

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAF113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 1 de 8

16

FECHA	viernes, 4 de diciembre de 2020
--------------	---------------------------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Seccional Girardot
------------------------	--------------------

TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo de Grado
--------------------------	------------------

FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
-----------------	------------------------

NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
---	----------

PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Ambiental
---------------------------	----------------------

El Autor (Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Bejarano Quesada	Angy Catherine	1070620427

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca Teléfono
 (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAF113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 2 de 8

Director (Es) y/o Asesor (Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Torres Vargas	Dayro Arley

TÍTULO DEL DOCUMENTO
EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE RIESGOS DE LOS CAÑOS DEL NORTE DE LA CIUDAD DE GIRARDOT MEDIANTE USO DE SIG.

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
INGENIERA AMBIENTAL

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
13 de octubre de 2020	24 pág.

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1.Riesgo	Risk
2.Amenaza	threat
3.Vulnerabilidad	vulnerability
4.Inundacion	Flood
5.Gestion del riesgo	Risk management
6. Sistema de Información Geografica	Geographic information system



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAF113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 3 de 8

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Este proyecto tiene como finalidad evaluar la vulnerabilidad de riesgos por inundación que se pueden generar en una determinada zona, en este caso, los Caños del Norte de la ciudad de Girardot, Cundinamarca, mediante el uso de los sistemas de información geográfica con el programa ArcGIS en su versión 10.5. Se obtuvieron los resultados a través de representación cartográfica (mapas) en las que se visualiza las categorías de amenaza, vulnerabilidad y riesgo que se presentan en el área de estudio para así establecer las posibles causas y consecuencias que pueden afectar a la población aledaña. Este documento permite a futuro el uso de esta información para las diferentes entidades ambientales de interés y comunidades que la habitan, para que se puedan establecer programas que permitan darle un manejo oportuno al riesgo.

Abstract

The purpose of this project is to assess the vulnerability of flood risks that can be generated in a certain area, in this case, the North Caños of the city of Girardot, Cundinamarca, through the use of geographic information systems with the ArcGIS program in its version 10.5. The results were obtained through cartographic representation (maps) in which the categories of threat, vulnerability and risk that occur in the study area are displayed in order to establish the possible causes and consequences that may affect the surrounding population. This document allows the future use of this information for the different environmental entities of interest and communities that inhabit it, so that programs can be established that allow timely risk management.

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca Teléfono
(091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAF113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 4 de 8

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAF113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 5 de 8

caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

SI ___ NO X

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACION

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAF113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 6 de 8

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAF113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 7 de 8

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE RIESGOS DE LOS CAÑOS DEL NORTE DE LA CIUDAD DE GIRARDOT MEDIANTE USO DE SIG.pdf	Texto
2. Archivos Proyecto diplomado SIG.	Carpeta de archivos

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
Bejarano Quesada Angy Catherine	Catherine Bejarano Q.

Código Serie Documental (Ver Tabla de Retención Documental).

21.1-51.20

AUTOR:

Angy Catherine Bejarano Quesada.

1. TÍTULO

**EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE RIESGOS DE LOS CAÑOS DEL
NORTE DE LA CIUDAD DE GIRARDOT MEDIANTE USO DE SIG.**

2. INTRODUCCIÓN

Los procesos de inundación se manifiestan en extensas zonas del territorio colombiano; no obstante la ocupación indiscriminada de las áreas ribereñas de los principales ríos y quebradas, con las intervenciones en las márgenes de estos drenajes, así como el crecimiento de las poblaciones con las actividades socioeconómicas asociadas han acentuado los efectos negativos que ocasionan los incrementos periódicos en los niveles de los ríos, siendo ésta una condición propia de la dinámica hidrológica correspondiente a épocas de aguas altas y aguas bajas así como la transición entre estos dos estados (IDEAM, 2011). Particularmente durante los años 2010 a 2012 Colombia experimentó unas condiciones de inundación asociadas con la ocurrencia del evento La Niña, que se caracterizó por anomalías marcadas en el régimen de precipitaciones particularmente en las regiones Andina, Caribe y Pacífica, lo cual aunado a la falla y rompimiento de diques ocasionó inundaciones con una magnitud superior a los registros históricos recientes (IDEAM, 2017)

Teniendo en cuenta entonces que estos fenómenos de lluvias intensas pueden seguirse presentando en los próximos años como consecuencia del denominado cambio climático, se requiere que el municipio de Girardot, así como el resto de las poblaciones expuestas al riesgo por inundación, cuenten con una evaluación de este riesgo para que se puedan establecer estrategias de gestión urbana que permitan administrar esas condiciones de vulnerabilidad.

La vulnerabilidad es entendida como aquel factor del riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca o susceptibilidad física, económica, social o política que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se manifieste un fenómeno peligroso de origen natural (CARDONA,1991).

Un mapa de vulnerabilidad de inundaciones indica el daño potencial a personas, bienes, infraestructura y actividades económicas expuestas a inundaciones, directa o indirectamente. Se puede presentar en términos cuantitativos o cualitativos a través de indicadores (IDEAM, 2017). Los factores del riesgo se conocen como eventos físicos peligrosos o amenazas y la vulnerabilidad de la población a estas amenazas. La existencia de cada uno de estos factores está condicionada por la exposición de la sociedad a los eventos físicos potencialmente afectables (Narváez, Lavell, & Pérez, 2009).

En el desarrollo de la presente investigación se ha tomado como caso de estudio los caños del norte ubicado en la ciudad de Girardot, del cual se obtuvo la información sobre el grado de vulnerabilidad de riesgos ante inundaciones que afectan a la población aledaña. La cual, por medio de los sistemas de información geográfico, se procesó y se integró las variables de amenaza y vulnerabilidad para obtener el mapa riesgo del área de estudio utilizando la metodología del PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE MAPAS DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS A INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL ESCALA 1:100.00 del IDEAM, teniendo en cuenta que esta puede ser utilizada para evaluar el grado de vulnerabilidad de riesgos por inundación.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Colombia es un país vulnerable a desastres naturales, como inundaciones, sequías y terremotos y, en promedio, enfrenta 2,97 desastres naturales al año, la tercera tasa anual más alta de los 19 países de la región. La mayor cantidad de desastres naturales la constituyen las inundaciones y derrumbes. Las deficiencias en materia de drenaje y disposición de basuras en canales naturales de las zonas urbanas más grandes son factores importantes que contribuyen a las inundaciones en las urbes (Sanchez Triana, Ahmed, & Awe).

El municipio de Girardot se ha desarrollado bajo características climáticas de bosque seco tropical, presenta un clima cálido y temporadas de lluvia, está ubicado en el punto de confluencia de dos de los más importantes ríos del país como son el Magdalena y el Bogotá, ha sido una de las poblaciones que ha resultado más afectada. De acuerdo con la Sala de Situación Humanitaria (SSH, 2011), los departamentos con mayor número de personas afectadas por el invierno y de viviendas averiadas en diciembre de 2011 fueron Bogotá, Risaralda, Córdoba, Cundinamarca y Magdalena. Por otro lado, se encuentran personas en condiciones de alto riesgo y el cambio climático ha venido trayendo consigo, grandes consecuencias y dejando un gran número de personas afectadas por las inundaciones, esto hace que exista una vulnerabilidad más alta por la presencia de personas en las riberas de los ríos como también de los caños, aumentando la construcción en zonas altamente peligrosas y así aumentando las familias damnificadas, generando un gran pérdida económica y humana.

El presente proyecto tiene como finalidad evaluar la vulnerabilidad de riesgos por inundación que se pueden generar por los caños del norte localizado en la Ciudad de Girardot, comprendida desde la calle 40 con vía hacia Tocaima hasta donde desemboca en el Rio Bogotá, teniendo en cuenta que por los caños pasa la quebrada San Jorge. Debido a las altas precipitaciones que

ocurren anualmente y que ocasionan consecuencias negativas a la comunidad, actualmente no se cuenta con información detallada acerca de la influencia que pueden tener estos caños cuando se presenta la problemática ya mencionada, por ende, a través de los sistemas de información geográfica se pretende hacer la respectiva evaluación con la información necesaria obtenida de las referentes instituciones ambientales como lo son el IDEAM y el IGAC, para posteriormente generar mapas que señalen las zonas de vulnerabilidad.

4. OBJETIVOS

General

Evaluar la vulnerabilidad de riesgos que presentan los caños del norte en la ciudad de Girardot.

Específicos

- Revisar la información geográfica y espacial para realizar el análisis de vulnerabilidad de riesgos.
- Realizar el tratamiento de los datos dentro de los SIG para la obtención de las áreas con mayor vulnerabilidad de riesgos.
- Generar un mapa de clasificación de áreas vulnerables de riesgos para los caños del norte de la ciudad de Girardot.

5. MARCO NORMATIVO

En donde se encuentran enmarcadas las normas relacionadas con el presente proyecto comprende diferentes leyes y decretos que se describen a continuación:

Leyes

Ley 1523 - 24 de abril del 2012: Por el cual se adopta la política nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas,

estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres.

Decretos

Decreto 1974 - 11 de septiembre de 2013: Por el cual se establece el procedimiento para la expedición y actualización del Plan Nacional de Gestión del Riesgo.

Decreto 1807 del 19 de septiembre del 2014: Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones. Se establecen las condiciones y escalas de detalle para incorporar de manera gradual la gestión del riesgo en la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial municipal y distrital o en la expedición de un nuevo plan.

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.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

Con el interés de desarrollar los objetivos propuestos del proyecto es importante tener definido una metodología viable en donde se pueda generar el mapa de vulnerabilidad de riesgos por inundación utilizando los sistemas de información geográfica e integrando las diferentes variables. Para esto se tuvo en cuenta las metodologías propuestas por el IDEAM

“PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE MAPAS DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS A INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL ESCALA 1:100.00” y la de Mora & Vahrson.

Para el desarrollo del proyecto se llevaron a cabo las siguientes fases de trabajo:

1. Recopilación de la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

La obtención de la información de manera secundaria, la información geográfica y espacial de referencia para la evaluación del área de influencia se hizo a través de las páginas del IGAC, EL IDEAM y de la plataforma GOOGLE EARTH. Para poder elaborar los mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación se necesita una serie de mapas, geodatabases y shapes de los cuales se obtuvieron los siguientes:

Tabla 1. Información requerida.

Mapa	Información requerida	Descripción	Fuente
AMENAZA	Mapa de pendientes.	Mapa obtenido a partir del procesamiento (generación del Modelo digital del terreno)	IGAC EARTH DATA.
	Mapa de Cobertura vegetal y uso del suelo	Cartografía de la cobertura y uso actual de la tierra según la clasificación Corine Land Cover.	IGAC IDEAM
	Mapa Geológico.	Cartografía de las unidades geológicas de la zona de estudio	IGAC DANE
	Mapa Precipitación	Realización de isoyetas con información meteorológica.	IDEAM Estaciones meteorológicas.
VULNERABILIDAD	Infraestructura	Cartografía de vías primarias, secundarias y terciarias, dependiendo de la escala de análisis, además ubicación de infraestructura en general.	Cartografía base IGAC.

	Económica	Se utiliza el mapa de uso actual o coberturas para determinar la vulnerabilidad de las actividades económicas.	Mapa de coberturas.
	Poblacional	Mapa obtenido a partir de la información del censo nacional de población y de la cartografía de centros poblados y distribución especial de la población.	Cartografía base IGAC.
	Institucional	Se consideran los tiempos de desplazamiento aéreo o terrestre desde los cuarteles o estaciones de los organismos de control (Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja, etc.).	Cartografía base IGAC.
	Patrimonial	Mapa en donde se determina el patrimonio natural del área de influencia o sobre áreas de valor patrimonial histórico, artístico, cultural y religioso (parques arqueológicos, monumentos, etc.).	Mapa base ArcGIS y creación de polígonos de las áreas de interés.
	Territorial	Evaluada a partir de la consideración de los conflictos de uso del suelo, factor que una amenaza de inundación puede potencializar.	IGAC
RIESGO	Mapa de amenaza	Mapa de zonificación en categorías Baja, Media y Alta de las zonas expuestas a fenómenos amenazantes naturales.	
	Mapa de vulnerabilidad	Mapa de zonificación en categorías Baja, Media y Alta. De las zonas vulnerables social, física y económica.	

2. Integración de la información con ayuda de los sistemas de información geográfica.

Para la ejecución de la información se hará mediante el software ArcGIS 10.5 utilizando las herramientas que esta nos proporciona, como los geoprocetos y la caja de herramientas ArcToolbox. Cuando ya se tiene identificadas las capas de entrada hay que hacer una integración y/o manejo de esta información para empezar a generar los mapas de importancia ya mencionadas, en donde siguiendo la metodología del IDEAM se hicieron los siguientes procesos:

MAPA DE AMENAZA

La evaluación de la amenaza se realiza a partir de la zonificación y calificación de los siguientes factores propios del territorio, los cuales le confieren una mayor o menor probabilidad de ser afectados por inundaciones. La composición de los elementos susceptibles o intrínsecos, que incluye geología (Sg), cobertura vegetal y uso del suelo (Sc) y Geomorfológico (Sr), adicionalmente la intensidad de la precipitación (Dp) y las pendientes son incorporados como factores de disparo o factores externos. De tal forma que la combinación de estos factores da como resultado la amenaza (Monroy y Prada, 2019). Para cada uno de estos factores se hizo una calificación considerando las características pertinentes, de modo que 1 es MUY BAJO, 2 BAJO, 3 MODERADO, 4 ALTO y 5 MUY ALTO.

Geomorfología: Mediante la herramienta de selección de atributos, se seleccionó la capa de geomorfología que se obtuvo del IGAC, luego se procedió a seleccionar la herramienta de Clip, la cual hace un recorte geométrico de las entidades de entrada que se interceptan con el municipio de Girardot, obteniendo de esta manera un nuevo shape con las áreas y características del municipio donde predominan las geformas de origen fluvial y estructural denudativo,

Pendientes: A través de la imagen digital obtenida de EARTH DATA ASTER Global Digital Elevation Model V003 y mediante la herramienta Slope se generan las pendientes. Se identifica la pendiente desde cada celda de una superficie de ráster, y clasificación de la pendiente calculada en grados, esta se reclasificó en porcentaje: 81 (**1** Muy Baja), 61-80 (**2** Baja), 41-60 (**3** Moderada), 21-40 (**4** Alta) y <20 (**5** Muy Alta).

Litología: Se tiene como referente las unidades y características geológicas para el municipio de Girardot. La permeabilidad se califica según el tipo de roca, puesto que dependiendo a las características que estas tengan, Mientras más **permeable** sea el **suelo**, mayor será la filtración. Con esto se identifica si son susceptibles o no antes el fenómeno de inundación. Siendo así según las características que se identifiquen en la tabla de atributos de esta capa, si es semipermeable se podría denominar, bajo, muy bajo o moderado y si es impermeable están podrían ser de una amenaza alta y muy alta.

Precipitación: Primero se tuvo que obtener datos de las precipitaciones media anual de las estaciones meteorológicas cercanas al municipio, posteriormente se hizo un tratamiento en Excel para poderlas agregar a ArcGIS, luego se hace una interpolación mediante la herramienta Idw en donde se visualiza esta información, por último, se reclasificó y se hizo la calificación según los milímetros de precipitación.

Huella de inundación: Se obtiene la información a través de los drenajes dobles y sencillos del municipio de la cartografía base, en este caso la quebrada San Jorge que es la que pasa por los caños es el de interés. Para esto se hace utiliza la herramienta Clip y se recorta solo los del municipio los drenajes en una misma capa y luego se hace la unión. Aquí se califica según la distancia en metros que estos puedan estar de la comunidad, a través de un buffer múltiple cada

100 hasta mayores de 500 metros, en donde 100 m es Muy alto puesto que está más cerca y 500 m Muy bajo.

Después de haber procesado todos estos componentes y tener listas las capas de entrada se podre a hacer un Intersect de todas estas y por último hace el cálculo de la amenaza teniendo en cuenta la siguiente ecuación: *Amenaza por Inundaciones = Geomorfologia X 0,31 + Pendientes X 0,2 + Precipitacion X 0,2 + Huella de Inundacion X 0,13 + Litologia X 0,16* en donde se calcula por medio de Field Calculator.

MAPA DE VULNERABILIDAD

Definida la vulnerabilidad como el grado de pérdidas o daños que pueden sufrir, ante un fenómeno natural, la población, los bienes y el medio ambiente, la propuesta interpreta la vulnerabilidad a partir de la población, los valores de protección de infraestructuras e instalaciones, las actividades económicas, el patrimonio natural, histórico y cultural y la acción institucional, así como algunos aspectos territoriales (IDEAM, 2011). La propuesta interpreta la vulnerabilidad a partir de las siguientes variables:

Mapa de vulnerabilidad poblacional: Se utiliza la información ya sea de las veredas del municipio o bien sea una capa en donde se encuentre los centros poblados, posteriormente se hace la calificación desde la tabla de atributos en donde se evalúa a partir de la densidad de la población tanto urbana como municipal. En este caso si la densidad poblacional es mayor, su calificación será Muy alta, alta o moderada, de lo contrario será Baja o Muy baja.

Mapa de vulnerabilidad territorial: Para ello se debe realizar una categorización y clasificación del peso que un determinado conflicto de uso haga más o menos vulnerable el territorio, esta clasificación se realiza sobre el mapa de conflictos teniendo en cuenta el tipo y estado del suelo.

Mapa de vulnerabilidad de infraestructura: Aquí se zonifican los posibles peligros para instalaciones, edificaciones e infraestructuras que influyen en la mayor o menor gravedad potencial, en este caso se tuvieron en cuenta: vías, vía férrea, redes de alta tensión, puentes, acueducto, subestación eléctrica, planta de gas y zonas de recreación que puede afectar las inundaciones. Estas se califican según el valor de importancia que uno considere.

Mapa de vulnerabilidad patrimonial: Es necesario contar con las diferentes áreas protegidas y de patrimonio (Tabla 1), de lo contrario si no se cuenta con esta información, como en este caso, a través del basemap de ArcGIS se dibujaron los polígonos de estas áreas en los municipios las cuales fueron la reserva alonso vera, el embarcadero y la plaza de mercado y fueron calificadas por su valor de importancia.

Mapa de vulnerabilidad económica: Se elabora a partir de la cartografía de uso actual de la tierra, las áreas de importancia en la producción de bienes y servicios que pudiesen ser afectadas por la incidencia de incendios de la cobertura vegetal (áreas de producción agrícola, ganadera, forestal, minera, etc.).

Mapa de vulnerabilidad institucional: En esta se tiene en cuenta la evaluación de la capacidad gubernamental para la reconstrucción post-evento, aquí se utilizó la capa de sector urbano del municipio de Girardot y se identificaron las siguientes instituciones: CAIS, Hospital San Rafael, clínicas san Sebastián, salud total, Estación de bomberos, entre otros.

Luego de tener todas estos mapas se hace la integración de estas variables por Intersect y se calcula la amaneza total con la siguiente ecuación: $Vulnerabilidad = V. institucional \times (0,04) + V. patrimonial \times (0,20) + V. poblacional \times (0,31) + V. territorial \times (0,20) + V. infraestructura \times (0,06) + V. económica \times (0,18)$ por medio de Field Calculator.

3. Generación del mapa de vulnerabilidad de riesgos por inundación

De las capas de salida del tratamiento que son los de amenaza por inundación y de vulnerabilidad total se procede a configurarlas, a base de estos archivos se empieza a generar el mapa final, este proceso se realiza interceptando estos dos mapas y posteriormente hacer el cálculo de riesgo, se representa de la siguiente manera: multiplicando los Ráster de Amenaza y Vulnerabilidad utilizando la herramienta algebra de mapas $Riesgo = (Amenaza * Vulnerabilidad)$.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al haber desarrollado todas las fases metodológicas propuestas y haber obtenido los mapas de interés del municipio de Girardot, ahora se hará la evaluación del área de estudio que son los caños del norte, por donde en esta pasa la quebrada san Jorge. Fue necesario hacer los mapas de amenaza y vulnerabilidad para poder llegar al mapa de vulnerabilidad de riesgo por inundación, teniendo en cuenta que según la revisión bibliográfica no se encuentra información acerca de la influencia de estos caños a la población cercana frente a un posible riesgo de inundación y mucho menos si son vulnerables o no. Para poder determinar el área de estudio se hizo un acercamiento del mapa para poder identificar las zonas.

El área de estudio se enfoca en los barrios que se encuentran cerca a los caños los cuales se identificaron los siguientes: Alcatraz, Alicante, Altos de Chicala, Altos del Parque, Diamante Popular, El diamante, Triunfo, Esperanza Norte, La campiña, Esperanza, Esmeralda, La Magdalena, Los Guaduales, Los Naranjos, Mi futuro, Parque Central, Rosa Blanca, San Fernando, Santa Rita, Victoria y Villa Yaneth.

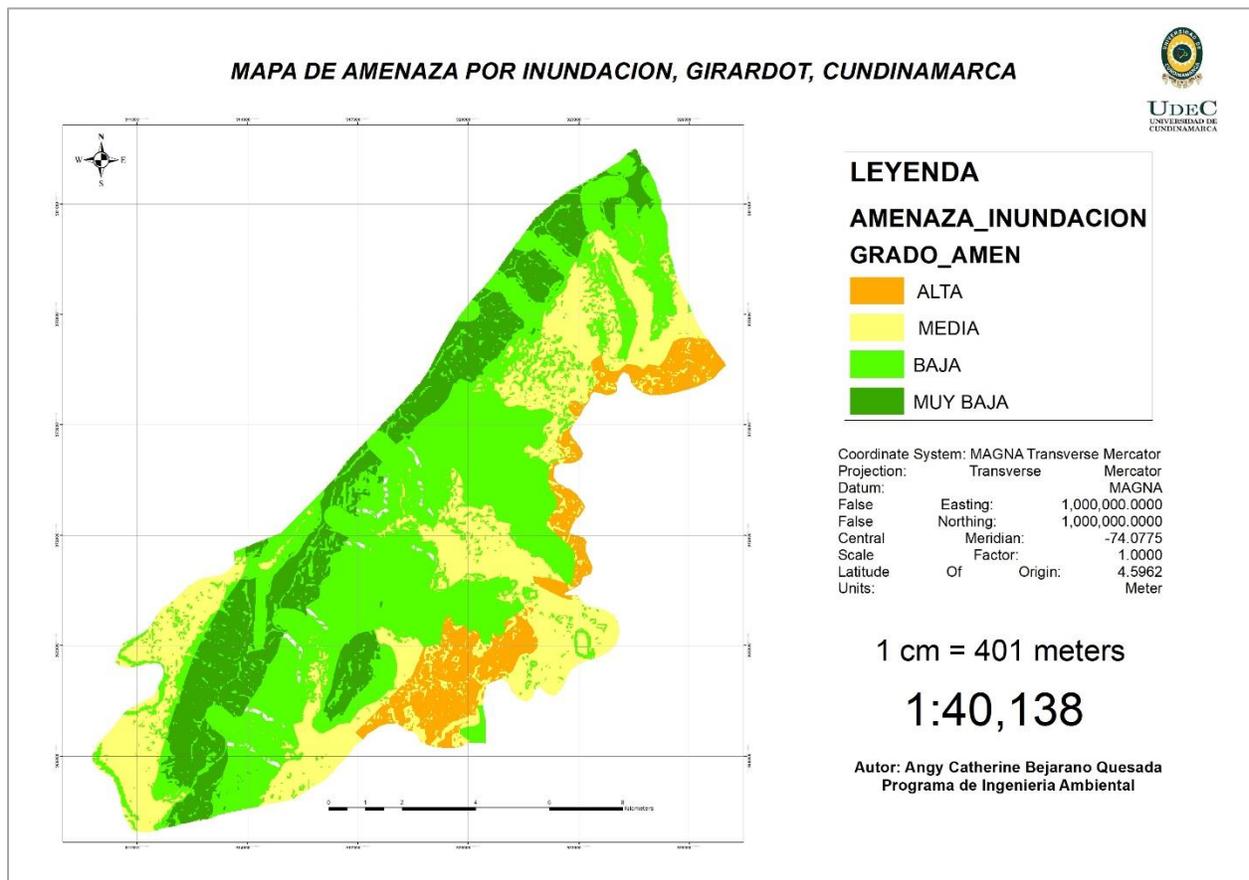
AMENAZA

El mapa de amenaza se hizo principalmente para todo el municipio de Girardot, según los resultados obtenidos, mediante la aplicación de la metodología y la determinación de amenaza por el fenómeno de inundación, se determinó que el municipio se encuentra en promedio en una

amenaza Baja, teniendo en cuenta que en el centro poblado se identifica una amenaza Alta por inundación como se muestra en la ilustración 1, más sin embargo esta no tiene total influencia por la quebrada San Jorge que pasa por los caños del norte, que más adelante esta será descrita puntualmente.

Teniendo el mapa de amenaza con el área de influencia según los resultados obtenidos, mediante la metodología para la determinación de amenaza por fenómenos de inundación, se determinó que el grado de amenaza es Alta y media como se muestra en la ilustración 2, las cuales desencadena las precipitaciones que ocurren anualmente.

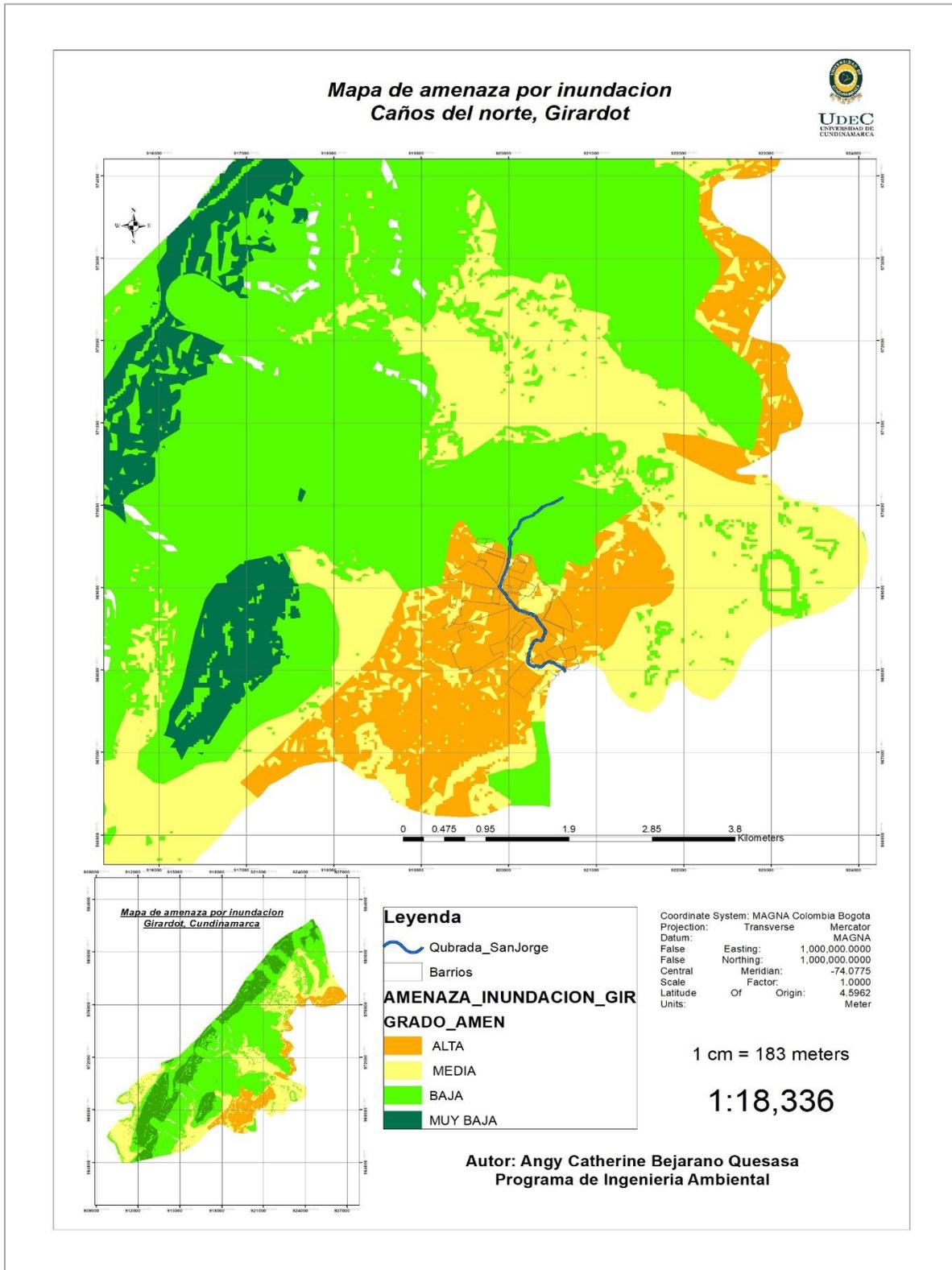
Ilustración 1. Mapa de amenaza por inundación de Girardot.



Fuente: Propia

A pesar de que se muestra una amenaza alta, según la revisión bibliografía en estos barrios ya mencionados anteriormente no tienen antecedentes de que hayan ocurrido algún tipo de desastre natural por este fenómeno. Dentro de los acontecimientos sucedidos por el riesgo de inundaciones año tras año las inundaciones se presentan generalmente en los mismos lugares que en la época de lluvias crecen los caudales de los ríos Bogotá y Magdalena (SIGAM, 2014). Mas sin embargo si ha sucedido eventos de inundación en los barrios cercanos a los caños, originadas principalmente por las intensas lluvias que por la creciente de la quebrada. En el sector del barrio Kennedy, los nuevos proyectos urbanísticos deben realizar el tratamiento de compactación de los suelos poco consolidados para evitar los movimientos diferenciales del terreno que ocasionan fuertes grietas en las viviendas, dejándolas así vulnerables a desastres por movimientos sísmicos e inundaciones (SIGAM, 2014).

Ilustración 2. Mapa de Amenaza del área de estudio.



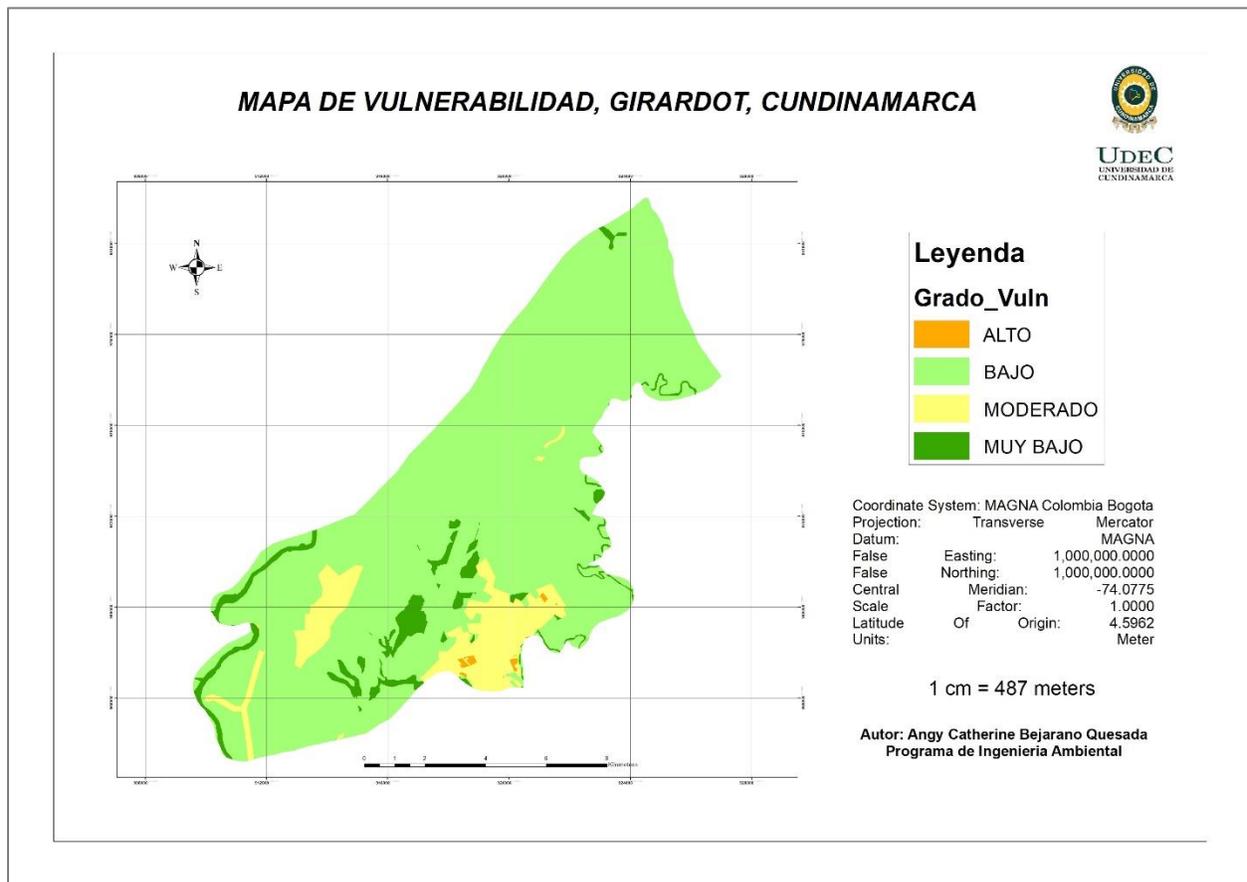
Fuente: Propia

VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad es un factor primordial para realizar el análisis de riesgo en el territorio, dado que implica el estudio de los efectos de un fenómeno sobre los elementos y/o componentes necesarios para el funcionamiento de la sociedad (FAO, 2009). Para llevar a cabo la evaluación de la vulnerabilidad se hizo de igual manera que en la amenaza, primero se generó el mapa para todo el municipio de Girardot identificando todos los elementos que lo componen como los aspectos físicos, sociales y económicos, etc. tomando como base la información suministrada por entidades como el INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales a través de sus geoportales. Como se observa en la ilustración 3 se identifica una vulnerabilidad Baja para el municipio y Moderada para la zona urbana, teniendo en cuenta que allí es donde se encuentra la mayor concentración de habitantes, la productividad económica, las instituciones para atender emergencias y demás, que se ven afectadas por el fenómeno de inundación y por la creciente de los principales ríos y/o quebradas.

Para el mapa de vulnerabilidad total del área de estudio como se muestra en la ilustración 4, se observa solo una vulnerabilidad Moderada para la población que se encuentra cerca a los caños del norte, esto por varios factores, en esta área no hay mucha concentración de habitantes ya que solo son los barrios que bordean los caños, no cuenta con áreas protegidas o reservas naturales que se puedan ver afectados, por otra parte incide que en caso de algún evento de inundación ya sea por la creciente de la quebrada de los caños o por las altas precipitaciones, no se cuenta con hospitales o centros médicos a menos de 100 o 200 metros de distancia que puedan atender la emergencia.

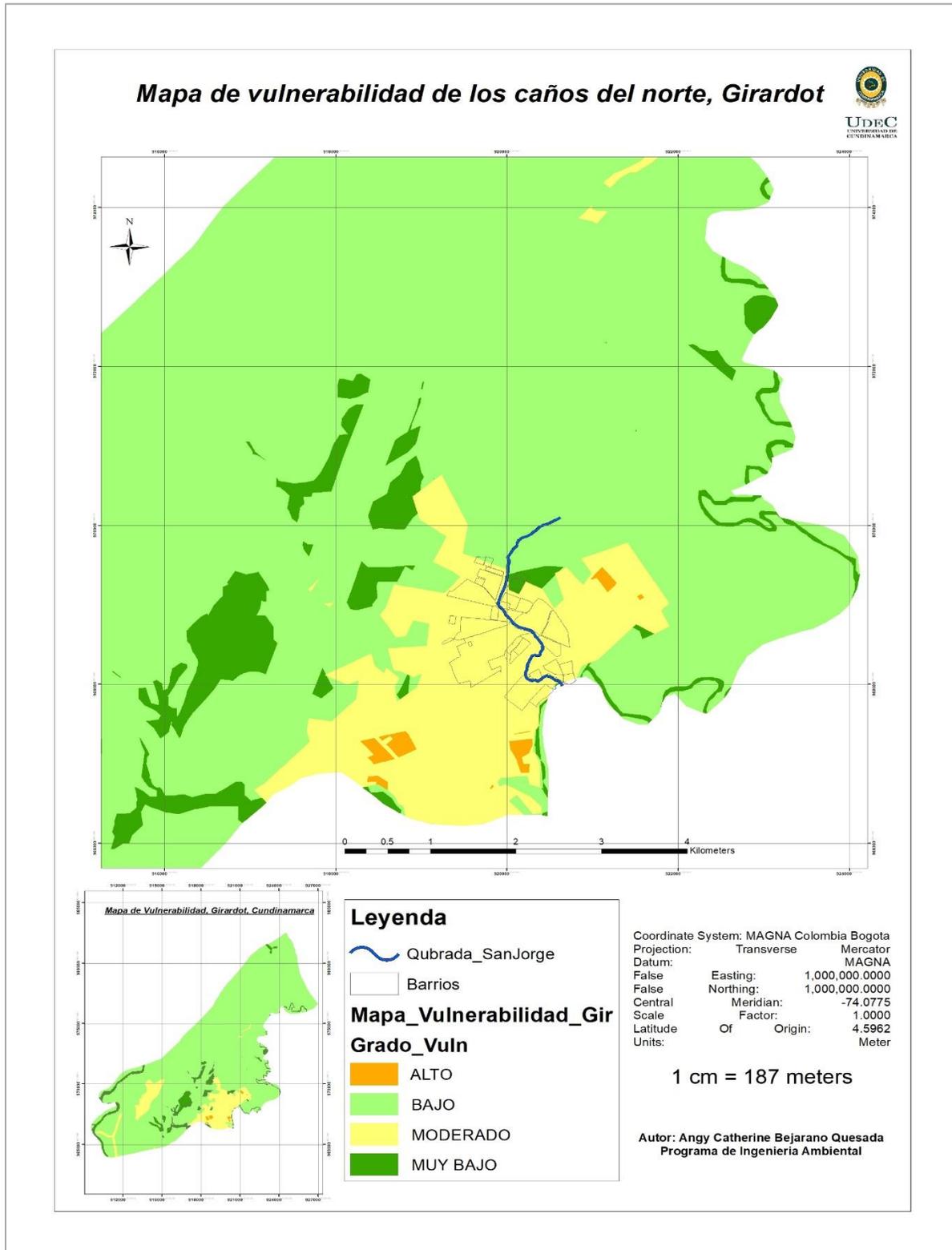
Ilustración 3. Mapa de Vulnerabilidad



Se debe tener en cuenta que son más vulnerables aquellas construcciones en materiales como madera, plástico o lona; sin ningún tipo de bases, o sin seguir parámetros técnicos o normas de resistencia, esto logra que las construcciones puedan derrumbarse con una mayor facilidad; la resistencia del suelo se considera de importancia, ya que suelos erosionados, muy arenosos, con poca cobertura vegetal, en zonas de alta pendiente, puedan ocasionar desprendimientos o deslizamientos con mayor facilidad aumentando el grado de vulnerabilidad (CMGRD, 2019).

Por último, otro factor que interviene es la erosión y compactación del suelo, ocasionan que este no resista el agua y no la pueda infiltrar, generando las inundaciones en algunos asentamientos cercas a los ríos y quebradas.

Ilustración 4. Mapa vulnerabilidad total del área de estudio

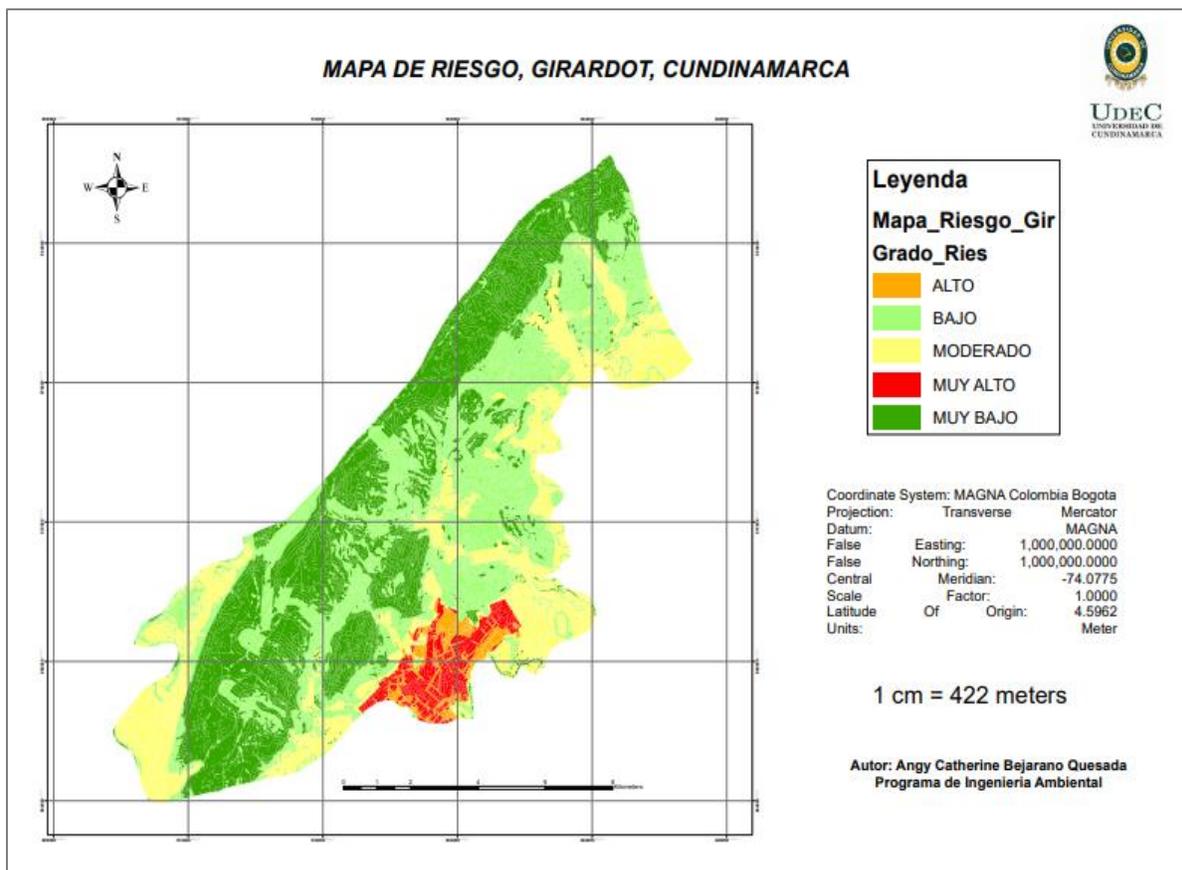


Fuente: Propia

RIESGO

El Instituto Humboldt (2006) se refiere al riesgo como “el producto de la interrelación de amenazas y vulnerabilidades que, al final de cuentas, es una construcción social, dinámica y cambiante, diferenciada en términos territoriales y sociales; el riesgo se concreta, se mide, se enfrenta y se sufre, al transformarse de una condición latente en una condición de pérdida, crisis o desastre”. El mapa de riesgo se elaboró a partir de la multiplicación de dos variables según la metodología, el mapa de amenaza y el mapa de vulnerabilidad, siendo este el mapa de interés para el proyecto de investigación.

Ilustración 5. Mapa de riesgo de Girardot.

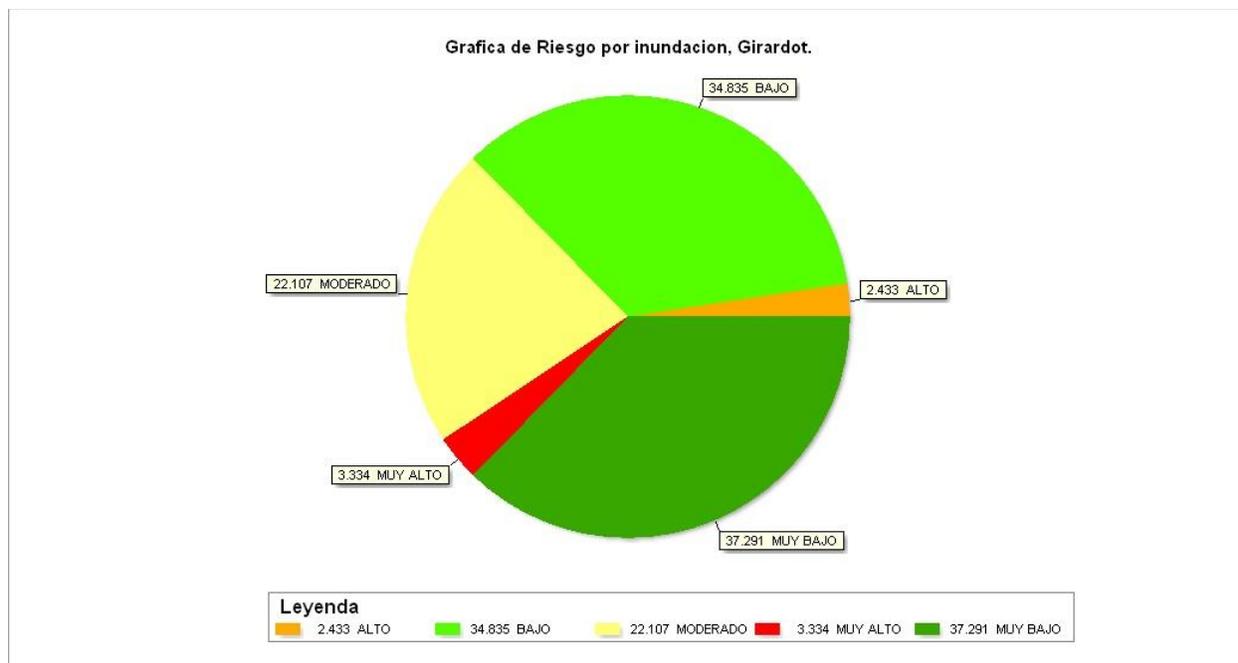


Fuente: Propia.

El mapa de riesgo como en los anteriores se hizo principalmente para el municipio de Girardot y de allí se identificó la zona de estudio. Como se puede observar en la ilustración 6 el grado de

riesgo en el municipio está en Bajo 34,8 % y Muy bajo 37,3 %, para la zona urbana se muestra un riesgo Alto debido a la incidencia del Rio Bogotá y el Rio Magdalena, además allí se concentra la mayor cantidad de habitantes, la infraestructura, los sectores productivos y las viviendas, siendo afectadas por las inundaciones a causa de los desbordamientos de estos ríos.

Ilustración 6. Grafica de porcentajes de riesgo por inundación.

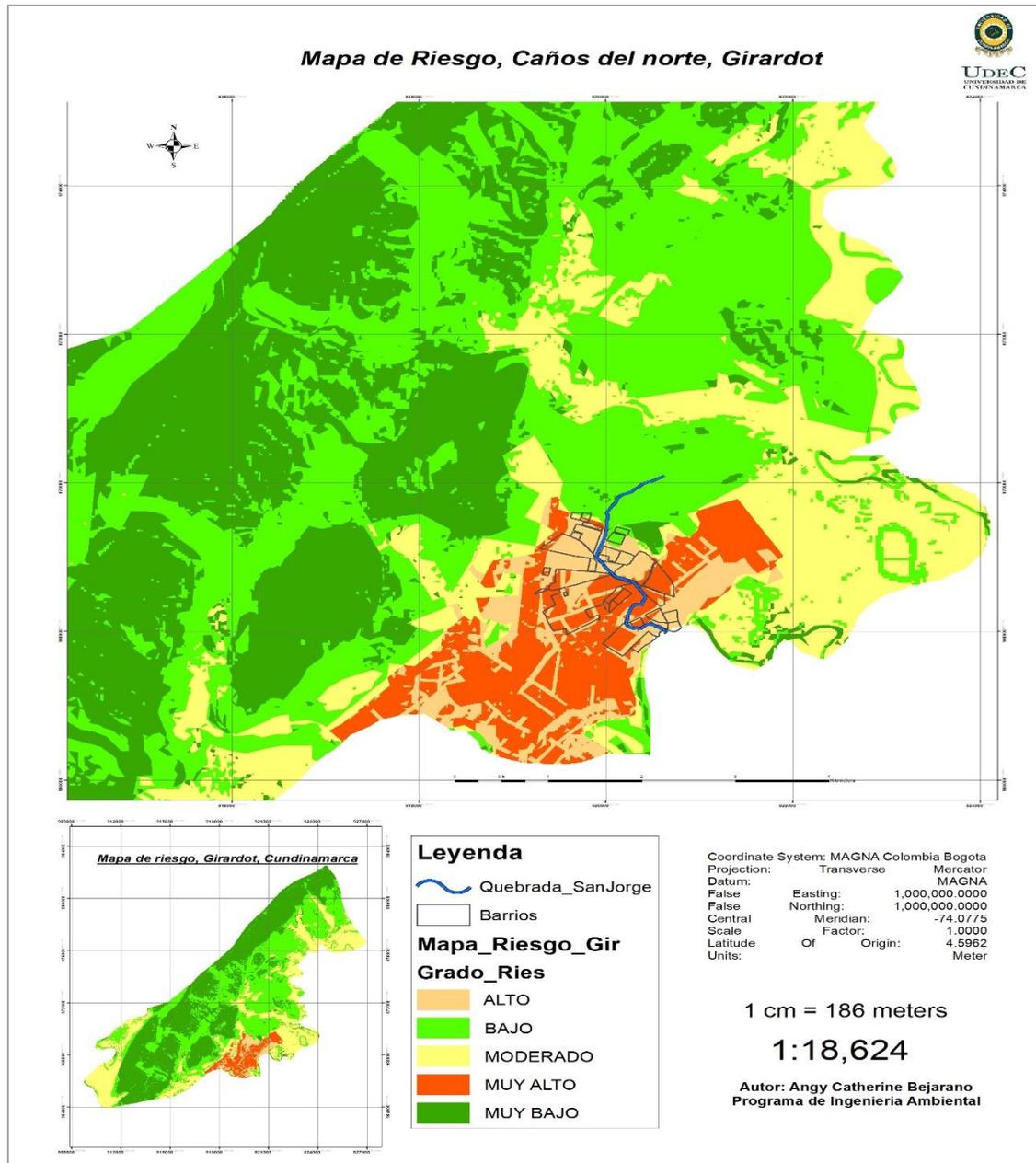


Para la zona de estudio se identificó que el grado de riesgo es Alto y Muy alto como se puede observar en la ilustración 7, por las condiciones geográficas, geomorfológicas, hidrológicas, urbanas y sociales descritas en los paginas anteriores, aquí se demuestran la importancia de evaluar la problemática central de la vulnerabilidad de riesgo por inundación de los caños del norte.

Debido a las viviendas en zonas cercanas a estos caños, origina que sean más vulnerables a este riesgo por inundaciones, aún más cuando se suma el incremento de los niveles de lluvia en temporadas como el fenómeno de la niña, en los cuales el nivel de la quebrada pueda aumentar, lo cual puede ocasionar taponamientos por arrastre de coberturas vegetales e implícitamente represamientos afectando zonas aledañas.

Los riesgos por inundaciones están mancomunados primordialmente, a factores, físicos, climáticos, de uso del suelo y urbanísticos, como el uso de rondas de inundación, el rebose de canales, escorrentía concentrada en áreas urbanizadas, la congestión de redes de alcantarillado y en laderas deforestadas (Monroy y Prada 2019).

Ilustración 7. Mapa de riesgo del área de estudio



Fuente: propia.

4. CONCLUSIONES

Para el desarrollo del proyecto fue necesario conseguir información secundaria a partir de las instituciones ambientales y de sus geoportales, permitiendo la descarga de toda la información de interés como datos geográficos, datos de estaciones y bases de datos, llegando así a realizar satisfactoriamente todos los mapas: amenaza, vulnerabilidad total y por último el de riesgo, logrando hacer la evaluación de todo los factores que pueden incidir por inundación a la población cercana de los caños del norte.

Se logro realizar el tratamiento de los datos dentro del programa de ArcGIS esta se realizó siguiendo las metodologías del IDEAM y la Mora & Vahrson, llegando a elaborar efectivamente los mapas de interés ya mencionados, utilizando las herramientas que este programa nos proporciona además de los aspectos sociales, físicos, geomorfológicos que se tienen en cuenta al identificar y calificar el grado de amenaza, vulnerabilidad y de riesgo para el área de estudio.

El mapa de vulnerabilidad de riesgos por inundación se realizó efectivamente, logrando identificar las zonas con el grado de riesgo, calificadas como Muy baja, Baja, Moderado, Alto y Muy alto. En la evaluación de la amenaza del área de estudio esta tiene un grado de amenaza Alto, en la vulnerabilidad total se pudo establecer que los barrios que bordean los caños tienen un grado vulnerabilidad Moderada y por último para el riesgo al multiplicar las dos variables el grado de riesgo arrojan Muy alta y Alta. Con estos resultados se puede concluir que la vulnerabilidad que presenta la población cerca al área de estudio está en un nivel intermedio, puesto que allí no se tiene áreas naturales de mayor interés, además de infraestructuras que se puedan ver afectadas. Por otro lado, los habitantes de la zona si están expuestos a estar afectados por un riesgo de inundación al haber factores físicos, climáticos, de uso del suelo y urbanísticos que inciden a que se genere esta problemática.

La información de los resultados de este proyecto es de gran importancia puesto que saber las variables en las que se evalúa una zona con una vulnerabilidad de riesgos, así sea con un nivel de conocimiento medio, permite pronosticar, con una precisión aceptable, eventos naturales como inundaciones, movimientos de remoción en masa o avalanchas entre otras, permitiendo a futuro el uso de esta información para las diferentes entidades ambientales de interés y comunidades que la habitan, en base a esto se puedan establecer programas que permitan darle un manejo oportuno al riesgo.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Yudi Alexandra Monroy Machado & Andrés Mauricio Prada Páez (2019).
ZONIFICACIÓN DE FENÓMENOS AMENAZANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO, COMO HERRAMIENTA EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ CUNDINAMARCA.
Universidad de Cundinamarca. Proyecto de grado para optar por el título de ingeniero Ambiental. Obtenido de:
<http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/2787>.
- Cardona, Omar Darío (1991). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. “Taller regional de capacitación para la administración de desastres”. NAD/PNUD/OPS/UNDRO. La RED, Bogotá, 1991.
- CMGRD, Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastre (2013). Estrategia Municipal para la Respuesta a Emergencias. Girardot: CMGRD.
- Edier Andres Chilito Rincon (2018). DEFINICIÓN DE ZONAS DE INUNDACIÓN MEDIANTE EL USO DEL MODELO DE SIMULACIÓN HEC-RAS EN UN TRAMO DE CAÑO GRANDE, BARRIO EL RUBÍ – VILLAVICENCIO. Universidad Santo Tomás. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero

Ambiental. Obtenido de:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12080/2018edierchilito.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Sanchez Triana, E., Ahmed, K., & Awe, Y. (s.f.). Prioridades ambientales para la reducción de la Pobreza en Colombia. Banco Mundial.
- SSH, S. d. S. H., 2011. Colombia Inundaciones (2011). Informe de situación N° 4. 02/12/2011 - 15/12/2011. Primera ed. Bogotá: Colombia SSH. Vivas, A., 2012. Formulación de criterios para ordenamiento territorial desde la perspectiva de la amenaza de inundación y su inclusión en los instrumentos de planificación. Caso de Estudio Río Tunjuelo Bogotá D. C.. Facultad de Arquitectrua y Diseño. Maestría de Planeación Urbana y Regional ed. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- SIGAM (2014). SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL (SIGAM) GIRARDOT 2014-2026. Obtenido de:
<https://es.scribd.com/document/376381643/Sistema-de-Gestion-Ambiental-Municipal-2016-Girardot>.
- Humboldt, I., (2006). El ABC de la Gestión del Riesgo. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- IDEAM (2011). IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000 Bogotá, D. C., 2011. 109 pag.
- IDEAM (2017). IDEAM, GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE INUNDACIÓN. Bogotá, D.C., 2017. 110 páginas.