



**METODOLOGÍAS GEOLÓGICAS PARTICIPATIVAS PARA LA REDUCCIÓN
DEL RIESGO EN ZONAS DE LADERA DEL VALLE DE ABURRÁ MEDIANTE
SOLUCIONES DE BASADAS EN LA NATURALEZA**

**Participatory geological methodologies for risk reduction in slope areas of the
Aburrá Valley through Nature-Based Solutions**

DANIELA ALEJANDRA RAMÍREZ BRUNO

Monografía investigativa presentada como requisito de grado para optar al título de
Geóloga

Docente:

José Fernando Duque Trujillo

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE CIENCIAS APLICADAS E INGENIERÍA
GEOLOGÍA
MEDELLÍN

2025

Contenido

1. Resumen	3
2. Abstract	4
3. Introducción.....	5
4. Objetivos	6
5. Marco teórico	7
6. Caracterización Valle de Aburrá	15
7. Revisión bibliográfica y comparación de hipótesis	20
8. Propuesta - Metodologías geológicas participativas.	27
9. Conclusiones	35
10. Referencias	36

Lista de figuras

Figura 1. Localización y geología del valle de Aburrá.	16
Figura 2. Eventos históricos de movimientos en masa identificados en el Valle de Aburrá.	18
Figura 3. Amenaza por movimientos en masa en la cuenca del Valle de Aburrá.	19

Lista de tablas

Tabla 1. Comparación de hipótesis sobre metodologías participativas para la reducción del riesgo en zonas de ladera. Elaboración propia.	23
---	----

1. Resumen

La erosión del suelo y los movimientos en masa son procesos geomorfológicos que representan una de las principales causas de degradación ambiental en zonas de ladera, especialmente en contextos urbanos como el Valle de Aburrá. Aunque tradicionalmente la reducción del riesgo ha dependido de soluciones ingenieriles convencionales, en los últimos años ha aumentado el interés por las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) como alternativas sostenibles para el control de la inestabilidad de laderas. Sin embargo, la mayoría de estas intervenciones carecen de un enfoque participativo integral que incorpore los saberes y capacidades de las comunidades que habitan estos territorios. Esta monografía examina el potencial de las metodologías geológicas participativas como herramienta para articular conocimiento técnico y participación comunitaria en procesos de reducción del riesgo.

A través de una revisión bibliográfica de experiencias internacionales y latinoamericanas, y del análisis de casos se identifican factores que favorecen y limitan la sostenibilidad de las intervenciones. Sobre esta base, se propone una metodología geológica participativa estructurada en siete fases orientada a facilitar procesos para la reducción del riesgo en zonas de ladera como las del Valle de Aburrá. La propuesta enfatiza el rol transformador de la participación comunitaria en la gestión del riesgo y destaca que la integración entre conocimiento técnico, saberes locales y SBN constituye una estrategia efectiva para promover soluciones sostenibles y socialmente legitimadas. Este enfoque se presenta como una vía prometedora para fortalecer la resiliencia territorial y mejorar la gobernanza del riesgo en regiones con alta susceptibilidad a movimientos en masa.

2. Abstract

Soil erosion and mass movements are geomorphological processes that represent one of the main drivers of environmental degradation in hillside areas, especially in urban contexts such as the Aburrá Valley. Although risk reduction has traditionally relied on conventional engineering solutions, recent years have seen growing interest in Nature-Based Solutions (NbS) as sustainable alternatives for slope stabilization. However, most of these interventions lack a comprehensive participatory approach that incorporates the knowledge and capacities of the communities inhabiting these territories. This monograph examines the potential of participatory geological methodologies as tools to integrate technical knowledge with community participation in risk reduction processes.

Through a literature review of international and Latin American experiences, and the analysis of selected case studies, factors that enhance or limit the sustainability of interventions are identified. Based on this analysis, a seven-phase participatory geological methodology is proposed to facilitate risk reduction processes in hillside areas such as those of the Aburrá Valley. The proposal emphasizes the transformative role of community participation in risk management and highlights that the integration of technical knowledge, local knowledge, and NbS constitutes an effective strategy for promoting sustainable and socially legitimized solutions. This approach emerges as a promising pathway to strengthen territorial resilience and improve risk governance in regions with high susceptibility to mass movements.

2. Introducción

La erosión del suelo y los movimientos en masa son procesos geomorfológicos reconocidos como formas de degradación de la tierra, una problemática global que representa grandes desafíos ambientales y socioeconómicos (Guerra et al., 2017). Si bien ambos fenómenos son procesos naturales, su desarrollo suele verse acelerado por las actividades humanas afectando la vida de millones de personas, especialmente en las poblaciones más vulnerables (Guerra et al., 2017).

Aunque las medidas convencionales que incluyen estructuras de hormigón y/o acero continúan siendo utilizadas para mitigar los impactos de la erosión y los movimientos en masa, en los últimos años ha surgido un interés por utilizar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) para la protección de laderas (Mickovski et al., 2024). Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), las SBN son acciones orientadas a proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados, que aborden los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad (Cohen-Shacham et al., 2019).

A nivel global, la investigación sobre estabilidad de laderas y SBN se concentra en países del norte global que sufren pérdidas humanas y económicas significativas a causa de movimientos en masa. Este es el caso de China, Italia y Estados Unidos, que han sido los países con mayores pérdidas económicas debido a estos fenómenos entre 1930 y 2018 (Arce-Mojica et al., 2019). Durante la última década se ha registrado un aumento significativo de publicaciones sobre esta temática, donde el enfoque principal ha sido el control de la estabilidad de laderas por medio de sistemas radicales, refuerzos y barreras, y el manejo de la vegetación, incluyendo su conservación, rehabilitación y recuperación (Arce-Mojica et al., 2019). Para el caso de Latinoamérica, las investigaciones sobre esta temática se han concentrado en el uso de la vegetación como metodología principal para la estabilización de las laderas (Hostettler., et al 2019; Maxwald et al., 2020; Dantas., et al 2023).

En Colombia específicamente, se han promovido las técnicas de bioingeniería y la vegetación como alternativas sostenibles para el control de la erosión y la estabilización de laderas (González, 2024). Entre las metodologías más comunes se encuentran las zanjas (Rivera, 1998; Rivera et al., 2015; Salazar et al., 2023), los trinchos vivos (Rivera,

2002; Salazar et al., 2023) y las terrazas escalonadas (Rivera y Sinisterra, 2006), además del uso de vegetación multiestrato con sistemas radiculares profundos para mejorar la cohesión del suelo y reducir los procesos erosivos (Rivera y Sinisterra, 2006; Grima et al., 2020; Salazar et al., 2023).

Si bien estas intervenciones se relacionan con los principios de las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN), suelen enfocarse principalmente en su componente técnico dejando de lado la visión integral que las SBN proponen, la cual incluye dimensiones ecológicas, sociales y de gobernanza. En este sentido, se hace necesario involucrar activamente a las comunidades locales en los procesos de implementación de estas medidas, de manera que se fortalezcan las capacidades locales y se garantice la durabilidad y la apropiación social de las intervenciones (González, 2024).

A partir de esta necesidad, esta monografía busca identificar metodologías geológicas implementadas en la reducción del riesgo de desastres en zonas de ladera, que estén fundamentadas en SBN, y que sean aplicables en el contexto del Valle de Aburrá, Colombia, y diseñar formas efectivas de comunicarlas a comunidades vulnerables, con miras a promover procesos participativos que fortalezcan la sostenibilidad y el manejo del territorio.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Proponer metodologías geológicas participativas fundamentadas en Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) y diseñar estrategias de comunicación efectivas mediante la revisión bibliográfica y el análisis de experiencias existentes que propicien soluciones comunitarias para la reducción del riesgo en zonas de ladera.

4.2 Objetivos específicos

1. Recopilar información secundaria sobre metodologías geológicas fundamentadas en Soluciones Basadas en la Naturaleza aplicadas a la reducción del riesgo por movimientos en masa y erosión.
2. Analizar metodologías que integren enfoques participativos en la gestión del riesgo, identificando sus fortalezas, limitaciones y oportunidades de aplicación en el proceso de estabilización de laderas.

3. Diseñar una propuesta de metodologías geológicas participativas para la reducción del riesgo en zonas de ladera en contextos como el del Valle de Aburrá.

5. Marco teórico

5.1 Geomorfología

La geomorfología es la ciencia que estudia las formas del relieve, su origen, evolución y su relación con los procesos internos y externos de la tierra que modelan el paisaje y registran los cambios geológicos a través del tiempo, entre los que se incluyen los procesos denudativos (González, 2024).

5.1.1 Procesos denudativos

Los procesos denudativos están relacionados con la pérdida o degradación del terreno, tanto por acción netamente del agua, que origina arrastre de partículas (erosión), como por la acción de la fuerza de la gravedad, en conjunto con el agua (remoción en masa).

En los procesos de erosión, las partículas sueltas del terreno son separadas por las gotas de lluvia (erosión pluvial o saltación) y luego son transportadas por flujos de agua superficial (erosión laminar). En los procesos de remoción en masa, el movimiento del terreno es gravitacional, pendiente abajo y en terrenos tropicales como los de Colombia, generalmente se presentan con la intervención del agua en movimiento. Ambos procesos pueden presentarse en un terreno de manera individual o conjunta (Rivera., et al 2015)

5.1.2 Erosión

La erosión del suelo es una forma severa de degradación física que consiste en la pérdida de la capa superficial del terreno por el arranque y transporte de partículas, debido al impacto de la lluvia y las aguas de escorrentía y/o por efecto del viento (Rivera et al., 2015).

Según Rivera y Sinisterra (2006), los factores que desencadenan o agravan los fenómenos erosivos pueden ser de origen natural o por intervención humana. Entre los factores de origen natural se encuentran el régimen de lluvias (frecuencia, duración, intensidad e intervalos entre eventos de gran magnitud), la pendiente (pendientes abruptas favorecen los movimientos en masa), algunos fenómenos naturales (sismos, crecientes o deshielos) y el tipo de suelo (suelos arcillosos, suelos derivados de rocas metamórficas muy meteorizadas, suelos derivados de conglomerados poco estructurados y suelos derivados de materiales con inclinación positiva).

En cuanto a los factores asociados a las actividades humanas se destacan el uso indebido del suelo (deforestación, intervención de drenajes naturales y cortes transversales a la dirección de los cauces), el mal manejo agropecuario de los suelos (monocultivos, quemas y riegos excesivos), y la construcción de obras de infraestructura sin la planificación adecuada (localización en zonas de riesgo, mal o inexistente manejo de aguas de escorrentía (Rivera y Sinisterra, 2006).

De acuerdo con Rivera y Sinisterra (2006), los fenómenos erosivos más comunes son:

- Erosión laminar: Desplazamiento casi uniforme de una capa o perfil delgado del suelo, producido por el impacto de las gotas de lluvia al golpear el suelo y por la fuerza de la escorrentía.
- Erosión en surcos: Formación de pequeños sucros que con el tiempo se transforman en zanjales a lo largo de la pendiente del terreno.
- Erosión en cárcavas: Avance degradativo de la erosión en surcos, ocasionado por la unión de varios de estos para formar zanjales de gran tamaño, con frecuencia ramificadas y profundas, originadas por la concentración y descarga de caudales altos en un solo sitio.

5.1.3 Remoción o movimientos en masa

Según Guerra et al. (2017), un movimiento en masa se define como el desplazamiento de suelo y/o roca pendiente abajo por gravedad, de materiales colectivos, sin que necesariamente esté influenciado por la acción del agua o del hielo. Cuando hay acción de agua y/o hielo, es posible que disminuya la resistencia al corte del suelo, lo que contribuye al comportamiento plástico o líquido del suelo, y provoca que el movimiento en masa sea aún más catastrófico.

Existen muchas causas para los movimientos en masa. Entre ellas están la deforestación, las condiciones hidrológicas adversas, el socavamiento de taludes, el clima (precipitación/deshielo), la geología (capas impermeables y arcillas expansivas), los sismos y las erupciones volcánicas (Guerra et al., 2017). Otros factores como el vertimiento de aguas de escorrentía, los nacimientos naturales de agua, el descole de alcantarillas en vías, los pozos sépticos, tuberías de la red de acueducto o alcantarillado en mal estado, entre otros, favorecen la infiltración en exceso de agua en un terreno y los movimientos en masa (Rivera et al., 2015).

Los principales tipos de movimiento en masa son caídas, deslizamientos y flujos (Guerra et al., 2017). De acuerdo con Rivera et al. (2015), es común encontrar la combinación de varios mecanismos en un solo sector. En estos casos se les denomina procesos complejos. Los deslizamientos son el tipo de movimiento en masa más común y catastrófico. Cada año, son responsables de daños por cientos de millones de dólares y en promedio, cobran más de 1000 vidas en todo el mundo. Aunque son más comunes en áreas montañosas, los deslizamientos pueden ocurrir en cualquier lugar con suficiente relieve local para generar tensiones gravitacionales capaces de causar que la roca o el suelo fallen (Guerra et al., 2017).

5.2 Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN)

Las Soluciones Basadas en la naturaleza o SBN son acciones destinadas a proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados, que aborden los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios para la biodiversidad (Arce-Mojica et al., 2019).

Según Cohen-Shacham et al. (2019). Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) pueden considerarse un concepto general que abarca una serie de enfoques basados en ecosistemas desde donde se abordan desafíos sociales específicos o múltiples, mientras proporcionan simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad. Los principios que las rigen son:

- Las SBN adoptan las normas y principios de conservación de la naturaleza.
- Se pueden implementar de manera independiente o de forma integrada con otras soluciones a los desafíos sociales (por ejemplo, soluciones tecnológicas e ingenieriles).
- Se determinan por contextos naturales y culturales específicos del sitio incluyendo conocimientos tradicionales, locales y científicos.
- Generan beneficios sociales de manera justa y equitativa, fomentando la transparencia y la participación amplia.
- Mantienen la diversidad biológica y cultural y la capacidad de los ecosistemas para evolucionar con el tiempo.

- Se aplican a gran escala espacial, incluso cuando se implementan a nivel de sitio específico, es importante considerar el contexto y las consecuencias a una escala más amplia.
- Reconocen y abordan los compromisos entre la producción de algunos beneficios económicos inmediatos y las opciones futuras para la producción de servicios ecosistémicos.
- Son una parte integral del diseño general de políticas, medidas o acciones para abordar un desafío específico.

5.2.1 Bioingeniería

La bioingeniería se basa en la construcción de estructuras vivas que emplean diferentes partes de las plantas, principalmente raíces y tallos, las cuales sirven como elementos de la estructura principal en el sistema que protege las laderas. Estas soluciones, rápidas, sencillas, eficientes, no perecederas y de muy bajo costo, se convierten en refuerzo mecánico, drenaje hidráulico y barrera natural para contener la erosión y los movimientos en masa (Rivera y Sinisterra, 2006).

5.2.2 Obras de bioingeniería

De acuerdo con lo planteado por Rivera y Sinisterra (2006), las obras de bioingeniería se basan en el establecimiento de estructuras biomecánicas en los focos erosivos y en sus zonas de influencia, por medio del uso de materiales vegetales vivos propios de cada región para favorecer la recuperación de los suelos y la vegetación. Entre las obras de bioingeniería se destacan las siguientes:

- Sistemas de drenaje mediante filtros vivos en espina de pescado: Son zanjas interconectadas en el sentido de la pendiente, que se rellenan con camas sobrepuestas de material vegetal con capacidad de rebrote. Los filtros vivos permiten la evacuación rápida de las aguas internas que saturan el terreno, conduciéndolas hasta lugares seguros, como drenajes naturales y cunetas.
- Trinchos vivos escalonados con o sin vertedero: Estructuras biomecánicas establecidas en forma escalonada a través de la pendiente o dentro de los drenajes naturales y cauces de

quebradas. Los trinchos vivos disipan la energía cinética del agua, controlan el arrastre de materiales, estabilizan el terreno y favorecen la recuperación de la vegetación. No son obras de contención.

- Terrazas vivas: Estructuras de estabilización construidas en sentido de la pendiente formando balcones escalonados que luego son revestidos con cobertura vegetal. Brindan estabilidad en la base de terrenos deleznales, especialmente en taludes, derrumbes y negativos de carreteras.
- Disipadores simples de energía y escalinatas: Estacas acostadas a través de la pendiente en áreas desprotegidas. Los disipadores y escalinatas reducen la velocidad del agua de escorrentía y cubren con vegetación las áreas críticas y de tránsito.
- Manejo técnico de carreteras y corredores ribereños: conducción segura del agua en cunetas, taludes y negativos de carreteras y estabilización de corredores ribereños. Incluye obras tales como la apertura de ventanas para fragmentación y entrega de las aguas de escorrentía, el perfilado positivo de la banca, la instalación de disipadores simples de escorrentía y la protección de los suelos desnudos con vegetación.

5.3 Gestión del riesgo en Colombia

La política pública nacional, en materia de gestión del riesgo de desastres, está contenida principalmente en la Ley 1523 de 2012, la cual crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), señala los mecanismos de financiación del sistema, define varios instrumentos de planificación y establece el régimen especial para situaciones de desastres (UNGRD, 2024).

La ley 1523 de 2012 define la gestión del riesgo como un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible (Congreso de la República, 2012).

Otros conceptos claves para esta investigación que se precisan en la ley 1523 de 2012 son:

- Adaptación: es el ajuste de los sistemas naturales o humanos a los estímulos climáticos actuales o esperados o a sus efectos, con el fin de moderar perjuicios o explotar oportunidades beneficiosas.
- Alerta: estado que se declara con anterioridad a la manifestación de un evento peligroso, con base en el monitoreo del comportamiento del respectivo fenómeno, con el fin de que las entidades y la población involucrada activen procedimientos de acción previamente establecidos.
- Amenaza: peligro latente de que un evento físico de origen natural o por la acción humana, 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.
- Análisis y evaluación del riesgo: implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades.
- Conocimiento del riesgo: es el proceso compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia que alimente los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre.
- Desastre: es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o, los recursos ambientales o los animales, causa daños o pérdidas de vidas humanas o animales, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento

de la sociedad.

- Intervención: corresponde al tratamiento del riesgo mediante la modificación intencional de las características de un fenómeno con el fin de reducir la amenaza que representa o de modificar las características intrínsecas de un elemento expuesto para reducir su vulnerabilidad.
- Reducción del riesgo: son medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los animales, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos.
- Riesgo de desastres: corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad.
- Vulnerabilidad: susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente.

5.4 Metodologías participativas

El desarrollo de las metodologías participativas surge de un enfoque epistemológico que reconoce la realidad, la vida y las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza como sistemas interdependientes, integrales y dinámicos. Este paradigma plantea que los procesos sociales deben abordarse desde la complejidad y la interacción constante entre sus componentes (Alpízar, 2016).

Los fundamentos teóricos de las metodologías participativas se vinculan estrechamente con cada una de las etapas de los procesos de intervención social, garantizando la coherencia, la integralidad y la efectividad de las acciones implementadas. La ausencia de un enfoque metodológico participativo puede conducir a la fragmentación de los procesos, a la pérdida de

eficacia y a una baja sostenibilidad de las intervenciones, limitando su impacto social y su capacidad de transformación (Alpízar, 2016).

En el contexto de gestión del riesgo, los enfoques participativos han demostrado ser herramientas útiles para comprender y gestionar sistemas socioambientales complejos, contribuyendo de manera continua al mejoramiento, la generación de nuevos aprendizajes y el fortalecimiento de la gobernanza y la reducción del riesgo (Bustillos et al., 2019).

Sin embargo, en la mayoría de las investigaciones las comunidades participan principalmente como proveedoras de información, con muy poca o nula capacidad de decisión sobre los procesos. Si bien se reportan efectos positivos en algunos estudios, su alcance es limitado debido a que no se establecen las condiciones para que estos se sostengan en el tiempo (Suazo et al., 2025).

5.4.1 Metodologías geológicas participativas

Aunque en la práctica existen diversas experiencias que integran herramientas de la geología con procesos de participación comunitaria (por ejemplo, en el mapeo de amenazas (Fagerholm, 2021) o la geoconservación (Oliveira et al., 2015)), no se ha identificado en la literatura científica un término que agrupe de manera explícita estas aproximaciones.

Por lo anterior, en este trabajo se propone el concepto de metodologías geológicas participativas para referirse a un conjunto de estrategias que articulan el conocimiento y las técnicas propias de la geología con los saberes, percepciones y experiencias de las comunidades locales en todas las fases del proceso.

Su propósito es fortalecer la comprensión colectiva del territorio, promover la apropiación social del conocimiento geológico y facilitar la implementación de soluciones contextualizadas y sostenibles en el tiempo. De esta forma, las comunidades no solo se benefician de los resultados técnicos, sino que participan directamente en la generación, aplicación y mantenimiento de las medidas, construyendo capacidades locales y vínculos de corresponsabilidad en el manejo de su entorno.

6. Caracterización del Valle de Aburrá

El Valle de Aburrá está localizado en la Cordillera Central de los Andes colombianos, con una longitud aproximada de 80 km y una amplitud variable de 30 km en el sector más ancho y 10 km en el sector más angosto. Comprende un área de 1.173 km², de los cuales el 30% aproximadamente corresponde a áreas urbanizadas. A lo largo de este valle, se localizan 10 municipios (Barbosa, Copacabana, Girardota, Bello, Medellín, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella y Caldas) con una población total de 3,9 millones de habitantes (Aristizábal et al., 2019).

Geológicamente, el valle se caracteriza por la presencia de rocas desde el Paleozoico hasta el Cuaternario, que incluyen rocas metamórficas tipo esquistos, anfíbolitas, neises y migmatitas con fuerte afectación tectónica. Las rocas ígneas están representadas por cuerpos intrusivos de edades cretácicas y triásicas de composición ácida a intermedia. Finalmente, se tienen rocas volcánico sedimentarias y un conjunto de depósitos del Neógeno – Cuaternario, que se agrupan en depósitos de flujos, depósitos aluviales, depósitos aluviotorrenciales y llenos antrópicos (Aristizábal et al., 2019).

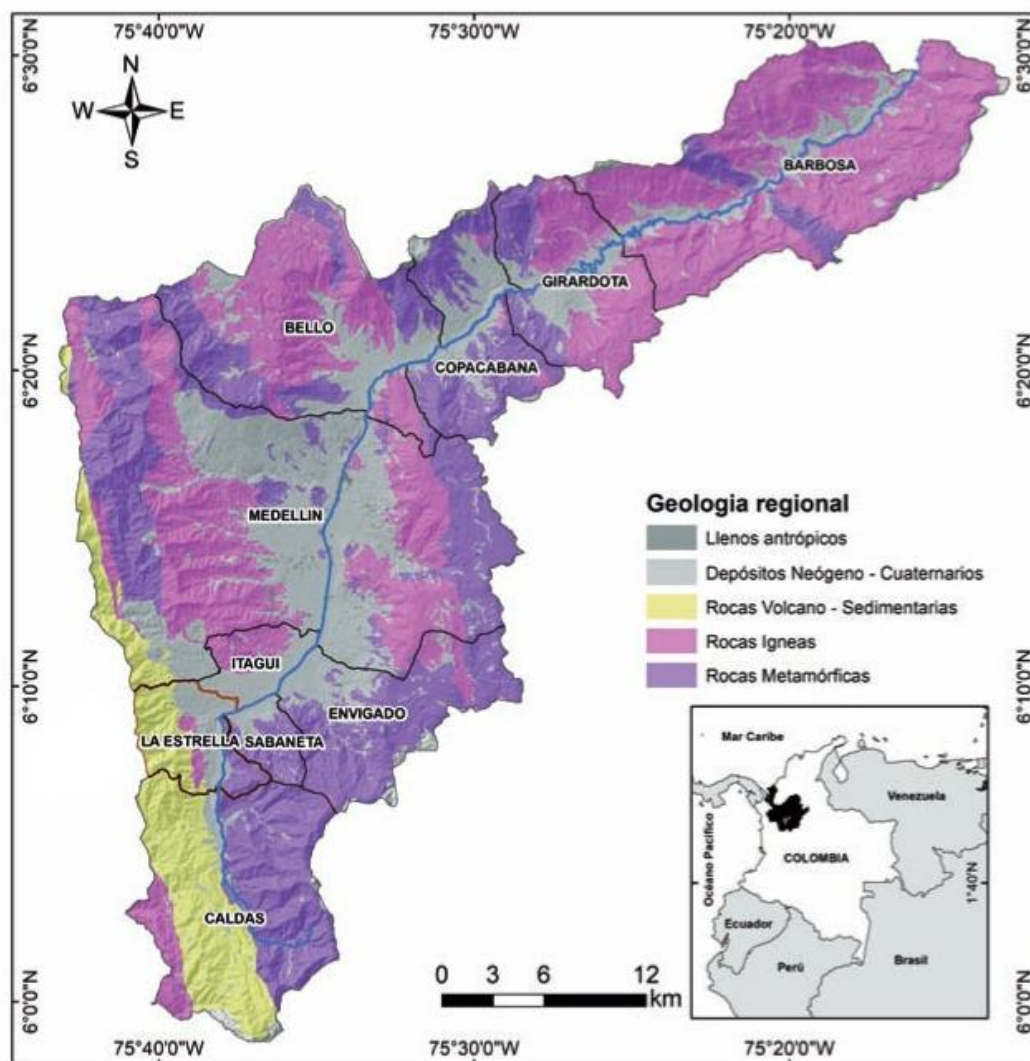


Figura 1. Localización y geología del valle de Aburrá. *Nota.* Tomado y adaptado de Aristizábal et al. (2019).

En cuanto a la geomorfología, el Valle de Aburrá se caracteriza por ser un cañón entallado entre un sistema de altiplanos, el cual está conformado por una sucesión escalonada de superficies de erosión separadas por escarpes regionales que marcan pulsos del levantamiento de la Cordillera Central. El Valle de Aburrá está segmentado en tres partes: valle superior, valle medio y valle inferior. De acuerdo con las características generales de forma, ancho, orientación y contexto geomorfológico al interior de cada segmento, se identifican diferentes geoformas relacionadas genéticamente (Aristizábal et al., 2019).

Estructuralmente el valle se caracteriza por la presencia de trazas del sistema de fallas Romeral al sur y al oeste y varias fallas del orden local al este y al norte principalmente, que

no han sido suficientemente estudiadas como para establecer su posible nivel de actividad. Los macizos rocosos que afloran en el valle presentan diferente intensidad de fracturamiento, afectando las propiedades mecánicas e hidráulicas y generando diferentes mecanismos de inestabilidad (AMVA, 2012).

De acuerdo con Aristizábal et al. (2019), el Valle de Aburrá es una de las áreas más afectadas por movimientos en masa en la región andina. En los últimos 50 años, los municipios que conforman el Valle han experimentado un crecimiento poblacional acelerado, dando como resultado el incremento de asentamientos sobre zonas susceptibles a fenómenos tipo movimientos en masa. Esto, sumado a las condiciones geológicas e hidrometeorológicas que han formado y modelado el Valle, hacen de este territorio un área altamente susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa, y que en muchos casos han generado grandes desastres.

En la Figura 2, se puede observar el registro de 732 eventos de movimientos en masa ocurridos en el Valle de Aburrá, los cuales fueron recopilados en bases de datos disponibles desde el 2010. Los eventos se encuentran principalmente en los municipios de Envigado, Barbosa, La Estrella e Itagüí y en la ciudad de Medellín. Los eventos registrados principalmente son flujos, caídas de roca y deslizamientos traslacionales relacionados principalmente con lomos denudados en unidades ígneas y cuaternarias poco consolidadas con gran contenido de material terrígeno, tamaño arcilla (Corantioquia, 2018).

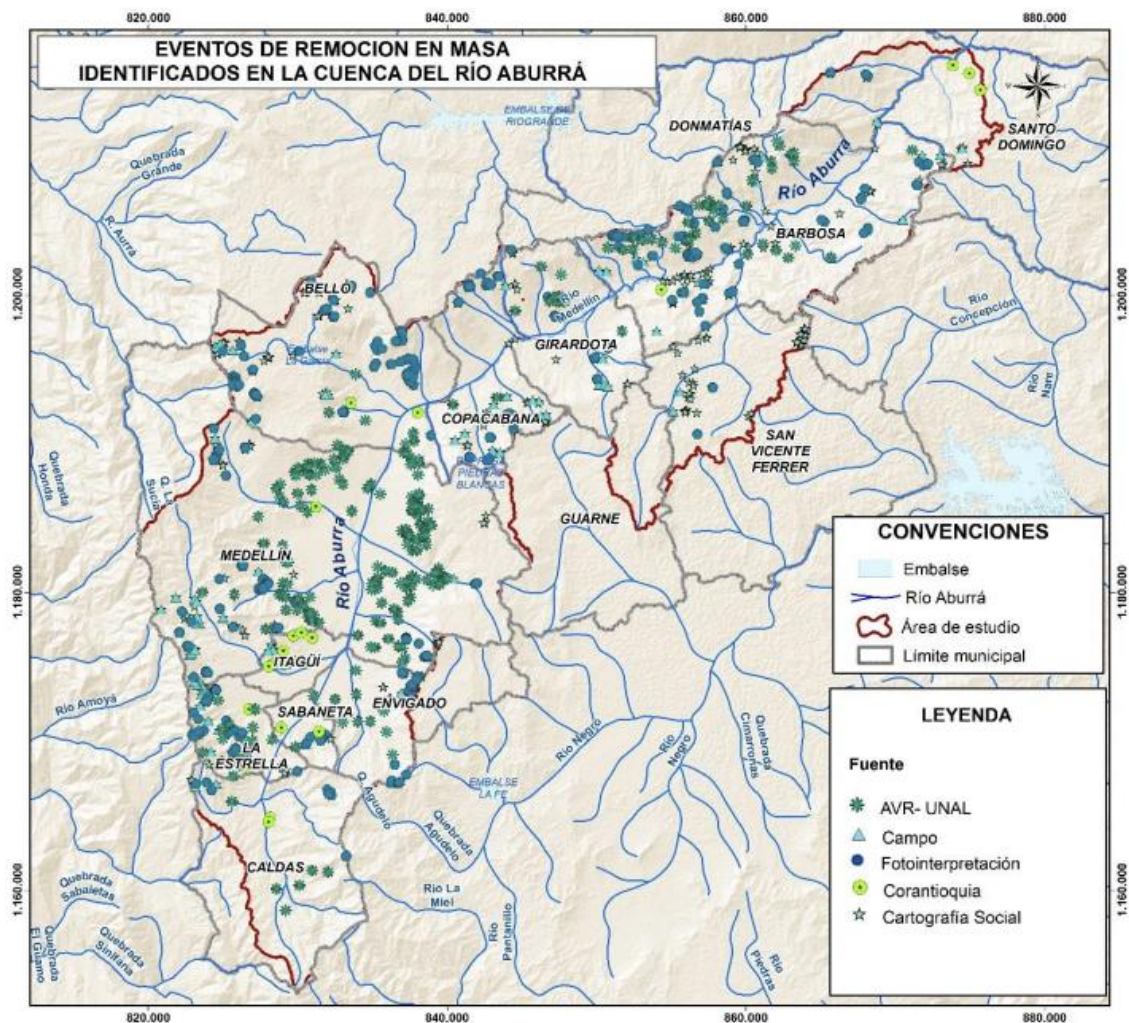


Figura 2. Eventos históricos de movimientos en masa identificados en el Valle de Aburrá.
Tomado de POMCA (Corantioquia, 2018).

6.1 Zonificación de la amenaza por movimientos en masa en el Valle de Aburrá

La zonificación de amenaza para el Valle de Aburrá refleja valores bajos para una proporción de alrededor del 31% del territorio (37.000 ha), valores medios cercanos al 57% (69.648 ha) y altos en el resto de la cuenca con un 12% (14.073 ha) de extensión como se observan en la Figura 3 (Corantioquia, 2018).

En la parte sur, específicamente en los municipios de Sabaneta, Envigado y Caldas se presentan los relieves más abruptos de la cuenca con pendientes relativamente mayores y niveles moderados de espesor de láminas de agua para los casos de saturación parcial de suelos (Corantioquia, 2018).

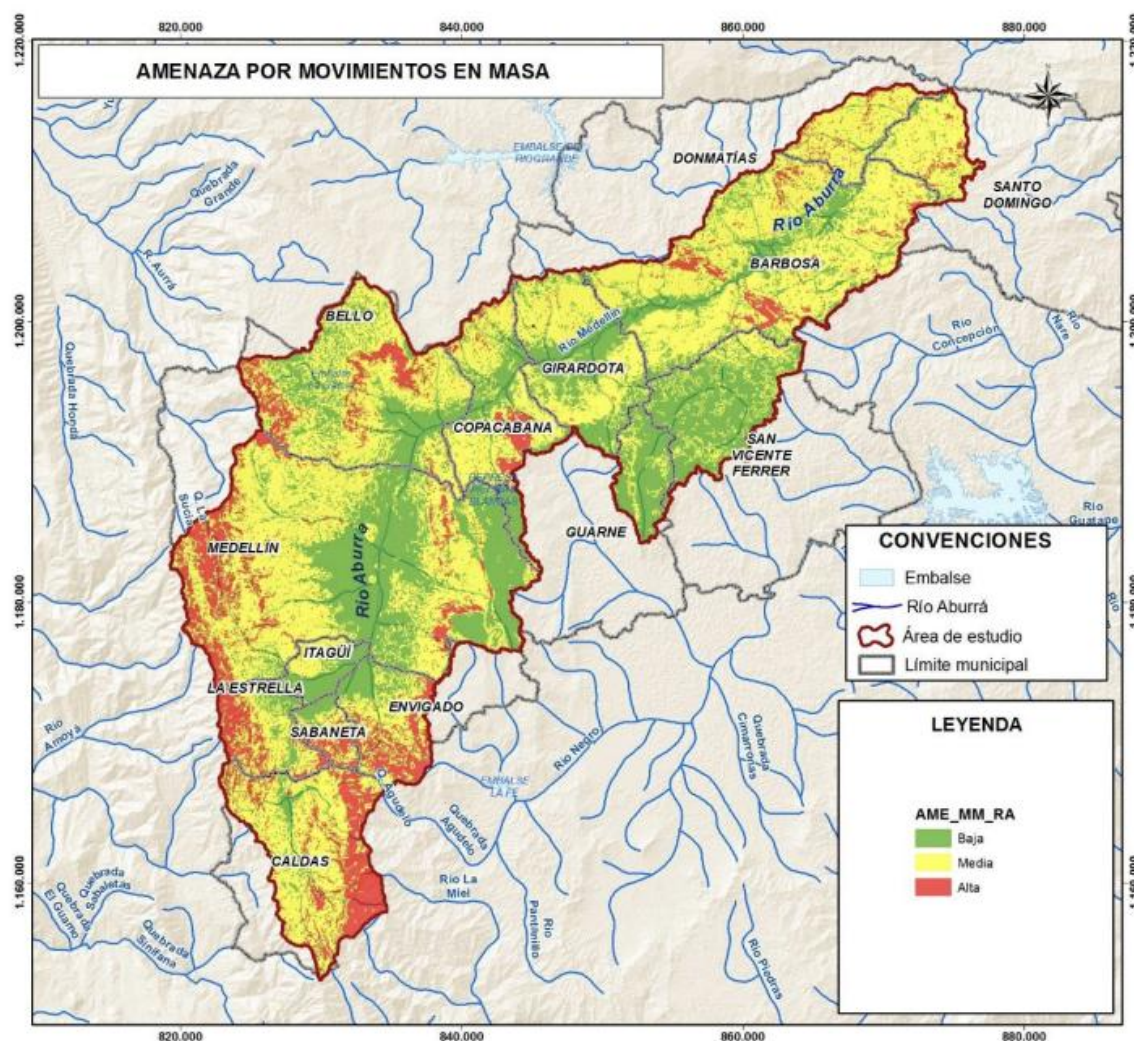


Figura 3. Amenaza por movimientos en masa en la cuenca del Valle de Aburrá. Tomado de POMCA (2016)

En sectores de los municipios de Caldas, Envigado, Sabaneta, La Estrella y Bello se presentan predominantemente zonas de amenaza media y alta, que se logran contrastar en algunos sectores por el resultado del coeficiente de aceleración sísmica de la cuenca. Por otra parte, en la ciudad de Medellín y demás municipios predominan las amenazas media y baja con variaciones moderadas de pendientes y unidades litológicas recientes de origen fluvial y metamórfico que se reflejan en parámetros de roca y suelo que favorecen la estabilidad de los taludes en este sector (Corantioquia, 2018).

7. Revisión bibliográfica y comparación de hipótesis

La revisión bibliográfica se llevó a cabo mediante una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas internacionales, utilizando palabras y frases clave en español e inglés relacionadas con el tema central de la investigación: “metodologías participativas”, “estabilización de laderas”, “Reducción del riesgo comunitario” “community-based risk reduction”, “participatory methods”, “landslide risk reduction”, “nature-based solutions”, “bioengineering” y “slope stabilization”. Este proceso permitió identificar estudios relevantes que integran el conocimiento técnico de la geología con enfoques participativos, orientados a la reducción del riesgo en zonas de ladera.

Entre los trabajos analizados, Mickovski et al. (2024) documentaron una metodología basada en el co- diseño y el co-desarrollo de Soluciones Basadas en la Naturaleza. Su trabajo ejecutado en Escocia, incluyó metodologías participativas como el mapeo de los interesados, encuestas, evaluación del riesgo, discusiones en grupos focales y talleres de construcción de SBN. La obra de estabilización utilizada fue una rejilla de madera con material vivo para proteger el suelo de la erosión y los movimientos en masa. Dicha estructura presentó fallas en 2 ocasiones debido a que se presentaron eventos extremos y la vegetación no había logrado desarrollarse y a que no estaba planificado un monitoreo posterior por motivos de presupuesto. Aunque no estaba previsto, las reparaciones se realizaron de la mano de la comunidad, lo que demuestra que la contextualización y la inclusión comunitaria en la concepción de las intervenciones fomenta la apropiación del proyecto y favorece su sostenimiento a largo plazo.

Por su parte, Hostettler et al. (2019) revisaron el programa de bioingeniería comunitaria implementado por la Cruz Roja en Honduras, que combinó técnicas de estabilización de laderas con procesos de formación y fortalecimiento comunitario. Su metodología es sólida y basada en evidencias pues ya se ha realizado por la Cruz Roja en otros países. Esta incluyó la identificación de los sitios de intervención de la mano de la comunidad, la conformación de comités comunitarios y su capacitación, tanto en gestión del riesgo como en construcción y mantenimiento de obras de bioingeniería, que se registraron oficialmente al sistema nacional de gestión de desastres. Este es un punto para destacar, puesto que los grupos lograron mantenerse en el tiempo contribuyendo al compromiso de la comunidad con el sostenimiento las medidas implementadas.

La selección de las obras de estabilización que se ejecutaron también se realizó en conjunto con la comunidad, al igual que su posterior ejecución. Para esta última la comunidad aportó entre el 25% y el 30% del costo total de las intervenciones, con el propósito de generar sentido un mayor compromiso y sentido de pertenencia hacia el proyecto. Aunque esta medida puede verse contradictoria si se aplica en comunidades de bajos recursos, vale la pena considerarla, dado que aborda uno de los principales desafíos identificados en los estudios, que es la desvinculación de las comunidades con las obras en cuanto no hay presencia de los desarrolladores del proyecto. Esta medida puede compensarse con el hecho de que algunas de las intervenciones tuvieran enfoques agroproductivos, significando beneficios económicos retribuirbles a los participantes.

En Perú, el trabajo de Klimeš et al. (2019) documentó una metodología que combinó entrevistas semiestructuradas, grupos focales, presentación y discusión del proyecto en asambleas comunitarias, mapeo de riesgos participativo, campañas de trabajo de campo conjuntas entre expertos y miembros de la comunidad y la selección en conjunto de sitios para la instalación de equipos. Los autores enfatizaron en la necesidad de cambiar la percepción de la comunidad, pues se contaba con una prevención hacia esta clase de proyectos, dado que cuando no se cuenta con la participación de la comunidad, pueden llegar a percibir las medidas sugeridas como imposiciones, lo que les lleva a resistir las acciones preventivas. En este sentido la comunicación fue una parte crucial en el proceso. Hubo un esfuerzo por explicar el contenido técnico e incluso utilizar la lengua quechua para incluir a poblaciones indígenas presentes. Las metodologías utilizadas promovieron la confianza y facilitaron la aceptación del proyecto y la participación directa de la comunidad. El beneficio de esta estrategia se reflejó a largo plazo debido a que el mapa de riesgos generado en el proyecto se siguió teniendo de referencia para futuros proyectos de desarrollo.

Finalmente, Anderson et al. (2011) desarrollaron una metodología centrada en la participación comunitaria para la reducción del riesgo por movimientos en masa en comunidades del Caribe Oriental, con un enfoque en el manejo de las aguas de escorrentía y residuales como principal agente desestabilizante para los taludes. De este trabajo es importante resaltar el interés de los investigadores por conocer las dinámicas a pequeña escala del territorio, como la disposición de las aguas, puesto que estos señalan que existe un sesgo en los mapas de amenazas debido a la escala de la información disponible. Si bien se realizaron modelos físicos para determinar la efectividad de otras medidas de reducción de

riesgo, se concluyó que el manejo de aguas era el principal desencadenante de los eventos en este caso.

La metodología usada fue el programa de Gestión de la Estabilidad de Taludes en Comunidades (MoSSaiC), el cual se basó en el mapeo participativo de amenazas, talleres de capacitación y cartografía comunitaria de drenajes. Estas herramientas permitieron desarrollar intervenciones como canales de drenaje y sistemas de manejo de aguas de escorrentía y residuales. Posteriormente, en los puntos donde se aplicó la metodología, no se presentaron movimientos en masa con episodios de lluvia que anteriormente los habían provocado. Esto puede considerarse una evidencia del éxito de este enfoque.

Con el fin de comparar de manera estructurada los aportes de cada investigación, en la Tabla 1 se presentan las hipótesis, enfoques metodológicos y resultados y limitaciones de cada estudio.

Tabla 1. Comparación de hipótesis sobre metodologías participativas para la reducción del riesgo en zonas de ladera. Elaboración propia.

	Mickovski et al., 2024	Hostettler et al., 2019	Klimeš et al., 2019.	Anderson et al., 2011.
Hipótesis	El co-diseño permite desarrollar una intervención sostenible basada en la naturaleza para la prevención y mitigación de la erosión y los movimientos en masa, con bajo costo y bajos requisitos de mano de obra, adaptada a la capacidad y habilidades de la comunidad local.	Los enfoques participativos cuidadosamente diseñados son esenciales para lograr un cambio transformador sostenible a largo plazo y la reducción del riesgo. Se requiere empoderar a las comunidades fomentando la autoconfianza para que, en última instancia, puedan asumir la responsabilidad de su propio futuro.	La reducción del riesgo de movimientos en masa puede lograrse mediante un proceso colaborativo entre la investigación científica y la participación de la comunidad. Se puede superar la resistencia de las comunidades replanteando las funciones del conocimiento local y científico y mejorando la comunicación.	Al reducir la infiltración de agua superficial mediante la interceptación de la escorrentía, la captura de agua doméstica y los desagües, se reduce la ocurrencia de movimientos en masa. Se debe involucrar a la comunidad para aumentar la conciencia y cambiar las percepciones sobre las medidas de mitigación.
Metodología	Se llevó a cabo el co-diseño y co-desarrollo de una estructura de estabilización, entre un	El equipo investigador realizó los estudios de riesgo apoyándose en el conocimiento de la	Se realizó investigación geomorfológica y geológica de mano de la comunidad para establecer	Se modeló la eficacia de diferentes medidas. Se utilizó el programa de Gestión de la Estabilidad

	contratista especializado, investigadores y la comunidad. Para ello se llevaron a cabo encuestas, mapeo de interesados, evaluación de riesgos, discusiones en grupos focales y talleres de construcción de Soluciones Basadas en la Naturaleza.	comunidad. Se crearon comités comunitarios capacitados y vinculados al sistema nacional de gestión de desastres. Se seleccionaron e implementaron técnicas de estabilización entre los técnicos y los beneficiarios. Los beneficiarios contribuyeron con el 25-30% de los costos. Se plantearon medidas de monitoreo y mantenimiento.	niveles de riesgo y se instalaron extensómetros. Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con miembros de la comunidad, grupos focales y presentaciones en reuniones comunitarias generales. Todo el trabajo de campo se coordinó con la comunidad, que también participó en las obras de construcción de señales de advertencia y postes de medición, lo que generó ingresos y fomentó la confianza.	de Pendientes en Comunidades (MoSSaiC). Con la comunidad, se cartografiaron los riesgos de movimientos en masa y el drenaje, se identificaron los procesos desencadenantes (principalmente la infiltración de aguas superficiales), se construyeron sistemas de drenaje de bajo costo y se conectaron los techos y las aguas grises con los desagües.
Resultados	Debido a limitaciones de presupuesto, el contratista especializado no incluyó	74 de los 75 comités de emergencia creados entre 2010 y 2017 seguían	La comunidad pasó de rechazar inicialmente la intervención externa a	Las zonas intervenidas por la metodología del MoSSaiC permanecieron

	revisiones posteriores a la estructura, la cual falló dos veces tras eventos extremos. Las reparaciones fueron realizadas por la comunidad y un contratista local no especializado.	funcionando en 2017, lo cual es clave para garantizar un mantenimiento adecuado de los puntos críticos restaurados. Un promedio del 73% de todos los sitios establecidos en el mismo período seguían cumpliendo su función de estabilización en 2017.	aceptar las medidas propuestas y participar activamente en su aplicación y mantenimiento. Con la comunidad se elaboró y aceptó un mapa de riesgo que proporcionó información sobre zonas de bajo riesgo, que ayudó a negociaciones sobre infraestructura.	estables, mientras que las zonas adyacentes, no tratadas y con propiedades topográficas y geotécnicas similares, sufrieron movimientos en masa.
Limitaciones	Ausencia de un monitoreo posterior que garantice la sostenibilidad de la obra por limitación de presupuesto. No se contempló su realización inicial por parte de la comunidad.	Dado que es un proceso a largo plazo, la tenencia de la tierra es un requisito. Un obstáculo presente es mantener la motivación de los participantes cuando no se hace presencia en el territorio.	Distribución desigual de los beneficios que podría generar oposición interna y afectar negativamente a la implementación a largo plazo si los líderes cambian y si no se cuenta con supervisión externa.	Los desafíos son menos técnicos y más relacionados con establecer condiciones atractivas para fomentar el cambio de comportamiento de los actores involucrados.

En conjunto, las investigaciones revisadas evidencian que los enfoques participativos permiten mejorar la calidad y aplicabilidad de las intervenciones y fortalecen la capacidad de las comunidades para comprender y gestionar los riesgos presentes en su territorio. En cuanto a las metodologías utilizadas, es posible afirmar que existían bastantes similitudes, como el uso de la cartografía participativa, las encuestas, las socializaciones y los talleres.

El principal reto que se evidencia y que está presente en cada uno de los trabajos es la continuidad del compromiso y la motivación de las comunidades hacia las intervenciones realizadas una vez los desarrolladores se retiran del territorio, y por consiguiente, el sostenimiento de la funcionalidad de las obras, dado que para su conservación en el tiempo requieren de monitoreo y mantenimiento.

Para la resolución de esta problemática, todos los trabajos revisados pueden aportar alguna medida que fue exitosa en su desarrollo y que es aplicable en un momento específico del proceso. En primer lugar, es de suma importancia tener presente la necesidad identificada por Klimeš et al. (2019) de reconocer la percepción de las comunidades en cuanto a este tipo de proyectos, para determinar el tipo de acercamiento, de manera que se pueda contar con la receptividad y la voluntad de participación de estas, pues es vital para el éxito de la estrategia.

Por su parte, el trabajo de Anderson et al. (2011) refleja los beneficios de adentrarse en las dinámicas de las comunidades y su relación con el territorio para identificar posibles factores desencadenantes que no pueden ser registrados por los métodos habitualmente empleados y los productos derivados de procesos en Sistemas de Información Geográfica (SIG). Su estudio demuestra que el conocimiento cotidiano de los habitantes aporta información que complementa y, en algunos casos, revela aspectos críticos del riesgo que permanecerían invisibles en un análisis exclusivamente técnico, y que por lo tanto, fortalecen la toma de decisiones y la pertinencia de las intervenciones.

Para una fase posterior, el co-diseño y co- desarrollo llevados a cabo por Mickovski et al. (2024) evidenció que transmitir el conocimiento técnico a la comunidad y hacerla participe desde el inicio del proceso en su concepción e implementación, fomenta el sentido de pertenencia y propicia el interés posterior por su éxito y mantenimiento. Además, este tipo de estrategia fortalece la capacidad de las comunidades para identificar por sí mismas otros puntos críticos en el territorio y replicar de manera autogestionada las soluciones implementadas, incluso en ausencia de los equipos desarrolladores.

En el caso de Hostettler et al. (2019), se demostró que el establecimiento de comités comunitarios de gestión del riesgo favorecía la continuidad de los procesos y que dichos comités generalmente permanecían activos, puesto que sus integrantes mantenían un alto nivel de compromiso con sus funciones. Esto se debe, en parte, a que seguían recibiendo información y participaban espacios de diálogo relacionados con la gestión del riesgo, lo que reforzaba sus capacidades, su motivación y su sentido de responsabilidad frente al territorio. La propuesta de incluir obras agroproductivas es igualmente valiosa ya que le da un mayor sentido de utilidad a las intervenciones, y contribuye a mantener la seguridad alimentaria.

Estas experiencias constituyen un referente fundamental para orientar el diseño de metodologías geológicas participativas, al evidenciar que la reducción del riesgo en zonas de ladera requiere integrar el conocimiento técnico con los saberes locales, la participación sostenida de las comunidades y el uso estratégico de Soluciones Basadas en la Naturaleza. Los hallazgos demuestran que ningún componente por sí solo garantiza el éxito, y que es la articulación entre ellos la que permite fortalecer las capacidades locales, mejorar la pertinencia de las acciones implementadas y aumentar las posibilidades de sostenibilidad a largo plazo.

8. Propuesta - Metodologías geológicas participativas.

El presente apartado desarrolla una propuesta metodológica orientada al diseño, comunicación y ejecución de procesos participativos aplicados a la reducción del riesgo en zonas de ladera, con un enfoque replicable en contextos como el del Valle de Aburrá. Su propósito es definir un marco metodológico claro que permita involucrar a las comunidades en la comprensión de las amenazas naturales presentes en su territorio y en la selección e implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza ajustadas a sus realidades locales. Esta propuesta surge a partir de la revisión bibliográfica realizada previamente y se apoya además de otras herramientas que han documentado el trabajo directo con comunidades, como el Manual de Metodologías Participativas (CIMAS, 2010).

Dentro de este contexto, se adopta el término metodologías geológicas participativas, un concepto que, si bien no es utilizado como categoría formal en la literatura, se propone en este trabajo para nombrar de manera precisa la integración entre el conocimiento técnico de la geología y los métodos participativos empleados en la gestión del riesgo. La pertinencia del término radica en que permite enmarcar procesos donde la comunidad no es únicamente

receptora de información y/o beneficiaria de los procesos, sino agente activo de los mismos. Su uso responde además a la necesidad de visibilizar una línea de trabajo híbrida que ha mostrado resultados positivos en diversos contextos y que representa una oportunidad significativa para fortalecer la gestión del riesgo en Colombia.

A partir de estos fundamentos, se presenta a continuación la estructura metodológica propuesta, organizada en una serie de fases que orientan el desarrollo del proceso participativo.

Fase 1. Autorreflexión

La Fase 1 tiene como objetivo garantizar un inicio metodológico transparente y horizontal, en el que los actores reconozcan sus propias posiciones y se establezcan las bases éticas que guiarán el proceso participativo.

El inicio de un proceso de participación para la gestión del riesgo exige reconocer que cualquier intervención en el territorio está atravesada por percepciones, posiciones previas y relaciones desiguales entre actores. Para evitar este inconveniente, es necesario generar un espacio inicial de reflexión conjunta que permita visibilizar estos factores que podrían obstaculizar la horizontalidad del proceso. Por ello, la primera fase se orienta a establecer un punto de partida común mediante ejercicios de autorreflexión y la conformación de un grupo motor que acompañe el proceso desde sus etapas iniciales (Sandoval y Martínez, 2021).

En este sentido, el grupo motor se constituye como un equipo mixto integrado por profesionales y actores comunitarios. Por su parte, la autorreflexión debe responder a preguntas clave sobre el punto de partida: qué se conoce de la población y de la problemática, a quién afecta, cuál es la historia del territorio y qué tipo de participación se busca promover. Este análisis contribuye a clarificar por qué, para qué y para quién se desarrolla el proceso, y permite identificar sectores involucrados, capacidades de acceso, posibles tensiones y expectativas que deben ser consideradas desde el inicio.

- Ejercicio sugerido

Dentro de esta fase, una herramienta adecuada para favorecer la autorreflexión colectiva es el sociodrama, una técnica participativa que permite al grupo explorar una situación concreta mediante su dramatización. A través de la representación de roles vinculados al problema en estudio, los participantes pueden tomar distancia de sus propias posiciones, ponerse en el

lugar de otros actores y reconocer emociones, percepciones o tensiones que no siempre emergen en espacios formales de diálogo (CIMAS, 2009).

Su aplicación requiere definir una escena relacionada con el tema, asignar o elegir personajes y disponer de un espacio para la puesta en común, seguido de un análisis guiado por el facilitador. Lo central del ejercicio no es la actuación en sí, sino la comprensión colectiva que emerge al observar detalles, contrastar perspectivas y discutir lo ocurrido. Por ello, el sociodrama constituye un recurso útil para abrir la reflexión sobre los sesgos, preconcepciones o expectativas presentes en el grupo, fortaleciendo así las condiciones para una participación más horizontal en las fases siguientes (CIMAS, 2009).

Fase 2. Negociación inicial y diseño participativo del proceso

Tras la autorreflexión inicial, la Fase 2 se orienta a acordar colectivamente los elementos centrales que estructuran el proceso. En esta etapa se formalizan los primeros acuerdos entre el grupo motor y los actores involucrados, con el fin de definir los objetivos, métodos, tiempos que guiarán el trabajo. Esta negociación temprana es esencial para establecer confianza, reconocer capacidades y alinear expectativas, tal como sugieren Sandoval y Martínez (2021).

Esta fase se desarrolla mediante tres componentes interrelacionados:

1. Negociación del tema y los objetivos

El primer paso consiste en socializar la delimitación inicial del tema y contrastarla con las percepciones y preocupaciones de la comunidad. Para ello, el grupo motor establece contacto con organizaciones locales, instituciones, líderes comunitarios y otros actores clave, con el fin de conocer las expectativas, posibles peticiones y ajustar la formulación del problema. Este diálogo permite integrar tanto las necesidades sentidas por la comunidad como las dimensiones más estructurales de la problemática, generando un marco de objetivos compartidos y realistas (CIMAS, 2009).

2. Elaboración del cronograma

Con los objetivos preliminares definidos, se construye un cronograma flexible que organice las actividades del proceso. Este cronograma define tiempos, responsables, espacios de trabajo y mecanismos de ajuste, de modo que el proceso pueda adaptarse a los ritmos de la comunidad y a la disponibilidad real de los participantes. Más que una planificación rígida, se trata de una guía operativa que orienta el avance del proceso y permite la evaluación continua (CIMAS, 2009).

3. Difusión inicial del proyecto

Posteriormente se realiza una primera socialización abierta del proceso, dirigida a actores con los que ya se ha establecido contacto y a otros que aún no han participado. El objetivo es presentar el proyecto explicando su utilidad para el territorio e invitar a una participación amplia y diversa, teniendo presente que el grupo motor siempre está abierto a nuevos integrantes. Este espacio también funciona como un primer momento de escucha colectiva, en el que se recogen impresiones, inquietudes y sugerencias que serán integradas en los ajustes finales del plan de trabajo (CIMAS, 2009).

Fase 3. Elaboración de la muestra relacional

Una vez definidos los objetivos y el plan inicial de trabajo, la Fase 3 se orienta a comprender en detalle la estructura relacional del territorio, identificando los actores, sus posiciones frente al proceso y las posibilidades de articulación entre ellos.

Se lleva a cabo un mapeo identificando actores organizados y no organizados, relaciones entre ellos, niveles de influencia y posibles vacíos de participación en el proceso. Esta actividad permite visualizar la estructura social del territorio y analizar hasta qué punto el proceso incorpora la diversidad de fuerzas e intereses locales. Además, constituye una herramienta de autoevaluación para el propio grupo motor, al evidenciar sus alcances y limitaciones en la convocatoria inicial (CIMAS, 2009).

Como señalan Sandoval y Martínez (2021), este análisis no se limita a identificar la afinidad, sino también a leer la complejidad socioterritorial que atraviesa a cada actor, incluyendo redes de confianza y miedo, desigualdades de clase, género o etnia, e incluso posiciones ideológicas frente a la problemática.

- Ejercicio sugerido

Deriva o transecto territorial.

Como actividad complementaria, se propone realizar un recorrido por el territorio junto con habitantes del lugar. Esta técnica facilita recoger percepciones espontáneas, identificar zonas sensibles y reconocer actores o dinámicas que no siempre están presentes en los espacios formales de organización (CIMAS, 2009).

Fase 4. Intercambios de conocimiento

La Fase 4 se orienta a profundizar en la comprensión del territorio mediante ejercicios de escucha directa, observación y diálogo con los distintos actores. Al mismo tiempo, esta fase funciona como un escenario de intercambio entre saberes técnicos y locales, fortaleciendo la apropiación del proceso y facilitando que la comunidad acceda al conocimiento especializado. Esta articulación está respaldada por la bibliografía revisada, que muestra que los enfoques participativos mejoran la pertinencia de las intervenciones y favorecen su sostenibilidad en el tiempo.

La fase se estructura en los siguientes componentes:

1. Observación participante

Consiste en registrar detalles del comportamiento, el uso del espacio, percepciones espontáneas y dinámicas sociales que emergen en reuniones, recorridos, talleres o conversaciones informales. Tal como plantea CIMAS (2009), este registro permite identificar elementos que no suelen emerger en entrevistas o encuestas.

Desde la revisión bibliográfica, estudios como Anderson et al. (2011) destacan el valor de esta observación para reconocer dinámicas territoriales de pequeña escala que suelen quedar fuera de los análisis técnicos y cartográficos tradicionales. Este tipo de información resulta clave, pues permite identificar factores desencadenantes del riesgo que solo son visibles en la práctica cotidiana de los habitantes. Incorporar estas observaciones enriquece la lectura del territorio y facilita una mejor interpretación de las amenazas presentes.

2. Entrevistas individuales y grupales

Las entrevistas individuales se orientan a actores estratégicos (instituciones, organizaciones, liderazgos comunitarios), mientras que las grupales recogen la voz de sectores organizados y no organizados. Estos espacios permiten identificar el conocimiento que posee la comunidad sobre los riesgos y procesos del territorio.

En consonancia con la literatura revisada (Mickovski et al., 2024; Hostettler et al., 2019) este tipo de espacios es ideal para comenzar a cartografiar amenazas, identificar sitios críticos junto con la comunidad y recoger información indispensable para los análisis geológicos posteriores que realiza el equipo técnico de manera individual.

3. Talleres

Los talleres constituyen un espacio de intercambio pedagógico y formativo entre expertos y comunidad. Aunque este componente no aparece explícito en el manual CIMAS (2009), se fundamenta en su principio central: la información recolectada debe ser devuelta a la población para que pueda incidir en las decisiones que afectan su territorio.

A la luz de la revisión bibliográfica, estos talleres permiten integrar desde etapas tempranas contenido técnico relacionado con geología como los procesos de ladera, la gestión del riesgo, las obras de bioingeniería y las Soluciones Basadas en la Naturaleza. Estudios como los de Mickovski et al. (2024) y Hostettler et al. (2019) evidencian que la explicación clara del componente técnico fortalece la participación informada y promueve la apropiación de las medidas implementadas. Asimismo, la experiencia de Klimeš et al. (2019) muestra que adaptar el lenguaje técnico a los contextos locales facilita la aceptación del proyecto y la legitimidad del proceso.

Fase 5. Co-diseño y priorización de acciones

La Fase 5 marca el tránsito desde la comprensión compartida del territorio hacia la construcción conjunta de soluciones. En este momento del proceso, la información generada en las fases anteriores se retoma, contrasta y profundiza con la comunidad, tanto para validarlo como para convertirlo en un punto de partida para la ejecución. Este ejercicio de “reflexividad en segundo grado”, como lo plantea el manual de CIMAS (2009), permite

complementar las interpretaciones previas del equipo técnico mediante la mirada de la comunidad y otros actores.

El centro de esta fase son los talleres de co-diseño donde se integran saberes locales, criterios técnicos y experiencias institucionales para identificar prioridades, explorar causas y determinar rutas de intervención. En la revisión bibliográfica de los trabajos de Mickovski et al. (2024) y Hostettler et al. (2019) se evidenció la capacidad de esta estrategia para fomentar el compromiso de la comunidad al reconocer su poder de decisión sobre el proceso.

Para la priorización de acciones CIMAS (2009) recomienda utilizar flujogramas que permiten organizar colectivamente los factores que inciden en el riesgo, visibilizar causas y seleccionar las problemáticas que requieren intervención inmediata.

El cierre de la fase se fundamenta en la propuesta CIMAS (2009) de construir un autodiagnóstico fortalecido que integre las opiniones mayoritarias y minoritarias, las causas manifiestas y ocultas detectadas, la valoración de las estrategias propuestas por el equipo técnico y las sugeridas por la comunidad o en conjunto y finalmente la identificación de actores responsables y primeros compromisos operativos.

Aquí también es posible considerar la creación de comités de gestión del riesgo planteada por (Hostettler et al., 2019), de manera que estos puedan incorporarse al proceso y apoyar las intervenciones seleccionadas.

Fase 6. Ejecución

La Fase 6 se centra en la implementación de las acciones priorizadas en la Fase 5, asegurando que las propuestas co-diseñadas se transformen en intervenciones concretas, realistas y sostenibles en el tiempo, y considerando los recursos disponibles.

Los trabajos analizados en la revisión bibliográfica (Mickovski et al., 2024; Hostettler et al., 2019; Klimeš et al., 2019) evidencian que la participación de la comunidad en la implementación es clave para la sostenibilidad de las intervenciones. Involucrar a los habitantes en la ejecución fortalece el sentido de pertenencia y compromiso con las medidas implementadas, permite aprovechar conocimientos locales para ajustar y optimizar las soluciones técnicas y favorece el mantenimiento de las obras incluso una vez que el equipo técnico se retira.

La participación comunitaria no se limita a ser un recurso de mano de obra o vigilancia, sino que implica un protagonismo en la toma de decisiones y la evaluación del impacto de las intervenciones dando lugar a un proceso verdaderamente inclusivo y sostenible.

Es fundamental partir de los recursos disponibles (económicos y humanos), para garantizar la posibilidad de alcanzar los objetivos planteados. La planificación debe contemplar objetivos a corto plazo que permitan generar resultados visibles rápidamente y motivar la participación continua y objetivos a mediano y largo plazo que apunten a cambios estructurales más profundos en la reducción del riesgo del territorio (CIMAS, 2009).

El cronograma de ejecución debe organizar de manera coordinada la secuencia de intervenciones para maximizar su eficacia, la coordinación con los diversos grupos de trabajo que se hayan establecido y la integración de tareas transversales como la toma de decisiones, la autoformación, la difusión de resultados y la evaluación continua (CIMAS, 2009).

Fase 7. Seguimiento y monitoreo

Esta fase como objetivo asegurar que las intervenciones implementadas en la Fase 6 cumplan con los objetivos planteados, que se mantenga la pertinencia de las acciones y que la comunidad continúe participando activamente en la gestión del riesgo. Esta etapa combina la evaluación sistemática con la retroalimentación continua, promoviendo ajustes oportunos en las intervenciones.

Para ello se sugieren los siguientes componentes:

1. Monitoreo

El monitoreo constituye un sistema que permite anticipar la necesidad de rectificaciones y ajustes durante la ejecución. Dado que los planes rara vez coinciden completamente con la práctica, los imprevistos pueden requerir improvisaciones; sin embargo, estas adaptaciones pueden integrarse dentro de un esquema participativo, utilizando las estrategias definidas en fases anteriores (CIMAS, 2009).

2. Indicadores

Para medir los avances y el impacto de las acciones (CIMAS, 2009) propone definir indicadores que permitan valorar:

- La situación de partida, la situación actual y la proyección futura.
- Los resultados alcanzados, considerando objetivos a corto, medio y largo plazo.
- La producción de conocimiento útil para todos los participantes del proceso.
- El nivel de participación de la comunidad

Estos indicadores pueden construirse de manera participativa, adaptándose a las particularidades de cada territorio y proyecto. La comparación más relevante no es entre diferentes procesos, sino entre la situación inicial y los avances logrados en el mismo proceso, preferiblemente mediante evaluaciones continuas.

Como lo evidencian los estudios revisados (Mickovski et al., 2024), cuando la comunidad es parte activa del monitoreo, la interpretación de resultados y la toma de decisiones sobre ajustes, se fortalece el sentido de pertenencia hacia las intervenciones. Esto facilita la sostenibilidad de las acciones implementadas u promueve la detección temprana de riesgos y la replicación autónoma de soluciones en otras áreas del territorio, consolidando un proceso de gestión del riesgo más resiliente y socialmente legítimo.

La metodología presentada ofrece un marco estructurado pero flexible que articula el conocimiento técnico de la geología con la participación comunitaria, garantizando que cada fase del proceso contribuya a la comprensión, gestión y reducción del riesgo en zonas de ladera.

9. Conclusiones

En este estudio se abordó la integración de metodologías geológicas participativas como un enfoque innovador para la gestión del riesgo en zonas de ladera del Valle de Aburrá. A lo largo del proceso, se realizó una revisión bibliográfica y se realizó la comparación de 4 hipótesis que evidenció la eficacia de la participación comunitaria en la identificación, evaluación y reducción de riesgos geológicos, asociados principalmente a movimientos en masa.

La revisión permitió identificar patrones comunes en la aplicación de estas metodologías, resaltando la importancia de la co-creación de soluciones entre expertos y comunidades locales. Asimismo, se constató que la transferencia del conocimiento técnico a la comunidad no solo fortalece la sostenibilidad de las intervenciones, sino que también mejora la

relevancia y la efectividad de las soluciones implementadas y permite su replicación de manera autogestionada.

La propuesta final de metodología geológica participativa desarrollada en este trabajo se fundamenta en la integración de herramientas participativas con el conocimiento técnico geológico. Esta metodología no solo busca la identificación y reducción de riesgos, sino también empoderar a las comunidades para que participen activamente en el proceso, garantizando así una mayor apropiación y sostenibilidad a largo plazo de las soluciones implementadas.

Este trabajo ha demostrado que las metodologías geológicas participativas representan una vía prometedora para mejorar la gestión del riesgo en zonas de ladera como las del Valle de Aburrá, al combinar el conocimiento técnico con la experiencia local. Tal integración es clave para alcanzar soluciones más efectivas, sostenibles y adaptadas a las necesidades de las comunidades.

10. Referencias

Abarca Alpízar, F. (2016). *Revista Ensayos Pedagógicos*, 11(1).

Anderson, M. G., Holcombe, E., Blake, J. R., Ghesquire, F., Holm-Nielsen, N., & Fisseha, T. (2011). Reducing landslide risk in communities: Evidence from the Eastern Caribbean. *Applied Geography*, 31(2), 590–599. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.11.001>

Arce-Mojica, T. J., Nehren, U., Sudmeier-Rieux, K., Julio Miranda, P., & Anhuf, D. (2019). Nature-based solutions (NbS) for reducing the risk of shallow landslides: Where do we stand? *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 41, 101293. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101293>

Aristizábal, E., López, S., Sánchez, O., Vásquez, M., Rincón, F., Ruiz-Vásquez, D., Restrepo, S., & Valencia, J. S. (2019). Evaluación de la amenaza por movimientos en masa detonados por lluvias para una región de los Andes colombianos estimando la probabilidad espacial, temporal y magnitud. *Boletín de Geología*, 41(3), 85–105. <https://doi.org/10.18273/revbol.v41n3-2019004>

Bustillos Ardaya, A., Evers, M., & Ribbe, L. (2019). Participatory approaches for disaster risk governance? Exploring participatory mechanisms and mapping to close the

communication gap between population living in flood risk areas and authorities in Nova Friburgo Municipality, RJ, Brazil. *Land Use Policy*, 88, 104103.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104103>

CIMAS. (2009). *Manual para la planificación participativa*. Madrid.

Congreso de la República de Colombia. (2012, 24 de abril). Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. *Diario Oficial* 48.411.

CORANTIOQUIA, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & CPA Ingeniería S.A.S. (2018). *Actualización POMCA Río Aburrá: Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica*.

Cohen-Shacham, E., Andrade, A., Dalton, J., Dudley, N., Jones, M., Kumar, C., Maginnis, S., Maynard, S., Nelson, C. R., Renaud, F. G., Welling, R., & Walters, G. (2019). Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. *Environmental Science & Policy*, 98, 20–29.

Dantas, A., Anselmo, W., Medeiros, M., & Mendes, T. (2023). Use of vegetative coverage for slope stability in the Brazilian Midwest: Case study.

Fagerholm, N., Raymond, C. M., Olafsson, A. S., Brown, G., Rinne, T., Hasanzadeh, K., ... Kyttä, M. (2021). A methodological framework for analysis of participatory mapping data in research, planning, and management. *International Journal of Geographical Information Science*, 35(9), 1848–1875. <https://doi.org/10.1080/13658816.2020.1869747>

González Patiño, A. (2024). *Soluciones basadas en la naturaleza y bioingeniería para la recuperación de áreas degradadas por erosión en el Municipio de San Vicente Ferrer, Antioquia*. [Tesis].

Guerra, A. J. T., Fullen, M. A., Jorge, M. C. O., Bezerra, J. F. R., & Shokr, M. S. (2017). Slope processes, mass movement and soil erosion: A review. *Pedosphere*, 27(1), 27–41.

Hostettler, S., Jöhr, A., Montes, C., et al. (2019). Community-based landslide risk reduction: A review of a Red Cross soil bioengineering for resilience program in Honduras. *Landslides*, 16, 1779–1791. <https://doi.org/10.1007/s10346-019-01161-3>

Klimeš, J., Rosario, A. M., Vargas, R., et al. (2019). Community participation in landslide risk reduction: A case history from Central Andes, Peru. *Landslides*, 16, 1763–1777. <https://doi.org/10.1007/s10346-019-01203-w>

Malcolm, M. G., et al. (2011). Reducing landslide risk in communities: Evidence from the Eastern Caribbean. *Applied Geography*, 31(2), 590–599.

Maxwald, M., Crocetti, C., Ferrari, R., Petrone, A., Rauch, H. P., & Preti, F. (2020). Soil and Water Bioengineering Applications in Central and South America: A Transferability Analysis. *Sustainability*, 12(24), 10505. <https://doi.org/10.3390/su122410505>

Mickovski, S. B., Gonzalez-Ollauri, A., Sorolla, A., Löchner, A., & Emmanuel, R. (2024). A case history of co-design and co-deployment of a nature-based solution (NbS) against erosion and slope instability. *Ecological Engineering*, 209, 107406. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2024.107406>

Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible. (2009). Manual para la planificación participativa.

PLAN NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES. (2024). UNGRD.

Procedimientos técnicos y metodológicos de los estudios para intervenciones en zonas de ladera en el Valle de Aburrá. (2012). Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Rivera, J. H. (1998). Control de cárcavas remontantes en zonas de ladera mediante tratamientos biológicos. Cenicafé.

Rivera, J. H. (2002). Construcción de trinchos vivos para conducción de aguas de escorrentía en zonas tropicales de ladera. Cenicafé.

Rivera, J. H., & Sinisterra, J. A. (2006). Uso social de la bioingeniería para el control de la erosión severa. CIPAV–CVC.

Rivera Posada, J. H., Osorio, A., Franco, L. E., & Sánchez Zapata, F. (2015). Manual de procedimientos para el manejo de procesos denudativos con obras de Bioingeniería. Universidad de Caldas; CAR Cundinamarca.

Salazar Gutiérrez, L. F., Castañeda, J. A., & Correa Vélez, G. (2023). Mitigation of Slope Instability Problems through the Implementation of Works Using Bioengineering Techniques in the Coffee Region of Colombia. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 58(4).

Sandoval-Díaz, J., & Martínez-Labrin, S. (2021). Gestión comunitaria del riesgo de desastre: Una propuesta metodológica reflexiva desde las metodologías participativas. *Revista REDER*, 5(2), 75–90.

Suazo-Muñoz, C., Sandoval-Díaz, J., & Navarrete-Valladares, C. (2025). Metodologías participativas en la gestión comunitaria del riesgo de desastre: Revisión sistemática de experiencias en América Latina. *Perspectiva Geográfica*, 30(2), 1–21.
<https://doi.org/10.19053/uptc.01233769.18118>

Tavares, A. O., Henriques, M. H., Domingos, A., & Bala, A. (2015). Community Involvement in Geoconservation: A Conceptual Approach Based on the Geoheritage of South Angola. *Sustainability*, 7(5), 4893–4918. <https://doi.org/10.3390/su7054893>