

NUEVOS HORIZONTES PARA EL ABORDAGE DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES A PARTIR DE LA EVALUACIÓN MULTIAMENAZAS

William Edison Valenzuela Valenzuela¹

1 Escuela de Ingenieros Militares ESING, Universidad Nacional de Colombia. Ing. Catastral y Geodesta. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
Email: william.valenzuela@esing.edu.co

RESUMEN

El presente artículo expone la revisión temática sobre el enfoque de multiamenaza enmarcado en la Gestión del Riesgo de Desastres, este enfoque realiza un análisis correlacional entre los eventos peligrosos de carácter natural y antrópico que convergen en un mismo espacio geográfico, facilitando la toma de decisiones integrales en los procesos de planificación socioambiental. Teniendo en cuenta la revisión documental, con base cualitativa, se señalará los antecedentes de estudio sobre las principales metodologías propuestas para la articulación de fenómenos amenazantes, posteriormente, es presentada la aplicación de estas en distintas áreas de estudio y con variadas herramientas de análisis en las que sobresalen las de tipo espacial, y finalmente se especifican los adelantos del enfoque multiamenaza para cuencas hidrográficas de la región andina. En los resultados de la revisión de antecedentes se evidencia que los métodos del enfoque multiamenaza son: Modelos heurísticos con alta modelación técnica y diversidad de factores, y al mismo tiempo aproximaciones aún incipientes en la búsqueda de la interacción espacio-temporal de los fenómenos amenazantes que pueden afectar a la organización social. Una de las principales conclusiones a las que se llegó fue reconocer la criticidad del conocimiento sistémico basado en la comprensión integral de las amenazas socioculturales, lo cual viene siendo soslayado por la herencia fisicalista en el análisis y comprensión de las amenazas. Domina aún el enfoque tradicional de la revisión individual e inconexa de eventos y fenómenos peligrosos, en contraste a las actuales dinámicas locales en la construcción del territorio. Sin embargo, sobresalen los esfuerzos instituciones por superar este sesgo, y con el apoyo de la tecnología han logrado generar valiosos aportes en la toma de decisiones en la gestión del riesgo de desastres aplicando métodos multiamenaza.

Palabras clave: Desastres, enfoque multiamenaza, planificación ambiental

ABSTRACT

This article presents a thematic review on the multi-hazard approach framed in Disaster Risk Management, this approach makes a correlation analysis between the dangerous natural and anthropic events that converge in the same geographic space, facilitating the making of integral decisions in the socio-environmental planning processes. Considering the documentary review, with a qualitative basis, it will be indicated the antecedents of study on the main methodologies proposed for the articulation of hazard phenomena, later, it is presented the application of these in different areas of study and with varied analysis tools in the which outline the spatial type, and finally specify the advances of the multi-hazard approach for watersheds in the Andean region. The

results of the background check show that the methods of the multi-threat approach are: Heuristic models with high technical modeling and diversity of factors, and at the same time still incipient approaches in the search for the spatiotemporal interaction of the hazard phenomena that can affect social organization. One of the main conclusions reached was to recognize the criticality of systemic knowledge based on the comprehensive compression of sociocultural hazard, which is being ignored by the physicalistic inheritance in the analysis and understanding of the risk. It still dominates the traditional approach of individual and disjointed review of dangerous events and phenomena, in contrast to the current local dynamics in the construction of the territory. However, the efforts of institutions to overcome this bias stand out, and with the support of the technology they have been able to generate valuable contributions in the decision making in the risk management of disasters applying multi-hazard methods.

Keywords: Disasters, multi-hazard approach, environmental planning

INTRODUCCIÓN

Dentro de los principales propósitos de la planificación territorial para desarrollo sostenible se encuentran el determinar la probabilidad de ocurrencia de amenazas naturales y antrópicas, y el grado de vulnerabilidad a los que se encuentran expuestas las dimensiones ambiental, económica, física y poblacional con el fin de obtener un conocimiento integral de los riesgos a los que se encuentra expuesto el espacio geográfico en tanto se constituye como espacio vivo donde cohabitan múltiples ecosistemas, y cuya manifestación en desastres genera “situaciones de freno y retraso al desarrollo municipal, ya que incorporan daños y pérdidas sociales, económicas y ambientales más la necesidad de ayuda inmediata a la población y el gasto de la recuperación” (Banco Mundial - UNGRD, 2010).

Dentro de los procesos de gestión y planificación del riesgo la multiamenaza representa un aporte en la toma de decisiones porque ofrece un panorama integral de la dinámica propia de la naturaleza y la intervención de los seres humanos sobre ésta. Constituyéndose de esta manera, en medida no estructural enfocada desde el proceso de conocimiento en la búsqueda de prevenir o, por lo menos, reducir los impactos de los desastres sobre el ambiente, la economía y la sociedad. Como podremos comprobar uno de los aspectos más sobresalientes en la prevención y la reducción de desastres se da desde la búsqueda del conocimiento y la comprensión del riesgo, considerados como ejes esenciales dentro de las estrategias y marcos internacionales. Para ilustrar, los marcos de Hyogo y Sendai en las conferencias mundiales de las Naciones Unidas de 2005 y 2015, respectivamente, así lo han determinado dentro de sus prioridades (UNISDR, 2015).

Ahora bien, el estudio de las amenazas socionaturales también constituye uno de los ejes centrales de la Gestión del Riesgo. Durante varios años e incluso décadas se han desarrollado numerosos estudios e investigaciones, pero no han logrado el impacto pretendido debido a la interpretación de los fenómenos y eventos de forma aislada e individual, es decir, no se tenían en cuenta la totalidad de agentes, espacialidades y temporalidades que hacen parte de las amenazas socioculturales, si no, por el contrario, solo se tenía en cuenta a cada una de ellas de forma aislada y no como elementos que coexisten en un sentido correlativo. Sumando a esto, en los instrumentos de planificación territorial es notorio el reduccionismo con que se analiza dichas condiciones de amenazas, por cuanto en el mejor de los casos, se identifican e intervienen amenazas de forma individual y específica.

A continuación, desde la revisión bibliográfica se buscará analizar los estudios que han incursionado en las relaciones de causalidad y simultaneidad entre las amenazas más sobresalientes de la región andina, caracterizada por corresponder a un paisaje de relieve montañoso con significativa gradiente altitudinal que parte desde geformas relacionadas con los volcanes nevados y finaliza en los valles aluviales estructurados por la dinámica de los ríos Magdalena y Cauca, en Colombia.

Al respecto, el Departamento Nacional de Planeación (del gobierno de Colombia) señala que los departamentos con mayor número de víctimas (3181 muertes), afectación a infraestructura (66% en las vías) y medios de vida por desastres se ubican en la región andina, específicamente en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Nariño, Santander y Tolima. Durante

el periodo del 2006 a 2014 se registró que 1 de cada 4 colombianos ha sido damnificado por la materialización de eventos peligrosos, resaltando los fenómenos asociados con inundaciones y deslizamientos como los de mayor ocurrencia agrupando cerca del 68% de las situaciones reportadas (DNP, 2015).

De esta manera, es evidente que los municipios de los andes colombianos se caracterizan por presentar una multiplicidad de factores y fenómenos generadores de amenazas siconaturales entre los que sobresalen movimientos en masa, sísmica, actividad volcánica y avenidas torrenciales, entre otras. Entre ellos coexisten grados de correlación, así como también la aparición de un tipo de evento que puede desencadenar el surgimiento de otro asociado, por ejemplo, la ocurrencia de un sismo puede originar movimientos en masa el cual puede desencadenar avenidas torrenciales.

El objetivo de escribir este artículo es poder presentar al lector los antecedentes de estudio sobre las metodologías que incorporan la multiamenaza de un modo parcial o total en el área andina. Para dicho propósito se examinarán las principales metodologías y procedimientos generados a nivel nacional e internacional para el modelamiento, articulación e integración de amenazas coexistentes, teniendo esta información, plantearemos el análisis geográfico en el área andina en sus principales eventos y procesos amenazantes. Esto nos llevara finalmente a comparar las condiciones de simultaneidad y causalidad territorial entre dichos fenómenos siconaturales que podrían causar daños, perjuicios y vulneraciones ecosistémicas, es decir, perjudican la vida del medio ambiente, animales y seres humanos.

Este análisis que está enmarcado en la Gestión del Riesgo de Desastres desea ser un aporte en los procesos de planificación del desarrollo con enfoque sostenible, el cual para los interesados en el tema, los dotará de una perspectiva geográfica que evalúa objetivamente la configuración de escenarios de multiamenaza sociales y naturales, siendo una investigación situada, la región Andina es la adecuada especialidad ya que convergen variedad de eventos y procesos que son propensos a ser considerados como muy peligrosos debido a las complejas y divergentes expresiones de vulnerabilidad presentes en la región más poblada del país.

Por último, es preciso señalar que la revisión de antecedentes es parte de una investigación cuyo objetivo se centra en la identificación de las relaciones espaciales entre las amenazas naturales y siconaturales para definir las características deseables en una metodología con enfoque de multiamenaza para la región andina colombiana, con el fin de enriquecer los análisis y decisiones prospectivas dentro del ordenamiento territorial en el contexto de las cuencas hidrográficas.

MÉTODOLÓGIA

El presente artículo se enmarca en los métodos cualitativos con los cuales se busca comprender, dentro del proceso del conocimiento del riesgo de desastres, “la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica, complejidad y totalidad” (Ugarte Caviedes, 2014) con énfasis en el comportamiento de las amenazas socio naturales. La metodología cualitativa se caracteriza por ser inductiva, en donde se desarrollan “conceptos y comprensiones de las pautas de los datos (...), se sigue una perspectiva holística, y las personas, los escenarios o los grupos no son reducidos a variables sino considerados como un todo” (Taylor y Bogdan, 1994).

De lo anterior se deriva, que en lo cualitativo sobresale el interés por conocimientos generales, pero no leyes o determinismos (Ramirez y Zwerg, 2012), puesto que no se busca una “verdad” sino una comprensión detallada de las perspectivas (Taylor y Bogdan, 1994); lineamientos que son orientadores del presente artículo, donde se plantean interrelaciones entre variables de las ciencias de la tierra y factores derivados de disciplinas socioeconómicas, a través de un análisis documental que expone una síntesis de un reciente enfoque que integra elementos geográficos desencadenantes de amenazas naturales y socioambientales.

Como se ha venido señalando, la técnica de investigación cualitativa empleada, corresponde a la revisión documental, que de acuerdo con Alfonso (1999) citado por Morales (2003, pág. 2) consiste en “un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de datos entorno a un determinado tema”. En su aplicación, se distinguen dos fuentes de información: primarias que se refieren a textos originales y completos; y de otro lado fuentes secundarias que tratan sobre compilaciones, resúmenes, selecciones y referencias, material didáctico, mapas, etc

(Rodríguez y Valldeoriola, 2009). Así mismo, se hace énfasis en el enfoque hermenéutico, en tanto que realiza la comprensión temática y teórica mediante la descripción, explicación, articulación y sistematización con el fin de posibilitar nuevos conocimientos (Gómez et al., 2015).

UNA MIRADA AL CONCEPTO DE AMENAZA

El conocimiento de las amenazas ha estado ligado desde los inicios a los estudios sobre riesgos y desastres, especialmente aquellos vinculados con causas naturales. De esta manera, en cuanto al concepto se debe señalar en primer lugar que, por muchos años se relacionó la amenaza como un sinónimo de riesgo. Ambos términos se utilizaron hasta hace poco de forma indistinta. Parte de la confusión radica en la concepción del *riesgo* como referencia a un peligro, mientras la amenaza en sí misma es un peligro ante un evento de distinto origen. El significado etimológico del término *amenaza* por parte de la Real Academia Española muestra un origen hacia el latín *mina* (RAE, 2017) que posiblemente hace referencia a la acción y efecto de hacer daño a alguien a través de trampas o artefactos (Definiciona, 2014). Más, de acuerdo con el diccionario etimológico del inglés moderno (2001), al parecer el término *amenaza* tiene otro origen, y es del árabe *az-zahr* (por *al-zahr*) referente a la expresión “tirar de los dados”, que fue utilizado posteriormente en el español como “juego de azar” y adaptado en el francés como *hasart* que expresa “posibilidades en el juego” luego asumido en un posición más amplia como “posibilidades en la vida”, que para 1540 fue registrado en el inglés como *hazard* con el significado de “oportunidad de pérdida o daño” (Diccionario etimológico en línea, 2001).

Al comparar los significados anteriores con el término *riesgo* se encuentra por ejemplo que la Real Academia Española lo define como contingencia o proximidad de un daño, que proviene de latín *risco* (peñasco) que expresa: por el peligro que suponen (posiblemente barcos al transitar por estos lugares) (RAE, 2017). Ambos términos suponen consideraciones similares en su origen, y están estrechamente relacionadas con el daño. En la revisión de textos, artículos, libros, revistas en la lengua inglesa se evidencia que los términos *hazard* y *risk*, se asumen y comprenden de forma equivalente.

Más allá de las analogías entre los términos, es claro que, desde los conceptos originarios, al hablar de Amenazas se involucra directamente el ser humano y la sociedad, puesto que los daños, infortunios o el azar suceden sobre alguien en un momento dado. La amenaza de esta manera atañe a la relación biunívoca entre sociedad - naturaleza. De acuerdo con Lavell (2005), la amenaza existe como tal, “si en algún momento adquiere esa relación de daño potencial sobre un segmento de la sociedad”. De esta manera, la participación del ser humano en este aspecto es central, puesto que es “a través de su localización, sus acciones y sus percepciones como un fenómeno natural se vuelve peligroso o no” (Castro, 2000).

La ecología humana desarrollada por la escuela de Chicago fue quien introdujo la idea de los eventos atípicos o extremos de la naturaleza como formas de amenaza. En particular los geógrafos White, Burton y Kates determinaron que las amenazas son expresiones extremas de la dinámica natural planetaria, que en momentos de normalidad (los más frecuentes) aporta importantes recursos para la vida de las poblaciones, pero que en otros momentos (atípicos o inusitados) presentan variaciones fuertes que afectan las poblaciones y en especial sus condiciones de adaptabilidad a los procesos naturales (Lavell, 2005).

Dado que las Amenazas representan la interacción entre la dinámica de naturaleza y las prácticas de la sociedad para adaptarse a ella, muchos estudios se enfocaron en investigar los procesos y eventos naturales a profundidad. De allí que, durante el siglo XX, disciplinas como la geología, geomorfología, hidrología, climatología, química, entre otras, fueron el lenguaje dominante para hablar de amenazas. Este imperio de las ciencias duras en el estudio de las amenazas llevó así mismo, al surgimiento y aplicación de un tecnicismo avanzado que sin duda clarificó muy bien el objeto de estudio (la naturaleza) pero alejó de la discusión al sujeto involucrado (ser humano y sociedad). Fue así como, durante décadas se habló de amenazas naturales. Hoy en día, tras las múltiples reflexiones, investigaciones, estudios locales, reuniones regionales y marcos internacionales se ha llegado al consenso en torno a la diversidad en el perfil de amenazas.

Se reconocen así, las amenazas “del mundo natural, como son las asociadas con la dinámica geológica, geomorfológica, atmosférica y oceanográfica (por ejemplo, sismos, deslizamientos de tierra, huracanes y tsunamis); las que son de naturaleza seudo o socio natural, producidas como resultado de la intersección o relación del mundo natural con las prácticas sociales, como son muchos casos de inundación, deslizamiento y sequía. En estas, la deforestación, cambios en los patrones de uso del suelo u otros procesos sociales, crean o amplían las condiciones de amenaza; y las antropogénicas, producto de la actividad humana, como son los casos de explosiones, conflagraciones, derrames de materiales tóxicos, contaminación de aire, tierra y agua por productos industriales, etc.” (Lavell, 2008).

Además del perfil y tipos de amenazas, el análisis de éstas debe considerar aspectos exógenos y endógenos en su generación. El funcionalismo de la escuela de Chicago aportó con sus investigaciones sobre riesgos y desastres, siete elementos básicos a considerar dentro de la evaluación de las amenazas, los cuales se mantienen en la actualidad como aspectos claves de medición, estos son: la magnitud del evento, la frecuencia con que repiten (medida de probabilidad), la duración del fenómeno, la velocidad del impacto que se relaciona con el tiempo de alerta, la estacionalidad expresada en regularidad o aleatoriedad, la extensión superficial y la localización o concentración espacial donde se hace manifiesta la amenaza (Martinez Rubiano, 2009).

Dentro de las definiciones más recientes, aceptadas como conceptos de referencia en la comunidad académica, se tiene la propuesta por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas, que señala a la Amenaza como “un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales” (UNISDR, 2009).

En el contexto nacional, el Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo que hace parte del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, ha definido la Amenaza como el “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” (SNGRD, 2017). Cabe resaltar que esta definición hace parte también de la Ley 1523 de 2012 sobre Gestión del Riesgo de Desastre en Colombia.

Durante la última década, y específicamente desde el Marco de Sendai 2015 - 2030, se ha venido incorporando una nueva visión para el análisis integral y sistémico de las amenazas, denominado enfoque de amenazas múltiples (multi-amenaza) o complejas, que ha sido considerado como parte de las siete metas mundiales en relación con el conocimiento del riesgo y alertas tempranas (UNISDR, 2015). Al respecto, Societá Cooperativa (2006) define el análisis de multi amenaza como “la implementación de metodologías y enfoques orientados a evaluar y mapear la posible ocurrencia de diferentes tipos de peligros naturales en un área determinada. En este sentido, una amenaza social o natural central y de alto impacto necesariamente estará correlacionado con otros eventos menores, generadores o desencadenados, los cuales deben analizarse y atenderse en conjunto, tal como se refleja en la

Figura 1.

Los métodos analíticos y la cartografía deben tener en cuenta las características de los sucesos peligrosos únicos (área afectada, intensidad/magnitud, frecuencia de ocurrencia), así como sus interacciones e interrelaciones mutuas (terremoto inducido por deslizamientos de tierra, precipitaciones)”. Se refiere, como se verá en los siguientes apartados, a los grados de interrelación que existe entre los diferentes tipos y subtipos de amenazas (Martinez Rubiano, 2009), así como los momentos de sinergia y efectos de concatenación (Lavell, 2008) que derivan en un espectro más amplio de afectación a la sociedad.

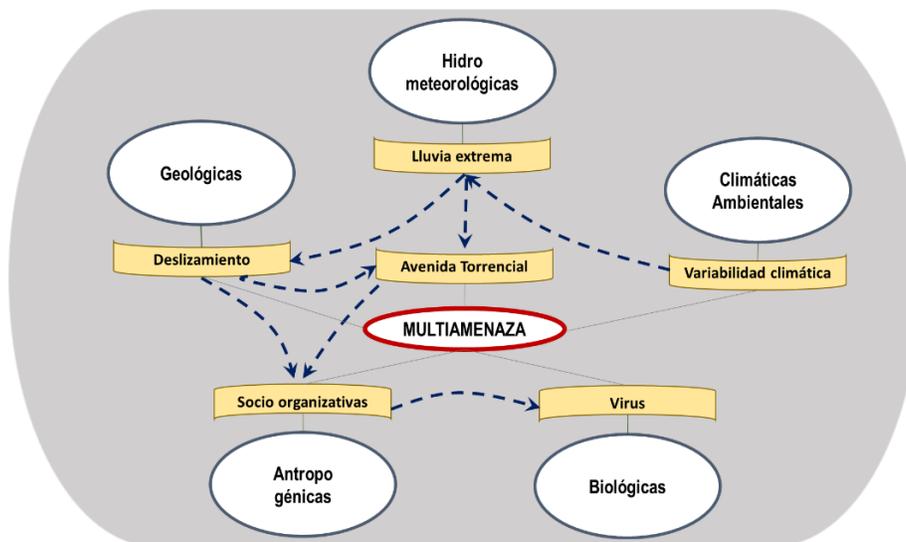


Figura 1 Esquema de tipos de amenazas múltiples. Fuente: Elaboración propia basado en Banco Mundial – Unión Europea. Natural Disaster Risk Reduction Program. Caribbean Handbook on Risk Information Management

RESULTADOS

La bibliográfica consultada de la multiamenaza nos sugiere su abordamiento desde cuatro líneas de estudio diferencial de acuerdo con los propósitos y escalas de aplicación. A saber: (i) Aportes académicos sobre metodologías para el análisis integrado de riesgo, aplicadas a nivel mundial, (ii) Propuestas institucionales a través de procesos y procedimientos para la evaluación de amenazas, (iii) Prácticas consuetudinarias que relacionan estudios de tipo puntual sobre amenazas naturales en la región andina y, por último, (iv) Trabajos realizados para las cuencas hidrográficas andinas sobre Gestión de Riesgo a temas concernientes al ordenamiento ambiental y territorial.

Estudios de propuestas metodológicas para abordar la multiamenaza

En la línea de estudios que tratan sobre las propuestas metodológicas para abordar sistemáticamente las características de la multiamenaza, se reconocen aportes desde dos caminos distintos; por un lado, los orientados a la espacialidad (mapeo) de los peligros más relevantes (ver Figura 2), mientras de otro lado se encuentran los orientados a la especialidad temática o disciplinar (ver

).

Recientes trabajos de investigación como los del ingeniero geólogo Joel Gill junto a sus colaboradores, resaltan la necesidad de determinar la interacción espacial y temporal entre los distintos tipos de amenazas en un lugar dado partiendo del supuesto que los procesos formadores de amenazas presentan dependencia y correlación entre sí, y al no ser analizados de forma holística se podrían subestimar los verdaderos riesgos potenciales, distorsionar las prioridades en la gestión y reducción de los riesgos e incrementar la vulnerabilidad de las comunidades en su espacio geográfico a otras amenazas relevantes Budimir, Duncan y Gill, 2016), (Gill y Malamud, 2016), (Gill y Malamud, 2014).

Otros importantes aportes en el concepto emergente de las amenazas múltiples son las investigaciones desarrolladas por los geógrafos Kappes, Keiler y Glade (2010) (2012) quienes recalcan en las interacciones, vínculos y conexiones entre sistemas naturales que inciden en la ocurrencia de amenazas simultáneas, concatenadas o acumuladas. Estos autores insisten en que

el enfoque de multiamenaza no es la simple suma o superposición de amenazas individuales, dado que los peligros naturales difieren en las características que los configuran, los impactos que ocasionan las amenazas a la sociedad y el ambiente son diversos y por tanto la vulnerabilidad no es la misma ante eventos naturales peligrosos. Las formas de medición y cuantificación de las amenazas no están estandarizadas, y cada peligro tiene sus propias magnitudes y tiempos de retorno, cuya confluencia y mutualidad genera un riesgo potencial que hasta el momento ha sido subestimado (Kappes *et al.*, 2012).

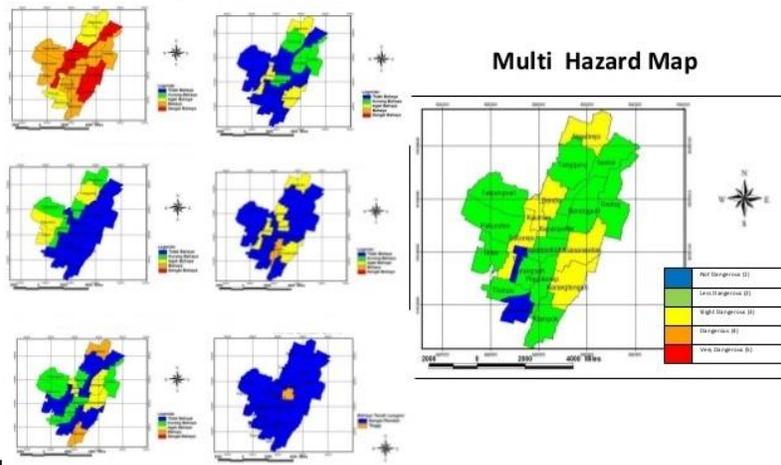


Figura 2 Análisis multiamenaza con orientación a la correlación espacial. Fuente: Tomado de Elly Tartati Ratni. Risk and vulnerability assessment of blitar city, Indonesia

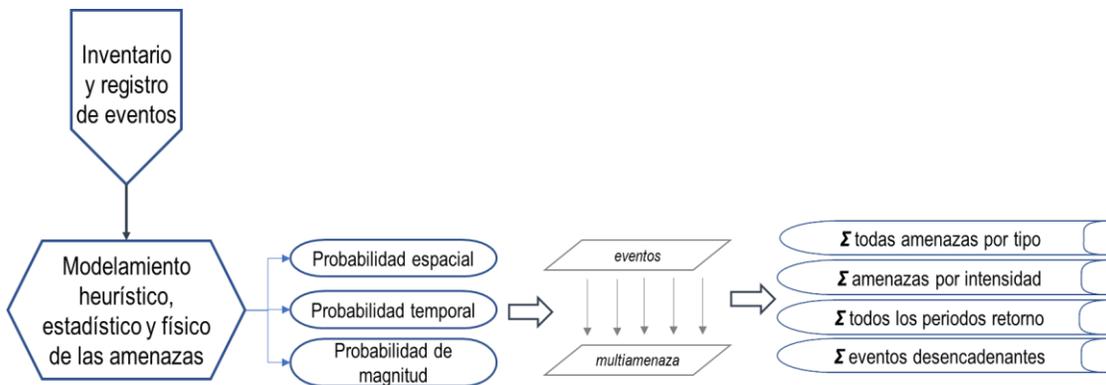


Figura 3 Análisis multiamenaza con orientación a la modelación temática. Fuente: Elaboración propia basado en Cees J van Westen. Remote sensing and GIS for natural Hazards assessment and disaster risk management.

Así mismo, autores como Liu, Ling Siu y Mitchell (2016) plantean que los avances metodológicos generados en los pocos estudios con enfoque de multiamenaza, otorgan preponderancia a los efectos cascada (dominó) o desencadenantes, como por ejemplo, un movimiento en masa originado a partir de un sismo, o inundaciones generadas a partir de tormentas o huracanes, cuyo análisis se ha desarrollado tradicionalmente mediante técnicas como la matriz de amenazas o el árbol de eventos. Para superar la visión lineal en la multiamenaza (efecto dominó o cascada) los autores proponen una clasificación sistemática de interacciones, a partir de cuatro posibles momentos que puede tomar las relaciones entre las amenazas especialmente de tipo natural: independiente, excluyentes, en paralelo y en serie. Señalan, que con la aplicación de esta

clasificación se facilita el cálculo de la probabilidad y la magnitud de múltiples amenazas que interactúan juntas (Liu *et al.*, 2016).

A través de casos de estudio se han desarrollado relevantes metodologías orientadas a la integración de las amenazas en un espacio geográfico dado, sobresalen en este sentido, los análisis de escala regional en la región de los Alpes europeos en donde se identificaron y se relacionaron amenazas por deslizamientos, caídas de rocas, avalanchas, lahares e inundaciones mediante la comparación cuantitativa de la magnitud, frecuencia y superposición espacial de los eventos (Kappes, y otros, 2012); para la misma región, esta vez con aplicación a Italia en el área de influencia del monte Vesubio se analizaron las interacciones mediante la cuantificación de la probabilidad de las amenazas volcánicas, sísmica, por movimientos en masa, por inundación, y amenazas de tipo antropogénico por actividad industrial (Marzochi *et al.*, 2012).

La introducción de variables antrópicas en la multiamenaza fue seguida por un estudio en Rusia en donde se construyó una correlación entre amenazas tecnológicas y sismos (Flalova *et al.*, 2012). En forma similar Gill y Malamud (2017) exponen las posibles influencias entre las amenazas de la actividad humana no intencional y las amenazas naturales, mediante la integración matricial de 18 procesos antropogénicos clasificados según el impacto de la actividad en: extracción subterránea, extracción superficial, adición en material superficial, cambio hidrológico, explosión y combustión, los cuales se correlacionaron con 21 tipos de eventos naturales, dando como resultado un total de 378 posibles interacciones de las cuales 57 tuvieron resultados significativos, evidenciando así la necesidad de integrar de forma equilibrada el componente humano en los análisis de multiamenaza y la comprensión del riesgo.

Estudios iniciales de Gill y Malamud (2014) recopilaron y analizaron casos de estudios ocurridos en décadas anteriores como movimientos en masa relacionados con tsunamis en Japón, erupciones volcánicas y sismos en Filipinas, también terremotos desencadenantes de deslizamientos e inundaciones en Alaska (Estados Unidos), y por último un evento más reciente en el año 2010 en Guatemala producto de una tormenta tropical que se relacionó con lluvias torrenciales, inundaciones y movimientos en masa.

De otro lado, desde una visión de la multiamenaza orientada hacia la simultaneidad espacial, se ubican experiencias con avances en la incorporación de los sistemas de información geográfica (SIG) en el análisis e integración de variables naturales y sociales susceptibles de generar peligros y riesgos. En este sentido, investigaciones como las de Thapa *et al.* (2014), tomando como caso de estudio una región del Himalaya en la República de Nepal, plantean la combinación de factores topográficos, tectónicos, sísmicos, climáticos y procesos industriales, para determinar el nivel de peligrosidad en una misma área o zona, a través de la superposición de mapas de amenazas simples, para finalmente obtener un mapa de peligros compuestos en tres niveles (alta, medio, bajo) que representa la multiamenaza de la región.

Bajo esta misma línea, los geógrafos españoles Perles y Cantero (2010) proponen, para un área en la periferia de la ciudad de Málaga, diferentes metodologías para la elaboración de cartografía multiamenaza, mediante técnicas que van desde la superposición vertical de mapas hasta el análisis de la evaluación en cadena o efecto dominó de las amenazas. Así, los autores desarrollan cuatro estrategias básicas para tener en cuenta en el proceso cartográfico de múltiples amenazas, estas son: homogeneidad (o estandarización), operatividad con la planificación (usabilidad), conexión con el lugar el riesgo, concatenación espacio – temporal de los procesos amenazantes. Como parte de las indicaciones metodológicas se supone la elaboración de mapas individuales de amenazas, agrupación de amenazas por superposición espacial, análisis de peligros agregados que considera intensidad y acumulación, evaluación de áreas causales y receptoras de amenazas, y finalmente el mapa de amenaza acumulada en cadena en el cual se consideran aspectos de sinergia, retroalimentación y transferencia espacial y temporal de vectores de energía (Perles Roselló y Cantarero Prados, 2010).

Otro estudio complementario en la aproximación espacial y cartográfica de la multiamenaza fue desarrollado por Hernández (2014) para un área en el sur del condado de Davis, Utah en Estados Unidos. La investigación está basada en el uso de sistemas de información geográfica con el propósito de analizar y unificar de forma espacial las amenazas de tipo natural existentes en la zona de estudio. La investigación propone como unidad de síntesis el paisaje o rasgos morfológicos del terreno, que son la expresión de los procesos y eventos naturales sobre la superficie terrestre. La metodología es desarrollada en cuatro fases que van desde la recolección

y depuración de datos, la evaluación de amenazas simples, la determinación de la unidad morfológica mediante la integralidad de eventos amenazantes a partir de su probabilidad, para finalmente obtener la clasificación compuesta de riesgos múltiples (Hernandez, 2014).

Ahora bien, en relación con los estudios de multiamenaza en Latinoamérica se encuentran importantes desarrollos y aportes principalmente en la región de Centro América y el Caribe. Se destacan así, los apoyos realizados por van Westen (2015) en la República Dominicana, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Belice para las investigaciones de las interacciones entre las amenazas de inundación y movimientos en masa. De otro lado, en el Salvador hacia la primera década de este siglo, con el apoyo del Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (*Cepredenac*) se avanzó en estudios de geozonificación de amenazas y mapeo de riesgo analizando los efectos de la multiamenaza en el volcán de San Salvador y la cuenca del Arenal Monserrat (IGN - SNET, 2003).

Otro de los países con mayor aporte de investigaciones en la temática es Costa Rica, se destacan allí los estudios de Evaluación del Riesgo por MultiAmenaza asociados al volcán Turrialba (Westen *et al.*, 2002) con aplicación de tecnologías SIG y con énfasis en áreas urbanas. También sobresale los aportes de Barrantes Castillo (2015) en su investigación sobre Modelos MultiAmenaza para países en desarrollo, donde propone una valoración de las interacciones espaciales de las amenazas naturales que convergen en un determinado espacio geográfico cuyo caso de aplicación fue la zona de influencia del volcán Poas y parte del cantón que lleva su mismo nombre, y con la integración de cinco tipos de amenazas.

En síntesis, de los trabajos e investigaciones desarrollados en metodologías que incorporen la multiamenaza es posible identificar un avance amplio en el tratamiento espacial por superposición o simultaneidad geográfica. Así mismo, se destacan los métodos propuestos entorno a las correlaciones matriciales, los cuales han mostrado resultados interesantes acerca de las posibles interacciones entre amenazas incluyendo las de tipo antropogénico que frecuentemente son olvidadas en el modelamiento. Finalmente, se evidencia un tercer camino metodológico, orientado hacia los efectos concatenantes o tipo dominó, en donde el avance hasta el momento ha sido mayoritariamente lineal, es decir en una relación biunívoca entre dos tipos de amenaza (e.j. sismo – deslizamiento).

Trabajos desde las instituciones y organismos gubernamentales

Por otro lado, la segunda línea u orientación con aproximación a la multiamenaza, corresponde a los trabajos desde las instituciones y organismos gubernamentales. En este ámbito, a nivel internacional se destaca el proyecto ARMONIA (Applied Multi Risk mapping of Natural Hazards for Impact Assessment) desarrollado por la Unión Europea con el objetivo de “proporcionar [...] un conjunto de metodologías armonizadas para producir mapas de riesgos integrados y así conseguir unos procedimientos de planificación territorial más efectivos en áreas de Europa propensas a desastres naturales” (Fleischhauer, Greiving, y Wanczu, 2007). Esta metodología fue adelantada a partir de una discusión continua entre expertos en amenazas naturales y planificadores de uso y manejo del suelo, con el fin de superar las brechas y los límites del enfoque teórico de multiamenaza y multiriesgo (Societá Cooperativa, 2007).

Desde la misma Comisión Europea se desarrolló otro proyecto de investigación institucional conocido como MEDIGRID (Mediterranean Grid of Multi-Risk Data and Models), el cual corresponde a una plataforma de información para la evaluación de múltiples amenazas naturales, a través de un marco modular de bases de datos de tecnología computacional distribuida geográficamente y conectada a la red permitiendo el intercambio, la selección y la agregación de datos y recursos. Los algoritmos de MEDIGRID integran diversos modelos de amenazas naturales simples tales como: deslizamientos, incendios forestales, de las avenidas torrenciales y erosión del suelo, compartidos en un único sistema accesible a los usuarios a través de Internet. Cuando se combinan, estos modelos forman un servicio más grande, permitiendo que cada amenaza sea configurada, encadenada y ejecutada como un proceso en conjunto y unificado (Bovolo, y otros, 2009).

Continuando con los aportes institucionales y gubernamentales, es preciso señalar los trabajos desarrollados en Estados Unidos por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés) en particular con los avances de la Evaluación del Riesgo por

Multiamenaza a partir del sistema Hazus-MH, el cual corresponde a un análisis computarizado a través de un software de modelamiento y síntesis de amenazas de origen natural por tres tipos de eventos: terremotos o sismos, inundaciones fluviales y costeras, y vientos huracanados. Hazus-MH emplea tecnologías geospaciales (Geomática y SIG) para analizar la distribución espacial de las amenazas mencionadas y estimar a partir de su comportamiento conjunto las posibles pérdidas y daños económicos sobre edificaciones e infraestructuras así como los efectos potenciales sobre la población, de tal forma que es ante todo una herramienta para la toma de decisiones en los procesos de mitigación, preparación para la respuesta y la recuperación (Schneider, 2011).

Cabe mencionar en complemento con los aportes institucionales, a las guías internacionales sobre riesgos y amenazas que, constituyen un referente en el análisis e identificación de amenazas naturales y sociales. Entre estas, se destacan los informes y aplicaciones sobre gestión de riesgo de las Naciones Unidas a cargo de la secretaría interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD). Destaca igualmente la guía para la zonificación de amenaza y riesgo por susceptibilidad a deslizamientos de la Unión Europea (Fell, 2008).

Así mismo en el contexto latinoamericano, particularmente en Colombia existen avances en guías, estudios de caso y hasta elementos normativos vinculados con la evaluación de amenazas. En relación con los manuales sobre la temática se tiene como principal referente a la *Guía Metodológica para la Incorporación de la Prevención y la Reducción de Riesgos en los Procesos de Ordenamiento Territorial* a cargo del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2005). A nivel intraregional se cuenta con una guía metodológica para realizar planes departamentales de gestión de riesgo, desarrollada por la Unidad Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (UNGRD, 2014).

Sobresale, ampliamente, los aportes ligados al modelamiento de la remoción o movimientos en masa, donde se destaca los aportes del Servicio Geológico Colombiano junto con la Universidad Nacional de Colombia en la formulación del Manual para la determinación, medición y prevención del riesgo por fenómenos de remoción en masa (SGC-UNAL, 2015), el cual corresponde a una propuesta para escalas de trabajo detalladas y con alta suficiencia en información geoespacial.

En resumen, las prácticas institucionales revelan importantes avances en el tratamiento integrado de amenazas, siendo las de tipo natural las de mayor priorización. Salvo la Unión Europea, en los demás países se identifican aplicaciones propias, lo que deja un balance cerrado y autárquico de la investigación y los esfuerzos por expandir el enfoque a nivel regional y continental. En los Estados Unidos, se destaca el liderazgo de la Agencia para el Manejo de Emergencias, la cual centraliza y unifica los métodos a aplicar a lo largo y ancho del país, y en ese sentido se habla en un lenguaje en común en relación con el enfoque multiamenaza y la gestión del riesgo en general.

Prácticas consuetudinarias en estudio de amenazas

En relación con la tercera línea de estudio, esto es las prácticas consuetudinarias, y de acuerdo con la CEPAL (2007, pág. 6) en la región y específicamente en Colombia “existen pocos estudios de riesgo y los que existen son muy recientes. En general existen estudios de amenaza, muchos de los cuales se les ha denominado estudios de riesgo en forma equivocada, pues sólo hacen referencia [a un] fenómeno”. Es así como, desde esta última década, la comunidad internacional relacionada con la reducción de riesgos (UNISDIR, DIPECHO, OFDA, UK Government, Comunidad Andina, universidades, otros), inicia procesos de análisis complejos que reconocen el funcionamiento integral de la geodinámica terrestre, a partir de los conocimientos adquiridos durante varios años en la identificación y evaluación de amenazas de tipo individual.

Para el territorio colombiano se han adelantado un sin número de estudios de caso, donde se evidencia la evaluación y caracterización de un fenómeno socio natural de amenaza determinado. En este sentido, importan los aportes sobre amenaza sísmica para Colombia y ciudades principales propuestos por autores como Salgado *et al.* (2014), Salgado *et al.* (2010), Chicangana *et al.* (2014), entre otros; también sobre las amenazas relacionadas con movimientos en masa y deslizamientos de los autores como Suarez (2009), Caballero (2011), Mergili *et al.* (2015) y sobre las amenazas de inundación evaluadas por los investigadores Robertson y Castiblanco (2011), Maturana (2007), Hortua (2004) y González (2014), además de muchos otros autores que han estudiado de forma académica otros tipos de amenazas especialmente de tipo natural.

Así mismo, desde el escenario normativo y de regulación sobre la gestión y reducción del riesgo de desastres en el país, se destaca específicamente en cuanto a la evaluación de la multiamenaza, la incorporación dentro del ordenamiento territorial de no solo los eventos de amenaza por separado sino su integración y síntesis en una zonificación espacial a través de mapas y cartografía donde se muestre la delimitación y nivel o grado de la amenaza, todo esto establecido en la ley 388 de 1997 y los decretos reglamentarios 019 de 2012, 1807 de 2014 y 1077 de 2015.

En general, se identifica como práctica dominante y recurrente, en cuanto a los estudios de amenaza en los países andinos, el análisis individual de eventos, mediante la exclusión de dinámicas interactivas. La separación y clasificación de amenazas es de hecho el principio de la desintegración y la individualización del comportamiento social y natural de los eventos en la superficie terrestre. De esta manera, cuando se habla del perfil de amenaza, como se hace en la mayoría de estudios y en la misma legislación, se está priorizando la evaluación aislada e independiente de los fenómenos.

Análisis multiamenaza en las cuencas hidrográficas

Finalmente, en la cuarta línea de estudios con abordaje de la multiamenaza, se ubican las experiencias de ordenación de territorios naturales determinados a partir de la red de drenajes y cuerpos de agua cuya unidad fundamental es representada a través de las cuencas hidrográficas. Esta unidad, es para muchos el espacio geográfico esencial de planificación territorial hacia objetivos de desarrollo sostenible. En conexión con el enfoque multiamenaza se evidencian en la región Andina Suramericana interesantes investigaciones con propósitos de integración de amenazas socionaturales. Destacan dos trabajos de los países vecinos de Venezuela y Ecuador. El primero de ellos, aplicado en el área hidrográfica de la cuenca media del río Chama en los Andes venezolanos, donde se analizó principalmente los eventos concatenados entre deslizamientos de tierra y avenidas torrenciales producto de la dinámica constante de las lluvias e hilvanado con las condiciones geodinámicas de la cuenca desencadenan una energía intensa en aguas, capaz de arrastrar materiales de gran tamaño, con posibilidad de causar daños al ambiente y la sociedad, bloquear el curso del río, y finalmente detonar amenazas hidrometeorológicas de mayor extensión y magnitud (Ferrer y Laffaille, 2005).

Por su parte, Salazar y Paleo (2014) establecieron aportes en el tema del ordenamiento territorial en cuencas hidrográficas relacionado con la inclusión del riesgo por multi-amenaza, mediante el análisis de cuatro principales peligros (volcánico, inundación, sísmico, movimientos en masa) para la cuenca del río Esmeraldas en Ecuador, utilizando para ello geoinformación recopilada en Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del Ecuador relacionado con temáticas del suelo, agua y elementos sobre y bajo la superficie terrestre. Al utilizar como límite la extensión de la cuenca del río Esmeraldas, plantea una metodología para la gestión integral del riesgo y el desarrollo, analizando la responsabilidad y restricción en el uso y tenencia de la tierra con propuestas en un nuevo modelo catastral aplicado a los municipios que quedan dentro de la dinámica de la cuenca, y examina a partir de la evaluación de la multiamenaza, la capacidad de los actores involucrados en la toma de decisiones homogéneas y oportunas (Salazar y Paleo, 2014).

En la misma dirección, pero para los Andes colombianos, Vera y Albarracín (2017) han desarrollado un sistema de indicadores para evaluar la vulnerabilidad en cuencas hidrográficas ante un escenario de multiamenaza considerando los tres peligros más relevantes y cotidianos que se manifiestan en la región de los Andes, estos son: inundación, remoción en masa y flujos torrenciales. La propuesta metodológica toma como caso de estudio una microcuenca asociada al río Combeima en el departamento del Tolima. El trabajo representa un avance en el conocimiento integral del riesgo de desastres por cuanto conecta directamente la dinámica y complejidad de múltiples amenazas con el estado o nivel de vulnerabilidad que se configura en el espacio de una unidad hidrográfica, enriqueciendo así los procesos de ordenación territorial de cuencas (Vera Rodríguez y Albarracín, 2017).

Otra propuesta interesante es la desarrollada entorno a la cuenca hidrográfica del río Aburrá – Medellín, con aplicación puntual en la jurisdicción de Medellín con ocasión del proceso de elaboración del Plan Municipal de Gestión del Riesgo (Alcaldía Medellín, 2014) con proyección 2015-2030, en el cual se plantea escenarios de riesgo sistémico asociados a la multiamenaza por

superposición e interrelación de seis fenómenos amenazantes seleccionados y priorizados por la comunidad de acuerdo con la frecuencia de ocurrencia y los desastres del pasado, estos correspondieron con: movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales, incendios forestales, riesgo tecnológico, sismos y aglomeración de personas por afluencia masiva. En la

Figura 4 se muestra el resultado del modelamiento e integración para la espacialización de la multiamenaza y amenazas simples en el área municipal de Medellín.

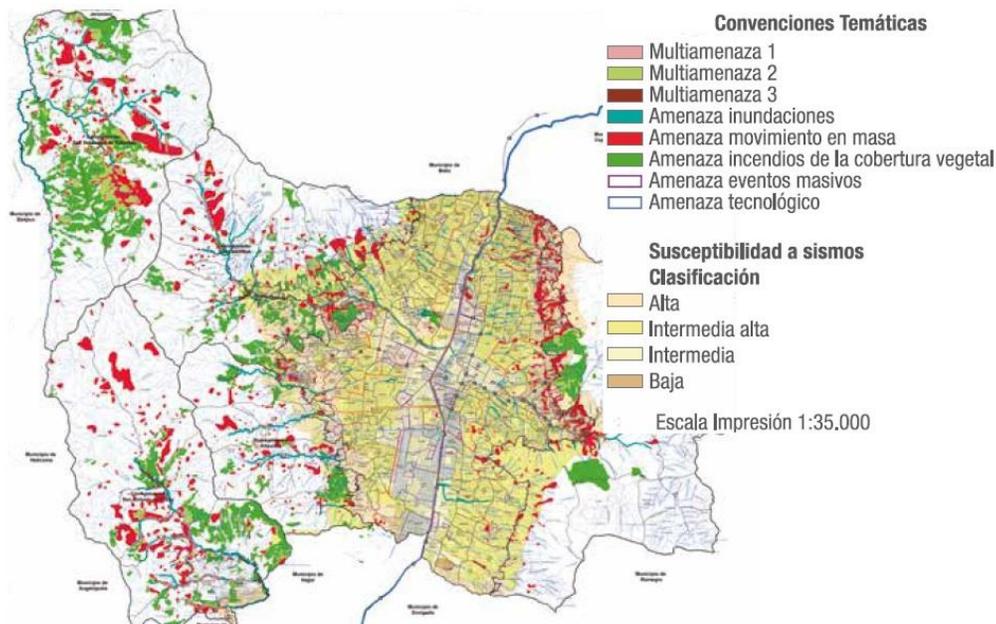


Figura 4 Mapa Multiamenaza PMGR 2015 – 2030 Medellín. Fuente: Alcaldía de Medellín. Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres 2015 – 2030. Cartilla Síntesis. Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo Desastres (DAGR). Año 2014.

Finalmente, y en consonancia con los propósitos de incorporar los estudios con enfoque de multiamenaza como parte de la gestión del riesgo dentro de la planificación territorial y ambiental en cuencas hidrográficas, vale la pena señalar en el caso colombiano, los lineamientos estatales en busca de dicha integración. En ese sentido, se destacan las guías técnico – científicas para la ordenación de cuencas, propuestas por el IDEAM (2004; 2008) donde se señala la necesidad y oportunidad de analizar las amenazas naturales de forma completa en este tipo de área geográfica y no fraccionada como es el caso de las jurisdicciones de los municipios. Posteriormente el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014) recoge y amplía de forma significativa el análisis del riesgo de desastres en cuencas proponiendo una guía técnica de mayor rigurosidad en los aspectos del conocimiento de las amenazas y la vulnerabilidad, para así introducir de forma equilibrada la gestión del riesgo de desastres dentro la planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en el país.

Lo anterior, refleja que el enfoque multiamenaza en relación con la planificación de espacios determinados por límites ambientales, esto es cuencas hidrográficas, avanza significativamente, y son precisamente las propias regiones y países andinos, quienes han reconocido la importancia de analizar de forma integral los eventos y acontecimientos vinculados con la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. De acuerdo con lo visto anteriormente, en Ecuador, Venezuela y Colombia, se viene adoptando el enfoque multiamenaza con una forma válida en los estudios de riesgo, quedando un camino amplio por recorrer en cuanto al encuentro de metodologías, la unificación de métodos y la homologación de resultados.

CONCLUSIONES

En general, es posible señalar que el tema de la multi-amenaza ha sido estudiado desde diferentes perspectivas, donde la mayor producción de investigaciones se ubica en los países anglosajones existiendo así registros de por lo menos un estudio por continente. En estos ejercicios, se evidencia variadas acepciones al concepto tales como eventos acoplados, eventos concatenados, fenómenos en cascadas, amenazas efecto dominó, y amenazas que cambian de forma dinámica los factores que predisponen a otras.

Sin embargo, la comunidad académica aun no contempla acuerdos de unificación de metodologías, en donde los métodos de interrelación vertical, es decir la superposición espacial de amenazas, son los más utilizados para el análisis y evaluación en conjunto de los eventos y factores. Así mismo, gran parte de los estudios de investigación mantienen la herencia fiscalista de preponderar la variable amenaza en la ecuación del riesgo, y a su vez, continúa dominando la caracterización de lo natural por encima de lo ambiental y social.

Es de resaltar los esfuerzos gubernamentales e institucionales, a través de las agencias con misión en la gestión del riesgo de los países desarrollados, que han reconocido la necesidad de la evaluación integral de las amenazas y presentan sobresalientes aportes de herramientas tecnológicas y de unificación de métodos, facilitando con ello la toma de decisiones tanto en el conocimiento y reducción del riesgo, como en los procesos de planificación territorial.

Para Colombia mientras tanto, son muchos los estudios que analizan y evalúan las amenazas, pero de manera individual o con independencia entre los fenómenos, en contraparte, son escasos los estudios, investigaciones y especialmente metodología que muestren resultados concretos de la integración de la susceptibilidad de un espacio geográfico a las amenazas siconaturales y consecuentes riesgos de desastres.

La tradición investigativa recomienda, al momento de iniciar con los estudios de riesgo, elaborar un perfil de amenazas, clasificación que sin duda es una forma de individualizar la dinámica social y natural en el contexto de un espacio geográfico. En contraposición, el enfoque multiamenaza, reclama por el análisis integral, el descubrimiento de vínculos, concatenaciones y dependencias entre uno y otro evento ya sea natural o antrópico.

Lo dicho hasta aquí supone que, en el contexto académico y científico, domina el quehacer en la identificación y evaluación sin conexión e interacción de las amenazas más relevantes en un territorio (sismos, erosión, inundación, torrencialidad, tsunamis, vulcanismo, etc). Las ilustraciones de los análisis tradicionales de riesgos y amenazas muestran mapas para cada evento y se soslayan las posibilidades enormes de determinar las correlaciones espaciales de multidimensionalidad y simultaneidad que ofrezcan una mirada del todo en relación con las amenazas naturales y sociales.

La oportunidad en el ámbito técnico científico se ubica en profundizar sobre los factores y causas que propician la liberación de la energía de una amenaza como consecuencia de otra, representadas con facilidad en el espacio y el tiempo. Los esfuerzos, en este sentido, deben centrarse en propuestas sobre estándares que permitan la comparación de resultados de multiamenaza en términos de magnitud, extensión, frecuencia o probabilidad, duración, localización e impacto. Esto dado que, cada evento o fenómeno puede expresarse en estas características, pero cuando se unifica o integra con otras, la medición de estas variables es aun incierta.

El recorrido por los anteriores estudios e investigaciones, permite encontrar sin duda que, los análisis y resultados construidos en cuanto al concepto y enfoque de multi-amenaza social y natural ante riesgo de desastres, son un punto de partida en la presente revisión, a fin que se pueda lograr un mayor grado de precisión e integralidad, partiendo del hecho que estos trabajos son casos de estudios para zonas con una complejidad muy distinta a los Andes colombianos donde convergen y coexisten amenazas de severidad significativa. En ese sentido, queda un camino amplio para enriquecer en metodologías y tipos de resultados que muestren una mayor integralidad y correlación de las dinámicas propias que se dan en espacios geográficos como las cuencas hidrográficas que constituyen las células socioambientales de los territorios del país.

REFERENCIAS

- Alcaldía Medellín. (2014). Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres 2015 - 2030. Medellín, Antioquia: Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Desastres (DAGR). Recuperado de <https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/GestionRiesgo/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2017/sintesisPMGRD.pdf>
- Alfonzo, I. (1999). *Técnicas de Investigación Bibliográfica*. Caracas, Venezuela: Contexto Editores.
- Banco Mundial - UNGRD. (2010). Guía municipal para la gestión del riesgo. Bogotá: Ministerio del Interior y de Justicia. Grupo Emfor. Recuperado de <http://www.gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/archivos/GMGRColombia.pdf>
- Barrantes Castillo, G. (2015). *Modelo de multi-amenaza natural para países en vías de desarrollo: caso de aplicación cantón de Poas, Costa Rica. Cartago, Costa Rica*. (Tesis de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo). Instituto Tecnológico, Universidad Nacional y Universidad Estatal a Distancia, Cartago.
- Isabella Bovololo, C., Abele, S. J., Bathurst, J. C., Caballero, D., Ciglan, M., Eftichidis, G., y Simo, B. (2009). A distributed framework for multi-risk assessment of natural hazards used to model the effects of forest fire on hydrology and sediment yield. *Computers y Geosciences*, 35(5), 924-945. doi: 10.1016/j.cageo.2007.10.010
- Budimir, M., Duncan, M., y Gill, J. (2016). *The dynamics and impact of interacting natural hazards*. Recuperado de <http://www.interactinghazards.com/defining-multi-hazard>
- Caballero Acosta, J. H. (2011). Las avenidas torrenciales: una amenaza potencial en el valle de Aburrá. *Gestión y Ambiente*, 14(3), 45-50.
- Castro, S. (2000). Riesgos y peligros: una visión desde la geografía. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, 60.
- CEPAL. (2007). Información para la gestión de riesgo de desastres. Estudio de caso de cinco países: Colombia. México: Naciones Unidas - Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/25933>
- Chicangana Montón, G., Vargas Jiménez, C., Kammer, A., y otros. (2014). La amenaza sísmica de la Sabana de Bogotá frente a un sismo de magnitud $M > 7.0$, cuyo origen esté en el Piedemonte Llanero. *Cuadernos de Geografía*, 24(2), 73-91.
- Definiciona. (2014). *Definición y Etimología de Amenaza*. B. E.-C. Group Editor, <https://definiciona.com/amenaza/>
- Diccionario etimológico en línea. (2001). *Compilación diccionarios etimológicos*. <http://www.etymonline.com/index.php>
- DNP (2015). *3.181 muertos y 12,3 millones de afectados: las cifras de desastres naturales entre 2006 y 2014*. Reporte de Emergencias municipales depurado por DNP: Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/Paginas/3-181-muertos,-21-594-emergencias-y-12,3-millones-de-afectados-las-cifras-de-los-desastres-naturales-entre-2006-y-2014-.aspx>
- Ferrer, C., y Laffaille, J. (2005). Un estudio de amenazas múltiples en la cuenca media del río Chama. *Revista Geográfica Venezolana*, Extra 1, 93-117.
- Fleischhauer, M., Greiving, S., y Wanczu, S. (2007). Planificación territorial para la gestión de riesgos en Europa. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 45, 49-78.
- Fralova, N., Larionov, V., Sushchev, S., y Bonnín, J. (2012). Seismic and integrated risk assessment and management with information technology application. *World Conference on Earthquake Engineering*, Lisboa, Portugal.
- Gill, J. C., y Malamud, B. D. (2014). Reviewing and visualizing the interactions of natural hazards: Interactions of Natural Hazards. *Reviews of Geophysics*, 52(4), 680-722. doi: 10.1002/2013RG000445
- Gill, J. C., y Malamud, B. D. (2016). Hazard interactions and interaction networks (cascades) within multi-hazard methodologies. *Earth System Dynamics*, 7(3), 659-679. doi: 10.5194/esd-7-659-2016
- Gill, J. C., y Malamud, B. D. (2017). Anthropogenic processes, natural hazards, and interactions in a multi-hazard framework. *Earth-Science Reviews*, 166, 246-269. doi: 10.1016/j.earscirev.2017.01.002

- Gomez Vargas, M., Galeano, C., y Jaramillo, D. (2015). El estado del arte: una metodología de investigación. *Revista colombiana de Ciencias Sociales*, 2(6), 423-442.
- González Velandia, J. (2014). *La gestión del riesgo de desastres en las inundaciones de Colombia: una mirada crítica*. (Tesis de grado). Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Bogotá.
- Hernandez, M. W. (2014). A Multiple Natural Hazards Assessment Model Based on Geomorphic Terrain Units: *International Journal of Applied Geospatial Research*, 5(1), 16-37. doi: 10.4018/ijagr.2014010102
- Hortua, G. (2004). Geomorfología e hidrología, combinación estratégica para el estudio de las inundaciones en Florencia (Caquetá). *Cuadernos de Geografía*, 13, 81-101.
- IDEAM. (2004). Guía técnico científica para la ordenación de cuencas. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019239/guianueva.pdf>
- IDEAM. (2008). Guía técnico científica para la ordenación de las cuencas hidrográficas en Colombia. Segunda versión. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Recuperado de <http://corponarino.gov.co/expedientes/documentacion/ayudaa/guiadecuenca2008.pdf>
- IGN, SNET. (2003). Analisis del riesgo por inundaciones y deslizamientos de tierra en la cuenca del arenal de Monserrat. El Salvador: Instituto Geografico Nacional y Servicio Nacional de Estudios Territoriales. Unesco - ITC - Cepredenac. Recuperado de <https://www.itc.nl/external/unesco-rapca/en/contents-%20of-%20this-cd/2-analisis-de-riesgo-arenal-el-salvador.PDF>
- Fell, R., Corominas, J., Bonnard, C., Cascini, L., Leroi, E., y Savage, W. Z. (2008). Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. *Engineering Geology*, 102(3-4), 85-98. doi: 10.1016/j.enggeo.2008.03.022
- Kappes, M. S., Gruber, K., Frigerio, S., Bell, R., Keiler, M., y Glade, T. (2012). The MultiRISK platform: The technical concept and application of a regional-scale multihazard exposure analysis tool. *Geomorphology*, 151-152, 139-155. doi: 10.1016/j.geomorph.2012.01.024
- Kappes, M., Keiler, M., y Glade, T. (2010). From single to Multi Hazard Risk Analyses: a concept addressing emerging challenges. En J. P. Malet, T. Glade, N. Casagli (Eds.), *Proceedings of the Mountain Risks International Conference* (pp. 351-356). Florencia, Italia: CERG Editions.
- Kappes, M. S., Keiler, M., von Elverfeldt, K., y Glade, T. (2012). Challenges of analyzing multi-hazard risk: A review. *Natural Hazards*, 64(2), 1925-1958. doi: 10.1007/s11069-012-0294-2
- Lavell, A. (1993). Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: un encuentro inconcluso. En A. Maskrey (ed.), *Los desastres no son naturales* (pp. 111-125). Panamá: Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina.
- Lavell, A. (2005). Los conceptos, estudios y práctica en torno al tema de los riesgos y desastres en américa latina: evolución y cambio, 1980-2004: el rol de la red, sus miembros y sus instituciones de apoyo. En FLACSO (Ed.), *La gobernabilidad en américa latina: balance reciente y tendencias a futuro* (pp. 1-76). Quito, Ecuador: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales - Secretaria General.
- Lavell, A. (2008). Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una Definición. Panamá: Centro Regional de Información sobre Desastres - CRID. Recuperado de <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Mayo2004/pdf/spa/doc15036/doc15036-contenido.pdf>
- Liu, B., Siu, Y. L., y Mitchell, G. (2016). Hazard interaction analysis for multi-hazard risk assessment: A systematic classification based on hazard-forming environment. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(2), 629-642. doi: 10.5194/nhess-16-629-2016
- Martinez Rubiano, M. (2009). Los geógrafos y la teoría de riesgos y desastres ambientales. *Perspectiva Geográfica*, 14, 241-263.
- Marzocchi, W., Garcia-Aristizabal, A., Gasparini, P., Mastellone, M. L., y Di Ruocco, A. (2012). Basic principles of multi-risk assessment: A case study in Italy. *Natural Hazards*, 62(2), 551-573. doi: 10.1007/s11069-012-0092-x

- Maturana, Z. (2007). Mapa de zonificación de amenazas por inundación del casco urbano del municipio de Quibdó (Chocó). Estudio basado en la interpretación de imágenes de radar, de satélite y fotografías aéreas. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 24-34.
- MAVDT, D. D. (2005). *Guía Metodológica para Incorporar la Prevención y la Reducción de Riesgos en los Procesos de Ordenamiento Territorial*. Bogotá D.C.: Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Mergili, M., Marchant, C., y Moreiras, S. (2015). Causas, características e impacto de los procesos de remoción en masa, en áreas contrastantes de la región Andina. *Cuadernos de Geografía, Revista Colombiana de Geografía*, 24(2), 113-131.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de Cuencas Hidrográficas POMCAS. Anexo B. Gestión del riesgo. Bogotá, Colombia: MinAmbiente. Recuperado de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col130738anx.pdf>
- Morales, O. A. (2003). Fundamentos de la Investigación Documental y la Monografía. En N. Espinoza, A. Rincón (Ed.), *Manual para la elaboración y presentación de la monografía*. Tachira, Venezuela: Universidad de Los Andes.
- Naciones Unidas. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. New York: United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR). Recuperado de <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291>
- Perles Roselló, M., y Cantarero Prados, F. (2010). Problemas y retos en el análisis de los riesgos múltiples del territorio: propuestas metodológicas para la elaboración de cartografías multi-peligros. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 52, 245-271.
- RAE. (28 de abril de 2017). Diccionario de la lengua española, (23.ª edición de 2014). Madrid, España.
- Ramirez, F., y Zwerg, A. (2012). Metodología de la investigación: más que una receta. *AD-minister. Universidad EAFIT*, 20, 91-111.
- Robertson, K., y Castiblanco, M. A. (2011). Amenazas fluviales en el piedemonte amazónico colombiano. *Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana de Geografía*, 20, 125-137.
- Rodriguez G., D., y Valldeoriola R., J. (2009). *Metodología de la investigación*. Barcelona, España: Eureka Media.
- Salazar, R., y Paleo, U. (2014). Analisis del riesgo multi-amenaza en el ordenamiento territorial de una cuenca hidrográfica. *Revista Geoespacial*, 11, 30-46.
- Salgado, M., Bernal, G., Yamin, L., y Cardona, O. (2010). Evaluación de la amenaza sísmica en Colombia: actualización y uso de las nuevas normas colombianas de diseño sísmico resistente. *Revista de Ingeniería*, 32, 28-38.
- Salgado, M., Zuloaga, D., Bernal, G., y Cardona, O. (2014). Comparación de los resultados de riesgo sísmico en dos ciudades con los mismos coeficientes de diseño sismo resistente. *Revista de Ingeniería*, 41, 8 - 14.
- Schneider, P. (2011). *Multihazard risk assessment / HAZUS*. Recuperado de National Institute of Building Sciences: https://c.ymcdn.com/sites/www.nibs.org/resource/resmgr/Docs/NIBS_Factsheet_SDP_HAZUS.pdf
- SGC-UNAL. (2015). *Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa a Escala Detallada*. Bogotá D.C.: Imprenta Nacional de Colombia.
- SNGRD. (2017). *Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes*. Bogotá, Colombia: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.
- Societá Coopertaiva (2007). *ARMONIA: methodology for multi-risk assessment and the harmonisation of different natural risk map*. Recuperado de www.armoniaproject.net
- Societá Copertaiva D. (2006). *Report on new methodology for multi-risk assessment and the harmonisation of different natural risk maps*. Recuperado de www.armoniaproject.net
- Suarez, J. (2009). Zonificación de susceptibilidad a amenaza y riesgo. En J. Suarez. (Ed.), *Deslizamientos: análisis geotécnico* (pp. 527-582). Bucaramanga: Geotecnología S.A.S.
- Taylor, S., y Bogdan, R. (1994). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: la búsqueda de significados*. Barcelona: Paidós.

- Thapa, L., Panta, S., Raut, S., Tuladhar, F., Joshi, J., Shrestha, N., Ghimire, P., y Joshi, A. (2017). Multihazard Mapping of Banepa and Panauti Municipalities. *Nepalese Journal of Geoinformatics*, 13, 25-31
- Ugarte Caviedes, A. M. (2014). *Sujetos políticos en contextos de desastre socionatural: el caso de chaitén*. (Tesis de Magister). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales: Santiago de Chile.
- UNGRD, U. N. (2014). Guia Metodológica para la elaboración de planes departamentales para la Gestión de Riesgo. Bogotá D.C. Recuperado de <https://issuu.com/pcmemin/docs/plandepartamentalgua>
- UNISDR. (2009). Terminología sobre reducción del riesgo de desastres. Ginebra, Suiza: Naciones Unidas, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. Recuperado de https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- UNISDR. (2015). Hacia el desarrollo sostenible: El futuro de la gestión del riesgo de desastres. Informe de Evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres 2015. Ginebra Suiza: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. recuperado de https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdf/GAR2015_SP.pdf
- UNISDR. (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. Obtenido de Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres: recuperado de <http://eird.org/americas/index.html#>
- van Westen, C. J., Montoya, L., Boerboom, L., y Badilla Coto, E. (2002). Multi-hazard risk assessment using GIS in urban areas: a case study for the city of Turrialba, Costa Rica. 120-136.
- van Westen, C. J. (2015). Multi-hazard and risk assessment: why it is so difficult. *The International symposium on multi-hazard and risk* (pp. 1-100). Kuala Lumpur, Malaysia: ISMHR.
- Vera Rodríguez, J., y Albarracín Calderón, A. (2017). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 1-23.

Recibido: Marzo, 2018

Aceptado: Septiembre, 2019