

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE AMENAZAS DE INUNDACIÓN EN EL
SECTOR CANTERAS DE LA CUENCA DEL RÍO TUNJUELO**

Presentado por:

**DIEGO FERNANDO LEON CAVIEDES
ENRIQUE LUIS OLIVEROS MARTÍNEZ**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS
Especialización en Ordenamiento y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas
Bogotá D. C., febrero – 2020**

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE AMENAZAS DE INUNDACIÓN EN EL
SECTOR CANTERAS DE LA CUENCA DEL RÍO TUNJUELO**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
ORDENAMIENTO Y GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

**DIRECTOR:
MSC. HUGO LADINO VARGAS**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
Especialización en Ordenamiento y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas
Bogotá D. C., febrero – 2020**

_____ Firma del director

_____ Firma del jurado

_____ Firma del jurado

Bogotá D.C. febrero 2020

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	6
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE FOTOGRAFÍAS.....	9
LISTA DE ABREVIATURAS	10
1 PRESENTACIÓN.....	11
2 JUSTIFICACIÓN.....	12
3 FORMULACION DEL PROBLEMA	13
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
3.2 DELIMITACION DEL PROBLEMA	13
3.3 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	13
3.4 PREGUNTAS DIRECTRICES DEL PROBLEMA	13
3.5 ANTECEDENTES.....	13
4 OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVO GENERAL	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
5 MARCO DE REFERENCIA.	19
5.1 MARCO LEGAL	19
5.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	22
6 METODOLOGIA	27
6.1 SISTEMA DE INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD..	27
6.2 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	34
7 DELIMITACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	35
7.1 GENERALIDADES DEL CONTEXTO SOCIOECONÓMICO	36
7.2 RÍO TUNJUELO.....	37
7.2.1 Caudales Máximos	38
7.2.2 Precipitación.....	39

8	VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN (VE).....	41
8.1	AMENAZA POR INUNDACIÓN.....	41
8.2	VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN DE ECOSISTEMAS (VEE).....	43
8.3	VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURA (VEI)	45
8.4	VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN (VEP)	47
8.5	VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN (VESP)	49
9	VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD (VF)	51
9.1	VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA (VFSE).....	51
9.2	CONFLICTO POR USO DE SUELO (CPUS).....	52
9.3	NIVEL O GRADO DE DEFORESTACIÓN (NDEF).....	55
9.4	IMPACTO ESTIMADO DEL CAMBIO CLIMÁTICO (IECC).....	57
9.5	VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD FÍSICA (VFF).....	58
9.6	VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD INSTITUCIONAL (VFI).....	59
10	VULNERABILIDAD POR CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN Y RESPUESTA (VCAYR)	60
10.1	AHORRO Y CAPACIDAD DE ENDEUDAMIENTO (VCAYRACE)	60
10.2	PERCEPCIÓN DEL RIESGO (VCAYRPR).....	60
10.3	CAPACIDAD DE GOBERNANZA Y GESTIÓN DEL TERRITORIO (VCAYRGT) ..	64
11	VULNERABILIDAD GLOBAL	66
12	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	67
12.1	MEDIDAS DE PREVENCIÓN (PROSPECTIVAS)	67
12.2	MEDIDAS DE MITIGACIÓN (CORRECTIVAS).....	68
13	CONCLUSIONES	69
14	BIBLOGRAFIA	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Escala de valoración y convención para las variables y componentes de la vulnerabilidad	27
Tabla 2 Funciones para la estimación de la vulnerabilidad global y sus componentes.....	28
Tabla 3 Componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad por exposición.	29
Tabla 4 Componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad por fragilidad.	30
Tabla 5 Componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad determinada por capacidad de adaptación y respuesta	32
Tabla 6 Matriz de evaluación para determinar vulnerabilidad por capacidad de gobernanza y gestión territorial.....	34
Tabla 7 Información y fuentes de información que se tomaron en cuenta en el proceso de aplicación de la metodología propuesta.....	34
Tabla 8 Áreas de drenaje subcuencas río Tunjuelo.....	38
Tabla 9 Caudales máximos para diferentes periodos de retorno. Estaciones sobre el río Tunjuelo..	38
Tabla 10 Características de las estaciones climatológicas analizadas.....	40
Tabla 11 Precipitación cuenca río Tunjuelo.....	40
Tabla 12 Grado de amenaza por amenaza de inundación en el Sector Canteras.....	42
Tabla 13 Análisis de la vulnerabilidad por exposición de ecosistemas VEE.....	44
Tabla 14 Análisis de la vulnerabilidad por exposición de la infraestructura VEI.....	46
Tabla 15 Análisis de la vulnerabilidad por exposición de la población VEP.....	48
Tabla 16 Análisis de la vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción VESP.....	50
Tabla 17 Puntajes generales del SISBEN III de las localidades de Tunjuelito, Ciudad Bolívar y Usme	51
Tabla 18 Análisis de la vulnerabilidad por fragilidad ambiental nivel de deforestación NDEF	56
Tabla 19 Posibles efectos por cambios climáticos en las dimensiones de vulnerabilidad	57
Tabla 20 Riesgo por cambio climático para Bogotá	58
Tabla 21 Índice de desempeño fiscal de la Ciudad de Bogotá.....	60
Tabla 22 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo instituciones	61
Tabla 23 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo conocimiento de los habitantes	61
Tabla 24 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo infraestructura	62
Tabla 25 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo viviendas	63
Tabla 26 Evaluación capacidad de gobernanza y gestión del territorio	65

Tabla 27 Consolidado de los resultados obtenidos en la estimación de la vulnerabilidad y sus componentes en el Sector Canteras del Río Tunjuelo	66
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Pérdidas económicas por eventos naturales.....	14
Figura 2 Número de damnificados por eventos naturales	14
Figura 3 Departamentos afectados por eventos de inundación	15
Figura 4 Zonas inundadas 2011 tras el fenómeno de la niña	16
Figura 5 Proceso de gestión de riesgo.....	25
Figura 6 Delimitación de la zona de canteras teniendo en cuenta características geomorfológicas, ecosistémicas y antrópicas.	35
Figura 7 Área general de estudio identificada.....	35
Figura 8 Subcuencas que drenan en el sector Canteras.....	37
Figura 9 . Estaciones utilizadas para caracterizar la distribución temporal de la lluvia.....	39
Figura 10 Grado de amenaza por inundación identificados en el Sector Canteras	42
Figura 11 Exposición ecosistemas ante amenazas de inundación.....	44
Figura 12 Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas	44
Figura 13 Exposición de infraestructura existente ante amenazas de inundación.....	46
Figura 14 Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura	46
Figura 15 Exposición de infraestructura existente ante amenazas de inundación.....	48
Figura 16 Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura	48
Figura 17 Exposición de infraestructura existente ante amenazas de inundación.....	50
Figura 18 Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura	50
Figura 19 Distribución de puntaje, según localidad	51
Figura 20 Uso actual de suelo Fuente: Elaboración propia con datos del IDECA.....	53
Figura 21 Uso potencial del suelo Fuente: Elaboración propia con datos del IDECA	53
Figura 22 Vulnerabilidad por fragilidad ambiental conflictos por uso	54
Figura 23 Cobertura boscosa área de estudio.....	56
Figura 24 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo instituciones.....	60
Figura 25 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo conocimiento de los habitantes.....	61
Figura 26 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo infraestructura.....	62
Figura 27 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo viviendas.....	63

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Río Tunjuelo Localidad de Ciudad Bolívar.....	36
Fotografía 2 Río Tunjuelo Localidad de Tunjuelito.....	36
Fotografía 3 Quebrada Chiguaza.....	36
Fotografía 4 Río Tunjuelo sector Escuela Militar de Artillería.....	36
Fotografía 5 Infraestructura de protección contra inundaciones	58

LISTA DE ABREVIATURAS

CPUS	Conflictos por uso del suelo
D.C	Distrito Capital
IDEAM	Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales
IDIGER	Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático
IECC	Impacto estimado del cambio climático
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
NDEF	Nivel o grado de deforestación
PGAR	Plan de Gestión Ambiental Regional
POMCA	Plan de Ordenamiento y manejo Ambiental de Cuencas Hidrográficas
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
SIGOT	Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial
SINA	Sistema Nacional Ambiental
SIRH	Sistema de Información de Recurso Hídrico
UNGRD	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
V	Vulnerabilidad global
VCAyGGT	Vulnerabilidad determinada por la gobernanza y capacidad de gestión territorial
VCAyR	Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta
VCAyRACE	Vulnerabilidad determinada por ahorro y capacidad de endeudamiento
VCAyRPR	Vulnerabilidad determinada por percepción del riesgo
VE	Vulnerabilidad por exposición
VEE	Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas
VEI	Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura
VEP	Vulnerabilidad por exposición de la población
VESP	Vulnerabilidad por exposición de los sistemas de producción
VF	Vulnerabilidad por fragilidad
VFA	Vulnerabilidad por fragilidad ambiental
VFF	Vulnerabilidad por fragilidad física
VFI	Vulnerabilidad por fragilidad institucional
VFSE	Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica

1 PRESENTACIÓN

Las inundaciones son amenazas socio naturales que se definen según la Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres como “Acumulación temporal de agua fuera de los cauces y áreas de reserva hídrica de las redes de drenaje (naturales y construidas). Se presentan debido a que los cauces de escorrentía superan la capacidad de retención e infiltración del suelo y/o la capacidad de transporte de los canales. Las inundaciones son eventos propios y periódicos de la dinámica natural de las cuencas hidrográficas. Las inundaciones se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: lenta o de tipo aluvial, súbita o de tipo torrencial, por oleaje y encharcamiento. “

Este tipo de eventos son muy frecuentes en la mayoría de los países alrededor del mundo, dejando consigo un alto impacto tanto social, ambiental y económico debido a la vulnerabilidad de cada zona. Pero, aun así, no todos los países o regiones del mundo han tomado las medidas pertinentes para tratar de remediar este tipo de situaciones. Especialmente Colombia ha sido uno de los países que más ha sufrido los impactos de este tipo de amenaza dado que es un país con una alta riqueza hídrica pero poco ordenamiento sobre esta. Ha sido en los últimos años después de los desastres ocurridos por los eventos del fenómeno de La Niña del año 2011 donde el país ha empezado a adoptar verdaderas políticas para manejo y ordenamiento del recurso hídrico, apoyado de una normatividad reglamentaria, y de la gestión que se ha realizado por parte de las entidades encargadas del manejo y prevención de desastres.

Es por esto que se ha decidido realizar un análisis de vulnerabilidad en un sector de la capital del país, donde en años anteriores ha sido protagonista de varios eventos de inundación, dejando un alto número de personas damnificadas, altas pérdidas económicas y ambientales. Siendo el sector Canteras la zona de estudio elegida, para tratar de relacionar cómo la dinámica que se desarrolla sobre éste, influye en la vulnerabilidad y la alta probabilidad de ocurrencia de estos eventos.

2 JUSTIFICACIÓN

La gestión de riesgos (traducción del inglés Risk management) es un enfoque estructurado para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza, a través de una secuencia de actividades humanas que incluyen la identificación, el análisis y la evaluación de riesgo, para luego establecer las estrategias para su tratamiento. Las estrategias incluyen evitar el riesgo (esto es, reducir su probabilidad o impacto a 0), reducir el impacto negativo del riesgo y aceptar algunas o todas las consecuencias de un riesgo particular mediante una decisión informada.

En el mes de enero de 2005, la “Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres”, reunida en Kobe, Hyogo – Japón, promueve la instauración de la GESTIÓN DE RIESGOS como parte de la política pública a nivel internacional, lo que marcó un importante hito en el manejo de las emergencias y desastres manejadas hasta ese entonces. A partir de ello la Gestión de Riesgos toma un fuerte impulso y posicionamiento a nivel mundial, dándole el peso y la importancia que se merece en las agendas político – públicas, considerando a los desastres una posibilidad para el desarrollo de los pueblos. (Moreno, 2013)

Debido a la situación geográfica, geológica, climatológica y social de Colombia es de suma importancia contar con mencionado instrumento con el fin de poseer instrucciones claras para la gestión del riesgo de desastres. Las políticas anteriores en esta materia hacían referencia a la prevención y atención de emergencias o desastres, las cuales fueron recogidas en una definición más amplia de Gestión del Riesgo de Desastre que abarca desde la prevención, la mitigación, los preparativos, la respuesta, la rehabilitación y la reconstrucción y que, en la Ley 1523 de 2012 fueron agrupados en tres procesos: i) Conocimiento del Riesgo, ii) Reducción del Riesgo, iii) Manejo de Emergencias, Calamidades y Desastres. (Congreso de la República, 2012)

Dada las constantes problemáticas de inundaciones ocurridas en el sector Canteras sobre la cuenca del río Tunjuelo ubicado entre las localidades de Tunjuelito, Usme y Ciudad Bolívar, se ve la necesidad de plantear soluciones tangibles desde el enfoque de la gestión del riesgo, analizando la vulnerabilidad del área de estudio y estimando los riesgos que puedan presentarse, buscando la implementación a nivel distrital de las medidas concertadas con el fin de dar la solución apropiada a las amenazas de inundación actuales.

3 FORMULACION DEL PROBLEMA

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector Canteras sobre la cuenca del río Tunjuelo ubicado entre las localidades de Tunjuelito, Usme y Ciudad Bolívar, es un sector vulnerable ante amenazas de inundación.

3.2 DELIMITACION DEL PROBLEMA

El análisis de riesgo para amenazas de inundación se realizará sobre la cuenca del río Tunjuelo específicamente en el sector conocido como “Canteras”

3.3 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Históricamente sobre el río Tunjuelo se han presentado eventos de desbordamiento del cauce; el sector Canteras comprendido entre las localidades de Tunjuelito, Usme y Ciudad Bolívar es un terreno plano por lo que han ocurrido a lo largo de los años inundaciones sobre estas localidades. Tunjuelito es la localidad que más eventos de inundación ha sufrido (Gutiérrez, 2008)

3.4 PREGUNTAS DIRECTRICES DEL PROBLEMA

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad del Sector Canteras en la cuenca del río Tunjuelo, ante amenazas de inundación?

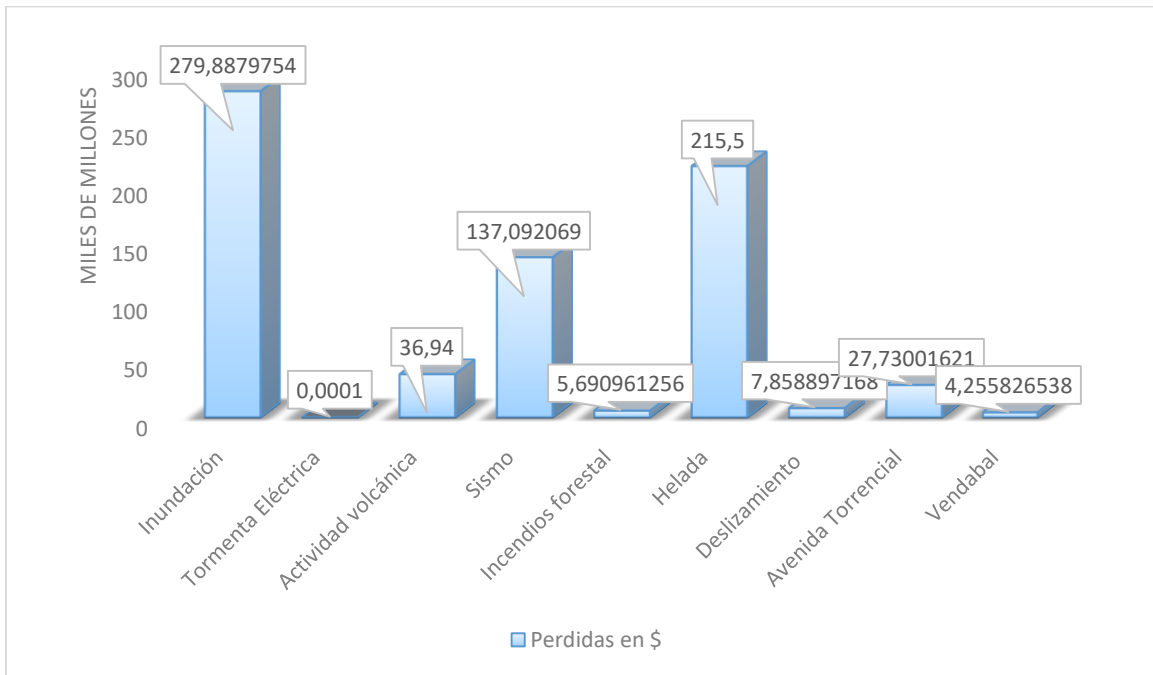
¿Cuáles son los factores que vuelven al sector Canteras un sector vulnerable?

3.5 ANTECEDENTES

Se obtienen reportes históricos de los eventos por desastres en Colombia de la base de datos DESINVENTAR de la Fundación OSSO, que es una herramienta que permite representar de manera cualitativa el impacto que han dejado estos eventos. Después de analizar los resultados de esta base de datos, se obtiene que la mayor cantidad de sucesos presentados se concentra en las regiones Andina, Pacífica y Atlántica, en las cuales habita la mayoría de la población e infraestructura económica del país. La información sistematizada se encuentra en un periodo de 1950 a 2015, periodo de tiempo en el cual se tiene una representatividad de los datos, y estas cifras se obtiene a partir de datos oficiales, notas hemerográficas, informes técnicos sobre desastres, etc. (Fundación OSSO, 2018)

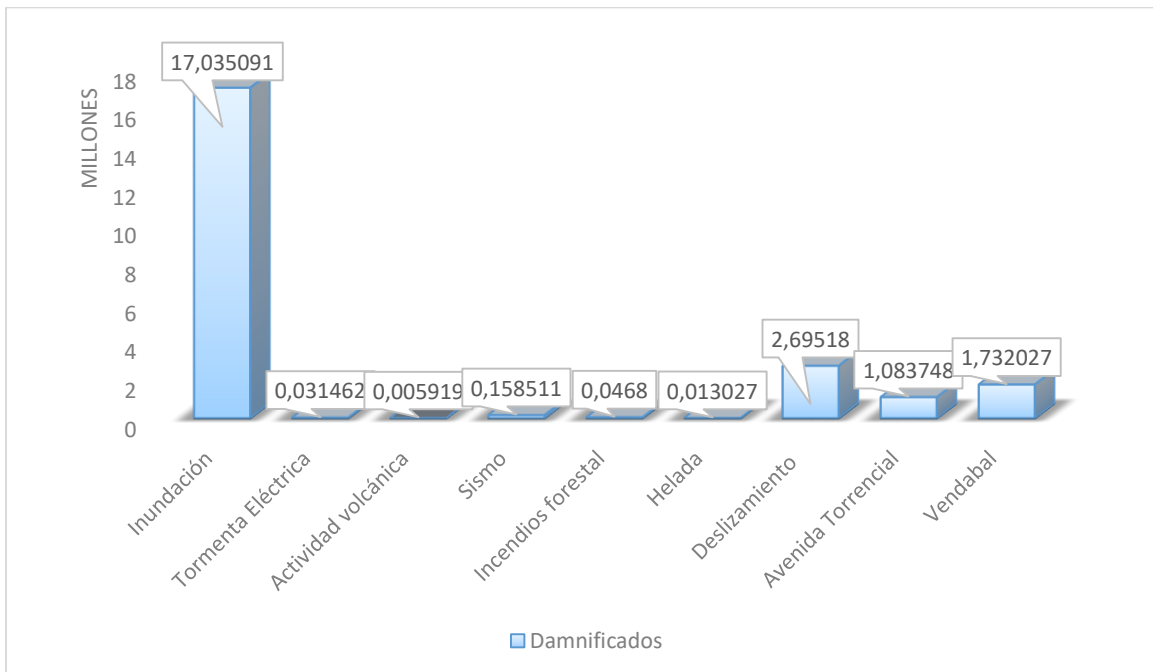
Los resultados de eventos, damnificados y pérdidas económicas por causa de desastres naturales se muestran en las siguientes figuras:

Figura 1 Pérdidas económicas por eventos naturales



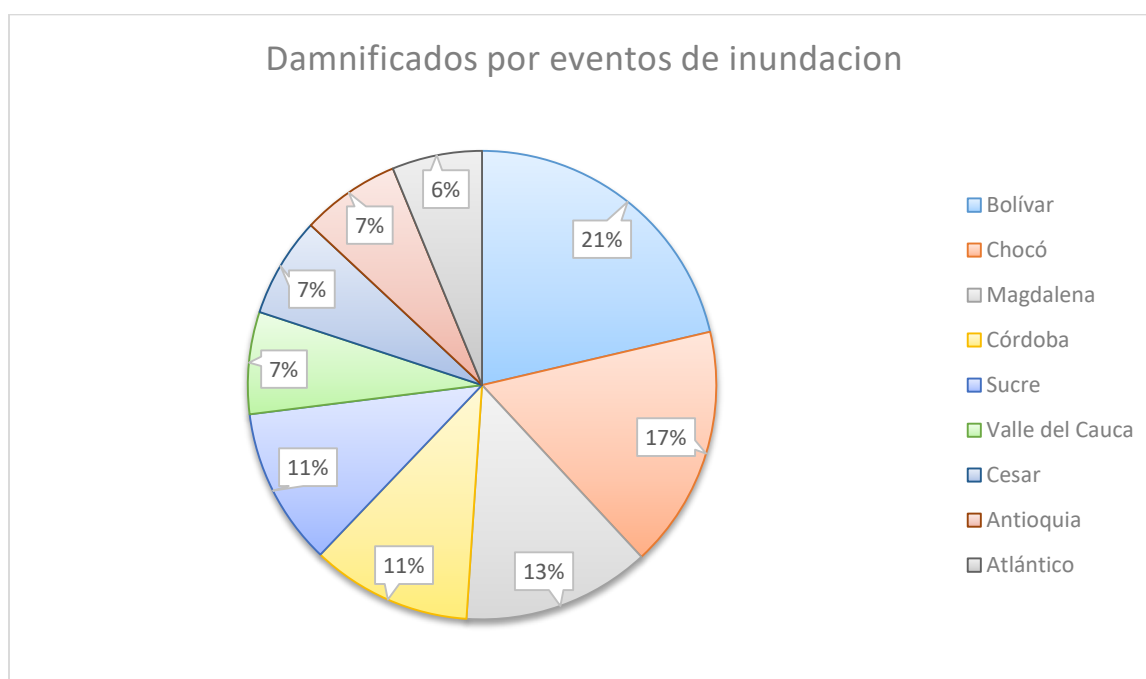
Fuente: Bases de datos DESINVENTAR, 2018 (Fundación OSSO, 2018)

Figura 2 Número de damnificados por eventos naturales



Fuente: Bases de datos DESINVENTAR, 2018 (Fundación OSSO, 2018)

Figura 3 Departamentos afectados por eventos de inundación

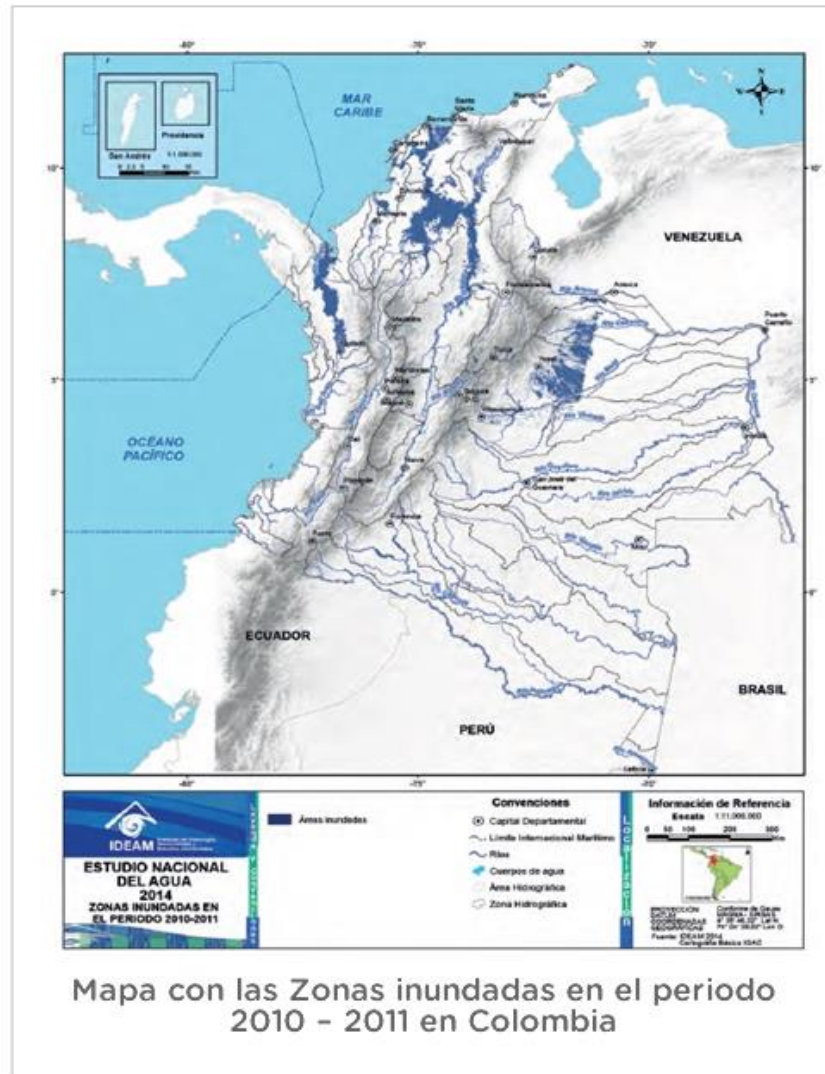


Fuente: Bases de datos DESINVENTAR, 2018 (Fundación OSSO, 2018)

Los departamentos que presentan mayores números de damnificados se encuentra en la región pacífica y caribe, debido a su cercanía a la costa del pacifico donde se concentra la mayor precipitación superando los 9000 milímetros al año, y la proximidad a la cordillera de los Andes que conforman una barrera que disminuyen el traslado de las nubes al interior del país. (Edano Cruz, 2012)

De igual manera el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales ha realizado importantes aportes a la gestión de riesgo, con estudios y caracterizaciones que generan conocimiento, producen información confiable, consistente y oportuna, sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente. Por esta razón el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) ha logrado zonificar los impactos causados por los eventos del fenómeno de la niña de la temporada invernal 2010 – 2011 donde se puede apreciar las áreas que se inundaron en este periodo, el mapa de zonas inundadas se puede ver en la Figura 4. (IDEAM, 2018)

Figura 4 Zonas inundadas 2011 tras el fenómeno de la niña



Fuente: (IDEAM, 2011)

Específicamente sobre el área de influencia de la zona de estudio, se presentaron en el año 2002 entre el 31 de mayo y el 10 de junio 3 eventos de inundación cuya magnitud generó un cambio de curso en el cauce del río Tunjuelo en el sector Canteras, lo que causó eventos de inundaciones en los barrios de Tunjuelito, Meissen y San Benito, de igual forma se presentó el refluo del alcantarillado para los barrios José Antonio Galán, Isla del Sol, Villa Nohora y Nuevo Muzu. (HVM Ingenieros Consultores, 2005)

El río Tunjuelo en sus condiciones normales tiene un caudal medio cercano a los 2,8 m³/s y un máximo promedio mensual cercano a los 6,7 m³/s, pero para los últimos días del mes de mayo y la primera semana de junio del 2002 alcanzó niveles pico de 90 m³/s. Para el día 1 de junio se presentó

una falla en el jarrillón que existía a margen derecha del río el cual conducía a la antigua Cantera conocida como Pozo Azul, evento que termino en el derrumbe de la estructura y desvío del cauce, causando el llenado de la fosa de la antigua cantera de explotación de San María, aunque dicho desvío evitó inundaciones en las zonas aguas abajo de este punto, se vieron muchas personas damnificadas. (HMV Ingenieros Consultores, 2005)

Una semana después de haber ocurrido los eventos anteriores, las crecientes alcanzaron caudales picos de 160 m³/s y debido al arrastre de sedimentos como árboles y material solido de gran tamaño se presentó una acumulación de material en un puente ubicado entre los predios de la minas Manas, la Fundación San Antonia y las canteras de Sánchez – Gonzáles, causando el desbordamiento del cauce en dirección de Sánchez – Gonzáles, pasando por Pozo Azul y escurriendo finalmente hacia la quebrada Chiguaza y simultáneamente al barrio Tunjuelito. El evento de inundación alcanzó una altura de 2,5 metros, tuvo una duración de 20 horas cubriendo un área de 15 Ha y afectando a 3782 persona de 700 hogares, además se afectaron mina en plena explotación, cubriendo maquinaria que no alcanzó a ser retirada de la zona de inundación, restringiendo de manera importante y significativa los trabajos de explotación. Cabe resaltar que las canteras inundación se encuentran funcionando como zona de amortiguación de caudales, para favorecer el control de inundaciones aguas debajo de estos sectores. (HMV Ingenieros Consultores, 2005)

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación en el sector Canteras de la cuenca del río Tunjuelo, ubicado en las localidades de Tunjuelito, Ciudad Bolívar y Usme de la ciudad de Bogotá D.C.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los factores de vulnerabilidad por exposición, fragilidad, capacidad de adaptación o resiliencia del área de estudio ante amenazas de inundación.
- Representar gráfica y cartográficamente la vulnerabilidad del sector Canteras ante amenazas de inundación con ayuda de los Sistemas de Información Cartográfica.
- Sugerir medidas de prevención (prospectivas) y mitigación (correctivas) para la gestión del riesgo de desastres en el sector Canteras ante amenazas de inundación

5 MARCO DE REFERENCIA.

5.1 MARCO LEGAL

A continuación, se muestra el marco legal, teniendo en cuenta las principales normas para la realización del análisis de riesgo por amenazas de inundación sobre el sector de canteras del río Tunjuelo, basados en las normas y principios consagrados en la Constitución Política de Colombia de 1991, la organización del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres establecida en la Ley 1523 de 2012, además de otras disposiciones enumeradas a continuación:

Constitución Política Nacional

La constitución Política Nacional de Colombia es la máxima Ley en el terreno nacional, por lo que establece las normas, derechos y garantías que tienen los ciudadanos colombianos.

Los siguientes artículos se fomenta la base para la gestión del riesgo en el país: (Artículo8) Obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación; (Artículo78) Control de calidad de bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad; (Artículo79) Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano; (Artículo80) El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales; (Artículo215) Declaración del Estado de Emergencia. (Asamblea Nacional Constituyente, 1991)

Ley 99 de 1993

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

Esta Ley dictamina en su Artículo 1, numeral 9 que “la prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento” (Congreso de la República, 1993)

Decreto 190 de 2004

"Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003", referentes al Planta de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá D.C. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2004)

Determina en lo respecto a la gestión de riesgo que: (Artículo 129) Medidas para mitigar el riesgo de inundación; (Artículo 138) Zonas prioritarias sujetas a análisis de riesgo en el D. C; (Artículo 142) Obligatoriedad de análisis de riesgos. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2004)

Decreto Ley 4147 de 2011

“Por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se establece su objeto y estructura.” (Presidencia de la República, 2011)

Determina en su artículo 3 objetivos que “La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres tiene como objetivo dirigir la implementación de la gestión del riesgo de desastres, atendiendo las políticas de desarrollo sostenible, y coordinar el funcionamiento y el desarrollo continuo del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres” y el artículo 4 establece sus respectivas funciones. (Presidencia de la República, 2011)

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 y se dictan otras disposiciones” (Congreso de la República, 2012)

Esta Ley se tiene en cuenta en su totalidad para el desarrollo del análisis de vulnerabilidad por amenazas de inundación en el sector Canteras, dado que es la base para todo análisis de riesgo en el territorio nacional. (Congreso de la República, 2012)

Decreto 1640 de 2012

“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.” (MADS, 2012)

Determina en su Artículo 26, parágrafo 4º que “Las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible reportarán anualmente al componente de Ordenación de Cuencas del módulo de Gestión del Sistema de Información de Recurso Hídrico (SIRH), el avance en los procesos de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas de su jurisdicción, mediante los protocolos y formatos que para tal fin expida el Ministerio.” y establece en el Artículo 36 “Del componente de gestión del riesgo”. (MADS, 2012)

Y de manera general se tiene en cuenta para el análisis de vulnerabilidad por amenazas de inundación sobre el sector Canteras todo el decreto para el ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas.

Decreto 172 de 2014

“Por el cual se reglamenta el Acuerdo 546 de 2013, se organizan las instancias de coordinación y orientación del Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático SDGR-CC y se definen lineamientos para su funcionamiento.” (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2014)

Determina en lo respecto a la gestión de riesgo que: (Artículo 7) Instrumentos de Gestión de Riesgos y Cambio Climático; (Artículo 10) Consejo Distrital para Gestión de Riesgos y Cambio Climático; (Artículo 34) Participación social y comunitaria en gestión de riesgos y cambio climático (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2014)

Decreto 173 de 2014

“Por medio del cual se dictan disposiciones en relación con el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER, su naturaleza, funciones, órganos de dirección y administración”. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2014)

Del cual se tiene en cuenta todo el decreto para análisis de vulnerabilidad por amenazas de inundación sobre el sector Canteras, dado que el IDIGER es la principal entidad responsable de la gestión de riesgo en el distrito capital. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2014)

Decreto 579 de 2015

“Por el cual se adopta el Plan Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático para Bogotá D.C., 2015- 2050 y se dictan otras disposiciones” (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2015)

Este decreto determina en su Artículo 1 “Adóptese el Plan Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático para Bogotá D.C., 2015-2050” y en su Artículo 5 “Implementación del PDGR-CC”. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2015)

Decreto 308 de 2016

“Por medio del cual se adopta el Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres”. (Presidencia de la República, 2016)

Este decreto se establece en su Artículo 1 “Adopción del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres” y en Artículo 2 “Objetivo. El Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres Una estrategia de Desarrollo, tiene como objetivo general orientar acciones del estado y la sociedad civil en cuanto al conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres en cumplimiento de la Política Nacional de Gestión del Riesgo, que contribuyan a la seguridad,

bienestar, la calidad de vida de las personas y el desarrollo sostenible territorio nacional”. (Presidencia de la República, 2016)

Decreto 2157 de 2017

“Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012” (Presidencia de la República, 2017)

El cual dictamina en su Capítulo 5 los lineamientos para el desarrollo de los Planes de Gestión del Riesgo de Desastres de las Entidades Públicas y Privadas (Presidencia de la República, 2017)

5.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

A nivel mundial los impactos producidos por desastres naturales han dejado cuantiosas pérdidas tanto económicas como de vidas humanas, razón por la cual en las últimas décadas, los países de las Naciones Unidas y algunos países fuera de esta, han unido fuerzas para abordar la reducción del riesgo de desastres y el aumento de la resiliencia ante los desastres con un renovado sentido de urgencia en el contexto del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza. (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2015)

Por estos motivos se ha adoptado el Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastre 2015-2030 el cual tiene como objetivo “la reducción sustancial del riesgo de desastres y de las pérdidas ocasionadas por los desastres, tanto en vidas, medios de subsistencia y salud como en bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales de las personas, las empresas, las comunidades y los países”. Este marco es el instrumento sucesor de los esfuerzos realizados en los años anteriores y fue adoptado en la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas celebrada en Sendai (Japón) el 18 de marzo de 2015. (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2015)

Se hace importante resaltar cuales son los referentes en las últimas décadas que han hecho posible el desarrollo de este marco; empezando por Marco Internacional de Acción del Decenio para la Reducción de los Desastres ejecutado en 1989, la Estrategia de Yokohama para un Mundo Más Seguro adoptada en 1994, los cuales buscan la prevención de los desastres naturales, la preparación para la atención de emergencias y la mitigación de sus efectos; de igual manera la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres implementada 1999; y quizás el sucesor más importante para el Marco de Sendai es el Marco Hyogo siendo el instrumento que acoge e implementa

los principios de los referentes mencionados anteriormente. (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2015)

“El Marco de Sendai se busca aplicar a los riesgos de desastres de pequeña y gran escala frecuentes y poco frecuentes, súbitos y de evolución lenta, debidos a amenazas naturales o de origen humano, así como a las amenazas y los riesgos ambientales, tecnológicos y biológicos conexos”. (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2015)

Los aportes más importantes que ha dejado el Marco de Sendai a las gestión de riesgo, son las 7 metas acordadas a nivel mundial, las cuales se complementan con metas e indicadores de cada nación comprometida con este Marco, las metas establecidas y que serán monitoreadas mundialmente son las siguientes: (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2015)

1. Reducir considerablemente la mortalidad mundial causada por desastres para 2030, y lograr reducir la tasa de mortalidad mundial causada por desastres por cada 100.000 personas en el decenio 2020-2030 respecto del período 2005-2015;
2. Reducir considerablemente el número de personas afectadas a nivel mundial para 2030, y lograr reducir el promedio mundial por cada 100.000 personas en el decenio 2020-2030 respecto del período 2005-2015;
3. Reducir las pérdidas económicas causadas directamente por los desastres en relación con el producto interno bruto (PIB) mundial para 2030;
4. Reducir considerablemente los daños causados por los desastres en las infraestructuras vitales y la interrupción de los servicios básicos, como las instalaciones de salud y educativas, incluso desarrollando su resiliencia para 2030;
5. Incrementar considerablemente el número de países que cuentan con estrategias de reducción del riesgo de desastres a nivel nacional y local para 2020;
6. Mejorar considerablemente la cooperación internacional para los países en desarrollo mediante un apoyo adecuado y sostenible que complemente las medidas adoptadas a nivel nacional para la aplicación del presente Marco para 2030;
7. Incrementar considerablemente la disponibilidad de los sistemas de alerta temprana sobre amenazas múltiples y de la información y las evaluaciones sobre el riesgo de desastres transmitidas a las personas, y el acceso a ellos, para 2030.

Para que dichas metas sean realizadas se requiere que los dirigentes políticos de todos los países, que adopten este marco se comprometan en todos los niveles firmemente a la aplicación y el seguimiento del presente Marco y la creación del entorno propicio necesario para desarrollarlo. Por último, será la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR) quien ayude

a la implementación, seguimiento y la revisión de este Marco. (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2015)

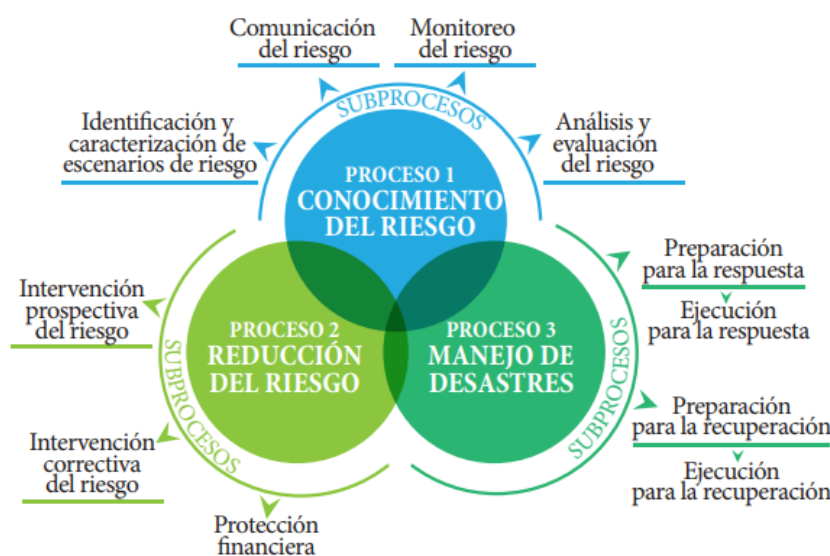
Colombia como país miembro de las naciones unidas y tras los grandes desastres causados por el fenómeno de la niña, en la temporada invernal 2010 - 2011, ha fortalecido en los últimos años su política de gestión de riesgo, partiendo de una base sólida de conocimientos y políticas para la adopción de los instrumentos a nivel nacional que se han desarrollado, para la reducción de los desastres y mitigación de estos. Tomando actuaciones específicas respecto a las 4 prioridades pactadas en el Marco de Sendai (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2015), siendo estas: Comprender el riesgo de desastres; Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo; invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia; aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz, y “reconstruir mejor” en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción. Será la Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres, la entidad encargada de la inclusión de la gestión de riesgo en todo el territorio nacional y por ende el órgano rector del seguimiento, monitoreo y revisión de la políticas, protocolos y actuaciones para reducir el impacto de los eventos amenazantes. Además de sus otras funciones que están establecidas en el Decreto Ley 4147 de 2011. (Congreso de la República, 2012)

Como gran referente a nivel nacional se tiene la Ley 1523 del 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 y se dictan otras disposiciones.”, (Congreso de la República, 2012) la cual busca generar un cambio en el punto de vista respecto a la concepción que se tiene de la gestión del riesgo a nivel nacional. Razón por la cual en Colombia la concepción que se tenía respecto a esta materia, consistía en el desarrollo de protocolos para afrontar los desastres una vez ocurridos los eventos.

La ley 1523 establece como un proceso social la gestión de riesgo, partiendo de involucrar a la comunidad como actor fundamental del proceso de gestión y de reconocer que los desastres no son naturales únicamente, y que por el contrario existen factores políticos, sociales y culturales que inciden en el grado de vulnerabilidad de los individuos al momento de enfrentar y recuperarse de la ocurrencia de un evento físico. (UNGRD, 2017) Motivo por el cual se busca la implementación de la gestión de riesgo como una herramienta que permita analizar los alcances de una amenaza, antes de que esta suceda y así tomar las medidas correspondientes para su prevención, reducción y atención.

El aporte que cabe resaltar de esta Ley es el abordaje de la gestión del riesgo mediante tres procesos que a su vez se componen de subprocesos que desagregan la forma de aproximarse a los factores del riesgo y a las medidas para su gestión como se muestra a continuación: (UNGRD, 2017)

Figura 5 Proceso de gestión de riesgo



Fuente: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres UNGRD

El Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres de Colombia, “una Estrategia de Desarrollo” es el instrumento de la Ley 1523, que “define los objetivos, programas, acciones, responsables y presupuestos, mediante las cuales se ejecutan los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres en el marco de la planificación del desarrollo nacional” (UNGRD , 2015). Del cual actualmente se han presentado tres informes de su seguimiento y evaluación, con el fin de ir monitoreando el cumplimiento de las metas propuestas para el cumplimiento del objetivo de “orientar las acciones del Estado y de la sociedad civil en cuanto al conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres en cumplimiento de la Política Nacional de Gestión del Riesgo, que contribuyan a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y el desarrollo sostenible en el territorio nacional” (UNGRD , 2015). En este sentido se determina como estrategia, el manejo de la gestión del riesgo como componente importante de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y Planes de Desarrollo Sectorial (PDT), configurados como instrumentos de planificación en el corto y mediano plazo y a su vez herramienta para la toma de decisiones sobre el futuro económico y social de los municipios, departamentos y nación. (UNGRD, s.f.)

Tras la promulgación de la Ley 1523 de 2012, en Colombia se han desarrollado mecanismos para la implementación de la gestión de riesgo en el país, entre los cuales se encuentra la Guía Técnica para

la Formulación de los Planes de Ordenamiento y Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas, desarrollada por Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible en el año 2014, la cual tiene como propósito establecer “los criterios técnicos, procedimientos y metodologías que se deben tener en cuenta en las fases de aprestamiento, diagnóstico, prospectiva y zonificación ambiental, formulación, ejecución y, seguimiento y evaluación, así como los lineamientos para abordar los temas de participación y la inclusión de la gestión de riesgo en cada una de las fases previstas para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA)” (SDA, 2015)

Como el objeto de este trabajo es desarrollar un análisis de riesgo por inundación sobre el río Tunjuelo siguiendo los referentes normativos vigentes, es importante resaltar que los mayores impactos que ha recibido el país por desastres causados por fenómenos naturales, se han dado por eventos de inundación, razón por la cual el país ha asumido una política de gestión y ordenamiento sobre las cuencas hidrográficas. Por medio de la guía desarrollada por el ministerio de ambiente que define medidas y acciones para el manejo y administración de los recursos naturales renovables, de igual forma para el conocimiento, reducción y manejo del riesgo en la cuenca. (MADS, 2013)

Por tal la razón, a la guía metodológica para ordenación de cuencas hidrográficas se ha incluido un Anexo B. Gestión de Riesgo que de manera participativa con la comunidad busca establecer consensos para hacer posible una zonificación ambiental que conduzcan a: La protección, conservación, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables; Una ocupación del territorio de forma segura; Y evitar nuevas condiciones de riesgo en la cuenca. Y así incluir en el manejo y ordenación de la cuenca, la evaluación amenaza y análisis de vulnerabilidad, para poder realizar una definición de escenarios de riesgo de apuesta que se quieren en el desarrollo de la cuenca. (MADS, 2014)

6 METODOLOGIA

6.1 SISTEMA DE INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.

El sistema de indicadores para el análisis de la vulnerabilidad propuesto por Vera Rodríguez, Jorge Mario; Albarracín Calderón, Adriana Paola en el documento Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas, Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 27, núm. 2, 2017, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=911505590006>, DOI: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2309>, se basa en un modelo conceptual que identifica la exposición, fragilidad y capacidad de adaptación y respuesta como factores de la vulnerabilidad, los cuales a su vez presentan una serie de componentes, por tanto se considera el método más integral dado que involucra una cantidad de variables dependiendo de los aspectos físicos, ambientales, económicos y sociales del área de estudio.

Teniendo en cuenta lo anterior, se estable una escala de valoración y convenciones, con la cual se va a calificar cada uno de los componentes de la presente metodología, dicha escala se puede observar en la Tabla 1 a continuación:

Tabla 1 Escala de valoración y convención para las variables y componentes de la vulnerabilidad

Bajo	0 - 1	
Medio Bajo	1,1 - 2	
Medio	2,1 - 3	
Medio Alto	3,1 - 4	
Alto	4,1 - 5	

Fuente (Vera Rodríguez & P, 2017)

Continuando con el criterio de la integralidad de la vulnerabilidad del modelo conceptual compuesto por la exposición, la fragilidad y la capacidad de adaptación y respuesta, la propuesta del análisis de vulnerabilidad sobre el sector Canteras de la cuenca hidrográfica del río Tunjuelo, se dirige hacia la estimación de la vulnerabilidad global en función de esos tres componentes o factores, plasmado en una relación aritmética simple, como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2 Funciones para la estimación de la vulnerabilidad global y sus componentes

Tipo de vulnerabilidad	Función
Vulnerabilidad global (V)	$V = \frac{VE + VF + VCAyR}{3}$ <p>Vulnerabilidad global (V)</p> <p>Vulnerabilidad por exposición (VE)</p> <p>Vulnerabilidad por fragilidad (VF)</p> <p>Vulnerabilidad determinada por capacidad de adaptación y respuesta (VCAyR)</p>
Vulnerabilidad por exposición (VE)	$VE = \frac{VEE + VEI + VESP + VEP}{4}$ <p>Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE)</p> <p>Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura (VEI)</p> <p>Vulnerabilidad por exposición de los sistemas de producción (VESP)</p> <p>Vulnerabilidad por exposición de la población (VEP)</p>
Vulnerabilidad por fragilidad (VF)	$VF = \frac{VFF + VFSE + VFA + VFI}{4}$ <p>Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)</p> <p>Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE)</p> <p>Vulnerabilidad por fragilidad ambiental (VFA)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conflictos por uso del suelo (CPUS) • Nivel o grado de deforestación (NDEF) • Impacto estimado del cambio climático (IECC) $VFA = \frac{CPUS + NDEF + IECC}{3}$ <p>Vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI)</p>
Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta (VCAyR)	$VCAyR = \frac{VCAyRACE + VCAyRPR + VCAyGGT}{3}$ <p>Vulnerabilidad determinada por ahorro y capacidad de endeudamiento (VCAyRACE)</p>

Tipo de vulnerabilidad	Función
	Vulnerabilidad determinada por percepción del riesgo (VCAyRPR)
	Vulnerabilidad determinada por la gobernanza y capacidad de gestión territorial (VCAyGGT)

Fuente: (Vera Rodríguez & P, 2017)

De igual forma se disgrega de cada uno de los componentes de la vulnerabilidad global, variables por medir y criterios de evaluación propuestos en la Metodología para el análisis de vulnerabilidad. Dichos criterios y variables fueron discutidos por los autores con expertos regionales en gestión del riesgo de desastres, en la Tabla 3 se describen los componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad por exposición (VE).

Tabla 3 Componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad por exposición.

Componente	Variables de medición		Criterios de evaluación
Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE)	Localización	Bosque natural	Más del 20% del total de los elementos expuestos en zonas de nivel de amenaza alta, vulnerabilidad alta (5 puntos)
		Parques naturales	
		Humedales	
		Páramos	
		Reservas naturales	
Vulnerabilidad por exposición de infraestructura (VEI)	Localización	Vías de comunicación, puentes.	Menos del 20% del total de los elementos expuestos en zonas de nivel de amenaza alta y más del 30% en amenaza media, vulnerabilidad media (3 puntos)
		Líneas vitales (acueductos, energía eléctrica, alcantarillado, combustibles)	
		Hospitales, escuelas, ancianatos, mataderos, etc.	
Vulnerabilidad por exposición de población (VEP)	Localización	Viviendas	Menos del 20% de elementos en amenaza

Componente	Variables de medición		Criterios de evaluación
Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción (VESP)	Localización	Cultivos, producción pecuaria, plantaciones forestales, áreas de producción industrial, minería, comercial o recreativa.	alta y más del 60% del total de los elementos expuestos se encuentran en zonas de nivel de amenaza baja, vulnerabilidad baja, (1 punto)

Fuente: (Vera Rodríguez & P, 2017)

Los componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad por fragilidad (VF) se describen la Tabla 4, a continuación:

Tabla 4 Componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad por fragilidad.

Componentes	Variables de medición		Criterios
Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE)	Condiciones de vida de la población	Promedio de puntaje de Sisbén.	<p><50 puntos, vulnerabilidad alta (5 puntos)</p> <p>50 a 75 puntos, vulnerabilidad media (3 puntos)</p> <p>>75 puntos, vulnerabilidad baja (1 punto)</p>
Vulnerabilidad por fragilidad ambiental (VFA)	Equilibrio en la relación sociedad-naturaleza (degradación de base ecosistémica y prácticas productivas inadecuadas, efectos	Conflictos por uso del suelo	<p>Área en conflicto >40%, vulnerabilidad alta (5 puntos)</p> <p>Área en conflicto 20.1 a 40%, vulnerabilidad media (3 puntos)</p>

Componentes	Variables de medición		Criterios
	estimados del cambio climático		Área en conflicto <20%, vulnerabilidad baja (1 punto)
		Nivel de deforestación	Coberturas boscosas <20%, vulnerabilidad alta (5 puntos)
			Coberturas boscosas entre 20,1 a 50%, vulnerabilidad media (3 puntos)
		Variaciones de temperatura, precipitación, pérdida de suelo, etc.	Coberturas boscosas >50%, vulnerabilidad baja (1 punto)
Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)	Sismo resistencia, materiales de construcción, características estructurales y estado de mantenimiento	Viviendas	Inadecuada (cumple menos de 2 criterios), vulnerabilidad alta (5 puntos)
		Infraestructura productiva, social y de servicios	
			Deficiente (cumple 2 criterios)

Componentes	Variables de medición		Criterios
			vulnerabilidad media (3 puntos) Óptima (cumple 3 o más criterios) vulnerabilidad baja (1 punto)
Vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI)	Grado de riesgo de corrupción de las entidades públicas locales o regionales	Índice de transparencia de las entidades públicas	<60 puntos, vulnerabilidad alta (5 puntos) 60 a 80 puntos, vulnerabilidad media (3 puntos) >80 puntos, vulnerabilidad baja (1 punto)

Fuente: (Vera Rodríguez & P, 2017)

Los componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad determinada por capacidad de adaptación y respuesta (VCAyR), se describen en la Tabla 5 a continuación.

Tabla 5 Componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la vulnerabilidad determinada por capacidad de adaptación y respuesta

Componentes	Variables de medición		Criterios
Ahorro y capacidad de endeudamiento (VCAyRACE)	Viabilidad financiera del ente territorial (Artículo 79 Ley 617 de 2000)	Índice de desempeño fiscal de los departamentos y municipios	<60 puntos, vulnerabilidad alta (5 puntos) 60 a 75 puntos, vulnerabilidad media (3 puntos)

Componentes	Variables de medición		Criterios
			>75 puntos, vulnerabilidad baja (1 punto)
Percepción del riesgo (VCAyRPR)	Nivel de prioridad dado a la gestión del riesgo	Percepción de la Comunidad	No es tenido en cuenta, vulnerabilidad alta (5 puntos)
		Percepción desde la institucionalidad	Se tiene en cuenta, pero no es prioritario, vulnerabilidad media (3 puntos) Es prioritario, vulnerabilidad baja (1 punto)
Gobernanza y capacidad de gestión territorial (VCAyRGT)	Existencia e implementación de planes estratégicos que contemplan el componente gestión del riesgo	POT	Evaluada con base en la matriz de la tabla 6
		Plan de desarrollo	
		POMCA	
		Estudios de riesgo (vulnerabilidad y amenaza)	Vulnerabilidad alta (5 puntos)
		PGAR	Vulnerabilidad media (3 puntos) Vulnerabilidad baja (1 punto)

Fuente: (Vera Rodríguez & P, 2017)

Para la evaluación del componente de gobernanza y capacidad de gestión territorial, se realiza la evaluación de unos instrumentos que contemplan la existencia e implementación de planes estratégicos que contemplan el componente gestión del riesgo, por medio de la matriz que se expone en la Tabla 6.

Tabla 6 Matriz de evaluación para determinar vulnerabilidad por capacidad de gobernanza y gestión territorial.

Instrumento que contempla la gestión del riesgo	No cuenta	Desactualizado y aplica	Desactualizado y no aplica	Actualizado y no aplica	Actualizado y aplica
Plan de Ordenamiento Territorial (POT)	Alta	Media	Alta	Media	Baja
Plan de Ordenamiento y manejo Ambiental de Cuencas Hidrográficas (POMCA)	Alta	Media	Alta	Media	Baja
Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR)	Alta	Media	Alta	Media	Baja
Política pública	Alta	Media	Alta	Media	Baja
Plan de desarrollo	Alta	Media	Alta	Media	Baja
Estudios de riesgo	Alta	Media	Alta	Media	Baja

Fuente: (Vera Rodríguez & P, 2017)

6.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

Para el cálculo de cada uno de los componentes de la vulnerabilidad, se tuvo en cuenta la siguiente información, la cual fue tomada de los Sistemas de Información Geográfica de varias entidades.

Tabla 7 Información y fuentes de información que se tomaron en cuenta en el proceso de aplicación de la metodología propuesta.

Información	Fuente
Mapa área de estudio sector Canteras	Elaboración propia
Mapa amenaza por inundación Bogotá	IDIGER
Ortofotografía de Bogotá	IDECA
Mapas uso del suelo, infraestructura, viviendas, población	Elaboración propia con información del IDECA.
Índice de transparencia de Bogotá	Veeduría distrital
Caracterización General del Escenario de Cambio Climático para Bogotá	IDEAM - IDIGER

Fuente: Elaboración propia

7 DELIMITACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

En el inicio del proceso de análisis de la vulnerabilidad se debe delimitar el área de estudio en la cual se va a aplicar los criterios descritos en la metodología, para lo cual se realizaron visitas de campo al área, identificando características geomorfológicas, ecosistémicas y antrópicas presentes en el área con las cuales se pudo realizar la delimitación de esta. Como características geomorfológicas para la delimitación se tuvieron en cuenta las planicies y llanuras aluviales, y áreas de depósitos de materiales de arrastre; dentro de las características ecosistémicas, se tuvo en cuenta el trazado del río Tunjuelo, la Quebrada Chiguaza, las áreas de lagunas y humedales, así como relictos de vegetación; finalmente dentro de las características antrópicas se utilizaron como líneas límite del polígono de estudio al Occidente la Avenidas Boyacá, al Oriente la Avenida Caracas. Se obtuvo como resultado el Polígono del Sector Canteras o Área de Estudio como se aprecia en la Figura 6 y Figura 7.

Delimitación área de estudio

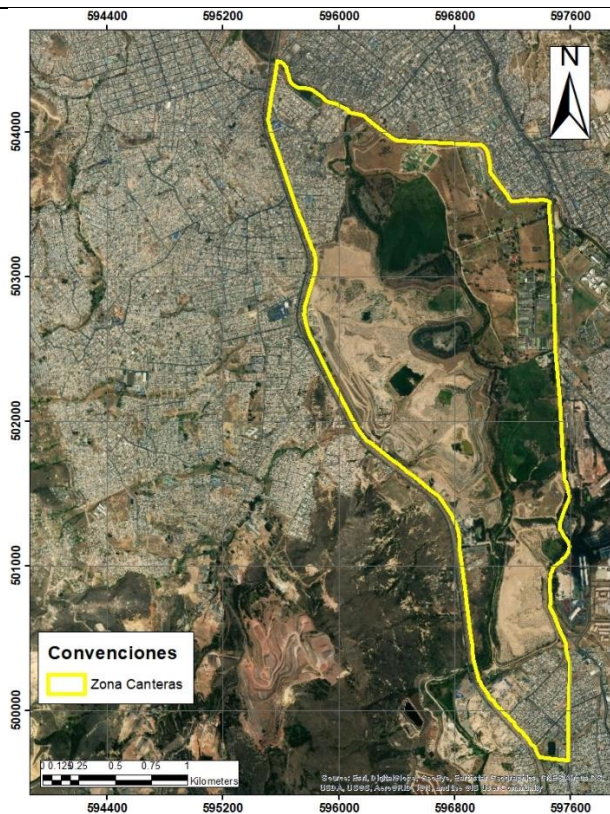


Figura 6 Delimitación de la zona de canteras teniendo en cuenta características geomorfológicas, ecosistémicas y antrópicas.

Fuente: Elaboración propia.

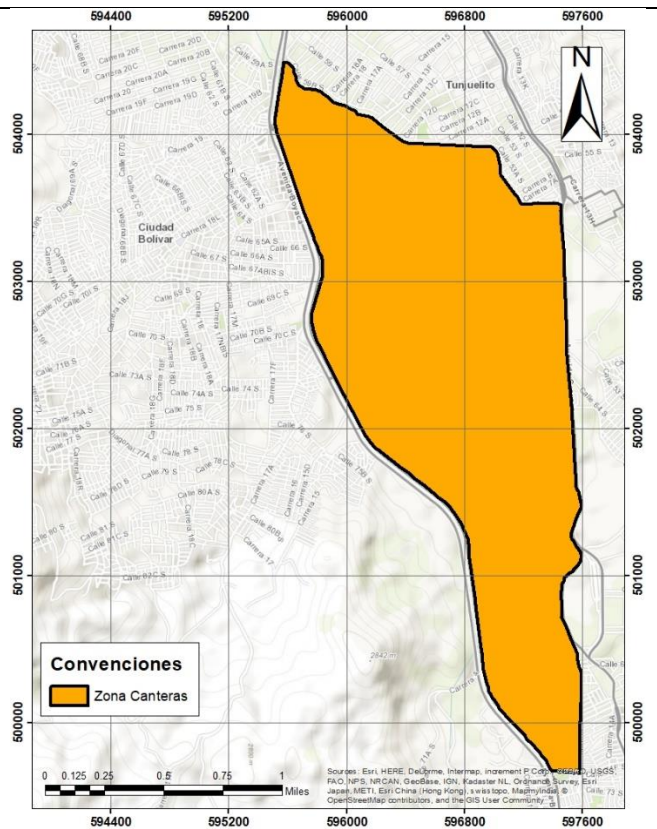
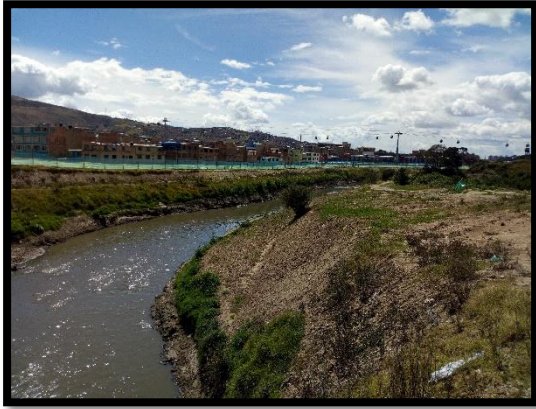


Figura 7 Área general de estudio identificada.

Fuente: Elaboración propia.

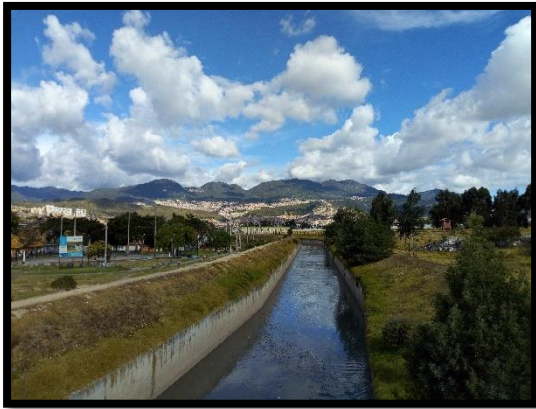
Fotografías del área sector Canteras



Fotografía 1 Río Tunjuelo Localidad de Ciudad Bolívar



Fotografía 2 Río Tunjuelo Localidad de Tunjuelito



Fotografía 3 Quebrada Chiguaza



Fotografía 4 Río Tunjuelo sector Escuela Militar de Artillería

Fuente: Elaboración propia.

7.1 GENERALIDADES DEL CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

Las localidades de Tunjuelito, Ciudad Bolívar y Usme cuentan con una extensión de 987, 12.999 y 21.506 hectáreas respectivamente (Secretaría Distrital de Planeación, 2009), entre las actividades económicas más realizadas en estas localidades se encuentra la minería extractiva de varios tipos de material y con diferentes formas de extracción según la magnitud de las compañías tanto nacionales como internacionales, las cuales son de pequeña, mediana y gran actividad. (Secretaría Distrital de Planeación, 2009)

El territorio de la localidad de Tunjuelito hace parte de la zona plana de la cuenca del río Tunjuelo, que históricamente ha presentado eventos de encharcamientos por causa de las intensas lluvias y

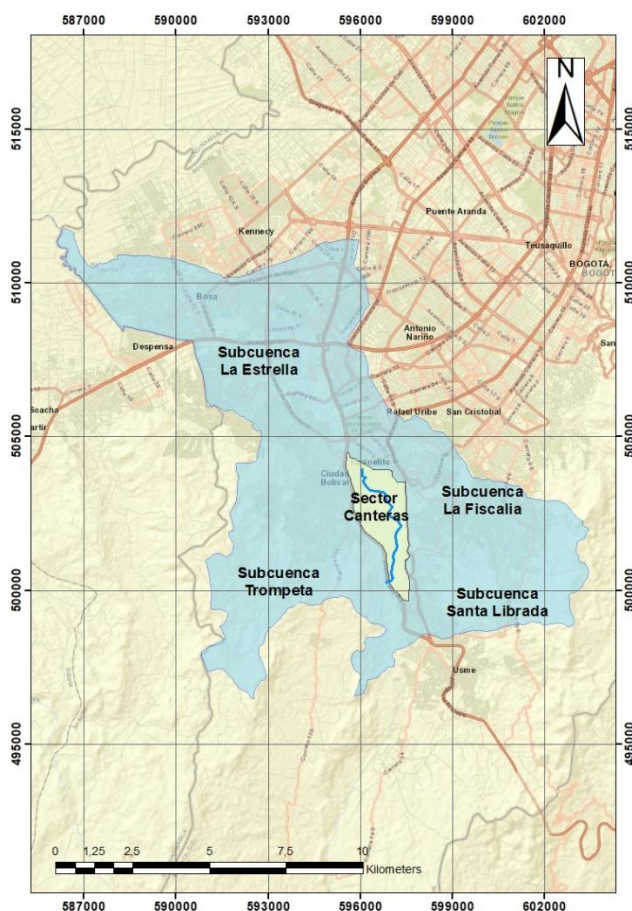
ha inundado grandes zonas aledañas al río. (Secretaría Distrital de Planeación, 2009) Esta situación llevó a construir el embalse Cantarrana para contener las grandes cantidades de agua provenientes de las lluvias y así detener las inundaciones en parte del territorio de la localidad. (INGETEC S.A, 2002)

7.2 RÍO TUNJUELO

El área de estudio se encuentra ubicada en la cuenca del río Tunjuelo, afluente del río Bogotá, localizada al sur de la ciudad de Bogotá. La cuenca drena un área total de 388,13 km² hasta el río Bogotá; su punto más alto, ubicado en el extremo sur, tiene una elevación de 3850 msnm y la confluencia del río Tunjuelo está aproximadamente a la cota 2536 msnm (INGETEC S.A, 2002).

Las quebradas que desembocan hacia el río Tunjuelo en la zona de Canteras son la quebrada Santa Librada y la quebrada La Fiscala y por margen izquierda la quebrada Trompeta y la quebrada Estrella entre otras corrientes de agua que ingresan por las dos márgenes, pero no tienen denominación. (INGETEC S.A, 2002), como se observa en la Figura 8.

Figura 8 Subcuencas que drenan en el sector Canteras



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se observa el área de drenaje de cada una de las subcuencas de río Tunjuelo cercanas al área de estudio.

Tabla 8 Áreas de drenaje subcuencas río Tunjuelo

Nº Cuenca	Nombre	Área (km ²)
37	Santa Librada	5.50
38	La Fiscala	3.00
39	Trompeta	5.30
42	La Estrella	3.00

Fuente: Elaboración propia.

7.2.1 Caudales Máximos

En un análisis de caudales máximos realizado por la firma de consultoría INGETEC S.A, se tuvo en cuenta el periodo de tiempo anterior y posterior al inicio de operación del embalse Cantarrana, dicho embalse se construyó para el control de crecientes sobre el río Tunjuelo dado los eventos de inundación ocurrido a lo largo de los años, para este análisis se realizó el ajuste de la series de caudales máximos para las estaciones de Avenida Boyacá, Puente Bosa y Cantarrana (INGETEC S.A, 2002).

Tabla 9 Caudales máximos para diferentes periodos de retorno. Estaciones sobre el río Tunjuelo

	Estación	Cantarrana (*)	Avenida Boyacá			Puente Bosa		
	Periodo	1958-1980	1989-2006	2007-2016	1991-2016	1991-2006	2007-2016	1991-2016
T r (A ñ o s)	2.33	-	28.7	47.3	33.67	42.7	38.5	41.0
	5	93.8	44.4	55.1	47.58	54.7	47.2	51.3
	10	116.0	57.1	61.1	59.93	66.6	54.4	60.5
	25	143.0	73.3	68.1	76.76	84.5	63.3	73.1
	50	163.0	85.2	73.1	90.11	100.2	70.0	83.3
	100	184.0	97.1	77.8	104.15	118.3	76.6	94.3
	200	204.0	108.9	82.5	118.94	139.2	83.2	106.1

Fuente: INGETEC S.A.

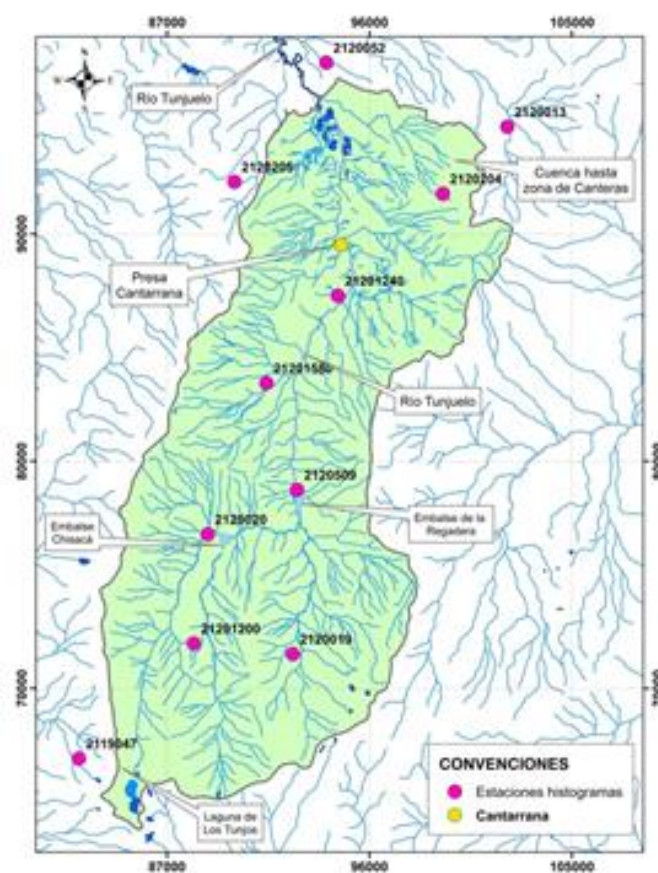
En la Tabla 9 se observa que los caudales estimados por INGETEC S.A en el año 2002 en la estación Cantarrana son superiores a los caudales estimados en la estación Avenida Boyacá y Puente Bosa, esto considerando que la estación Cantarrana cuenta con registros desde el año 1958 hasta el año 1980 cubriendo uno de los periodos más húmedos registrado en los años setenta donde se presentaron caudales muy altos.

7.2.2 Precipitación

Las altas precipitaciones son eventos hidrometeorológicos extremos de gran intensidad, baja frecuencia temporal y aparente distribución espacial irregular, que provocan peligros naturales de tipo geomorfológico, como procesos de erosión superficial, movimientos de masa, inundaciones fluviales, arroyamiento torrencial, y cambios en los cauces y en las llanuras aluviales, que desencadenan desastres, afectando a poblaciones, viviendas e infraestructuras (Beguería y Lorente, 1999).

INGETEC S.A realizó un análisis para la caracterización temporal de la lluvia en la cuenca del río Tunjuelo, para lo cual se utilizó la información meteorológica de las estaciones que se muestran en la siguiente figura:

Figura 9 . Estaciones utilizadas para caracterizar la distribución temporal de la lluvia



Fuente: INGETEC S.A

Tabla 10 Características de las estaciones climatológicas analizadas

Código	Nombre	Precipitación media anual (mm)	Altitud (msnm)	Entidad
21201200	Esc. La Unión	859	3320	IDEAM
21201240	Santa María Usme	731	2800	IDEAM
21201310	Preventorio Infantil	642	2650	IDEAM
21201580	Pasquilla	802	3000	IDEAM
21205720	San Jorge Granja	793	2900	IDEAM
35020300	Gutierrez	1486	2300	IDEAM
35020350	Betania	1176	3150	IDEAM
35025050	Llano Largo	1322	2980	IDEAM

Fuente: INGETEC S.A

En términos generales, la cuenca del río Tunjuelo hasta la zona de Canteras presenta una distribución temporal de tipo bimodal, presentando los picos en los meses de abril a mayo y en los meses de octubre a noviembre. Las precipitaciones más bajas se registran en los meses de enero y de septiembre, como se observa en los resultados obtenidos por INGETEC S.A a continuación:

Tabla 11 Precipitación cuenca río Tunjuelo.

Código	Nombre	Elevación (msnm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
2119047	Hacienda La Mesa	3470	41.6	64.6	79.6	121.1	100.6	76.2	62.2	54.0	57.0	127.1	116.2	66.6	80.6
2120019	Bocagrande Salitre	3475	28.5	54.7	102.2	155.2	209.9	207.5	222.5	168.8	114.6	134.3	128.4	65.3	132.6
2120020	El Hato	3150	20.9	36.6	63.7	101.9	124.3	97.6	96.5	69.8	61.6	82.1	77.7	39.1	72.6
2120509	La Regadera	3050	20.7	36.4	62.5	108.9	145.9	125.8	127.6	95.4	74.2	95.3	83.8	39.8	84.7
21201580	Pasquilla	3000	17.1	33.0	53.1	89.5	106.7	91.3	93.8	69.9	52.9	76.3	72.6	36.3	66.1
21201200	Esc. La Unión	3320	22.3	36.9	68.1	101.2	114.1	98.4	96.4	61.1	51.8	86.4	79.7	33.2	70.8
2120013	El Delirio	3000	53.8	77.1	105.4	120.0	136.2	158.5	174.0	137.9	71.1	116.9	127.7	71.9	112.5
2120204	Juan Rey	2985	45.4	57.9	95.2	115.6	130.4	148.1	153.3	120.7	68.9	106.0	126.7	72.7	103.4
2120205	Quiba	3000	21.4	37.5	66.8	87.3	97.6	62.3	58.4	46.5	46.0	88.1	77.6	45.3	61.2
2120052	Santa Lucía	2630	27.3	44.7	77.1	101.9	83.8	60.5	51.2	43.8	47.3	94.9	93.9	63.1	65.8
21201240	Santa María de Usme	2800	18.6	34.8	56.9	90.6	93.6	79.7	75.6	54.5	44.0	71.7	69.9	39.4	60.8

(*) Las celdas en amarillo corresponden a los meses donde se registra la precipitación media máxima y las celdas en azul los meses donde se registra la precipitación media mínima.

Fuente: INGETEC S.A.

La precipitación media anual en la zona de Canteras oscila entre y 800 mm y 950 mm. En la parte alta de la cuenca (3700-3800 msnm) la precipitación alcanza los 1500 mm y desciende sentido este-oeste hasta los 700 mm (2600 msnm).

8 VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN (VE)

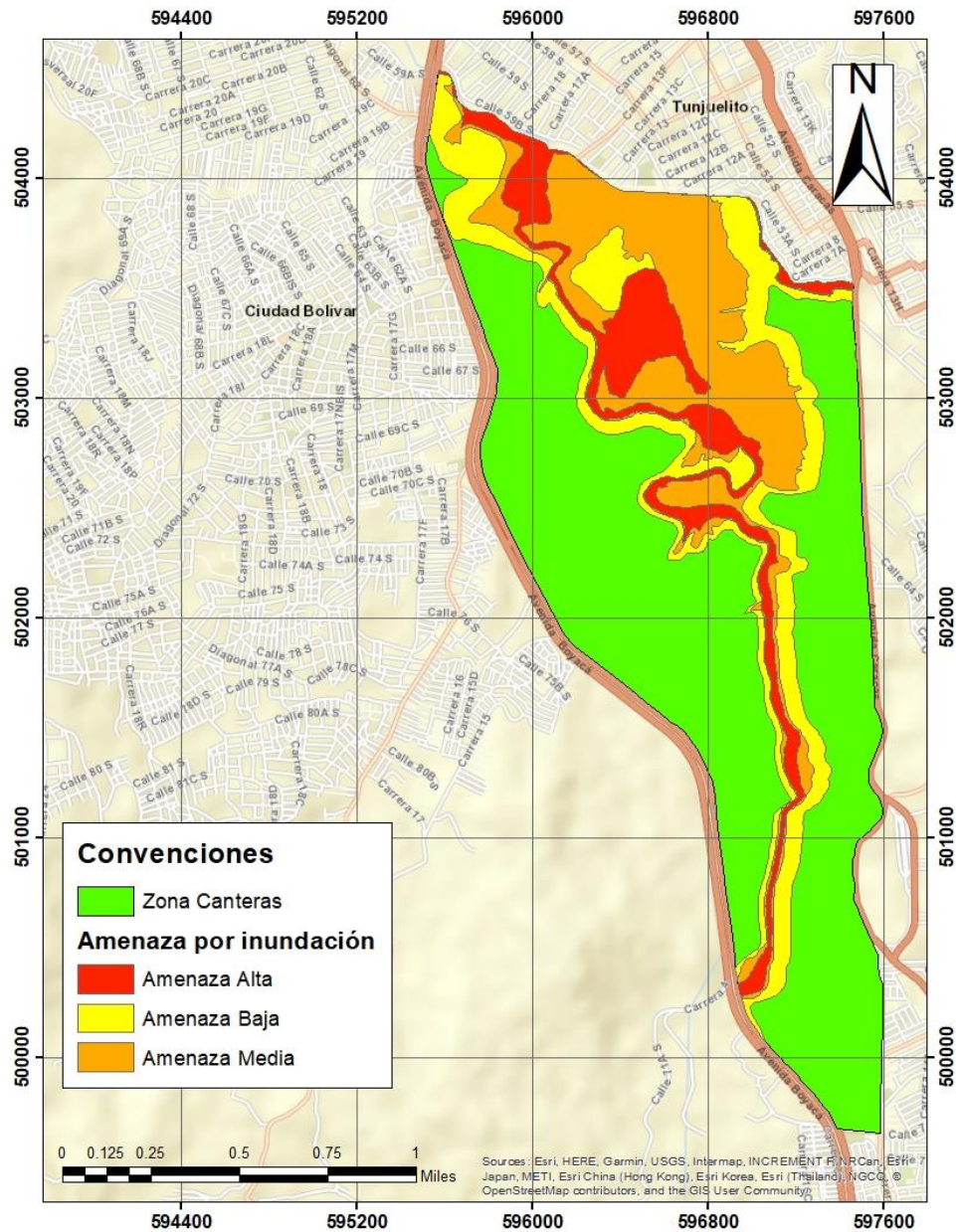
Teniendo en cuenta que la vulnerabilidad por exposición (VE) está determinada por el grado de exposición ante la amenaza, en el caso de estudio por inundación, es necesario contar con los mapas de amenaza por inundación y de elementos expuestos, que al ser contrastados se puede identificar los niveles de exposición existentes.

8.1 AMENAZA POR INUNDACIÓN

Se utilizó el mapa de amenaza por inundación de la ciudad de Bogotá, elaborado por el Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático IDIGER, del cual se extrajo el área específica del sector Canteras, como se observa en la Figura 10

Tabla 12 Grado de amenaza por amenaza de inundación en el Sector Canteras

Figura 10 Grado de amenaza por inundación identificados en el Sector Canteras



Fuente: Elaboración propia con datos del IDIGER

Grado de amenaza	Puntos	Área (Ha)	%
Amenaza de inundación baja	1	70.70	32.16
Amenaza de inundación media	3	92.85	42.24
Amenaza de inundación alta	5	56.25	25.59

Fuente: Elaboración propia

8.2 VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN DE ECOSISTEMAS (VEE)

Para este componente se utiliza las variables de humedales y de reservas naturales, al ser las que se encuentran presentes en el área de estudio. En la variable humedales se incluye el cauce mismo del río Tunjuelo y las Lagunas permanentes o periódicas identificadas. Para la variable de reserva natural, legalmente no hay establecido un área protegida bajo esta característica por ninguna autoridad ambiental, más sin embargo se realiza una aplicación global al Decreto 2245 del 29 de Diciembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que tiene por objeto establecer los criterios técnicos para realizar los estudios para el acotamiento de las rondas hídricas, la cual comprende la faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de los ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho, área que se constituye de especial protección y en norma de superior jerarquía y determinante ambiental.

Si bien el acotamiento de una ronda hídrica obedece a una serie de criterios contenidos en la “Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia” y los cuerpos de agua tanto lénticos como lóticos presentes en el área de estudio aún no se posee oficialmente el acotamiento de la ronda hídrica respectiva, de esta manera se realiza a groso modo un acotamiento hídrico de los cuerpos de agua presentes teniendo en cuenta la medida de treinta metros de ancho a lado y lado de cada cuerpo de agua, lénticos y lóticos, para determinar un área de reserva natural bajo esta figura de protección.

Tabla 13 Análisis de la vulnerabilidad por exposición de ecosistemas VEE

Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE)

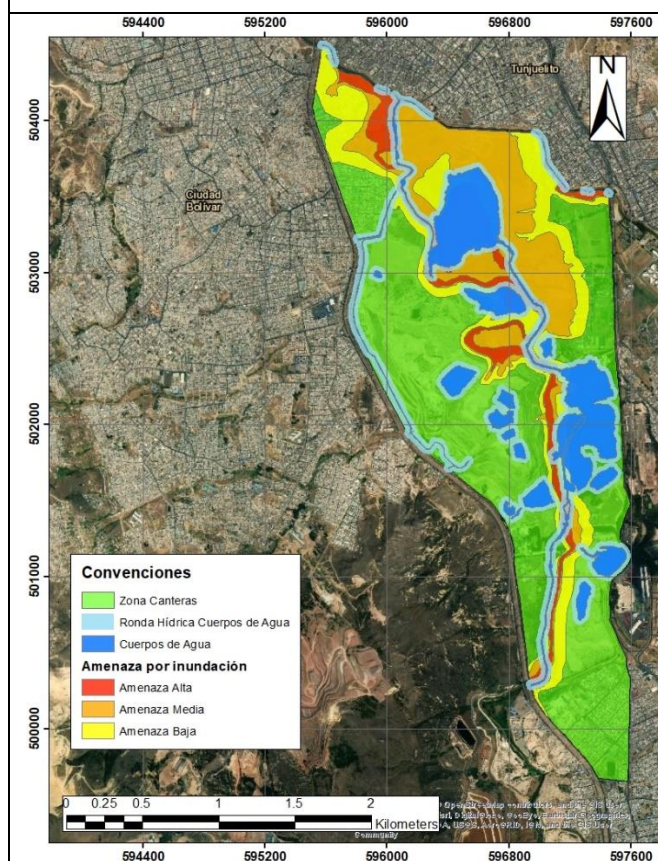


Figura 11 Exposición ecosistemas ante amenazas de inundación
Elaboración propia con datos del IDECA

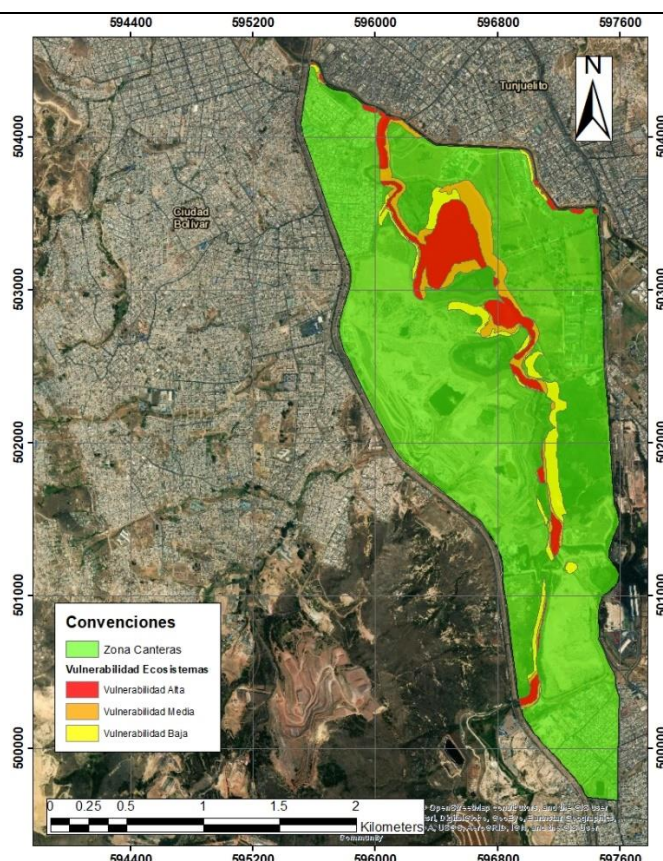


Figura 12 Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas

Fuente: Elaboración propia con datos del IDECA

Nivel de amenaza		Área (Ha)	%
Baja		25.19	36.54
Media		24.52	35.57
Alta		19.21	27.87

Análisis: Teniendo en cuenta el total del área (Ha) afectada por cada uno de los niveles de amenaza y su porcentaje correspondiente, se realiza el análisis de acuerdo los criterios de evaluación de la Tabla 3, y si tiene que más del 20% del total de los elementos expuestos se encuentran en zonas de nivel de amenaza alta, por lo que VEE es alta (5 puntos).

Nota: Las hectáreas afectadas y su porcentaje correspondiente son obtenidas mediante herramientas de análisis espacial de ArcGIS

Fuente: Elaboración propia

8.3 VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURA (VEI)

Para determinar el grado de exposición de los diferentes elementos de infraestructura como Vías, Andenes, Puentes y la Escuela de Artillería que se encuentra dentro del área de estudio del Sector Canteras, se utilizó el mapa de amenaza por inundación de la zona y el mapa de la infraestructura descrita para determinar el nivel de amenaza asociado a su localización, obteniendo como resultado que todo aquel elemento que se encuentre en un área con nivel de amenaza alta, media o baja ante eventos de inundación, tendrá el mismo nivel de vulnerabilidad por exposición.

Tabla 14 Análisis de la vulnerabilidad por exposición de la infraestructura VEI

Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura (VEI)

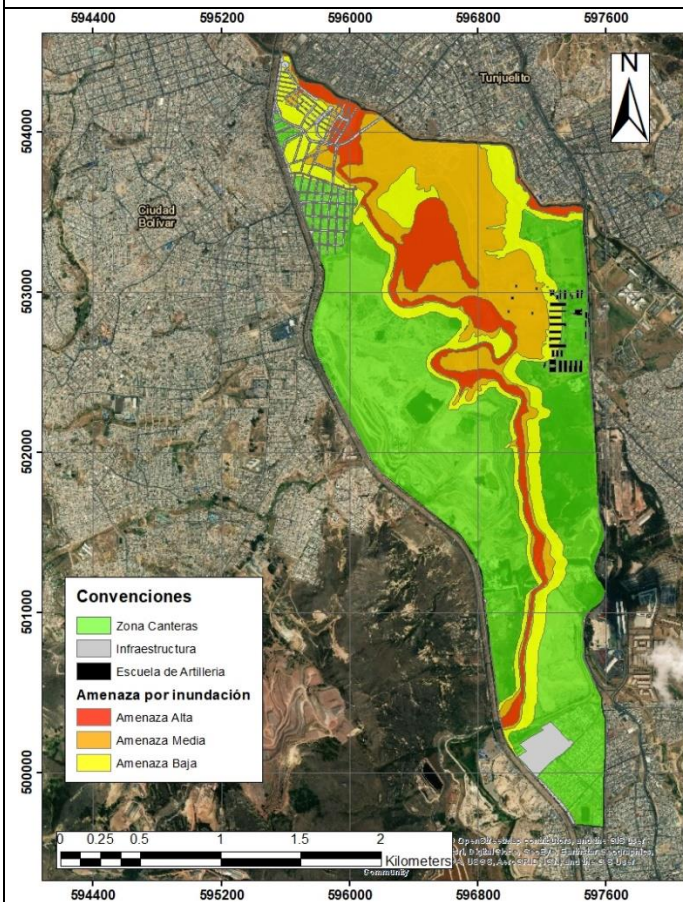


Figura 13 Exposición de infraestructura existente ante amenazas de inundación

Fuente: Elaboración propia con información del IDECA

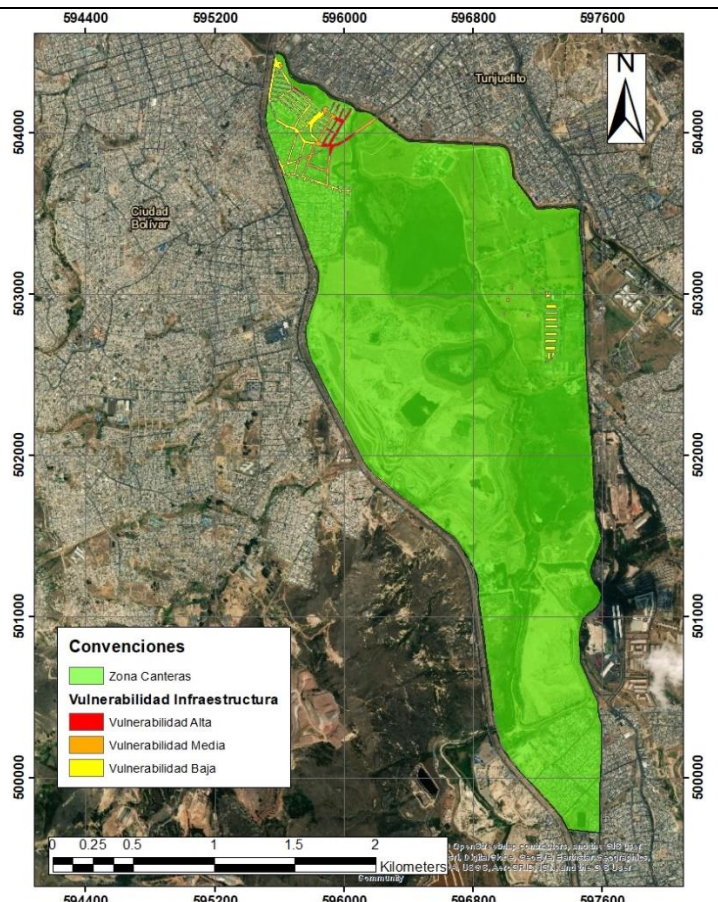


Figura 14 Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura

Fuente: Elaboración propia con información del IDECA

Nivel de amenaza		Área (Ha)	%
Baja		4.29	44.31
Media		3.75	38.73
Alta		1.64	16.94

Análisis: Teniendo en cuenta el total del área (Ha) afectada por cada uno de los niveles de amenaza y su porcentaje correspondiente, se realiza el análisis de acuerdo los criterios de evaluación de la Tabla 3, y si tiene que menos del 20% del total de los elementos expuestos se encuentran en zonas de nivel de amenaza alta y más del 30% en amenaza media, por lo que VEI es media (3 puntos).

Nota: Las hectáreas afectadas y su porcentaje correspondiente son obtenidas mediante herramientas de análisis espacial de ArcGIS.

Fuente: Elaboración propia

8.4 VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN (VEP)

Para el manejo de esta variable, se tomó como base construcciones en el área de estudio, contrastándolo con el mapa de amenaza por inundación, obteniendo como resultado que toda aquella vivienda que se encuentre en un área con nivel de amenaza alta, media o baja ante eventos de inundación, tendrá el mismo nivel de vulnerabilidad por exposición.

Tabla 15 Análisis de la vulnerabilidad por exposición de la población VEP

Vulnerabilidad por exposición de la población (VEP)

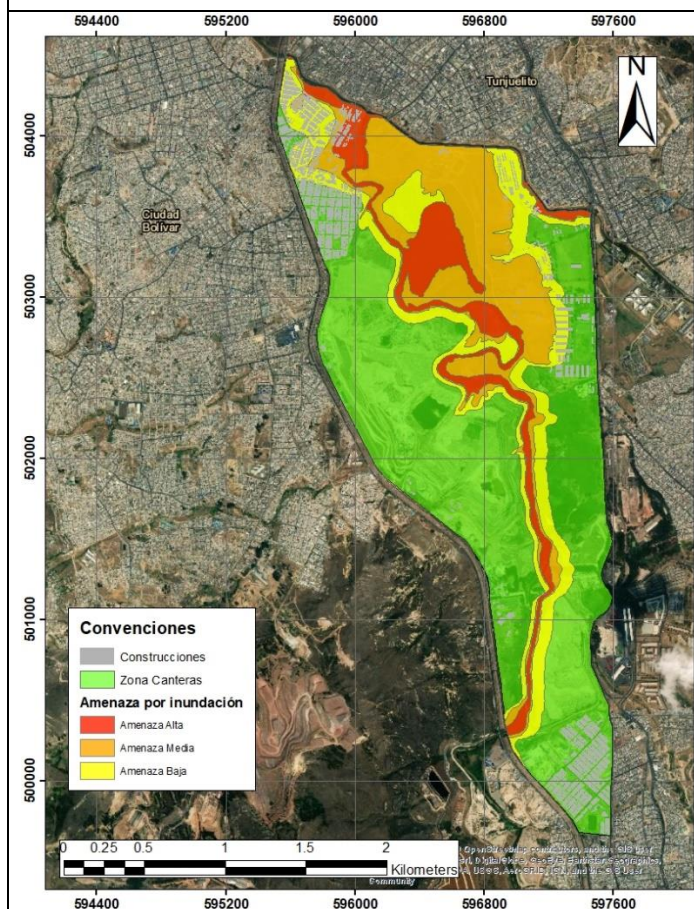


Figura 15 Exposición de infraestructura existente ante amenazas de inundación

Fuente: Elaboración propia con información del IDECA

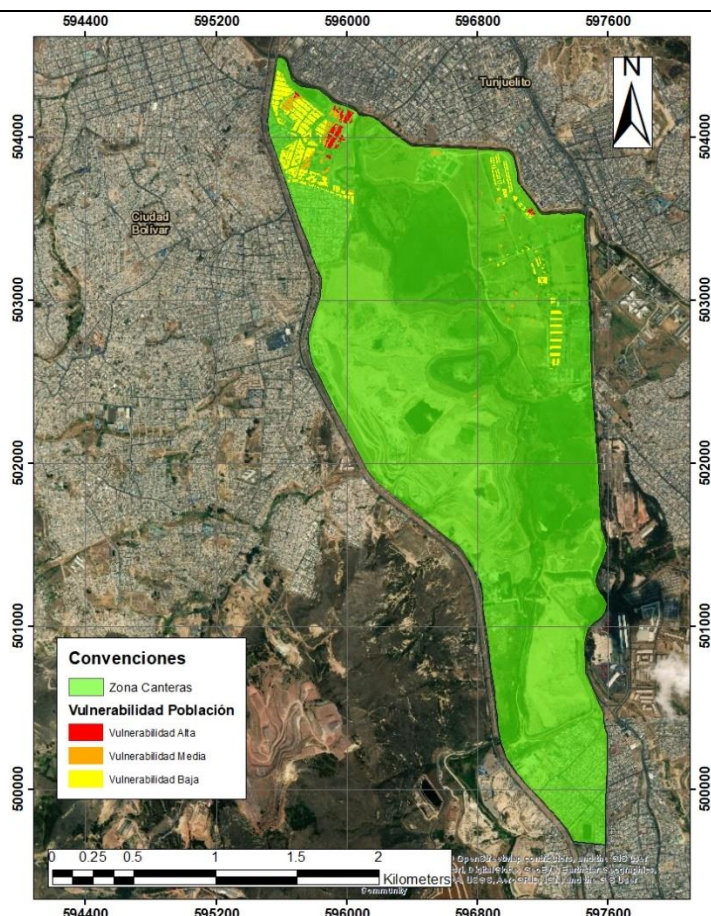


Figura 16 Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura

Fuente: Elaboración propia con información del IDECA

Nivel de amenaza		Área (Ha)	%
Baja		8.64	47.03
Media		6.80	37.01
Alta		2.93	15.94

Análisis: Teniendo en cuenta el total del área (Ha) afectada por cada uno de los niveles de amenaza y su porcentaje correspondiente, se realiza el análisis de acuerdo los criterios de evaluación de la Tabla 3, y si tiene que menos del 20% del total de los elementos expuestos se encuentran en zonas de nivel de amenaza alta y más del 30% en amenaza media, por lo que VEP es media (3 puntos).

Nota: Las hectáreas afectadas y su porcentaje correspondiente son obtenidas mediante herramientas de análisis espacial de ArcGis.

Fuente: Elaboración propia

8.5 VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN (VESP)

Para la implementación de esta variable, se identifican los sistemas de producción potenciales existentes en la zona de estudio. Para el caso del Sector Canteras se identificó la minería de extracción de materiales de construcción como principal sistema de producción, por lo que se delimitó el área minera, contrastándolo con el mapa de amenaza por inundación, obteniendo como resultado que toda área minera que se encuentre en un área con nivel de amenaza alta, media o baja ante eventos de inundación, tendrá el mismo nivel de vulnerabilidad por exposición.

Tabla 16 Análisis de la vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción VESP

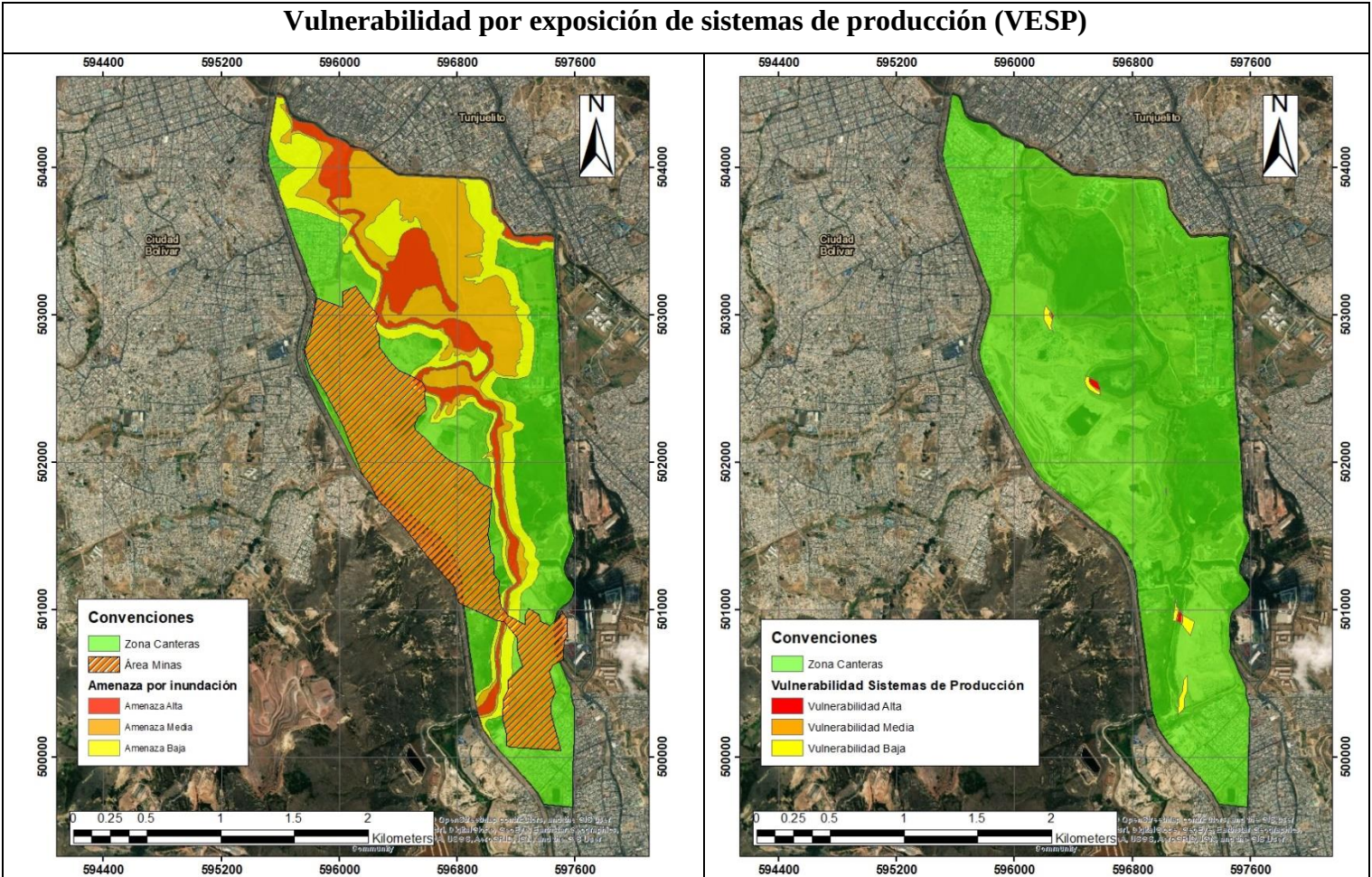


Figura 17 Exposición de infraestructura existente ante amenazas de inundación

Fuente: Elaboración propia con información del IDECA

Figura 18 Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura

Fuente: Elaboración propia con información del IDECA

Nivel de amenaza		Área (Ha)	%
Baja		1.68	48.55
Media		0.90	26.01
Alta		0.88	25.43

Análisis: Teniendo en cuenta el total del área (Ha) afectada por cada uno de los niveles de amenaza y su porcentaje correspondiente, se realiza el análisis de acuerdo los criterios de evaluación de la Tabla 3, y si tiene que más del 20% del total de los elementos expuestos se encuentran en zonas de nivel de amenaza alta, vulnerabilidad alta (5 puntos).

Nota: Las hectáreas afectadas y su porcentaje correspondiente son obtenidas mediante herramientas de análisis espacial de ArcGis.

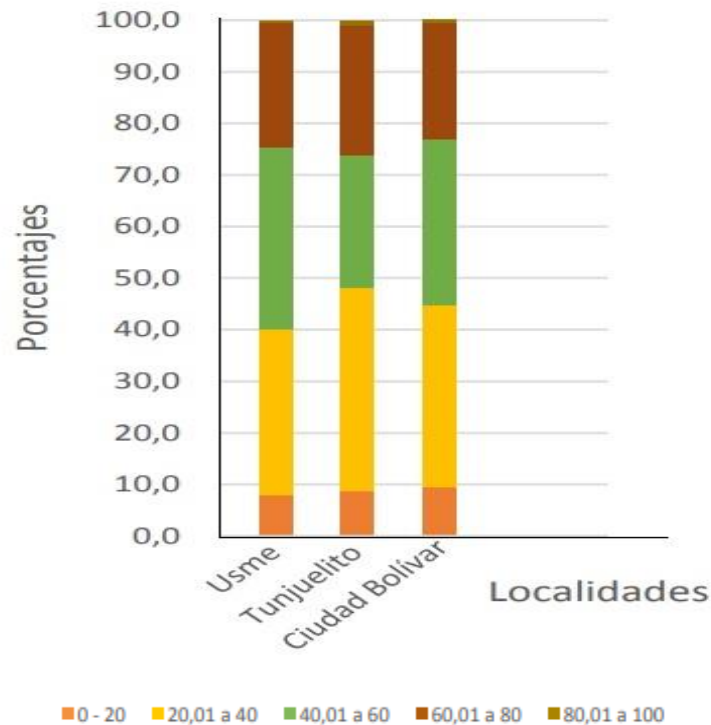
Fuente: Elaboración propia

9 VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD (VF)

9.1 VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA (VFSE)

El cálculo de este indicador se efectuó con las poblaciones de las Localidad de Usme, Tunjuelito y Ciudad Bolívar a través del valor promedio del puntaje del SISBEN III, por medio del cual se identifica la población con necesidades básicas insatisfechas

Figura 19 Distribución de puntaje, según localidad



Fuente: (Secretaría Distrital de Planeación, 2018)

Tabla 17 Puntajes generales del SISBEN III de las localidades de Tunjuelito, Ciudad Bolívar y Usme

Localidad	Puntaje Sisbén				
	0 -0.20	20.01 - 40	40.01 - 60	60.01 - 80	80.01 - 100
Tunjuelito	9 %	39 %	26 %	25 %	1%
Ciudad Bolívar	9 %	36 %	32 %	22 %	1%
Usme	8 %	34 %	36 %	21 %	1%

Fuente: (Secretaría Distrital de Planeación, 2018)

Análisis: Al analizar los datos se encuentra que el 50% de la población de mencionadas Localidades poseen un puntaje de menos de 50 puntos, lo que permite establecer que el nivel vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica VFSE es ALTA (5 PUNTOS).

9.2 CONFLICTO POR USO DE SUELO (CPUS)

Para la generación del mapa de conflictos por uso del suelo, se tuvieron en cuenta los usos generales de la zona de estudio estipulados por la Secretaría de Planeación Distrital de la Ciudad de Bogotá y el mapa de los posibles usos potenciales del suelo, determinados en el caso de estudio, por la posibilidad de declarar como zona de especial protección ambiental a las áreas de los humedales, el cauce del río y la ronda hídrica respectiva.

Conflictos por uso

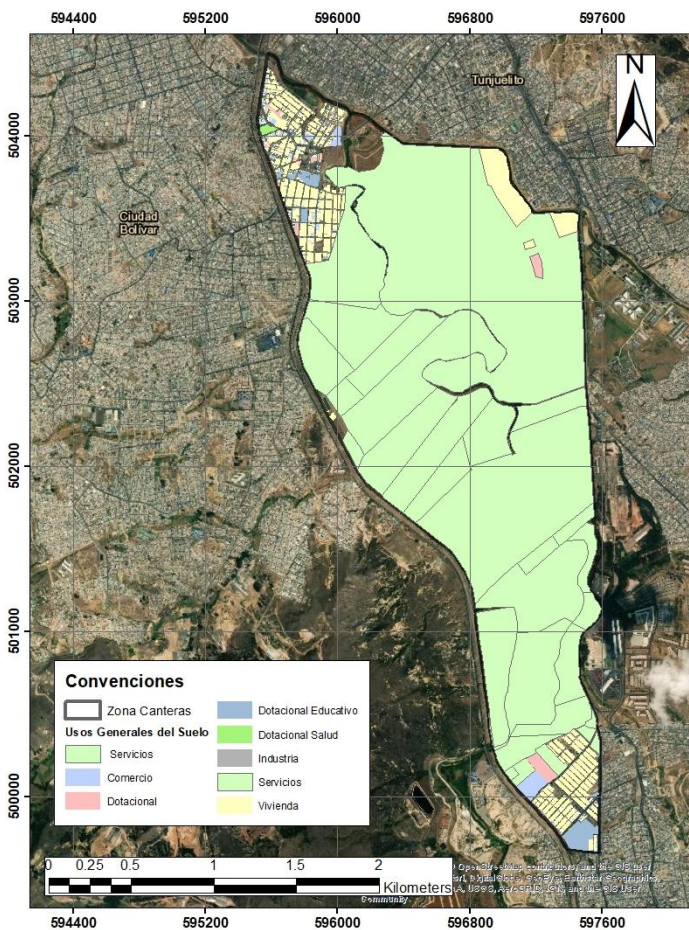


Figura 20 Uso actual de suelo

Fuente: Elaboración propia con datos del IDECA

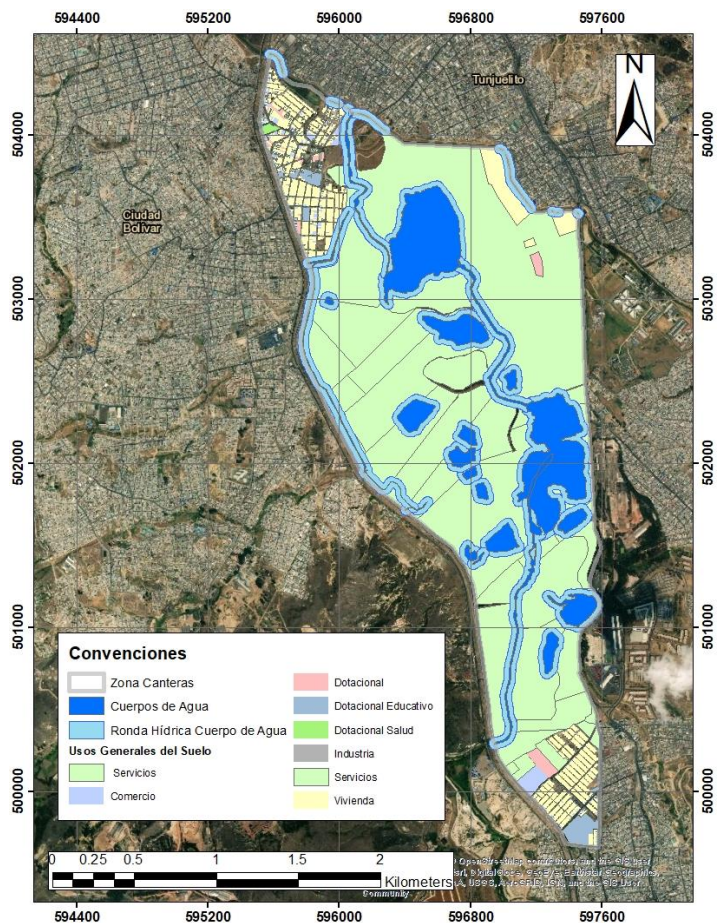


Figura 21 Uso potencial del suelo

Fuente: Elaboración propia con datos del IDECA

DESCRIPCIÓN	AREA 464.03 (Ha)	%
Servicios	418.33	90.15
Comercio	4.55	0.98
Dotacional	3.25	0.70
Dotacional educativo	4.12	0.88
Dotacional salud	0.37	0.07
Industria	0.29	0.06
Vivienda	33.12	7.13
Humedales	37.77	8.13
Ronda Hídrica	30.86	6.65

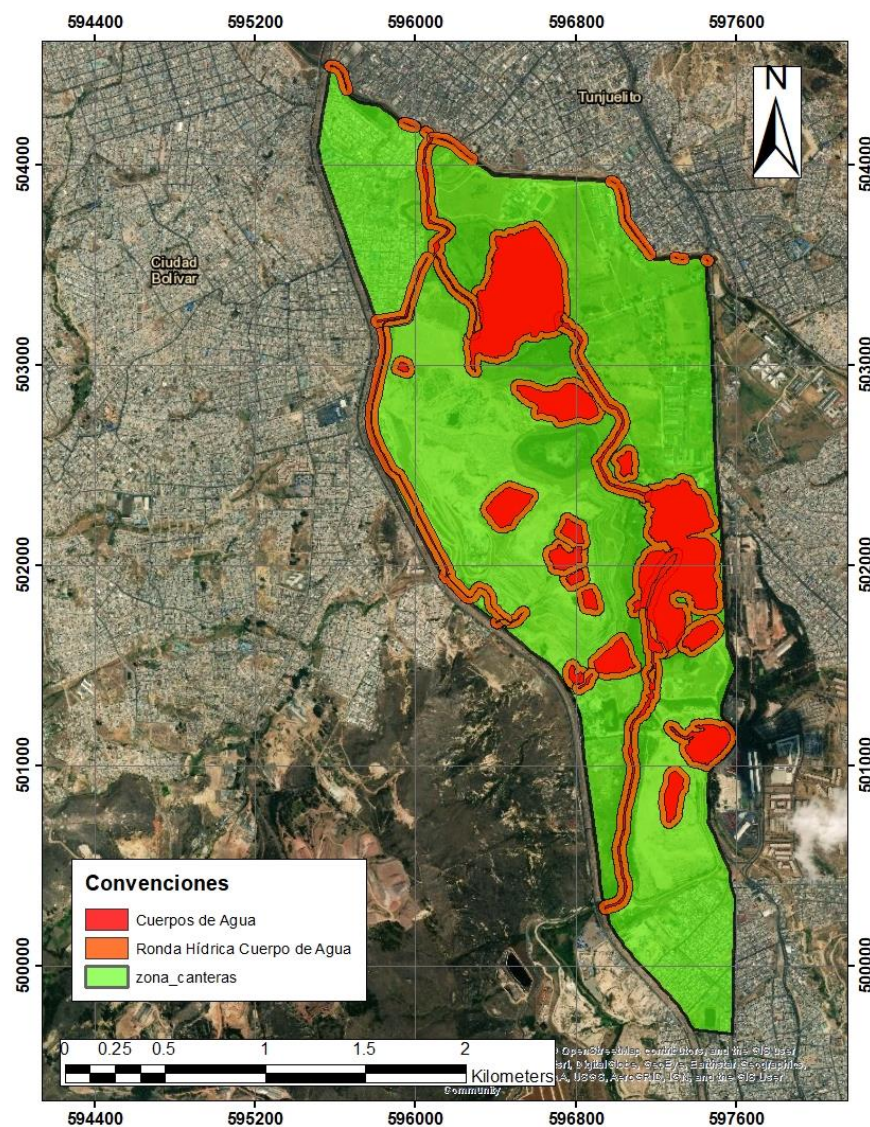


Figura 22 Vulnerabilidad por fragilidad ambiental conflictos por uso

Fuente: Elaboración propia con datos del IDECA

DESCRIPCIÓN	Área (Ha)	%
Alto	68.63	14.78

Análisis: Dado que el área en conflictos por uso representa el 14.78% del área de estudio y de ésta el 100% del área se encuentra en nivel de conflicto alto, se analiza acuerdo los criterios de evaluación de la Tabla 4, que este componente de la vulnerabilidad por fragilidad ambiental Conflictos por Uso CPUS es ALTO (5 PUNTOS).

Nota: Las áreas y su porcentaje correspondiente son obtenidas mediante herramientas de análisis espacial de ArcGis.

Fuente: Elaboración propia con información del IDECA

9.3 NIVEL O GRADO DE DEFORESTACIÓN (NDEF)

Para determinar el nivel o grado de deforestación, se utilizaron herramientas de Corine Land Cover y visitas de campo apoyados en fotografías aéreas u ortofoto, obteniendo como resultado el mapa de cobertura boscosa de la Figura 23. Si el territorio cuenta con menos de 20 % de cobertura boscosa la vulnerabilidad por los niveles de deforestación es alta. Con base en criterio experto, se determina que, si la deforestación está entre el 20 % y 50 %, la vulnerabilidad es media y si es menor al 20 % es baja.

Tabla 18 Análisis de la vulnerabilidad por fragilidad ambiental nivel de deforestación NDEF

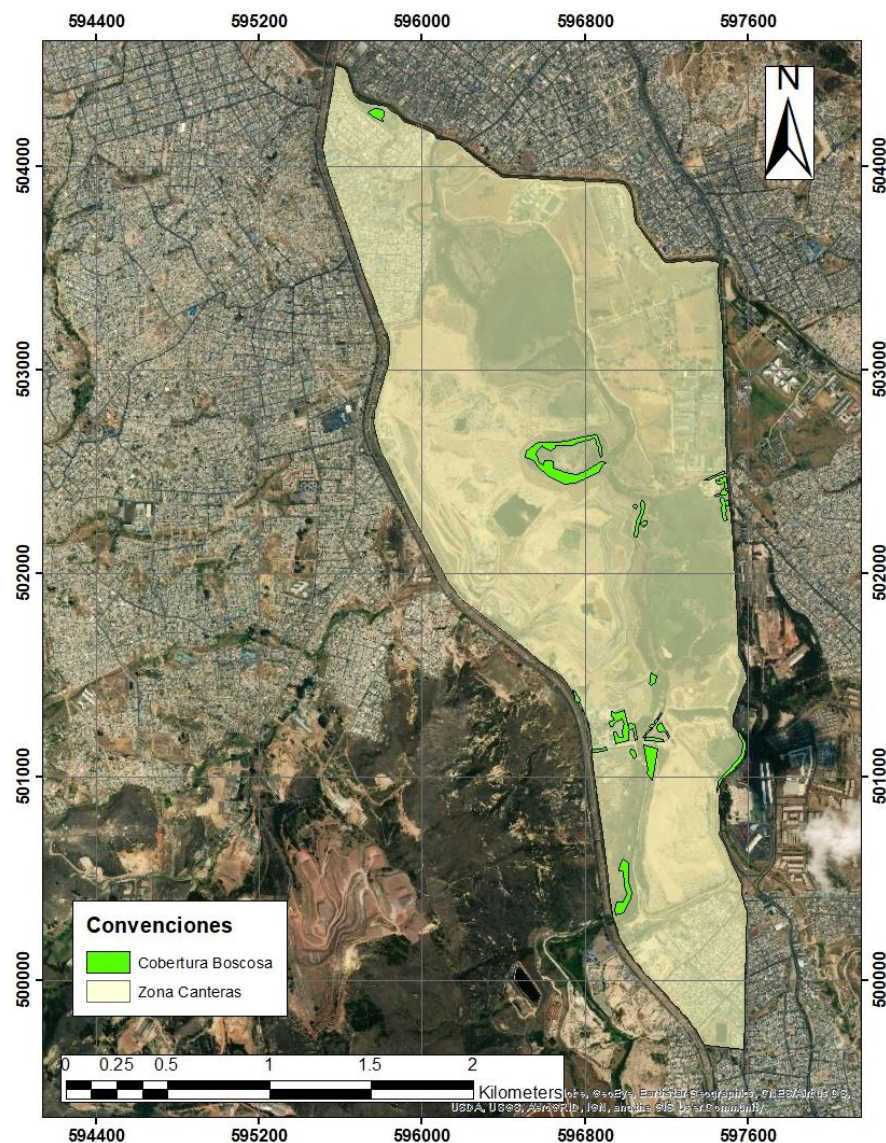


Figura 23 Cobertura boscosa área de estudio

Fuente: Elaboración propia

Nivel de deforestación		
Total área (Ha) zona Canteras	Total Área (Ha) Cobertura boscosa fragmentada	%
501.13	7.85	1.55
<p>Análisis: Dado que el área de cobertura boscosa representa el 1.55% del total del área de estudio, se analiza acuerdo los criterios de evaluación de la tabla 4, que la vulnerabilidad por el nivel de deforestación NDEF es ALTA (5 PUNTOS).</p> <p>Nota: Las áreas y su porcentaje correspondiente son obtenidas mediante herramientas de análisis espacial de ArcGis.</p>		

Fuente: Elaboración propia.

9.4 IMPACTO ESTIMADO DEL CAMBIO CLIMÁTICO (IECC)

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) como primera autoridad científica nacional en materia de cambio climático, siguiendo la metodología planteada por el IPCC, realiza y publica una serie de documentos denominados Comunicaciones Nacionales de Cambio Climático, donde aporta, entre otros, información sobre los posibles Escenarios de cambio climático a intervalos de 30 años. (IDIGER, 2018)

Según el IDEAM se espera para Bogotá un incremento en la temperatura y un cambio en el régimen de lluvias de manera diferenciada a lo largo y ancho de su territorio.

El IDEAM desarrolló un análisis basado en indicadores de amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa, tomando como base los escenarios de lluvias y temperatura anteriormente presentados y las principales amenazas a las que se enfrenta Bogotá, entre ellas, deslizamientos, inundaciones e incendios forestales (Mogollón, 2017). Los resultados de este estudio permiten identificar los posibles efectos de los cambios climáticos en seis (6) dimensiones. A continuación, los resultados del estudio para Bogotá: (IDIGER, 2018)

Tabla 19 Posibles efectos por cambios climáticos en las dimensiones de vulnerabilidad

					
Hábitat humano	Recurso hídrico	Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Infraestructura	Salud	Seguridad alimentaria
Afectación en viviendas y edificaciones por: inundaciones, encharcamientos, incendios, vientos, granizadas, deslizamientos.	Por una posible disminución de lluvias en el municipio de Medina, uno de los 11 del Sistema Chingaza puede verse afectado el abastecimiento de agua potable.	Modificación en el comportamiento (floración) y dispersión (cambio pisos térmicos) de algunas especies de plantas y animales; incremento de especies invasoras principalmente en los cerros orientales incrementando posibilidad de incendios forestales.	Afectación y colapso en las redes del sistema de acueducto, alcantarillado, gas, electricidad, puentes urbanos: encharcamientos en vías; afectación en la prestación de servicios de equipamientos (salud, educación, etc.).	Exposición a temperaturas altas o frías; aumento de enfermedades de la piel y oculares por exposición directa al sol; aumento de enfermedades respiratorias asociadas a la contaminación del aire por partículas suspendidas, polvo elevado, e incendios forestales.	Interrupción en el abastecimiento de alimentos por alteración en las cosechas (regionales) por sequías e inundaciones o deslizamientos sobre vías las acceso.

Fuente: SDP, 2018 e IDEAM

A continuación, se presenta el resultado de Riesgo por cambio climático para Bogotá:

Tabla 20 Riesgo por cambio climático para Bogotá

Dimensión de análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático						
	Hábitat humano	Recurso hídrico	Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Infraestructura	Salud	Seguridad alimentaria
Vulnerabilidad*	0,28	0,90	0,36	0,14	0,24	0,55
Riesgo**	0,15	0,69	0,19	0,18	0,21	0,61
Contribución al riesgo por cambio climático de la ciudad	29,1%	3,9%	8,1%	22,1%	5,9%	30,9%

Fuente: IDEAM

Análisis: Tomando los datos de contribución al riesgo por cambio climático de las dimensiones hábitat humano, biodiversidad y servicios ecosistémicos e infraestructura, analizados en la variable de Vulnerabilidad por Exposición (VE), contribuyen con el 59.3% al riesgo total por cambio climático, analizando acuerdo los criterios de evaluación de la tabla 4, que la vulnerabilidad por el impacto del cambio climático IECC es ALTA (5 PUNTOS).

9.5 VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD FÍSICA (VFF)

Durante los recorridos de campo efectuados en el área de estudio, se aprecia que cerca de los centros poblados se ha construido una adecuada infraestructura de protección ante eventos de avenidas torrenciales y así evitar posibles inundaciones en mencionados sectores.

Fotografía 5 Infraestructura de protección contra inundaciones



Fuente: Elaboración propia

Análisis: Teniendo en cuenta lo anterior, es posible inferir que la vulnerabilidad por fragilidad física VFF es BAJA (1 PUNTO).

9.6 VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD INSTITUCIONAL (VFI)

Para determinar la calificación para esta vulnerabilidad se tomó como base el índice de transparencia de las entidades públicas de la Ciudad de Bogotá, elaborado por la Veeduría Distrital. Para el periodo analizado 2016 – 2017 arrojó como resultado un valor de 68.7, lo que la ubica en un nivel de riesgo de corrupción MEDIO acuerdo escala de valoración de la Veeduría Distrital y los criterios de evaluación de la Tabla 4, por tanto la Vulnerabilidad por Fragilidad Institucional VFI es MEDIO (3 PUNTOS).

10 VULNERABILIDAD POR CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN Y RESPUESTA (VCAYR)

Determinada por la capacidad de ahorro y endeudamiento de los entes territoriales, la percepción social del riesgo institucional y comunitario, por la capacidad de gobernanza y gestión territorial.

10.1 AHORRO Y CAPACIDAD DE ENDEUDAMIENTO (VCAYRACE)

El Departamento Nacional de Planeación, efectúa cada año una evaluación del desempeño fiscal de los entes territoriales (Departamentos y Municipios), los siguientes son datos del desempeño fiscal de la Ciudad de Bogotá:

Tabla 21 Índice de desempeño fiscal de la Ciudad de Bogotá.

Código	Departamento	Municipio	1/ Autofinanciación de los gastos de funcionamiento	2/ Respaldo del servicio de la deuda	3/ Dependencia de las transferencias de la Nación y las Regalías	4/ Generación de recursos propios	5/ Magnitud de la inversión	6/ Capacidad de ahorro	Indicador de desempeño Fiscal	Posición 2017 a nivel Nacional
11001	Bogotá	Bogotá D.C.	30,60	3,25	22,41	87,74	78,22	62,92	83,87	20

(Departamento Nacional de Planeación, 2018)

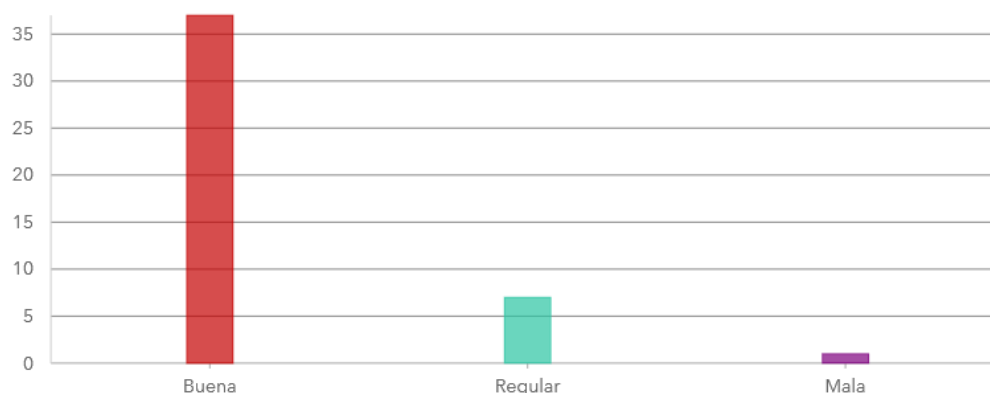
Análisis: Acuerdo los resultados obtenidos en el Índice de Desempeño Fiscal para la Ciudad de Bogotá, se determina que la vulnerabilidad por ahorro y capacidad de endeudamiento VCAYRACE es BAJA (1 PUNTO).

10.2 PERCEPCIÓN DEL RIESGO (VCAYRPR)

A través de una encuesta realizada a 45 habitantes en las localidades dentro área de estudio, con el fin de medir la percepción de la población respecto a la gestión de riesgo, se obtuvieron los siguientes resultados:

¿Percepción acerca de las instituciones encargadas de la Gestión del Riesgo?

Figura 24 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo instituciones



Fuente: Elaboración propia

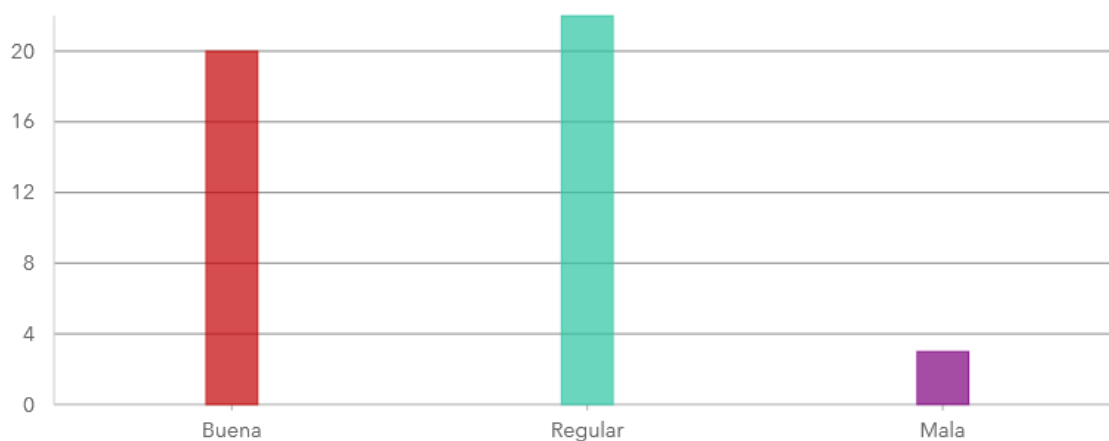
Tabla 22 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo instituciones

Respuestas	Cantidad	Porcentaje
Buena	37	82.22%
Regular	7	15.56%
Mala	1	2.22%

Fuente: Elaboración propia

¿Percepción acerca del conocimiento de la comunidad sobre la Gestión del Riesgo?

Figura 25 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo conocimiento de los habitantes



Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo conocimiento de los habitantes

Respuestas	Cantidad	Porcentaje
Buena	20	44.44%
Regular	22	48.89%
Mala	3	6.67%

Fuente: Elaboración propia

¿Estado de la infraestructura de protección contra eventos de inundación?

Figura 26 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo infraestructura



Fuente: Elaboración propia

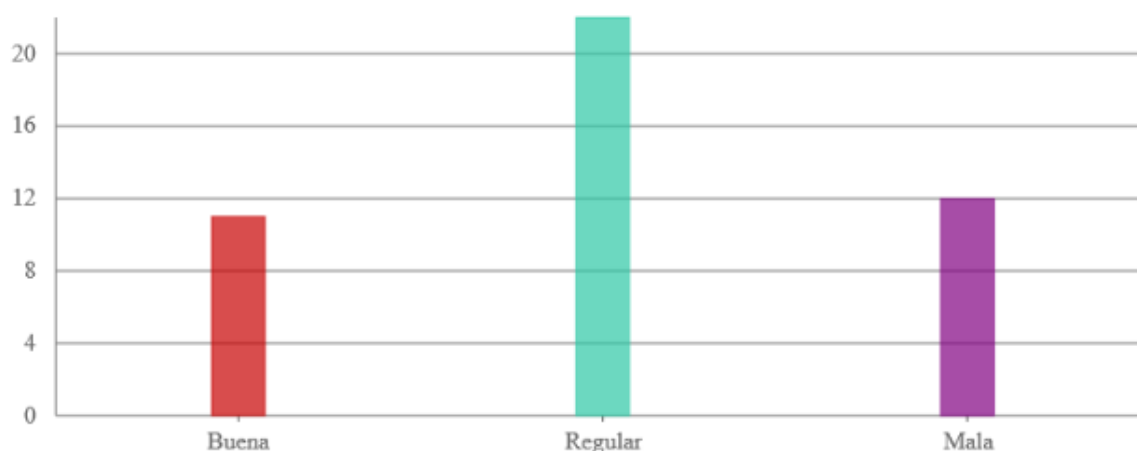
Tabla 24 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo infraestructura

Respuestas	Cantidad	Porcentaje
Buena	41	91.11%
Regular	3	6.67%
Mala	1	2.22%

Fuente: Elaboración propia

¿Estado de mantenimiento general de las viviendas?

Figura 27 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo viviendas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 Resultado encuesta percepción gestión del riesgo viviendas

Respuestas	Cantidad	Porcentaje
Buena	11	24.44%
Regular	22	48.89%
Mala	12	26.67%

Fuente: Elaboración propia

Número de encuestas respondidas: 45

Análisis: Con base en los resultados obtenidos de la encuesta realizada, se nota que en general la percepción del riesgo por parte de los habitantes del área es buena para los ítems evaluados institucional e infraestructura de protección, con porcentajes de 82.22% y 91,11% respectivamente, pero en el ítem evaluado sobre el conocimiento de la comunidad sobre gestión del riesgo y el mantenimiento de las viviendas es regular con un porcentaje de 48.89% para ambos ítems, por tanto se determina que la vulnerabilidad por percepción del riesgo VCAyRPR es MEDIA (3 PUNTOS).

10.3 CAPACIDAD DE GOBERNANZA Y GESTIÓN DEL TERRITORIO (VCAYRGT)

Para evaluar este componente de la capacidad de adaptación y respuesta, se analizan los documentos de ordenamiento territorial ordenados por Ley, verificando que existan para la zona de estudio y su pertinencia sobre el mismo.

Plan de Ordenamiento Territorial (POT)

El Plan de Ordenamiento Territorial que actualmente rige a Bogotá es el adoptado en el Decreto Distrital 190 de 2004, el cual compila las normas contenidas en los Decretos Distritales anteriores 619 de 2000 y 469 de 2003. (Camara de Comercio de Bogotá, 2018)

Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de Cuencas Hidrográficas (POMCA)

El río Tunjuelo cuenta con un POMCA elaborado por la Universidad Nacional de Colombia en el año 2009 bajo el convenio 040/07, el cual por procesos administrativos no fue aprobado por la secretaria distrital de planeación. (Contraloría de Bogotá D.C, 2011)

Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR)

Bogotá cuenta con un PGAR con periodo de 2008 hasta 2038, cualquier estrategia e intervención sobre el territorio debe corresponder y estar conforme con los lineamientos ambientales del PGA. Su revisión, cada diez (10) años, será coordinada por la autoridad ambiental. Las entidades que integran el Sistema Ambiental del Distrito Capital - SIAC son ejecutoras principales del PGA, mientras que las demás entidades distritales, organizadas por sectores, son ejecutoras complementarias. (Secretaria Distrital de Ambiente, 2018)

Plan de desarrollo

Bogotá cuenta con un plan de desarrollo para el periodo 2016 – 2020 radicado por el alcalde Enrique Peñalosa ante el Concejo de Bogotá. Este plan es la ruta de la Administración Distrital que determina el rumbo de la ciudad en los próximos cuatro años, para esto sus propuestas deben ser medibles y cuantificables. (Bogotá como vamos, 2016)

Estudios de riesgo

En Bogotá existe un Plan Distrital de Gestión del Riesgo de Desastres y del Cambio Climático para el periodo 2018-2030. Se constituye en el instrumento de planificación del Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático SDGR – CC, el cual ordena su actividad y genera sinergia con los demás procesos del ordenamiento ambiental, territorial y de desarrollo en el Distrito Capital. (Secretaria Distrital de Ambiente, 2018)

Tabla 26 Evaluación capacidad de gobernanza y gestión del territorio

Instrumento que contempla la gestión del riesgo	No cuenta	Desactualizado y aplica	Desactualizado y no aplica	Actualizado y no aplica	Actualizado y aplica
Plan de Ordenamiento Territorial (POT)	Alta	Media (3 PUNTOS)	Alta	Media	Baja
Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de Cuencas Hidrográficas (POMCA)	Alta	Media	Alta	Media (3 PUNTOS)	Baja
Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR)	Alta	Media	Alta	Media	Baja (1 PUNTO)
Plan de desarrollo	Alta	Media	Alta	Media	Baja (1 PUNTO)
Estudios de riesgo	Alta	Media	Alta	Media	Baja (1 PUNTO)

Fuente: Elaboración propia

Análisis: Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla anterior, al promediar los puntajes asignados (1.8), se encontró que la vulnerabilidad por capacidad de gobernanza y gestión del territorio VCAyRGT es BAJA (1 PUNTO).

11 VULNERABILIDAD GLOBAL

A continuación en la Tabla 27, se exponen los puntajes obtenidos para cada uno de los componentes de la vulnerabilidad global analizados; de igual presenta el puntaje y calificación total de la vulnerabilidad global

Tabla 27 Consolidado de los resultados obtenidos en la estimación de la vulnerabilidad y sus componentes en el Sector
Canteras del Río Tunjuelo

Componentes vulnerabilidad	Variable		Puntaje		Nivel	Vulnerabilidad Global						
VE	VEE		5		4.00	Medio Alto	3.06	Medio Alto				
	VEI		3									
	VEP		3									
	VESP		5									
VF	VFSE		5		3.50	Medio Alto			3.06	Medio Alto		
	VFA	CPUS	5	5.00								
		NDEF	5									
		IECC	5									
	VFF		1									
	VFI		3									
VCAyR	VCAyRACE		1		1.67	Medio Bajo					3.06	Medio Alto
	VCAyRPR		3									
	VCAyRGT		1									

Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia en la Tabla 27, los resultados obtenidos indican que el nivel de vulnerabilidad ante eventos de inundación en el Sector Canteras del Río Tunjuelo es Medio Alto. Así mismo se logra identificar cuáles son los componentes o subcomponentes de la vulnerabilidad que deben ser intervenidos con el propósito de aumentar la capacidad de respuesta y adaptación en el Sector Canteras como sistema, permitiendo y facilitando el diseño de procesos de gestión y la toma de decisiones concretas y dirigidas a componentes específicos.

12 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

12.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN (PROSPECTIVAS)

En la ley 1523 de 2012 se define prevención de riesgo como “Medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. Los instrumentos esenciales de la prevención son aquellos previstos en la planificación, la inversión pública y el ordenamiento ambiental territorial, que tienen como objetivo reglamentar el uso y la ocupación del suelo de forma segura y sostenible.” (Congreso de la República, 2012)

Después de realizar el análisis de vulnerabilidad sobre el sector Canteras y determinar que se encuentra en un nivel medio alto en la escala de valoración, se recomienda la implementación de las medidas de prevención o medidas prospectivas que se describen a continuación:

- Inclusión dentro del POT de la Ciudad de Bogotá, las áreas de protección ambiental, como la ronda hídrica de los cuerpos de agua y los cuerpos de agua de protección especial (humedales), particularmente en el área de estudio del sector Canteras.
- La creación de un programa de mantenimiento de los cauces por parte del distrito, para evitar la acumulación de vegetación o sedimentos en el cauce del río Tunjuelo y sus afluentes.
- La instalación de puntos de monitoreo sobre el río Tunjuelo, que estén conectados con el Sistema de Alerta de Bogotá (SAB) en tiempo real, especialmente para amenazas de inundación, sobre el sector cantares dadas las modificaciones morfológicas que ha tenido el cauce a lo largo del tiempo, a dichos puntos de monitoreo se les debe realizar una constante verificación por medio de la vigilancia y control urbano.
- Realizar campañas de conservación de las áreas protegidas, sea por protección ambiental, por zonas de amenaza o zonas de riesgo sobre el área de estudio.
- Implementación de buenas prácticas de explotación minera sobre el área de estudio, como las siguientes: PMA para actividades de explotación, incorporación de estándares internacionales (IFC, GRI, Global Compact), manejo adecuado de recurso hídrico, eficiencia energética, plan de reutilización de materiales, entre otras. (Velásquez, 2012)
- Definición de zonas para la expansión urbana de la cuenca del río Tunjuelo especialmente en el sector Canteras, para el desarrollo urbanístico de la ciudad.

- Fortalecer la educación ambiental y de gestión de riesgo de desastres haciendo énfasis especial sobre el proceso de conocimiento de riesgo, en la población de la cuenca del río Tunjuelo en especial en el sector Canteras.

12.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN (CORRECTIVAS)

En la ley 1523 de 2012 se define mitigación del riesgo como “Medidas de intervención prescriptiva o correctiva dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad existente.” (Congreso de la República, 2012)

Después de realizar el análisis de vulnerabilidad sobre el sector Canteras y determinar que se encuentra en un nivel medio alto en la escala de valoración, se recomienda la implementación de las medidas de mitigación o medias correctivas que se describen a continuación:

- Realizar campañas de reforestación de la cuenca el río Tunjuelo en especial sobre el área de estudio, dado el alto grado de deforestación que se evidenció sobre esta.
- Realizar obras de estabilización, protección y control de laderas del cauce del río Tunjuelo, para minimizar los impactos ocasionados por el deslizamiento de los taludes del cauce ante eventos de inundación.
- Adecuación hidráulica del cauce del río Tunjuelo sobre el sector Canteras, dada las modificaciones morfológicas que ha sufrido el cauce y así minimizar los impactos por eventos de inundación.
- Recuperación de la ronda hidráulica del río Tunjuelo en la zona del proyecto, según lo establecido en el decreto 2245 de 2017 o en la guía metodológica para la delimitación de zonas de ronda en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Cundinamarca.
- Realizar la divulgación pública sobre las condiciones de riesgo del área de estudio, para concientizar a la población de la realidad del sector Canteras.
- Organización de comités de ayuda mutua, encabezado por participantes de los sectores industriales y acompañados de los actores de la zona.
- Recuperación geomorfológica y ambiental de canteras de explotación para corregir las modificaciones morfológicas sobre el área de estudio
- Reubicación de viviendas que se hayan visto afectadas por eventos de inundación o las viviendas que encuentren dentro del área de protección de las rondas hídricas del cauce del río Tunjuelo.

13 CONCLUSIONES

En conclusión, se obtuvo que para el área de estudio la vulnerabilidad por exposición (VE) tiene el mayor puntaje según la escala establecida en la metodología, con una calificación de 4 puntos; este resultado se debe a que, los componentes de exposición de ecosistemas y sistemas de producción tuvieron la calificación más alta posible. Para la exposición de ecosistemas se encontró que, sobre el sector Canteras ubicado en la cuenca hidrográfica del río Tunjuelo se tiene presencia de humedales y zonas de protección ambiental como la ronda hídrica del río Tunjuelo que se ven directamente expuestos a los impactos generados por eventos de inundación; para los sistemas de producción se pudo encontrar que en el área de estudio la actividad minera representa el mayor sistema de producción del sector, actividad que se ve afectada gravemente por los eventos de inundación.

Dentro de la vulnerabilidad por fragilidad (VF) el componente que corresponde a la fragilidad ambiental (VFA), fue el componente de mayor calificación dentro de los que se analizaron, ya que sus tres variables estudiadas fueron de calificación alta.

Para la vulnerabilidad por fragilidad (VF) se encontró que el conflicto por uso de suelo (CPUS) dentro del área de estudio corresponde a que existen zonas de protección ambiental, como la ronda hídrica del río Tunjuelo, la cual no se encuentra delimitada ni establecida como un área de protección especial dentro del Plan de Ordenamiento Territorial y no existe jurisdicción alguna sobre ésta, que vele por su cuidado y conservación.

Complementando lo anterior, se halló que igual manera sobre el área de estudio hay un alto grado de deforestación, esto debido a la actividad minera que se ha desarrollado a lo largo del tiempo en este sector, donde la vegetación primaria de la zona es casi nula, es posible distinguir zonas muy pequeñas y localizadas de vegetación arbórea y en general se encuentra presencia de pastizales y arbustos alrededor del cauce del río Tunjuelo; finalmente, según un estudio realizado por el IDEM en el año 2017 se expone que Bogotá presentará un incremento en la temperatura y en las precipitaciones efecto de los impactos del cambio climático, el análisis fue realizado con base a indicadores de amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa.

Por otro lado, otro de los componentes que obtuvo una calificación alta fue la vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica, para esta, se tomó como base el puntaje promedio de Sisbén de las localidades que se encuentran dentro del área de estudio, el cual se encuentra por debajo de 50 puntos para más del 50% de la población, esto representa que los recursos económicos de los habitantes no son altos y que existen familias que no pueden satisfacer las necesidades básicas, lo cual impide

responder de manera adecuada a impactos causados por los eventos de inundación, aumentando así la condición de vulnerabilidad de los hogares.

A modo general se puede concluir que, el sector Canteras ubicado dentro de la cuenca hidrográfica del río Tunjuelo, se encuentra en un nivel de vulnerabilidad medio alto, dado que, a pesar de las altas calificaciones obtenidas en los componentes de exposición de ecosistemas, exposición de sistemas productivos, fragilidad socioeconómica y las variables analizadas en el componente de fragilidad ambiental, el área de estudio tiene un bajo puntaje en la vulnerabilidad por capacidad de adaptación y respuesta (VCAYR) en vista de que Bogotá como distrito capital, tiene una capacidad de ahorro y endeudamiento alta de los entes territoriales, también cuenta con una gran capacidad de gobernanza y gestión territorial, y con instrumentos de ordenamiento que consideran la gestión de riesgo, por lo que la percepción social en las entidades e instituciones oficiales respecto a la gestión del riesgo es la adecuada y poseen la capacidad para la atención y manejo de los impactos ocasionados por las amenazas de inundación.

En las visitas a campo realizadas se logró constatar los resultados obtenidos en el análisis de vulnerabilidad realizado para el sector Canteras, en dichas visitas se evidenció el alto grado de deforestación sobre el área de estudio, de igual manera fue notoria la existencia de una problemática de contaminación ya que alrededor del cauce fue posible notar acumulación de residuos y escombros gestionados de esa manera por la misma comunidad, también fue posible observar que la infraestructura ubicada cerca al cauce del río, no cumple con las normas de sismo resistencia y que en general se trata de viviendas de personas de escasos recursos económicos, por lo que se logró constatar el grado de pobreza del sector y su alta fragilidad socioeconómica.

A pesar de que, a causa de los eventos del 2002 se tomaron medidas para enfrentar los impactos ocasionados por las fuertes lluvias, como la construcción del embalse de Cantarrana, la construcción de algunos puentes y la construcción de obras de contención, específicamente muros de contención alrededor del cauce como se evidencio en la Fotografía 5, no obstante, estas medidas no son suficientes para prevenir futuros impactos por eventos de inundación mientras se tengan aun viviendas dentro de la ronda de protección del cauce del río Tunjuelo o en zonas cercanas a estas.

Gracias a los datos encontrados en los sistemas de información geográfica, en los sitios web oficiales de entidades como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, la Unidad Distrital Especial de Catastro Bogotá, el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, entre otros, fue posible representar gráfica y

cartográficamente el nivel de vulnerabilidad sobre el sector Canteras de la cuenca hidrográfica del río Tunjuelo, y gracias a esto desarrollar el análisis propuesto en este trabajo.

Se puede condensar de lo dicho hasta aquí que los factores que más influyen en la vulnerabilidad global del área de estudio respecto a las amenazas por inundación son: los ecosistemas de humedales y la ronda hídrica del río Tunjuelo que se encuentran expuestos a las actividades mineras en el sector Canteras; el conflicto por el uso del suelo presente en el área de estudio, puesto que no se brinda el auxilio necesario a las zonas de protección ambiental; y las actividades que desarrollan en este sector, explotación minera principalmente, porque degradan las condiciones del suelo y calidad de vida de las persona

En suma a lo anterior, unos de los factores que mayor peso tiene sobre la vulnerabilidad del sector Canteras, es el alto grado de deforestación que se evidencia sobre el área, factor que impide que el sector tenga la capacidad de adaptación y resiliencia innata del cauce del río Tunjuelo, puesto que ha contribuido a los constantes cambios morfológicos del río Tunjuelo, adicionalmente a esto se debe tener en cuenta las influencia que tienen las variables propias del área de estudio como las características climatológicas y físicas, por ejemplo precipitación, escorrentía, urbanización de zonas verdes, ya que todo lo anterior influye en el aumento de los niveles del cauce en época de lluvia. Por lo tanto, se recomienda implementar las medidas sugeridas en el capítulo de medida de prevención y mitigación para hacer frente a los impactos que se generan tras los eventos por amenaza de inundación.

14 BIBLOGRAFIA

- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2004, Junio 22). Decreto 190 de 2004. *"Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003."*. Bogota D.C.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (22 de Diciembre de 2015). Decreto 579 de 2015. *"Por el cual se adopta el Plan Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático para Bogotá D.C., 2015-2050 y se dictan otras disposiciones"*. Bogotá.
- Alcaldía Mayor de Bogota D.C. (30 de Abril de 2014). Decreto 172 de 2014. *"Por el cual se reglamenta el Acuerdo 546 de 2013, se organizan las instancias de coordinación y orientación del Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático SDGR-CC y se definen lineamientos para su funcionamiento"*. Bogota D.C.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (30 de Abril de 2014). Decreto 173 de 2014. *"Por medio del cual se dictan disposiciones en relación con el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER, su naturaleza, funciones, órganos de dirección y administración"*. Bogota D.C.
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de Colombia*.
- Bogotá como vamos. (2016). *Conoce el proyecto del Plan de Desarrollo para Bogotá 2016-2020*. Obtenido de <http://www.bogotacomovamos.org/documentos/proyecto-plan-de-desarrollo/>
- Camara de Comercio de Bogotá. (2018). *¿Cuál es el estado actual del POT de Bogotá?* Obtenido de <https://www.ccb.org.co/Preguntas-frecuentes/Transformar-Bogota-Articulacion-publico-privada/Desarrollo-Urbano-y-Regional/Cual-es-el-estado-actual-del-POT-de-Bogota>
- Congreso de la República. (22 de Diciembre de 1993). Ley 99 de 1993. *Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras"*.
- Congreso de la República. (2012). 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 y se dictan otras disposiciones"*. Bogotá, Colombia.
- Contraloría de Bogotá D.C. (2011). *INFORME DE AUDITORÍA GUBERNAMENTAL CON ENFOQUE INTEGRAL - MODALIDAD ABREVIADA A LOS CONTRATOS SUSCRITOS*

EN EL MARCO DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL DISTRITO CAPITAL- (SALITRE, FUCHA Y TUNJUELO). .
Bogotá D.C.

Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Evaluación del desempeño fiscal de los departamentos, Ranking Fiscal*.

Edano Cruz, R. K. (2012). *TESIS MAESTRIA GESTIÓN INTEGRADA DEL RIESGO DE INUNDACIONES EN COLOMBIA*. España: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA.

Fundación OSSO. (2018). *Sistema de inventario de efectos de desastres*. Obtenido de DESINVENTAR: <http://www.osso.org.co/>

Gutiérrez, É. (25 de Agosto de 2008). *El Espectador*. Recuperado el 10 de Enero de 2019, de <https://www.elespectador.com/impreso/bogota/articuloimpreso-tunjuelito-sigue-inundado>

HMV Ingenieros Consultores. (2005). *Estudio a Nivel de Factibilidad Y Diseño Básico de las Obras Necesarias Para La Restitución del Cauce del Río Tunjuelo en el Sector de Canteras*. Bogotá D.C.

IDEAM. (2018). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/entidad/acerca-entidad>

IDIGER. (2018). *Caracterización General del Escenario de Cambio Climático para Bogotá*. Obtenido de <https://www.idiger.gov.co/rcc>

INGETEC S.A. (2002). *Diseños para construcción de las obras de control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelo*. Bogotá D.C.

MADS. (2 de Agosto de 2012). Decreto 1640 de 2012.

MADS. (2013). *Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/537-plantilla-gestion-integral-del-recurso-hidrico-24%23publicaciones#publicaciones>

MADS. (2014). *Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Obtenido de Anexo B. Gestión de Riesgo:

http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Guía_POMCA/3._ANEXO_B._Gestión_del_Riesgo.pdf

Moreno, T. (2013). *Ingeniería en Gestión del Riesgo y Emergencias*. Quito.

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (2015). *Marco de acción Hyogo 2005 - 2015*. Ginebra.

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (Marzo de 2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Obtenido de Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres: <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/20093>

Presidencia de la República. (3 de Noviembre de 2011). Decreto Ley 4147 de 2011. "*Por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se establece su objeto y estructura.*".

Presidencia de la República. (24 de Febrero de 2016). Decreto 308 de 2016. "*Por medio del cual se adopta el Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres*".

Presidencia de la República. (20 de Diciembre de 2017). Decreto 2157 de 2017. "*Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012*". Colombia.

SDA. (2015). *Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas - POMCA* . Obtenido de Secretaria Distrital de Ambiente: <http://ambientebogota.gov.co/385>

Secretaria Distrital de Ambiente. (2018). *Plan de Gestión Ambiental - PGA 2008 - 2038*. Obtenido de <http://ambientebogota.gov.co/320>

Secretaria Distrital de Ambiente. (2018). *Plan Distrital de Gestión del Riesgo de Desastres y del Cambio Climático para Bogotá 2018-2030*. Obtenido de <http://ambientebogota.gov.co/577>

Secretaria Distrital de Planeación . (2009). Conociendo la localidad de Tunjuelito: Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos.

Secretaria Distrital de Planeación. (2009). Conociendo la localidad de Ciudad Bolívar: Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos.

- Secretaria Distrital de Planeación. (2009). Conociendo la localidad de Usme: Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos.
- Secretaria Distrital de Planeación. (2018). *Caracterización Socioeconómica, Encuestas Sisbén III*. Bogotá.
- UNGRD . (2015). *PLAN NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES 2015 - 2025*. Obtenido de Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres: <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/PNGRD-2015-2025-Version-Preliminar.pdf>
- UNGRD. (2017). *Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos amenazantes*. Obtenido de Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres: <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf?sequence=2>
- UNGRD. (s.f.). *Historia del sistema Nacional para la atención y prevención de desastres*. (Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres) Recuperado el 20 de Enero de 2019, de <http://www.gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/pagina.aspx?id=79>
- Velásquez, J. (2012). *Buenas Prácticas Ambientales y Sociales en la Minería* . Obtenido de Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia: <http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/eventos/2012/cim/documentos/bpracticass.pdf>
- Vera Rodríguez, J. M., & P, A. C. (2017). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 109-136. doi: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2309>