

2014

**Guía Técnica para la Formulación de los
Planes de Ordenación y Manejo de
Cuencas Hidrográficas POMCAS**

Anexo B. Gestión del Riesgo



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**

TABLA DE CONTENIDO

1	MARCO DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL POMCA	6
1.1	OBJETIVO	6
1.2	ALCANCE DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL POMCA.....	6
1.3	ASPECTOS NORMATIVOS	6
1.3.1	Normativa de riesgos	6
1.3.2	Alcances de la gestión del riesgo en el POMCA	8
1.4	MARCO CONCEPTUAL PARA EL ANÁLISIS DEL RIESGO Y SU GESTIÓN	9
1.4.1	Definiciones.....	9
1.4.1.1	Amenaza	10
1.4.1.2	Análisis del riesgo	10
1.4.1.3	Componente de gestión del riesgo	10
1.4.1.4	Conocimiento del riesgo.....	10
1.4.1.5	Exposición (Elementos Expuestos)	10
1.4.1.6	Gestión del riesgo.....	11
1.4.1.7	Susceptibilidad	11
1.4.1.8	Reducción del riesgo	11
1.4.1.9	Riesgo de desastres.....	11
1.4.1.10	Vulnerabilidad	12
1.4.2	Análisis de riesgos en los escenarios priorizados en el POMCA.....	12
1.4.2.1	Evaluación de amenazas	13
1.4.2.2	Análisis de elementos expuestos y de la vulnerabilidad.....	13
2	INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LAS FASES DEL POMCA	14
2.1	GESTIÓN DEL RIESGO EN LA FASE DE APRESTAMIENTO	16
2.1.1	Objetivo	16
2.1.2	Alcance	16
2.1.3	Procesos de la fase de aprestamiento	16
2.1.3.1	Recopilación y consolidación de información existente sobre gestión de riesgos	17
2.1.3.2	Identificación de actores para la gestión del riesgo.....	19
2.1.3.3	Construcción de la situación actual preliminar de gestión de riesgo en cuenca ...	20
2.1.3.4	Plan operativo para la incorporación de la gestión del riesgo	21
2.2	DEL RIESGO EN LA FASE DE DIAGNÓSTICO	23
2.2.1	Objetivo	23
2.2.2	Alcance	23
2.2.3	Tipos de amenazas a evaluar en los POMCA.....	23
2.2.3.1	Evaluación de amenaza por avenidas torrenciales	25
2.2.3.2	Evaluación de amenaza por deslizamientos	27

2.2.3.3	Evaluación de amenaza por flujos.....	28
2.2.3.4	Evaluación de amenaza por inundación.....	30
2.2.3.5	Evaluación de amenaza por incendios forestales	32
2.2.4	Tipo de eventos amenazantes a tener en cuenta en los POMCAS	34
2.2.4.1	Evaluación de amenaza por eventos volcánicos	34
2.2.4.2	Evaluación de amenaza por tsunamis.....	35
2.2.4.3	Evaluación de amenaza por desertificación o desertización	36
2.2.4.4	Evaluación de amenaza por erosión costera.....	36
2.2.5	Marco metodológico de la gestión del riesgo en el diagnóstico.....	37
2.2.6	Evaluación de amenazas en los POMCAS.....	39
2.2.6.1	Requerimientos de Información para la evaluación de amenazas	41
2.2.7	Análisis de vulnerabilidad en los POMCAS.....	43
2.2.8	Análisis de riesgos en la cuenca	44
2.2.8.1	Análisis de riesgo en los escenarios priorizados en la cuenca	44
2.2.8.2	Consideraciones generales del análisis de riesgos.....	45
3	GESTIÓN DEL RIESGO EN LA FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	46
3.1	OBJETIVOS.....	46
3.2	CONSTRUCCIÓN DE LA VARIABLE RIESGOS EN EL ANÁLISIS PORSPECTIVO.....	46
3.2.1	Probabilidad de ocurrencia (Po).....	46
3.2.2	Áreas de afectación expuestas a eventos amenazantes (EEA)	46
3.2.3	Aspectos contribuyentes a la generación de amenazas (ACA)	46
3.2.4	Índice de daño (ID) requiere de evaluaciones de expertos con respecto a los estados de las infraestructuras.....	47
3.3	ANÁLISIS PROSPECTIVO.....	47
3.3.1	Análisis del escenario tendencial	47
3.3.2	Análisis del escenario deseado.....	47
3.3.3	Análisis del escenario apuesta / zonificación.....	48
3.3.3.1	Definición de las estrategias para la gestión del riesgo	49
3.3.3.2	Inclusión de las amenazas naturales en la zonificación ambiental.....	50
3.4	ALCANCE DE LA AMENAZA COMO DETERMINANTE AMBIENTAL.....	50
4	GESTIÓN DEL RIESGO EN LA FASE DE FORMULACIÓN	51
4.1	OBJETIVO.....	51
4.2	CONTENIDO DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO	51
	BIBLIOGRAFÍA.....	52

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Actores en la gestión del riesgo en las fases del POMCA	20
Tabla 2. Criterios para el análisis del riesgo en el escenario tendencial.....	47
Tabla 3. Criterios para el análisis del riesgo en el escenario deseado.....	48
Tabla 4. Criterios para el análisis del riesgo en el escenario apuesta / zonificación.....	48

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Contenido y alcances de la gestión del riesgo en los POMCAS.....	15
Figura 2. Aspectos de la gestión del riesgo en la fase de aprestamiento	17
Figura 3. Pasos para la elaboración del plan de trabajo de inclusión de la gestión del riesgo	22
Figura 4. Eventos amenazantes a evaluar en los POMCA	24
Figura 5. Delimitación de áreas de manifestación por avenidas torrenciales.....	25
Figura 6. Áreas de manifestación por deslizamientos	28
Figura 7. Áreas de manifestación por flujos	30
Figura 8. Susceptibilidad a inundación	31
Figura 9. Zonificación de acuerdo con la intensidad de la inundación por desbordamiento	32
Figura 10. Eventos amenazantes a tener en cuenta en los POMCAS	34
Figura 11. Contenidos de la gestión del riesgo en la fase de diagnóstico.....	38
Figura 12. Esquema del contenido de las estrategias de gestión de riesgo en el escenario apuesta	49

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CAR	Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible
DIMAR	Dirección General Marítima
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
IVET	Índice de vulnerabilidad frente a eventos torrenciales en fuentes abastecedoras
POMCA	Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas
POT	Planes de Ordenamiento Territorial
SGC	Servicio Geológico Colombiano
UGS	Unidades geológicas superficiales

1 MARCO DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL POMCA

1.1 OBJETIVO

Incluir en la ordenación y manejo ambiental de la cuenca la evaluación de amenazas y análisis de vulnerabilidad y definición de escenarios de riesgo que permitan una ocupación del territorio de forma segura, estableciendo los condicionamientos para el uso y ocupación del territorio, y evitar la configuración de nuevas condiciones de riesgos.

1.2 ALCANCE DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL POMCA

La gestión del riesgo se concentra en el conocimiento, la reducción y control de los factores de riesgo, que permitan soportar la toma de decisiones. Comprende los siguientes componentes:

1. El conocimiento del riesgo (susceptibilidad, amenazas y vulnerabilidades). El alcance de la gestión de riesgos en los POMCA debe incluir como mínimo la evaluación de la susceptibilidad, la amenaza y dependiendo de los alcances para cada caso, definir el nivel de profundidad en los análisis de vulnerabilidad y análisis de riesgo, bases para definir y priorizar los escenarios de riesgos.
2. Las alternativas relacionadas con la reducción de las condiciones de riesgos.
3. La definición de estrategias y programas tendientes a intervenir y reducir las condiciones de riesgo existentes.

1.3 ASPECTOS NORMATIVOS

1.3.1 Normativa de riesgos

Constituyen el marco normativo para la inclusión del riesgo y su gestión en los *planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas* – POMCA, las siguientes leyes y decretos:

- **Ley 99 de 1993:**

En cuanto a las funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales - CAR-, en el numeral 23 del artículo 31 de la Ley 99 de 1993, se establece que deben “Realizar actividades de análisis, seguimiento, prevención y control de desastres, en coordinación con las demás autoridades competentes, y asistirles en los aspectos medioambientales en la prevención y atención de

emergencias y desastres; adelantar con las administraciones municipales o distritales programas de adecuación de áreas urbanas en zonas de alto riesgo, tales como control de erosión, manejo de cauces y reforestación”.

- **Ley 388 de 1997**

El artículo 10 de esta ley define que: *“En la elaboración y adopción de sus planes de ordenamiento territorial los municipios y distritos deberán tener en cuenta las siguientes determinantes, que constituyen normas de superior jerarquía, en sus propios ámbitos de competencia, de acuerdo con la Constitución y las leyes (...)”*. En lo que respecta a los POMCA se aplica el literal b del numeral 1, que indica:

“1. Las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales la prevención de amenazas y riesgos naturales, así: (...)”

(...) b) Las regulaciones sobre conservación, preservación, uso y manejo del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, en las zonas marinas y costeras; las disposiciones producidas por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental de la respectiva jurisdicción, en cuanto a la reserva, alindamiento, administración o sustracción de los distritos de manejo integrado, los distritos de conservación de suelos, las reservas forestales y parques naturales de carácter regional; las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas expedidas por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental de la respectiva jurisdicción; y las directrices y normas expedidas por las autoridades ambientales para la conservación de las áreas de especial importancia ecosistémica (...)”

- **Ley 1523 de 2012:**

En su artículo 2, señala que: *“la gestión del riesgo es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano”* y que en cumplimiento de esta responsabilidad, las entidades públicas, privadas y comunitarias desarrollarán y ejecutarán los procesos de gestión del riesgo, entendiéndose: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, en el marco de sus competencias, su ámbito de actuación y su jurisdicción, como componentes del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

En su artículo 3, la Ley define unos principios que soportan la política de gestión del riesgo uno de ellos que tiene mucha relación con el ordenamiento ambiental del territorio es el *principio de sostenibilidad ambiental* el cual plantea que *“(...) El riesgo de desastre se deriva de procesos de uso y ocupación insostenible del territorio, por tanto, la explotación racional de los recursos naturales y la protección del medio ambiente constituyen características irreductibles de sostenibilidad ambiental y contribuyen a la gestión del riesgo de desastres (...)”*.

Con referencia a la institucionalidad en materia ambiental, le compete a las Corporaciones Autónomas, como integrantes del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo: *“además de las*

funciones establecidas por la Ley 99 de 1993 y la Ley 388 de 1997 o las leyes que las modifiquen, apoyar a las entidades territoriales de su jurisdicción ambiental en todos los estudios necesarios para el conocimiento y la reducción del riesgo y los integrarán a los planes de ordenamiento de cuencas, de gestión ambiental, de ordenamiento territorial y de desarrollo. (Artículo 31, Ley 1523 de 2012); y en los POMCA deberán integrar... “el análisis del riesgo en el diagnóstico biofísico, económico y socio-ambiental y, considerar, el riesgo de desastres, como un condicionante para el uso y la ocupación del territorio, procurando de esta forma evitar la configuración de nuevas condiciones de riesgo (Artículo 39 de la Ley 1523 de 2012).

- **Decreto 1640 de 2012:**

Define dentro de las directrices para la ordenación de cuencas (artículo 19): “(...) *la prevención y control de la degradación de los recursos hídricos y demás recursos naturales de la cuenca (...)*” y “(...) *el riesgo que pueda afectar las condiciones fisicobióticas y socioeconómicas en la cuenca, incluyendo condiciones de variabilidad climática y eventos hidrometeorológicos extremos (...)*”

Por otro lado, el artículo 23 de esta Ley define que: “(...) *El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica se constituye en norma de superior jerarquía y determinante ambiental para la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997 (...)*”; así mismo, establece que se convierte en “*determinante ambiental al momento de formular, revisar y/o adoptar el respectivo Plan de Ordenamiento Territorial con relación a: la zonificación ambiental, el componente programático y el componente de gestión del riesgo*”.

En línea con lo anterior, el parágrafo 2 establece que: “*para la determinación del riesgo, las zonas identificadas como de alta y muy alta amenaza y/o vulnerabilidad en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca, serán detalladas por los entes territoriales de conformidad con sus competencias*”, y en el parágrafo 3 concluye que: “*los estudios específicos del riesgo que se elaboren en el marco del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, serán tenidos en cuenta por los entes territoriales en los procesos de formulación, revisión y/o adopción de los Planes de Ordenamiento Territorial*”

Por último, y en relación con el componente de gestión del riesgo, el artículo 36 indica que: “*las autoridades ambientales competentes en la fase de formulación deberán incorporar la gestión del riesgo, para lo cual, priorizarán y programarán acciones para el conocimiento y reducción del riesgo y recuperación ambiental de territorios afectados*”.

1.3.2 Alcances de la gestión del riesgo en el POMCA

- Teniendo en cuenta las funciones del Sistema Nacional Ambiental en relación con el riesgo, se deben tener en cuenta aspectos fundamentales que deben atender el sector ambiental para la inclusión de éste como parte de sus funciones el sector ambiental en el tema de riesgos debe desarrollar procesos de conocimiento, reducción y recuperación en zonas de riesgo, sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, que pueden ser afectados por la ocurrencia de eventos peligrosos de origen naturales.

- La coordinación y articulación con las entidades públicas y privadas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, desde los aspectos ambientales, para realizar acciones tendientes a la protección de la población, sus bienes y sus actividades ante la probabilidad de ocurrencia de eventos de origen natural .

Con relación a los aspectos en materia de riesgo que se deben abordar en *los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas* se debe atender como mínimo, lo siguiente:

- La identificación, caracterización y espacialización de fenómenos que puedan convertirse en una amenaza para mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico del suelo, el agua, la flora y la fauna y la conservación de la estructura físico – biótica de la cuenca, particularmente del recurso hídrico.

En tal sentido, los análisis de riesgo abarcarán los riesgos asociados a: los suelos, el agua, la flora, la fauna y a la seguridad del territorio.

- La categorización de las zonas de amenazas y/o susceptibilidad baja, media y alta, en atención a la necesidad de identificar las áreas que requieren intervención correctiva del riesgo existente, en los escenarios de riesgos priorizados, y las áreas que requieren intervención prospectiva al nuevo riesgo.
- Contemplar en los análisis de los fenómenos amenazantes su relación con los efectos de la variabilidad climática, por eventos extremos.
- La priorización de acciones dirigidas al conocimiento, la reducción del riesgo y la recuperación ambiental de los territorios afectados, por la manifestación de los fenómenos amenazantes.
- Se requiere de la evaluación de probables afectaciones de los elementos expuestos, el análisis de vulnerabilidad de forma cualitativa y semi-cuantitativa; en algunos casos, se podrá realizar una evaluación de daños de los elementos expuestos, donde exista la información detallada y la capacidad técnica necesaria para realizar esta evaluación.

1.4 MARCO CONCEPTUAL PARA EL ANÁLISIS DEL RIESGO Y SU GESTIÓN

1.4.1 Definiciones

En la Ley 1523 de 2012, se define el análisis y evaluación del riesgo como: la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y recuperación. (Artículo 4, numeral 4). A continuación se presentan las definiciones relacionadas con la gestión del riesgo:

1.4.1.1 Amenaza

El concepto de amenaza se define en la Ley 1523 de 2012 como: *“Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales”* (artículo 4, numeral 3).

En el POMCA, como instrumento de planeación ambiental del territorio, el principal objetivo de una evaluación de amenazas es pronosticar el comportamiento de los eventos potencialmente dañinos, con un conocimiento de la probabilidad de ocurrencia y sus diferentes magnitudes, que puedan afectar las condiciones físicas, bióticas, sociales y económicas de la cuenca.

1.4.1.2 Análisis del riesgo

El análisis de riesgo se basa en la conciencia de que el riesgo es el resultado de la concurrencia de una amenaza y de la vulnerabilidad de elementos amenazados (elementos expuestos). Por consiguiente, tomando en cuenta esta combinación de factores, el análisis de riesgos apunta a estimar y evaluar las posibles consecuencias de fenómenos naturales en un determinado grupo poblacional y en sus bases de vida. Se trata tanto de efectos o consecuencias a nivel social, como también económico y ambiental. La evaluación de la amenaza y el análisis de la vulnerabilidad forman parte del análisis de riesgos y deben entenderse como acciones inseparables.

De esta manera, partiendo del conocimiento de que las personas y las bases de vida potencialmente afectadas por un determinado fenómeno natural son vulnerables a éste y sabiendo que, por lo tanto, dicho fenómeno se convierte en una amenaza, el análisis de riesgos estudia los posibles daños.

1.4.1.3 Componente de gestión del riesgo

El componente de gestión del riesgo está constituido por los programas, acciones y prioridades de la gestión del riesgo en la cuenca hidrográfica en proceso de ordenación que permitan a las autoridades ambientales realizar un proceso de planeación, ejecución y seguimiento a la gestión del riesgo.

1.4.1.4 Conocimiento del riesgo

Proceso de la gestión del riesgo está compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre (Ley 1523 de 2012 artículo 4, numeral 7).

1.4.1.5 Exposición (Elementos Expuestos)

De acuerdo a la Ley 1523 de 2012 exposición se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza (artículo 4, numeral 10).

1.4.1.6 Gestión del riesgo

La gestión del riesgo es el proceso social de 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. (Ley 1523 de 2012 artículo 4, numeral 11)

La gestión del riesgo constituye 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 y, por lo tanto, está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población.

1.4.1.7 Susceptibilidad

La susceptibilidad en los estudios de análisis y evaluación de amenazas, constituye la base inicial, el primer paso para el análisis y zonificación de amenazas. Se entiende como la predisposición de un territorio a presentar determinados fenómenos amenazantes. De acuerdo con la naturaleza de los eventos amenazantes, cada uno de ellos tiene una fuente y una forma como se materializa en un espacio geográfico.

Por lo tanto, se plantea que no se puede configurar un evento de origen natural si no existen determinadas condiciones ya sean geológicas, geográficas, meteorológicas, atmosféricas, ambientales y sociales para que se puedan materializar. Los mapas de susceptibilidad para cada evento deben delimitar áreas de acuerdo con unas características específicas que dan lugar a uno de los tipos de eventos determinados.

1.4.1.8 Reducción del riesgo

Proceso de la gestión del riesgo que está compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, entiéndase: mitigación del riesgo, y a evitar nuevo riesgo en el territorio, entiéndase: prevención del riesgo.

Son medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. La reducción del riesgo la componen la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva de nuevo riesgo y la protección financiera. (Ley 1523 de 2012 artículo 4, numeral 21)

1.4.1.9 Riesgo de desastres

El riesgo de desastres corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, en un período de tiempo de específico, que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos. (Ley 1523 de 2012 artículo 4, numeral 25)

1.4.1.10 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es definida en la Ley 1523 de 2012 como la: *“Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos”* (artículo 4, numeral 27).

Así las cosas, en el marco del POMCA, la vulnerabilidad comprende la susceptibilidad a que se presenten daños en las actividades productivas, la localización de asentamientos humanos y la infraestructura estratégica y de la sostenibilidad ambiental del territorio y de sus recursos naturales renovables.

1.4.2 Análisis de riesgos en los escenarios priorizados en el POMCA

El proceso de planificación y ordenación del territorio que conforma la cuenca permite y debe incorporar criterios de reducción de riesgos, especificando condiciones sostenibles y seguras de uso y ocupación, en armonía con los objetivos ambientales, sociales y económicos de la cuenca.

Por tal motivo, el análisis de riesgos en los escenarios priorizados se posiciona como uno de los insumos fundamentales para incluir en el POMCA. La previsión de los efectos adversos que los eventos de origen natural pueden presentar sobre ecosistemas estratégicos, sistemas productivos, asentamientos humanos o elementos de infraestructura vital, permite definir las zonas del territorio donde la ocupación es más segura. La inclusión de estos análisis en los procesos de ordenamiento de la cuenca, derivan en la protección y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y en la protección ambiental, social y económica.

Las medidas para la reducción de riesgos incluyen la realización de estudios y análisis para identificar y evaluar el nivel de amenaza, análisis de vulnerabilidad y análisis de los escenarios de riesgo, así como las acciones para su reducción.

Los análisis de riesgo ya no se limitan solamente a la naturaleza como causante de desastres naturales sino que también estudian el rol de las sociedades, de sus formas de producción y de vida, y de sus modelos de desarrollo, para así integrar los resultados de estos estudios y análisis a las correspondientes estrategias de reducción. De hecho, en casi todo el mundo, los desastres naturales ya no son considerados como un castigo de Dios o un capricho de la naturaleza. La vulnerabilidad es comprendida cada vez más como el resultado de procesos de desarrollo económico y social, y hay que entenderla y reducirla con ayuda de análisis detallados. De esta manera, se concibe al análisis de riesgo como un instrumento fundamental de la gestión de riesgo y del manejo de desastres que sirve de base para implementar las medidas para la reducción de los riesgos y de los efectos de un posible desastre.

En el denominado *análisis de riesgos* están englobados los estudios existentes y evaluación de las amenazas y análisis de vulnerabilidades identificadas. El análisis de riesgos tiene como objetivo servir

como base para la elaboración de los escenarios de riesgos y de las estrategias y programas de reducción de riesgos, como componente integral del POMCA.

A continuación se plantean los aspectos a tener en cuenta en el análisis de los riesgos asociados a los recursos naturales, a la seguridad y sostenibilidad del territorio, a partir de la definición dada en el numeral 4 del artículo 4 de la Ley 1523 de 2012.

1.4.2.1 Evaluación de amenazas

La evaluación de amenazas se realiza a través de inventarios de fenómenos, hechos de forma participativa con las entidades territoriales, los líderes comunales y la población localizada en la cuenca; observaciones y mediciones de campo; análisis y revisión de información técnico - 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 específicos. Tiene como resultado la elaboración de un mapa de amenazas, el cual representa un elemento clave para la planificación del uso del territorio de la cuenca y constituye un insumo imprescindible para el análisis de los riesgos actuales y potenciales.

1.4.2.2 Análisis de elementos expuestos y de la vulnerabilidad

Mediante este proceso se determinan el nivel de exposición y de susceptibilidad de los elementos expuestos a ser afectados por el evento amenazante que podrá generar daños y pérdidas de los elementos expuestos ante una amenaza específica. Consiste en la identificación de los elementos expuestos y el análisis de vulnerabilidad.

La susceptibilidad a que se presenten daños en las actividades productivas, la localización de asentamientos humanos y la infraestructura estratégica y de la sostenibilidad ambiental del territorio y de sus recursos naturales; como expresión de la relación entre la magnitud de un evento específico y la respuesta de las áreas expuestas a éste en la cuenca hidrográfica, hacen parte de este análisis.

2 INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LAS FASES DEL POMCA

La formulación del *plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica* – POMCA, en sus diferentes fases, incluye la gestión del riesgo en especial en los siguientes aspectos:

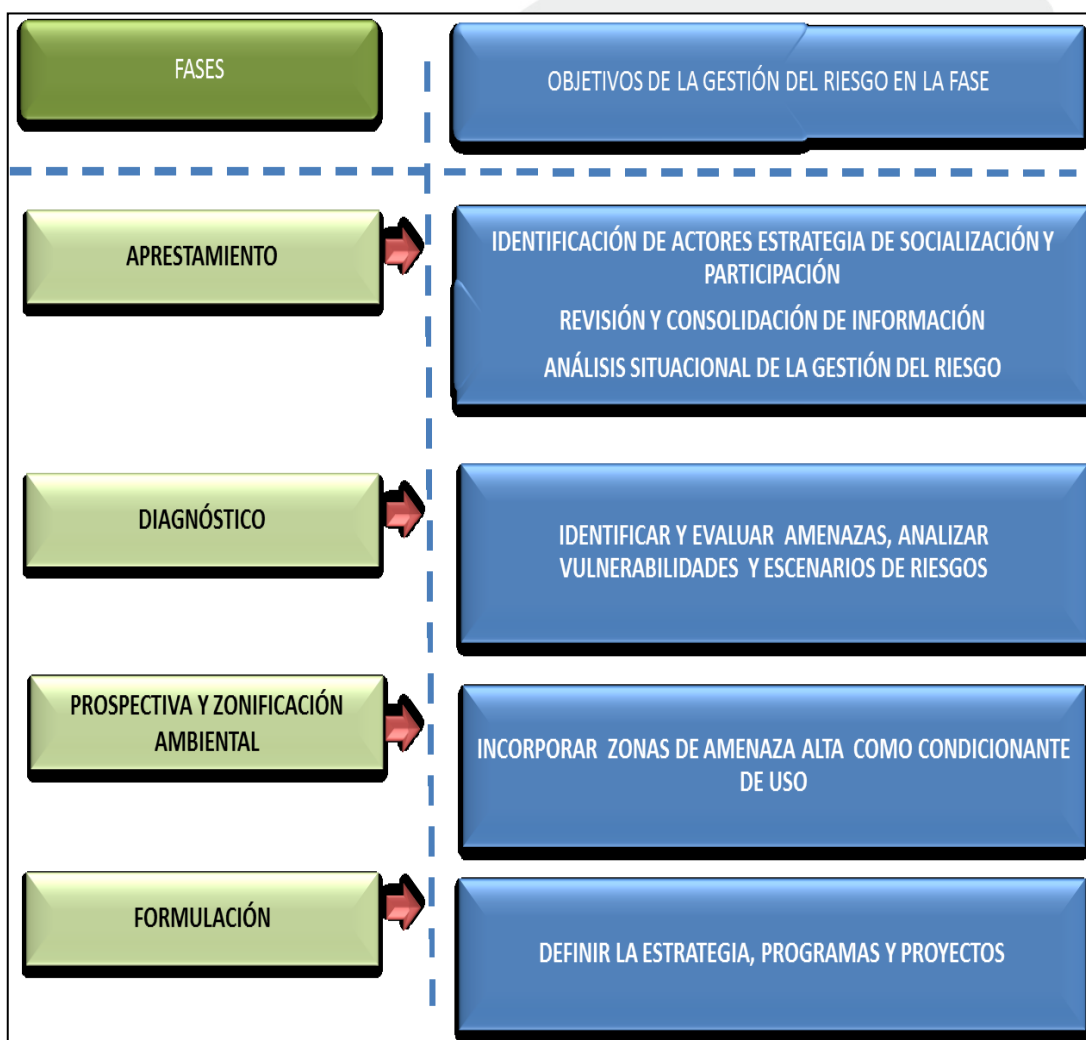
- ✓ La definición de la estrategia institucional y de captura y manejo de la información para la inclusión de la gestión de riesgos en la fase de aprestamiento, a través de la identificación de la información existente, el análisis de debilidades y fortalezas institucionales en el tema y las bases para elaborar el plan operativo para la identificación y evaluación de la susceptibilidad a las amenazas y de los escenarios de riesgos.
- ✓ Evaluar la susceptibilidad y las amenazas, el análisis de los elementos expuestos y su condición de vulnerabilidad y el análisis de los riesgos a través de los escenarios que se prioricen en la fase de diagnóstico, como resultado del análisis de las diferentes variables físico- bióticas y socioeconómicas que intervienen en el territorio.

Determinar en la fase prospectiva y de zonificación ambiental los posibles escenarios prospectivos en los sectores definidos como críticos, a partir de la evaluación de la susceptibilidad y amenaza de la cuenca hidrográfica, de acuerdo con la tendencia de ocupación del territorio y finalmente, establecer de acuerdo al escenario apuesta, la zonificación ambiental.

- ✓ En la fase de formulación se definen las estrategias, programas y proyectos que le permiten a las entidades territoriales, autoridades ambientales, sectoriales y de comunidades, en el ámbito de sus competencias, definir e implementar acciones individuales o conjuntas de intervención para la prevención y reducción del riesgo.

En la **Figura 1**, se señalan los alcances por fases de la incorporación de gestión del riesgo en el POMCA.

Figura 1. Contenido y alcances de la gestión del riesgo en los POMCAS



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

2.1 GESTIÓN DEL RIESGO EN LA FASE DE APRESTAMIENTO

2.1.1 Objetivo

Identificar y evaluar las condiciones técnicas y logísticas que permitan adelantar la evaluación de la gestión del riesgo en la cuenca, su incorporación en las diferentes fases de los POMCAS.

2.1.2 Alcance

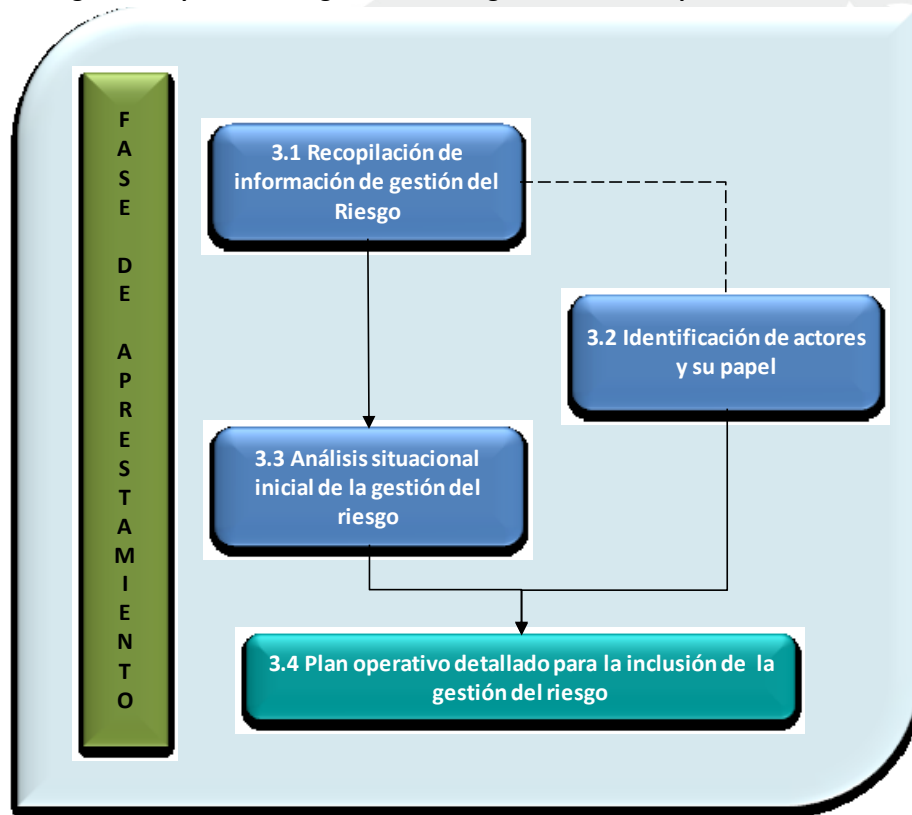
Los alcances de la gestión del riesgo en la fase de aprestamiento son:

1. Conocer cómo se han dado los procesos de construcción de las condiciones de riesgo en la cuenca, con el fin de identificar las amenazas, los elementos expuestos, la vulnerabilidad y la condición de riesgos que se generan como base para identificar los escenarios de riesgo.
2. Identificar el nivel de conocimiento de las capacidades de los actores institucionales y comunitarios frente a la gestión del riesgo.
3. Identificar y caracterizar los actores relevantes para la gestión del riesgo en las diferentes fases del POMCA.
4. Construir la estrategia preliminar para la identificación y evaluación de amenazas, análisis de vulnerabilidad e identificación de escenarios de riesgo para la formulación del POMCA.

2.1.3 Procesos de la fase de aprestamiento

En la **Figura 2**, se presentan los principales pasos y temas a desarrollar para la gestión del riesgo en la fase de Aprestamiento.

Figura 2. Aspectos de la gestión del riesgo en la fase de aprestamiento



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

2.1.3.1 Recopilación y consolidación de información existente sobre gestión de riesgos

La recopilación de información secundaria sobre el riesgo y su gestión en la cuenca, contempla los siguientes aspectos y debe contener como mínimo:

2.1.3.1.1 Información cartográfica

Revisión de la cartografía básica existente en el IGAC, en la Autoridad Ambiental y demás entidades, para establecer el cubrimiento espacial de la información, el formato disponible de los datos (digital y análogo), la escala de trabajo (semi-detallada y detallada), el año de elaboración del estudio y la calidad de los datos. En el caso en que la información disponible esté para la venta, se debe averiguar: el costo, tiempo de adquisición y restricciones en la entrega de la información.

En cuanto a la calidad, hay que verificar si la información cartográfica es actualizada en los diferentes aspectos geográficos y de toponimia, y se deberá elaborar un esquema donde se represente la información cartográfica existente de la cuenca, utilizando las grillas de cubrimiento cartográfico, las

escalas y las fechas de elaboración y la fuente. Por último, se debe definir la escala o un rango de escalas de trabajo para la evaluación.

2.1.3.1.2 Información de fotografías aéreas e imágenes satelitales

Revisión de la información contenida en fotografías aéreas e imágenes satelitales existentes en las diferentes entidades públicas y privadas, de carácter local, regional, nacional e internacional. Para este proceso, se deberá elaborar un esquema del cubrimiento de la información y un registro donde se especifiquen: resolución espacial, escalas, año, área cubierta de la cuenca (líneas de vuelo y número de *path/row*), calidad, fuente, disponibilidad y fecha, entre otros.

2.1.3.1.3 Información de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo

Revisar y recopilar la información existente en estudios y mapas de amenazas naturales, vulnerabilidad y riesgo a nivel nacional (IDEAM, Servicio Geológico, Universidades), a nivel regional y local (CAR, oficinas territoriales del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres, Universidades, centros de investigación y POT de los municipios) que hacen parte de la cuenca.

Con base en esta información, se elaboran fichas para cada uno de los estudios donde se especifiquen los autores, año de elaboración, área de estudio, objetivo y alcances, metodologías utilizadas, formato de la información y coherencia con otros estudios recopilados. Como producto de esta actividad, se realiza un documento con el análisis de la información evaluando su calidad y accesibilidad y una base de datos con los documentos disponibles.

2.1.3.1.4 Registro histórico de eventos

Será necesario recopilar la información existente acerca de eventos amenazantes ocurridos con anterioridad en la zona de estudio. En este proceso de recopilación es importante darle cabida tanto a la información formal encontrada en las entidades nacionales y territoriales, como aquella informal obtenida de entrevistas realizadas a personas residentes en los sectores susceptibles a amenazas naturales.

Esta información histórica puede ser recolectada en los Consejos municipales y departamentales de Gestión de Riesgos de Desastres, Bomberos, Oficinas de Planeación Municipal, en las Corporaciones Autónomas Regionales, en el IDEAM y en bases de datos existentes.

La información deberá contener, entre otros, datos de viviendas afectadas, infraestructura, cultivos, ecosistemas, la ubicación espacial de las mismas dentro del sector, datos de mortalidad y morbilidad causadas por amenazas naturales.

La información debe ser clasificada por tipo de eventos y consecuencias, ya sean en porcentaje de afectación del territorio, en costos, etc., de tal forma que sea de alguna forma cuantificable.

2.1.3.1.5 Mapas temáticos para evaluación de la gestión riesgos

Revisión y recopilación de información de estudios y mapas geológicos, geomorfológicos, unidades geológicas superficiales, análisis hidrometeorológicos, mapas geológico – geotécnicos o de geología para ingeniería, cobertura vegetal, uso actual del suelo, hidrología; levantamientos prediales, y cualquier tipo de información cartográfica que permita caracterizar tanto el evento amenazante como los posibles elementos expuestos ante el mismo. Con base en esta revisión se elaborará una base de datos que contenga autor, formato, año de elaboración y área de estudio.

2.1.3.2 Identificación de actores para la gestión del riesgo

Durante la recolección de la información de la gestión del riesgo existente en la cuenca hidrográfica a ordenar, se deben identificar los actores que contribuyan a la generación de amenazas, así como a los posibles afectados, para posteriormente realizar su clasificación de acuerdo con los roles y sus momentos de participación en el proceso de formulación del POMCA.

Los actores a considerar en la gestión del riesgo en la cuenca incluyen: entidades territoriales que hacen parte de la cuenca, las instancias del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre a nivel departamental y municipal, la academia y los institutos de investigación, los sectores económicos representados en sus organizaciones gremiales, la comunidad en general representada en organizaciones sociales. Entre los principales actores en la gestión del riesgo se encuentran:

- Los Consejos Territoriales de Gestión del Riesgo (departamentales, metropolitanos, municipales, y distritales) que hagan parte total o parcial de la cuenca hidrográfica a ordenar.
- Entidades o dependencias de gestión de riesgo de las entidades territoriales.
- Las dependencias de planeación municipal y departamental, los cuales tienen bajo su responsabilidad el seguimiento, ajuste y revisión de los POT.
- Entidades del orden nacional que desarrollen actividades de investigación sobre amenazas y produzcan mapas temáticos, entre ellos estarían los institutos de investigación como el IDEAM, el Servicio Geológico Colombiano, y los demás Institutos de investigación del SINA, entre otros.
- Universidades públicas y privadas, de orden nacional y regional, que tengan programas de pregrado o posgrado relacionados con la gestión del riesgo.
- Organizaciones sociales, ambientales, asociaciones de campesinos y demás existentes en la cuenca.
- Organizaciones gremiales de los diferentes sectores económicos que ejercen su actividad en la cuenca.

La estrategia de participación diseñada para el POMCA debe contemplar la manera en que los actores participarán en la incorporación de la gestión del riesgo. El aporte que se requiere de los actores en el componente de gestión del riesgo en cada fase se señala en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Actores en la gestión del riesgo en las fases del POMCA

FASE	ACTORES
Aprestamiento	En esta fase es importante que se identifiquen, caractericen y prioricen los actores claves de la cuenca que pueden aportar en la construcción del componente de gestión del riesgo. Así mismo se requiere contactarlos en esta fase para que se pueda recolectar la información existente al respecto y para la elaboración del modelo preliminar de construcción del riesgo.
Diagnóstico	La participación de la academia y los institutos de investigación en apoyo a las CAR, es importante para la elaboración de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, ya sea en su ejecución, interventoría y seguimiento. Igualmente, es importante la participación de los actores comunitarios, como fuente de información en los estudios y criterios de impactos.
Prospectiva y Zonificación	La participación de los actores de gestión de riesgo en la construcción del escenario deseado es decisiva para la intervención de los diferentes factores de riesgo, pues permite que con conocimiento de causa, puedan incidir en que sean efectivamente incluidos en el ordenamiento del territorio a través de los diferentes instrumentos de planificación.
Formulación	En la construcción de los escenarios y en especial del escenario apuesta, sobre el cual se basará la fase de formulación, se deberá tener en cuenta la capacidad institucional, privada y comunitaria para adoptar medidas que permitan la disminución del riesgo; por lo tanto la participación activa de los representantes de los sectores económicos, la comunidad y las instituciones para la definición de las medidas es fundamental para la construcción del componente de gestión del riesgo.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

2.1.3.3 Construcción de la situación actual preliminar de gestión de riesgo en cuenca

La construcción de la situación actual preliminar de la gestión de riesgos consiste en la evaluación de información de amenazas, eventos amenazantes existentes y la probabilidad de generación de nuevos escenarios de riesgos en la cuenca, la cual debe responder a:

- ¿Qué amenazas identifica y que tipo eventos se han presentado en la cuenca?
- ¿En dónde, tiempo de duración, cómo se presentaron los eventos?
- ¿Cada cuánto ocurren?
- ¿Cuáles han sido las posibles causas por las que se presentan los eventos?
- ¿Qué elementos, componentes o sistemas se vieron afectados por los diferentes eventos?
- ¿Cómo ha sido la recuperación de las áreas afectadas?
- ¿Cuáles eventos deterioran más las condiciones físicas, ambientales y sociales?
- ¿Que detonó los eventos?
- ¿Las actividades sociales, culturales o económicas contribuyeron al incremento de las amenazas o a la frecuencia de los eventos?

Este análisis debe identificar las amenazas probables en la cuenca, los elementos vitales expuestos que pueden ser afectados, las necesidades de información y la relación entre ocupación del territorio y los escenarios riesgo. Esta información debe ser identificada en una matriz.

2.1.3.4 Plan operativo para la incorporación de la gestión del riesgo

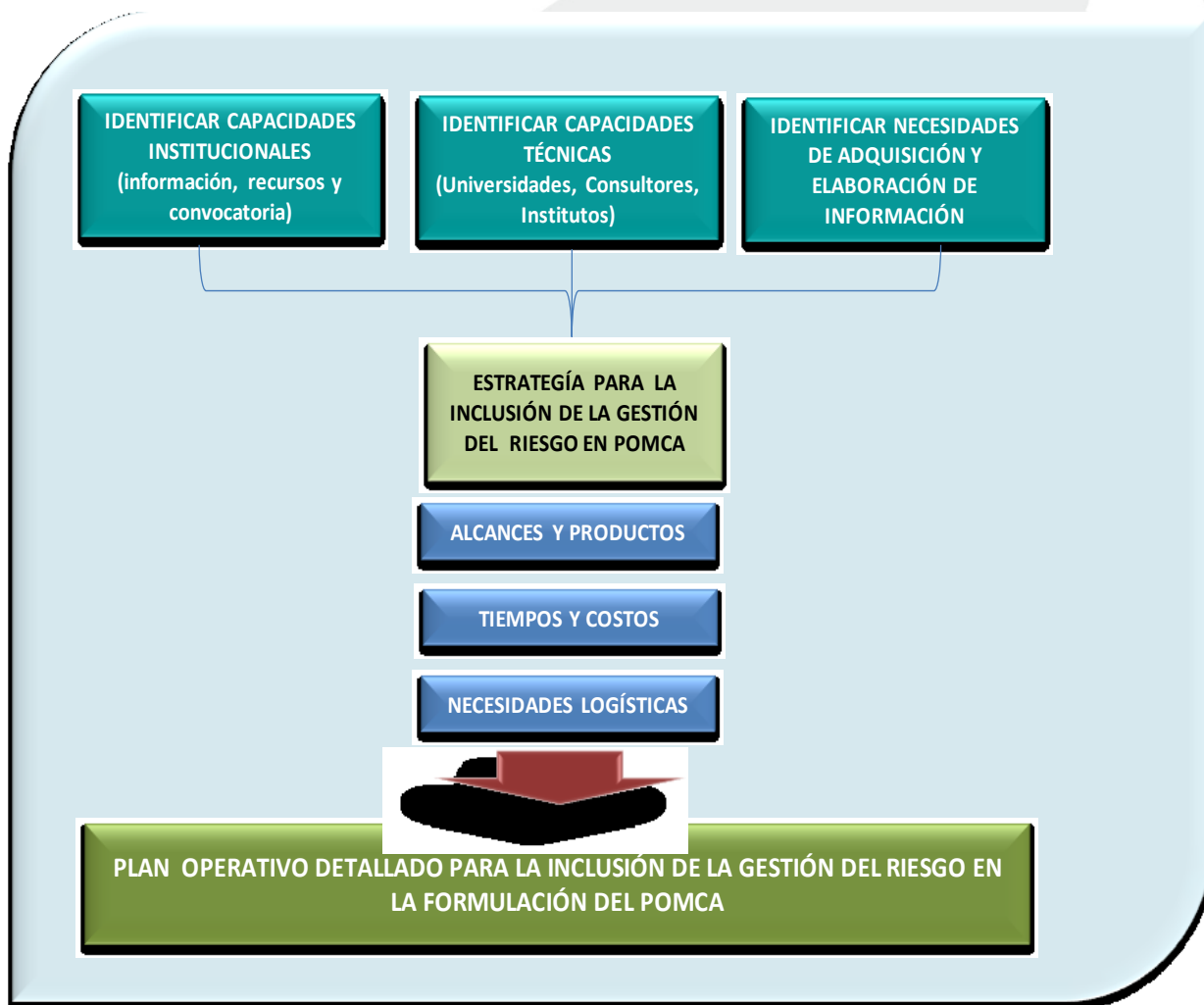
De acuerdo con la identificación y análisis de las capacidades institucionales, técnicas y de información que se requieren para la inclusión de la gestión del riesgo en el proceso de formulación del POMCA, se deben establecer los requerimientos de los actores para que acompañen el ejercicio en las otras fases del POMCA.

Para la elaboración del plan operativo se requiere adelantar las siguientes actividades:

- Identificar la capacidad institucional en cuanto al nivel de acceso a la información, los recursos humanos y financieros, fortaleza técnica y capacidad de convocatoria de las demás entidades públicas, la academia y los sectores económicos.
- Identificar la capacidad técnica de las entidades presentes en la región para la elaboración de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.
- Identificar las necesidades de información, a través de un ejercicio de comparación y de requerimientos mínimos entre la información existente y la requerida para cada amenaza.
- Definir una estrategia para la generación de la información.
- Establecer necesidades logísticas en cuanto a espacios físicos, equipos y *software*, movilidad para el equipo de riesgos y logística de talleres.

Definidos los anteriores alcances, en el plan operativo se definirá la estrategia para la inclusión de la gestión del riesgo en la formulación y/o ajuste del POMCA, tal como se indica en la **Figura 3**.

Figura 3. Pasos para la elaboración del plan de trabajo de inclusión de la gestión del riesgo



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

2.2 DEL RIESGO EN LA FASE DE DIAGNÓSTICO

2.2.1 Objetivo

Identificar y analizar la susceptibilidad a la generación de diferentes amenazas, la vulnerabilidad y escenarios de riesgos de origen natural y los asociados a los recursos suelo, agua, flora y fauna, que se pueden presentar en la cuenca, su comportamiento espacio-temporal, la evaluación de su afectación a las estructuras físico – biótica, socioeconómica y de servicios ecosistémicos, determinando sus condicionamientos.

2.2.2 Alcance

Los alcances de la gestión del riesgo en la fase de diagnóstico son:

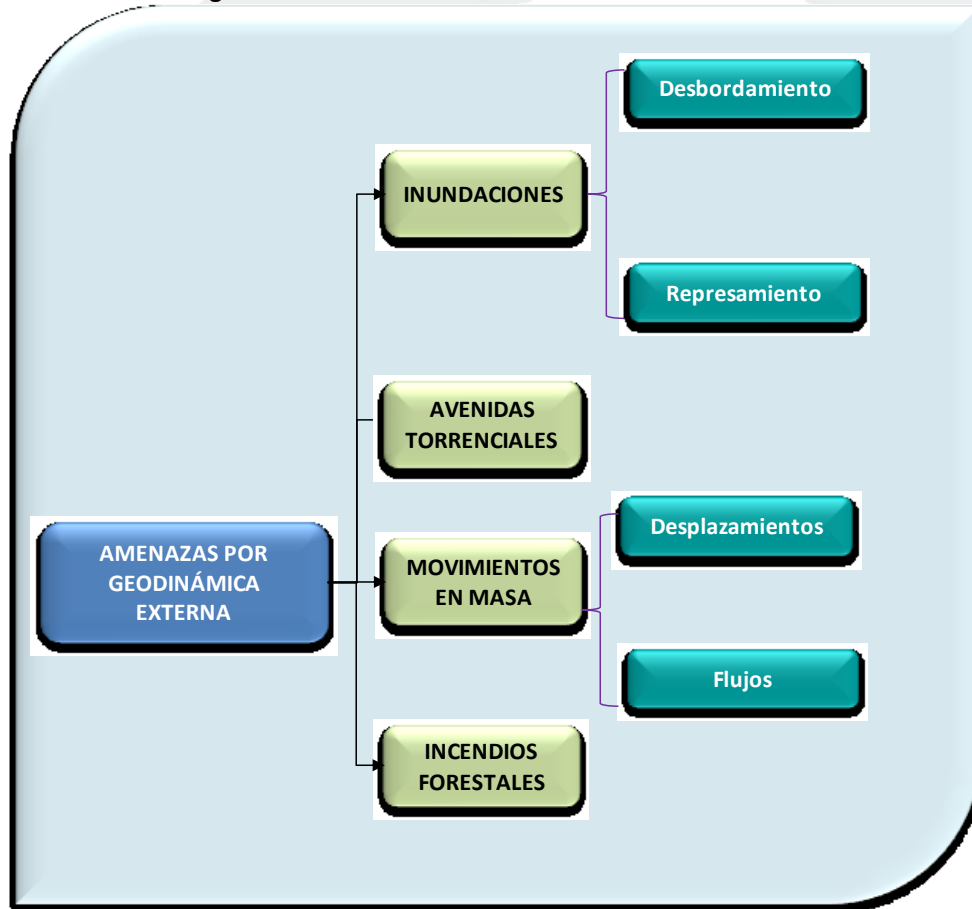
- La identificación de la susceptibilidad de amenazas en la cuenca a ser afectada por movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales, incendios forestales y actividad volcánica (información suministrada por la autoridad competente, esto es, el Servicio Geológico Colombiano - SGC).
- La identificación, evaluación y zonificación de las amenazas naturales en las zonas identificadas como de susceptibilidad crítica en la cuenca hidrográfica y a escala de mayor detalle. Los métodos usados deben estar conforme al nivel de la información básica existente y al estado del arte del conocimiento en el momento de la evaluación, 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 específicos.
- La identificación, caracterización y clasificación de los elementos expuestos (de infraestructura estratégica, socio económicos y de los recursos naturales) que son vulnerables ante los diferentes eventos amenazantes analizados a una escala detallada en las áreas identificadas como de amenaza alta.
- La determinación del análisis de vulnerabilidad dada en el grado de afectación representado en las pérdidas o posibles daños que pueda ocasionar un determinado evento potencialmente peligroso, de origen natural, sobre elementos vulnerables que conforman los ecosistemas, superficies agrícolas, población, viviendas, infraestructura vital, equipamientos y al capital natural. El grado de vulnerabilidad se puede obtener mediante una evaluación cualitativa y semi-cuantitativa. Es por lo tanto necesaria la evaluación y clasificación de la vulnerabilidad en las áreas de la cuenca hidrográfica, en las zonas identificadas como de amenaza alta a escala de detalle.
- Realizar un análisis de riesgos a partir de la identificación y análisis de la vulnerabilidades, el cual tiene como objetivo servir como base para definir y priorizar escenarios de riesgos y los planes y programas de reducción del riesgos en la cuenca hidrográfica.

2.2.3 Tipos de amenazas a evaluar en los POMCA

En la fase de aprestamiento, en la de construcción de la situación actual del riesgo se identifican los eventos y procesos de origen natural que representen una amenaza para el ordenamiento ambiental

del territorio en cuanto a: la sostenibilidad ambiental, la localización segura, la sostenibilidad económica y la funcionalidad de la cuenca. En la **Figura 4** se presentan las diferentes amenazas a evaluar en los procesos de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. Las amenazas de origen tecnológico se identifican y se localizan, dada su especificidad y responsabilidad sectorial no se evalúan ni zonifican.

Figura 4. Eventos amenazantes a evaluar en los POMCA



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

La evaluación de los eventos volcánicos y sísmicos como expresión de la geodinámica interna de la tierra, no guardan relación con los efectos de la variabilidad climática. El Servicio Geológico Colombiano como autoridad competente en materia volcánica y sísmica, es responsable de proveer la información sobre la actividad volcánica y sísmica. En este marco la mencionada entidad registra y monitorea los volcanes activos, con el objetivo de emitir los niveles de alerta, lo cual se debe utilizar en las cuencas que puedan ser afectadas por estos eventos, y realiza la zonificación de amenaza volcánica existente para cada uno de los volcanes activos, lo que también debe ser tenido en cuenta en los POMCA.

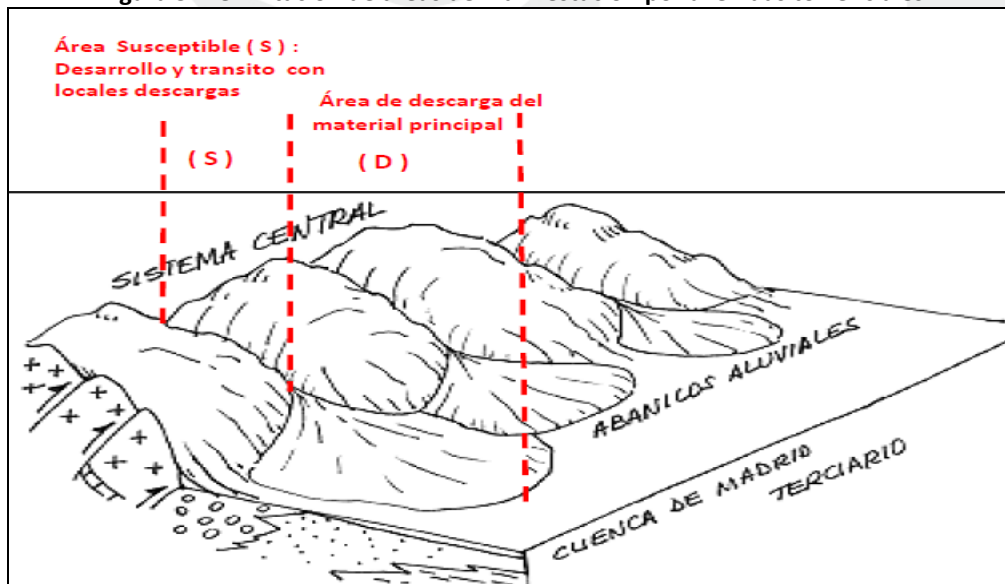
En cuanto a los eventos sísmicos, estos se analizarán como detonantes de eventos como tsunamis, terremotos y movimientos en masa; los sismos y las erupciones volcánicas suelen generar avenidas

torrenciales. Se toma como base el mapa de zonificación de amenaza sísmica a escala nacional del Servicio Geológico Colombiano, conforme a la Ley 400 de 1997.

2.2.3.1 Evaluación de amenaza por avenidas torrenciales

Las avenidas torrenciales son crecientes súbitas que por las condiciones geomorfológicas de la cuenca están compuestas por un flujo de agua con alto contenido de materiales de arrastre, con un gran potencial destructivo debido a su alta velocidad.

Figura 5. Delimitación de áreas de manifestación por avenidas torrenciales



Fuente: adaptado de: <http://platea.pntic.mec.es/~cmarti3/INSTAL/TOLSA/dibujo0.gif>

Características:

Son uno de los tipos más comunes de amenazas y son extremadamente peligrosas debido a su naturaleza rápida. Sus características son: corta duración, pequeña extensión de área de influencia, alto caudal pico y flujo rápido generalmente causantes de daños importantes a la propiedad. Ocurren a causa de tormentas de alta intensidad, en áreas de altas pendientes en las cuencas y cobertura vegetal pobre y se ven afectadas de manera importante cuando el índice de infiltración se reduce por tormentas previas. Se pueden subdividir de acuerdo con el material de arrastre de la corriente.

Área de aplicación:

Serán objeto de estudio de amenaza por avenidas torrenciales, los cauces de montaña afluentes en las subcuencas y el tramo en pendientes altas del cauce principal de la subcuenca.

Susceptibilidad (S):

Se propone generar los mapas de susceptibilidad por avenidas torrenciales en dos pasos:

- **Determinar las cuencas susceptibles a avenidas torrenciales:** se utilizará, el índice de vulnerabilidad frente a eventos torrenciales en fuentes abastecedoras (IVET) definido en la evaluación regional del agua que para tal efecto establezca el IDEAM, para las áreas montañosas de los afluentes principales de las subcuencas y a las microcuencas abastecedoras. Las cuencas que arrojen un IVET entre media a muy alta serán objeto de evaluación de amenaza.
- **Delimitación de áreas afectadas por avenidas torrenciales:** se delimitarán las áreas de tránsito y las contiguas que puedan ser afectadas por procesos de avalanchas al desbordarse el cauce en las zonas de tránsito. Esta delimitación se realizará en las imágenes satelitales y de acuerdo con su relevancia, se realizará a escala de mayor detalle. El uso del suelo, la erosión y los movimientos en masa en las márgenes son elementos que contribuyen a las avenidas torrenciales y deben ser tenidos como criterios para su delimitación.

Área de deposición (D) o de impacto por cercanía:

Corresponde al área de cambio brusco de pendiente del cauce donde se surte la descarga principal de la avenida torrencial, su área depende del volumen y las características del flujo, generalmente en abanico, la cual debe ser delimitada con geomorfología de detalle.

Área de afectación (A):

Corresponde al área por donde se desarrolla, transita y descarga los materiales procedentes de un evento torrencial. Ver figura 5.

Eventos detonantes (Ed):

Están sujetos al comportamiento temporal de las precipitaciones pico en las microcuencas analizadas y la localización de obras e infraestructura en la sección de cauces, que pueden convertirse en elementos generadores de avalanchas por obstrucción de los cauces, aun sin presentarse altas precipitaciones.

Escala cartográfica:

La delimitación y georreferenciación de las áreas expuestas a avenidas torrenciales depende de la magnitud de estas, en relación a la escala de trabajo o a la existencia de cartografía a mayor detalle que posea la Corporación. En todo caso, aunque la información no pueda ser graficada a la escala de los demás elementos de la zonificación, debe ser incluida como atributo e incorporada en el análisis de riesgo.

Por otro lado, se tienen las **amenazas por movimientos en masa** que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras como: caídas, volcamientos, deslizamientos, flujos, propagaciones laterales y reptaciones. Las amenazas por movimientos en masa objeto de evaluación son los deslizamientos y los flujos.

2.2.3.2 Evaluación de amenaza por deslizamientos

Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla. En el sistema de Varnes (1978), los deslizamientos se clasifican en traslacionales y rotacionales, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material.

Características:

Son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta. El deslizamiento o derrumbe, es un fenómeno de la naturaleza que se define como: *“el movimiento pendiente abajo de una ladera, lento o súbito, formado por materiales naturales – roca – suelo, vegetación o bien de rellenos artificiales”*. Los desplazamientos o derrumbes se presentan sobre todo en la época lluviosa o durante periodos de actividad sísmica.

(Recuperado de <http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/fopae/remocion/queHacer.pdf>)

Área de aplicación:

Serán objeto de estudio de amenaza por deslizamientos, las áreas montañosas o de ladera con pendientes que oscilan entre los 5 a 30 grados, con materiales de baja a mediana resistencia y de gran espesor o materiales rocosos buzando en la misma dirección de la pendiente.

Susceptibilidad (S):

Las categorías de susceptibilidad se deben establecer, como mínimo, de acuerdo con las siguientes características: presencia o ausencia de procesos (antiguos o activos) y la posibilidad de ampliarse, perfil de la ladera, tipo de material superficial, patrón de drenaje, geoformas existentes y su condición morfodinámica y cobertura del suelo.

Áreas de deposición (D):

Corresponde a una franja en la parte inferior de las áreas montañosas caracterizadas por pendientes menores a los 5 grados, cuya ancho será definido con criterios técnicos, corroborados, si es posible, con el comportamiento de los eventos cercanos a la zona plana.

Área de afectación (A):

Corresponde a las áreas delimitadas de susceptibilidad (S) más las áreas de recepción de materiales (D). Ver figura 6.

Área de aplicación:

Serán objeto de estudio de amenaza por flujos, los suelos principalmente correspondientes a fenómenos de solifluxión y reptamiento locales (no cartografiados a escala 1:25.000). Estos procesos se presentan principalmente en partes con pastoreo intensivo y en algunas zonas de cultivos inestables (CORTOLIMA, 2001).

Susceptibilidad:

Para determinar las áreas montañosas que pueden presentar flujos, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Terrenos con pendientes altas constituidas de material arcilloso procedente de suelos meteorizados de poco espesor.
- ✓ Terrenos con pendientes medias a bajas, muy saturados con pérdida de cobertura o cambio de uso.
- ✓ Material suelto sobre una ladera en zonas secas que se mueven rápidamente ladera abajo.

A partir de la cartografía de las áreas donde se pueden generar dichos flujos, se realiza una categorización de la susceptibilidad de acuerdo con la presencia o ausencia de estos, los materiales que pueden estar involucrados, la pendiente y la velocidad del movimiento.

Áreas de deposición (D):

Corresponde a una franja en la parte inferior del área montañosa con pendientes menores a los 5 grados, cuya ancho corresponderá a los criterios del estudio y comportamiento de los eventos aislados cercanos a la zona plana.

Área de afectación (A):

Corresponde a las áreas delimitadas de susceptibilidad (S) más las áreas de recepción de materiales (D). Ver

Figura 7.

Eventos Detonantes (Ed):

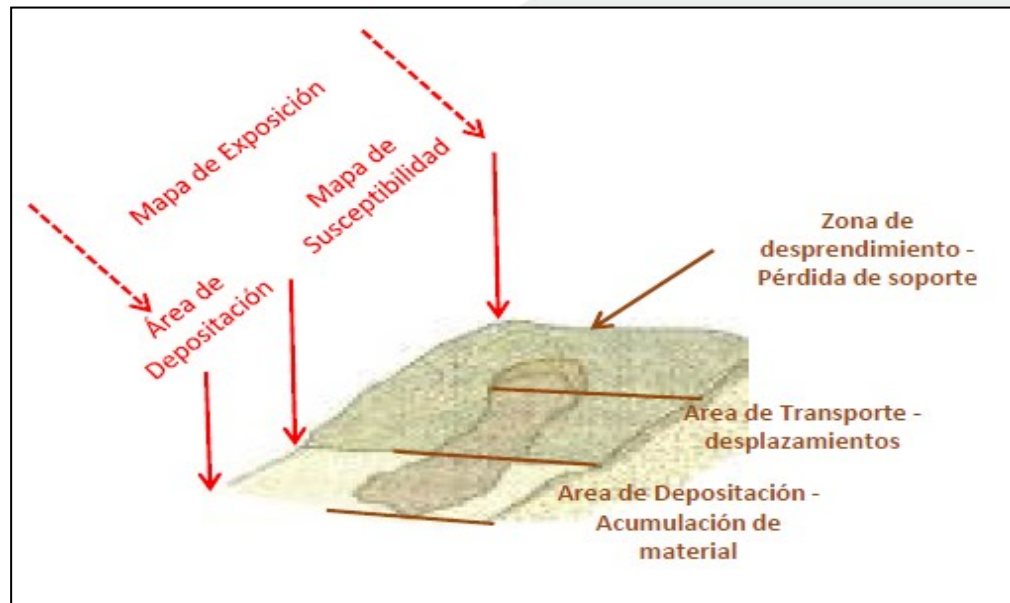
La ocurrencia de deslizamientos está relacionada con evento sísmico, alta pluviosidad y actividades humanas que generen inestabilidad, en especial actividades agrícolas y ganaderas.

Escala cartográfica:

La delimitación de las áreas que pueden estar expuestas a flujos son normalmente cartografiables a escalas intermedias.



Figura 7. Áreas de manifestación de flujos



Fuente: Tomado de González de Vallejo, 2012.

2.2.3.4 Evaluación de amenaza por inundación

Se presenta como resultado de las crecientes en los cuerpos de agua, originadas por lluvias intensas o continuas. Estas crecientes en el nivel normal de aguas sobrepasan la capacidad de retención del suelo y de los cauces produciendo desbordamientos e inundando las zonas contiguas a los cuerpos de aguas.

Características:

Las crecientes que generan inundaciones, en el flujo normal de aguas sobrepasan la capacidad de retención del suelo y de los cauces produciendo desbordamientos e inundando las zonas contiguas a los cursos de agua. Las inundaciones se pueden dividir en inundaciones de tipo pluvial, inundaciones de tipo fluvial lentas, inundaciones de tipo fluvial rápidas o torrenciales, inundaciones por acciones del mar e inundaciones debidas al manejo inadecuado de estructuras hidráulicas o a fallas en las mismas. A su vez, la acción antrópica en las cuencas de los ríos también influye en la ocurrencia de las inundaciones, ya sea por la intervención del cauce o por la ocupación de los terrenos aledaños al cauce, entre otras (Universidad de los Andes – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006)

Susceptibilidad (S):

Para delimitar estas áreas se debe identificar las posibles fuentes de la inundación en el territorio que pueden ser por desbordamiento de ríos, ascenso del mar, rotura de obras de infraestructura hidráulica y pluvial.

La delimitación de áreas susceptibles a inundarse por desbordamiento de ríos se realiza mediante el análisis de la dinámica fluvial, para ello se identificarán y clasificarán las diferentes geoformas de acuerdo con su relevancia en la dinámica actual. Con el inventario o registro de eventos se caracterizan el tipo de flujo y la altura de la lámina de agua. Se deben contemplar en el análisis el suelo y su uso, la cobertura y la información de la dinámica de las laderas adyacentes a los cauces como aspectos relevantes para la dinámica fluvial.

La delimitación de áreas susceptibles a inundarse por ascenso del mar, asociado a tsunamis y tormentas tropicales se realizará con la información topográfica y el inventario de procesos, para establecer las áreas que pueden ser cubiertas por estos eventos. La precisión de la delimitación depende de la escala cartográfica y de la información existente.

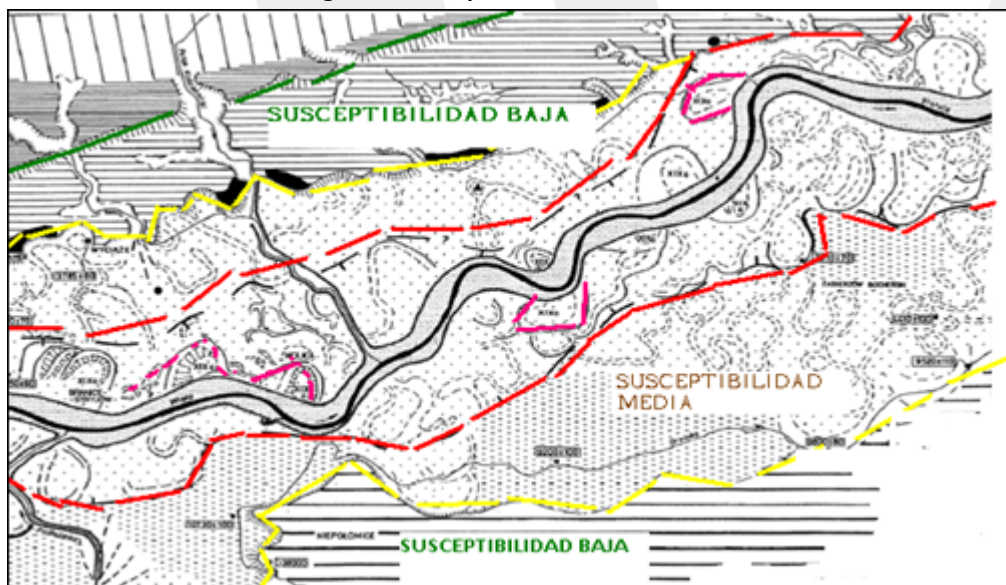
La elaboración de mapas de inundación de origen pluvial y por ruptura de obras de infraestructura hidráulica se hará de acuerdo con la relevancia de estas en cuanto a la localización segura, la sostenibilidad ambiental, sostenibilidad económica y funcionalidad del territorio.

A manera de ejemplo, en la *figura 8* se muestra una geoforma fluvial subdividida de acuerdo con características geomorfológicas. Puede determinarse el grado de susceptibilidad a la inundación por desbordamiento del cauce.

Áreas de afectación (A):

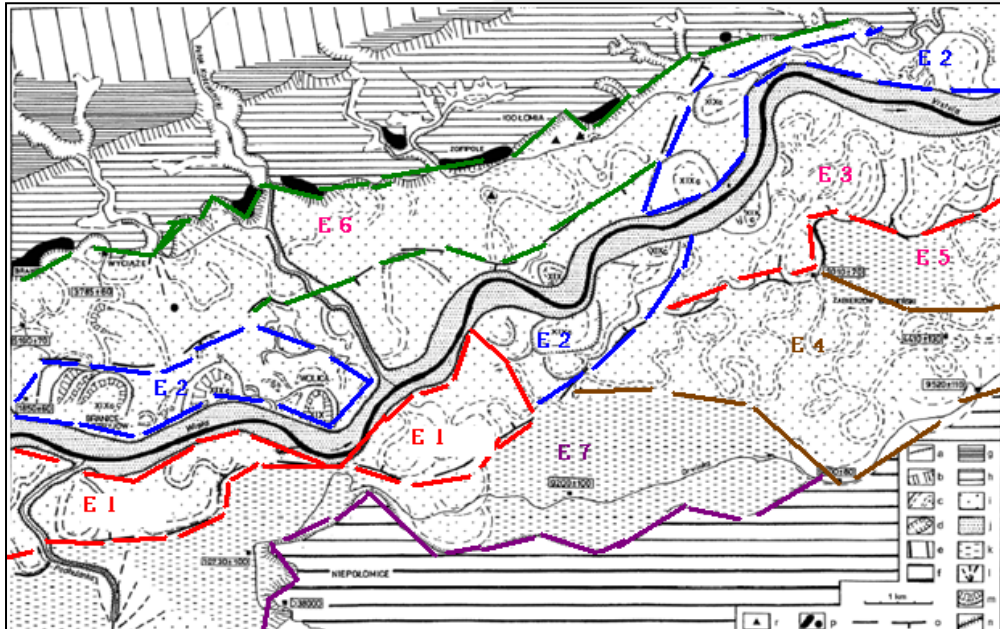
Las áreas de manifestación por inundaciones corresponden a las de susceptibilidad, donde se especifican el tipo de flujo (velocidad de acuerdo con la pendiente del terreno de donde proceden el volumen de agua o la rotura del canal, o las obras de infraestructura). En la *Figura 9*, se delimitan áreas con diferentes tipos de intensidad del evento.

Figura 8. Susceptibilidad a inundación



Fuente: Tomado de Fernández, B. 2011

Figura 9. Zonificación de acuerdo con la intensidad de la inundación por desbordamiento



Fuente: Tomado de Fernández, B. 2011

Eventos Detonantes (Ed):

La alta precipitación es el evento detonante de la mayoría de las inundaciones, con excepción de las producidas por los tsunamis y el ascenso del nivel del mar.

Con la información registrada de las zonas inundadas se ajustarán los mapas de manifestación y a partir del registro histórico se evaluará el comportamiento de las inundaciones.

Escala cartográfica:

La delimitación de las áreas de susceptibilidad, áreas de afectación y amenazas por inundación, varían de acuerdo con el tipo de inundación. Si estas no pueden ser debidamente representadas en la cartografía a escala 1:25000 y se poseen imágenes o fotografías de mayor resolución, se deben realizar los análisis de manifestación con esta información.

2.2.3.5 Evaluación de amenaza por incendios forestales

Un incendio forestal se define como el fuego que se propaga sin control sobre la cobertura vegetal, cuya quema no estaba prevista.

La amenaza por incendio forestal es el peligro latente que representa la posible manifestación de un incendio de cobertura vegetal, de origen natural, socio-natural o antropogénico, en un territorio particular, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y el ambiente.

Susceptibilidad (S):

La susceptibilidad de la vegetación a ser afectada por incendios forestales se analiza en función de:

- La susceptibilidad de la cobertura vegetal de acuerdo con sus características intrínsecas y de los ecosistemas considerando el tipo de combustible vegetal predominante, duración en horas de cada tipo de combustible y la carga total de combustibles.
- Factores climáticos: temperatura media anual, precipitación media anual, humedad relativa, velocidad y dirección de los vientos. Otros factores que pueden incluirse en este análisis son el brillo solar y la carga total de combustible (en condiciones normales y con anomalías climáticas).
- Factor relieve: mapa de pendientes.
- Factor histórico: frecuencia de incendios forestales con base en ocurrencias de incendios, número de años considerados y el número de incendios por año.
- Accesibilidad: vías primarias y secundarias.

La zonificación de incendios se hace mediante procesos de álgebra de mapas con los cuales se configura la amenaza total por incendios forestales.

Áreas de afectación (A):

Presentarán diferentes grados de afectación aquellas zonas en las que se presenten varias de las condiciones que favorecen la ocurrencia de incendios forestales, así como las zonas aledañas, las cuales pueden ser afectadas por fenómenos asociados a incendios forestales tales como radiación calórica, humo y cenizas.

Estos fenómenos asociados pueden generar deterioro de la calidad del agua, cambios en las condiciones físicas y químicas de los suelos, alteración del ciclo hidrológico y desequilibrios ecológicos o rupturas en la cadena biológica, entre otros.

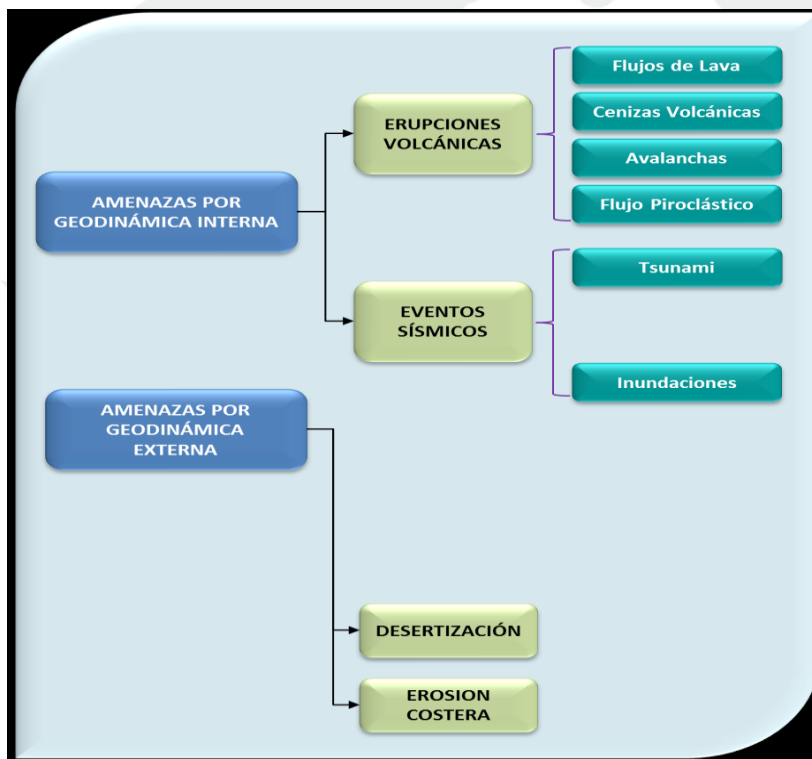
Eventos Detonantes (Ed):

La probabilidad de ocurrencia de incendios forestales se determinará por el registro histórico de eventos, la condición pirogénica de la vegetación presente en la zona, las condiciones de temperatura y humedad y la actividad antrópica.

2.2.4 Tipo de eventos amenazantes a tener en cuenta en los POMCAS

En la **Figura 10** se definen los tipos de eventos amenazantes a tener en cuenta en los POMCAS que a continuación se describen.

Figura 10. Eventos amenazantes a tener en cuenta en los POMCAS



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

2.2.4.1 Evaluación de amenaza por eventos volcánicos

El Servicio Geológico Colombiano como autoridad competente en materia volcánica y sísmica, es la responsable de proveer la información sobre la actividad volcánica. En este marco la mencionada entidad, registra y monitorea los volcanes activos, con el objetivo de emitir los niveles de alerta, lo cual se debe utilizar en las cuencas que puedan ser afectadas por estos eventos. La zonificación de amenaza volcánica existente para cada uno de los volcanes activos, debe ser tenida en cuenta los POMCA.

Los eventos relacionados con la actividad volcánica, se presentan cuando emerge el magma (roca fundida) en forma de lava, ceniza volcánica y gases del interior del planeta, que pueden variar en intensidad, duración y frecuencia. Cuando los volcanes se encuentran cubiertos por glaciares, se producen descongelamiento y avalanchas.

Susceptibilidad (S):

Cinturones volcánicos con actividad registrada por el Servicio Geológico Colombiano en los últimos años, se deben diferenciar de acuerdo con su cobertura externa (glaciares, desnudos o tipo de cobertura vegetal) y al tipo de volcanes.

Áreas de afectación (A):

Serán áreas afectadas aquellas que pueden ser objeto de la caída de piroclastos y cenizas, flujos lavas, avenidas torrenciales y las áreas que conforman el cono volcánico.

Probabilidad de ocurrencia (Po):

Se evaluará de acuerdo con los registros de actividad volcánica del Servicio Geológico Colombiano.

2.2.4.2 Evaluación de amenaza por tsunami

Los tsunamis son generados por perturbaciones de la superficie del mar debido a la ocurrencia de una erupción volcánica submarina, un movimiento en masa de grandes proporciones en el fondo del mar, el impacto de un meteorito sobre la superficie libre del océano o en el 90% de los casos por un terremoto que ocasione el súbito desplazamiento vertical de la corteza terrestre. Este último es el mecanismo más frecuente y está asociado con la actividad sismo-tectónica.

Los tsunamis generados por un terremoto son pronosticables a corto plazo, debido a que las ondas sísmicas se propagan a velocidades superiores al tsunami, lo cual permite aprovechar la diferencia de tiempo entre el arribo de las ondas sísmicas y de las olas, para la detección, alerta y evacuación de la población amenazada.

Susceptibilidad (S):

El riesgo de tsunami está determinado no solo por el comportamiento del evento amenazante sino por el grado de vulnerabilidad de las poblaciones costeras para enfrentar y recuperarse tras el mismo.

Áreas de afectación (A):

Serán las áreas afectadas en las cuencas que poseen zonas costeras.

Probabilidad de ocurrencia (Po):

Se evaluará de acuerdo con la información técnica científica y los registros de actividad realizados el Servicio Geológico Colombiano – SGC (El SGC investiga los procesos geológicos generadores de amenazas, su evaluación y seguimiento a escalas nacional y regional y opera la Red Sismológica Nacional) MDN- DIMAR, IGAC y demás institutos técnicos y científicos, tales como el IDEAM e INVEMAR en el ámbito de sus competencias.

2.2.4.3 Evaluación de amenaza por desertificación o desertización

El IDEAM como autoridad competente en materia de desertificación o desertización, es responsable de proveer la información y la metodología que se debe utilizar en las cuencas que puedan ser afectadas por estos eventos, lo cual debe ser tenido en cuenta los POMCA.

La Reducción o pérdida de la productividad biológica o económica del sistema bioproductivo terrestre compuesto por el suelo, la vegetación, otros componentes de la biota y los procesos hidrológicos y ecológicos, especialmente en los ecosistemas de las zonas secas, se debe a los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y factores climáticos.

La desertificación es un proceso de degradación del suelo, que se convierte en amenaza cuando aumenta la tasa de pérdida de cobertura amenazando los ecosistemas, debido a la respuesta al cambio climático y a las actividades humanas. La desertificación es la última etapa del proceso de degradación de la tierra debido a su mal manejo. La degradación se inicia con la reducción de la productividad y termina con la pérdida total del suelo; cuando esto sucede, la desertificación es prácticamente irreversible.

Susceptibilidad (S):

Las áreas susceptibles a la desertificación son las zonas secas del país. Una de las coberturas vegetales características de estas zonas es el bosque seco tropical, que ha tenido una rápida disminución por deforestación, minería, ganadería intensiva y extensiva, desarrollo urbano, extracción y comercio de fauna y flora, sistemas de producción inadecuados, uso inadecuado de fuentes de agua superficial y subterránea, quemadas indiscriminadas y cultivos ilícitos.

2.2.4.4 Evaluación de amenaza por erosión costera

El INVEMAR como autoridad competente, es responsable de proveer la información sobre erosión costera, la cual debe ser tomada en cuenta los POMCA.

La erosión costera se define como la invasión de la tierra por el mar después de promediar un periodo suficientemente largo para eliminar el impacto del clima, las tormentas, y la dinámica local de sedimentos (PNIEC -2009)

Susceptibilidad (S):

La susceptibilidad a la erosión costera está en relación a la estructura y pendiente de los acantilados, presencia y características de las playas, presencia y características de la roca que conforma la plataforma continental, las obras civiles en el pie del acantilado, rango de marea, la manifestación de las olas, el cambio del nivel del mar y la precipitación, y el estado actual de los manglares.

2.2.5 Marco metodológico de la gestión del riesgo en el diagnóstico

Para incorporar la gestión del riesgo, en la fase de diagnóstico es necesario realizar la caracterización y el conocimiento de las amenazas, el análisis de vulnerabilidad y de los escenarios de riesgos basados en la información técnica existente y en la percepción de los diferentes actores locales, regionales y nacionales; en el registro histórico de eventos proporcionados por las comunidades, entidades territoriales, instituciones técnicas públicas y privadas nacionales e internacionales y gremios, la aplicación de modelos y metodologías conocidas y aceptadas en el medio, coherentes y pertinentes a la escala de resolución de trabajo del POMCA, todo ello como insumo para el análisis de riesgos, que debe ser incorporado, evaluado e integrado para construir un esquema de escenarios de riesgos que debe orientar a identificar las amenazas probables y los elementos expuestos que pueden ser afectados.

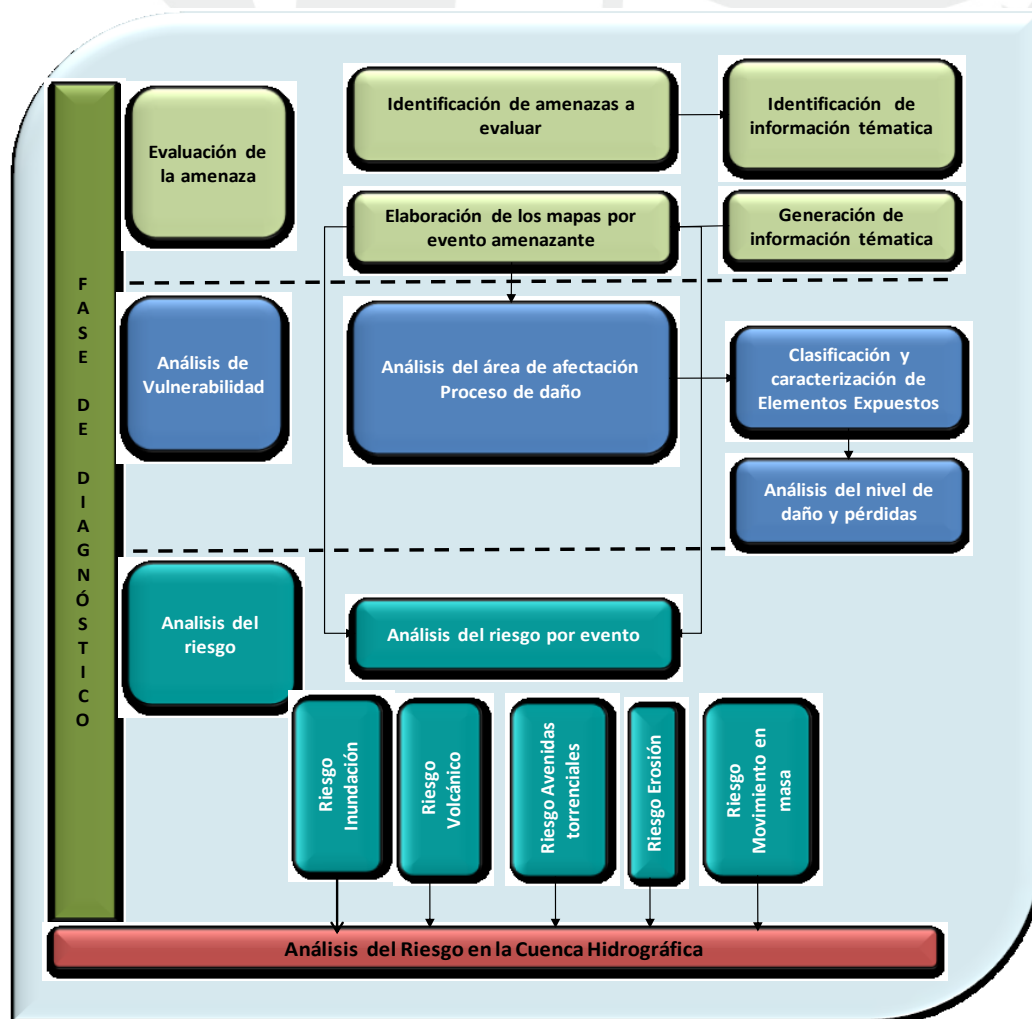
En el denominado análisis de riesgos que se realiza como parte de la fase de diagnóstico están englobados los estudios existentes y el análisis de identificación y evaluación de amenazas y vulnerabilidades. El análisis de riesgos tiene como objetivo servir como base para definir y priorizar los escenarios de riesgo y la elaboración de los planes y programas de reducción de riesgos como componente integral del POMCA. En la *figura 11* se plantean los contenidos y alcances en la fase de diagnóstico.

La evaluación de las amenazas, análisis de vulnerabilidad y análisis de riesgos como base para priorizar y definir los escenarios de riesgos que se desarrollan en la fase de diagnóstico están dirigidos a:

- Evaluar el tipo de eventos amenazantes que pueden configurarse en la cuenca hidrográfica, de acuerdo con sus características topográficas, geológicas, geomorfológicas, condiciones meteorológicas, hidrológicas, cobertura y uso del suelo.
- Delimitar las áreas susceptibles a la ocurrencia de eventos, zonificándolas de acuerdo con sus características y su condición actual.
- Identificar las áreas que pueden ser afectadas por la manifestación del evento.
- Establecer los elementos o factores que detonan los eventos y determinan la frecuencia de estos sobre el territorio. Lo anterior, de acuerdo con la naturaleza de los eventos y a la escala de trabajo.

- Identificar los eventos detonantes para las diferentes amenazas y determinar sus características de tal manera que se puedan generar mapas de amenaza.
- Realizar el análisis de vulnerabilidad a partir del mapa de afectación de los diferentes niveles de las coberturas y uso de tierra, donde se identificarán y caracterizarán los elementos expuestos, el posible daño y pérdidas, cuando la escala detallada de información así lo permita.
- Identificar la vulnerabilidad del recurso hídrico en las áreas y ecosistemas estratégicos definidos en el diagnóstico.
- Realizar análisis de riesgos, utilizando la herramienta de escenarios, para estimar las pérdidas posibles en la cuenca hidrográfica en relación con la dinámica de las amenazas que pueden generar eventos para las zonas establecidas previamente como de amenaza alta.

Figura 11. Contenidos de la gestión del riesgo en la fase de diagnóstico



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

* Los escenarios por riesgo volcánico se construyen a partir de la información de suministrada por el Servicio Geológico Colombiano como autoridad competente en materia volcánica.

* Los escenarios de erosión costera se construyen a partir de la información suministrada por el INVEMAR como autoridad competente en esta materia.

2.2.6 Evaluación de amenazas en los POMCAS

En la evaluación de la amenaza se identifican, analizan y documentan las amenazas naturales (movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales e incendios forestales) así como sus causas y las cadenas de efecto que provocan. Por lo tanto, para poder analizar y evaluar los riesgos, es indispensable tener conocimientos sobre los tipos de amenaza.

El alcance y el nivel de los análisis dependen de la situación, en algunos casos son suficientes unos análisis sencillos que no requieren muchos datos; en otros, en cambio, es necesario realizar estudios muy amplios para poder determinar el potencial de amenaza. Para poder estimar y evaluar el grado de riesgo y las características y magnitud de los posibles daños de un determinado fenómeno extremo, no basta con estimar la probabilidad de ocurrencia, sino que también es necesario analizar la probable duración e intensidad del evento. Sin embargo, antes de pasar a estos estudios detallados, hay que aclarar en qué medida las poblaciones, sus actividades productivas, la infraestructura estratégica, la sostenibilidad ambiental del territorio y de los servicios ecosistémicos corren un riesgo, es decir en qué medida se encuentran expuestos al fenómeno en cuestión y hasta qué punto son vulnerables al mismo. Si no hay población o elementos vulnerables en el lugar de la amenaza, no es necesario efectuar una evaluación de amenaza, porque en este caso, el fenómeno no constituye amenaza alguna.

En la evaluación de amenazas se describe y evalúa la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural extremo en un determinado lugar, en un determinado momento con unas determinadas intensidad y duración, frente a la población vulnerable y sus actividades productivas, la infraestructura estratégica, la sostenibilidad ambiental del territorio y de los servicios ecosistémicos vulnerables.

La evaluación de amenazas se realiza a través de inventarios de fenómenos, realizados de forma participativa con las entidades territoriales, los líderes comunales y la población localizada en la cuenca; a través de observaciones y mediciones de campo, análisis y revisión de información técnico - científica disponible (mapas, fotos aéreas, informes, etc.) entre otros, 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 específicos. Tiene como resultado la elaboración de un mapa de amenazas, el cual representa un elemento clave para la planificación del uso del territorio de la cuenca y constituye un insumo imprescindible para la evaluación de los riesgos actuales y potenciales.

Los pasos más importantes de la evaluación de amenaza son:

- Identificar los fenómenos amenazantes que pueden configurarse en la cuenca hidrográfica, de acuerdo a las características geológicas, geomorfológicas, y bioclimáticas.
- Dependiendo del tipo de amenaza que se haya identificado, se procederá con la evaluación de manera separada por cada tipo de amenaza o en grupos de tipos de amenazas.
- Delimitar las áreas susceptibles donde se pueden manifestar fenómenos amenazantes, de acuerdo con las características del territorio que definen una mayor o menor propensión a la ocurrencia de estos eventos.
- Se delimitarán las áreas de amenaza de acuerdo con las categorías: alta, media y baja, para las diferentes amenazas identificadas. Para la caracterización de las amenazas en alta, media y baja, se deben tener en cuenta como mínimo la intensidad y magnitud del fenómeno o evento amenazante.
- Las metodologías de evaluación de amenazas y los insumos técnicos correspondientes para las amenazas identificadas deben guardar coherencia y pertinencia con la escala de evaluación y plantear claramente el alcance y resolución de los resultados.
- Delimitar las áreas que pueden ser afectadas por la manifestación del evento o la amenaza y las áreas que hacen parte y las que no hacen parte de las áreas susceptibles pero son cercanas o aledañas, con el objetivo de incorporarlas como posibles áreas de afectación (cuando aplique).
- Identificar los eventos detonantes de las amenazas.
- Los análisis de los eventos detonantes se deben realizar bajo las consideraciones de variabilidad climática por eventos extremos (cuando aplique).
- Identificación y cálculo de la magnitud/intensidad del fenómeno.
- Identificación de los factores que influyen en la amenaza (variabilidad, destrucción ambiental, degradación de recursos naturales, infraestructuras grandes como diques, etc.). En el caso de las amenazas hidrometeorológicas, existe una estrecha relación entre tiempo e inundaciones, puesto que el tiempo determina la cantidad y la intensidad de las precipitaciones. Las inundaciones y las avenidas torrenciales se ven determinadas, por un lado, por las características específicas de la cuenca y, por otro, por los factores climáticos regionales. Si hay cambios en estos factores climáticos, estos también generan cambios en la vegetación y, por ende, en el desagüe de ríos y lagos, lo que finalmente determina la magnitud de las inundaciones.
- Elaboración del mapa de amenazas a escala 1:25.000 o escalas de mayor detalle como 1:10.000 para cada uno de los eventos identificados en los sitios definidos como de susceptibilidad crítica, en donde se realizará una valoración de la amenaza por niveles referida a la magnitud del evento y su recurrencia, el cual tiene como objetivo servir como base para definir y priorizar escenarios de riesgo, la planificación del uso del territorio y de los planes y programas de reducción de riesgos.

2.2.6.1 Requerimientos de Información para la evaluación de amenazas

El alcance de los mapas de amenaza depende directamente de la escala y calidad de la información cartográfica y temática que pueda ser adquirida o generada durante el diagnóstico. La escala de los mapas de amenaza debe ser 1:25.000 o 1:10.000.

A continuación se plantean requerimientos de información para poder realizar la evaluación de amenazas para los alcances del POMCA:

Información geológica:

Con la información incluida en los informes y mapas geológicos del Servicio Geológico Colombiano correspondientes a la cuenca hidrográfica objeto de ordenación, se deben desarrollar actividades de oficina y campo que permitan elaborar información de unidades geológicas superficiales pertinente para los estudios de amenazas.

Según Hermelin (1987), se denomina formación superficial, al conjunto de materiales que conforman la superficie del terreno hasta profundidades del orden de decenas de metros. Estas formaciones superficiales incluyen rocas con diferentes grados de meteorización, suelos y depósitos no consolidados según su origen.

Las unidades geológicas superficiales (UGS), se consideran como formaciones correlativas de los procesos morfodinámicos, debido a la acción de agentes exógenos y endógenos que modelan la superficie terrestre, son unidades cartografiables y uno de los productos básicos de la Geología aplicada a la Ingeniería.

Las siguientes son las actividades a realizar para estudiar las unidades geológicas superficiales de la zona, las cuales describen de manera general.

- ✓ Recopilación de la información temática: se consultan las entidades del orden oficial y particular para coleccionar la información disponible en cuanto a cartografía geológica, geomorfología, topográfica, agrología, hidrogeológica, imágenes de satélite, fotografías aéreas y exploraciones del subsuelo.
- ✓ Las imágenes de satélite, junto con las fotografías aéreas, son revisadas realizándose una interpretación preliminar para determinar las formaciones geológicas, unidades de roca, suelos residuales y transportados, procesos morfodinámicos y rasgos estructurales, entre otros.
- ✓ Fase de campo: reconocimiento, verificación, ajuste y complementación de la información geológica; descripción y cartografía de las unidades geológicas superficiales; caracterización de los elementos estructurales como son las fallas, pliegues, lineamientos y discontinuidades menores; recolección de muestras de rocas y de suelos para análisis de laboratorio.

- ✓ Evaluación y procesamiento de la información de campo, elaboración de las bases de datos geológicos.
- ✓ Elaboración de la memoria técnica explicativa e integración de los mapas temáticos a los mapas del UGS (Servicio Geológico de Estados Unidos).

Información geomorfológica:

Se realizarán los siguientes mapas para obtener la información geomorfológica:

- ✓ Mapas de geomorfología multipropósito a escala 1:25.000, donde se cartografiarán las unidades y subunidades, definidas como:

Unidad geomorfológica: geofoma individual genéticamente homogénea, generada por un proceso geomórfico constructivo o destructivo (acumulación o erosión), típico de un ambiente morfogenético dado.

Subunidad geomorfológica: está determinada fundamentalmente por los contrastes morfológicos y morfométricos, que relacionan el tipo de material o la disposición estructural de los mismos, con la correspondiente topografía del terreno. Igualmente está definida por el contraste dado por las formaciones superficiales asociadas a procesos morfodinámicos actuales de meteorización, erosión, transporte y acumulación bien definidos o determinados.

Se recomienda elaborar mapas geomorfológicos de mayor detalle para amenaza por inundaciones y avenidas torrenciales con imágenes satelitales y/o fotografías aéreas con alta resolución espacial, donde se delimiten las geofomas correspondientes a la dinámica fluvial y torrencial.

- ✓ Mapas morfodinámicos de mayor detalle para la zona montañosa de las cuencas hidrográficas, con el apoyo de las imágenes satelitales y/o fotografías aéreas de alta resolución donde se asocien tipos de procesos con materiales y pendiente topográfica, como insumo para los mapas de susceptibilidad por movimientos en masa; para ello se elaborarán secciones topográficas de análisis de relación pendiente – material - proceso- patrón de drenaje, donde se incluya la información de procesos morfodinámicos.

Para la elaboración del mapa morfodinámico y de susceptibilidad es importante tener en cuenta la evaluación de la multitemporalidad de los procesos.

Información hidrográfica:

Mapas temáticos de patrones y densidad de drenaje como insumo básico para los mapas geomorfológicos para amenazas por movimientos en masa. Se incluirá información hidrográfica de acuerdo al nivel de resolución.

Mapas de índice de torrencialidad a nivel de los afluentes principales de las subcuencas, de acuerdo con la metodología propuesta por IDEAM para este indicador en la evaluación regional del agua.

Información de uso y cobertura de la tierra:

Elaboración del mapa de uso y cobertura de la tierra a escala 1:25.000 empleando la metodología Corine Land Cover.

Información climatológica:

Para el análisis de factores detonantes de origen meteorológico, se elaborarán mapas de isoyetas y se realizará la evaluación de variables meteorológicas en la cuenca hidrográfica.

Para los estudios de erosión costera y desertificación se utilizarán los índices de desertificación del Estudio Nacional del Agua, 2010, a nivel de subcuencas, y los estudios de escenarios de cambios climáticos.

Otra información temática:

Para el análisis de los eventos volcánicos se tomará la información adelantada por el Servicio Geológico Colombiano.

La información sobre el nivel de amenaza sísmica y su distribución espacial se tomará de acuerdo con la información existente en el Servicio Geológico Colombiano y será referente como factor detonante de los movimientos en masa.

Los mapas de susceptibilidad a inundación y a movimientos en masa del IDEAM, a escala 1:100.000, son referentes para estos estudios. Igualmente el Servicio Geológico Colombiano ha desarrollado estudios de amenaza por movimientos en masa y avenidas torrenciales en varias partes del país a escalas diferentes.

2.2.7 Análisis de vulnerabilidad en los POMCAS

Se entiende por vulnerabilidad, la capacidad (o falta de ella) de un sistema para soportar los efectos adversos en caso de que un evento amenazante se presente. Así mismo, el concepto está relacionado

con la capacidad de recuperación del mismo una vez termine la afectación directa por parte de un fenómeno amenazante.

Debido a la escala de trabajo (1:25.000), no es posible realizar la evaluación y los mapas de vulnerabilidad, ya que estos corresponden a una fase de estudios detallados que son de competencia de los municipios y distritos.

En tal sentido, en las cuencas hidrográficas se realizará un análisis de vulnerabilidad en el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos identificados, frente a una determinada amenaza o evento.

Para efectos del análisis de vulnerabilidad se considera la predisposición física de los elementos expuestos a sufrir afectación por la ocurrencia de cualquiera de los eventos amenazantes, en los siguientes términos:

- Clasificación de las áreas de cobertura y uso de la tierra expuesta en las zonas de amenazas altas en la cuenca.
- Se identificarán y localizarán los elementos expuestos en las zonas de amenaza alta para cada una de las amenazas evaluadas.
- Se establecerán las características de los elementos expuestos a las amenazas identificadas, en cuanto al tipo de elemento, grado de exposición, resistencia que ofrece el elemento y distribución espacial, mediante metodologías cualitativas y semi-cuantitativa.

2.2.8 Análisis de riesgos en la cuenca

2.2.8.1 Análisis de riesgo en los escenarios priorizados en la cuenca

El riesgo se entiende como la probabilidad de que un daño en vidas humanas, en bienes, en sus actividades productivas, en la infraestructura estratégica, que afecte gravemente la sostenibilidad ambiental del territorio y de los servicios ecosistémicos.

El riesgo va más allá de la estimación de las consecuencias (daños o pérdidas) por la ocurrencia de un evento, contempla el análisis de las probabilidades de ocurrencia de estos, en un ámbito global de análisis y define sus niveles de acuerdo con el criterio de seguridad definido o aceptado.

Un análisis de riesgo consiste en estimar las pérdidas probables y su costo, de los diferentes eventos peligrosos posibles. Analizar el riesgo es relacionar las amenazas y las vulnerabilidades con el fin de determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales frente a un determinado evento. Para el caso de los POMCA el análisis de riesgos se realiza en los escenarios de riesgos priorizados. De la zonificación de la amenaza y el análisis cualitativo y semi- cualitativo de vulnerabilidad se pasa a los escenarios de riesgo, ya que no es posible realizar una zonificación de riesgos a esta escala.

Para realizar una evaluación de la probabilidad de que se presenten daños o estimar pérdidas probables que afecten: la sostenibilidad de las actividades productivas, la localización segura de los asentamientos humanos, la infraestructura estratégica y la sostenibilidad ambiental de la cuenca,

debido a la ocurrencia de eventos de origen natural en el período definido para la ordenación de ésta, se debe adelantar lo siguiente:

- Evaluar de manera comparativa las afectaciones y los daños en relación con la frecuencia que se puedan presentar en el periodo de planeación proyectado.
- Efectuar una valoración producto del daño de los elementos expuestos afectados con el fin de definir la mitigabilidad del riesgo.

2.2.8.2 Consideraciones generales del análisis de riesgos

El análisis de los riesgos en los escenarios priorizados permite establecer qué tan probable es la ocurrencia de daños y/o pérdidas totales o parciales de: elementos expuestos, bienes, actividades productivas, infraestructura estratégica o el uso y aprovechamiento de los servicios ecosistémicos, que puedan afectar gravemente la sostenibilidad ambiental del territorio, debido a la ocurrencia de eventos amenazantes.

El análisis de riesgos que se realice para cada escenario priorizado deberá estar soportado por los siguientes documentos:

- Documento técnico que contenga los resultados y la metodología de análisis empleada.
- Fichas de evaluación de vulnerabilidad de los elementos expuestos.
- Identificación de las medidas de intervención a proponer para la reducción de riesgos.

El análisis de riesgos no es estático, no es una acción única, sino que se trata de un proceso dinámico que tiene que adaptarse permanentemente a vulnerabilidades, amenazas y riesgos diferentes y cambiantes.

Los análisis de riesgos son una contribución significativa al ordenamiento territorial y a la planificación del uso de la tierra. Esto permite tomar en cuenta las amenazas por fenómenos naturales y los escenarios de riesgos en la planificación del uso del suelo y en todas las actividades que influyen en el territorio. Es una determinante para la revisión y ajuste de los planes de ordenamiento territorial cuya elaboración se basa en los resultados del análisis de riesgos y cuya implementación contribuye a reducir los riesgos existentes y a no permitir que se generen nuevas condiciones de riesgos en la cuenca.

3 GESTIÓN DEL RIESGO EN LA FASE DE PROSPECTIVA Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

3.1 OBJETIVOS

- Analizar a partir de la evaluación de amenazas, análisis de vulnerabilidad y análisis de riesgos, los escenarios tendenciales, deseado y apuesta.
- Incorporar en la zonificación ambiental la evaluación de la amenaza.
- Definir las estrategias para la reducción de riesgos en las zonas priorizadas como de amenaza alta y análisis de vulnerabilidad y riesgos para evitar la conformación de nuevas condiciones de riesgo.

3.2 CONSTRUCCIÓN DE LA VARIABLE RIESGOS EN EL ANÁLISIS PORSPECTIVO

La variable en los análisis de escenarios estará en función de:

- VR:** variable de riesgo
- Po:** probabilidad de ocurrencia
- EEA:** exposición a eventos amenazantes
- ID:** índice de daño
- ACA:** aspectos contribuyentes

A continuación se desarrolla el alcance de cada uno de los componentes de la variable de riesgo.

3.2.1 Probabilidad de ocurrencia (Po)

Las categorías de probabilidad de ocurrencia, se establecen de acuerdo al número de veces que puede producirse un evento en un tiempo (t) de planificación, expresado en porcentaje.

3.2.2 Áreas de afectación expuestas a eventos amenazantes (EEA)

Corresponde a la ubicación, ampliación o proyección de nuevos asentamientos urbanos, infraestructura estratégica y actividades productivas en áreas expuestas a eventos amenazantes.

3.2.3 Aspectos contribuyentes a la generación de amenazas (ACA)

Corresponde aquellos comportamientos o prácticas sociales y económicas que transforman o mantienen las condiciones físicas y bióticas, elevando o disminuyendo la susceptibilidad del territorio a los eventos (se excluyen aquí los de origen natural como sismos y volcanes).

3.2.4 Índice de daño (ID) requiere de evaluaciones de expertos con respecto a los estados de las infraestructuras

Corresponde al nivel de daño pre-existente de los diferentes elementos expuestos, dadas las condiciones de deterioro en el tiempo.

3.3 ANÁLISIS PROSPECTIVO

Los escenarios a construir en el análisis prospectivo son los siguientes: tendencial, deseado y apuesta.

3.3.1 Análisis del escenario tendencial

De acuerdo con la caracterización de la variable de riesgo y su interrelación con las otras variables, se proyectará la configuración del riesgo en los escenarios tendenciales con base en la dinámica de la cuenca y en las nuevas actividades proyectadas en ella de orden nacional o regional. Los componentes de la variable de riesgo en el escenario tendencial se analizan según los criterios que se indican en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Criterios para el análisis del riesgo en el escenario tendencial

¿Qué pasa si no se adoptan medidas para la reducción y recuperación del riesgo?	
Probabilidad de ocurrencia (Po):	Evaluar si por efectos de la variabilidad climática o por la transformación de las condiciones por actividades humanas sobre el territorio, se alteran los mecanismos de recurrencia de los eventos.
Exposición a eventos amenazantes (EEA)	Evaluar si los nuevos grandes proyectos de infraestructura (vías, obras de ingeniería, equipamientos, etc.), la implantación de nuevos asentamientos humanos y la definición de zonas de expansión urbana de los existentes, la construcción de enclaves industriales o comerciales y demás proyectos del nivel local, regional o nacional, coinciden con áreas expuestas a eventos amenazantes y si en la planificación se incluyen medidas.
Aspectos contribuyentes a la generación de amenazas (ACA)	Evaluar para el horizonte de planificación, el impacto de las actividades sociales y económicas identificadas en la fase de diagnóstico como contribuyentes a la generación de las amenazas y riesgos. Considerar qué nuevas actividades planteadas para la cuenca afectarán negativa o positivamente a la construcción del riesgo.
Índice de daño (ID)	Se modela con el criterio de que no hay medidas de reducción adicionales para corregir la tendencia de acumulación recurrente del riesgo por eventos de carácter cíclico. Por lo tanto se parte de un índice de daño existente en las áreas de amenaza alto.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

3.3.2 Análisis del escenario deseado

Se debe acordar con los diferentes actores un escenario deseado para cada uno. En estos escenarios se deben establecer claramente los riesgos presentes, lo más importante al construir los escenarios deseados es el hecho de concientizar a los actores de la cuenca de la existencia de los riesgos y de su

manejo resolviendo los siguientes interrogantes: ¿Qué riesgos son aceptados?, ¿A quiénes afectan?, ¿Por quién son generados? ¿Cómo se lograría compensar sus afectaciones?

Los componentes de la variable de riesgo en el escenario deseado se analizan según los criterios señalados en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Criterios para el análisis del riesgo en el escenario deseado

¿Qué medidas se adoptan para que el riesgo deje de ser un condicionante del uso del territorio?	
Probabilidad de ocurrencia (Po):	Las medidas de manejo del riesgo apuntan a la reducción de los riesgos de carácter recurrente de baja o mediana magnitud y de los de poca recurrencia con alta magnitud, colocándolos en igualdad de importancia para el ejercicio de planeación.
Exposición a eventos amenazantes (EEA)	Definición de medidas no estructurales para evitar la localización de nuevos elementos en áreas expuestas a eventos amenazantes.
Aspectos contribuyentes a la generación de amenazas (ACA)	Establecer medidas de exclusión y condicionamiento de actividades que contribuyan a la generación de amenazas, exigiendo estándares de seguridad altos para todo tipo de actividades.
Índice de daño (ID)	Desarrollo de programas tendientes a la reducción del riesgo en áreas de amenazas altas que implican reubicación de asentamientos, infraestructura u obras de mitigación para el control de amenazas. Definición de medidas de recuperación de las áreas afectadas.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

3.3.3 Análisis del escenario apuesta / zonificación

Durante el análisis del escenario apuesta se definirán las estrategias para la gestión del riesgo y se efectuará la inclusión de la amenaza natural en la zonificación ambiental.

Tabla 4. Criterios para el análisis del riesgo en el escenario apuesta / zonificación

¿Qué medidas se adoptan para disminuir el riesgo como limitante del uso del territorio?	
Probabilidad de ocurrencia (Po):	Definición de las medidas de manejo del riesgo que apuntan principalmente a la reducción de los riesgos de carácter recurrente de baja o mediana magnitud y se establecen medidas de carácter preventivo para los eventos de poca recurrencia con alta magnitud.
Exposición a eventos amenazantes (EEA)	Definición de medidas no estructurales para evitar la localización de nuevos elementos en áreas con mediana y baja exposición a eventos amenazantes. Determinación de las áreas que requieren seguimiento dado que no se contemplan medidas inmediatas.

¿Qué medidas se adoptan para disminuir el riesgo como limitante del uso del territorio?	
Aspectos contribuyentes a la generación de amenazas (ACA)	Establecimiento de las restricciones parciales o totales a actividades que contribuyan a la generación de amenazas, hasta que éstas garanticen seguridad y sostenibilidad.
Índice de daño (ID)	Desarrollo de programas tendientes a la reducción de riesgos, priorizando en la reubicación de aquellos elementos ubicados en alto riesgo. Definición de programas para la reducción y recuperación de las áreas afectadas.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

3.3.3.1 Definición de las estrategias para la gestión del riesgo

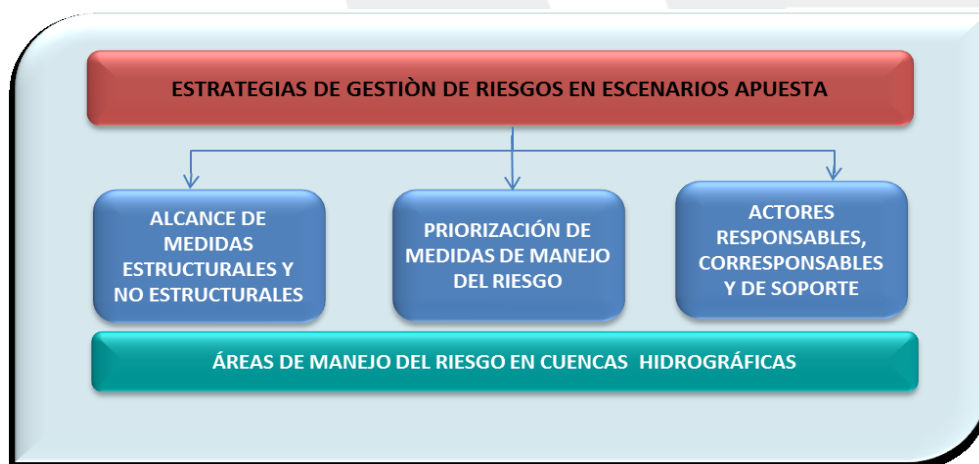
Una vez identificadas las capacidades de cada uno de los actores analizados en los escenarios tendenciales y deseados. Se deben establecer, las estrategias para la gestión del riesgo, de acuerdo con las siguientes preguntas:

- ¿Qué alcance tendrían las medidas estructurales y no estructurales?
- ¿Cómo se definen cuáles son las estructurales y cuáles las no estructurales y de qué dependen para disminuir las afectaciones a la sostenibilidad ambiental, la localización segura, la sostenibilidad económica y la funcionalidad del territorio por eventos naturales?
- ¿Dónde y qué medidas se priorizan para la disminución del riesgo?
- ¿Cuáles son los actores responsables, corresponsables y de apoyo para la aplicación de las medidas?

En la

Figura 12 se presenta el esquema del contenido de las estrategias de gestión de riesgo en el escenario apuesta.

Figura 12. Esquema del contenido de las estrategias de gestión de riesgo en el escenario apuesta



3.3.3.2 Inclusión de las amenazas naturales en la zonificación ambiental

Uno de los resultados esperados de la gestión del riesgo es la inclusión de la amenaza natural en la zonificación ambiental que se obtiene del análisis de la fase de diagnóstico en donde se delimitan la amenaza considerada como alta por movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales, actividades volcánicas e incendios forestales.

En tal sentido, la amenaza natural se incorpora en el paso 4 en del proceso metodológico para la estructuración de la zonificación ambiental que se describe en la Guía General, en donde la amenaza alta se define como categoría de conservación y protección ambiental en la zona de uso y manejo de áreas de protección.

3.4 ALCANCE DE LA AMENAZA COMO DETERMINANTE AMBIENTAL

El artículo 23 del Decreto 1640 de 2012, establece que: *“El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica se constituye en norma de superior jerarquía y determinante ambiental para la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997.*

Una vez aprobado el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica en la que se localicen uno o varios municipios, estos deberán tener en cuenta en sus propios ámbitos de competencia lo definido por el Plan, como norma de superior jerarquía, al momento de formular, revisar y/o adoptar el respectivo Plan de Ordenamiento Territorial, con relación a:

1. La zonificación ambiental.
2. El componente programático.
3. El componente de gestión del riesgo.

Respecto a la zonificación ambiental y el componente de gestión del riesgo del POMCA, es determinante ambiental la amenaza alta, por movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales, actividades volcánicas e incendios forestales, que se define como categoría de conservación y protección ambiental en la zona de uso y manejo de áreas de protección, condicionando los usos del territorio hasta tanto se realicen estudios detallados de riesgos por parte de los municipios para la toma de decisiones en la reglamentación de usos del suelo.

4 GESTIÓN DEL RIESGO EN LA FASE DE FORMULACIÓN

4.1 OBJETIVO

- ✓ Definir los objetivos, programas y proyectos del componente de gestión de riesgos en la cuenca.
- ✓ Construir el plan operativo para la gestión del riesgo en la cuenca.

4.2 CONTENIDO DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO

El componente de gestión de riesgo en el POMCA, contiene los objetivos, alcances, estrategias y programas, proyectos, actividades, metas e indicadores, cronogramas, fuentes de financiación, mecanismos e instrumentos de seguimiento y evaluación, así como los responsables de la ejecución de las actividades allí contenidas, especificando las inversiones en el corto, mediano y largo plazo, para construcción de conocimiento, para la reducción del riesgo y para la recuperación ambiental de las áreas afectadas por eventos amenazantes. En consonancia con:

- Los objetivos del POMCA y la articulación con otros instrumentos de planificación.
- La articulación entre el ordenamiento ambiental y el ordenamiento territorial.
- La gestión del riesgo del desastre y la gestión del cambio climático.
- La zonificación de amenazas.
- Las competencias de las entidades en el tema de riesgo.

El contenido de la gestión de riesgo en la fase de formulación depende exclusivamente del alcance de la amenaza como determinante ambiental de acuerdo con el nivel de información alcanzada en la fase de diagnóstico, a los acuerdos realizados para la definición del escenario apuesta y a las competencias que le confiere el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre a las entidades públicas, privadas y la comunidad en general.

BIBLIOGRAFÍA

IDEAM. (2010). Estudio Nacional del Agua. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IDEAM-García. (2011). Marco conceptual y metodológico para las evaluaciones regionales del agua. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Subdirección de Hidrología.

IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C.,

INVEMAR (2009). "Plan de Acción Nacional de lucha contra la desertificación y la sequia en colombia", 2009-2019.

Guzman, W.B., G, Guzman y D, Morales, 2008. Programa nacional de Investigación para la prevención y mitigación de la erosión costera en Colombia, PNIAC, INVEMAR

INGEOMINAS - Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación – COSUDE (2.009). Proyecto Colombia Suiza de Prevención de Desastres. "Zonificación de Amenaza por movimientos en Masa Tipo Flujo en la Cuenca del Río Combeima". ESC 1:25.000.

Ley 1523. (2012). Ley Sistema Nacional de Gestión del Riesgo. 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 y se dictan otras disposiciones.

Ley 388. (1997). Ley de Desarrollo Territorial. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.

Ley 99. (1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.

Decreto 1640. (2012). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Grupo de Investigación en Gestión de Agroecosistemas Tropicales Andinos, Universidad Tecnológica de Pereira, (2013). Marco conceptual y definición de riesgo ecológico en el marco de la gestión de riesgo de desastres; definición y alcance de competencias del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales en materia de riesgo ecológico.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Viceministerio de Ambiente, Dirección de Ecosistemas, Grupo de Recurso Hídrico.

Universidad de los Andes y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (2006). "Estudio para proponer la metodología para la evaluación, zonificación y reducción de riesgos por inundaciones y avenidas torrenciales y su articulación con los POT, aplicación de zonificación de amenazas en un caso piloto del Distrito de Bogotá". GUÍA METODOLÓGICA.

Portilla, M. "Notas de clase de amenaza". (2012). Maestría en Ciencias - geología. UN - Sede Bogotá Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades andinas, 2007: Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenaza. Servicio Nacional de Geología y Minería.

