

Procedimiento para la valoración del riesgo de desastres en el municipio de Medellín

Juan Moreno
Ingeniero
Departamento Administrativo de
Gestión del Riesgo de Desastres —DAGR—
juanda1913@gmail.com.

Jaime Gómez
Geólogo
Subdirector de Conocimiento y Reducción del Riesgo
Departamento Administrativo de
Gestión del Riesgo de Desastres —DAGR—
jgomezz1@yahoo.com



Recibido: 4 de abril 2013
Aceptado: 3 de junio 2013

Resumen

En el presente artículo se propone un procedimiento para la valoración del riesgo de desastres en los diferentes escenarios que se presentan en una ciudad, población o sector, delimitados y previamente establecidos, como parte del proceso de gestión del riesgo de desastres que se realiza en la ciudad de Medellín. Esto incluye la identificación, el análisis y la evaluación del riesgo como subprocesos que se deben valorar con el fin de lograr una caracterización holística del nivel de riesgo. Para este procedimiento se utiliza la conjugación de dos metodologías: una de ellas se basa en la probabilidad de ocurrencia y la severidad del evento, y la otra en la definición del riesgo en función de la amenaza, la vulnerabilidad y la exposición. Se evalúan una serie de elementos dentro y fuera del escenario de riesgo, posteriormente se pretende proyectar la cuantificación y calificación del nivel de riesgo y se continúa con los demás procesos que hacen parte de dicha gestión. Finalmente, se desarrolla una matriz de análisis y evaluación del riesgo, la cual es la herramienta que proporciona este trabajo como complemento del proceso de valoración.

Palabras clave: Amenaza, impacto, riesgo, gestión del riesgo, probabilidad.

Procedure for disaster risk assessment in the Municipality of Medellín

Abstract

This paper advances a procedure for disaster risk assessment in delimited and previously established scenarios occurring in any city, a town or a sector, as a part of the disaster risk management being implemented in the city of Medellín. This process includes risk identification, analysis and assessment, as subprocesses that must be assessed in order to accomplish a holistic characterization of risk level. In this procedure two methodologies are combined —one is based on the probability of occurrence and the severity of the event, whereas the other one is based on risk definition in terms of threat, vulnerability and exposure. A series of elements are assessed inside and outside the risk scenario, which are expected to quantify and qualify in their risk level, to move on to the remaining processes encompassed by such a management. Finally, a matrix of analysis and risk assessment is developed, which becomes a tool provided by this work as a complement to the assessment process.

Keywords: Hazard, impact, risk, risk management, probability

1. Introducción

Si bien es cierto que el concepto de riesgo y los diferentes desastres han estado presentes desde siempre en las sociedades humanas, la gestión del riesgo, desde la perspectiva de la prevención de desastres alrededor del mundo, ha sido tratada desde hace poco tiempo, y se ha convertido en los últimos años en uno de los elementos primordiales para el desarrollo de las diferentes naciones, que han evidenciado en diferentes sucesos históricos la necesidad de incursionar en herramientas que mitiguen el impacto de los desastres en la comunidad, y a su vez de promover una sociedad con mayor resiliencia frente a eventos altamente dinámicos y severos, causantes de grandes daños y pérdidas alrededor del planeta, que se han convertido en un obstáculo para el bienestar, la seguridad y la calidad de vida de las personas, así como para el desarrollo sostenible de los países.

Colombia ha sido pionera en América Latina en el desarrollo de una visión más integral frente al tratamiento de los riesgos y desastres, lo que ha permitido una disminución de las pérdidas de vidas; sin embargo, los daños en la propiedad, la infraestructura y los medios de subsistencia siguen en aumento (Banco Mundial, 2012).

En la Figura 1 se muestra el crecimiento de las pérdidas generadas por los desastres hasta el año 2000, como un ejemplo de que la gestión del riesgo es una herramienta de desarrollo dinámico y constante, la cual requiere diferentes procedimientos y metodologías que conserven el principio de su concepción, pero que converjan

en una disminución continua de los niveles de riesgo para la sociedad, que finalmente se verá reflejado en las pérdidas o daños causados.

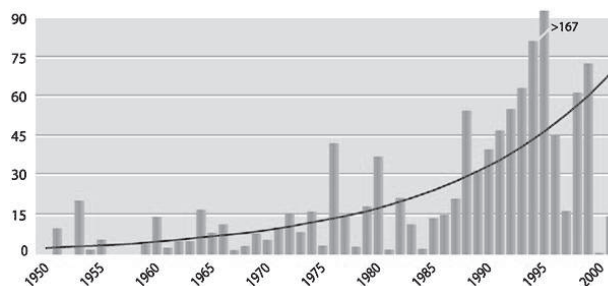


Figura 1. Costos económicos de los grandes desastres (miles de millones de dólares), 1950-2000

Fuente: Re Munich, 2001, citado en UNEP (s. f.)

La llegada de nuevas tecnologías y el desarrollo de diversos procesos llevaron la concepción del riesgo a un enfoque evaluado bajo un análisis basado en diferentes estudios acerca de los fenómenos hidrometeorológicos y geodinámicos, ignorando posiblemente variables de tipo físico y social como son la vulnerabilidad y la exposición. Si bien evaluar los diferentes fenómenos amenazantes hace parte del proceso de estimación del riesgo, no se pueden dejar a un lado los actores protagónicos de los desastres: la vulnerabilidad y la exposición.

Durante los siglos XVI y XVII las sociedades de amigos estimularon el desarrollo de los seguros de vida en Inglaterra, pero fracasaron por la falta de un soporte estadístico

y matemático adecuado. Esto apunta hacia deficiencias en la estimación y caracterización de la probabilidad de ocurrencia de los diferentes eventos. Hoy se cuenta con herramientas matemáticas más efectivas para estimación de esta variable, crucial en la administración del riesgo, y para este caso, es una de las variables para la valoración de los niveles de riesgo de los diversos escenarios en el municipio de Medellín.

Si bien la metodología del presente artículo no está determinada en su proceder por variables de influencia matemática, determinar una probabilidad de ocurrencia de un evento de manera acertada facilita la evaluación del riesgo para un elemento dado, lo que genera mejores resultados frente a las decisiones que hacen parte del tratamiento del riesgo.

La presencia de estas herramientas y otras de la ciencia y la tecnología, dentro del proceso de gestión del riesgo, hacen que los diferentes países y las comunidades se inclinen por el conocimiento y la reducción del riesgo. No obstante, hay grandes incógnitas en los diferentes procesos para la valoración, razón por la cual se hace necesaria la elaboración del actual procedimiento.

Por esta razón, el presente trabajo busca elaborar un procedimiento con gran influencia de la metodología descrita en la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 31000 de Gestión del Riesgo, donde se vinculan estos elementos y otros más, homogeneizados en dos variables cuyo producto determina el nivel de riesgo para un escenario definido.

La valoración del riesgo, tal y como se muestra en la Figura 2, hace parte de los cinco elementos del proceso para la gestión del riesgo descrito por la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 31000: a la valoración la precede la comunicación y consulta, y el establecimiento del contexto; luego vienen el tratamiento del riesgo, el monitoreo y la revisión, que se conjugan como un proceso estrictamente vinculante y de carácter circular, cuyo propósito fundamental es disminuir los daños y pérdidas bajo cualquier contexto, y llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos de las organizaciones. El enfoque genérico que se describe en esta norma suministra los principios y las directrices para la gestión de cualquier forma de riesgo de una manera sistémica, transparente y creíble, y en cualquier alcance y contexto (Icontec, 2011).

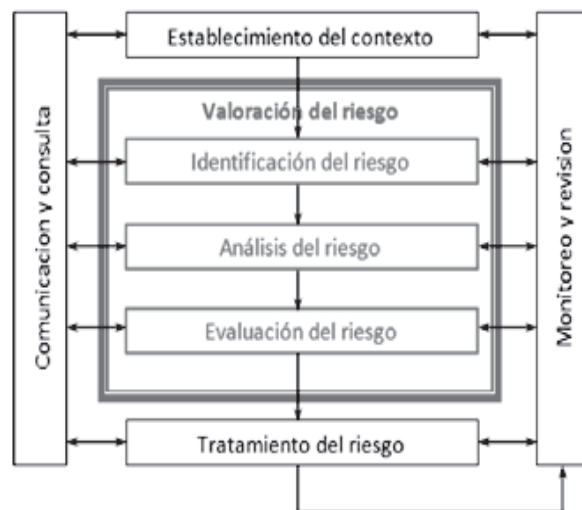


Figura 2. Proceso para la gestión del riesgo.
Fuente: Icontec (2011)

La valoración del riesgo está compuesta por tres subprocesos, definidos como: identificación del riesgo, donde se busca encontrar, reconocer y describir los diferentes eventos que pueden alterar los niveles de seguridad y servicio de las personas o elementos expuestos; el análisis del riesgo, cuyo propósito fundamental es comprender la naturaleza del riesgo y determinar su nivel desde la conjugación de la amenaza y el impacto, en función de la probabilidad de ocurrencia, basado en la frecuencia, la magnitud del evento, y la vulnerabilidad, exposición y resiliencia, respectivamente, y finalmente, la evaluación, en la cual se interpretan los valores obtenidos en el análisis del riesgo y se determina si su magnitud es aceptable y tolerable, así como una serie de acciones a seguir según criterio determinado (Icontec, 2011).

Diferentes investigaciones, trabajos y experiencias han favorecido el proceso de la valoración del riesgo, lo que ha facilitado la identificación de los diferentes escenarios de riesgo, y generado mayores herramientas de juicio para realizar un mejor análisis de los riesgos y el desarrollo de índices de evaluación con mayores virtudes. El uso de esta matriz en diferentes procesos, no necesariamente referentes a los desastres causados por fenómenos amenazantes, ha originado en distintas áreas elementos de planificación para la disminución de los daños y pérdidas.

Con base en lo anterior, se busca desarrollar un pro-

cedimiento que se pueda ejecutar en el municipio de Medellín, a fin de lograr una valoración objetiva y bajo una caracterización homogénea para los diferentes escenarios de riesgo que se presentan a diario en la ciudad, y que son precursores de daños y pérdidas para la comunidad y la administración municipal.

Si bien existen diferentes metodologías para la evaluación del riesgo, propias de cada contexto y proceder, en este artículo se toman en cuenta unas directrices dadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 5254, basada en la probabilidad de ocurrencia de un evento dado y en las consecuencias que ello pueda generar para un elemento expuesto en caso de presentarse. Adicionalmente, y para vincular la metodología con el concepto tradicional, también se relaciona la definición dada por la UNDRP y la UNESCO con sus diferentes variables, que determina el riesgo como el producto de una amenaza y la vulnerabilidad del elemento expuesto (UNDRP, 1979). Conjugando las dos metodologías, cuyas variables están completamente relacionadas, se construirá una matriz (ver Figura 3) que sirva como pilar para el proceso de evaluación del riesgo, que finalmente proyecte una calificación para el riesgo determinado en el escenario, y de este modo proceder con la reducción del riesgo mediante el tratamiento del mismo, que involucra la ejecución de acciones correctivas y prospectivas.

AMENAZA	EXTREMA	1	2	3	4	5
	ALTA	0,8	1,6	2,4	3,2	4
	MODERADA	0,6	1,2	1,8	2,4	3
	BAJA	0,4	0,8	1,2	1,6	2
	MINIMA	0,2	0,4	0,6	0,8	1
		INSIGNIFICANTE	MENOR	MODERADO	MAYOR	CATASTROFICA
		IMPACTO				

Figura 3. Matriz para la valoración del riesgo

Fuente: Elaboración propia a partir de Icontec (2011)

El resto de este artículo está organizado de la siguiente manera: en la Sección 2 se muestra el contexto de la gestión del riesgo en el municipio de Medellín. La Sección 3 describe la identificación del riesgo. El

procedimiento para el análisis del riesgo se encuentra en la Sección 4. Le valuación del riesgo y los criterios que implica están en la sección 5 y, finalmente, el tratamiento del riesgo está en la Sección 6.

2. Contexto de la gestión del riesgo en el municipio

Las acciones de conocimiento del riesgo o de alguno de sus factores no se justifican por sí mismas, sino que se deben realizar sobre la base de que son para generar intervenciones decisivas en el futuro de la población (Vargas, 2010)

2.1 Normatividad actual

Con la publicación en el Diario Oficial N.º 48.411 de 24 de abril de 2012, se oficializa la entrada en vigencia de la Ley 1523, Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres, se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.

En el artículo 1 se establece el propósito fundamental de la normatividad, y se dicta lo siguiente:

La gestión del riesgo de desastres, en adelante la gestión del riesgo, es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible. (Congreso de la República, 2012)

También menciona en el párrafo 1 del mismo artículo: “La gestión del riesgo se constituye en una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo [...]” (Congreso de la República, 2012)

La gestión del riesgo se orienta bajo tres mecanismos o procesos que se describen en el artículo 6 de la Ley 1523, que articulados deben formar un sistema homogéneo y rígido para garantizar el cumplimiento del

objetivo general de la norma, que consiste en llevar a cabo el proceso social de la gestión del riesgo con el propósito de ofrecer protección a la población del territorio colombiano, mejorar la seguridad, el bienestar y la calidad de vida y contribuir al desarrollo sostenible; deben ser además un instrumento esencial para el desarrollo sostenible de la nación y de los diferentes agentes departamentales, distritales y municipales. Estos tres procesos son los siguientes: Proceso de Conocimiento del Riesgo, Proceso de Reducción del Riesgo y Proceso de Manejo de Desastres, que se deben desarrollar, mantener y garantizar bajo una serie de actividades vinculadas que se conjugan para conformar un sistema estable, tal y como se demuestra en la Figura 4.

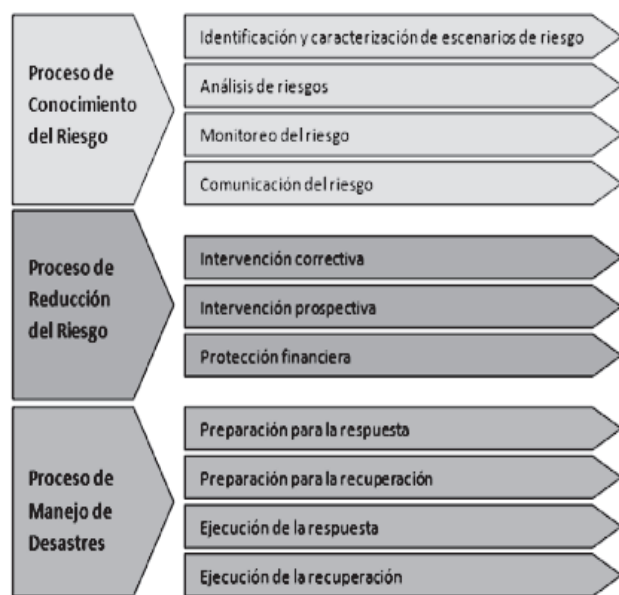


Figura 4. Procesos de la gestión del riesgo
Fuente: Congreso de la República (2012)

Partiendo de los fundamentos de la gestión del riesgo de desastres, la administración municipal de Medellín tiene el interés principal de realizar ese proceso social, que conlleve herramientas técnicas destinadas a la creación de conocimiento para disminuir los niveles de riesgo de la población, que enfrenta diferentes tipos de amenaza.

Por esta razón, en diciembre del 2011 el Concejo de Medellín, por medio del Acuerdo 59, creó el Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Desastres, el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres y el Fondo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres, con el objetivo corporativo de formular, ejecutar, hacer seguimiento y evaluar políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones y acciones

permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres de la ciudad de Medellín, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

Como se describe en la Figura 4, para llevar a cabo un buen proceso de gestión del riesgo se debe comenzar por la identificación y caracterización de los escenarios de riesgo y por el análisis del riesgo, elementos que están conjugados dentro del presente procedimiento, de manera que se cumple con lo descrito por la norma y se proyectan mejores condiciones de seguridad para los habitantes, mediante el uso de este tipo de herramientas, que vinculan holísticamente los diferentes aspectos que se pueden presentar dentro de un escenario.

2.2 Condiciones de ciudad

Es de total conocimiento que las características climáticas, hidrológicas, topográficas, geomorfológicas, geológicas, tectónicas, etc., que existen en el municipio de Medellín crean diferentes fenómenos amenazantes que han existido desde la concepción de la ciudad, y otros tantos que se han forjado y potenciado durante el desarrollo habitacional del territorio que, en algunos casos, ha sido desordenado y sin criterio técnico. De este modo se conjugan diversos factores, de carácter social y físico, que en los últimos años han materializado diferentes desastres y dejado grandes daños y pérdidas para la ciudad y sus habitantes.

Después de varios incidentes desastrosos ocurridos en la última década en el municipio de Medellín, crece la incertidumbre frente a los procesos poblacionales y el crecimiento demográfico acelerado y sin control que se presenta en la ciudad, y con ello la inquietud en los habitantes del territorio y en la administración municipal, especialmente en el Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio. Por esta razón, se quieren elaborar este tipo de procedimientos, y se tiene especial cuidado en ello, con el fin de evaluar con un criterio más homogéneo los diferentes escenarios de riesgo, para lograr un impacto masivo, continuo y efectivo en la ciudad, y así poder continuar con los procesos de gestión que se tienen proyectados en la ciudad.

Distintos eventos ocurridos en el mundo, que han dejado grandes daños y pérdidas humanas y materiales,

han despertado desde hace varios años un interés en investigar y diagnosticar los diferentes factores que podrían ayudar a explicar los niveles de destrucción y el trastorno sufrido en la economía y la sociedad. Consecuente con ello se han generado diversas investigaciones y elementos sustanciales en la gestión del riesgo del territorio colombiano y también en el municipio de Medellín.

Desde la gestión del riesgo, se quiere crear conciencia en la administración pública y en los habitantes del territorio municipal, acerca de la trascendencia de tomar medidas prospectivas de prevención y corrección, mirando en el espejo de lo ocurrido en el mundo, y especialmente en el mismo municipio. Pero es necesario contar con un buen conocimiento del riesgo presente en la ciudad, para poder proceder a reducirlo.

3. Identificación del riesgo

En este paso, se busca identificar de manera exhaustiva los diferentes eventos que se pueden crear o aumentar, que comprometen la seguridad de los elementos expuestos, y llegan a ser los actores principales de la gestión. Es fundamental realizar una identificación completa, sin dejar escenarios por fuera del análisis que posteriormente se conviertan en un riesgo potencial para los elementos y, por no ser tenidos en cuenta, en detonantes de desastres.

Este proceso se fundamenta en dos preguntas que define la NTC-ISO 31000, basadas solamente en las posibles amenazas:

La primera pregunta tiene que ver con ¿Qué puede pasar?, cuyo objetivo es generar una lista global de los diferentes eventos que pueden materializarse y comprometer los elementos presentes. La siguiente pregunta corresponde al ¿Cómo y por qué puede pasar?, donde se consideran las posibles causas y escenarios (Icontec, 2011).

Con el fin de llevar a cabo una adecuada identificación del riesgo, en este caso los escenarios de riesgo, se debe tener claro su significado, para conocer así el procedimiento a seguir para su identificación. También, es necesario definir y caracterizar las diferentes variables que conforman el riesgo, de este modo se conjugan herramientas que ayudan a la conceptualización del término, y que son los elementos principales para una

adecuada valoración. Esto hace referencia a la amenaza, vulnerabilidad y exposición. Asimismo, definiremos el término escenario.

3.1 El concepto de riesgo

Son varias las definiciones que existen, todas ellas válidas, las cuales son la base para la elaboración del presente artículo, y conforman una directriz hacia la formulación de la metodología.

La NTC-ISO 31000 define el término como el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos. Si bien la definición no es muy explícita en la teoría de los desastres, en la nota 4 del mismo numeral donde está la definición se argumenta lo siguiente: A menudo el riesgo está caracterizado por la frecuencia de los eventos potenciales y las consecuencias, o una combinación de ellos (Icontec, 2011).

Esta connotación es la base para la metodología utilizada en el presente artículo, donde se articulan estos dos elementos, con otros que se mencionan en las siguientes definiciones. La Ley 1523 define el riesgo de desastres así:

Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad. (Congreso de la República, 2012)

Como se puede ver, la definición de riesgo según esta ley se orienta a los daños o pérdidas que se pueden presentar por un fenómeno no intencional.

Esta definición se diferencia de la establecida por la NTC-ISO 31000 en su principio de formulación, que parte de una probabilidad límite o máxima, y se basa en la severidad o consecuencia generadas por un evento determinado.

Posiblemente la definición de la ley 1523 no está orientada a la probabilidad de ocurrencia de un evento, debido a la confusión que este término puede generar

por su concepción matemática y lo que implica en una ley que es de carácter nacional y que debe estar al alcance de cualquier persona, sin importar su formación académica. Parece contradictorio lo descrito en el libro Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres, donde describen que la palabra “riesgo” tiene dos connotaciones distintas: en el lenguaje popular, por lo general se hace énfasis en el concepto de la probabilidad o la posibilidad de algo, tal como el “riesgo de un accidente”, mientras que en un contexto técnico con frecuencia se hace más énfasis en las consecuencias, en términos de “pérdidas posibles” relativas a cierta causa, lugar y momento en particular (Naciones Unidas, 2009).

Las Naciones Unidas (2009) definen el riesgo como: La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Esta definición está más enfocada a la conjugación de las dos variables ya mencionadas: probabilidad y consecuencias.

Con el propósito de facilitar y obtener la evaluación del riesgo, la UNDRRO en conjunto con la UNESCO propuso una unificación de las definiciones, lo cual se describe a continuación:

Riesgo Específico (Specific Risk -Rs): se entiende como el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la Amenaza y la Vulnerabilidad.

Riesgo Total (Total Risk - Rt): es el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de evento desastroso, es decir, el producto del Riesgo Específico (Rs) y los elementos bajo riesgo (E).

En otras palabras, la evaluación del riesgo puede llevarse a cabo mediante la siguiente fórmula:

$$R_t = (E)(R_s) = (E)(H \cdot V) \quad (1)$$

Vemos que en esta definición se conjugan las pérdidas con la inclusión de variables tales como la amenaza, la vulnerabilidad y la exposición (UNDRRO, 1979), lo que la acerca un poco más a lo que pretende el presente artículo.

Una definición más matemática y holística del riesgo es la siguiente:

[...] una vez conocida la amenaza o peligrosidad H_i , entendida como la probabilidad de que presente un evento con intensidad mayor o igual a i durante un periodo de exposición t , y conocida la vulnerabilidad V_e , entendida como la predisposición intrínseca de los elementos expuestos a ser afectados o de ser susceptibles a sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento con intensidad i , el riesgo R_{ie} puede entenderse como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento e , como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a i ,

$$R_{ie} | t = (H_i \cdot V_e) | t \quad (2)$$

es decir, la probabilidad de exceder unas consecuencias sociales y económicas durante un periodo de tiempo t dado. (Cardona, 2001)

Esta definición está concebida para considerar matemáticamente, por medio de índices y ecuaciones complementarias, el riesgo con variables sociales y económicas, lo que implica variables de mayor complejidad conjugadas con la resiliencia de una comunidad.

Las diferentes definiciones presentadas convergen en la conjugación de la probabilidad de ocurrencia de un evento y sus consecuencias. Igualmente, se vinculan variables como la amenaza, la vulnerabilidad y la exposición, que se pretende configurar dentro de una caracterización producto de la relación de ambas teorías, tal y como lo muestra la Figura 5.

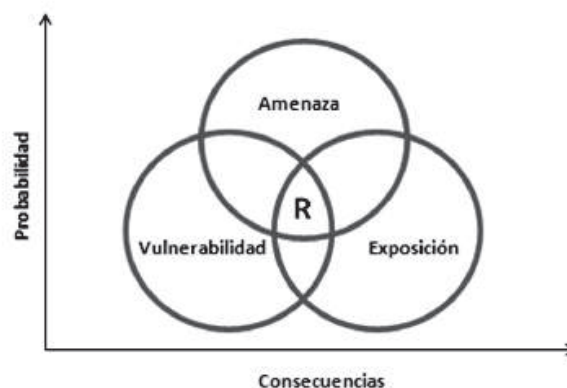


Figura 5. Diferentes metodologías y definiciones del riesgo

Fuente: Elaboración propia (2013)

Luego de revisar las diferentes definiciones y metodologías, sumado a la experiencia obtenida en la gestión del riesgo al interior del municipio, se determina que el riesgo para el presente procedimiento será el producto de la amenaza y el impacto, en función de la probabilidad de ocurrencia o frecuencia y la magnitud del evento, y de la vulnerabilidad, exposición y resiliencia, respectivamente.

En la terminología de gestión del riesgo, la probabilidad hace referencia a la oportunidad de que algo suceda, esté o no definido, medido o determinado objetiva o subjetivamente, cuantitativa o cualitativamente, y descrito utilizando términos generales o matemáticos (Icontec, 2011). Normalmente la probabilidad se caracteriza por la frecuencia del fenómeno amenazante. Si a esto se suma una magnitud del evento producto de la materialización de dicho fenómeno, se conjugan en dirección a una amenaza, que será una de las dos variables fundamentales del presente artículo.

El impacto hace referencia a las consecuencias y la severidad que genera la materialización de una amenaza sobre un elemento expuesto, caracterizado en el potencial de daño y pérdidas materiales, humanas, económicas, etc., en función de la vulnerabilidad, la resiliencia y la exposición.

3.2 Fenómenos amenazantes

Comúnmente, el término amenaza se asocia a un suceso que se materializa o que compromete un elemento expuesto (p.ej. un movimiento en masa o una inundación). Para los fines de este trabajo, la amenaza es la probabilidad de que se presente un fenómeno que supere cierta magnitud, en un lugar específico y en un periodo de tiempo definido. La amenaza es un factor de riesgo que está asociado a la magnitud esperada de los fenómenos, mas no al fenómeno como tal, y por ello es común definirla como un factor externo.

Para un bien (p. ej. población) expuesto a un fenómeno dado (p. ej. inundación) existirá una magnitud (altura) del fenómeno que represente un daño significativo. La probabilidad de ocurrencia de esta magnitud puede ser baja, media o alta; esa es la amenaza.

Los fenómenos que resultan ser amenazantes se suelen clasificar según su origen como se

ilustra en la Figura 6 (los más comunes). Esta clasificación ayuda a establecer las causas de las condiciones de amenaza. En casos, se presenta que un fenómeno es causado de manera directa por otro; se dice que son fenómenos concatenados o encadenados (Vargas, 2010).

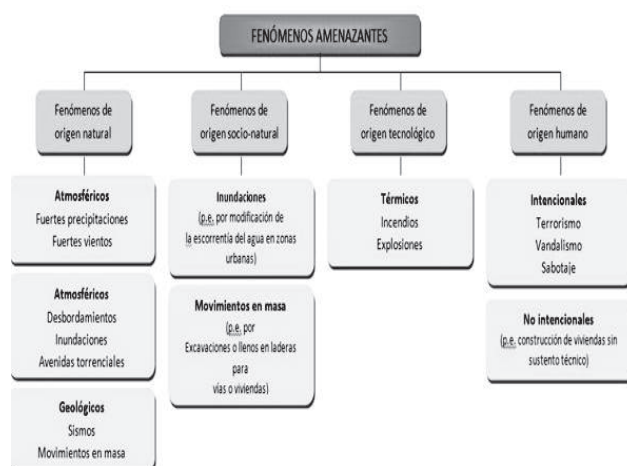


Figura 6. Fenómenos amenazantes

Fuente: Elaboración propia (2013)

Como se describe en la figura anterior, las metodologías expuestas en este artículo están orientadas a fenómenos amenazantes de origen natural, socio-natural, tecnológico y humano no intencional. Veamos:

Fenómenos de origen natural: Inherentes a los procesos naturales o la dinámica natural del planeta.

Fenómenos de origen socio-natural: Son similares a algunos naturales (p.ej. hidrológicos y movimientos en masa), pero que en este caso son inducidos por actividades como la construcción, minería, agricultura, etc.

Fenómenos de origen tecnológico: Asociados con actividades industriales y de transporte en las que se manejan altas presiones y temperaturas, sustancias corrosivas, inflamables o tóxicas. Fallas de sistemas por descuido, falta de mantenimiento, errores de operación, mal funcionamiento, imprudencia, impericia, etc.

Fenómenos de origen humano: Se refiere a acciones directamente humanas (Vargas, 2010).

3.3 Vulnerabilidad

Como es lógico, es necesario que existan elementos expuestos y vulnerables a la materialización de diferentes fenómenos amenazantes, para poder que exista un nivel de riesgo. Si alguno de ellos llega a ser nulo, el nivel de riesgo toma igual valor. Por esta razón, la vulnerabilidad y la exposición se convierten en variables fundamentales dentro de la valoración del riesgo. “La vulnerabilidad es un factor de riesgo interno (intrínseco) de los bienes expuestos, representa la predisposición a ser afectado, así como la falta de capacidad para la auto recuperación en caso de ser afectado” (Vargas, 2010, p. 22). En esta variable, se tienen diferentes ángulos, y están referenciados en los siguientes factores interrelacionados:

Factores físicos: Ubicación y resistencia material de los bienes con relación al evento amenazante.

Factores ambientales: Corresponden a la manera como la comunidad “explota” los elementos de su entorno natural, debilitándose a sí misma y a los ecosistemas en su capacidad para absorber sin traumatismos los diferentes eventos amenazantes.

Factores económicos: Corresponden a la ausencia de recursos económicos (pobreza) en una comunidad, así como a la mala utilización de los mismos.

Factores sociales: Corresponden a los aspectos políticos, organizacionales, institucionales, educativos y culturales del municipio en su historia y actualidad (Vargas, 2010, p. 22).

La vulnerabilidad física tiene una característica diferencial respecto a los demás factores, radica en que está condicionada por el fenómeno amenazante, pues, para cada uno de ellos su valoración puede cambiar (ver Figura 7).

VULNERABILIDAD	Física	Se está dentro de la cobertura del fenómeno amenazante. Edificaciones o elementos construidos sin especificaciones técnicas.	
	Ambiental	Predominan prácticas de deprecación de los recursos naturales. Baja disponibilidad de fuentes de agua.	
	Económica	Pobreza y miseria. Baja capacidad emprendedora, desempleo.	
	Social	Política	Baja capacidad de gestión de los líderes políticos. Incapacidad de generar opciones de desarrollo. Insuficientes o no hay espacios de participación.
		Organizacional	Comunidad no es solidaria, no hay líderes confiables. Baja capacidad para organizarse.
		Institucional	Falta de instituciones y funcionarios. Hay instituciones y funcionarios, pero ineficientes.
		Educativa	Baja comprensión para relacionarse de manera armónica con el entorno.
		Cultural	No conservación de la memoria colectiva. Desconfianza en las instituciones.

Figura 7. Factores de vulnerabilidad

Fuente: tomado de Vargas (2010)

3.4 Escenarios de riesgo

La complejidad que implica planear, ejecutar y evaluar acciones en las diferentes líneas de acción para conocer, reducir y controlar el riesgo, así como para manejar los desastres y emergencias, considerando la diversidad, y a la vez integralidad de factores, causas y efectos del riesgo, hace necesario adoptar un esquema de trabajo basado en campos delimitados que faciliten la gestión.

Entonces se plantean los escenarios de riesgo como fragmentos o campos delimitados de las condiciones de riesgo del municipio, que facilitan la comprensión y priorización de los problemas como la formulación y ejecución de las acciones de intervención requeridas. [...]

Un escenario de riesgo así caracterizado se constituye en un escenario de gestión, es decir, para la planeación, ejecución y control de las líneas de acción.

Para seleccionar los escenarios sobre los cuales basar la gestión del riesgo se reconocen diferentes criterios, como los presentados en la Tabla 1. En esta se incluyen algunos ejemplos de escenarios. Se observa que se puede obtener una gran cantidad de posibilidades de

escenarios, que en muchos casos se superponen entre sí y se hacen redundantes, lo que ilustra de paso las distintas posibilidades de miradas, intereses y dolientes sobre el riesgo público. (Vargas, 2010, p. 34)

Aunque actualmente el criterio de mayor uso es el de fenómeno amenazante, se debe reconocer que los demás criterios ofrecen ventajas para el manejo de problemas específicos.

CRITERIO DE ESPECIFICACIÓN DE ESCENARIOS	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO	EJEMPLOS DE ESCENARIOS DE RIESGO	PRINCIPAL APLICACIÓN
Escenarios de riesgo por fenómenos amenazantes	Cada escenario se refiere a las condiciones de riesgo asociadas a un fenómeno (o grupo) amenazante.	Inundaciones Sísmico Incendios estructurales	Implementación de las diferentes líneas de acción de la gestión del riesgo bajo un enfoque territorial.
Escenarios de riesgo por tipo de elementos o bienes expuestos	Cada escenario se refiere a un elemento (o grupo) expuesto.	Puentes Cultivos Población Viviendas	Estudio e intervención desde el punto de vista sectorial, principalmente bajo un interés económico: estimar pérdidas, reducir y/o transferir el riesgo.
Escenarios de riesgo por tipo de daños	Cada escenario se refiere a un tipo de daño esperado para todo fenómeno amenazante y condición de vulnerabilidad.	Heridos Trauma psicológico Contaminación de ecosistemas	Implementación de medidas de preparación para la respuesta y recuperación, sobre todo en sectores e instituciones con misión relacionada con el tipo daño.
Escenarios de riesgo por grupo social	Cada escenario se refiere a un grupo social específico para todo fenómeno amenazante y condición de vulnerabilidad	Niños y niñas Adultos mayores Mujeres cabeza de familia	Implementación de las diferentes líneas de acción de la gestión del riesgo bajo un enfoque de intervención social.
Escenarios de riesgo por actividades económicas	Cada escenario se refiere a una actividad económica específica, la cual es la fuente de los fenómenos amenazantes.	Minería Transporte Industria química	Implementación de las diferentes líneas de acción de la gestión del riesgo bajo principios de responsabilidad por parte de los actores económicos.
Escenarios de riesgo por actividades sociales	Cada escenario se refiere a una actividad social específica que a la vez constituye la fuente de la amenaza y los elementos expuestos.	Conciertos Eventos deportivos	Implementación de las diferentes líneas de acción de la gestión del riesgo bajo principios de corresponsabilidad por parte de promotores y usuarios.
Escenarios de riesgo por operación de grandes obras	Cada escenario se refiere a la operación de una obra o sistema, la cual es la fuente los fenómenos amenazantes para la población y sus bienes.	Embalses Líneas de flujo de hidrocarburos Túneles	Implementación de las diferentes líneas de acción de la gestión del riesgo bajo principios de responsabilidad por parte del operador.

Tabla 1. Ejemplos de clasificación por escenarios de riesgo

Fuente: tomado de Vargas (2010, p. 35)

4 . Análisis de los riesgos

El análisis del riesgo está sustentado en la comprensión del riesgo, según la magnitud y frecuencia de los fenómenos amenazantes y su conjugación con la vulnerabilidad, resiliencia y exposición. Tiene como objetivo diferenciar los riesgos según una calificación, y proporcionar herramientas para su evaluación y tratamiento. También es fundamental en la toma de decisiones, especialmente para definir la posibilidad de que el elemento permanezca expuesto o, por el contrario, deba ser reubicado temporal o definitivamente. El análisis del riesgo involucra la consideración de las causas y las fuentes de riesgo, sus consecuencias y probabilidad (Icontec, 2011).

En este proceso se califican las dos variables fundamentales de la metodología, estas son la amenaza y el impacto, conjugadas con la frecuencia o probabilidad, la magnitud, y la vulnerabilidad, resiliencia y exposición, respectivamente. Esta calificación y cuantificación determinan el nivel de riesgo posterior al producto de

ambas.

En la Figura 8 se representa la matriz de evaluación de los escenarios. En las abscisas, eje horizontal, se sitúa el impacto que arroja la materialización o continuación de un evento, que hace referencia a las consecuencias y la severidad de los resultados sobre cada uno de los factores perturbados (víctimas, infraestructura, pérdidas económicas, afectación operacional, daño ambiental e imagen). Este impacto está directamente relacionado con los valores de vulnerabilidad, resiliencia y exposición, por lo cual será fundamental su identificación para la calificación de esta variable.

Sobre el eje vertical está localizado el nivel de amenaza del fenómeno, determinado entre otros factores por la probabilidad de ocurrencia o frecuencia del evento y la magnitud.

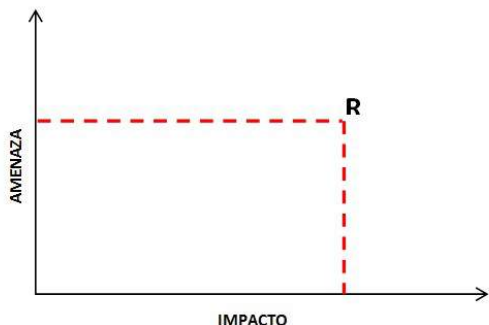


Figura 8. Representación de la metodología
Fuente: elaboración propia (2013)

A continuación se muestran los diferentes valores y características que tiene cada una de estas variables. Pueden existir otras características que no estén descritas, las cuales deben ser evaluadas según el criterio del profesional, basado en lo establecido en el presente artículo.

4.1 Impacto

Las consecuencias tienen un valor de uno a cinco con el propósito de cuantificar y agrupar los diferentes niveles de riesgo, tal y como se describe en la Tabla 2.

Tabla 2. Medidas cualitativas de las consecuencias o impacto

Criterio	Valor
Insignificante	1
Menor	2
Moderado	3
Mayor	4
Catastrófica	5

Fuente: elaboración propia (2013)

Cada uno de estos valores será evaluado en función de los siguientes componentes: daños o pérdidas, funcionamiento de los elementos, morbilidad y mortalidad de las personas, exposición, y resiliencia de la comunidad o bien expuesto.

Insignificante: Las pérdidas o daños posteriores a la ocurrencia del evento son despreciables. No afectan el funcionamiento de los elementos. No producen lesiones a las personas. El número de personas expuestas

es inferior a 10. Las personas y bienes son capaces de resistir el evento y recuperarse por sus propios medios.

Menor: Las pérdidas o daños generados posteriores a la ocurrencia del evento son de baja densidad y se pueden intervenir o remediar con una menor cuantía, por medio de recursos propios. Pueden afectar el funcionamiento de los elementos, pero su recuperación es inmediata. No producen lesiones a las personas. El número de personas expuestas está entre 11 y 20. Las personas y bienes son capaces de resistir el evento y recuperarse por sus propios medios.

Moderado: Las pérdidas o daños generados posteriores a la ocurrencia del evento son importantes, no pueden ser intervenidos o remediados con una menor cuantía y pueden necesitar de recursos externos. Afectan el funcionamiento de los elementos y su recuperación es de corto plazo. Pueden producir lesiones a las personas en menor grado de complejidad. El número de personas expuestas está entre 21 y 30. Las personas pueden necesitar ayuda para resistir el evento y recuperarse de él.

Mayor: Las pérdidas o daños generados posteriores a la ocurrencia del evento son altos, se requiere una intervención de alto costo y se necesitan recursos externos. Afectan el funcionamiento de los elementos y su recuperación es de mediano plazo. Normalmente producen lesiones en las personas que están expuestas e incluso la muerte de alguna. El número de personas expuestas está entre 31 y 40. Las personas necesitan ayuda para recuperarse del evento o resistirlo. Posiblemente se requiere la intervención de grupos especializados para el rescate y recuperación de personas.

Catastrófico: Las pérdidas o daños generados posteriores a la ocurrencia del evento son enormes, se requiere una intervención de muy alto costo, se necesitan recursos externos (es posible que la relación costo beneficio no resulte factible). Afectan el funcionamiento de los elementos y su recuperación es de largo plazo o resulta financieramente o técnicamente imposible. Se producen lesiones en las personas que están expuestas y hay presencia de personas muertas. El número de personas expuestas es superior a 41. Las personas difícilmente resistan el evento y se recuperen. Se requiere intervención de grupos especializados para el rescate y la recuperación de personas.

4.2 Nivel de amenaza

El nivel de amenaza tiene un valor de cero a uno con el propósito de cuantificar y agrupar los diferentes niveles de riesgo, tal y como se describe en la Tabla 3. Cada uno de estas escalas será evaluado en función a los siguientes componentes que conforman la amenaza, estos son: la probabilidad de ocurrencia o frecuencia y la magnitud del evento.

Tabla 3. Medidas cualitativas de la probabilidad

Criterio	Valor
Mínima	0.2
Baja	0.4
Moderada	0.6
Alta	0.8
Extrema	1.0

Fuente: elaboración propia (2013)

Mínima: Es difícil que ocurra; se espera que ocurra menos de una vez en 50 años.

Baja: Baja probabilidad de ocurrencia; ha sucedido o se espera que suceda solo pocas veces, una vez entre los 10 y 50 años.

Moderada: Moderada probabilidad de ocurrencia; sucede en forma esporádica, una vez entre los 5 y los 10 años.

Alta: Significativa probabilidad de ocurrencia; sucede de manera reiterada, entre 1 y 5 años.

Extrema: Alta probabilidad de ocurrencia; ocurre en forma seguida en el año.

Además de la frecuencia, la amenaza está en función de la magnitud del fenómeno amenazante. Por ello es necesario vincular esta variable en su ponderación. La frecuencia es la misma para cada uno de los fenómenos amenazantes, pero la magnitud es diferente para cada uno de ellos. Por ejemplo, para un movimiento en masa, la magnitud está en función del volumen, la velocidad, y las características del material, entre otros; pero para una inundación, la magnitud va a estar en función del caudal, la altura y la velocidad, entre otros. Por esta razón, es fundamental definir el tipo de fenómeno y posteriormente establecer cuál podría ser la magnitud

según lo observado durante la identificación.

4.3 Tipo de análisis

Para realizar un análisis del riesgo ponderado, y con criterios más objetivos, se utiliza un método semicuantitativo, donde se les asignan valores a las escalas cualitativas ya establecidas. Estos valores estarán ponderados según el número de variables que tenga cada elemento.

Para la amenaza se utilizarán valores de 0 a 1, con una ponderación del 50% de cada una de las dos variables —frecuencia y magnitud—, y cada una toma un máximo valor de 0,5.

Para el impacto, se tienen valores de 1 a 5, conformado por cinco variables, por lo que la ponderación resulta del 20% para cada una de ellas, tomando valores de 0 a 1. Para ambas variables, en caso de que el valor este en medio de dos escalas cualitativas, se ubica en la escala más desfavorable por principio de seguridad.

5. Evaluación del riesgo

El propósito fundamental de la evaluación del riesgo es facilitar la toma de decisiones, basados en los resultados del análisis, mediante la comparación del nivel de riesgo encontrado contra los criterios de riesgo previamente establecidos. Posteriormente, se procede con el tratamiento del riesgo, donde se define cuáles riesgos necesitan un tratamiento y la prioridad para su intervención (Icontec, 2011).

5.1 Nivel del riesgo

Luego de tener las variables definidas y caracterizadas, se construye la matriz de evaluación, donde se determina el nivel de riesgo y se precisan los criterios para la evaluación.

AMENAZA	EXTREMA	1	2	3	4	5
	ALTA	0,8	1,6	2,4	3,2	4
	MODERADA	0,6	1,2	1,8	2,4	3
	BAJA	0,4	0,8	1,2	1,6	2
	MINIMA	0,2	0,4	0,6	0,8	1
		INSIGNIFICANTE	MENOR	MODERADO	MAYOR	CATASTROFICA
		CONSECUENCIAS O IMPACTO				

Figura 9. Matriz de evaluación del riesgo
Fuente: Elaboración propia a partir de Icontec (2011)

Los niveles de riesgo definidos según la escala de colores de la matriz son:

- Aceptable
- Significativo
- Crítico
- Extremo

5.2 Criterios del riesgo

Para definir los criterios que representa cada riesgo, y poder así facilitar la toma de decisiones, se realiza la siguiente caracterización, en función de la intervención y el plazo de la intervención, el monitoreo y revisión del riesgo y la reubicación temporal o permanecerte de las personas expuestas.

Aceptable: Un riesgo situado en esta zona de la matriz significa que el evento no tiene una relevancia importante, por lo que no amerita un tratamiento o intervención correctiva, pero sí una retención o intervención prospectiva. Se debe mantener monitoreo preventivo cada año para conocer su cinemática. Implica la culturización de la comunidad expuesta ante tal escenario. No amerita la reubicación temporal ni permanente de las personas.

Significativo: Un riesgo situado en esta zona de la matriz significa que el evento puede llegar a ser relevante, pero el desarrollo de actividades para su gestión está en un segundo nivel, por lo que el tratamiento o

intervención correctivos y la retención o intervención prospectivas deben llevarse a cabo a mediano plazo, pues se puede convertir en un riesgo de mayor nivel si no se desarrollan acciones efectivas y eficaces. Se debe mantener monitoreo preventivo dos veces al año para conocer su cinemática. Implica la culturización y concientización de la comunidad expuesta ante tal escenario. Puede llegar a ser necesaria la reubicación temporal o permanente de las personas, según defina el profesional. Adicionalmente, puede ser necesaria la utilización de mecanismos de protección financiera como la transferencia del riesgo.

Crítico: Un riesgo situado en esta zona de la matriz significa que el evento tiene potencial para generar daños y pérdidas, por lo que el tratamiento o intervención correctivos, y la retención o intervención prospectivas, deben llevarse a cabo a corto plazo, pues puede generar eventos de mayor complejidad si no se desarrollan acciones efectivas y eficaces. Se debe mantener monitoreo preventivo cuatro veces al año para conocer su cinemática. Implica la culturización y concientización de la comunidad expuesta ante tal escenario, así como la preparación para una respuesta. Puede llegar a ser necesaria la reubicación temporal o permanente de las personas, según defina el profesional. En caso de no ver la necesidad de ello, se deberá implementar la utilización de mecanismos de protección financiera como la transferencia del riesgo.

Extremo: Un riesgo situado en esta zona de la matriz significa que bajo ninguna circunstancia se deberá mantener un riesgo con esa capacidad potencial de generar daños y pérdidas; se deben ejecutar acciones correctivas inmediatas para reducir el riesgo, pues de lo contrario se compromete la seguridad de las personas. Se debe mantener monitoreo preventivo seis o más veces al año para conocer su cinemática. Implica la culturización y concientización de la comunidad expuesta ante tal escenario, así como la preparación para una respuesta. Es necesaria la reubicación temporal o permanente de las personas, según defina el profesional. En caso de ser temporal, se deberá implementar adicionalmente la utilización de mecanismos de protección financiera, como la transferencia del riesgo. Estos escenarios ubicados en esta zona deben contar con estudio de riesgo por parte de la administración, en caso de que la exposición así lo requiera.

6. Tratamiento del riesgo

“El riesgo, las amenazas y vulnerabilidades son dinámicas y cambiantes a lo largo del tiempo, y no pueden ser objetos de análisis y de acciones estáticas” (Lavell, s. f.). El tratamiento del riesgo involucra la selección de una o más opciones para modificar los riesgos y la implementación de tantas opciones (Icontec, 2011). El tipo de intervención no es producto del presente artículo, está definido según el fenómeno amenazante y otra serie de variables. No obstante, es importante conocer qué mencionan las actuales normas con respecto a las acciones que se deben ejecutar.

La Ley 1523 define el tratamiento o reducción del riesgo mediante una intervención, la cual corresponde a una modificación intencional de las características de un fenómeno con el fin de reducir la amenaza que representa o de modificar las características intrínsecas de un elemento expuesto para disminuir su vulnerabilidad.

Entre las intervenciones se tienen definidos dos tipos, las cuales son:

Intervención correctiva: Proceso cuyo objetivo es reducir el nivel de riesgo existente en la sociedad a través de acciones de mitigación, en el sentido de disminuir o reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Intervención prospectiva: Proceso cuyo objetivo es garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo a través de acciones de prevención, impidiendo que los elementos expuestos sean vulnerables o que lleguen a estar expuestos ante posibles eventos peligrosos. Su objetivo último es evitar nuevo riesgo y la necesidad de intervenciones correctivas en el futuro. La intervención prospectiva se realiza primordialmente a través de la planificación ambiental sostenible, el ordenamiento territorial, la planificación sectorial, la regulación y las especificaciones técnicas, los estudios de prefactibilidad y diseño adecuados, el control y seguimiento y en general todos aquellos mecanismos que contribuyan de manera anticipada a la localización, construcción y funcionamiento

seguro de la infraestructura, los bienes y la población. (Congreso de la República, 2012)

La NTC-ISO 31000 define una serie de acciones que convergen en el tratamiento del riesgo, estas son:

- Evitar el riesgo al no exponerse a él.
- Retirar la fuente de riesgo.
- Cambiar la probabilidad de ocurrencia; implica una intervención en el fenómeno amenazante, tanto en su frecuencia como en su magnitud.
- Cambiar las consecuencias; hace referencia a la ejecución de acciones sobre los elementos expuestos, en su vulnerabilidad y resiliencia.
- Compartir el riesgo con una o varias partes; esto corresponde a la implementación de mecanismos de financiación del riesgo o protección financiera.
- Retener el riesgo desde la implementación de acciones prospectivas. (Icontec, 2011)

La reducción del riesgo en todas sus posibilidades: correctiva, prospectiva, en la amenaza, en la vulnerabilidad, por medio de medidas estructurales y por medio de medidas no estructurales, constituye el conjunto de acciones que de manera real producen la reducción de desastres y emergencias. Entonces, las anteriores reflexiones son básicas dentro del propósito de establecer las medidas óptimas de intervención, como parte de la esencia de la gestión del riesgo. (Vargas, 2010, p. 32)

En la Figura 10 se presentan algunos ejemplos de medidas de reducción del riesgo y su clasificación (Vargas, 2010, p. 32).

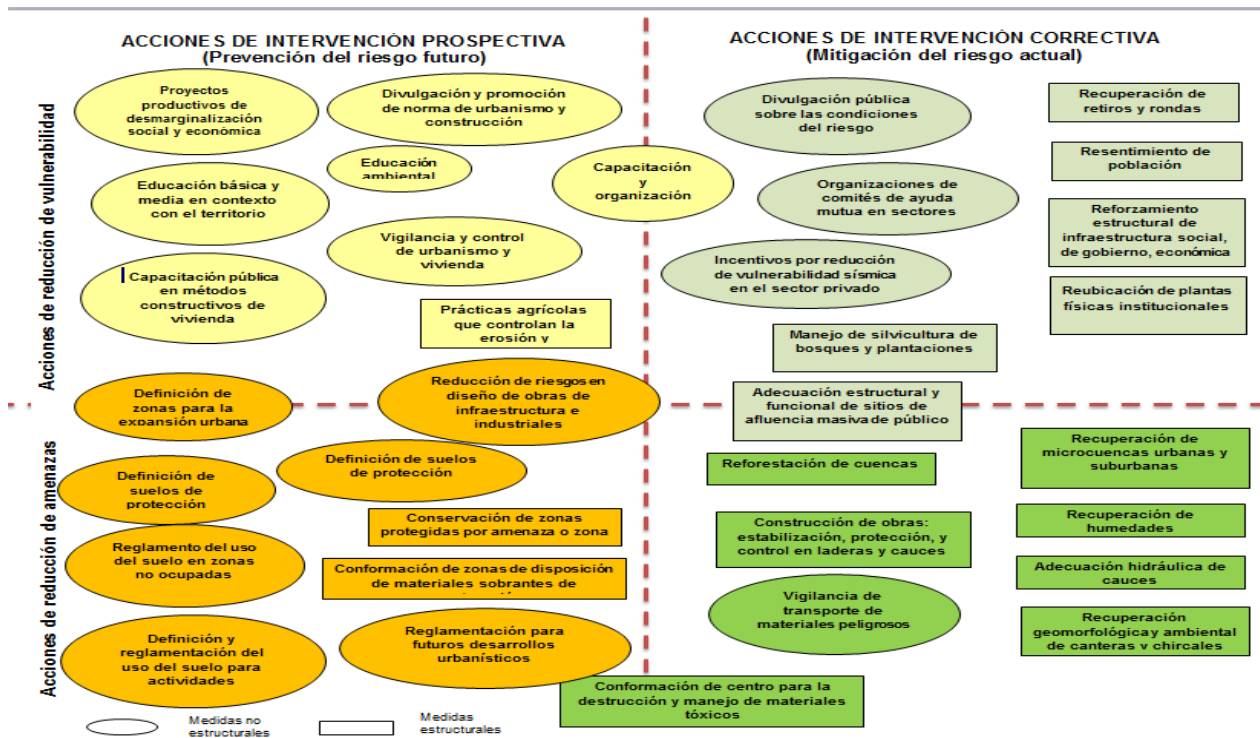


Figura 10. Ejemplos de acciones de reducción del riesgo
Fuente: tomado de Vargas (2010, p. 33)

Salvo condiciones evidentes de riesgo total (cuando los daños que se pueden presentar equivalen a la totalidad de la población y sus bienes), los métodos del análisis de riesgos solo ofrecen estimativos. Por esta incertidumbre en el nivel de riesgo y por las limitaciones de las medidas implementadas, no es posible lograr una condición de riesgo nulo. Por lo tanto, siempre se tendrá un riesgo residual o remanente, que corresponde a aquel riesgo que queda posterior al tratamiento del riesgo. Este riesgo en su componente económico puede ser manejado mediante la protección financiera y de todas maneras siempre implica la necesidad de preparación para la respuesta y recuperación (Vargas, 2010, p. 30).

Referencias

Banco Mundial (2012). Resumen ejecutivo. Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: Un aporte para la construcción de políticas públicas. Bogotá.

Cardona, O. D. (2001). Modelación numérica para la estimación holística del riesgo sísmico urbano, considerando variables técnicas, sociales y económicas. I Congreso Internacional de Métodos numéricos en Ciencias Sociales, Barcelona. Disponible

en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/cardona.pdf> [Consultado, junio de 2013].

Colombia, Congreso de la República (2012). Ley 1523 de 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Diario Oficial, N° 48.411. Bogotá.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas — Icontec— (2011). Gestión del Riesgo. Principios y directrices. NTC 31000. Bogotá.

Lavell, A. (s. f.). Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una definición. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/riesgo-apuntes.pdf>

Organización de las Naciones Unidas, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas —UNISDR— (2009). Terminología sobre reducción del riesgo de desastres. Ginebra: UNISDR.

UNDRO (1979). Natural Disasters and Vulnerability Analysis. Report of Expert Group Meeting (9 to 12 July, Geneva).

UNEP (s. f.). Desastres naturales. En: GEO-3. Global Environment Outlook. Disponible en: <http://www.unep.org/geo/GEO3/spanish/448.htm>

Vargas, R. (2010). Guía Municipal para la Gestión del Riesgo. Bogotá: Ministerio del Interior y de Justicia.