

## FACTORES SUBYACENTES DE RIESGO DE DESASTRES POR AVENIDA TORRENCIAL, INUNDACIÓN Y MOVIMIENTOS EN MASA EN CARMEN DE ATRATO, COLOMBIA

George Yeam Chavez-Arias<sup>1</sup>, Claudia Patricia Coca Galeano<sup>2</sup> y Jhon Jerley Torres-Torres<sup>1\*</sup>

1. Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica del Chocó, Quibdó, Colombia.

2. Escuela de Ingenieros Militares, Bogotá, Colombia.

\*Autor de correspondencia: i-jhon.torres@utch.edu.co

**DOI:**  
<https://doi.org/10.55467/reder.v8i2.160>

**RECIBIDO**  
21 de agosto de 2023

**ACEPTADO**  
1 de octubre de 2023

**PUBLICADO**  
1 de julio de 2024

**Formato cita Recomendada (APA):**  
Chavez-Arias, G.Y., Coca Galeano, C.P. & Torres-Torres, J.J. (2024). Factores Subyacentes de Riesgo de Desastres por Avenida Torrencial, Inundación y Movimientos en Masa en Carmen de Atrato, Colombia. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 8(2), 99-110. <https://doi.org/10.55467/reder.v8i2.160>



Todos los artículos publicados en REDER siguen una política de Acceso Abierto y se respaldan en una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

*Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres (REDER)*

Diseño: Lupe Bezzina

### RESUMEN

Las variaciones geomorfológicas y climáticas en Colombia hacen que gran parte del territorio sea vulnerable a riesgos de desastre, resultado de múltiples factores subyacentes que requieren identificación para una adecuada gestión. Por tal motivo, se determinaron los factores subyacentes asociados a la vulnerabilidad del municipio de Carmen de Atrato. Se realizó un análisis perceptivo, social y territorial a partir de información levantada por medio de encuestas y entrevistas semiestructuradas, en la que se incluyó información relacionada con las dimensiones socioeconómica, demográfica, de variabilidad climática y recursos naturales, ordenamiento territorial y gobernanza. Con esta información se definieron y ponderaron los principales factores. Se observó que los movimientos en masa tienen el mayor nivel de ocurrencia, seguidos de las avenidas torrenciales y las inundaciones. Se encontraron interconexiones entre variables, destacando la escasa participación de las comunidades en actividades relacionadas con la gestión del riesgo, debido a su limitado conocimiento sobre los instrumentos de planificación. Se denotó una disminución de la cobertura boscosa en zonas de alto riesgo, relacionada con cambios en el uso del suelo para actividades económicas. Finalmente, los altos niveles de riesgos identificados sugieren que debe hacerse una intervención pronta y efectiva.

### PALABRAS CLAVES

Dimensión socioeconómica; Gestión del riesgo; Gobernanza; Vulnerabilidad territorial; Chocó; Colombia

UNDERLYING DISASTER RISK FACTORS FOR TORRENTIAL FLOODS, FLOODING AND MASS MOVEMENTS IN CARMEN DE ATRATO, COLOMBIA

### ABSTRACT

Geomorphological and climatic variations in Colombia make a large part of the territory vulnerable to disaster risks, as a result of multiple underlying factors that require identification for proper management. For this reason, the underlying factors associated with the vulnerability of the municipality of Carmen de Atrato were determined. A perception, social and territorial analysis was carried out based on information gathered through surveys and semi-structured interviews, which included information related to socioeconomic, demographic, climate variability and natural resources, territorial planning and governance dimensions. With this information, the main factors were defined and weighted. It was observed that mass movements have the highest level of occurrence, followed by torrential floods and floods. Interconnections between variables were found, highlighting the scarce participation of communities in activities related to risk management due to their limited knowledge of planning instruments. A decrease in forest cover was noted in high-risk zones, related to changes in land use for economic activities. Finally, the high levels of risk identified suggest that prompt and effective intervention should be made.

### KEYWORDS

Socioeconomic dimension; Risk management; Governance; Territorial vulnerability; Risk management; Choco; Colombia

## INTRODUCCIÓN

Colombia es un país con grandes contrastes geomorfológicos y climáticos (Khobzi y Usselman, 1974), lo que lo convierte en un escenario con altas probabilidades de ocurrencia de eventos asociados a desastres (Campos et al., 2012). Dentro de este inmenso territorio el municipio de Carmen de Atrato por estar ubicado en la cordillera occidental cuenta con un complejo sistema montañoso con altitudes que superan los 1700 m y una alta precipitación (2500 mm anuales) (Zapata y Sepúlveda, 2008). A lo largo de su historia, este territorio ha sido poblado por colonos que han realizado cambios significativos en el uso del suelo para actividades económicas, lo que ha fragmentado el territorio y aumentado su vulnerabilidad a riesgos de desastre (Alcaldía Municipal Carmen de Atrato, 2020). Estos riesgos a menudo se asocian con factores subyacentes de índole social, organizacional y económica (Nova et al., 2020), que son indicativos de la eficiencia en la gestión de las autoridades territoriales relacionadas con la temática (Villegas y Obregón, 2020).

Según el Servicio Geológico Colombiano (2017), entre 2007 y 2013 se registraron 13 eventos de deslizamiento en el municipio de Carmen de Atrato. Además, la alcaldía municipal informó que en 2020 se presentaron 14 eventos relacionados con avenidas torrenciales, deslizamientos e inundaciones, afectando a más de 100 viviendas (Alcaldía Municipal Carmen de Atrato, 2020). Estos datos demuestran un aumento en la frecuencia de eventos de desastres con el paso de los años, lo que destaca la necesidad de emprender actividades que permitan una gestión del riesgo adecuada a las características sociales, culturales y económicas del territorio.

Es importante destacar que la gestión del riesgo en el territorio requiere de información de base para tomar decisiones adecuadas (Silva, 2020). Sin embargo, se ha observado que en el municipio de Carmen de Atrato esta información es escasa. Por este motivo, se llevó a cabo el presente estudio, cuyo objetivo fue determinar los factores subyacentes de riesgo de desastre asociados a la vulnerabilidad frente a avenidas torrenciales, movimientos en masa e inundaciones en el municipio de Carmen de Atrato.

## ANTECEDENTES

Los factores subyacentes son procesos endógenos que contribuyen a la configuración del riesgo local (Vera y Albarracín, 2017; Syed et al., 2020). Dentro de estos se destacan la degradación ambiental, la pobreza, la falta de gobernanza, las deficientes manera de planificar y el uso inadecuado del suelo; los cuales tienen incidencia en la generación de desastres cuando se materializa una amenaza en un territorio, dado que cristalizan las vulnerabilidades (Silva, 2020). Estos factores deben ser controlados o reducidos a través de intervenciones basadas en la planificación del desarrollo sectorial, territorial, social y ambiental (Narváez et al., 2009), en las cuales se debe reforzar la gobernanza en las estrategias de reducción del riesgo (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, Sendai – UNISDR, 2015).

El estudio de los factores subyacentes en Latinoamérica ha sido abordado de forma independiente, por ejemplo, en Chile se ha destacado al cambio climático como un factor que hace a los territorios vulnerables al riesgo de desastre, por lo que han priorizado el desarrollo de instrumentos de ordenamiento territorial como estrategias de reducir su ocurrencia o en su efecto mitigar sus impactos (Unidad de Gestión del Sistema Nacional de Protección Civil - ONEMI, 2016). En un enfoque más urbanístico en Mendoza Argentina se determinó que el crecimiento demográfico tiene fuerte influencia en la generación de riesgos de desastres, esto debido a que a medida a que se expanden las poblaciones muchas familias construyen sus viviendas en sitios de alto riesgo (pendientes pronunciadas, cerca de cursos de agua) (Quiroga et al., 2016). En México, Baró et al. (2020) desarrollaron una aplicación para el análisis de factores subyacentes, el cual permitió definir a la inundación como uno de los principales riesgos para la población, ya que genera mayores impactos y daños al ambiente y a la sociedad. En este estudio también se identificaron los siguientes factores subyacentes: (1) planificación y gestión deficiente del desarrollo urbano, (2) carencia de gestión de los ordenamientos territoriales y áreas naturales protegidas, (3) desconocimiento del marco legal en la Gestión Integral del Riesgo, (4) insuficiente cultura preventiva ante las amenazas naturales y (5) la pobreza y la desigualdad asociada a la segregación urbana.

En Colombia, la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD (2017) plantea que existen factores políticos, sociales y culturales que inciden en el grado de vulnerabilidad

de los individuos en el momento de enfrentar y recuperarse ante la ocurrencia de una emergencia, debido a que los factores varían de una comunidad a otra.

Vera et al. (2017) propusieron una metodología para el análisis y especialización de la vulnerabilidad frente a amenazas de inundación, movimientos en masa y avenidas torrenciales; establecen un enfoque holístico y usan sistemas de información geográfica. Lo anterior les permitió profundizar en las dimensiones de la vulnerabilidad a partir de la identificación de diferentes variables basadas en el conocimiento que tenían las comunidades sobre los cambios en su propio territorio. En este sentido, en un estudio de caso sobre el riesgo de inundación y el uso de información geoespacial realizado en Villavicencio se evidenciaron las limitaciones, recursos y estrategias para el desarrollo de estudios de zonificación del riesgo empleando información geoespacial para apoyar municipios en proceso de incorporar este tipo de estudios en la gestión y planificación territorial. Al respecto, se realiza un análisis ambiental, se evalúan los rasgos intrínsecos del terreno tales como la geomorfología, la cobertura de la tierra y uso del suelo, el análisis climatológico y se recopilan y evalúan indicadores ambientales (Franco et al., 2019).

Desde la relación desarrollo–pobreza/vulnerabilidad, Vélez (2020) presenta una reflexión sobre la relación de dependencia entre el riesgo de desastres y el desarrollo, haciendo hincapié en las contradicciones que emergen en las prácticas que buscan, al mismo tiempo, reducir la pobreza y el riesgo. Otros autores, como Sandoval et al. (2017), también han investigado como algunas acciones que buscan aumentar la resiliencia ante desastres, terminan por tener el efecto contrario. Desde esta perspectiva, se indica que mientras existan seres humanos ocupando un territorio habrá la posibilidad de que ocurra un desastre, dado que éste no es un resultado espontáneo de la relación entre naturaleza y sociedad, sino que se desenvuelve en el tiempo de manera lineal. Por lo anterior, concluye, que la gestión del riesgo, tradicionalmente, privilegia la continuidad de actividades productivas por medio de estrategias de prevención, mitigación, corrección y restauración en las que la participación de las comunidades se limita a las consultas previas.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El presente trabajo se realizó en el municipio de Carmen de Atrato, el cual se encuentra en el Departamento del Chocó en Colombia a 276 kilómetros de la ciudad de Bogotá D.C., se ubica en estribaciones de la cordillera Occidental de Colombia, a una altura entre 1.700 m.s.n.m. Limita al norte con los municipios de Urro y Salgar (Antioquia), al sur con Lloró y Bagadó (Chocó); al oriente con Andes, Betania y Bolívar (Antioquia) y al occidente con Quibdó y Lloró (Chocó; Alcaldía municipal de Carmen de Atrato, 2020).

### Instrumentos utilizados

Se elaboró una encuesta como técnica fundamental para recoger información, la cual fue aplicada de forma presencial y virtual. Lo anterior permitió apreciar todos los elementos de interés de manera integral y entender las razones existentes detrás del comportamiento que ha llevado a las personas a asentarse en zonas de alto riesgo, así como variables ambientales que se relacionan con eventos de riesgo. Asimismo, se utilizó software SIG como ArcMap 10.8 y mapas digitales, para elaborar los mapas municipales de eventos recurrentes y ubicación de sitios de estudio.

### Población y muestra

La población estuvo conformada por los habitantes del municipio del Carmen de Atrato equivalente a 8343 personas (Departamento Nacional de Planeación – DNP, 2020). Se tomó una muestra representativa de 368 personas, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

Dada las características y particularidades de la investigación, se establecieron pesos ponderados por evento amenazante, teniendo en cuenta el nivel de daño o destrucción de cada uno y la probabilidad de ocurrencia según datos históricos. En tal sentido, el peso ponderado más alto fue para avenidas torrenciales con el 30%, seguido de movimientos en masa con el 20% e inundación con el 10%.

Definido los pesos de cada evento, se calculó el incremento porcentual de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia de diferentes eventos en un mismo territorio. Es decir, que la aplicabilidad del número de encuestas aumentó proporcionalmente al número de eventos probables que pudiesen ocurrir, es decir que en aquellos territorios donde probablemente se

pudiesen presentar los tres eventos (avenida torrencial, movimiento en masa e inundación) se le aplicó un incremento porcentual del 60%; donde probablemente se presentan dos eventos avenida torrencial y movimientos en masa el incremento fue del 50% y donde solo había probabilidad de un solo evento fue de 20% para movimientos en masa y 10% para inundaciones.

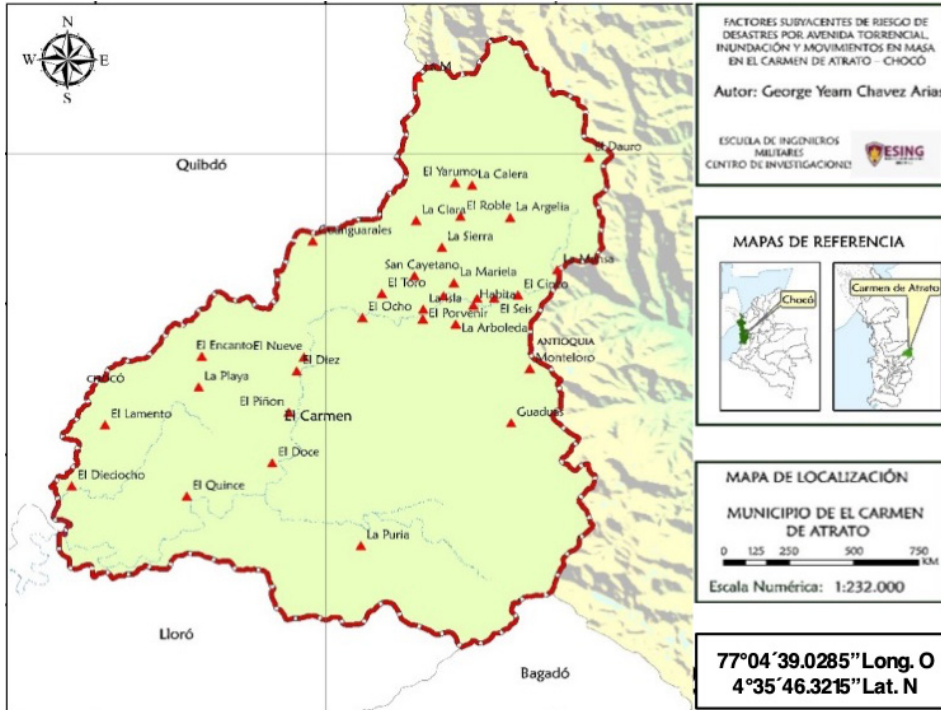


Figura 1. Localización de la zona de estudio

Fuente: elaborado por Ingeniera Yurleidy Perea, 2022.

Se determinó un incremento porcentual de 140 encuestas adicionales a las 368 del tamaño de la muestra ideal calculada, para un total de 508 encuestas aplicadas (Figura 2).

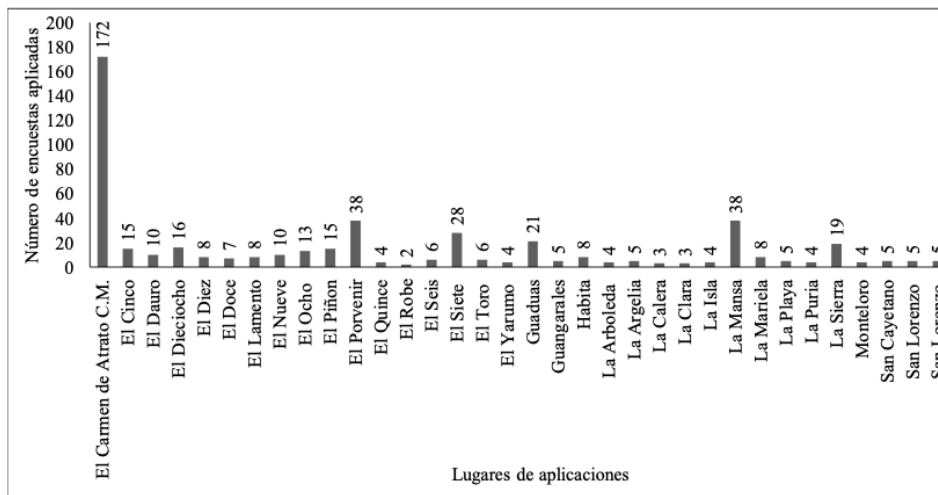


Figura 2. Lugares y número de encuestas aplicadas

Fuente: Autores, 2024.

Nota: C.M.= Cabecera Municipal

El tipo de datos recolectados se presentan en la Tabla 1, en la cual se especifican las dimensiones, los factores subyacentes y los cuatro parámetros de evaluación de cada factor subyacente. Esta tabla permite consolidar los resultados obtenidos, producto de las encuestas aplicadas a los diferentes actores territoriales. Para todos los casos, solo se tiene en cuenta el valor más alto obtenido por cada factor subyacente de riesgo, producto de las encuestas aplicadas a cada persona, entidad u organización; es decir se sumaron los colores que tengan el valor mayor.

Dimensión	Factores subyacentes de riesgo	Parámetros de evaluación de riesgo*			
		N	P	M	D
1. DIMENSIÓN ORDENAMIENTO TERRITORIAL	1.1 Conocimiento de los Instrumentos de planificación				
	1.2 Aplicación de los Instrumentos de planificación				
	1.3 Identificación de sitios afectados por Movimientos en Masa				
	1.4 Identificación de sitios afectados por Avenida Torrencial				
	1.5 Identificación de sitios afectados por Inundaciones				
	1.6 Ejecución de Obras de Infraestructuras para reducir riesgo				
2. DIMENSIÓN VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y RECURSOS NATURALES	2.1 Estado de la cobertura boscosa en márgenes de ríos y quebradas				
	2.2 Estado de la cobertura boscosa en zonas montañosas				
	2.3 Conocimiento sobre cambio climático				
	2.4 Tala de Bosques				
	2.5 Contaminación de fuentes hídricas por residuos sólidos				
	2.6 Contaminación de fuentes hídricas por vertimientos				
	2.7 Cambios registrados en la Precipitación				
	2.8 Cambios registrados en la temperatura				
3. DIMENSIÓN CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS Y DEMOGRÁFICAS	3.1 Aumento de los cultivos agrícolas				
	3.2 Aumento de las fincas ganaderas				
	3.3 Aumento de la Explotación minera				
	3.4 Aumento de la extracción de material de arrastre				
	3.5 Aumento de la cobertura de servicio de agua potable				
	3.6 Aumento de la cobertura de servicio de alcantarillado				
	3.7 Aumento de la cobertura de servicio de electricidad				
	3.8 Mejoramiento de la calidad de vida y bienestar				
	3.9 Mejoramiento de los servicios de salud				
	3.10 Conocimiento sobre riesgo de desastre				
4. DIMENSIÓN DE GOBERNANZA	4.1 Participación de la población en actividades de reducción de riesgo.				
	4.2 Participación de la población en simulacros				
	4.3 Inversión de recursos del FMGRD				
	4.4 Conocimiento sobre acciones realizadas por el CMGRD				
	4.5 Participado en rendiciones de cuenta				
	4.6 Conocimiento sobre viviendas ubicadas en zona de alto riesgo				
	4.7 Sistema de Alerta Temprana SAT				

Tabla 1. Parámetros generales de evaluación de los factores subyacentes de riesgo de Desastres

Fuente: Autores, 2024.

Notas: \* N=Nada; P=Poco; M=Mucho; D=Demasiado. FMGRD=Fondo Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres; CMGRD=Consejo Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres.

A partir de los datos consignados en la Tabla 1, se dimensionó la gestión municipal del riesgo por medio de una calificación cualitativa que se presenta en la Tabla 2.

Prioridad de intervención	Descripción calificación de gestión de riesgo municipal	Niveles de riesgo
Urgente	<b>Mala</b> gestión de riesgo de desastre realizada por la administración municipal y demás entidades del sistema nacional de gestión del riesgo de desastre.	<b>Riesgo muy alto</b>
Importante	<b>Regular</b> gestión de riesgo de desastre realizada por la administración municipal y demás entidades del sistema nacional de gestión del riesgo de desastre.	<b>Riesgo alto</b>
Moderada	<b>Buena</b> gestión de riesgo de desastre realizada por la administración municipal y demás entidades del sistema nacional de gestión del riesgo de desastre.	<b>Riesgo moderado</b>
Tolerable	<b>Excelente</b> gestión de riesgo de desastre realizada por la administración municipal y demás entidades del sistema nacional de gestión del riesgo de desastre.	<b>Riesgo bajo</b>

Tabla 2. Calificación de la gestión municipal y priorización de intervenciones en gestión de riesgo de

desastre municipal

Fuente: Autores, 2024.

## RESULTADOS

Eventos recurrentes materializados en los últimos 23 años. Los resultados de la aplicación del instrumento para la recolección de los datos indican una baja ocurrencia de eventos relacionados

con avenidas torrenciales (AVT), movimiento de masa (MM) e inundaciones (IN) en los años anteriores al 2018. Sin embargo, a partir de esta anualidad, se observa un comportamiento ascendente significativo de estos casos (AVT - Figura 3A; MM - Figura 3B; IN - Figura 3C).

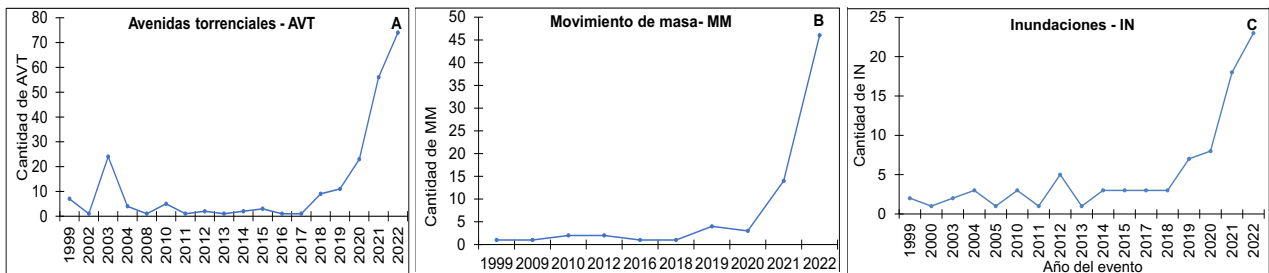


Figura 3. Eventos recurrentes de (A) avenidas torrenciales - AVT, (B) movimiento de masa - MM e (C) inundaciones - IN en el municipio de Carmen de Atrato periodo 1999-2022  
Fuente: Autores, 2024.

De igual forma, el estudio realizado muestra la distribución de eventos en el municipio de la siguiente manera: el 45% corresponde a MM, el 33% a AVT y el 19% a IN. Es relevante destacar que de las 33 comunidades del municipio, once (11) han experimentado los tres tipos de eventos, trece (13) comunidades han enfrentado dos tipos de eventos y solamente seis comunidades han sido afectadas por un solo evento (Figura 4).

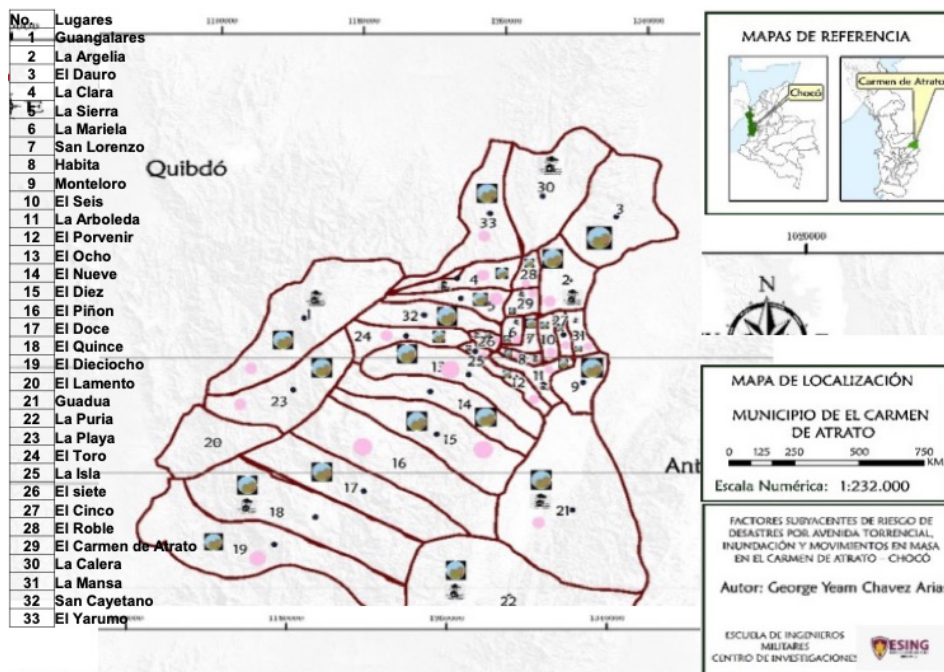


Figura 4. Mapa de eventos recurrentes de movimientos de masa, avenida torrenciales e inundaciones en el municipio de Carmen de Atrato periodo 1999-2022

Fuente: elaborado por Ingeniera Yurleidy Perea, 2022, empleando ArcMap 10.4.1.

### Identificación de los factores subyacentes del riesgo de desastres asociados a la vulnerabilidad por avenida torrencial, movimientos en masa e inundaciones

El primer factor identificado en la dimensión de ordenamiento territorial se refiere al conocimiento de los instrumentos de planificación. El 80% de las personas encuestadas mencionaron no tener ningún conocimiento sobre estos instrumentos (Factor 1, Tabla 3). De igual forma, se evidenció un amplio desconocimiento sobre la aplicación de dichos instrumentos para reducir el riesgo (Factor 2, Tabla 3).

En cuanto a la exposición y ocurrencia de eventos de riesgo, el 51% de las personas encuestadas indicaron que gran parte del municipio está expuesto o ha sido afectado por movimientos en masa (Factor 1.3, Tabla 3). Asimismo, el 47% mencionó que gran parte del territorio ha experimentado avenidas torrenciales (Factor 1.4, Tabla 3). De manera similar, el 49% de los participantes indicaron que ha habido una presencia considerable a muy frecuente de eventos relacionados con inundaciones en el municipio de Carmen de Atrato (Factor 1.5, Tabla 3).

Dimensiones	Factores subyacentes de riesgo	Parámetros de evaluación de riesgo*			
		N	P	M	D
1. Dimensión ordenamiento territorial	1.1 Conocimiento de los Instrumentos de planificación	194	89	6	0
	1.2 Aplicación de los Instrumentos de planificación	177	73	5	1
	1.3 Identificación de sitios afectados por Movimientos en Masa	70	91	230	29
	1.4 Identificación de sitios afectados por Avenida Torrencial	94	94	211	25
	1.5 Identificación de sitios afectados por Inundaciones	67	90	228	18
	1.6 Ejecución de Obras de Infraestructuras para reducir riesgo	218	82	5	3
2. Dimensión variabilidad climática y recursos naturales	2.1 Est. de cobertura boscosa en márgenes de ríos y quebradas	91	155	69	15
	2.2 Estado de la cobertura boscosa en zonas montañosas	82	80	141	21
	2.3 Conocimiento sobre cambio climático	305	101	8	2
	2.4 Tala de Bosques	11	44	93	113
	2.5 Contaminación de fuentes hídricas por residuos sólidos	42	194	109	66
	2.6 Contaminación de fuentes hídricas por vertimientos	63	183	69	82
	2.7 Cambios registrados en la Precipitación	82	196	117	65
	2.8 Cambios registrados en la temperatura	64	181	107	73
3. Dimensión condiciones socioeconómicas y demográficas	3.1 Aumento de los cultivos agrícolas	217	170	71	7
	3.2 Aumento de las fincas ganaderas	249	148	15	2
	3.3 Aumento de la Explotación minera	92	43	168	99
	3.4 Aumento de la extracción de material de arrastre	86	34	214	56
	3.5 Aumento de la cobertura de servicio de agua potable	215	84	44	31
	3.6 Aumento de la cobertura de servicio de alcantarillado	217	78	61	37
	3.7 Aumento de la cobertura de servicio de electricidad	169	77	94	43
	3.8 Mejoramiento de la calidad de vida y bienestar	202	142	86	15
	3.9 Mejoramiento de los servicios de salud	213	217	29	3
	3.10 Conocimiento sobre riesgo de desastre	213	167	18	5
4. Dimensión de gobernanza	4.1 Participación de población en actividades de RRD	185	61	5	1
	4.2 Participación de la población en simulacros	208	91	5	1
	4.3 Inversión de recursos del FMGRD	155	32	2	2
	4.4 Conocimiento sobre acciones realizadas por el CMGRD	197	34	2	1
	4.5 Participación de la población en rendiciones de cuenta	328	49	2	3
	4.6 Conocimiento de viviendas ubicadas en zona de alto riesgo	60	33	243	38
	4.7 Sistema de Alerta Temprana SAT	124	31	3	1

Tabla 3. Determinación y priorización de factores subyacentes de riesgo de desastres, asociado a vulnerabilidad y gestión administrativa de Alcaldía y demás entidades públicas, privadas y organizativas  
Fuente: Autores, 2024.

Notas: \* N=Nada; P=Poco; M=Mucho; D=Demasiado. RRD=Reducción de Riesgo de Desastre; FMGRD=Fondo Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres; CMGRD=Consejo Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres.

En cuanto a la dimensión de variabilidad climática y recursos naturales, los resultados indican una baja cobertura boscosa cercana a fuentes de agua (Factor 2.1) y montañas (Factor 2.2). Esta situación se encuentra relacionada con la práctica generalizada de tala de bosques en el territorio (Factor 2.4) y con las modificaciones en las condiciones de temperatura y precipitación que ha experimentado el municipio (Factores 2.3, 2.5 y 2.6, Tabla 3).

En la dimensión de condiciones socioeconómicas y demográficas, los resultados revelan un significativo aumento en la implementación de prácticas económicas como cultivos agrícolas (Factor 3.1), ganadería (Factor 3.2), minería (Factor 3.3) y extracción de material de arrastre (Factor 3.4). Aunque estas actividades impulsan la economía del municipio, no se observa un aumento proporcional en la cobertura de servicios públicos (Factores 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10, Tabla 3).

Finalmente, el estudio de la dimensión de gobernanza permitió identificar una baja participación de la población en las actividades relacionadas con la gestión adecuada del riesgo del municipio (Factores 4.1 y 4.2, 4.5). Además, se evidenció una insuficiente gestión del riesgo por parte de las autoridades municipales (Factores 4.3, 4.4, 4.6 y 4.7, Tabla 3).

## DISCUSIÓN

### Eventos recurrentes materializados de avenida torrencial, movimientos en masa e inundaciones en el municipio de Carmen de Atrato en los últimos 23 años

Los resultados de la investigación indican que los eventos recurrentes de avenidas torrenciales (AVT), movimiento de masa (MM) e inundación (IN) en el municipio de Carmen de Atrato han experimentado un crecimiento exponencial en los últimos tres años, llegando a cuadruplicar el número de eventos (Figura 3). Este resultado puede ser explicado por: (1) la ubicación del municipio entre el sistema montañoso de la cordillera de los Andes y el Valle del río Atrato; y (2) el cambio climático que viene experimentando el planeta (Queiroz et al., 2023). Particularmente los cambios en el clima se encuentran asociados a mayores inundaciones e incrementos en fenómenos como deslizamientos y avenidas torrenciales (Ministerio para la Transición Ecológica, 2018), los cuales se intensifican con mayores valores de precipitación (Montoya et al., 2009), que para el área de estudio, por lo general se presentan en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2015).

Los casos de AVT, MM e (IN) en el municipio del Carmen de Atrato entre 1999 y 2022 aumentaron un 89%, 86% y 92%, respectivamente (Figura 3), lo cual hace que la vulnerabilidad del territorio aumente, más si se tiene en cuenta que la población del territorio ha tenido un incremento del 38% en el mismo periodo (Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, 2023). Este resultado guarda relación con lo informado por el Cárdenas (2018), quien además en su análisis de la gestión de riesgo por inundación en Colombia sugirió que estos aumentos en la vulnerabilidad territorial se deben a factores como el conflicto en el uso de suelos, la ubicación de asentamientos humanos en zonas de alta vulnerabilidad y actividades que implican cambios significativos en la dinámica y geometría de los ríos.

### Identificación de los factores subyacentes del riesgo de desastres asociados a la vulnerabilidad por avenida torrencial, movimientos en masa e inundaciones

Los principales factores subyacentes de riesgo de desastre se encuentran relacionados con diferentes dimensiones. En la dimensión de ordenamiento territorial, destaca el desconocimiento de la población: (1) acerca de los instrumentos de planificación utilizados para la gestión del riesgo y (2) sobre la ejecución de obras de infraestructuras para reducir riesgo en el municipio (Tabla 3). Este resultado pone en evidencia una falta de articulación de esta misma gestión con la planificación del territorio, lo que puede hacer que en este contexto se hayan propuesto o se estén implementando una serie políticas ineficaces, que al final no reducen los casos de AVT, MM e IN y mucho menos las cifras de dignificados por la ocurrencia de estos eventos (Cárdenas, 2018). Frente a esto, Lavell ha sugerido que es fundamental que todos los actores estén informados sobre los proyectos y estrategias, como las alertas tempranas, para evitar desastres (Lavell, 2000) y de este modo se puedan salvar vidas.

La falta de articulación entre la gestión del riesgo y la planificación del territorio identificada en esta investigación, contribuye a que se aumente la vulnerabilidad de la población frente a los eventos recurrentes de AVT, MM e IN. Ante esto, Wilches-Chaux (1993) ha sugerido que esta problemática tiende a agudizarse por: (1) la falta de una sociedad organizada y solidaria, (2) la ausencia de educación ambiental adecuada en temas de riesgos dirigida a las comunidades y de instituciones que velen por la seguridad ciudadana, y (3) la no promoción de medidas de reducción y control del riesgo.

En cuanto a la dimensión de variabilidad climática y recursos naturales, los resultados sugieren a la tala selectiva como un actividad ampliamente practicada en el territorio, lo que sin duda alguna reduce significativamente la cobertura vegetal y con ella se disminuye el volumen de agua infiltrada al suelo, lo que implica el aumento en la escorrentía superficial (González-Velandia, 2014; Judice et al., 2021). Este resultado tiene implicaciones importantes en el contexto de estudio, debido a la aumento de la vulnerabilidad del territorio por sus altos niveles de precipitación (2500 mm anuales; Zapata y Sepúlveda, 2008), su ubicación en medio de un complejo sistema montañoso y en la parte alta de la cuenca hidrográfica del río Atrato, lo que lo hace más propenso a que sucedan casos de AVT, MM e IN.

Los resultados también señalan un bajo conocimiento de los participantes sobre la variabilidad climática que viene experimentando el planeta y en específico el municipio de Carmen de Atrato (Tabla 3; Factor 2.3). Frente a esto, el Banco Mundial Colombia (2012) sugiere que dentro de la



planificación del territorio (la elaboración de planes de ordenamiento territorial) se deben fortalecer las relaciones entre los puntos focales de las comunidades, compartiendo información que facilite la gestión adecuada de riesgos de desastres.

En la dimensión socioeconómica, uno de los factores de mayor peso está relacionado con actividades como la minería, la deforestación (tala de árboles) y el cambio de uso del suelo para ganadería y agricultura. Estos factores han sido identificados como motores significativos de la degradación de los bosques (Mosquera-Andrade, 2014), lo que aumenta la vulnerabilidad del territorio frente a los desastres (Silva, 2020). Sin embargo, los resultados presentados en la tabla 3 señalan una baja percepción de los participantes sobre estas actividades económicas en la gestión del riesgo a nivel municipal. Por lo que se sugiere que en futuras investigaciones se incluyan variables cuantitativas que permitan dimensionar los impactos de estas actividades en el aumento o disminución de la vulnerabilidad del territorio a riesgos de desastres.

En la dimensión gobernanza (Tabla 3; Factor 4) los resultados indican en primer lugar poca participación de la población en actividades de reducción de riesgo, en simulacros y rendiciones de cuentas relacionadas con la gestión de riesgo, lo que se puede deber a la poca articulación entre la gestión del riesgo y la planificación del territorio y la poca eficiencia de los canales de comunicación utilizada por las instituciones gubernamentales y no gubernamentales para comunicar las novedades relacionadas con la gestión del riesgo. De acuerdo con esto el Banco Mundial Colombia (2012) ha sugerido que realizar una gestión adecuada del riesgo de desastre se deben tener en cuenta a todos los actores, de lo contrario no se garantiza el éxito del proceso.

En segundo lugar, se destaca el poco conocimiento de los participantes en temas relacionados con: (1) la inversión de recursos del fondo municipal de gestión de riesgo de desastres (FMGRD), (2) las acciones realizadas por el Consejo Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres CMGRD y (3) el sistema de alerta temprana – SAT, lo cual tiende a relacionarse con la poca participación de la población en las rendiciones de cuenta y la planificación de las acciones para las una gestión adecuada riesgo de desastre.

#### **Priorización de los factores subyacentes de riesgo de desastre asociado a avenida torrencial, movimientos en masa e inundaciones para orientar la toma de decisiones**

Los resultados de la priorización de los factores sugieren que aproximadamente el 91% del territorio del municipio de Carmen de Atrato se encuentra en un estado de amenaza significativo, con un 39% clasificado como "Alto" y un 52% como "Muy alto" (Figura 4). Esta situación representa una llamada de atención para las autoridades municipales, quienes deben implementar estrategias efectivas para reducir estos riesgos, teniendo en cuenta la perspectiva de la participación ciudadana.

Es fundamental que las estrategias de gestión de riesgo se planifiquen desde las autoridades locales y se acompañen de la participación activa de la comunidad. Para ello, es importante hacer uso de herramientas como el sistema de alertas tempranas, que ayudan a prevenir catástrofes y mejorar la capacidad de respuesta ante situaciones de emergencia (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD, 2016).

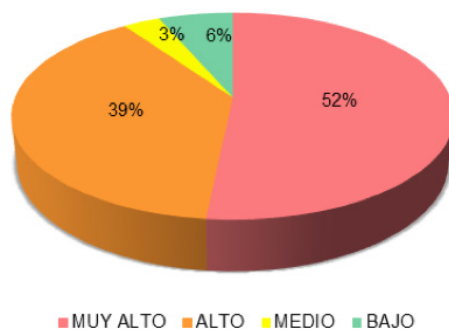


Figura 5. Distribución porcentual del riesgo  
Fuente: Autores, 2024.

Otro aspecto importante es que gran parte de la población desconoce las acciones que se llevan a cabo a nivel municipal para reducir el riesgo latente, lo que resalta la relevancia del papel de la población en las iniciativas emprendidas dentro del proceso de gestión de riesgo. Por tanto, se invita a las autoridades del municipio a revisar los resultados de la presente investigación, ya

que estos se convierten en herramientas fundamentales para la planificación de la gestión del riesgo. En ese sentido, se recomienda priorizar intervenciones urgentes que mejoren la gestión de los factores subyacentes de riesgo, especialmente aquellos relacionados con el conocimiento y aplicación de los instrumentos de planificación, la ejecución de obras de infraestructura para reducir riesgos de desastres y, sobre todo, aumentar la cobertura boscosa en las márgenes de los ríos.

Por último y no menos importante, se recomienda que el sistema municipal de gestión de riesgo, en cabeza del alcalde y su equipo de trabajo, apoyado por instancias de coordinación departamental y nacional, desarrollen acciones conducentes a reducir y mitigar el riesgo en cada una de estas amenazas de la mano de las comunidades priorizadas especialmente en materia de las acciones antrópicas en clave de las actividades económicas que aumentan la susceptibilidad.

## CONCLUSIONES

Se destaca un incremento notable en la ocurrencia de eventos de avenidas torrenciales (AVT), movimiento en masa (MM) e inundaciones (IN) en el municipio de Carmen de Atrato durante el período 2018-2022. Este fenómeno encuentra su explicación, en parte, en el cambio climático que afecta actualmente al planeta, el cual se manifiesta a través de alteraciones en los regímenes de precipitación y un aumento en los niveles de los ríos; factores que contribuyen al agravamiento de las condiciones climáticas locales.

Es importante destacar que bajo el contexto de estudio, la ubicación geográfica del territorio, juega un papel crucial en la intensificación de estos eventos adversos. Por lo que se infiere que la convergencia de estas características geográficas, junto con el impacto del cambio climático, genera un escenario propenso a la exacerbación de fenómenos que pueden incrementar la vulnerabilidad del municipio frente a AVT, MM e IN. Por lo que se subraya la necesidad de implementar medidas de adaptación y mitigación para enfrentar los desafíos climáticos y reducir los riesgos asociados a estos eventos en Carmen de Atrato.

El análisis por factor y dimensiones permitió identificar una desarticulación entre la gestión del riesgo de desastre y la planificación del territorio (Plan de desarrollo territorial) en función del riesgo; evidenciándose esto en: (1) el desconocimiento de los instrumentos de planificación por parte de la población, (2) la falta de ejecución de obras de infraestructura para reducir el riesgo, (3) el bajo conocimiento sobre el cambio climático, (4) el aumento significativo de actividades económicas (agricultura, ganadería, minería y la extracción de material de arrastre), (5) la baja participación de la población en actividades de reducción de riesgo y (6) la insuficiente gestión del riesgo por parte de las autoridades municipales.

Dentro de las limitaciones de esta investigación se debe considerar su carácter exploratorio y la posible generación de conflicto en la recolección de la información relacionada con la dimensión gobernanza. Por esta razón, no se pudo incluir un análisis del cumplimiento de las leyes, normas y reglamentos referidos a la protección civil, ordenamiento territorial y protección al ambiente. Por lo tanto, esta dimensión debe interpretarse con precaución. Con respecto al carácter exploratorio, se tiene programada una segunda fase de la investigación en la que se incluirán variables cuantitativas y posiblemente un análisis de cumplimiento de las normatividad nacional e internacional.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Tecnológica del Chocó – UTCH por el apoyo durante el proceso de formación en Maestría; al equipo de trabajo en la Facultad de Ingeniería de la UTCH en cabeza de la ingeniera Leidy Verth Viáfara Rentería. A la Corporación Autónoma para el Desarrollo Sostenible del Chocó – CODECHOCÓ por la financiación de la fase de campo de la presente investigación; a su director Arnold Alexander Rincón López y su equipo técnico por su apoyo en el levantamiento de la información en campo. A la Ingeniera Yurleidy Perea Cervera por suministrar la cartografía del área de estudio. A los habitantes del municipio de Carmen de Atrato por su hospitalidad y colaboración en el levantamiento de la información.

## REFERENCIAS

- Alcaldía Municipal Carmen de Atrato. (2020). *Plan de Desarrollo 2020-2023: Unidos por un desarrollo sostenible*. Carmen de Atrato: Alcaldía municipal.
- Banco Mundial Colombia. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas*. Bogotá: Banco Mundial.
- Baró, S., Arriaga, R., & Díaz, D.C. (2020). Análisis de los factores subyacentes constructores de vulnerabilidades ante riesgo de desastres en el Estado de México. *Acta Hispánica*, 2, 215-229. <https://doi.org/10.14232/actahisp.2020.0.215-229>
- Campos, A., Holm-Nielsen, N., Díaz, C., Rubiano, D.M., Costa, C.R., Ramírez, F., & Dickson, E. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: Un aporte para la construcción de políticas públicas*. Bogotá: Banco Mundial. <https://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>
- Cárdenas, K.I. (2018). Análisis general de la gestión del riesgo por inundación en Colombia. *Revista científica en ciencias ambientales y sostenibilidad*, 4(1). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/CAA/article/view/335841>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE. (2023). *Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 con proyecciones al 2022*. Bogotá: DANE.
- Franco, C. Nieto, A., & Camacho, V. (2019). *Estudio detallado de riesgo de inundación: retos en el acceso y obtención de información geoespacial. Caso de estudio municipio de Villavicencio - departamento del Meta*. Preprint. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32578.50880>
- González-Velandia, J.C. (2014). *La gestión del riesgo de desastres en las inundaciones de Colombia: una mirada crítica*. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2015). *Atlas climatológico de Colombia*. Bogotá: IDEAM.
- Judice, A., Gordon, J., Abrams, J., Irwin, K. (2021). Community Perceptions of Tree Risk and Management. *Land*, 10, 1096. <https://doi.org/10.3390/land10101096>
- Khobzi, J., & Usselman, P. (1974). Problemas de geomorfología en Colombia. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 3-4, 59-86. [https://www.persee.fr/doc/bifea\\_0303-7495\\_1974\\_num\\_3\\_4\\_1462](https://www.persee.fr/doc/bifea_0303-7495_1974_num_3_4_1462)
- Lavell, A. (2000). *Draft Annotated Guidelines for Inter-Agency Collaboration in Programming for Disaster Reduction*. Geneva: Emergency Response División at UNDP, 2000.
- Ministerio para la Transición Ecológica. (2018). *Inundaciones y cambio climático*. Madrid: MTE.
- Montoya, L., Silva, S., & González, J. (2009). Evaluación de zonas de amenaza por avenidas torrenciales utilizando metodologías cualitativas. Caso de aplicación a la quebrada Doña María. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 11-29. <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15/v8n15a02.pdf>
- Mosquera-Andrade, D. (2014). Motores de la deforestación del bosque húmedo Tropical bh-T de la región noroccidental colombiana. *Investigación, Biodiversidad y Desarrollo*, 33(2), 96-104.
- Narváez, L., Lavell, A., & Pérez, G. (2009). *La gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos*. Lima: Maiteé Flores Piérola - PULL CREATIVO S.R.L. [https://www.cac.int/sites/default/files/Comunidad\\_Andina.\\_Gesti%C3%B3n\\_del\\_Riesgo\\_desastres\\_un\\_enfoque\\_basado\\_en\\_procesos.\\_2009.pdf](https://www.cac.int/sites/default/files/Comunidad_Andina._Gesti%C3%B3n_del_Riesgo_desastres_un_enfoque_basado_en_procesos._2009.pdf)
- Nova, K., Ordóñez, M., & Aguilar, T.J. (2020). Evaluación del nivel de la vulnerabilidad ante el fenómeno. *Revista Espacios*, 41(21), 185 - 196.
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, Sendai - UNISDR. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Naciones Unidas.
- Queiroz de Almeida, L., da Silva Costa, M.R.P., Rodrigues Feitosa Frazão, A.P., Gondim de Freitas, A., Azevedo de Souza, E., Lima de Souza, J., Silva de Matos, L., da Silva Juvenal, P.H., Gomes da Silva, J. & Baptista Tirelo, T.S. (2023). Riesgo de desastre y cambio climático: Un breve análisis a partir del estudio de caso de Galinhos, Brasil. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 7(2), 111-125. <https://doi.org/10.55467/reder.v7i2.127>
- Quiroga, S., Videla, M., Vila, I., & Bustamante, M. (2016). *Factores subyacentes del riesgo y Ordenamiento Territorial en el Gran Mendoza, Argentina*. Mendoza: Universidad de Cuyo.

- Sandoval, V., González-Muzzio, C., & Albornoz, C. (2017). Post-disaster institutional and community responses: Uneven outcomes on environmental justice and resilience in Chaitén, Chile. In Allen, A. Griffin, L., & Johnson, C. (Eds.), *Environmental Justice, Urbanization and Resilience in the Global South* (pp.79-94). Palgrave Macmillan. [https://doi.org/10.1057/978-1-137-47354-7\\_5](https://doi.org/10.1057/978-1-137-47354-7_5)
- Silva, N. (2020). Identificación de los factores subyacentes del riesgo de desastre en el nivel comunal en Chile. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 4(1), 21-34. <https://doi.org/10.55467/reder.v4i1.39>
- Syed, S.A., Azrulfitri, M., & Majid, T.A. (2020). Underlying Disaster Risk Factors for Sustainable Coastal Development Projects in Malaysia. In: Mohamed Nazri, F. (eds) *Proceedings of AICCE'19. AICCE 2019. Lecture Notes in Civil Engineering*, vol 53. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-32816-0\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-32816-0_22)
- Unidad de Gestión del Sistema Nacional de Protección Civil - ONEMI. (2016). *Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - 2015-2018*. Santiago de Chile: ONEMI.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD. (2017). *Lineamientos para el análisis de la vulnerabilidad social en los estudios de la Gestión Municipal del Riesgo de Desastre*. Bogotá: UNGRID.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD. (2016). *Guía para la implementación de sistemas de alerta temprana*. Bogotá: Alcaldía de Bogotá.
- Vélez, S. (2020). El desarrollo es un modelo generador de condiciones de riesgo de desastres. *Revista de la Facultad de Trabajo Social*, 34(34), 125-132. <https://doi.org/10.18566/rfts.v34n34.a05>
- Vera, J.M., & Albarracín, A.P. (2017). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 109-136.
- Villegas, P.A., & Obregón, N. (2020). Gestión del riesgo por inundaciones: un metamodelo para el desarrollo de artefactos participativos. (Colombia). En C.N. (Eds.). *Investigaciones en gestión del riesgo de desastres para Colombia*. Bogotá. pp. 356 - 379.
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. En A. Maskrey (Ed.), *Los desastres no son naturales*. Colombia: La Red.
- Zapata, G., & Sepúlveda, L. (2008). *Diagnóstico geológico-geoquímico de la plancha 165 Carmen de Atrato*. Medellín: Ministerio de Minas y Energía.