Ambas son basadas en la experiencia y juicio del especialista y no implican cuantificación de la probabilidad, sino que la probabilidad es estimada en términos cualitativos como baja, media, alta, o asignándole valores asumidos de probabilidad. Típicamente, una probabilidad baja (pero no muy baja), podría ser de "entre 0,2% y 1% por año" (período de retorno entre 100 y 500 años).

3.1.3 Evaluación del grado de amenaza o peligrosidad

Las clases de peligrosidad que se representan en un mapa de amenaza deben permitir apreciar el riesgo que se correría en un punto del espacio si se le daría a éste un uso común. Son de especial interés las amenazas que ponen en peligro la vida humana y - aunque en menor grado - las que ponen en peligro los bienes de la comunidad (por ej. las infraestructuras importantes) y de los particulares (viviendas, animales, herramientas, mobiliario, etc.). Debido a la concentración de vidas humanas y de bienes que implica, el principal uso del espacio que puede significar riesgos elevados es el de vivienda en asentamientos humanos (pueblos, barrios, urbanizaciones). Por consiguiente, las clases de peligrosidad deberán sobre todo permitir una apreciación del riesgo que correrían, en un lugar del mapa, las vidas humanas (al exterior y al interior de casas o edificios comunes), así como los bienes en las edificaciones.

Los pautas siguientes pueden servir de referencia para establecer clases de amenaza o de peligrosidad, aunque cada tipo de amenaza pueda tener sus particularidades:

Rojo: peligro alto

- Las personas están en peligro tanto al exterior como al interior de las viviendas o edificios.
- Existe un alto peligro de destrucción repentina de viviendas y edificios.

ó

- Los eventos se manifiestan con una intensidad relativamente débil, pero con una probabilidad de ocurrencia elevada, y las personas, en este caso, están sobre todo amenazadas al exterior de las viviendas y edificios.

La zona marcada en rojo corresponde esencialmente a una **zona de prohibición**.

Anaranjado: peligro medio

- Las personas están en peligro al exterior de las viviendas o edificios, pero no o casi no al interior.
- Las viviendas y edificios pueden sufrir daños, pero no destrucción repentina, siempre y cuando su modo de construcción haya sido adaptado a las condiciones del lugar.

La zona anaranjada es esencialmente una **zona de reglamentación**, donde daños severos pueden reducirse con medidas de precaución apropiadas.

Amarillo: peligro bajo

- El peligro para las personas es débil o inexistente.
- Las viviendas y edificios pueden sufrir daños leves, pero puede haber daños fuertes al interior de los mismos.

La zona amarilla es esencialmente una **zona de sensibilización**.

Blanco: ningún peligro conocido, o peligro despreciable según el estado de los conocimientos actuales

3.1.4 Resultados esperados de la evaluación de amenazas

Como resultado de la evaluación de amenazas (o peligros) se generan dos tipos de **mapas**; sin embargo, su elaboración está en función de la disponibilidad de documentos e información básica. El producto de la evaluación de amenazas deberá hacer uso de los materiales disponibles. Los mapas topográficos a escala 1: 50 000 son inevitables, porque son los únicos que cubren prácticamente todo Nicaragua. Existen proyectos en curso para obtener mapas a escalas más grandes, sin embargo a la fecha no se han concretado, entonces lo más adecuado es trabajar a escala 1: 50 000.

Según la realidad nacional los mapas factibles de realizar son:

- Mapas de inventario de fenómenos
- Mapas indicativos de amenazas o peligros

Por economía o por escala, no siempre es posible realizar separadamente estos mapas, por lo que, en la situación actual, y en términos realistas, lo más asequible es levantar mapas-inventarios con indicaciones genéricas sobre el grado de amenaza y algunas pautas de gestión (entre ellas una propuesta de zonificación territorial).

El uso de SIG permite contar con una perspectiva de mejorar progresivamente la cartografía sin necesidad de iniciar cada vez nuevos trabajos de base.

1- Mapa inventario de fenómenos

Escala aconsejada: 1:50 000

Objetivo: señalar la existencia de fenómenos o procesos o zonas susceptibles de ser escenario un evento catastrófico.

Contenido:

- Delimitación lo más precisa posible de los fenómenos naturales, incluyendo todas las zonas afectadas. Cuando estas áreas no se pueden ubicar precisamente en los mapas topográficos actuales, es mejor marcarlas con un signo y un código, o referirlas a alguna referencia geográfica notable (progresiva de carretera, cerro importante, pueblo, etc.)

En especial:

- Indicación de frentes o zonas generadoras de derrumbes, coladas, deslizamientos u otros fenómenos, etc.
- Delimitación indicativa (hasta donde sea posible por la escala) de las franjas de inundación (lecho mayor y lecho menor) y de las llanuras de aluvionamiento probables (precisión muy relativa, por lo que, para evitar suspicacias, deberá insertarse una advertencia sobre su nivel de validez cartográfica).
- Indicación aproximada de los lugares donde el cauce presenta estrangulación, obstáculos que puedan entorpecer el flujo de las corrientes y las áreas con material no consolidado que puede sufrir movilización por crecida o erosión.

2- Mapa indicativo de amenazas

Objetivo: Indicar el grado o nivel de peligro de los diferentes fenómenos naturales identificados así como su evolución a través del tiempo. Puede incluir una propuesta de zonificación territorial considerando las amenazas identificadas y el nivel de degradación de los suelos, entre otros.

Escala aconsejada: 1:50 000

Contenido:

- Delimitación, lo más precisa posible, de las zonas de amenaza alta, media y baja para los diferentes fenómenos evaluados.
- Ubicación indicativa de los sitios críticos y elementos expuestos.
- Zonificación del territorio.

Si las condiciones o cualquier razón no permiten realizar un análisis integrado de riesgos, pueden elaborarse informes intermedios de esta fase de evaluación de amenazas, en los que deben plantearse todas las recomendaciones posibles y viables. Este informe proporcionará algunas pautas para ser integradas en los planes de desarrollo municipal.

3.2 Evaluación de vulnerabilidad

La vulnerabilidad constituye un sistema dinámico, que surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características (externas e internas) que convergen en una comunidad o área particular. A esta interacción de factores se le conoce como *vulnerabilidad global*. Esta vulnerabilidad global puede dividirse en varias vulnerabilidades o factores de vulnerabilidad, todos ellos relacionados entre sí: vulnerabilidad física; factores de vulnerabilidad económicos, sociales y ambientales. (Wilches-Chaux, 1993)

La *vulnerabilidad física* se refiere a la localización de asentamientos humanos en zonas de amenaza, como por ejemplo en las laderas de los volcanes, en las llanuras de inundación de los ríos, al borde de los cauces, en zonas de influencia de fallas geológicas, etc. La *vulnerabilidad estructural* se refiere a la falta de implementación de códigos de construcción y a las deficiencias estructurales de la mayor parte de las viviendas, lo que conlleva a no absorber los efectos de los fenómenos naturales; la *vulnerabilidad natural* se refiere a aquella que es inherente e intrínseca a todo ser vivo, tan solo por el hecho de serlo.

Los factores de vulnerabilidad económicos y sociales se expresan en los altos niveles de desempleo, insuficiencia de ingresos, poco acceso a la salud, educación y recreación de la mayor parte de la población; además en la debilidad de las instituciones y en la falta organización y compromiso político, al interior de la comunidad o sociedad. Se ha demostrado que los sectores más pobres son los más vulnerables frente a las amenazas naturales.

Un análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos frente a una determinada amenaza o peligro. La vulnerabilidad puede ser definida por tres niveles: **baja, media y alta**; también puede ser expresada como un **porcentaje** de elementos que pueden sufrir daño o destrucción (pérdida) sobre un total, aunque es difícil establecer una referencia de carácter absoluto. Los porcentajes pueden ser establecidos en función de las características del área, del tipo de fenómeno, de la densidad y frecuencia de ocupación humana, densidad de construcciones, etc.

Debido a la escala de trabajo (1:50 000), no es posible realizar verdaderos mapas de vulnerabilidad, ya que estos corresponden a una fase de estudios detallados y no es del todo viable, para áreas grandes como son las de los municipios, en realidades como las de Nicaragua. Por ello, se recomienda introducir la variable de vulnerabilidad dentro de los mapas de inventario o de amenaza a través de indicaciones que evidencien los elementos o grupos de elementos más vulnerables en zonas de mayor peligro. Por cuestiones de legibilidad, lo mejor es marcar la vulnerabilidad como parte de los sitios críticos, con un signo y un número que remita a una ficha.

3.3 Evaluación del riesgo

Para realizar análisis de riesgos, las evaluaciones de amenazas y vulnerabilidades son el primer paso. Las evaluaciones de riesgo pueden elaborarse a partir de una apreciación relativa del nivel de amenaza, de las indicaciones relativas a la vulnerabilidad global, y de la frecuencia de los fenómenos, mostrando una zonificación donde se indique el grado o nivel de amenaza y se le correlacione con el nivel de concentración de población y de inversiones o infraestructura.

Con los recursos existentes y la escala de trabajo, no puede realizarse un mapa de riesgo propiamente dicho, pero sí pueden elaborarse mapas indicativos de amenazas con calificaciones de riesgo relativo. En particular, se puede llamar la atención sobre la existencia de lugares de alto riesgo mediante la representación de *sitios críticos*.

3.4 Informe final

3.4.1 Propósito del informe final

El informe, resultado de este análisis de riesgos, pretende convertirse en un instrumento técnico-administrativo para la prevención de desastres. Está dirigido básicamente a un uso administrativo en las municipalidades ya que pretende servir como un documento técnico de base que aporte elementos importantes para ser considerados a la hora de elaborar los planes de desarrollo a nivel municipal, integrando la visión de las amenazas naturales como un factor de potencial retraso económico, social y cultural.

De igual manera, proporcionará información importante para ser utilizada en el ordenamiento territorial del municipio, tal como la zonificación del uso de suelo, sobre la base de su nivel o susceptibilidad a las amenazas.

El documento técnico debe ser presentado usando un lenguaje claro, sencillo (sin muchos tecnicismos), conciso, de fácil comprensión, y ser lo más descriptivo que se pueda. Puede acompañarse de fotos, esquemas y mapas con el fin de explicar de mejor forma su contenido y por tanto que sea entendible para todos. No es necesario abundar en cuestiones académicas o de ciencias puras (geología, hidrología, etc.) o en información general que puede ser encontrada en otras fuentes bibliográficas.

El documento puede contener recomendaciones en dos niveles de análisis y de propuesta: uno administrativo y otro técnico.

Las recomendaciones correspondientes al primer nivel (relacionado más a la prevención pasiva) deben ceñirse al marco legislativo y reglamentario vigente, es decir que deben ser aplicables por el municipio sin mayores problemas jurídicos, dentro del ámbito de sus competencias. En caso de posible conflicto de competencias o superposición de funciones institucionales, se recomienda la negociación entre las partes implicadas o un esquema de reparto de responsabilidades. Sólo cuando se vea que alguna recomendación o propuesta de reforma reglamentaria es factible dentro de la potestad municipal deben hacerse recomendaciones específicas en ese sentido. Ejemplos de éstas son las ordenanzas que puede emitir el Alcalde para regular la construcción de viviendas en la llanura de inundación de ríos, o prohibiendo la construcción de viviendas e infraestructuras en zonas de inestabilidad de terreno.

Las recomendaciones referidas al segundo nivel deben orientarse a propuestas concretas, tras hacer una descripción del fenómeno, un análisis de su evolución y consecuencias potenciales (previsión de escenarios de crisis).

Al momento de proponer soluciones de prevención activa (trabajos de estabilización o de defensa) siempre deben tomarse en cuenta las posibilidades financieras y técnicas del municipio y el nivel de riesgo existente. Una propuesta costosa o muy complicada no será aplicada en los municipios debido a las condiciones de los mismos.

Los factores culturales, ideológicos y socioeconómicos son un componente muy importante dentro de la evaluación de riesgos y en el momento de hacer las propuestas, medidas extremas como la evacuación generan conflictos sociales y problemas administrativos muchas veces insuperables, por lo que deben considerarse todos los factores para hacer recomendaciones viables de realizar.

3.4.2 Principios que rigen las propuestas o recomendaciones

El especialista debe tener en consideración que las propuestas técnicas y normativas deben regirse por principios como:

Principio de factibilidad: teóricamente la mayoría de problemas de inestabilidad tienen soluciones, pero a alto costo o con recursos técnicos inalcanzables. Muchas veces se da el caso de especialistas que recomiendan obras imposibles sólo por salvar su responsabilidad o cuando no tienen suficiente competencia en el tema. Por lo general se debe sacrificar una mayor eficiencia en aras de la factibilidad, siempre que la solución planteada reduzca el peligro hasta niveles aceptables.

Principio de economía: las propuestas deben ser realistas, es decir, realizables con los recursos ordinarios de un municipio más eventuales aportes externos. En cualquiera de los casos, los fondos disponibles nunca son suficientes por lo que se debe escoger soluciones intermedias destinadas a reducir el peligro más que evitarlo o anularlo.

Principio de uso multipropósito: la mayoría de municipios tienen escasos recursos, por lo que las inversiones deben regirse por un imperativo de optimización. En este sentido, las propuestas técnicas tendrían que orientarse a satisfacer varias necesidades o resolver otros problemas, además del referido a peligros. Ejemplo: sistemas de drenaje asociados a sistemas de abastecimiento de agua potable.

Principio de compatibilidad ecológica: cada ambiente requiere obras o medidas preventivas o de tratamiento que estén acorde con su entorno ecológico. Al diseñar obras de tratamiento, por ejemplo, se debe prever su impacto sobre la red hidrográfica, biotipos específicos, etc.

Principio de compatibilidad urbana: las obras o medidas destinadas a mitigar peligros deben estar integradas al estilo arquitectónico y a la funcionalidad de los núcleos y espacios urbanos, sin perturbar el funcionamiento de sistemas y redes de transporte y otros servicios.

Principio de no-conflicto: una propuesta planteada no debe implicar la generación de conflictos (especialmente de propiedad o de funcionalidad), por lo que al momento de hacerla se deben analizar los posibles efectos secundarios y los diferentes elementos implicados.

Principio de integración y participación: cualquier propuesta técnica que se emita debe considerar la integración y participación de la población. Dado el poco presupuesto con que cuentan las alcaldías, se puede recomendar obras que pueden realizarse de manera participativa, por ejemplo obras como barreras vivas para controlar la erosión, reforestación etc., lo que ayuda a la integración y apropiación de los proyectos por parte de la población.

En términos ideales, lo mejor sería que el producto final sea entregado en forma de fichas para una base de datos computarizada y de mapas digitalizados para ser incorporadas a un SIG. La realidad económica y tecnológica del país, en general, y de los municipios, en particular, no permite alcanzar este propósito en cualquier municipalidad, al menos en el corto y mediano plazo, pero es una posibilidad que no debe perderse de vista.

3.5 Plan Municipal de Reducción de Desastres

Un análisis de riesgos naturales tiene como objetivo brindar elementos para la realización de Planes Municipales de Reducción de Desastres; y estos a su vez deben ser incorporados dentro de los Planes Estratégicos de Desarrollo a nivel nacional o municipal. Un plan de reducción de desastres es un documento de uso administrativo a nivel municipal (urbano y rural), que está dirigido a mitigar o evitar los efectos que puedan causar los eventos peligrosos identificados sobre la vida y la economía del municipio.

Es realizado tomando como base o referencia los estudios de evaluaciones de amenazas y sus mapas indicativos, así como las propuestas de zonificación territorial realizadas. Se debe considerar también los elementos de vulnerabilidad y riesgos. Las principales medidas de mitigación se pueden dar a mediano y largo plazo e incluyen tanto medidas de planificación del desarrollo como estructurales. Puede contener lineamientos o recomendaciones generales sobre zonificación y grado de seguridad de las diferentes áreas del municipio; indicación de las áreas aptas para crecimiento urbano y otros usos intensivos, en función de los peligros, la accesibilidad y la integración a los sistemas de servicios y articulación territorial. Todos estos lineamientos pueden ser incorporados a los planes estratégicos de desarrollo a nivel municipal.

Las zonas de seguridad para uso urbano o emplazamiento de infraestructura o cambios de uso del suelo deben ser definidas según una jerarquía de factores donde la amenaza es determinante.

- Áreas peligrosas
- Áreas de reserva cultural o ecológica
- Áreas de reserva agrícola y forestal

Esta información se trasladada a un mapa - negociado, donde se conjugan y equilibran los aspectos técnicos con los imperativos socioeconómicos y hasta políticos. Un mapa totalmente técnico no es realista y si quiere ser tal corre el riesgo de no ser utilizado. Por ello es que debe negociarse entre la municipalidad, el técnico y la población.