

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO DE LA QUEBRADA GRANDE DE SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA-CUNDINAMARCA

ANALYSIS OF VULNERABILITY AND RISK OF QUEBRADA GRANDE OF SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA-CUNDINAMARCA

**Jeniffer Paola Gracia Rojas¹, María Angélica Cardozo Cerquera²,
Isabel Cristina Correa Ochoa³, Angélica Johanna Rincón Espitia⁴,
Emiro Alberto Trujillo Velez⁵, Blanca Catalina Albarracín Bustos⁶**

^{1,6} Universidad Cooperativa de Colombia Sede Bogotá - Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.

^{2,6} Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Bogotá, Colombia.

^{3,4,5} Universidad Cooperativa de Colombia Sede Bogotá

¹ jeniffer.gracia@campusucc.edu.co; ² maria.cardozo@unad.edu.co;

³ isabel.correao@campusucc.edu.co; ⁴ angelicarincone@campusucc.edu.co;

⁵ emiro.trujillov@campusucc.edu.co; ⁶ blanca.albarracin@unad.edu.co

Resumen

La Quebrada Grande es un afluente del río Bogotá de gran importancia dentro del municipio de San Antonio del Tequendama. Por ello, se desarrolló un análisis de amenazas, vulnerabilidades y riesgos, que abarcó desde su nacimiento en la reserva de Peñas Blancas hasta su desembocadura en el río Bogotá. El estudio se desarrolló con base en información de las estaciones meteorológicas cercanas y los antecedentes de eventos en la microcuenca; se utilizaron los Sistemas de Información Geográfica y se analizó el comportamiento hídrico; para el análisis de riesgo se utilizó la metodología propuesta por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD. Se determinó que actualmente existen riesgos para la población que deben ser gestionados para evitar

que se conviertan en una emergencia, entre los prioritarios se encuentran el desabastecimiento de agua, la contaminación hídrica y los deslizamientos, todos con valoraciones altas y provocados por intervención humana. Con esta contribución se pueden establecer planes de emergencia y contingencia para prevenir desastres en la población afectada.

Palabras clave: Amenazas y vulnerabilidad, cuencas hidrográficas, balance hídrico, cambio climático, gestión del riesgo.

Abstract

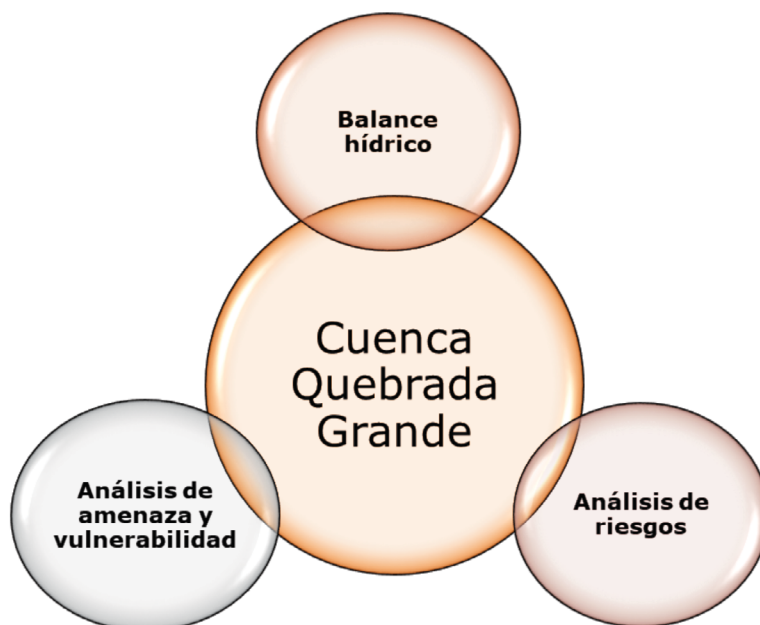
Quebrada Grande is a tributary of the Bogotá River of great importance within the municipality of San Antonio del Tequendama. Therefore an

analysis of the risks, threats and vulnerabilities that ranged from its source in the Peñas Blancas reserve to its mouth in the Bogota river was made. The study was developed based on the information from the nearby meteorological stations and the history of events in the microbasin; Geographical Information Systems were used and water behavior was analyzed. In the risk matrix, it was determined that there are currently risks for the population, which must be managed

to prevent them from becoming an emergency, among the priorities are the shortage of water, water pollution and landslides, all caused by intervention human. Emergency and contingency plans can be established to prevent disasters in the affected population through this contribution.

Keywords: Threats and vulnerability, watersheds, water balance, climate change, risk management.

Resumen Gráfico



Introducción

En las últimas décadas, debido al acelerado crecimiento demográfico y por ende la mayor presión antrópica sobre los recursos naturales, se ha generado un cambio de los agentes naturales. Sumado a esto, el crecimiento económico ha incrementado la vulnerabilidad y a su vez, los riesgos de las actividades socioeconómicas derivadas de estos. Bajo estas nuevas condiciones a escala global, se ha registrado un incremento en la cantidad de eventos catastróficos asociados a fenómenos naturales (inundaciones, avenidas torrenciales, incendios forestales, movimientos de remoción en

masa, entre otros), algunos de los cuales están relacionados con una de las consecuencias del cambio climático global: el aumento en la frecuencia o intensidad de los fenómenos climáticos extremos (IPCC, 2012).

América Latina y el Caribe es una de las zonas del mundo más afectadas por los desastres naturales donde la frecuencia y la intensidad de los desastres están aumentando vertiginosamente (Vargas, 2002). Adicionalmente, el impacto de los desastres es agravado por la pobreza, ya que esta situación conlleva al

deterioro ambiental, siendo esta una relación recíproca, y al aumento de la vulnerabilidad de los habitantes a los fenómenos climáticos, debido a que obliga al uso inadecuado del suelo y de los recursos naturales (Jiménez & Faustino, 2004). El deficiente suministro de servicios de agua potable, saneamiento e higiene; los desastres naturales, particularmente las inundaciones y los deslizamientos y la degradación del suelo son los problemas ambientales que generan el mayor costo económico y social en Colombia. El costo de estos problemas recae en la mayoría de los casos en los grupos de población más vulnerables (Sanchez-Triana, 2007).

Colombia ha sido pionera en América Latina en el desarrollo de una visión más integral frente al tratamiento de los riesgos y desastres; sin embargo, los daños en la propiedad, la infraestructura y los medios de subsistencia siguen en aumento y evidencian que los desastres no son eventos de la naturaleza, sino el resultado de la aplicación de modelos inapropiados de desarrollo que no consideran la relación sociedad-naturaleza (Banco Mundial, 2012). Las condiciones topográficas del país forman un escenario propicio para la ocurrencia de movimientos en masa, el 18% del territorio nacional se encuentra localizado en zonas de amenaza muy alta y alta por movimientos en masa, principalmente en los departamentos de la región Andina que tienen gran porcentaje de su área expuesta a este fenómeno, como Boyacá (74%), Cundinamarca (65%), Risaralda (61%) y Caldas (59%) (Banco Mundial, 2012).

Según el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, vulnerabilidad es la susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un

evento físico peligroso se presente (Ley 1523, 2012). El cuarto informe de evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático IPCC (Conde - Alvarez & Saldaña - Zorrilla, 2007) define la vulnerabilidad como el grado al que un sistema es capaz o no de afrontar los efectos adversos del cambio climático.

El análisis del riesgo consiste en identificar y evaluar probables daños y pérdidas como consecuencia del impacto de una amenaza sobre la unidad social en condiciones vulnerables (GTZ, 2010). Con dicha información, se pueden establecer planes de emergencias y contingencias y la población puede estar preparada (Fernández, Volpedo & Salgot, 2014).

Ahora bien, el recurso hídrico se renueva a través de su ciclo natural, su disponibilidad puede verse afectada por el uso indiscriminado y/o contaminación al que es sometido (Luna, Yate & Fúquene, 2017). No obstante, la gestión del agua hace parte de las estrategias de desarrollo sustentable, por lo tanto, es necesario generar estrategias que permitan almacenar este recurso. (Cifuentes, 2017)

La microcuenca Quebrada Grande del municipio San Antonio de Tequendama (Cundinamarca- Colombia), es un afluente importante en la región, pero aún no cuenta con plan local de aguas de planificación y ordenamiento, reglamentado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS. El estudio permitió establecer los escenarios de amenaza y vulnerabilidad en la microcuenca Quebrada Grande, con el fin de definir la matriz del análisis de riesgos como insumo para formular las propuestas de gestión ambiental para el afluente, atendiendo a la directriz de la Política Nacional del Recurso Hídrico del MADS.

Materiales y métodos

Descripción del área de estudio

El municipio de San Antonio del Tequendama se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca, en la Serranía de Subía, pertenece a la cuenca baja del río Bogotá, limita al norte con el municipio de Tena y Bojacá, en el occidente con Bojacá y Soacha, por el oriente con el municipio de Mesitas de El Colegio, y al sur con Soacha y Granada. Las principales cuencas del municipio son Virilice, Los Cristales, La Zunia, Juan Largo, La Playa y Quebrada Grande, siendo ésta última la microcuenca del estudio.

El municipio se encuentra en la Cordillera Oriental, con una extensión territorial de 8.200 ha, de las cuales 8.188 ha corresponden a zona rural y 12 ha a zona urbana. San Antonio del Tequendama tiene suelos predominante clase IV y VI, 65 % son quebrados, 25% ondulados y 10% planos. El relieve predominante es de cimbras, lomas y valles (Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019).

Los suelos tipo IV tienen pendientes muy pronunciadas, gran susceptibilidad a la erosión por el agua o el viento, memoria de efectos adversos causados por erosión anterior, suelos de poco espesor, poca capacidad de retención de humedad; en cuanto a los suelos tipo VI, son propensos a erosión severa, igualmente con efectos muy severos de erosión anterior, son pedregosos, superficialidad de la zona radical, tienen excesiva humedad con riesgo de inundación, exceso de salinidad o sodio, factores climáticos severos o combinaciones de ellas (Latorre, Jaramillo & Corredor, 2014).

La microcuenca de la Quebrada Grande representa 0,28 ha del municipio, nace en el Distrito Peñas Blancas (municipio El Colegio) a una altura de 2700 msnm y tiene una longitud de

15,7Km hasta desembocar en el río Bogotá a 1021 msnm (Tequendama, 2013). Se puede determinar por la forma alargada que presenta, la altura en el nacimiento y desembocadura, así como por el material de arrastre que es una quebrada torrencial.

Procesamiento de la Información

Se realizaron tres recorridos por toda la microcuenca del afluente, incluyendo la parte alta, media y baja de la Quebrada Grande para caracterización por medio de observación directa. Adicionalmente, se recopiló información para conocer la materialización de fenómenos que se presentaron con anterioridad y que causaron desastres en el territorio y la frecuencia con la que se presentaron, así como los daños que provocaron en dichas ocasiones.

El 15 de septiembre de 2014, época de transición a lluvias (Atlas Climatológico de Colombia, 2005) se monitorearon dos puntos en la quebrada Grande ubicados en las coordenadas 998180 N, 967645 E (Vereda Santibar Alto, aguas arriba de posibles captaciones informales) y 998485 N, 967570 E (Vereda Rambla, captación del acueducto antiguo Pueblo Nuevo). Los parámetros evaluados fueron fisicoquímicos y microbiológicos representativos de agua superficial para consumo humano con tratamiento convencional tanto in situ como analizados en el laboratorio de Calidad del Agua de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca □CAR (Laboratorio Acreditado por el IDEAM). Adicional al análisis de resultados de laboratorio, se utilizó información de la Alcaldía y del acueducto veredal de Quebrada Grande.

Se construyó el balance hídrico de la zona con el software libre InnerSoft ISBH v0.1,

teniendo en cuenta los datos de precipitación y evapotranspiración de la estación Misiones (Latitud X: 975686,7; Longitud Y: 996428,2; Elevación 1540 msnm), correspondientes a los promedios anuales multianuales del periodo 1985-2014, lo que permite evitar sesgos por posibles ciclos húmedos y secos; la herramienta empleada permite la aplicación del método de balance hídrico directo, mediante el cual se estiman diferentes parámetros para cada mes, como lo son precipitación (P), evapotranspiración potencial (ETP), evapotranspiración real (ETR), la diferencia entre P y ETP, el almacenamiento o reserva del agua en el suelo (R), la variación de la reserva (VR), el exceso de agua (E) y el déficit de agua (D).

El índice de precipitación de Quebrada Grande se elaboró con los datos históricos 1998-2014 de la estación Peñas Blancas (Latitud X: 995200; Longitud Y: 967200; Elevación 2450 msnm), para observar el comportamiento de las lluvias en el tiempo e identificar las condiciones de déficit y exceso en el corto y largo plazo, así como los periodos en los que se han presentado fenómenos del niño y la niña. Adicionalmente, se delimitó el municipio y la microcuenca de estudio usando los sistemas de información geográfica con el programa ArcGIS 2013 versión 10.3.

Una vez analizadas las características y estudios previos de la zona, se procedió a realizar evaluación del riesgo, empleando para ello la metodología para la identificación y calificación del riesgo, establecida en la Guía Metodológica para la Elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo, diseñada por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo - UNGRD.

Inicialmente se realizó un análisis de amenazas que contempla las variables: identificación del

tipo de amenaza, la frecuencia, la intensidad y el territorio afectado. Para la calificación de la amenaza se empleó la siguiente ecuación:

$$\text{Amenaza (A)} = \text{intensidad (I)} + \text{frecuencia (F)} + \text{territorio afectado (T)}$$

Para el cálculo de la vulnerabilidad se tuvieron en cuenta diversos aspectos de la población y el territorio: los físicos, los ambientales y los sociales; ya que son indispensables para determinar el grado de exposición frente a la ocurrencia de un peligro, por ello para este cálculo se analizaron variables como materiales de las viviendas, características geológicas y tipos de suelo, situación de pobreza, niveles de ingresos, calidad del agua, calidad del aire, participación comunitaria, conocimiento del riesgo, entre otras variables contempladas en la Guía. La calificación de la vulnerabilidad se realizó de la siguiente manera:

$$\text{Vulnerabilidad total (Vt)} = \text{Vulnerabilidad física (Vf)} + \text{Vulnerabilidad ambiental (Va)} + \text{Vulnerabilidad social (Vs)}$$

Una vez fueron identificadas las amenazas y realizado el análisis de vulnerabilidad, se procedió a realizar la identificación y evaluación del riesgo, lo que comprendió un análisis y empleo de la matriz de peligro y vulnerabilidad, en la cual se evaluaron tres grandes grupos de amenazas, las de origen natural, las de origen antrópico y las de origen socio-cultural; de acuerdo a lo anterior, el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad:

$$R = f(A, V)$$

Resultados y Discusión

La microcuenca no representa un riesgo de amenaza por inundación, de acuerdo con la

imagen satelital (Figura 1), ya que se encuentra bien entallada en el paisaje, proporcionando una adecuada profundidad reduciendo la probabilidad de este fenómeno.

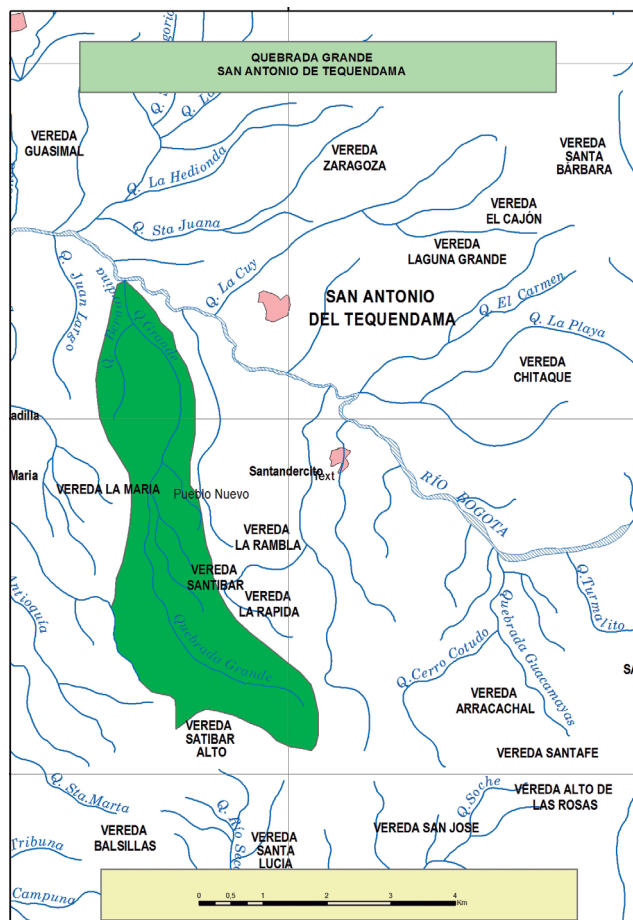


Figura 1. Delimitación de la microcuenca de la Quebrada Grande. Fuente: Autores, mediante programa ArcGis10.3

Se realizaron dos puntos de aforo en la microcuenca Quebrada Grande, dando como resultado que aguas arriba (Longitud Y: 998180, Latitud X:967645, Altitud: 1789 msnm) se presenta un caudal de 23 L/s, y aguas abajo (Longitud Y:998485, Latitud X:967570, Altitud: 1754 msnm) 2,97 L/s. Esta fuerte disminución en el caudal se debe a los múltiples

usos que le dan al agua, ya que desde su nacimiento es empleada para el abastecimiento de por lo menos siete acueductos rurales, también es captada y utilizada para la cría de peces, así como para el regadío de cultivos y pastos.

Las actividades anteriormente nombradas, junto con las actividades pecuarias y la mala disposición de residuos líquidos y sólidos, representa un grado de contaminación en el cuerpo de agua, evidenciadas en los recorridos realizados en las partes alta, media y baja de la cuenca. Sin embargo, según el reporte del laboratorio de la CAR de los puntos muestreados se observa un cumplimiento en los parámetros microbiológicos y químicos, según el Decreto 1076 de 2015, agua superficial para consumo humano con tratamiento convencional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). Lo que demuestra que la quebrada presenta un alto grado de autodepuración.

Con base en la información obtenida de la CAR y con la información reportada en la estación pluviométrica Misiones en 2014, fue elaborado el siguiente balance hídrico.

El balance se inició en el mes de julio, ya que este corresponde al mes más seco del año hidrológico, y se supone que el mes en el que la reserva o almacenamiento es 0, lo que permite tener una mejor precisión en el cálculo del balance. La capacidad de campo o de almacenamiento con la que se trabajó fue de 100mm, debido a que se realizó el balance con información correspondiente a la zona de influencia de la estación pluviométrica, así mismo, este corresponde a un valor de referencia climática. (Tabla 1 y Figura 2).

Tabla 1. Balance hídrico climatológico Municipio San Antonio del Tequendama 2015.

Variable (mm)/ Mes	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Precipitación	50	64	116	187	208	119	97	115	152	191	143	70
Evapotranspiración Potencial (ETP)	96,9	101,4	95,9	91,2	84,7	89,6	95,5	89,6	98,2	90,3	90,9	89
Perdida de almacenamiento	0	0	20,1	79,9	0	0	0	0	0	0	0	83,2
Almacenamiento	0	0	20,1	100	100	100	100	100	100	100	100	81
Evapotranspiración Real (ETR)	50	64	95,9	91,2	84,7	89,6	95,5	89,6	98,2	90,3	90,9	91,2
Déficit	-46,9	-37,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Los autores

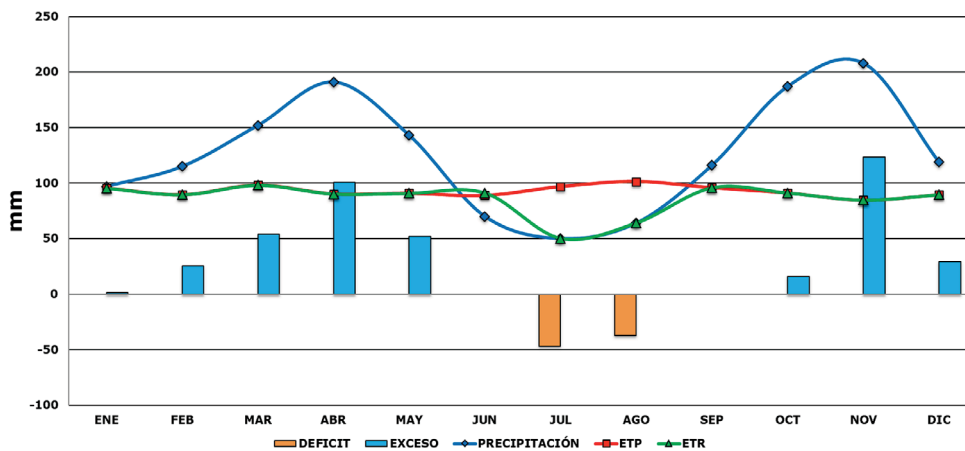


Figura 2. Balance hídrico climatológico Municipio San Antonio del Tequendama.

Fuente: Los autores.

Los resultados anteriores muestran correspondencia con la dinámica de lluvias de la región del Tequendama, el cual corresponde a un régimen bimodal en el que se presentan dos periodos lluviosos al año, uno en cada semestre, abril-mayo y octubre-diciembre, mientras que los periodos secos corresponden

a enero-marzo y julio-septiembre. Los niveles de estiaje, es decir, los caudales más bajos de la microcuenca se presentan a mitad de año.

De igual forma se determinó el índice de precipitación de la microcuenca de la Quebrada Grande con los datos históricos 1988 a 2014. (Figura 3).

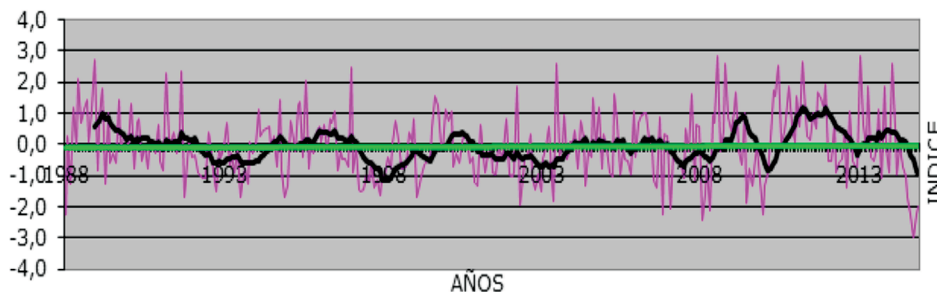


Figura 3. Índice de Precipitación (mensual)- Quebrada Grande.

Fuente: Los autores.

La línea roja muestra el comportamiento de la precipitación de la microcuenca de manera mensual, mientras que la negra muestra dicho comportamiento anualmente; lo que se encuentra por debajo de 0 corresponde a sequía, entre más abajo más fuerte la sequía. Se puede observar con claridad la sequía presentada por el fenómeno del niño del periodo 2009 a 2010 y posteriormente el fenómeno de la niña, la cual fue muy significativa en términos de lluvias en toda la serie de datos desde 2011. En el diagrama se puede observar que esta microcuenca no fue ajena a la presencia de uno de los fenómenos de niño más fuertes de la historia, el presentado en 1998 y que afectó a la mayor parte del país.

En la Quebrada Grande se identificaron riesgos de desabastecimiento de agua, contaminación hídrica y deslizamientos de tierra, de origen antrópica. Según el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo, en el periodo de 1998 hasta 2015 se presentaron cuatro deslizamientos, tres inundaciones, tres vendavales, un incendio forestal y una avalancha en el municipio de San Antonio del Tequendama. El Servicio Geológico Colombiano determinó como zonas de alto riesgo los corregimientos de Santandersito y Pueblo nuevo, estos se ubican en la cuenca media de la Quebrada Grande, donde se han generado deslizamientos en masa, asociadas a fallas geológicas regionales de gran magnitud, lo que ha generado la pérdida total de viviendas en varias veredas.

Los deslizamientos de tierra constituyen la amenaza más frecuente de las microcuencas de la región Andina, como se evidencia en la quebrada Grande y las ocurridas en la cuenca del río Combeima y sus microcuencas constituyentes (Hernández & Ramírez, 2016), o en la cuenca del río Chinchiná que presenta riesgo de desplazamiento de las capas del suelo por la marcada pendiente (Ocampo, 2012).

De las amenazas identificadas en la microcuenca, el 27% de ellas representan un peligro alto para la población, 46% riesgo medio y el otro 27% riesgo bajo. En general, las amenazas de origen natural no representan un alto grado de riesgo, mientras que las de origen antrópico, generan mayor riesgo para la población.

Los riesgos más grandes son de origen socio-natural, el cambio en el comportamiento de los habitantes es fundamental para solucionar el deslizamiento por pérdida y modificación de la cobertura vegetal y la intervención realizada con maquinaria, la contaminación hídrica por el inadecuado manejo de residuos, prácticas agrícolas y el desabastecimiento de agua para consumo humano especialmente por el inapropiado uso del agua en cría de peces y cultivo de pasto.

La deforestación, el desperdicio y la ilegalidad en el abastecimiento son los mayores generadores de pérdida de cobertura vegetal y déficit de agua. Por otra parte, se presenta contaminación de la microcuenca debido a la mala disposición final de los residuos sólidos y líquidos, provenientes de las viviendas y de la actividad pecuaria. Es inexcusable gestionar el saneamiento ambiental del sector rural, dado que el agua de Quebrada Grande es para consumo humano y presenta altos índices de contaminación.

Conclusiones

La microcuenca Quebrada Grande perteneciente a la cuenca baja del río Bogotá, en época de verano y durante el fenómeno del niño y como consecuencia del cambio climático, ha disminuido su cauce a sus niveles mínimos afectando negativamente a la población, los animales, la vegetación y la economía de la región. En la zona de estudio debido a las características del suelo permanentemente existen amenazas naturales y la intervención del hombre las hace más frecuentes.

La investigación permitió identificar cuáles son los riesgos más probables en Quebrada Grande; con dicha información se pueden establecer planes de emergencia y contingencia, y la población puede estar preparada en el momento que sea necesario actuar. Sin embargo, más que estar preparados para actuar hace falta que las acciones vayan en búsqueda de una relación hombre-entorno más amigable. Por otra parte, no basta que existan estructuras físicas de gran complejidad y sofisticación, así como recursos humanos adecuadamente capacitados, también es importante que las instituciones se encuentren realmente organizadas para satisfacer las necesidades resultantes de una catástrofe.

La falta de capacidad de la población más expuesta a sobreponerse, la deficiencia en la comunicación e información y por tanto, en el conocimiento, la ausencia de organización institucional y comunitaria repercuten en deficiencia en la preparación para atender emergencias, la persistencia de la inestabilidad política y escasa cobertura en salud en las áreas más vulnerables; todos estos factores, contribuyen a que los riesgos sean mayores. Mientras solo unos pocos tengan la voluntad de cambio en las políticas y decisiones dirigidas a mejorar estas deficiencias no se puede reducir la vulnerabilidad; es importante mejorar en los anteriores aspectos para aumentar la resiliencia ya que esta fortaleza es importante al momento de hacer frente a los riesgos.

Es urgente trabajar con la comunidad en conjunto con el gobierno, las organizaciones y la academia, para generar las medidas de adaptación al cambio climático, que está afectando las actividades agrícolas, pecuarias, y el abastecimiento de agua de la población, ya que debido a la falta de gestión del recurso hídrico de la Quebrada Grande se ha visto desabastecida en el tiempo seco. Por otra parte, ante los

periodos de intensa lluvia o el fenómeno de la niña, tampoco se tienen preparados los planes de emergencia para las zonas de alto riesgo, y estas en un futuro se pueden ver nuevamente perjudicadas por el exceso de lluvia. Conocer el territorio y saber cuáles son las actividades más adecuadas a desarrollar en él, promover y lograr que todos se involucren para poner en marcha planes para reducir los desastres, son puntos clave para hacer gestión del riesgo.

El éxito de estos estudios depende en gran medida de la comunidad, pues es necesario que sea partícipe del conocimiento de su entorno más allá del hecho de vivir y sobrevivir de él, se podrán crear más fácilmente acciones que incluyan a cada individuo en las medidas preventivas y correctivas de los desastres, logrando mitigarlos.

En zonas con las características de la microcuenca Quebrada Grande los desastres causados por los peligros naturales, han ocasionado una gran cantidad de pérdidas, tanto en términos de vidas humanas como en la destrucción de la infraestructura económica y social, además de su impacto negativo en los frágiles ecosistemas existentes.

La matriz de riesgos es un análisis integral que permite a los tomadores de decisiones priorizar las acciones a realizar ante cada una de las amenazas de las cuencas hidrográficas, lo anterior es fundamental para la gestión integral del riesgo del recurso hídrico. Los métodos empleados en este estudio son aplicables al análisis de las cuencas hidrográficas con características semejantes.

Literatura citada

Alcaldía Municipal San Antonio del Tequendama. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 "Lucho por San Antonio"*. Recuperado el 30 de julio de 2018.

- Banco Mundial. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: Un aporte para la construcción de políticas públicas* -Bogotá, Colombia. 436 p.
- Conde, A, & Saldaña, Z. (2007). Cambio Climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. *Ambiente y Desarrollo*. 23, 23-30.
- Cifuentes, G. (2017). Experiencias en la cosecha de agua y restauración de suelos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental - RIAA*. Vol 1, Num. 1.
- Congreso de Colombia (24 abril 2012). Política nacional de gestión del riesgo de desastres. Ley 1523 de 2012. *Diario Oficial* 48411.
- Fernández, R, Volpedo, V. & Salgot de Marçay, M. (2014). Evaluación ambiental integral de ecosistemas degradados de Iberoamérica: experiencias positivas y buenas prácticas. Barcelona: Artipapel.
- Cooperación Técnica Alemana (GTZ) (2010). La Gestión del Riesgo en Procesos de Desarrollo Sostenible. Seminario Regional sobre Inversión Pública y Mecanismos Financieros, Seguros y Reseguros Contra Desastres en América Latina y el Caribe: Experiencias Recientes Ciudad de México, México. SP/SR-IPMFSRCDALC/Di N° 12-10.
- IDEAM. (2005). Atlas Climatológico de Colombia. Imprenta Nacional de Colombia. ISBN 958-8067-14-6
- IPCC (2012). Resumen para responsables de políticas. Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. *Cambridge University Press*.
- ISDR. (2001). Marco de Acción para la Aplicación de la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres. Naciones Unidas.
- Jiménez, F. & Faustino, J. (2004). Análisis Integral de la Vulnerabilidad a Amenazas Naturales en Cuencas Hidrográficas de América Central. *VI Semana científica del CATIE* 50 - 53.
- Hernández, Y. & Ramírez H. (2016). Evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca cay, Ibagué, Tolima, Colombia. *Ciencia e ingeniería neogranadina*. Volumen 26-2. P. 111-128.
- Latorre J, Jaramillo, O & Corredor, L. (2014). Atlas del sistema nacional de áreas protegidas continentales en Colombia. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Luna A, Yate, A & Fúquene, D. (2017). *Huella hídrica: una reflexión para la adopción de prácticas corporativas sustentables*, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Medio Ambiente, Working paper N° 1. Documentos de Trabajo
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (26 de mayo de 2015). Decreto 1076. Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Diario Oficial* No. 49.523
- Ocampo, O. (2012). Análisis de Vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná para condiciones estacionarias y de cambio climático. Universidad Nacional de Colombia. Tesis de Maestría.
- Sánchez-Triana, E. (2007). Prioridades Ambientales Para la Reducción de la Pobreza en Colombia: Un Análisis Ambiental Del País Para Colombia. [Doi.org/10.1596/978-9-5883-0710-7](https://doi.org/10.1596/978-9-5883-0710-7)
- Tequendama, A. (2013). Plan de mejoramiento ambiental para plantas de acueducto veredal. San Antonio del Tequendama.
- UNGRD. (2012). Guía metodológica para la elaboración de planes departamentales para la Gestión del Riesgo.
- Vargas, J. (2002). Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales. *Medio Ambiente y Desarrollo*- Publicación de las Naciones Unidas.