

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 5
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-04-19
		PÁGINA: 1 de 1

16

FECHA	26 de Julio 2021
--------------	------------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Facatativá

UNIDAD REGIONAL	Extensión Facatativá
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
Contreras Contreras	Johanna Lizeth	1.077.149.387
Contreras Contreras	Yesica Katherine	1.077.149.386

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

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Velásquez Díaz	Genie Lorena

TÍTULO DEL DOCUMENTO
Determinación De Zonas Susceptibles A Inundación En El Municipio De Villapinzón – Cundinamarca, Mediante El Uso Del Sistema De Información Geográfica (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
Ingeniero Ambiental

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS
(Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
1 Susceptibilidad	1. Susceptibility
2 Inundación	2 Flood
3 Sistemas de información geográfica	3. Geographic information systems
4 Plan de gestión de riesgo	4. Risk management plan
5 Precipitación	5. Precipitation
6 Fenómenos naturales	6. Natural phenomena

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

RESUMEN

En Colombia, la deficiente planeación del ordenamiento territorial en zonas urbanas ha llevado a que la población presente algún tipo de riesgo a causa de un fenómeno natural, como inundación, remoción de masa o deslizamientos; sin embargo, estos eventos naturales han tenido mayor impacto debido a la intervención antrópica sobre el territorio. El municipio de Villapinzón para el año 2010 presentó desbordamiento del Río Bogotá, como consecuencia de las fuertes precipitaciones que aumentaron el nivel del agua, debido a la progresiva deforestación en la cuenca, dado que en la zona hay presencia de cultivos de papa y crianza de ganado, estas labores aumentan la erosión y la sedimentación en los cauces.

Con este trabajo se pretende determinar las zonas susceptibles a inundación que presenta el municipio de Villapinzón Cundinamarca, mediante el uso del software ArcGIS 10.6, de manera que sirva como herramienta en la Alcaldía Municipal, para tener una adecuada gestión de riesgo en el plan de ordenamiento territorial. Se identificó que el municipio presenta 56 zonas susceptibles a inundación con un área aproximada de 22472 Ha, equivalente al 90.25% del territorio; presentó una mayor área de susceptibilidad a inundación en las categorías baja con 2108 Ha y media con 18620 Ha.

ABSTRACT

In Colombia, deficient land use planning in urban areas has led the population to present some type of risk due to a natural phenomenon, such as flooding, mass removal or landslides; however, these natural events have had a greater impact due to human intervention on the territory. The municipality of Villapinzón for the year 2010 presented a level of overflow of the Bogotá River, as a consequence of the heavy rainfall that increased the amount of water, due to the progressive deforestation in the basin, since in the area there is presence of potato crops and breeding of cattle, these labors suffered erosion and sedimentation in the riverbeds.

This work aims to determine the areas susceptible to flooding in the municipality of Villapinzón Cundinamarca, through the use of the ArcGIS 10.6 software, so that it serves as a tool in the Municipal Mayor's Office, to have an adequate risk management in the zoning plan territorial. It was identified that the municipality has 56 areas susceptible to flooding with an approximate area of 22,472 Ha, equivalent to 90.25% of the territory; presented a greater area of susceptibility to flooding in the low categories with 2108 Ha and medium with 18620 Ha.

FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alcaldía Municipal de Villapinzón. (2020). Turquía y Ejército se unen en pro del medio ambiente municipal de Villapinzón. Retrieved from <http://www.villapinzon-cundinamarca.gov.co/>

Bello, O. D. (2014). Manual para la evaluación de desastres.

Bernal, Rodríguez, & González. (2015). Características de los suelos y sus factores limitantes de la región de Murgas, provincia la Habana. *Cultivos Tropicales*, 36(2), 30–40.

Calixto. (2017). Determinación de zonas susceptibles de inundación mediante el uso de herramientas SIG en el área de influencia en el río Cravo sur, ubicado en el municipio de Yopal, Departamento de Casanare.

Campos, Díaz, Rubiano, & Ramírez. (2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia.

CAR. (2017). Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá Subcuenca río Alto Bogotá.

CMGRD Villapinzón. (2017). Plan municipal de gestión del riesgo de desastres en Villapinzón.

CONSORCIO CAR 28. (2019). Revisión General Del Esquema De Ordenamiento Territorial – Eot Municipio De Villapinzón, Cundinamarca. INCyTU, 33(55), 356. Retrieved from <http://www.iadb.org>

Corporación Autónoma Regional de Chivor-CORPOCHIVOR. (2020). Generalidades y marco territorial - Actualización del plan de manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Páramo de cristales, Castillejo o Guacheneque- Jurisdicción Corpochivor. 51. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2016). Plan De Acción Cuatrienal CAR 2016 - 2019. 343.

Gamba, G. L. B., & Barrero, E. M. G. (2019). Formular lineamientos para la estructuración de acciones de contingencia sobre la prestación del servicio público de acueducto urbano del municipio de Villapinzón – Cundinamarca. (May), 1–9. Gobernación de Cundinamarca. (2020). Diagnóstico del departamento de Cundinamarca. 57. Retrieved from <http://www.cundinamarca.gov.co:10039/wcm/connect/9e96b703-852d-470f-9b64-3c8e601b3805/3.+Anexo+3.+DIAGNOSTICO+DEL+DEPARTAMENTO.pdf?MOD=AJPERES&CVID=llg38aT&CVID=llg38aT&CVID=llg38aT>

IDEAM. (2014). Incorporación de la Gestión Adaptativa de los riesgos Hidroclimáticos en el ordenamiento territorial. 90.

IDIGER. (2018). Documento técnico de soporte. Estudios Básicos. “Amenaza por inundación en perspectiva de Cambio Climático.” 2, 306.

IGAC; Corantioquia. (2013). Estimación y elaboración cartográfica de amenazas por inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa con el uso de tecnologías geoespaciales. Fase II Zona Oriental Jurisdicción de CORANTIOQUIA Convenio 9901-2013 y el IGAC No 4386 - 2013.

INDECI. (2011). Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales. Cuaderno Técnico N° 02. 85.

AUTORIZACIÓN 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”:

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento, medio físico, electrónico y digital	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 con motivos de publicación, en pro de su consulta, vicivilización académica y de investigación.	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 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_ ___

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

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

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.
- 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

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. Nombre completo del trabajo.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1, Determinación De Zonas Susceptibles A Inundación En El Municipio De Villapinzón – Cundinamarca, Mediante El Uso Del Sistema De Información Geográfica (SIG)..pdf	Texto
2,	
3,	
4,	

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

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
Contreras Contreras Johanna Lizeth	<i>johannalizethC</i>
Contreras Contreras Yesica Katherine	<i>yesikatherinescontreras</i>

FORMATO DOCUMENTO FINAL TRABAJO DE GRADO – OPCIÓN DIPLOMADO

RESPONSABLES
Nombre estudiante: Johanna Lizeth Contreras Contreras Código: 463216188
Nombre estudiante: Yesica Katherine Contreras Contreras Código: 463216187
Nombre del Director: Genie Lorena Velásquez Diaz CC. 59822644
Línea de investigación: Sistemas de información geográfica

1. TÍTULO

DETERMINACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIÓN EN EL MUNICIPIO DE VILLAPINZÓN – CUNDINAMARCA, MEDIANTE EL USO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

2. INTRODUCCIÓN

En Colombia, la deficiente planeación del ordenamiento territorial en zonas urbanas ha llevado a que la población presente algún tipo de riesgo a causa de un fenómeno natural, como inundación, remoción de masa o deslizamientos (Rincon, Diaz, & Posada, 2017); sin embargo, estos eventos naturales han tenido mayor impacto debido a la intervención antrópica sobre el territorio (Campos et al., 2012).

Las inundaciones fluviales y aluviales corresponden a una serie de fenómenos que se caracterizan por presentar fuertes precipitaciones y generar aumento en el nivel del agua de ríos o quebradas, ocasionando el desbordamiento de los mismos (Pons, Morales, & Catano, 2014); por tal razón, es necesario hacer una correcta planificación en la gestión del territorio, debido a que las

inundaciones son una catástrofe natural con el mayor número de víctimas (UNGRD, 2018), teniendo en cuenta que las personas en condición de vulnerabilidad son usualmente aquellos con los más bajos niveles de desarrollo y en consecuencia se ven obligadas a vivir en lugares peligrosos como áreas inundables o laderas inestables (Bello, 2014).

Con este trabajo se pretende determinar las zonas susceptibles a inundación que presenta el municipio de Villapinzón Cundinamarca, mediante el uso del software ArcGis 10.6, de manera que sirva como herramienta en la Alcaldía Municipal, para tener una adecuada gestión de riesgo en el plan de ordenamiento territorial.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Colombia presenta condiciones topográficas, geológicas, geomorfológicas y climatológicas que hacen al territorio susceptible a los fenómenos naturales como el sismo en un 36%, inundación en un 28% y movimiento de masa en un 8% (Campos, Díaz, Rubiano, & Ramírez, 2012). Así mismo existen otras causas que generan vulnerabilidad, como la invasión de las rondas de los cauces, crecimiento poblacional y excesiva explotación del suelo, generando consecuencias a nivel económico, social y ambiental (IDIGER, 2018).

Por otra parte, las condiciones climáticas del departamento de Cundinamarca, están determinadas por la franja ecuatorial, debido a la presencia de vientos alisios y la confluencia de la zona intertropical (ZCIT), generan un régimen de tipo bimodal, esta condición es fuertemente alterada por la presencia del fenómeno del Niño y la Niña, dado que aumenta el nivel de precipitación, causando eventos de origen hidrometeorológico (IDEAM, 2014) como sequías, inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa, entre otros (Gobernación de Cundinamarca, 2020).

En el municipio de Villapinzón para el año 2010 presentó desbordamiento del Río Bogotá, como consecuencia de las fuertes precipitaciones que aumentaron el nivel del agua, debido a la progresiva deforestación en la cuenca, dado que en la zona hay presencia de cultivos de papa y crianza de ganado, estas labores aumentan la erosión y la sedimentación en los cauces (IDEAM, 2014); es por lo anterior, que se ve reflejado las condiciones de susceptibilidad existentes en el país y las deficiencias frente a su gestión, para dar un uso adecuado del territorio (Gamba & Barrero, 2019).

3.1 Pregunta problema

¿Cuáles son las zonas más susceptibles a inundación en el municipio de Villapinzón Cundinamarca?

4.OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinar las zonas susceptibles a inundación que presenta el municipio de Villapinzón Cundinamarca mediante el software ArcGis 10.6.

Objetivos específicos:

1. Realizar un modelo mediante la herramienta model builder para determinar las zonas susceptibles de inundación en el municipio de Villapinzón Cundinamarca.
2. Generar el mapa de susceptibilidad a inundación en el municipio de Villapinzón Cundinamarca.
3. Conocer la percepción social de los habitantes del municipio de Villapinzón respecto a la susceptibilidad a inundación.

5. MARCO NORMATIVO

El **Decreto 93 de 1998** adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, establece en el **artículo 1** orientar al estado y la sociedad civil, en la prevención de desastres a causa de eventos naturales, de igual forma el **artículo 3** señala que se debe analizar, el grado de vulnerabilidad de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, con el objetivo de formular medidas de mitigación (Ministerio de Justicia, 1998).

Así mismo, el **Decreto 4147 de 2011** por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, en el **artículo 4** da orientación a las entidades territoriales, para realizar una adecuada gestión de riesgo en el plan de ordenamiento territorial (Ministerio de Justicia, 2011).

De igual manera está el **artículo 4** de la **ley 1523 de 2012**, establece que susceptibilidad corresponde a la ocurrencia de un fenómeno en una zona determinada, ya sea de manera social o económica; además el **artículo 14** señala, que el alcalde municipal es el responsable en la gestión del riesgo y el manejo de desastres; de igual manera en el **artículo 37. Parágrafo 2**, las autoridades municipales son las encargadas de formular el plan de gestión del riesgo de desastres como estrategia ante cualquier emergencia integrándola en el plan de ordenamiento territorial, teniendo en cuenta que el **Artículo 39**, considera el riesgo como un condicionante para el uso y la ocupación del territorio (Ministerio de Justicia, 2012).

Finalmente El **decreto 1807 de 2014** establece el **artículo 2** se deben realizar estudios técnicos a mediano y largo plazo que permita la incorporación de la gestión del riesgo en el plan de ordenamiento territorial, así mismo en el **artículo 3** se deben elaborar estudios en suelos urbanos y rurales, para identificar fenómenos de inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, de esta manera el **artículo 20** establece medidas para la prevención que oriente el uso, la ocupación

y el aprovechamiento del suelo mediante la determinación de normas urbanísticas (Ministerio de Vivienda, 2014).

6. DISEÑO METODOLOGÍCO

Para determinar las zonas susceptibles a inundación en el municipio de Villapinzón Cundinamarca, la metodología que se tuvo en cuenta, es la propuesta por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, en donde tiene en cuenta variables como la morfogénesis, morfometría y suelos (IGAC; Corantioquia, 2013), el procesamiento se realizó en el software ArcGis 10.6.

1. Obtención de insumos:

Para determinar las zonas susceptibles a inundación en el municipio de Villapinzón, inicialmente se realizó la descarga de los insumos utilizados en el modelo, en portales como EarthData e IGAC, en estos portales se obtiene la información de forma gratuita. Una vez descargados se procede a elaborar el mapa de susceptibilidad, a continuación, se hace una breve descripción:

2. Elaboración del mapa de susceptibilidad a inundaciones

Para realizar la ponderación de las variables, se calificó el nivel de susceptibilidad, como se muestra en la siguiente tabla (ver **Tabla 1**).

Tabla 1

Ponderación de las variables

Categoría de la susceptibilidad	Grado de la susceptibilidad	Representación Grafica
1	Muy baja	
2	Baja	
3	Media	
4	Alta	
5	Muy Alta	

Nota: es la ponderación que reciben las variables para calificar el grado de susceptibilidad de acuerdo a la metodología del IGAC, fuente :(Calixto, 2017).

2.1 Geomorfología

Para obtener las características geomorfológicas del municipio, de acuerdo con la metodología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), se deben tener en cuenta variables como la morfometría y morfogénesis.

2.1.1 Morfometría

Inicialmente se realizó la descarga del modelo digital de elevación- DEM con una resolución espacial de 12.5 metros, se obtuvo en el portal EarthData, posteriormente se realizó el procesamiento en el software ArcGis 10.6 en donde, se recortó la imagen al contorno del municipio y se obtuvieron variables como curvatura, pendiente y elevación.

2.1.2 Curvatura

Con el DEM previamente descargado, inicialmente se calculó la curvatura mediante la herramienta “Curvatura” (ver **ANEXO A**), allí se obtuvieron los rangos de calificación, los cuales indican la forma de la topografía que influyen en la aceleración y desaceleración de una corriente de agua, adicionalmente se creó un campo para calificar la susceptibilidad en función de la superficie del terreno, de acuerdo a la metodología del IGAC (ver **Tabla 2**).

Tabla 2

Grado de convexidad / concavidad del terreno

Tipo de superficies	Rango de valores	Categoría de susceptibilidad
Cóncava	-30,71 / - 1,28	1
Cóncava	-1,28 / - 0,64	2
Cóncava	-0,64 / 0	3
Convexa	0 / 1,28	4
Convexa	1,28 / 33,9	5

Nota: es la calificación que recibe la superficie del terreno de acuerdo a la Metodología del IGAC, Fuente:(Calixto, 2017).

2.1.3 Pendientes

Con el modelo digital de elevación -DEM, se calcularon las pendientes mediante la herramienta “pendientes”, obteniendo el ángulo existente entre la superficie del terreno y la horizontal, (ver **ANEXO B**), así mismo, se hizo la reclasificación de las pendientes y se creó un campo para calificar el nivel de susceptibilidad conforme a la metodología del IGAC (ver **Tabla 3**).

Tabla 3

Clasificación pendiente

Tipo de superficie	Rango de valores	Categoría susceptibilidad
Plana	0 - 3 %	5
Ligeramente ondulado	3 – 7 %	4
Moderadamente ondulado	7 – 12 %	3
Fuertemente ondulado	12 – 25 %	2
Ligeramente escarpado	25 – 50 %	2
Moderadamente escarpado	50 – 75 %	1
Fuertemente escarpado	>75 %	1

Nota: es la calificación que recibe la pendiente del terreno de acuerdo a la metodología del IGAC fuente: (Calixto, 2017).

2.1.4 Elevación

Con el DEM, se determinó la cota mínima y máxima de elevación que presenta el terreno, posteriormente se hizo una reclasificación y se creó un campo para calificar el nivel de susceptibilidad de acuerdo a la metodología del IGAC, de esta forma se obtuvo el mapa de elevación (ver **ANEXO C**).

2.1.5 Morfogénesis

Inicialmente se descargó el estudio de suelos del departamento de Cundinamarca en el portal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC, posteriormente se realizó el procesamiento

en el software ArcGis 10.6, donde se recortó al contorno del municipio y se creó un campo para calificar la susceptibilidad en función de las unidades geomorfológicas (ver **Tabla 4**), de esta forma se obtuvo el mapa de morfogénesis (ver **ANEXO D**).

Tabla 4

Clasificación unidades geomorfológicas

Unidad geomorfológica	Categoría de la susceptibilidad
Espinazo	1
Lomas y colinas	2
Vallecitos	3
Plataformas costeras	4
Vegas	4
Cuerpos de agua	5
Abanicos	5
Terrazas	5

Nota: es la calificación de las unidades geomorfológicas con respecto a la susceptibilidad, de acuerdo a la metodología del IGAC -fuente: (Calixto, 2017).

2.2 Suelos

De acuerdo a la metodología del IGAC, a partir del estudio de suelos del departamento de Cundinamarca, las variables que se tienen en cuenta para determinar la susceptibilidad son la textura, profundidad efectiva y drenajes.

2.2.1 Textura

Con la capa de suelos previamente descargada, se creó un campo para calificar la susceptibilidad en función del tipo de textura (ver **ANEXO E**), conforme a la metodología del IGAC (ver **Tabla 5**).

Tabla 5

Clasificación tipo de textura

Tipo de textura	Categoría de la susceptibilidad
Media y Gruesa	1
Media y fina	2
Fina y gruesa	2
Media	3
Fina	4
Zonas urbanas	4

Nota: La clasificación del tipo de textura, va de acuerdo cola metodología del IGAC, fuente: (Calixto, 2017).

2.2.2 Profundidad efectiva

Para obtener el mapa de profundidad efectiva (ver **ANEXO F**), se realizó por medio de la capa de suelos, donde se crea un campo para calificar la susceptibilidad en función del tipo de profundidad (ver **Tabla 6**).

Tabla 6

Clasificación tipo de profundidad

Tipo de profundidad efectiva	Categoría de la susceptibilidad
Moderadamente profundo y profundo	1
Profundo y superficial	2
Superficial	2
Superficial y moderadamente profundo	3
Zonas urbanas	4
Moderadamente profundo y superficial	4
Moderadamente profundo	5
Cuerpos de agua	5

Nota: La clasificación del tipo de profundidad, va de acuerdo con la metodología del IGAC fuente: (Calixto, 2017).

2.2.3 Drenajes

Para obtener el mapa de drenajes (ver **ANEXO G**), inicialmente se identificó las características que presenta el terreno, posteriormente, se adiciono un campo donde se calificó la susceptibilidad en función del drenaje de acuerdo a la metodología del IGAC (ver **Tabla 7**).

Tabla 7

Tipos de drenaje

Tipos de drenaje	categoría de la susceptibilidad
Bueno y excesivo	1
Pobre y bueno	2
Bueno	3
Bueno e imperfecto	4
Pobre	4
Zonas urbanas	4
Bueno y pobre	5
Cuerpos de agua	5

Nota: La clasificación del tipo de drenaje, va de acuerdo con la metodología del IGAC, fuente: (Calixto, 2017).

Una vez calificadas las variables en función de la susceptibilidad, se realizó la unión de las capas, con el fin de incorporar la calificación de cada una de las variables mencionadas, generando una nueva tabla con todos los atributos. Además, para poder determinar la susceptibilidad por zonas, se realizó la unión con las veredas del municipio de Villapinzón

3. Percepción social de los habitantes del municipio de Villapinzón

Para determinar la percepción social de los habitantes del municipio de Villapinzón, se realizó una encuesta, con la finalidad de conocer el punto de vista acerca de la susceptibilidad, las causas y que zona es más propensa a sufrir algún tipo de desastre natural como la inundación, deslizamientos entre otros (VER **ANEXO H**). Inicialmente se llevó a cabo una búsqueda de la

población en el censo - DANE (VER **ANEXO I**), a partir de la información se seleccionó el rango de edad en este caso de los 20 a 60 años, donde se obtiene un tamaño de población de 8117 habitantes, de igual forma para calcular el número de encuestas a realizar, se tiene en cuenta variables como el nivel de confianza, margen de error entre otros (ver **ecuación 1**) dando como resultado 67 encuestas (ver **ANEXO J**).

$$\frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

Donde :

Z = nivel de confianza

p = valor del porcentaje

N = Tamaño de la población

e = margen de error

Ecuación 1 Tamaño de la muestra

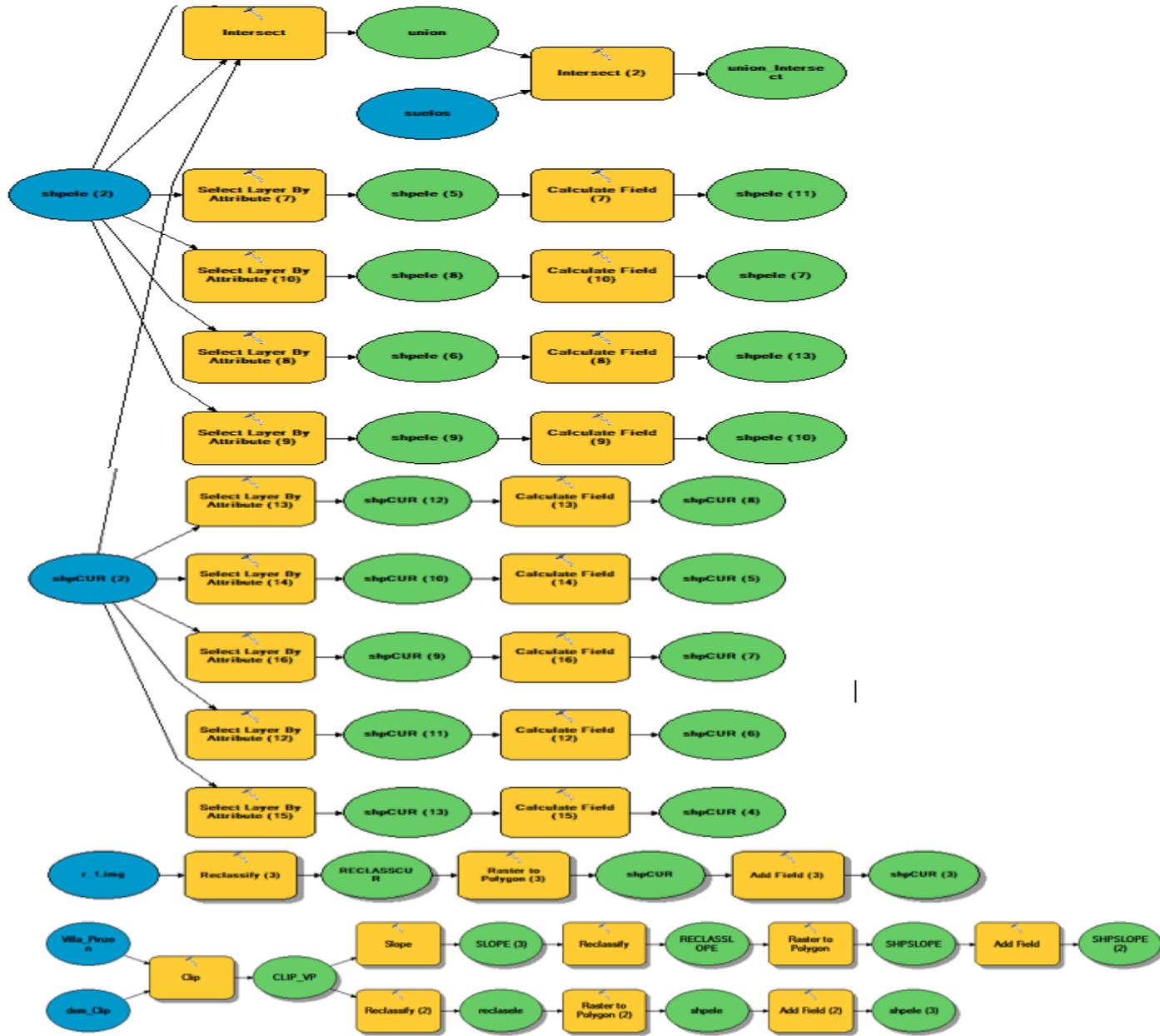
7. ANALISIS DE RESULTADOS

7.1 Modelo para la determinación de zonas susceptibles a inundación

Una vez analizadas las variables de Morfometría, Morfogénesis y Suelos, por medio de la herramienta Model Builder (ver **Figura 1**), se identificó que el municipio de Villapinzón presenta 56 zonas susceptibles a inundación con un área aproximada de 22472 Ha, equivalente al 90.25% del territorio (VER **ANEXO K**); de acuerdo con el Instituto Alexander Vom Humboldt, el altiplano Cundiboyacense se caracteriza por presentar superficies de montaña, como las colinas que presentan un relieve ligero a fuertemente quebrado con pendientes entre el 7-12%, 12-25% y 25- 50%; Así mismo, se destacan los crestones, caracterizados por tener un relieve ligero a fuertemente escarpado con un grado de inclinación del 25 al 75% (Instituto Alexander Vom Humboldt, MinAmbiente, & MinHacienda, 2013).

Figura 1

Model builder - Determinación de zonas susceptibles a inundación en el municipio de Villapinzón



Nota: la figura es la representación del modelo que se ejecutó en el software ArcGIS 10.6 para obtener las zonas susceptibles a inundación en el municipio de Villapinzón – Cundinamarca. Fuente: autoría propia

A continuación, se realiza una breve descripción de las zonas categorías de susceptibilidad a inundación que presenta el municipio de Villapinzón Cundinamarca:

7.1.1 Zonas con susceptibilidad muy baja

De acuerdo con la información aportada por el modelo, se identificaron 5 zonas con susceptibilidad muy baja de inundación, con un área aproximada de 95.6 Ha equivalente al 0.42%, entre las que se destaca la vereda de Sonsa con un 65.5 Ha y Tibita con un 26.7 Ha, puesto que presentan una mayor área de susceptibilidad.

7.1.2 Zonas con susceptibilidad baja

De acuerdo con la información obtenida, se identificaron 17 zonas del municipio presentan susceptibilidad baja de inundación con un área aproximada de 2108 Ha equivalente al 9.34%, entre las que se destaca la vereda de Soatama con 510.4 Ha, Sonsa con 471 Ha y San Pablo con 415.4 Ha, puesto que presentan una mayor área de susceptibilidad.

7.1.3 Zonas con susceptibilidad media

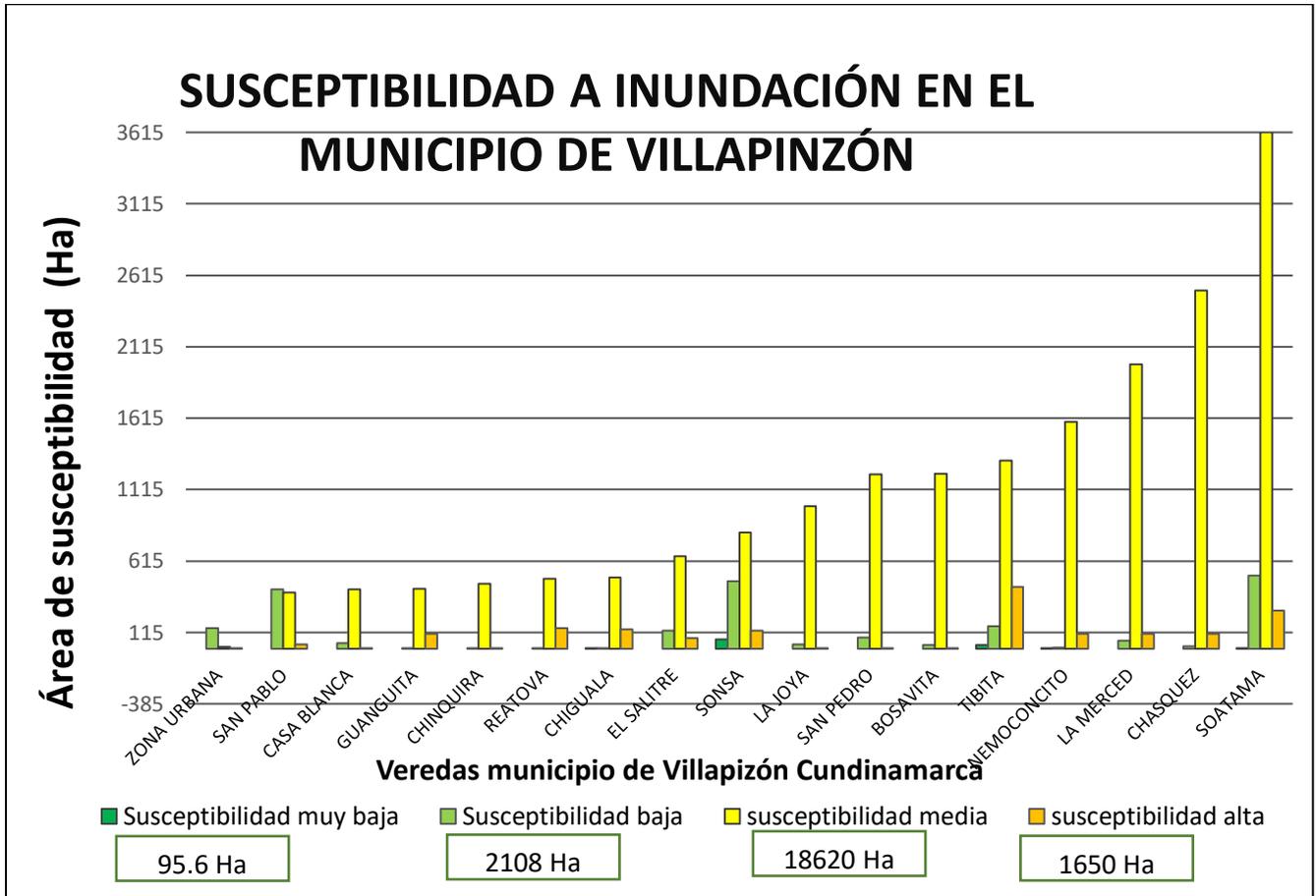
Se identificaron 17 zonas del municipio presentan susceptibilidad media a inundación con un área aproximada de 18620 Ha equivalente al 82.85%, entre las que se destaca la vereda de Soatama con 3616 Ha, Chasquez con 2507 Ha, Merced con 1993 Ha y Nemoconcito con 1590 Ha puesto que presentan una mayor área de susceptibilidad.

7.1.4 Zonas con susceptibilidad alta

Se identificaron 17 zonas del municipio presentan susceptibilidad alta a inundación con un área aproximada de 1650 Ha equivalente al 6.62%, entre las que se destaca la vereda de Tibita con 435 Ha, Soatama con 265, Reatova con 144 Ha, Chiguala con 134.5 Ha, Sonsa con 127.5 Ha y Chasquez con 106 Ha, puesto que presentan una mayor área de susceptibilidad.

Figura 2

Zonas con susceptibilidad a inundación en el municipio de Villapinzón.



Nota: la figura ilustra las veredas con susceptibilidad a inundación en el municipio de Villapinzón, de acuerdo con la información obtenida por el modelo. Fuente: Autoría propia

De acuerdo con lo anterior, el municipio presentó un mayor porcentaje de susceptibilidad a inundación en las categorías baja con 2108 Ha correspondiente al 9.4% y media con 18620 Ha equivalente al 82.9% (ver **Figura 2**); las zonas que se destaca por presentar una mayor área de susceptibilidad, son la vereda de Soatama con 4395 Ha, seguido de Chasquez con 2632 Ha y por último, la Merced comprende 2157 Ha, el suelo predominante en estas veredas se caracteriza por tener un relieve ligero a muy quebrado con pendientes que oscilan entre el 7–50 %, así mismo presentan una textura moderadamente fina a gruesa (arcilla-arena), tiene alta capacidad de retención y un buen drenaje (Bernal, Rodríguez, & González, 2015), sin embargo debido a que la

composición y textura del suelo es de tipo arcilloso se encharca con facilidad porque presenta infiltración lenta, teniendo en cuenta que los poros son más pequeños y el movimiento vertical del agua es menor ocasionando la saturación de las arcillas, de esta manera hace que el territorio sea propenso a sufrir encharcamientos durante la temporada de lluvias (Ramos & Martinez, 2019).

Por otra parte, la inclinación de la pendiente es esencial para determinar la susceptibilidad a inundación, debido a que influye en la velocidad y comportamiento torrencial del flujo (Rodriguez, 2017); de acuerdo con el **estudio básico de gestión del riesgo de desastre para la implementación del EOT**, el almacenamiento por depresión de la superficie terrestre depende directamente de la topografía, pues la pendiente y la susceptibilidad de encharcamiento son inversamente proporcionales (CONSORCIO CAR 28, 2019). En donde se identificó que las zonas más vulnerables a inundación, ocurre a medida que disminuye el grado de la pendiente, debido a factores como las fuertes precipitaciones, crecidas del río, generan mayor concentración de agua y por ende hay riesgo a inundación (INDECI, 2011). De igual forma, se determinó las zonas que presentan una menor área de susceptibilidad a inundación son la vereda Tibita con 1938 Ha, Nemoconcito con 1705 Ha, Sonsa con 1477 Ha y Bosavita con 1257 Ha; estas veredas presentan un relieve quebrado a fuertemente quebrado con pendientes entre el 12-50%, favoreciendo a disminuir la susceptibilidad de la zona, dado que presentan diferentes grados de inclinación.

7.2 Mapa de susceptibilidad a inundación

De acuerdo con los resultados obtenidos por el ArcGis, las variables evaluadas y conforme a la categoría de calificación, el municipio presenta susceptibilidad a inundación, con un área aproximada de 22472 Ha equivalente al 90.25 % del área total del territorio, cabe destacar que se obtuvo un mayor porcentaje de susceptibilidad a inundación en las categorías baja y media (ver **Tabla 8**).

Tabla 8

Susceptibilidad municipio de Villapinzón

Grado de susceptibilidad	Área de susceptibilidad	Porcentaje de susceptibilidad (%)
Muy baja	95.6 Ha	0.42 %
Baja	2108 Ha	9.4 %
Media	18620 Ha	82.9 %
Alta	1650 Ha	7.34 %

Nota: los valores presentados en esta tabla, va de acuerdo con el modelo y representan el grado de susceptibilidad a inundación en el municipio de Villapinzón. Fuente: autoría propia.

A continuación, se realiza una breve descripción de las veredas que presentaron una mayor área de susceptibilidad a inundación en el municipio de Villapinzón Cundinamarca:

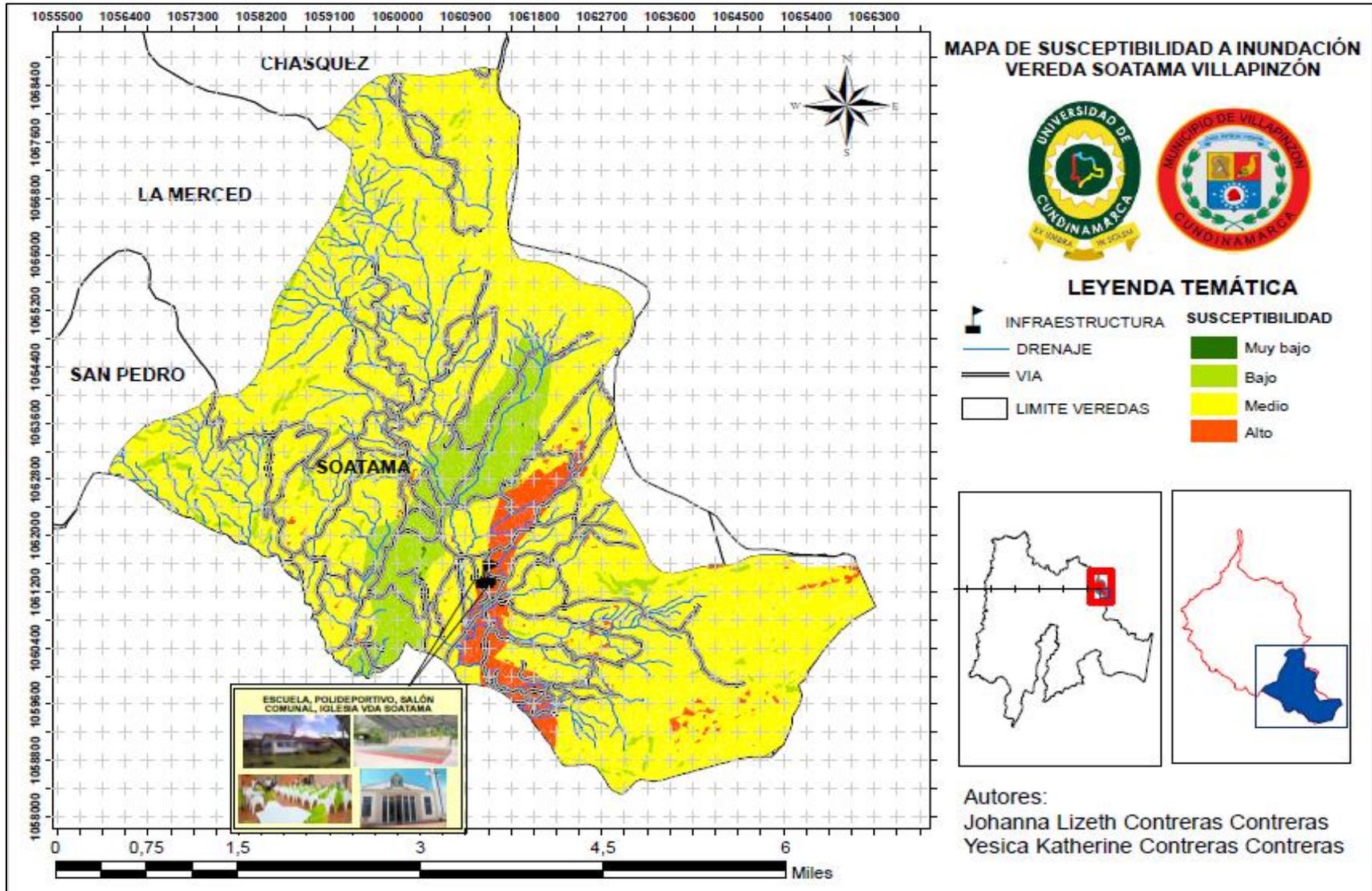
7.2.1 Susceptibilidad Vereda Soatama

Una vez analizadas las variables de Morfometría, Morfogénesis y Suelos, por medio de la herramienta Model Builder, se identificó que la vereda de Soatama presento susceptibilidad media a inundación con un área aproximada de 3616 Ha equivalente al 82% (ver **figura 3**), se caracteriza por presentar un relieve fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes que oscilan entre el 12-50 %, algunos sectores se ven afectados por erosión hídrica laminar, por otra parte la infraestructura que tiene una mayor susceptibilidad y que se debe tener en cuenta es:

- Iglesia, Salón Comunal, Polideportivo y Escuela de Soatama presenta susceptibilidad alta se localiza en la parte sur de la vereda.
- Camino sendero: es un conjunto de vías de tercer orden, presentan susceptibilidad alta a inundación, la afectación se localiza desde la parte suroeste hacia el sur de la vereda.

Figura 3

Zonas susceptibles a inundación en la Vereda de Soatama



Nota: El mapa presenta zonas susceptibles a inundación en la Vereda de Soatama -Villapinzón, Fuente: Autoría propia

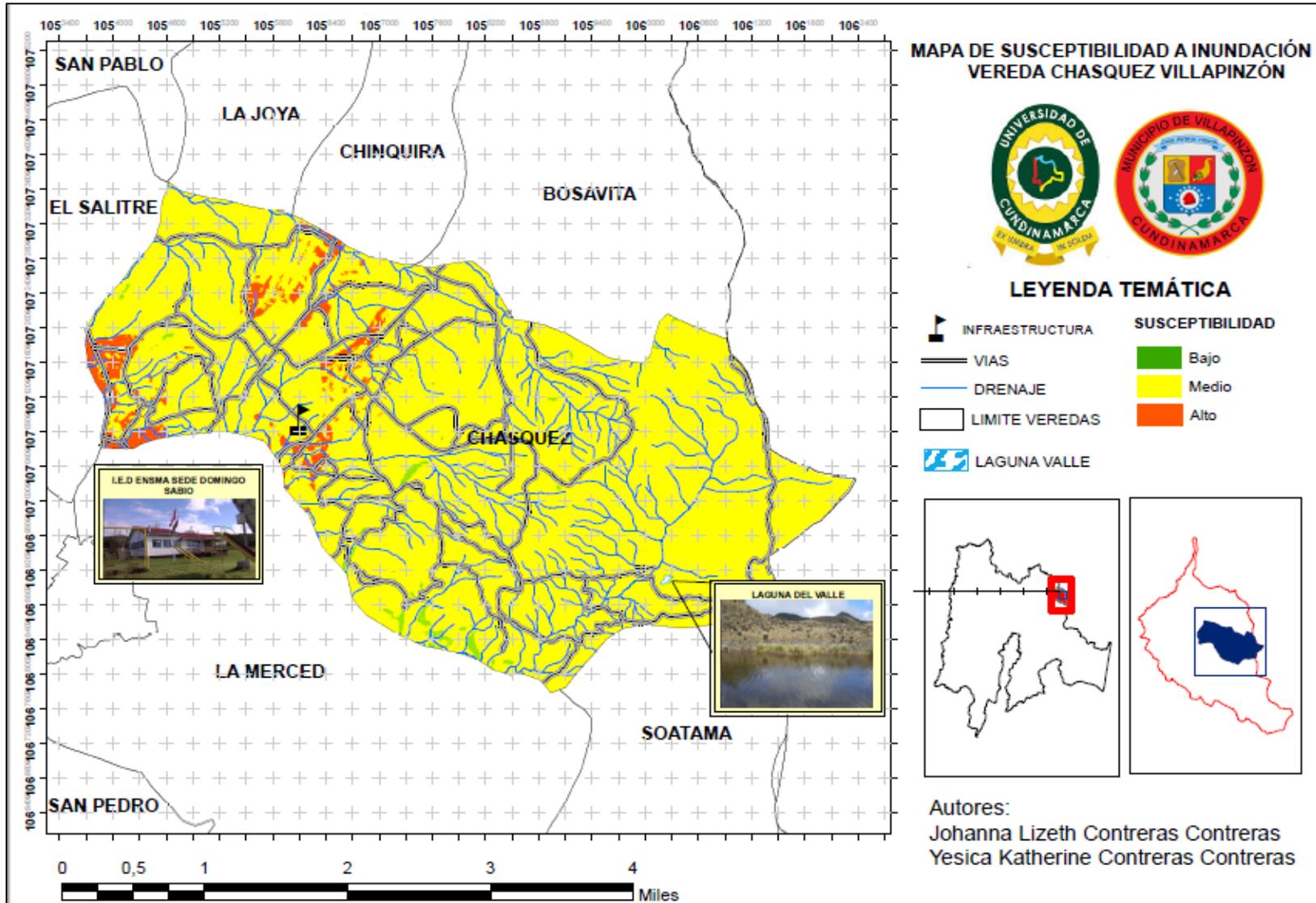
7.2.2 Susceptibilidad Vereda Chasquez

Una vez analizadas las variables de Morfometría, Morfogénesis y Suelos, por medio de la herramienta Model Builder, se identificó que la vereda de Chasquez presento susceptibilidad media a inundación con un área aproximada de 2507 Ha equivalente al 95.25% de su territorio (ver **figura 4**), se caracteriza por presentar un relieve fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes que oscilan entre el 12-50 %, algunos sectores se ven afectados por erosión hídrica laminar, por otra parte la infraestructura que tiene una mayor susceptibilidad y que se debe tener en cuenta es:

- I.E.D Escuela Normal Superior María Auxiliadora Sede Domingo Sabio presenta susceptibilidad media, se localiza en la parte occidental de la vereda.
- Camino sendero: es un conjunto de vías de tercer orden, presentan susceptibilidad alta a inundación, la afectación se localiza principalmente desde en la parte noroccidental hacia el occidente de la vereda.

Figura 4

Zonas susceptibles a inundación en la Vereda Chasquez



Nota: El mapa presenta zonas susceptibles a inundación en la Vereda Chasquez -Villapinzón- Fuente: Autoría propia

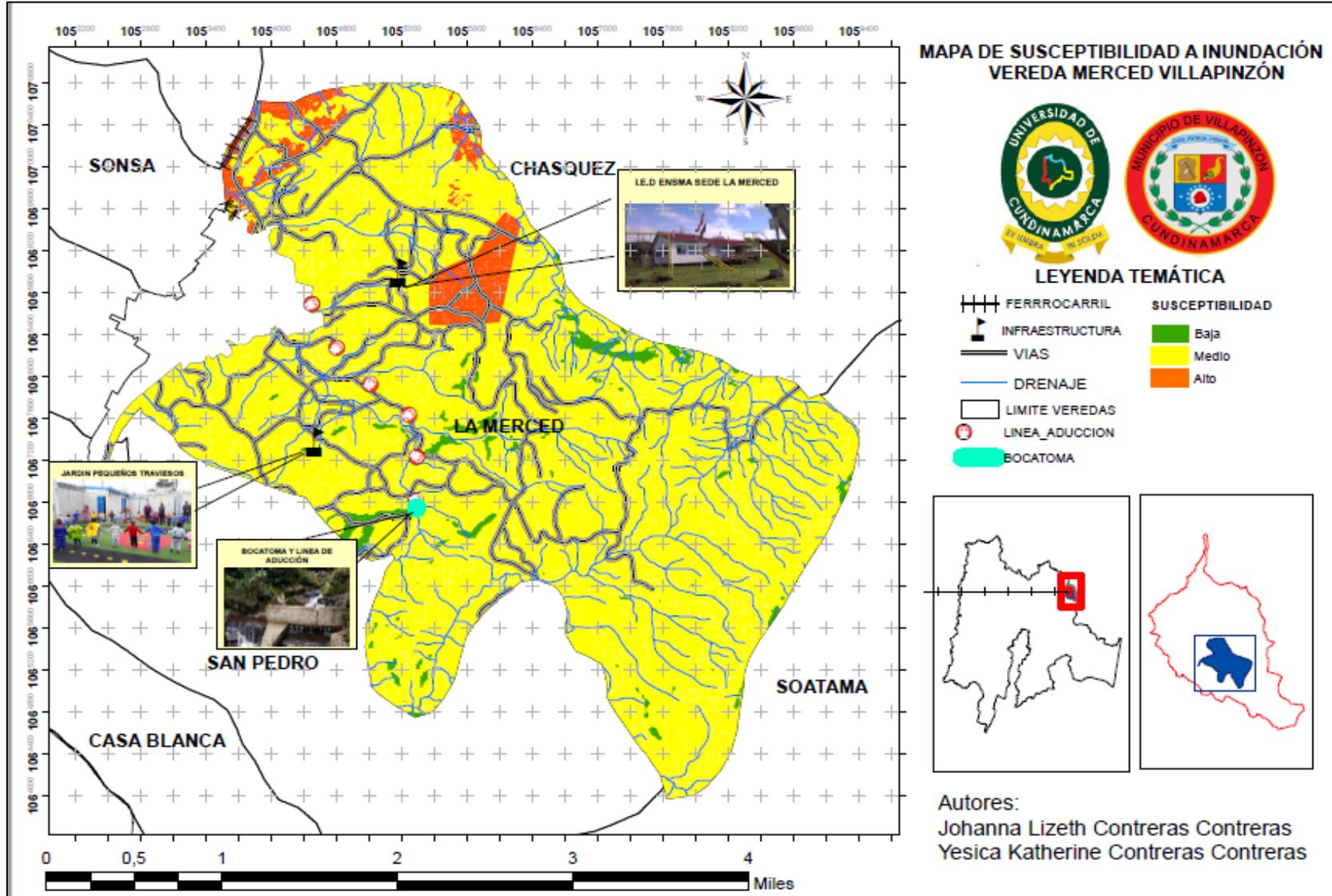
7.2.3 Susceptibilidad Vereda La Merced

Una vez analizadas las variables de Morfometría, Morfogénesis y Suelos, por medio de la herramienta Model Builder, se identificó que la vereda de la Merced presento susceptibilidad media a inundación con un área aproximada de 1993 Ha equivalente al 92.3% de su territorio (ver **figura 5**), se caracteriza por presentar un relieve fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes que oscilan entre el 12-50 %, algunos sectores se ven afectados por erosión hídrica laminar, por otra parte la infraestructura que tiene una mayor susceptibilidad y que se debe tener en cuenta es:

- Escuela jardín pequeños traviesos presenta susceptibilidad media a inundación, se localiza en la parte occidental de la vereda.
- I.E.D Escuela Normal Superior María Auxiliadora Sede La Merced presenta susceptibilidad media a inundación, se localiza en la parte norte de la vereda.
- Vía de primer orden se ubica en la parte noroccidental de la vereda, presenta susceptibilidad media a inundación.
- Vía férrea se ubica en la parte noroccidental de la vereda, presenta susceptibilidad alta a inundación.
- Vía veredal de tercer orden se ubica en la parte noroeste de la vereda, presenta susceptibilidad alta a inundación.
- Bocatoma y línea de aducción presenta susceptibilidad media a inundación, se localiza en la parte suroeste de la vereda.

Figura 5

Zonas susceptibles a inundación en la Vereda la Merced



Nota: El mapa presenta zonas susceptibles a inundación en la Vereda Merced -Villapinzón-Fuente: Autoría propia

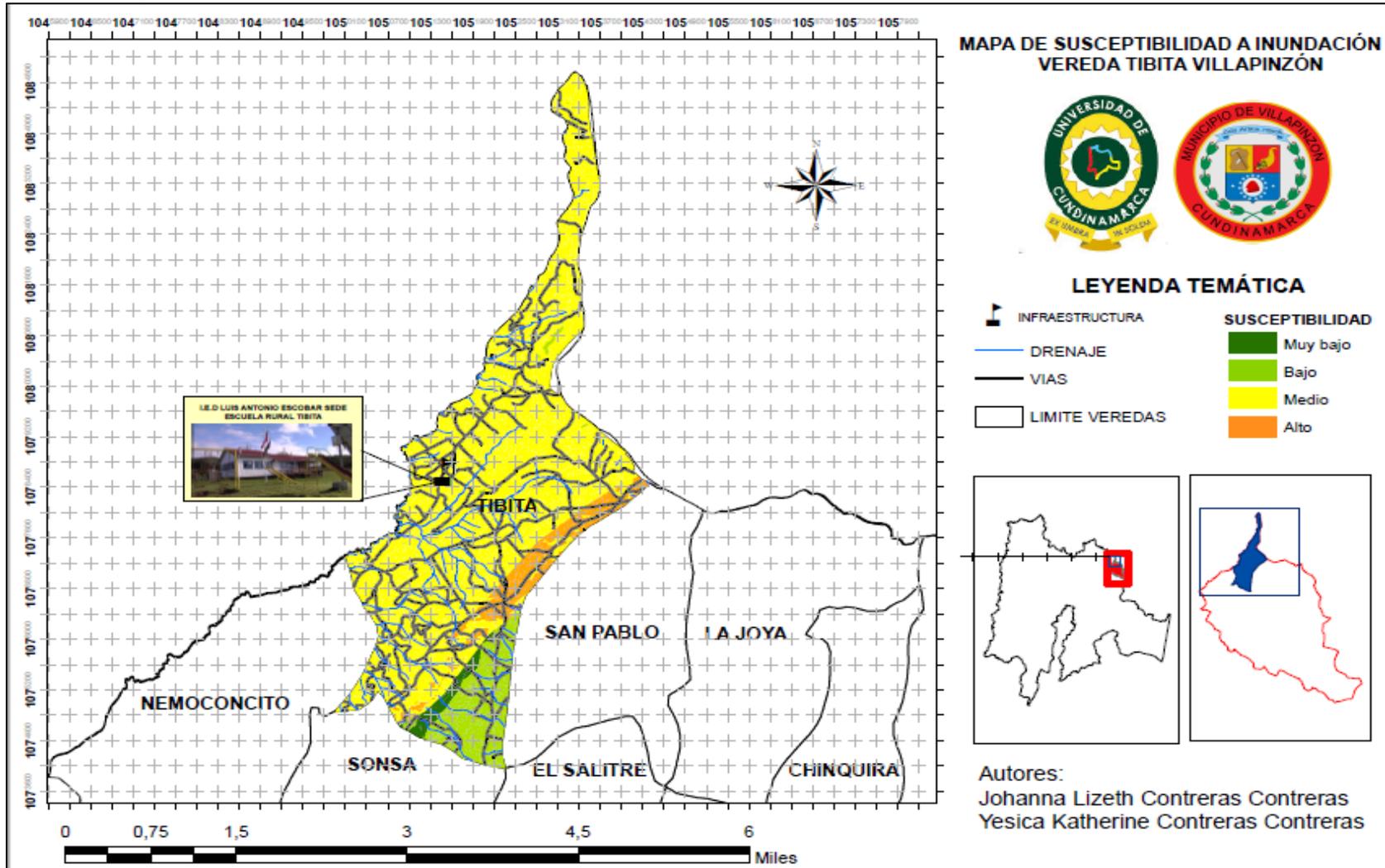
7.2.4 Susceptibilidad Vereda Tibita

Una vez analizadas las variables de Morfometría, Morfogénesis y Suelos, por medio de la herramienta Model Builder, se identificó que la vereda de Tibita presento susceptibilidad media a inundacion con un área aproximada de 1317 Ha equivalente al 68% de su territorio (ver **figura 6**), se caracteriza por presentar un relieve ligeramente plano a moderadamente inclinado con pendientes que oscilan entre el de 0-12% algunos sectores se ven afectados por erosión hídrica laminar, por otra parte la infraestructura que tiene una mayor susceptibilidad y que se debe tener en cuenta es:

- IED. Luis Antonio Escobar Rural Tibita, presenta susceptibilidad media a inundación, se localiza en la parte oeste del municipio.
- Camino sendero: es un conjunto de vías de tercer orden, presentan susceptibilidad alta a inundacion, la afectación se localiza principalmente desde en la parte este hacia el suroeste de la vereda.

Figura 6

Zonas susceptibles a inundación en la Vereda de Tibita



Nota: El mapa presenta zonas susceptibles a inundación en la Vereda Tibita -Villapinzón- Fuente: Autoría propia

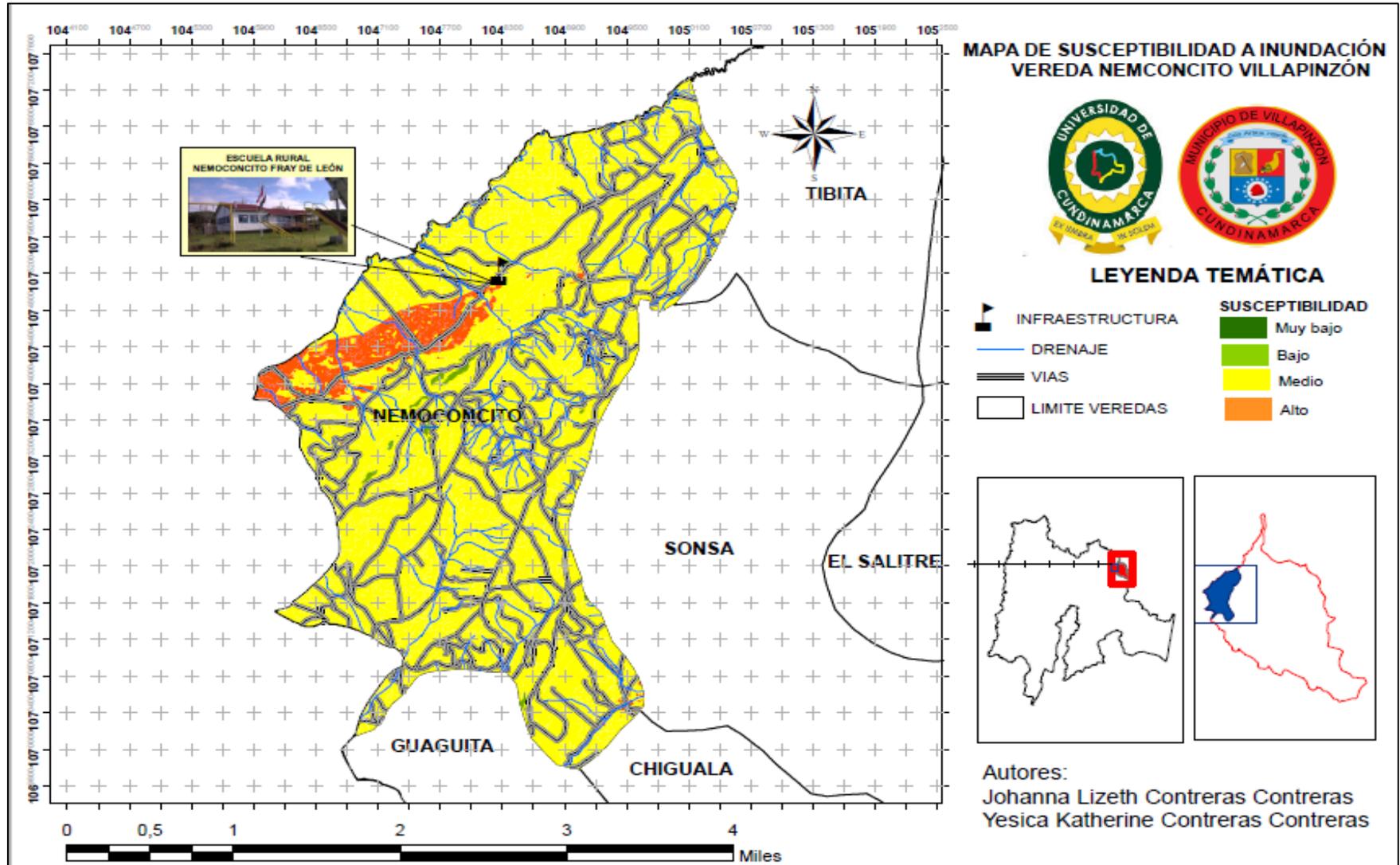
7.2.5 Susceptibilidad Vereda Nemoconcito

Una vez analizadas las variables de Morfometría, Morfogénesis y Suelos, por medio de la herramienta Model Builder, se identificó que la vereda de Nemoconcito presento susceptibilidad media a inundación con un área aproximada de 1590 Ha equivalente a 90.8% de su territorio (ver **figura 7**), se caracteriza por presentar un relieve ligeramente plano a moderadamente inclinado con pendientes que oscilan entre el de 0-12% algunos sectores se ven afectados por erosión hídrica laminar, por otra parte la infraestructura que tiene una mayor susceptibilidad y que se debe tener en cuenta es:

- Escuela Rural Nemoconcito Fray de León, presenta susceptibilidad alta a inundación, se localiza en la parte noroeste de la vereda.
- Camino sendero: es un conjunto de vías de tercer orden, presentan susceptibilidad alta a inundación, la afectación se localiza principalmente desde en la parte noroccidental hacia el occidente de la vereda.

Figura 7

Zonas susceptibles a inundación en la Vereda de Nemoconcito



Nota: El mapa presenta zonas susceptibles a inundación en la Vereda de Nemoconcito -Villapinzón - Fuente: Autoría propia

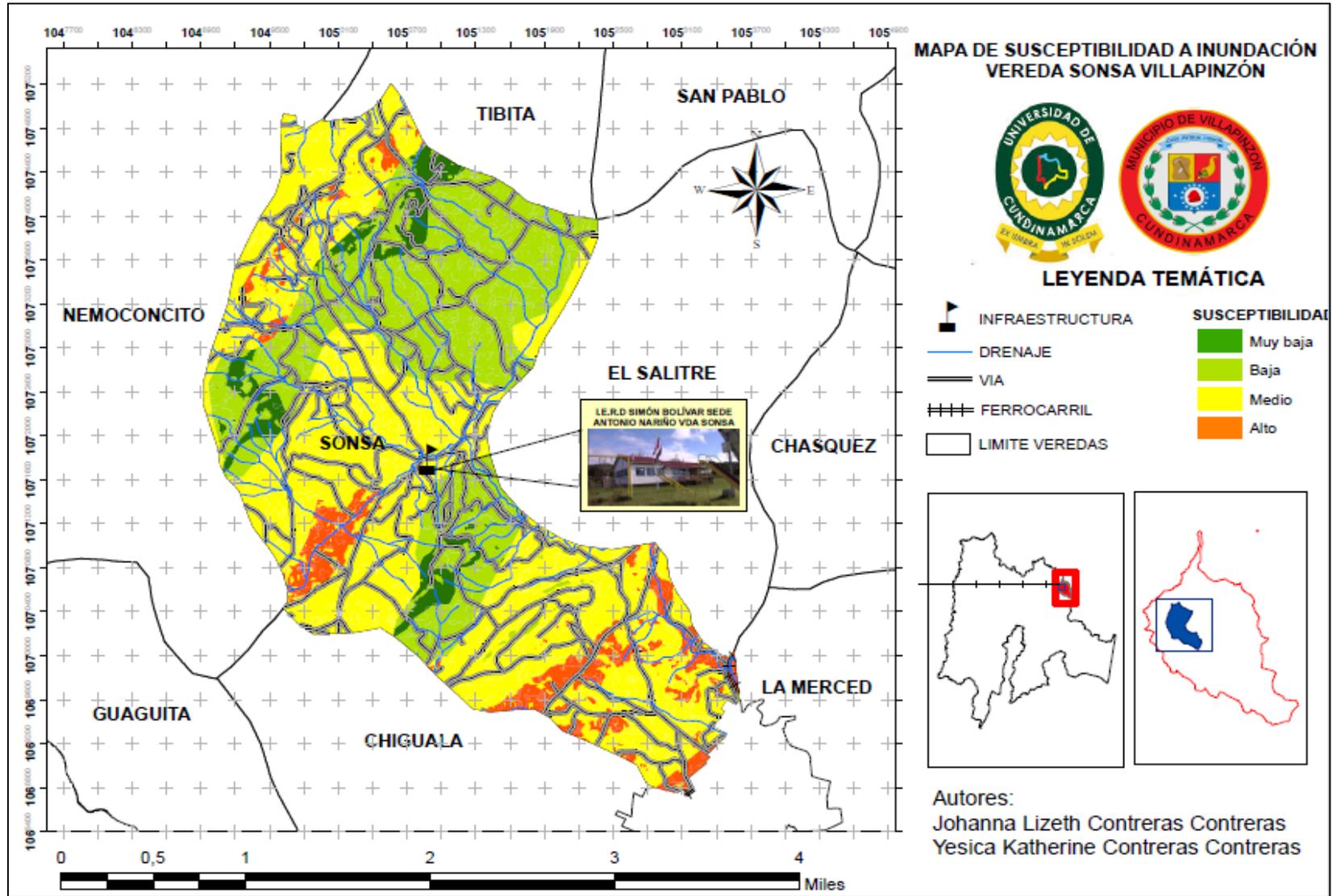
7.2.6 Susceptibilidad Vereda Sonsa

Una vez analizadas las variables de Morfometría, Morfogénesis y Suelos, medio de la herramienta Model Builder, se identificó que la vereda de Sonsa presento susceptibilidad media a inundación con un área aproximada de 813 Ha equivalente al 55% de su territorio (ver **figura 8**), se caracteriza por presentar un relieve fuertemente inclinado a fuertemente escarpado con pendientes de que oscilan entre el 12 al 50 %, algunos sectores se ven afectados por erosión hídrica ligera y moderada, laminar, por otra parte la infraestructura que tiene una mayor susceptibilidad y que se debe tener en cuenta es:

- IED. Simón Bolívar Sede Antonio Nariño vereda Sonsa presenta susceptibilidad media a inundación, se localiza en la parte este del municipio
- Quebrada pantano largo presenta susceptibilidad alta a inundación, se localiza en la parte suroeste del municipio.
- Quebrada Sonsa presenta susceptibilidad alta a inundación, se localiza en la parte sureste del municipio.
- Camino sendero: es un conjunto de vías de tercer orden, presentan susceptibilidad alta a inundacion, la afectación se localiza principalmente en la parte suroeste de la vereda.

Figura 8

Zonas susceptibles a inundación en la Vereda de Sonsa



Nota: El mapa presenta zonas susceptibles a inundación en la Vereda de Sonsa -Villapinzón-Fuente: Autoría propia

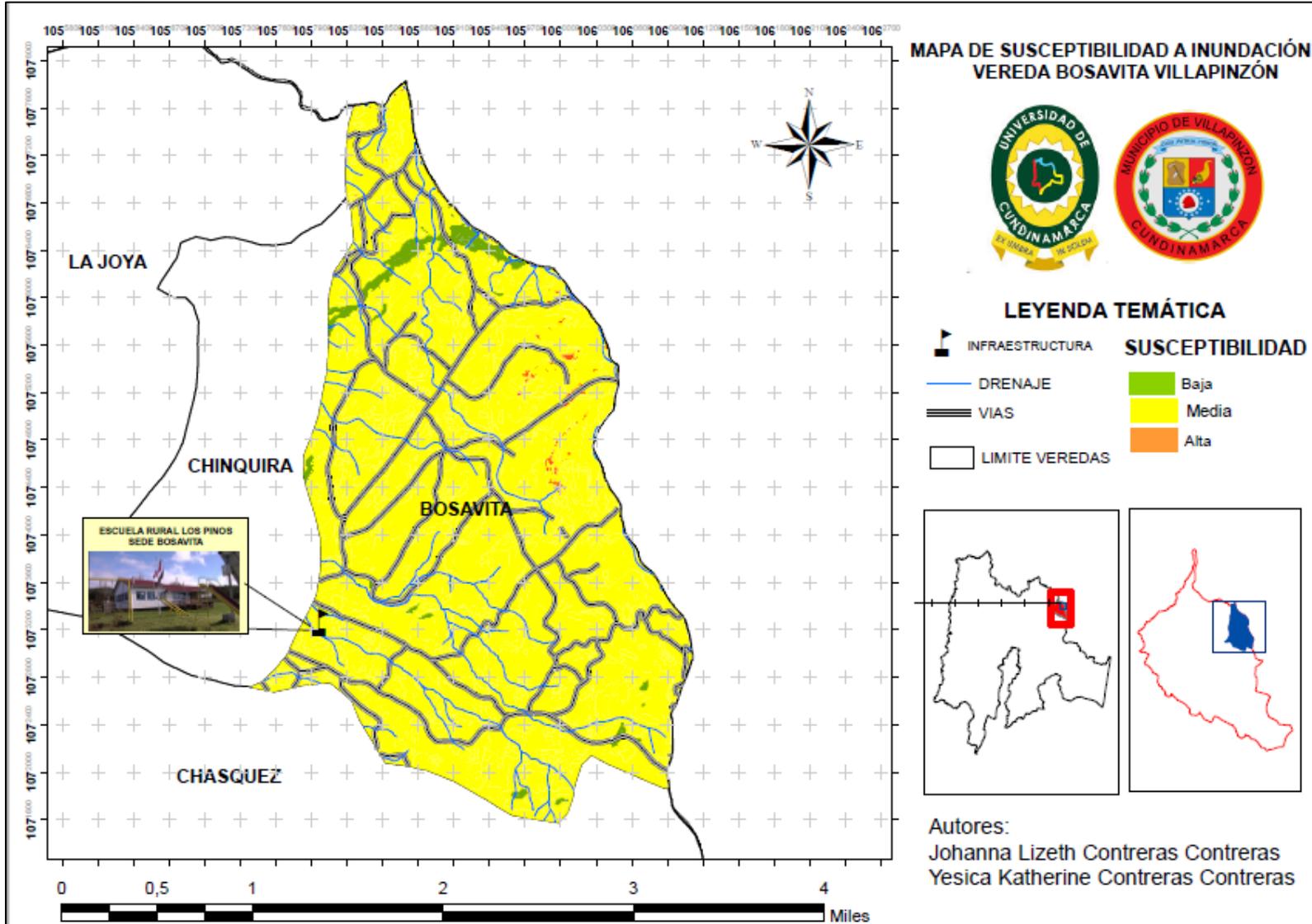
7.2.7 Susceptibilidad Vereda Bosavita

Una vez analizadas las variables de Morfometría, Morfogénesis y Suelos, por medio de la herramienta Model Builder, se identificó que la vereda de Bosavita presento susceptibilidad media a inundación con un área aproximada de 1226 Ha equivalente al 97% de su territorio (ver **figura 9**), se caracteriza por presentar un relieve fuertemente inclinado a fuertemente escarpado con pendientes que oscilan entre el 12 al 50 %, algunos sectores se ven afectados por erosión hídrica laminar, por otra parte la infraestructura que tiene una mayor susceptibilidad y que se debe tener en cuenta es:

- Escuela rural los Pinos sede Bosavita presenta susceptibilidad media a inundación, se localiza en la parte suroccidente del municipio.

Figura 9

Zonas susceptibles a inundación en la Vereda de Bosavita



Nota: El mapa presenta zonas susceptibles a inundación en la Vereda de Bosavita -Villapinzón-Fuente: Autoría propia

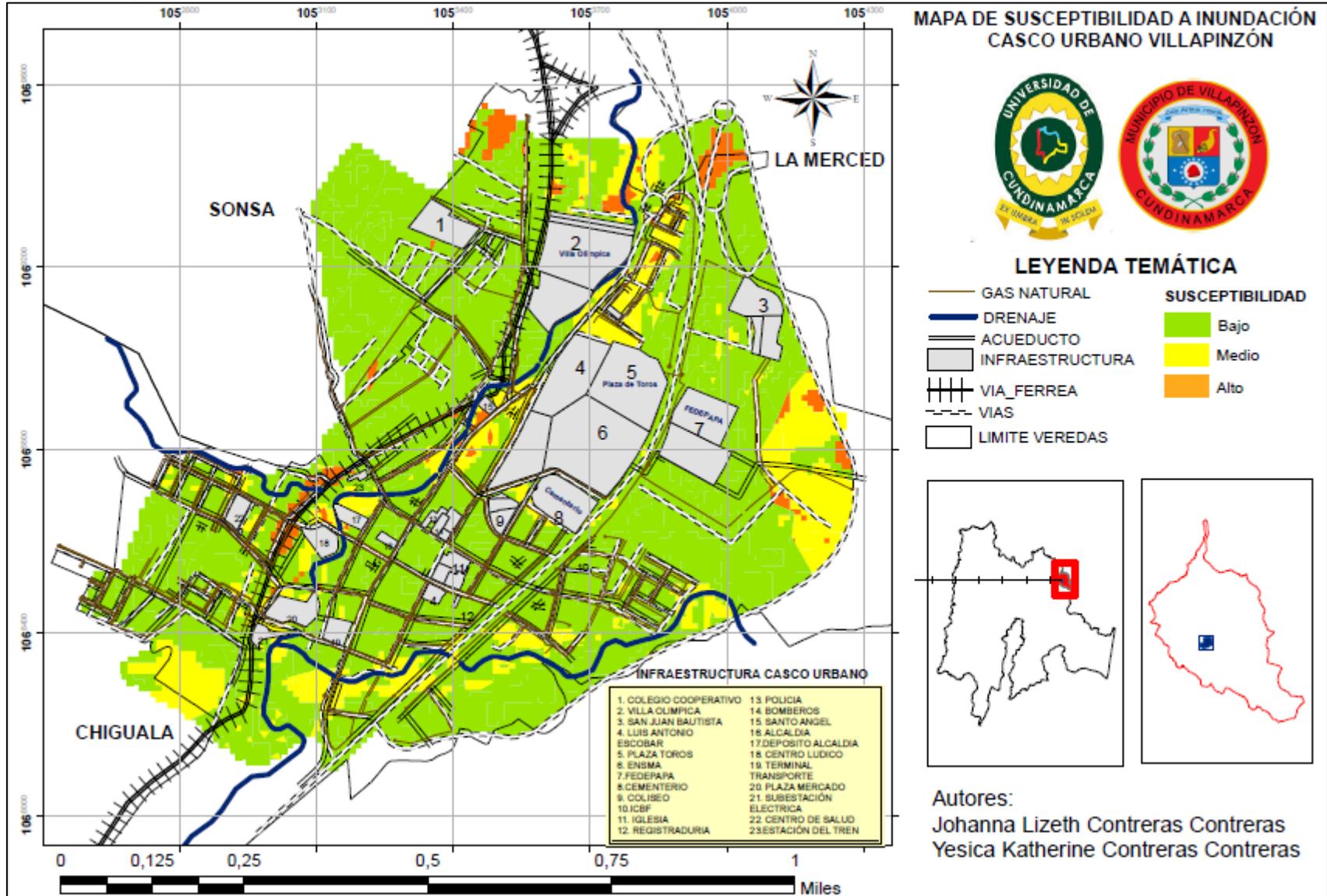
7.2.8 Susceptibilidad Casco Urbano

Una vez analizadas las variables de Morfometría, Morfogénesis y Suelos, por medio de la herramienta Model Builder, se identificó que el Casco Urbano del municipio de Villapinzón presento susceptibilidad baja a inundación con un área aproximada de 145.8 Ha equivalente al 90.8% de su territorio (ver **figura 10**), se caracteriza por presentar un relieve fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes que oscilan entre el 12-50 %, algunos sectores se ven afectados por erosión hídrica laminar, por otra parte la infraestructura que tiene una mayor susceptibilidad y que se debe tener en cuenta es:

- Centro Lúdico Cultural y Deposito de la alcaldía presentan susceptibilidad media, teniendo en cuenta que se sitúan cerca del cauce del rio Bogotá, se localiza en la parte suroccidental del casco urbano.
- Sector Villa Olímpica presentan susceptibilidad media, teniendo en cuenta que se sitúan cerca del cauce del rio Bogotá, se localiza en la parte norte del casco urbano.
- Colegio Moderno Santo Ángel presentan susceptibilidad media, teniendo en cuenta que se sitúan cerca del cauce del rio Bogotá, se localiza en la parte oeste del casco urbano.
- Plaza de mercado presentan susceptibilidad media, teniendo en cuenta que se sitúan cerca del cauce del rio Bogotá, se localiza en la parte suroccidental del casco urbano.
- En la parte suroccidental de la vía férrea presenta susceptibilidad alta, teniendo en cuenta que se sitúa cerca de la quebrada Chiguala.

Figura 10

Zonas susceptibles a inundación en el Casco Urbano



Nota: El mapa presenta zonas susceptibles a inundación en el Casco Urbano -Villapinzón-Fuente: Autoría propia

7.3 Percepción social habitantes del municipio de Villapinzón – encuesta

7.3.1 ¿Cuál es el fenómeno natural que se presentan con mayor frecuencia en el municipio?

De acuerdo con los resultados obtenidos por la encuesta “percepción social”, los habitantes consideran que los fenómenos más recurrentes en el municipio son la inundación con un 47.4 % y deslizamientos con un 31.1 % (ver **tabla 9**), sin embargo los fenómenos que tienen una mayor incidencia en el territorio cundinamarqués son las inundaciones y sequías, debido a que el ciclo hidrológico está determinado por la zona de convergencia intertropical con dos épocas secas y dos de lluvias (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2016); de igual forma el régimen que presenta el municipio de Villapinzón está influenciado por la cuenca hidrográfica Ubaté y Suarez siendo de tipo Bimodal con dos inviernos muy pronunciados en los meses de abril a mayo y de octubre a noviembre, de acuerdo con lo anterior, se destaca la importancia de conocer el comportamiento del clima, teniendo en cuenta la temporada de lluvias del año 2010-2011 dejo incuantificables pérdidas a nivel económico, social y ambiental en el país (CONSORCIO CAR 28, 2019), de acuerdo con lo anterior, se destaca la importancia de conocer el comportamiento del clima, teniendo en cuenta la temporada de lluvias del año 2010-2011 dejo incuantificables pérdidas a nivel económico, social y ambiental en el país.

Tabla 9

Resultados percepción social- fenómenos

Fenómeno natural	Respuestas	Porcentaje (%)
Inundación	32	47,4
Deslizamientos	21	31,1
Incendios	6	8,9
Sequías	8	11,9

Nota: son los fenómenos más recurrentes en el municipio según los habitantes fuente: autoría propia.

7.3.2 ¿Qué factores incrementan la susceptibilidad en su territorio frente a los fenómenos naturales?

La comunidad indica que la lluvia es un factor que incrementa la susceptibilidad de un territorio (ver **Tabla 10**), puesto que al aumentar la cantidad de precipitación en un área determinada, mayor será la posibilidad de que ocurra una inundación dado que aumenta el nivel de agua en ríos o quebradas, ocasionando el desbordamiento de los mismos (Pons et al., 2014) según el **Estudio básico de gestión del riesgo de desastres para la implementación del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT)** las principales veredas que se ven afectadas por presentar fuertes precipitaciones corresponden a Casablanca, la Joya, Reatova y San Pedro (CONSORCIO CAR 28, 2019); además las inundaciones se han intensificado como consecuencia de la actividad humana, puesto que contribuyen al deterioro de la cobertura vegetal, procesos de erosión, remoción de suelo entre otros, disminuyendo así la capacidad de infiltración de los suelos y aumentando el Índice de escorrentía superficial (Sedano, Escobar, & Ávila, 2013).

Tabla 10

Resultados percepción social- factores riesgo

Factores	Respuestas	Porcentaje (%)
Climáticos	35	51,9
Antrópicos	29	43,0
Geológicos	3	4,4

Nota: son los factores de riesgo que contribuye al riesgo de un territorio según los habitantes. Fuente: autoría propia.

7.3.3 ¿Qué conductas de la población contribuyen a que se generen fenómenos de inundación en el municipio?

Según la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) en la jurisdicción existe una variedad de problemáticas ambientales teniendo en cuenta que cerca del 67% del territorio presenta conflictos por el uso inadecuado de suelos, debido a que en la región se

evidencia un modelo de ocupación totalmente alejado de la aptitud de los mismos, afectando principalmente ecosistemas estratégicos como los páramos, ocasionando fragmentación de los bosques alto andinos y relictos de vegetación natural (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2016). Conforme a lo expuesto anteriormente y de acuerdo con la percepción social, el problema que la comunidad asocia para que se genere inundación en el territorio es la deforestación con 34.1% (ver **Tabla 11**), según el **plan municipal de gestión de riesgo de desastres (PMGRD)** el territorio presenta conflictos por uso del suelo, debido a las labores de agricultura y pastoreo en ecosistemas frágiles, teniendo en cuenta que el municipio tiene un área estimada para la zona de páramo con 8900 hectáreas (ha), sin embargo se emplea a la protección del ecosistema tan solo 1753 ha (CMGRD Villapinzón, 2017) en consecuencia, conduce al deterioro de la cobertura vegetal y aumenta el riesgo de inundación, dado que las actividades del hombre generan ruptura en el equilibrio natural, aumentando procesos de erosión, remoción de masa y compactación de los suelos, reduciendo así la capacidad para retener agua (Sedano et al., 2013).

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el software ArcGis 10.6 se logró establecer que el municipio de presenta 56 zonas susceptibles a inundación con un área aproximada de 22472 Ha (VER ANEXO K), las principales veredas que se ven afectadas son Soatama con 4395 Ha, Chasquez con 2632 Ha, la Merced comprende 2157 Ha, Nemoconcito con 1705 Ha, Tibita con 1938 Ha, Sonsa con 1477 Ha y Bosavita con 1226 Ha; estos resultados se relacionan conforme al **estudio básico de gestión del riesgo de desastre para la implementación del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT)**, teniendo en cuenta que el municipio de Villapinzón presenta susceptibilidad de cobertura en la categoría alta con 75.52%, se localiza principalmente en las veredas de Tibita, San pablo, Salitre, Chasquez, Reatova, Sonsa,

Nemoconcito, La Joya y el Casco Urbano, dado que la vegetación presente en estas zonas son arbustales abiertos, mosaico de cultivos, pastos enmalezados y limpios, donde la intervención antrópica genera una ruptura del equilibrio por su interacción y sin técnicas adecuadas de sostenibilidad desencadena problemas erosivos y pérdidas de suelo. Así mismo presenta susceptibilidad media con 27.11% del área total del territorio, en donde las coberturas más representativas son los herbazales cuyas raíces no tienen la función de retener y almacenar grandes cantidades de agua, causando baja regulación de la escorrentía, se localizan principalmente en las veredas San Pedro, Soatama, La Merced, Bosavita y Casco Urbano (CONSORCIO CAR 28, 2019).

Tabla 11

Resultados percepción social- causas inundación

Causas	Respuestas	Porcentaje (%)
Disposición de residuos	24	35,6
Deforestación	23	34,1
Agricultura intensiva	13	19,3
Exceso de lluvias	7	10,4

Nota: son las principales causas para que se presente inundación en el municipio según los habitantes. Fuente: autoría propia.

7.3.4 ¿Qué medidas conoce usted, que ejecuta la Alcaldía Municipal y la CAR cuando se presenta inundación en el municipio?

En cuanto a las medidas que ejecuta la alcaldía la municipal y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) frente al fenómeno de inundación, los habitantes consideran que se realiza procesos de reforestación en un 44.4% y monitoreo en un 31.1% (ver **tabla 12**), de acuerdo con los integrantes de la Gestión De Riesgo De Desastre, el cuerpo oficial de Bomberos realiza monitoreo en la medición del caudal del río en la quebrada, con el fin de evitar cualquier

tipo de emergencia, de igual manera la alcaldía realizó procesos de reforestación en la siembra de especies de árboles nativos en el páramo de Guacheneque ubicado en la veredas de Chasquez, Bosavita y La Merced (ver **ANEXO L**), además con el ejército nacional de Tequendama realizo una jornada de limpieza, poda de árboles y recolección de residuos en el área urbana (ver **ANEXO M**) (Alcaldía Municipal de Villapinzón, 2020), sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos por el ArcGis la vereda más susceptible a inundación es Soatama, por lo que es importante que se implemente procesos de restauración ecológica, de tal forma que ayuden a minimizar las zonas susceptibles a inundación, teniendo en cuenta que este tipo de proceso ayuda a recuperar la estructura y funcionalidad del suelo.

De Igual forma la CAR realiza sistemas de monitoreo a través de imágenes satelitales, emite boletines hidrometereológicos reportando y monitoreando el caudal del rio, como medida estructural ejecuta obras de bioingeniería como los pondajes, para la estabilización de taludes de manera que orienten el agua evitando deslizamientos e inundaciones (CAR, 2017). Cabe destacar que la Administración municipal, la Gobernación de Cundinamarca y la CAR adelantan acciones encaminadas a la recuperación de las zonas de páramo, a través de la compra de predios con el objetivo de recuperar las áreas degradadas, disminuyendo la frontera agrícola y delimitando las áreas de protección (Corporación Autonoma Regional de chivor-CORPOCHIVOR, 2020).

Tabla 12

Resultados percepción social- medidas Alcaldía Municipal

Medidas	Respuestas	Porcentaje (%)
Reforestación	30	44,4
Monitoreo	21	31,1
Ninguna	13	19,3
Alerta temprana	3	4,4

Nota: corresponde a las medidas que la Alcaldía Municipal ejecuta frente al fenómeno de inundación según los habitantes. Fuente: autoría propia.

8. CONCLUSIONES

- La susceptibilidad a inundación en el municipio de Villapinzón se presenta dado que la composición y textura del suelo es de tipo arcilloso ocasionando que se encharquen con facilidad porque presenta infiltración lenta, generando la saturación de los suelos y haciendo al territorio susceptible durante la temporada de lluvias.
- Se sugiere a la Alcaldía Municipal que ejecute medidas no estructurales como la reforestación en la vereda de Soatama, puesto que presentó una mayor área de susceptibilidad conforme con los resultados obtenidos en el software ArcGis, teniendo en cuenta que se realiza este proceso en el páramo de Guacheneque que se encuentra localizado en las veredas de Chasquez, Bosavita y La Merced.
- Se recomienda a la Administración Municipal de Villapinzón que de acuerdo al decreto 1807 de 2014 **artículo 20** se incluyan en la actualización del Esquema de Ordenamiento Territorial, las medidas estructurales para atender las condiciones existentes en el municipio de Villapinzón, teniendo en cuenta la infraestructura, vías y quebradas que presentaron susceptibilidad media y alta a inundación.

9. BIBLIOGRAFIA

- Alcaldía Municipal de Villapinzón. (2020). *Turquía y Ejército se unen en pro del medio ambiente municipal de Villapinzón*. Retrieved from <http://www.villapinzon-cundinamarca.gov.co/>
- Bello, O. D. (2014). *Manual para la evaluación de desastres*.
- Bernal, Rodríguez, & González. (2015). Características de los suelos y sus factores limitantes de la región de Murgas, provincia la Habana. *Cultivos Tropicales*, 36(2), 30–40.
- Calixto. (2017). *Determinación de zonas susceptibles de inundación mediante el uso de herramientas SIG en el área de influencia en el río Cravo sur, ubicado en el municipio de Yopal, Departamento de Casanare*.
- Campos, Díaz, Rubiano, & Ramírez. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia*.
- CAR. (2017). *Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá Subcuenca río Alto Bogotá*.
- CMGRD Villapinzón. (2017). *Plan municipal de gestión del riesgo de desastres en Villapinzón*.
- CONSORCIO CAR 28. (2019). Revisión General Del Esquema De Ordenamiento Territorial – Eot Municipio De Villapinzón, Cundinamarca. *INCyTU*, 33(55), 356. Retrieved from <http://www.iadb.org>
- Corporación Autónoma Regional de Chivor-CORPOCHIVOR. (2020). *Generalidades y marco territorial - Actualización del plan de manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Páramo de cristales, Castillejo o Guacheneque- Jurisdicción Corpochivor*. 51.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2016). *Plan De Acción Cuatrienal CAR 2016 - 2019*. 343.
- Gamba, G. L. B., & Barrero, E. M. G. (2019). *Formular lineamientos para la estructuración de*

acciones de contingencia sobre la prestación del servicio público de acueducto urbano del municipio de Villapinzón – Cundinamarca. (May), 1–9.

Gobernación de Cundinamarca. (2020). *Diagnóstico del departamento de Cundinamarca. 57.*

Retrieved from <http://www.cundinamarca.gov.co:10039/wcm/connect/9e96b703-852d-470f-9b64-3c8e601b3805/3.+Anexo+3.3+->

[+DIAGNOSTICO+DEL+DEPARTAMENTO.pdf?MOD=AJPERES&CVID=llg38aT&CVID=llg38aT&CVID=llg38aT](#)

IDEAM. (2014). *Incorporación de la Gestión Adaptativa de los riesgos Hidroclimáticos en el ordenamiento territorial. 90.*

IDIGER. (2018). *Documento técnico de soporte. Estudios Básicos. “Amenaza por inundación en perspectiva de Cambio Climático.” 2, 306.*

IGAC; Corantioquia. (2013). *Estimación y elaboración cartográfica de amenazas por inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa con el uso de tecnologías geoespaciales. Fase II Zona Oriental Jurisdicción de CORANTIOQUIA Convenio 9901-2013 y el IGAC No 4386 - 2013.*

INDECI. (2011). *Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales. Cuaderno Técnico N° 02, 85.*

Instituto Alexander Vom Humboldt, MinAmbiente, M. del medio ambiente y desarrollo sostenible., & MinHacienda, F. de A. (2013). *Estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales complejo de páramos Altiplano Cundiboyacense. Convenio de Cooperación No. 13-13-014-188CE Instituto Humboldt – Corredor de Ecosistemas Estratégicos de La Región Central de La Cordillera Oriental – CEERCCO, 13-13-014-(13), 119.*

MELO. (2011). *Plan Microregional Para La Articulación Funcional De Los Municipios De La*

- Ministerio de Justicia. (1998). Decreto 93 de 1998 “por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.” *Diario Oficial No 43217, 1998(43217), 9*. Retrieved from <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbm9zZW1lcmlldmNpYXN8Z3g6MzM1OGY1ODRhMGYxZjI5MA>
- Ministerio de Justicia. (2011). *Decreto 4147 de 2011. “Por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se establece su objeto y estructura.”* 16. Retrieved from http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/leyes/Documents/Juridica/DECRETO_4147_DEL_3_DE_NOVIEMBRE_DE_2011.pdf
- Ministerio de Vivienda. (2014). *Decreto 1807 de 2014. 2014(49)*.
- Pons, Morales, & Catano. (2014). Introducción al análisis de los riesgos de inundación en las riberas de las áreas estuarinas: El caso de las poblaciones adyacentes a la Ría de Huelva (SO España). *Geogaceta, (37), 243–246*.
- Ramos, & Martinez. (2019). Estudio de pérdidas de suelo en la subcuenca hidrológica alta del Rio Bogotá. *Αγρην, 8(2), 2019*. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66178>
- Rodriguez. (2017). *Análisis de Susceptibilidad por Crecidas Torrenciales, Basado en Herramientas SIG*.
- Sedano, Escobar, & Ávila. (2013). *Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia. (37), 219–238*.
- UNGRD. (2018). Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes. *Unidad Nacional Para La Gestión Del Riesgo de Desastres, 269*. Retrieved from <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/27179>

10. ANEXOS

ANEXO L.

JORNADA DE SIEMBRA PÁRAMO DE GUACHENEQUE



Nota: La imagen representa la jornada de siembra de especies de árboles nativos en el páramo de Guacheneque, se realizó con la embajada de Turquía el día 15 de julio de 2020. Tomado de: (Alcaldía Municipal de Villapinzón, 2020).

ANEXO M.

JORNADA DE LIMPIEZA EN EL RIO BOGOTÁ



Nota: La imagen representa la jornada de limpieza, poda de árboles y recolección de basuras que realizo la Alcaldía Municipal de Villapinzón y el ejército nacional de Tequendama en el área urbana del Río Bogotá. Tomado de: (Alcaldia Municipal de Villapinzón, 2020).