	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 1 de 7

16-

FECHA	miércoles, 27 de noviembre de 2019
--------------	------------------------------------

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
Monroy Machado	Yudi Alexandra	1070973768
Prada Páez	Andrés Mauricio	1070964147

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 2 de 7

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

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Pulido Romero	Luis Alberto

TÍTULO DEL DOCUMENTO
ZONIFICACIÓN DE FENÓMENOS AMENAZANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO, COMO HERRAMIENTA EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÀ CUNDINAMARCA.

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
26/11/2019	112 pág.

DESCRITORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. Gestión del Riesgo	Risk management
2. Vulnerabilidad	Vulnerability
3. Amenaza	threat
4. Ordenamiento territorial	Land management
5. Susceptibilidad	Susceptibility
6. Zonificación	Zoning



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 3 de 7

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

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

En este proyecto se describe y analiza la información relevante y disponible para la comprensión y socialización de los riesgos y amenazas contemplados en el municipio de Facatativá Cundinamarca, mediante la implementación de técnicas de información geográfica, empleando el software ArcGis en su versión 10.4, así como las metodologías adecuadas para los fenómenos naturales de remoción en masa e inundación, de esta manera brindar por medio de representaciones cartográficas mapas de zonificación que describen los fenómenos naturales anteriormente mencionados. Estableciendo causas y posibles consecuencias para el municipio de Facatativá y a partir de este análisis proponer acciones y recomendaciones para disminuir el riesgo en el municipio.

ABSTRACT

This project describes and analyses the relevant and available information for the understanding and socialization of the risks and threats contemplated in the municipality of Facatativá Cundinamarca, by implementing geographic information techniques, using Arcgis software in version 10.4, as well as methodologies suitable for natural phenomena of mass removal and flooding, in this way, map maps describing the above-mentioned natural phenomena. Establishing causes and possible consequences for the municipality of Facatativá and from this analysis proposing actions and recommendations to reduce risk in the municipality.

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:

Calle 14 Avenida 15 Barrio Berlín Facatativá – Cundinamarca
Teléfono (091) 892 07 07 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 4 de 7

Marque con una "X":

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: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 5 de 7

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 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



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 6 de 7

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: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 7 de 7

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. Zonificación de fenómenos amenazantes para la construcción de escenarios de riesgo, como herramienta en la planificación territorial del municipio de Facatativá Cundinamarca.pdf	Texto
2. Base de Gestión del Riesgo DRSO	xlsx
3. Fenomenos Amenazantes Facatativá	GDB.rar
4.	

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

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
Monroy Machado Yudi Alexandra	
Prada Páez Andrés Mauricio	

12.1.40

ZONIFICACIÓN DE FENÓMENOS AMENAZANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
ESCENARIOS DE RIESGO, COMO HERRAMIENTA EN LA PLANIFICACIÓN
TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ CUNDINAMARCA.

YUDI ALEXANDRA MONROY MACHADO

ANDRES MAURICIO PRADA PAEZ

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FALCULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

INGENIERIA AMBIENTAL

FACATATIVÁ CUNDINAMARCA

2019

ZONIFICACIÓN DE FENÓMENOS AMENAZANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
ESCENARIOS DE RIESGO, COMO HERRAMIENTA EN LA PLANIFICACIÓN
TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ CUNDINAMARCA.

YUDI ALEXANDRA MONROY MACHADO

ANDRES MAURICIO PRADA PAEZ

Proyecto de grado para optar por el título de ingeniero ambiental

DIRECTOR DE PROYECTO DE GRADO

LUIS ALBERTO PULIDO ROMERO

Ingeniero Catastral y Geodesta Especialista en Sistemas de Información Geográfica

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FALCULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

INGENIERIA AMBIENTAL

FACATATIVÁ CUNDINAMARCA

2019

DEDICATORIA

De manera especial dedico esta tesis a Dios, quien es mi guía y mi fortaleza, quien fue y siempre será mi apoyo, mi bastón cada vez que me siento decaer.

A mi hijo quien es la razón de que cada día me levante con más ganas de seguir trabajando fuertemente con el objetivo de alcanzar mis metas.

A mis padres quienes forjaron la base de mi constancia y disciplina a partir de oportunidades, recursos y más lo importante sus consejos, de los cuales surgen los pilares de que me llevan al crecimiento personal y profesional.

Andrés Mauricio Prada Páez

El presente trabajo está dedicado a Dios, él me bendice, me protege y siempre está conmigo dándome fuerza para salir adelante y gracias a él he podido culminar mi carrera.

A mis padres, porque ellos son el motor de mi vida y siempre están a mi lado incondicionalmente brindándome su apoyo y amor para hacer de mí una mejor persona.

A todas aquellas personas que directa o indirectamente han estado presentes en que este trabajo se realice exitosamente, brindándonos su apoyo y compartiendo sus conocimientos.

Yudi Alexandra Monroy Machado

AGRADECIMIENTOS

Agradecer principalmente al ingeniero Luis Alberto Pulido Romero quien, mediante su gran apoyo y colaboración fue nuestro soporte, por su paciencia, porque no solo nos enseñó, sino que aprendimos juntos.

A Dios por darnos la salud y así permitirnos llegar a este punto de nuestra vida.

Por ultimo agradecemos a nuestra amada Universidad de Cundinamarca porque allí conocimos grandes personas, maestros y compañeros, con los cuales aprendimos y compartimos momentos inolvidables, forjando grandes amistades las cuales deseamos que perduren para toda la vida.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÒN	1
1. DESCRIPCIÒN DE LA PROBLEMÀTICA	3
2. JUSTIFICACIÒN	4
3. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo general	6
2.2. Objetivos especìficos	6
3. MARCO REFERENCIAL	7
3.1. Marco teòrico	7
3.2. Marco conceptual	11
3.3. Marco legal	16
4. DIAGNÒSTICO	19
4.1. GESTIÒN DEL RIESGO EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÀ	19
4.1.1. Antecedentes	19
4.1.2. Instituciones	25
4.1.3. Incorporaciòn de gestiòn del riesgo en el Plan de Ordenamiento Territorial	26
4.2. ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÀ	27
4.2.1. Ubicaciòn geogràfica	27
4.2.2. Divisiòn polìtico-administrativa	27
4.2.3. Componente abiòtico	34
4.2.3.1. Geologìa	34
4.2.3.2. Orografia	35
4.2.3.3. Clasificaciòn del suelo	38
4.2.3.4. Clima	40
4.2.3.5. Hidrologìa	43
5. METODOLOGÌA	45
5.1. Designaciòn de variables apropiadas para la aplicaciòn del anàlisis espacial en la generaciòn de mapas de informaciòn.	45
5.1.1. Determinaciòn de la escala de trabajo	45
5.1.2. Definiciòn del sistema de proyecciòn	45
5.1.3. Necesidades y validaciòn de la informaciòn	46

5.2.	Clasificación de la información secundaria por medio de la ponderación de variables y factores de los Factores intrínsecos o de susceptibilidad.....	48
5.2.1.	Ponderación de variables y factores.....	48
5.2.2.	Amenazas.....	50
5.2.2.1.	Fenómenos por remoción en masa.....	50
5.2.2.2.	Inundación.....	58
5.2.3.	Vulnerabilidad.....	64
5.2.4.	Riesgo	70
5.3.	Elaboración de la cartografía base y geodatabase en ArcGIS para el área de estudio	71
6.	RESULTADOS Y ANALISIS	72
6.1.	AMENAZA.....	72
6.1.1.	Fenómenos por Remoción en Masa.....	72
6.1.2.	Inundaciones	82
6.2.	VULNERABILIDAD	91
6.2.1.	Fenómenos por remoción en masa.....	95
6.2.2.	Inundaciones	98
6.3.	RIESGO	101
6.3.1.	Fenómenos por Remoción en masa	102
6.3.2.	Inundaciones	105
7.	CONCLUSIONES.....	108
8.	RECOMENDACIONES	110
9.	REFERENCIAS	111
10.	ANEXOS	114

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Riesgo por remoción en masa en el Municipio de Facatativá.	21
Ilustración 2. Riesgo por inundación en el municipio de Facatativá.	23
Ilustración 3. Áreas funcionales Municipio de Facatativá.	29
Ilustración 4. Mapa Área funcional centro - Facatativá.	30
Ilustración 5. Mapa Área funcional borde sur - Facatativá.	31
Ilustración 6. Mapa Área funcional grandes áreas verdes – Facatativá.	32
Ilustración 7. Mapa Área funcional periferia urbana.	33
Ilustración 8. Mapa Área funcional occidente.	34
Ilustración 9. Mapa Geológico del Municipio de Facatativá.	35
Ilustración 10. Sistema Orográfico del municipio de Facatativá Cundinamarca.	37
Ilustración 11. Comportamiento mensual de precipitación y temperatura - Facatativá.	42
Ilustración 12. Clasificación climática de Caldas - Lang para el municipio de Facatativá.	43
Ilustración 13. Red hídrica y límites geográficos del municipio de Facatativá.	44
Ilustración 14. Jerarquías Analíticas Saaty.	49
Ilustración 15. Zonificación de Amenaza por fenómenos de Remoción en Masa.	57
Ilustración 16. Zonificación de Amenaza por Inundaciones.	63
Ilustración 17. Zonificación de Vulnerabilidad	69
Ilustración 18. Zonificación de Riesgo.	70
Ilustración 19. Susceptibilidad Geológica según metodología Mora y Vahrson. Escala 1:100.000.	73
Ilustración 20. Susceptibilidad de Coberturas y uso del suelo. Escala 1:100.000 74	74
Ilustración 21. Susceptibilidad Geomorfológica clasificado según metodología Mora y Vahrson. Escala 1:100.000.	75
Ilustración 22. Factor detonante por precipitación. Escala 1:100.000.	76
Ilustración 23. Factor detonante de sismicidad. Escala 1:100.000.	77
Ilustración 24. Mapa de Amenaza por Fenómenos de remoción en masa para el municipio de Facatativá Cundinamarca. Escala 1:100.000.	79
Ilustración 25. Susceptibilidad por Geomorfológica. Escala 1:100.000.	82
Ilustración 26. Susceptibilidad por pendientes. Escala 1:100.000.	83
Ilustración 27. Susceptibilidad por permeabilidad de rocas. Escala 1:100.000.	84
Ilustración 28. Susceptibilidad por precipitación. Escala 1:100.000.	85
Ilustración 29. Susceptibilidad por eventos de Inundación. Escala 1:100.000.	86
Ilustración 30. Mapa de Amenaza por Inundaciones para el Municipio de Facatativá Cundinamarca. Escala 1:100.000.	88
Ilustración 31. Vulnerabilidad por infraestructura vial. Escala 1:100.000.	91
Ilustración 32. Vulnerabilidad por densidad de predios. Escala 1:100.000.	92
Ilustración 33. Vulnerabilidad por densidad poblacional. Escala 1:100.000.	93
Ilustración 34. Vulnerabilidad por Actividad Económica. Escala 1:100.000.	94

Ilustración 35. Mapa de Vulnerabilidad por Fenómenos de Remoción en masa para el Municipio de Facatativá Cundinamarca. Escala 1:100.000.	96
Ilustración 36. Mapa de Vulnerabilidad por Inundaciones para el Municipio de Facatativá Cundinamarca. Escala 1:100.000.....	99
Ilustración 37. Mapa de Riesgo por Fenómenos de Remoción en masa para el Municipio de Facatativá Cundinamarca. Escala 1:100.000.	103
Ilustración 38. Mapa de Riesgo por Inundaciones para el Municipio de Facatativá Cundinamarca. Escala 1:100.000.	106

Lista de tablas

Tabla 1. Riesgo por inundación en el municipio de Facatativá.	22
Tabla 2. Condiciones climáticas mensuales (Estación aérea Base Madrid).	41
Tabla 3. Requerimientos de información.	47
Tabla 4. Clasificación litológica.	51
Tabla 5. Clasificación cobertura vegetal y uso del suelo.	52
Tabla 6. Clasificación de pendiente.	53
Tabla 7. Categoría y calificación de rangos de amenaza.	54
Tabla 8. Clasificación por actividad sísmica.	55
Tabla 9. Clasificación por Sub Unidad Geomorfológica.	58
Tabla 10. Clasificación de pendientes en rangos de Amenaza.	59
Tabla 11. Clasificación por tipo de permeabilidad.	60
Tabla 12. Clasificación por tipo de amenaza.	61
Tabla 13. Clasificación de amenaza para huella de inundación.	62
Tabla 14. Clasificación por infraestructura vial.	64
Tabla 15. Clasificación Densidad de predios.	65
Tabla 16. Clasificación Densidad poblacional.	66
Tabla 17. Clasificación cobertura y usos del suelo.	67
Tabla 18. Cuantificación de Amenaza de Fenómeno por Remoción en Masa.	78
Tabla 19. Cuantificación de Amenaza por Inundación.	87
Tabla 20. Cuantificación de Vulnerabilidad de Fenómeno por Remoción en Masa.	95
Tabla 21. Cuantificación de Vulnerabilidad por Inundación.	98
Tabla 22. Cuantificación de Riesgo de Fenómeno por Remoción en Masa.	102
Tabla 23. Cuantificación de Riesgo por Inundación.	105

INTRODUCCIÓN

La gestión del riesgo como herramienta para la planificación territorial, permite establecer las amenazas y la vulnerabilidad, con el fin de determinar el riesgo en un determinado territorio, esta gestión posibilita identificar y formular acciones para la reducción, manejo y conocimiento de eventos en el caso de la ocurrencia del mismo, buscando contribuir al bienestar, la calidad de vida de las personas, a la seguridad y al desarrollo sostenible por los impactos que se puedan generar. Mediante el proceso de planificación del territorio, éste incorpora criterios para la reducción de impactos negativos que se encuentran asociados al riesgo, estableciendo condiciones sostenibles en relación con los objetivos ambientales, económicos y sociales de cada una de las entidades territoriales (Burgos & Reina, 2015).

Uno de los insumos fundamentales que se incluyen o se contemplan dentro del Plan Regional de Ordenamiento Territorial es el análisis de riesgo (UNGRD, 2015), ya que, los fenómenos naturales peligrosos se pueden presentar sobre asentamientos humanos o elementos de infraestructura, entre otros, definiendo así, las zonas del territorio donde la ocupación y la explotación es más segura. La inclusión de estos análisis en los procesos de ordenamiento territorial, deriva en la protección ambiental, social y económica (SUBDERE, 2011).

De acuerdo con la Ley 1523 de 2012, la gestión del riesgo es responsabilidad de todas las autoridades y los habitantes del territorio colombiano y que, en cumplimiento de esta responsabilidad, las entidades privadas, públicas y comunitarias desarrollan y ejecutan los procesos de gestión del riesgo; de esta manera y conforme a lo establecido por la Ley 99 de 1993 en su Artículo 31, numeral 2; la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR como

máxima Autoridad Ambiental de Facatativá, debe apoyar a las entidades territoriales de su jurisdicción ambiental en todos los estudios necesarios para el conocimiento y la reducción del riesgo, de esta manera integrarlos a los planes de ordenamiento de cuencas, gestión ambiental, ordenamiento territorial y de desarrollo sostenible (Congreso de la República, 2012).

En el presente trabajo se describe y analiza la información relevante y disponible para la comprensión y socialización de los riesgos y amenazas contemplados en el municipio de Facatativá Cundinamarca, basados en un análisis por medio de información geográfica y empleando la herramienta algebra de mapas, desarrollada en el software ArcGis 10.4, mediante la implementación de metodologías para identificar el riesgo (Fenómenos por remoción en masa e inundaciones), con base en el Plan de Ordenamiento Territorial para así, establecer un adecuado uso del mismo, generando mapas de riesgo frente a fenómenos naturales anteriormente mencionados.

1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La situación ambiental del territorio está directamente relacionada con los problemas que conlleva el acelerado proceso de urbanización y desarrollo, por lo cual aumentan las probabilidades de sufrir consecuencias en este proceso, tanto en el orden social como económico con sus características de marginalidad, disgregación urbana y deterioro ambiental.

Teniendo en cuenta el incremento de los desastres naturales en el país motivados por el Cambio Climático Global, movimientos en masa, fenómenos meteorológicos, entre otros, el Gobierno Nacional ha trazado un cambio de la estrategia al plantear la necesidad de producir Planes Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (Vargas, 2010), dirigidos a garantizar la efectividad y articulación de los procesos de conocimiento del riesgo, de reducción del riesgo y de manejo de desastres de manera preventiva y no esperar que estos sucedan, aspecto que el Plan de Ordenamiento del Municipio de Facatativá carece, por lo cual se deben implementar así acciones estratégicas y prioritarias en materia de Gestión del Riesgo de Desastres, especialmente, a través de los Planes de Ordenamiento Territorial, Desarrollo Municipal o Distrital y demás instrumentos de Gestión Pública.

Por otra parte, la búsqueda del mejoramiento de la calidad de vida y el bienestar de la población, a través del tiempo, se ha venido dificultando por diferentes situaciones, entre las cuales sobresalen la violencia, la corrupción y los desastres. En relación a los desastres, es claro como en la dinámica municipal se manifiestan alteraciones que son desencadenados por la ocurrencia de fenómenos tanto naturales como antrópicos que incorporan daños, los cuales generan crisis sociales, que la mayoría de las veces propician crisis institucionales.

2. JUSTIFICACIÓN

Colombia enfrenta grandes retos que amenazan seriamente su desarrollo. La degradación ambiental y el cambio acelerado del uso del suelo, son factores que incrementan estos retos, las condiciones económicas, sociales y políticas están asociadas a la ocurrencia de fenómenos naturales tales como sismos, inundaciones, deslizamientos, entre otros, que son causa de las acciones antropogénicas y condiciones climáticas variadas, las cuales generan un proceso continuo y significativo de construcción y acumulación de riesgos. La materialización de estos riesgos no solo afecta el desarrollo sostenible del país, sino que impiden y generan un retroceso en el logro de las metas contempladas por el gobierno en cuanto a bienestar económico y social (Burgos & Reina, 2015).

Para orientarse al desarrollo sostenible del territorio y amparar el bienestar de la población, es de vital importancia que todos los procesos de ordenamiento territorial estén encaminados a la formulación de una política de gestión del riesgo. El déficit de la inclusión de la gestión del riesgo en los procesos de ordenamiento territorial a nivel rural y urbano conduce a aumentar su susceptibilidad a fenómenos tales como inundaciones, deslizamientos, entre otros (Banco Mundial, 2012).

Por lo tanto, la incorporación del enfoque de gestión del riesgo resulta fundamental para un exitoso proceso de ordenamiento territorial, puesto que este es un proceso transversal, integral, participativo de formulación y adopción de políticas, estrategias y acciones, orientadas a reducir los riesgos de desastres ante fenómenos naturales frecuentes como inundaciones, terremotos, deslizamientos, heladas, sequías, entre otros (UNGRD, 2017).

Según lo establecido en la Política Nacional de gestión del riesgo, en su Artículo 31, los consejos territoriales deben unir esfuerzos de manera permanente o transitoria para coordinar y mantener los métodos de gestión del riesgo en áreas que exceden los límites territoriales de sus respectivas circunscripciones o para afrontar desastres en territorios que cubra parte de las jurisdicciones asociadas o que se definan a partir de un elemento físico determinable como las cuencas hidrográficas. Sus actuaciones, están orientas por el principio de concurrencia y definidas en el marco de un plan de acción, además de las funciones establecidas por la Ley 99 de 1993 y la Ley 388 de 1997, las cuales apoyan a las entidades territoriales de su jurisdicción ambiental en todos los estudios necesarios para el conocimiento y la reducción del riesgo, integrándose a los planes de ordenamiento de cuecas, de gestión ambiental, de ordenamiento territorial y de desarrollo sostenible (Congreso de la República, 2012).

3. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Brindar cartografía base y geodatabase de ArcGIS para el suministro e intercambio de información sobre amenazas, vulnerabilidad y riesgo para el municipio de Facatativá.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la escala de trabajo, el sistema de proyección y la información secundaria necesaria para el análisis espacial.
- Clasificar el territorio municipal respecto a la amenaza y vulnerabilidad en el espacio territorial de referencia.
- Diseñar la zonificación a través de mapas de riesgo para el municipio de Facatativá.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. Marco teórico

Gestión del Riesgo: El riesgo se relaciona con el progreso de las comunidades, principalmente con la manera como se ocupa y dirige el territorio y cada uno de sus recursos, sin embargo, que los fenómenos amenazantes que actúan como susceptibles y/o detonantes sean generados por la naturaleza. En áreas progresivamente más impedidas, que presentan deficiencia en su infraestructura y la decadencia cada vez mayor del medio ambiente, entre otros, a raíz de la ocurrencia de fenómenos de origen geológico, sísmico, vulcanológico, hidrometeorológico o de otra naturaleza, generan un gran impacto sobre la población, sus vidas y sus bienes (Olaya et al., 2014).

En este sentido, la gestión del riesgo establece diferentes niveles de participación tanto global como total, considerando la existencia de sistemas o estructuras organizacionales e institucionales que representan cada uno de estos niveles, generado así, una interacción entre sus múltiples partes, jugando un papel importante en el proceso de construcción del riesgo, en su reducción, previsión y control. 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). A la vez, es necesario reconocer que no todo nivel de riesgo de daños y pérdidas puede considerarse riesgo de desastre.

Por otro lado, una de las funciones principales de la gestión del riesgo es minimizar el nivel de daños factibles a niveles aceptables. Generalmente se pueden presentar niveles de daños

y pérdidas poco críticas, por lo cual la apreciación de desastre requiere niveles de daños y pérdidas que limiten de manera significativa el funcionamiento normal de la sociedad, afectando así su cotidianeidad (Narváez, Lavell, & Pérez, 2009).

Referente a lo anterior, la gestión del riesgo acepta diversos niveles de intervención; estos niveles deben estar representados por estructuras organizacionales y/o sistemas institucionales, que mediante propiedades de coordinación y diferentes roles establecidos juegan un papel importante en el proceso de construcción del riesgo, dando así un determinado enfoque en su previsión, control y reducción del mismo (Narváez, Lavell, & Pérez, 2009).

Por otra parte, la gestión del riesgo de desastres se encuentra estrechamente relacionado con la adaptación al cambio climático, uno de los factores principales de dicha relación es la variabilidad climática actual. En la actualidad se refleja el incremento de la conciencia acerca de los riesgos climáticos, que aún algunas instituciones nacionales no se encuentran lo suficientemente preparadas para responder y prevenir los riesgos asociados a las nuevas y múltiples amenazas que afectan a los diferentes sectores. por esto, es de vital importancia hacer empeño en gestionar el riesgo de desastres asociados al cambio climático, para reducir el riesgo en el corto, mediano y largo plazo (DAFP, 2011).

Cambio Climático: Existe una relación estrecha entre el clima, los ecosistemas y el desarrollo. Hay una clara dinámica entre el comportamiento del clima, la posibilidad de los ecosistemas para proveer bienes y servicios, y la transformación de estos en el bienestar y crecimiento económico de la sociedad. De acuerdo con lo anterior, el clima tiene la capacidad de

incrementar o limitar el desarrollo económico y social de un territorio. Así mismo, la intensidad de las exigencias que la población ejerce sobre los ecosistemas puede tener repercusiones sobre la capacidad de estos para disminuir los impactos del cambio y la variabilidad climática (Olaya et al., 2014). En otras palabras, la forma en la que el hombre interviene los ecosistemas determina su vulnerabilidad frente a los fenómenos climáticos.

La mayoría de los desastres en Colombia se deben a las variaciones de climáticas. El 90% de las emergencias reportadas para el periodo 1998-2011 en el país (13.624 en total), se relacionan con fenómenos hidroclimatológicos. Entre 1950 y 2007 los desastres asociados con lluvias se incrementaron un 16,1% durante el fenómeno “La Niña” en relación con las condiciones normales. Reportes de desastres asociados con las sequías presentaron un incremento de cerca de 2,2, veces durante los periodos de “El Niño”. Así mismo, este fenómeno ha generado la escasez del recurso hídrico incidiendo a racionamientos de algunos servicios públicos como lo son el agua y la electricidad (Alarcon, 2017).

Ordenamiento y planificación territorial: El ordenamiento del territorio es más que una planificación física del suelo, una integración de normas urbanísticas o la determinación de unos límites o actuaciones político – administrativas que definen un territorio. Tiene que ver, por su naturaleza misma, con los procesos conformadores de la zona; donde la compatibilización entre estilos, objetivos, estrategias y alcances en los procesos de ocupación y explotación del territorio con las potencialidades y restricciones presentes en el mismo, así como cada vez la mayor

participación ciudadana en la toma de decisiones y en los beneficios sociales y políticos que reporta el estado y la sociedad, deben ser la premisas fundamentales (Rosete, Enriquez, & Aguirre, 2013).

Según lo establecido en la Ley 1454 de 2011 en su Artículo 2, el ordenamiento territorial es un instrumento de planificación y gestión de las entidades territoriales y un proceso de construcción colectiva del país, que se da de manera progresiva, gradual y flexible, con responsabilidad fiscal, tendiente a lograr una adecuada organización político – administrativa del estado en el territorio, para proporcionar el desarrollo institucional, el fortalecimiento de la identidad cultural y el desarrollo territorial, entendiendo este como desarrollo económicamente competitivo, socialmente justo y ambientalmente sostenible, regionalmente armónico, culturalmente pertinente, atendiendo a la diversidad cultural y físico – geográfica de Colombia.

De acuerdo con la Ley 388 de 1997, en su Artículo 6, el ordenamiento territorial tiene como objeto complementar la planificación económica y social con la dimensión territorial, racionalizar las intervenciones sobre el territorio y orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible, mediante:

1. La definición de las estrategias territoriales de uso, ocupación y manejo del suelo, en función de los objetivos económicos, sociales, urbanísticos y ambientales.
2. El diseño y adopción de los instrumentos y procedimientos de gestión y actuación que permitan ejecutar actuaciones urbanas integrales y articular las actuaciones sectoriales que afectan la estructura del territorio municipal o distrital.
3. La definición de los programas y proyectos que concretan estos propósitos.

Cabe resaltar que, una medida de prevención de los desastres y que permite la gestión efectiva del riesgo debido a fenómenos naturales, es la planeación adecuada del desarrollo socioeconómico y la regulación del uso del suelo. Para ello, resulta de gran importancia la incorporación en el proceso de ordenamiento ecológico regional municipal de un análisis de los niveles de riesgo que presentan las diferentes áreas de un territorio, hacia los diferentes peligros naturales y de un programa de adaptación al incremento de los peligros naturales como forma de evitar o mitigar los daños que pueden causar inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas y otros eventos naturales catastróficos. Una planificación adecuada, puede reducir significativamente los daños que producen estos eventos (Rosete, Enriquez, & Aguirre, 2013).

3.2. Marco conceptual

A través del tiempo, la gestión del riesgo ha abordado múltiples conceptos con el propósito de identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos secundarios que se desglosan de los desastres, a continuación, se definen algunos de estos conceptos asociados a la gestión del riesgo.

Amenaza: Según lo estipulado en la Ley 1523 de 2012 en el Artículo 4, numeral 3, la amenaza se define como: “Peligro latente de que un evento físico de origen natural o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida e vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales” (Congreso de Colombia, 2012).

Análisis del riesgo: El análisis del riesgo se basa en la conciencia de que el riesgo es el resultado de la concurrencia de una amenaza y de la vulnerabilidad de elementos amenazados (elementos expuestos). Por lo cual, tomando en cuenta esta combinación de factores, el análisis de riesgos apunta a estimar y evaluar las posibles consecuencias de fenómenos naturales en un determinado grupo poblacional y en sus bases de vida. Se trata tanto de efectos o consecuencias a nivel social, económico y ambiental. La evaluación de la amenaza y el análisis de la vulnerabilidad forman parte del análisis de riesgos y deben entenderse como acciones inseparables. De esta manera, partiendo del conocimiento de que las personas y las bases de vida potencialmente afectadas por un determinado fenómeno natural son vulnerables a este sabiendo que, por lo tanto, dicho fenómeno se convierte en una amenaza, análisis de riesgos estudia los posibles daños (DAFP, 2018).

Conocimiento del riesgo: Según la ley 1523 de 2012 en su artículo 4, numeral 7, es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre (Congreso de Colombia, 2012).

Exposición (Elementos expuestos): De acuerdo a la Ley 1523 de 2012 en su artículo 4 numeral 10, hace referencia a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza (Congreso de Colombia, 2012).

Evaluación de amenazas: La evaluación de amenazas se realiza a través de inventarios de fenómenos, hechos de forma participativa con las entidades territoriales, los líderes comunales y la población localizada en la cuenca; observaciones y mediciones de campo; análisis y revisión de información técnico – científica disponible (mapas, fotos aéreas informes, entre otros), con el fin de conocer la probable ubicación y severidad de los fenómenos naturales peligrosos, así como la probabilidad de que ocurran en un tiempo y área específicos. Tiene como resultado la elaboración de un mapa de amenazas, el cual representa un elemento importante para la planificación del uso del territorio de la cuenca y constituye un insumo imprescindible para el análisis de los riesgos actuales y potenciales (Olaya et al., 2014).

Mediante este proceso se determina el nivel de susceptibilidad y exposición de los elementos expuestos a ser afectados por el evento amenazante que podrá ocasionar daños y pérdidas de los factores expuestos ante una amenaza específica. Consiste en la identificación de los elementos expuestos y el análisis de vulnerabilidad.

La susceptibilidad a que se presenten daños en las actividades productivas, la localización de asentamientos humanos y la infraestructura estratégica y de la sostenibilidad ambiental del territorio y de sus recursos naturales; como expresión de la relación entre la magnitud de un evento específico y la respuesta de las áreas expuestas a este en la cuenca hidrográfica, hacen parte de este análisis (Olaya et al., 2014).

Gestión del riesgo: Ley 1523 de 2012, Artículo 4, Numeral 11, la gestión del riesgo es el proceso social de formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias,

planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible (Congreso de la República, 2012).

Ordenamiento del territorio municipal: Ley 388 de 1997, Capítulo 2, Artículo 5, comprende un conjunto de acciones político – administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de los límites fijados por la Constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales (Congreso de Colombia, 1997).

Reducción del riesgo: La ley 1523 de 2012 en el artículo 4, numeral 21 define el proceso de la gestión del riesgo que está compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, entiéndase: mitigación del riesgo, y a evitar nuevo riesgo en el territorio, entiéndase: prevención del riesgo. Son medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. La reducción del riesgo la componen la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva de nuevo riesgo y la protección financiera (Congreso de la República, 2012).

Riesgo de desastres: La ley 1523 de 2012 en el artículo 4, numeral 25 dispone el riesgo de desastres corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, en un periodo de tiempo de específico, que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Congreso de la República, 2012).

Susceptibilidad: La susceptibilidad en los estudios de análisis y evaluación de amenazas, constituye la base inicial, el primer paso para el análisis y zonificación de amenazas. Se entiende como la predisposición de un territorio a presentar determinados fenómenos amenazantes. De acuerdo con la naturaleza de los eventos amenazantes, cada uno de ellos tiene una fuente y una forma como se materializa en un espacio geográfico. Por lo tanto, se plantea que no se puede configurar un evento de origen natural si no existen determinadas condiciones ya sean geológicas, geográficas, meteorológicas, atmosféricas, ambientales y sociales para que se puedan materializar. Los mapas de susceptibilidad para cada evento deben delimitar áreas de acuerdo con unas características específicas que da lugar a uno de los tipos de eventos determinados (Olaya et al., 2014).

Vulnerabilidad: La ley 1523 de 2012 en el artículo 4, numeral 27 describe la susceptibilidad o fragilidad física, económica, social ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos (Congreso de la República, 2012).

3.3. Marco legal

A continuación, se presenta la principal normatividad de orden nacional que reglamenta y orienta la gestión del riesgo:

- **Ley 46 de 1988 (2 de Noviembre).** Por la cual se crea y organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres, se otorga facultades extraordinarias al presidente de la república y se dictan otras disposiciones.
- **Decreto 919 de 1989 (1 de Mayo).** Por la cual se organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres y se dictan otras disposiciones.
- **Ley 99 de 1993 (22 de Diciembre).** Por la cual se crea el ministerio del medio ambiente, se reordena el sector publico encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
- **Ley 388 de 1997 (18 de Julio).** Por medio de la cual se modifica la ley 9 de 1989 y se adoptan los Planes de Ordenamiento Territorial (POT).
- **Decreto 93 de 1998 (13 de Enero).** Por la cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.
- **Ley 1523 de 2012 (24 de Abril).** Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.
- **Decreto 1974 de 2013 (11 de Septiembre).** Por la cual se establece el procedimiento para la expedición y actualización del Plan Nacional de Gestión del Riesgo.

- **Ley 1454 de 2011 (28 de Junio).** Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones.
- **Decreto 2157 de 2017 (20 de Diciembre).** Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión de riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012.
- **Decreto 879 de 1998 (13 de Mayo).** Por la cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los planes de ordenamiento territorial.
- **Decreto 1807 de 2014 (10 de Septiembre).** 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.
- **Decreto 2672 de 2013 (20 de Noviembre).** Por el cual se modifica parcialmente la estructura de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.
- **Decreto 4147 de 2011 (3 de Noviembre).** Por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se establece su objeto y estructura.
- **Decreto 062 de 2019 (5 de Marzo).** Por el cual se modifica y organiza el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo del Municipio de Facatativá, los comités municipales y se dictan otras disposiciones.
- **Documento CONPES 3146 de 2001 (20 de Diciembre).** Estrategia para consolidar la ejecución del Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres en el corto y mediano plazo.
- **Decreto 069 de 2002 (20 de Junio).** Por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Facatativá – Cundinamarca.

- **Acuerdo 015 de 2014 (31 de Julio).** Por el cual se ajusta el plan de ordenamiento territorial del municipio de Facatativá - Cundinamarca.

4. DIAGNÓSTICO

A partir de la revisión bibliográfica, se realizó un diagnóstico que facilite herramientas para la planificación del territorio teniendo como base la gestión del riesgo, en el cual se implantara una descripción, análisis de la información relevante, disponible para la comprensión y socialización de los riesgos presentes en el municipio de Facatativá, mediante la implementación de metodologías de identificación de amenaza y vulnerabilidad para los fenómenos por remoción en masa e inundaciones, basados en un análisis por medio de información geográfica y usando la herramienta algebra de mapas, desarrollada en el software ArcGis 10.4, tomando como base el ordenamiento territorial para así establecer un uso adecuado del mismo y generando mapas de riesgo frente a los fenómenos naturales anteriormente mencionados.

4.1. GESTIÓN DEL RIESGO EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÀ

4.1.1. Antecedentes

Remoción en masa: Consiste en el movimiento de partes del terreno como pedazos de roca y porciones de suelo, que se desplazan sobre las pendientes, se pueden diferenciar dos tipos: debido a factores naturales o por acción humana, generalmente se presentan debido a causa de pendientes pronunciadas y urbanizaciones no planeadas (CMGRD, 2019).

Según información presentada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, se ha localizado el fenómeno por remoción en masa en áreas cercanas al perímetro urbano y en zonas con altas pendientes que llegan a ser desplazamientos abruptos, tanto en la parte superficial como interna de las masas rocosas o de los suelos. Aunque los

deslizamientos o derrumbes de ladera no son tan significativos ni en general causan destrozos de las proporciones de otras catástrofes naturales, como los terremotos o las erupciones volcánicas, son mucho más frecuentes en nuestro medio y las pérdidas que ocasionan pueden ser incluso mayores.

Zonas:

- Las piedras
- Manablanca II Sector
- Cartagenita sector las palmas
- Cartagenita – IEM Técnico Empresarial Cartagena
- Toro Barroso – Pueblo Viejo

Ahora bien, la ley 685 de 2001 impone la necesidad de generar planes de manejo y control del riesgo por parte de las entidades ambientales del municipio encargadas, ya que la ausencia de estas han permitido que se desarrolle en el territorio canteras que no cumplen con la normatividad vigente (Congreso de Colombia, 2001).

Otro de los factores primordiales que influyen en el fenómeno por remoción en masa para el municipio de Facatativá, son las fuertes precipitaciones, estas se presentan frecuentemente en los periodos más lluviosos del año incrementando cada vez más la problemática de estas zonas, en las cuales corren riesgos tanto los bienes privados como públicos, afectando así a toda la población.

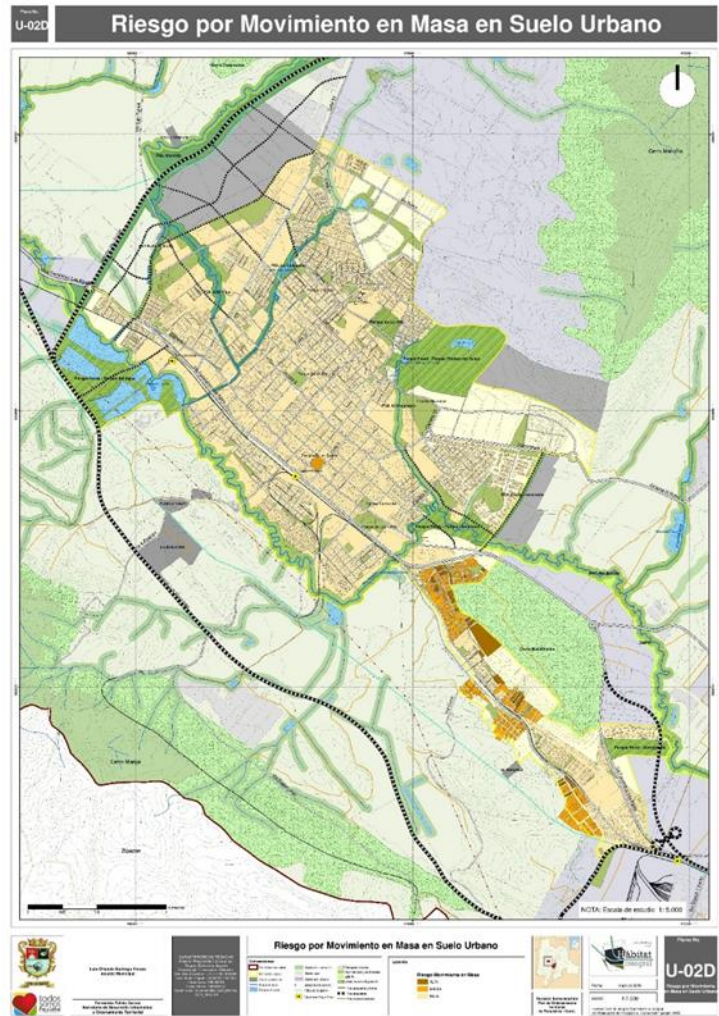


Ilustración 1. Riesgo por remoción en masa en el Municipio de Facatativá.

Fuente: Secretaria de desarrollo urbanístico y ordenamiento territorial, 2019.

En Facatativá se pueden presentar tres tipos de remoción en masa, sin embargo, los más catastróficos corresponden a los desprendimientos. De los antecedentes presentados por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, en el municipio de Facatativá, hasta el momento se han presentado 22 eventos por remoción en masa (Anexo 1), los cuales no han generado impactos importantes, las pocas emergencias presentadas (como deslizamientos y desprendimientos de material sobre vías) son atendidas con prontitud con ayuda de la concesión vial respectiva. Por otro lado, en la zona de Manablanca y Cartagenita se ha invitado a la

comunidad a evacuar las zonas de alto riesgo. Una característica similar fue el inicio de remoción en masa que se presentó en la vereda los Manzanos, donde construcciones subnormales comenzaron a sufrir impactos por la inestabilidad del suelo.

Inundación: El riesgo por inundación puede ser causado por la deforestación de las cabeceras de ríos y quebradas, así como también, por la contaminación producida por la actividad ganadera extensiva, viviendas y empresas localizadas en las riberas de los diferentes cuerpos hídricos. Cuando el suelo no está protegido por una buena capa vegetal (árboles, matorrales, cultivos bien orientados, entre otros), el agua se infiltra menos y principia a formar torrentes que se deslizan a gran velocidad ladera abajo, y en temporadas donde se presentan altas precipitaciones se ocasiona el desbordamiento de quebradas y ríos, inundando los terrenos planos que lo rodean (CMGRD, 2019). Entre este tipo de riesgo ubicados en el municipio de Facatativá se encuentran las siguientes zonas:

Tabla 1. Riesgo por inundación en el municipio de Facatativá.

Río los Andes	- Sector la Tribuna
Río Botello	- San Cristóbal - Girardot - San Benito - Villas de Manjuy - San Rafael - Vereda Prado, sector el Tesoro (PTAR) - Vereda el Corzo
Río Subachoque	- Vereda paso ancho sector las Mercedes - Vereda Moyano
Quebrada Mancilla	- Vereda San Rafael - Villa Olímpica - Brasilia
Quebrada Chicuaza	- María Paula - Los Molinos

Quebrada la Guapucha	- Santa Isabel - La concepción - El copihue - Santa Rita - Pensilvania
Embalses Gatillo	- Rincón de Faca

Fuente: Plan municipal de gestión del riesgo de desastres municipio de Facatativá, 2019.

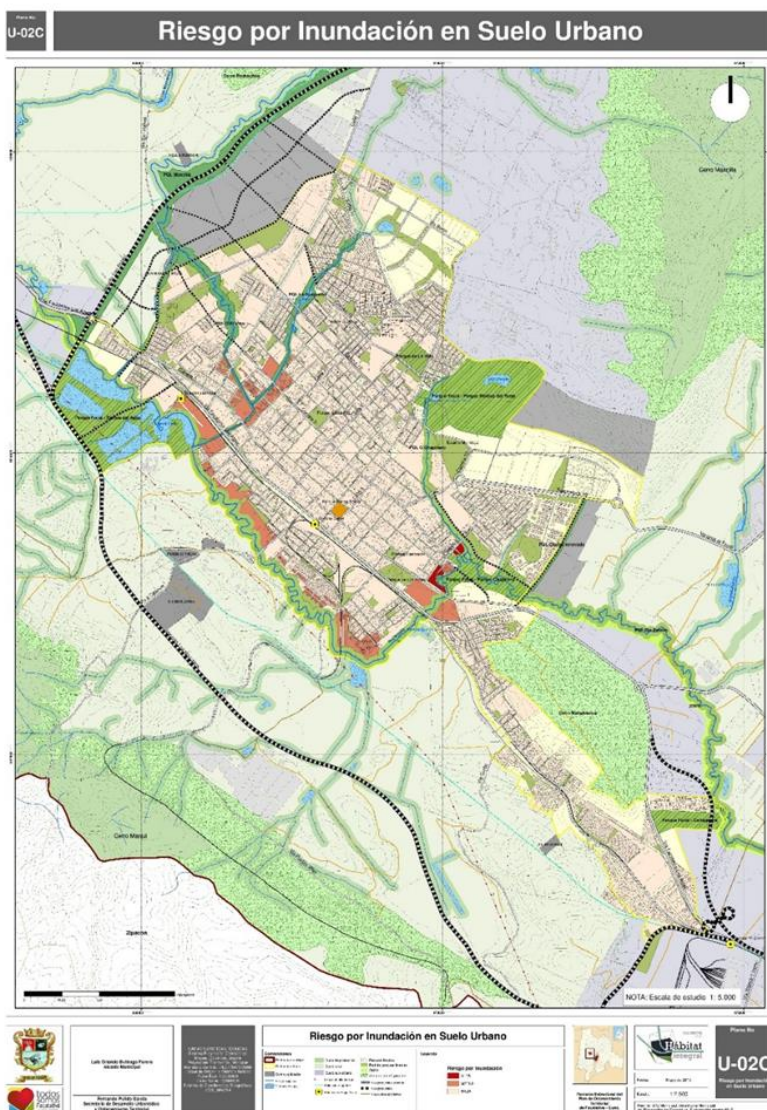


Ilustración 2. Riesgo por inundación en el municipio de Facatativá.

Fuente: Secretaria de desarrollo urbanístico y ordenamiento territorial, 2019.

El municipio de Facatativá presenta inundaciones para los meses más lluviosos del año (Marzo, Abril, Mayo, Octubre y Noviembre), esto es debido primordialmente por el movimiento de convergencia intertropical del país, que para los meses más lluviosos “Fenómeno de la Niña” hay una interacción océano-atmosférica que se caracteriza por la aparición de temperaturas oceánicas superficiales, inusualmente bajas en la parte céntrica del país donde se encuentra ubicado el municipio (CMGRD, 2019).

Por otra parte, Las altas precipitaciones que se presentan en el municipio, son derivadas por el aumento de los caudales de los principales cuerpos hídricos (Rio Botello y Rio Subachoque), lo que generalmente produce un mayor transporte del recurso, que en ocasiones llega a superar el límite del cauce; ocasionando así las inundaciones en el municipio. Uno de los factores que influye fuertemente en que se presenten estas inundaciones son los depósitos de escombros, los residuos sólidos y otro tipo de materiales, que se encuentran represando las fuentes hídricas, reduciendo el paso del agua; aumentando la vulnerabilidad y ocasionando mayores pérdidas (CMGRD, 2019).

Según la información suministrada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR e informes técnicos, en el municipio de Facatativá se han presentado 94 eventos por inundación, los cuales la mayor parte presentaron un nivel de riesgo medio para el municipio (Anexo 1).

4.1.2. Instituciones

La gestión del riesgo se funda como una política de desarrollo necesaria para asegurar la sostenibilidad, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de cada una de las poblaciones, las comunidades en riesgo y la seguridad territorial, por lo tanto, es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio nacional. Según lo estipulado en la ley 1523 de 2012, el sistema nacional cuenta con 6 instancias de orientación y coordinación, las cuales tienen como propósito optimizar el desempeño de cada una de las entidades públicas, privadas y comunitarias con respecto a la ejecución de acciones del riesgo, estas son:

- Consejo Nacional para la Gestión del Riesgo
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
- Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo
- Comité Nacional para la Reducción del Riesgo
- Comité Nacional para el Manejo de Desastres
- Consejos departamentales, distritales y municipales para la Gestión del Riesgo

Según lo establecido por el Decreto 062 de 2019, en su Artículo 2 y 3, Facetativa cuenta con un Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres, quienes se encargan de “clasificar y reglamentar el territorio, incorporando la variable ambiental, teniendo en cuenta la incorporación de la gestión del riesgo y en particular determinar los suelos aptos para la expansión urbana, delimitar los suelos expuestos a amenazas naturales, elaborar los inventarios de población y vivienda en riesgo, y ejecutar las medidas de prevención y mitigación”, este se encuentra a cargo de:

- Alcalde municipal
- Secretaria de planeación
- Secretario de gobierno
- Secretario de desarrollo agropecuario y medio ambiente
- Secretario de educación
- Secretario desarrollo social
- Secretario de obras publicas
- Secretario de desarrollo urbanístico
- Secretaria de salud
- Gerente E.S.P. Aguas de Facatativá
- Director E.S.E. Hospital San Rafael de Facatativá
- Personero municipal
- Comandante cuerpo de bomberos
- Presidente junta de Defensa civil
- Coordinador G.A.M. Cruz Roja Colombiana Facatativá
- Comandante estación Policía Nacional
- Delegado Batallón Miguel Antonio Caro
- Delegado Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca

4.1.3. Incorporación de gestión del riesgo en el Plan de Ordenamiento Territorial

La inclusión de la gestión del riesgo en el plan de ordenamiento territorial es de vital importancia para la construcción de un municipio seguro y sostenible. La inclusión de este permite establecer medidas estructurales para la mitigación y prevención, con el fin de ir orientadas

a la reducción del riesgo existente. Esta incorporación establece una manera de cumplir con la agenda normal del desarrollo local, de forma que los fenómenos potencialmente peligrosos no tengan la connotación de amenazas y los atributos urbanos o rurales expuestos no sean vulnerables ante los primeros (Ramírez & Frey, 2017).

La información consignada a continuación, es basada en la caracterización realizada en el Decreto 069 de 2002, específicamente su artículo 38 “Determinación y ubicación de Amenazas y Riesgos de carácter natural” y el artículo 39 “Actividades que generan riesgo”.

4.2. ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ

4.2.1. Ubicación geográfica

El municipio de Facatativá, se delimita en el extremo occidental de la sabana de Bogotá, región centro oriente en altitudes que oscilan entre los 2.600 m.s.n.m. en su parte plana y los 3.200 m.s.n.m. en sus cerros circundantes. Sus coordenadas geográficas son de 4°48'46" latitud norte y 74°21'00" longitud oeste. Planimétricamente se ubica entre las coordenadas rectangulares 1'033.250 N hasta la 1'018.400 N; y entre 979.750 E hasta la 961.750 E. Se encuentra a una distancia de 36 Km de la ciudad de Bogotá D.C., con la cual se comunica principalmente por medio de la troncal de occidente (Alcaldía Facatativá, 2002).

4.2.2. División político-administrativa

El municipio de Facatativá conforme a lo establecido en la ordenanza número 36 del 31 de julio de 1945, presenta una extensión total de 159.6 Km² (15.960 Has), de los cuales

154.5 Km² pertenecen a la zona rural, y 5.1 Km² a la zona urbana. Limita por el norte con los municipios de San Francisco, Sasaima y la Vega. Por el sur con Anolaima, Zipacòn y Bojaca, por el oriente con el Rosal, Madrid y Bojaca y por el occidente con Sasaima y Albán (Alcaldía Facatativà, 2002).

Las áreas funcionales del municipio de Facatativá, son grandes extensiones territoriales que conforman el área urbana municipal y que se encuentran caracterizadas por la intensidad y distribución de los usos del suelo. Estas zonas se muestran geográficamente de múltiples formas sobre el territorio, generan una dinámica socio-económica particular en dicho espacio geográfico, como se presentan a continuación.

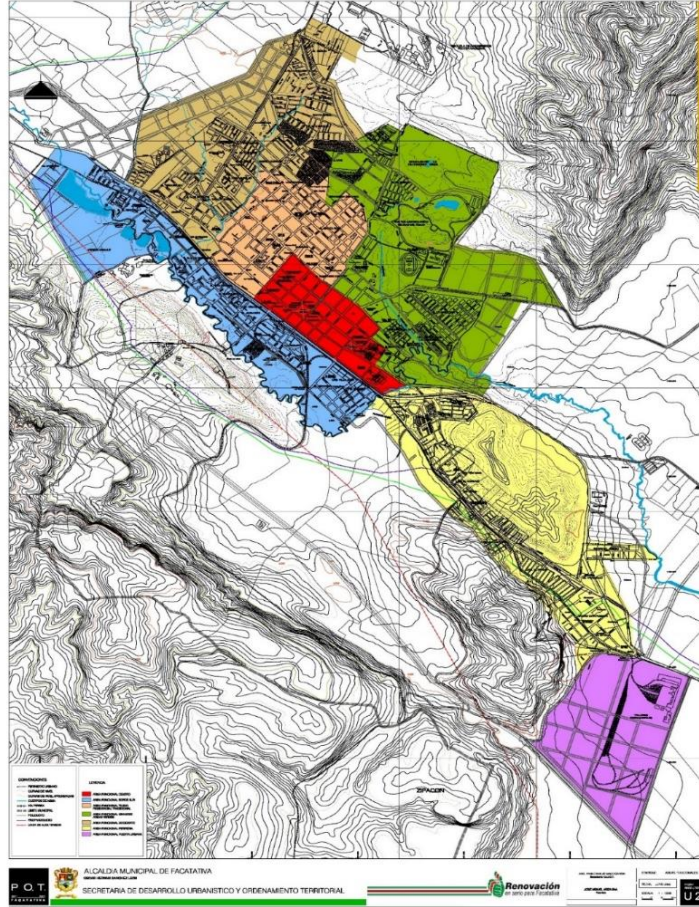


Ilustración 3. Áreas funcionales Municipio de Facativá.

Fuente: Secretaria de desarrollo urbanístico y ordenamiento territorial, 2019.

Área funcional centro: Constituye el área de mayor grado dentro de la estructura determinada como área de interés patrimonial, donde se conservan rasgos y elementos de su conformación como núcleo fundacional, tales como la escala, el tejido y conformación de las calles y las características arquitectónicas del área edificada (Alcaldía Facativá, 2002).



Ilustración 4. Mapa Área funcional centro - Facatativá.

Fuente: Alcaldía municipal de Facatativá, 2019.

Área funcional borde sur: Se determina por el espacio comprendido por el Rio Botello y su configuración como parque lineal, delimitándose como una zona residencial estructurada a partir de la vía férrea y el centro de la ciudad y complementada por predios que tienden a consolidarse y conformar una estructura de conexión que contribuya a estructurar el sistema de espacio público y movilidad del tejido residencial sur (Alcaldia Facatativà, 2002).



Ilustración 5. Mapa Área funcional borde sur - Facatativá.

Fuente: Alcaldía municipal de Facatativá, 2019.

Área funcional grandes áreas verdes: Se establece como el elemento de borde oriental de la ciudad y se caracteriza por la existencia de grandes áreas verdes de uso recreativo e institucional con grandes vacíos urbanos con potencial para la creación de vivienda (Alcaldía Facatativá, 2002).



Ilustración 6. Mapa Área funcional grandes áreas verdes – Facatativá.

Fuente: Alcaldía municipal de Facatativá, 2019.

Área funcional periferia urbana: Corresponde a la zona condicionada por los barrios Manablanca y Cartagenita; se constituye como una zona homogénea, no solo en su funcionamiento y aspecto físico, son adema por la carencia de la infraestructura mínima para el adecuado desarrollo del sector (vías, conexión, red de espacios públicos, equipamientos colectivos), el cual se consolidará a partir de las intervenciones que permitan el mejoramiento integral de la actual estructura urbana (Alcaldía Facatativà, 2002).

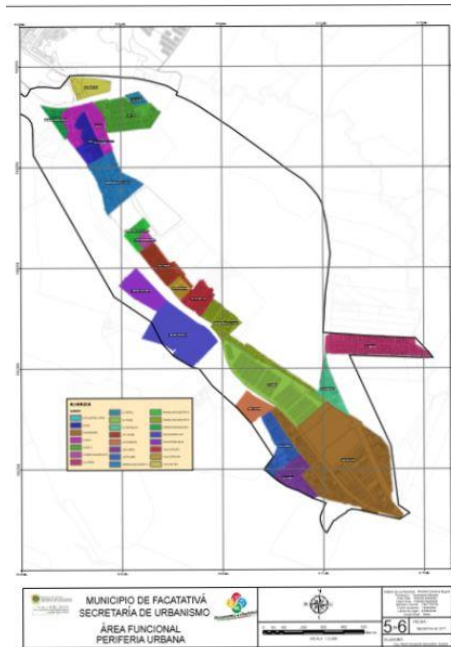


Ilustración 7. Mapa Área funcional periferia urbana.

Fuente: Alcaldía municipal de Facatativá, 2019.

Área funcional occidente: Esta se encuentra establecida por la franja occidental del área urbana, la cual se constituye como la zona con mayor potencial de crecimiento dentro del ámbito municipal; se caracteriza por la dinámica de usos institucional, industrial y comercial, los cuales complementan el uso residencial predominante dentro de la estructura general del área municipal (Alcaldía Facatativá, 2002).

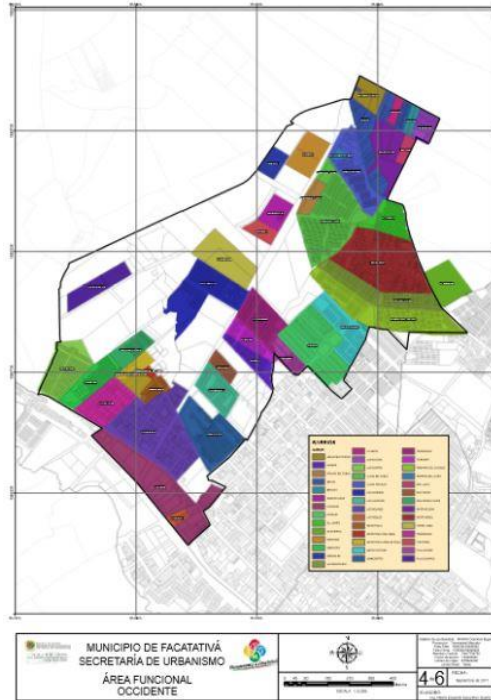


Ilustración 8. Mapa Área funcional occidente.

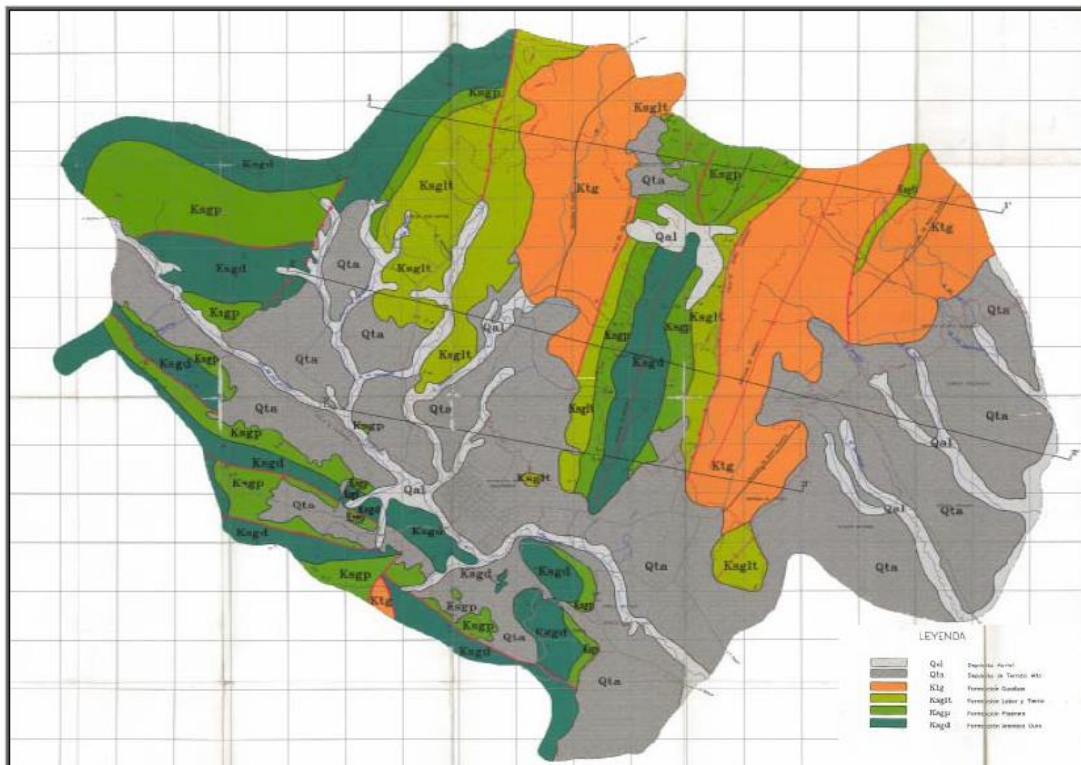
Fuente: Alcaldía municipal de Facatativá, 2019.

4.2.3. Componente abiótico

4.2.3.1. Geología

La geología tiene como objetivo el estudio de la tierra, conocer su origen, su evolución, sus recursos y la interacción entre los diferentes procesos ambientales y biológicos a lo largo de su historia. En relación con lo anterior, la naturaleza geológica del municipio de Facatativá está trazado por la evolución geológica del país; y su estructura en particular a la formación geológica de la Sabana de Bogotá, ya que en esta, predominan principalmente depósitos de sedimentos fluvio-lacustres no consolidados de edad cuaternaria, representados por la presencia de gran cantidad de sedimentos finos de areniscas intercalados con gravilla (Rubiano, 2010).

Por consiguiente, Facatativá se caracteriza por la presencia de formación geológica conocida como Tibaitatá, la cual se encuentra constituida por suelos de topografía plana. Esta evolución y naturaleza geológica permite el aprovechamiento, ya que estos son suelos a partir de cenizas volcánicas sobre una superficie de arcilla lacustre del cuaternario, que pueden ser utilizadas como materiales de construcción (Rubiano, 2010).



Fuente: INGEOMINAS. Estudio hidrogeológico en la periferia de Santa fe de Bogotá. Plano I-2274.4

Ilustración 9. Mapa Geológico del Municipio de Facatativá.

Fuente: (Zapata & Rojas, 2008).

4.2.3.2. Orografía

Teniendo en cuenta que la Orografía hace referencia a las desigualdades de la superficie terrestre, se puede determinar que la mayor parte del territorio del municipio de Facatativá es ligeramente plano u ondulado; formando parte en su mayor extensión de la Sabana

de Bogotá. Por ende, la orografía del municipio se ve limitada desde los ramales que forman parte de la Cordillera Oriental, donde se encuentran ubicadas las áreas de Santa Helena y Peñas de Aserradero, seguido de la parte Sur Occidente formando el cerro de Manjuy y finalmente en la parte Occidente a Oriente forma las áreas de los cerros de peñas del Separadero, Piedrecitas, Mancilla y Chuchilla de Barro Blanco, formando así la estructura de la sabana de Bogotá. Por el relieve tan quebrado que muestra el municipio, este presenta alturas que van desde los 2.586 m.s.n.m hasta los 3.200 m.s.n.m (Lobatón, 2011).

La zona urbana al igual que algunas áreas de la zona rural (los manzanos, Vereda San Rafael, la Selva, la Tribuna, el Prado, el Corzo, Cuatro Esquinas y Paso Ancho), presenta una superficie plana, formando un Valle que se extiende desde el Sureste del municipio hasta otros municipios aledaños como Bojaca, Madrid y el Rosal. Por otro lado, el municipio en su parte Noroeste se caracteriza principalmente por sus sistemas montañosos que presentan diversos picos, en donde se encuentran para su conservación los bosques de niebla (Lobatón, 2011).

Con respecto a lo anterior, La cadena montañosa de Santa Helena está constituida por los Cerros de Malabrigo. Peña Negra, Alto de Las Cruces y Manjuy en las veredas La Tribuna, Los Manzanos y Pueblo Viejo y las colinas bajas de Manablanca y terminando esta cadena montañosa en el Corzo. En estos cerros se encuentra la mayor altura del municipio localizada en la vereda Pueblo Viejo: el Cerro de Manjuy, importante rasgo orográfico, localizado entre los municipios de Bojacá, al suroeste y Zipacón al norte, que tiene una altura de 3.238 m.s.n.m (Lobatón, 2011).

La zona de las peñas del Aserradero tiene una formación de cordillera correspondiente a los municipios de Facatativá, Sasaima y la Vega. Presentando una altura aproximada de 2.700 m.s.n.m. comprende los Cerros de Pan de Azúcar, Peñas del Aserradero, Peñas de Separadero, Piedrecitas, Cerro Negro, Mancilla y la cuchilla de Barroblanco, abarcan parte de las veredas de La Tribuna, La Selva, San Rafael, Mancilla, Prado, Cuatro Esquinas y Tierra Morada. Al sur de la vereda Mancilla se encuentra el cerro Mancilla y al sur de la vereda El Prado. Cerca del casco urbano, se encuentra el denominado Vuelta del Cerro. En la parte norte al fondo se encuentra ubicado el Cerro de las Cruces. veredas La Selva, Mancilla, San Rafael y El Prado, se encuentra una serie de picos que presentan alturas promedio de 3.000 m.s.n.m, en donde nacen los principales afluentes del municipio (Lobatón, 2011).

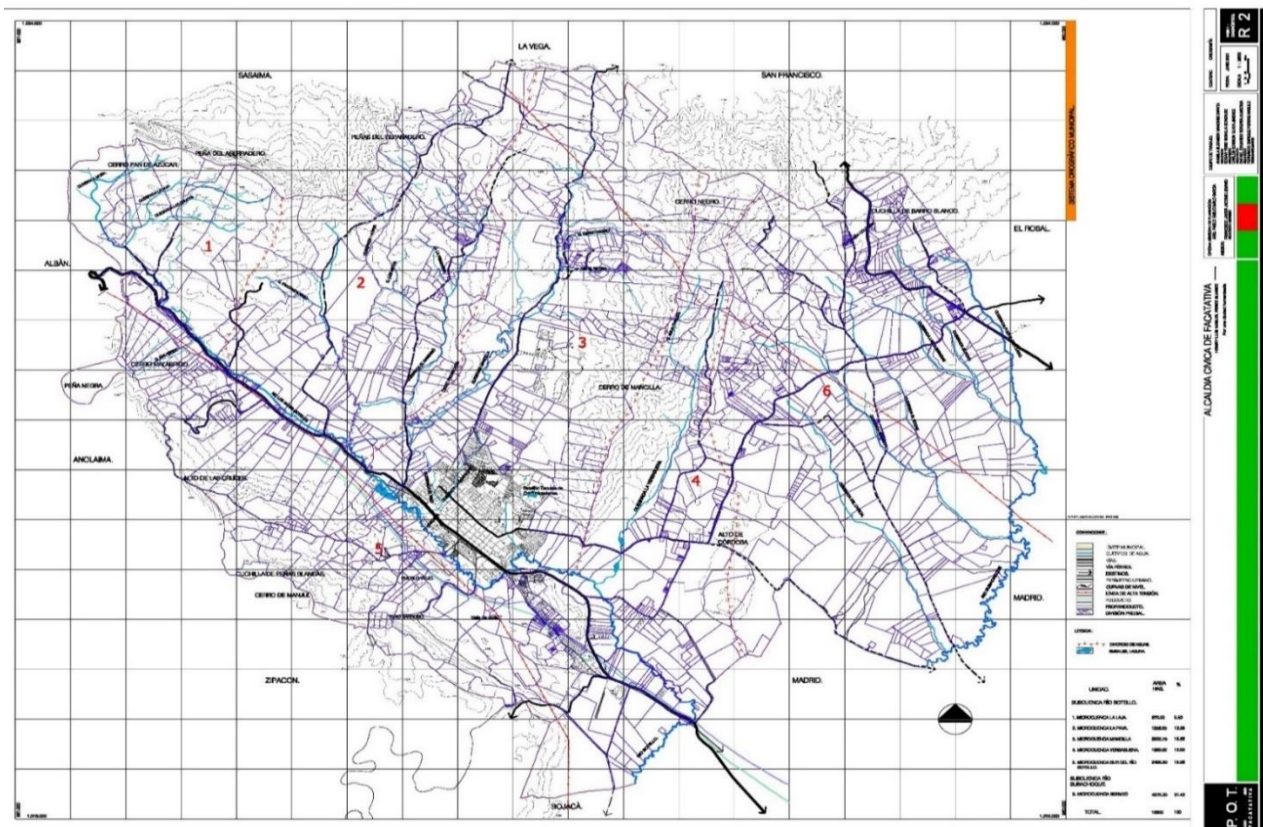


Ilustración 10. Sistema Orográfico del municipio de Facatativá Cundinamarca.

Fuente: Secretaria de desarrollo urbanístico y ordenamiento territorial, 2019.

4.2.3.3. Clasificación del suelo

De acuerdo con el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Cundinamarca, realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2000), en el municipio de Facatativá se presentan las siguientes clases de suelos:

Suelos de Montañas Estructurales Erosiónales en Clima Frio Muy Húmedo:

En esta clase se describen aquellas unidades de suelo cuyo origen se basa en geoformas en las cuales, la estructura original de roca se conserva parcialmente, pero ha sido gradualmente labrada y modelada por procesos erosiónales y acumulación de materiales de origen aluvial, coluvial y eólico. Especialmente ocupan la menor extensión en la subcuenca.

Los suelos se encuentran entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m., en un clima ambiental frio y muy húmedo, con temperaturas entre 12 y 18 °C y precipitaciones promedio anual entre 2.000 y 4.000 mm. Pertenece a esta clase la siguiente unidad.

- Consociacion Andic Dystrudepts. Símbolo MKC. Los suelos de esta unidad se desarrollan a partir de rocas clásticas limo arcillosas, arenosas y depósitos de espesor variable de ceniza volcánica; son bien drenados, de texturas finas a moderadamente gruesas y profundos a superficiales limitados por contacto con el material parental duro y coherente.

Suelo de Montañas Estructurales Erosiónales en Clima Frio Húmedo: En este se describen aquellas unidades de suelo cuyo origen se basa en geoformas en las cuales, la estructura original de roca se conserva parcialmente, pero ha sido moderadamente labrada y

modelada por procesos erosionales y acumulación de materiales de origen eólico, aluvial y coluvial.

Los suelos de estas unidades se encuentran entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m, en un clima ambiental frío y húmedo, con temperaturas entre 12 y 18 °C y precipitaciones promedio anual entre 1.000 y 2.000 mm. Pertenece a esta clase las siguientes unidades.

- Consociacion Typic Eutrudepts. Símbolo MLS. Los suelos de esta unidad, se encuentran en los flancos más escarpados apreciables en la parte norte de la subcuenca, en el límite entre los municipios de Tena, San Antonio del Tequendama y Bojaca. Estos suelos son en general bien drenados, de texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas y profundos a superficiales limitados por mantos de roca dura.

- Consociacion Humic Dystrudepts. Símbolo MLC. Estos suelos se desarrollan a partir de rocas clásticas arenosas, limo arcillosas y mantos de espesor variable de ceniza volcánica; son bien drenados, de texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas, profundos a superficiales (limitados por horizonte argílico) y de evolución baja a moderada.

- Consociacion Pachic Melanudands. Símbolo MLT. Estos suelos son profundos a moderadamente profundos, bien drenados, de texturas medias a moderadamente gruesas, evolucionados a partir de ceniza volcánica sobre depósitos clásticos gravigenicos y rocas clásticas limo arcillosas.

- Consociacion Andic Dystrudepts. Símbolo RLQ1. Son suelos que se localizan en las laderas con pendientes 25-50%; evolucionan a partir de rocas clásticas limo

arcillosas, son profundos, bien drenados y pertenecen al grupo textural fino. Son suelos poco evolucionados y su génesis ha dado lugar a la formación de perfiles del tipo Ap, AB, Bw, C1 y C2.

Suelo de Montañas Estructurales Erosiónales en Clima Frio Seco: En este se describen aquellas unidades de suelo cuyo origen se basa en geoformas en las cuales, la estructura original de roca se conserva parcialmente, pero ha sido continuamente labrada y modelada por procesos erosiónales y acumulación de materiales de origen eólico, aluvial y coluvial.

- Consociación Lithic Hapludands. Símbolo MMT. Este suelo está constituido por depósitos de ceniza volcánica y rocas clásticas limo arcillosas; los suelos son bien drenados, de texturas finas a medias y moderadamente profundos a superficiales limitados por contacto con el manto rocoso y horizontes argílicos.

- Consociación Aeríc Epiaquents. Símbolo RMO. Estos suelos son pobres a muy pobremente drenados, de textura finas, baja evolución y de profundidad efectiva muy superficial, limitada por nivel freático fluctuante. La profundidad efectiva superficial (por nivel freático fluctuante) y las inundaciones ocasionales en ciertos sectores de la unidad, constituyen los limitantes para la explotación de ciertos cultivos agrícolas.

4.2.3.4. Clima

El municipio de Facatativá presenta una temperatura media anual de 13,8 °C, con temperaturas máximas mensuales de 20,8 °C y temperaturas mínimas de 2,4 °C, estas temperaturas varían dependiendo de las condiciones climáticas del territorio

por la presencia de fuertes fluctuaciones, entre los meses más secos caracterizados por fuertes temperaturas durante el día, cercanas a los 22°C y bajas temperaturas durante la noche que llegan a valores inferiores a 0°C. Los meses que presentan menores temperaturas corresponden a Diciembre – Enero y Julio – Agosto, mientras que las mayores temperaturas se presentan para los meses de Abril, Mayo y Octubre, caracterizándose el primer semestre del año por tener mayores temperaturas (CMGRD, 2019).

El sistema de lluvias en el municipio de Facatativá es bimodal, la precipitación anual varía entre 600 mm/año a 1200 mm/año, dividida en dos períodos de lluvia alternados con períodos secos. El primer período lluvioso ocurre en los meses de Marzo, Abril y Mayo, estos meses aportan alrededor de un 30 % de la precipitación total anual del municipio, por otro lado, el segundo período se presenta en Octubre y Noviembre, representando aproximadamente un 27 % de la precipitación total anual, siendo esta una característica importante, ya que puede presentar lluvias más fuertes según lo estipulado por el instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales – IDEAM (CMGRD, 2019).

A continuación, se presenta el comportamiento de las variables climáticas mensuales para el municipio de Facatativá, (Estación IDEAM – Base aérea Madrid).

Tabla 2. Condiciones climáticas mensuales (Estación aérea Base Madrid).

VARIABLE	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TEMPERATURA (°C)	13,4	13,5	13,7	14,0	14,1	13,9	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,7

PRECIPITACION (mm/mes)	19,5	40,5	54,2	70,8	76,2	51,4	42,6	41,2	45,7	80,9	73,5	40,8
HUMEDAD RELATIVA (%)	80	80	81	82	82	81	79	78	79	81	82	80
EVAPOTRANS. (mm/mes)	94,8	92,8	95,1	85,5	81,8	80,1	86,1	93,0	88,5	87,1	81,6	88,0

Fuente: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales - IDEAM.

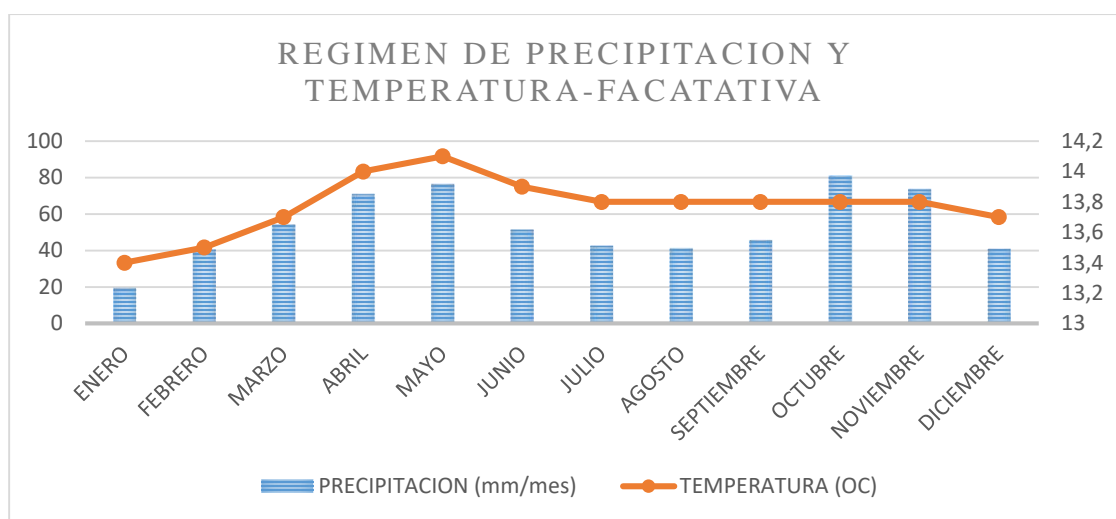


Ilustración 11. Comportamiento mensual de precipitación y temperatura - Facatativá.

Fuente: Basado en datos Base aérea Madrid – IDEAM.

Según las características de la zonificación de Caldas – Lang. En el municipio de Facatativá se presenta 5 zonas climáticas, con una predominancia del clima frío semihumedo, seguido de Paramo Bajo semihumedo, Paramo Bajo Húmedo y pequeñas zonas con características de Frío semiárido y Paramo Bajo Superhumedo.

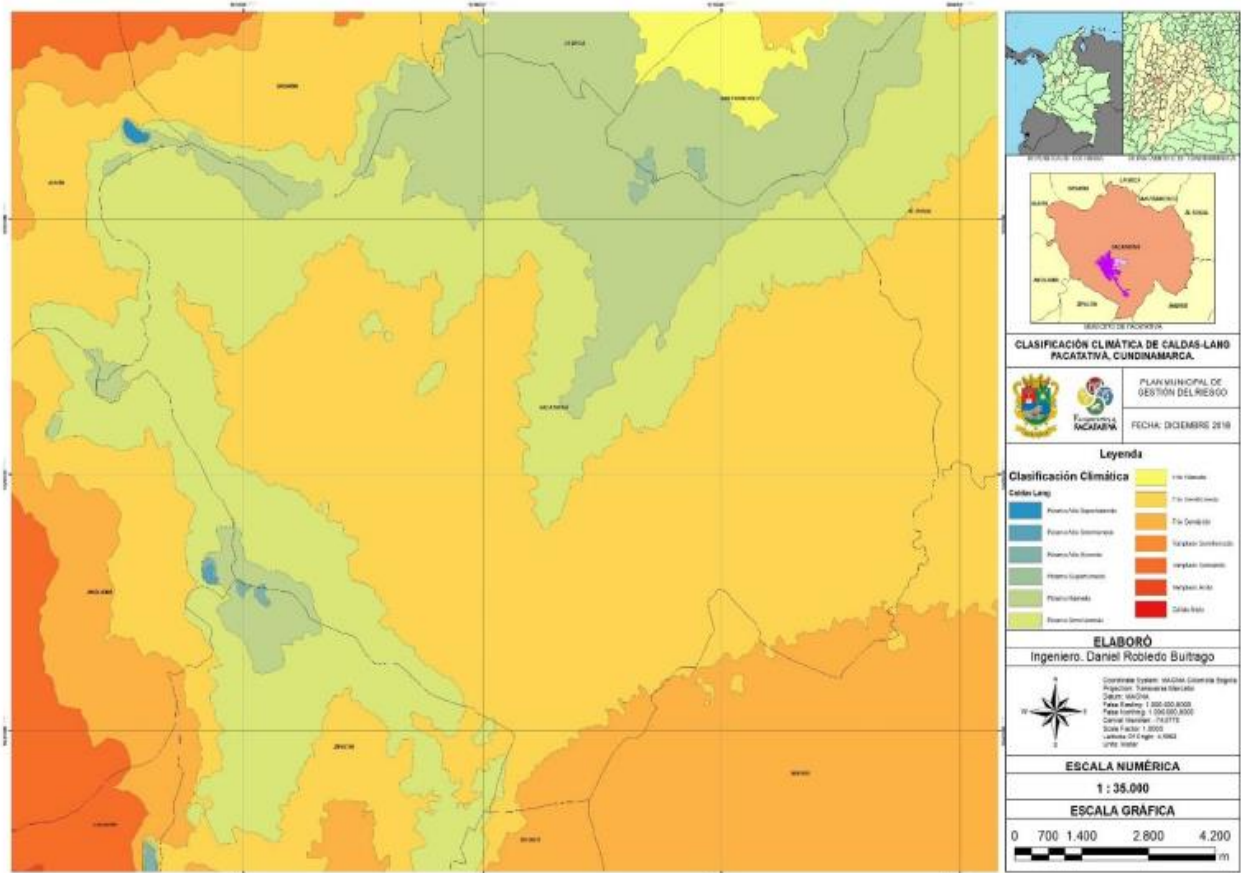


Ilustración 12. Clasificación climática de Caldas - Lang para el municipio de Facatativá.

Fuente: Plan municipal de gestión del riesgo de desastres municipio de Facatativá, 2019.

4.2.3.5. Hidrología

Según lo contemplado en el plan municipal de gestión del riesgo de desastres del municipio de Facatativá, Este cuenta con dos principales sistemas de drenajes, el primero está constituido por los que vierten sus aguas al Rio Botello y el segundo son aquellos que desembocan en el Rio Subachoque, Como se muestra en la ilustración 13 de la red hídrica del municipio (CMGRD, 2019).

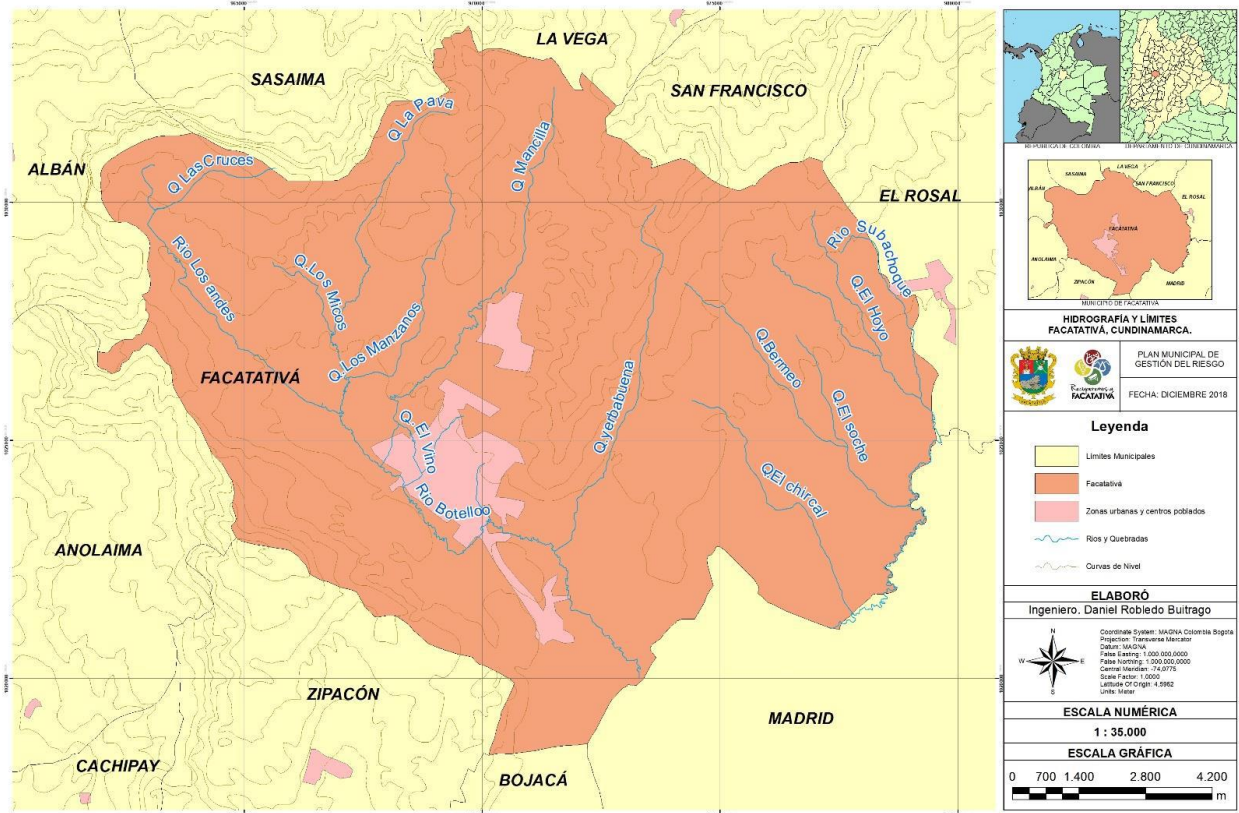


Ilustración 13. Red hídrica y límites geográficos del municipio de Facatativá.

Fuente: Plan municipal de gestión del riesgo de desastres municipio de Facatativá, 2019.

5. METODOLOGÍA

5.1. Designación de variables apropiadas para la aplicación del análisis espacial en la generación de mapas de información.

Para el desarrollo de la investigación el proceso metodológico se divide en las siguientes fases:

5.1.1. Determinación de la escala de trabajo

Escala espacial: De acuerdo al Decreto 1807 de 2014 en el artículo 5, para la presentación de estudios básicos para la inclusión de la gestión del riesgo dentro de los planes de ordenamiento territorial, la escala de trabajo de los estudios básicos es de 1:25.000 para zonas rurales y 1:5.000 para zona urbana. Sin embargo, de acuerdo con la disponibilidad de la información suministrada por la Alcaldía municipal, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, se trabajará a una escala de 1:100.000.

5.1.2. Definición del sistema de proyección

Generar la cartografía, la cual está basada en un sistema geodésico de referencia y en una proyección cartográfica. En la cartografía oficial del país, el IGAC adoptó en 2005 el sistema geodésico de referencia denominado Magna-Sirgas (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas). Siguiendo este parámetro, la cartografía se realiza con base en coordenadas geográficas Magna-Sirgas y coordenadas planas, proyección Gauss-Krueger, Colombia (Transversa de Mercator) (IDEAM, 2011). El sistema de coordenadas a utilizar, por lo tanto, se basa en los siguientes parámetros:

- Tipo de proyección: Geográfica (Lat/Lon)
- Esferoide: GRS 1980
- Datum: SIRGAS

Para el traslado de la información existente en coordenadas planas, los parámetros utilizados son los siguientes:

- Sistema de proyección: Transverse Mercator
- Esferoide: GRS 1980
- Datum: SIRGAS
- Factor de Escala: 1.0
- Longitud del meridiano central: $-74^{\circ}04'39.028500$ W
- Latitud de origen de la proyección: $4^{\circ}35'46.321500$ N
- Falso este: 1000000
- Falso norte: 1000000

5.1.3. Necesidades y validación de la información

Se genera la recopilación de la información secundaria y terciaria referente a la gestión del riesgo del municipio de Facatativá Cundinamarca, a través de la revisión cartográfica existente avalada por las autoridades correspondientes; del registro histórico de ocurrencia de eventos amenazantes ocurridos en la zona de estudios mediante la base de datos de identificación y seguimiento realizado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, conforme a lo establecido en la Ley 1523 del 2012, y demás estudios correspondientes. Teniendo en cuenta las directrices establecidas en la metodología general para la realización de estudios ambientales.

A continuación, se presenta un cuadro resumen en el que se identifican las distintas fuentes de información.

Tabla 3. Requerimientos de información.

ETAPA	TIPO DE RIESGO		INFORMACION REQUERIDA	DESCRIPCION	FUENTES
	INUNDACION	REMOCION EN MASA			
ANALISIS DE AMENAZAS	X	X	Mapa de pendientes	Mapa obtenido a partir del procesamiento (generación del Modelo digital del terreno), del mapa de curvas de nivel.	IGAC
	X	X	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
	X	X	Mapa Geológico	Cartografía de las unidades geológicas de la zona de estudio.	IGAC, Datos abiertos (DANE)
	X		Mapa Geomorfológico	Cartografía de las unidades y Sub unidades geomorfológicas	IGAC, Datos abiertos (DANE)
	X	X	Mapa Precipitación	Realización de isoyetas con información meteorológica.	IDEAM
			X	Mapa de Sismicidad	Establecer el Factor de sismicidad de acuerdo a la aceleración de pico efectiva de la zona de estudio.
ANALISIS DE VULNERABILIDAD	X	X	Mapa Infraestructura	Cartografía de vías primarias, secundarias y terciarias, dependiendo de la escala de análisis, además ubicación de infraestructura en general (construcciones, redes eléctricas, aeropuertos, etc. Según disponibilidad de información).	Imagen satelital tomada de SASPLANE T
	X	X	Mapa Actividad Económica	Se utiliza el mapa de uso actual o coberturas para	Mapa de coberturas e

				determinar la vulnerabilidad de las actividades económicas.	información del POT.
	X	X	Mapa Densidad de Predios	Mapa obtenido de información catastral y su relación especial.	POT y datos abiertos (DANE)
	X	X	Mapa Densidad 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.	Información del POT y DANE
ANALISIS DEL RIESGO	X	X	Mapa de Zonificación de Amenazas	Mapa de zonificación en categorías Baja, Media y Alta de las zonas expuestas a fenómenos amenazantes naturales.	Elaboración propia
	X	X	Mapa de Zonificación de Vulnerabilidad	Mapa de zonificación en categorías Baja, Media y Alta de las zonas vulnerables social, física y económica	Elaboración propia

Fuente: Autores, 2019.

5.2. Clasificación de la información secundaria por medio de la ponderación de variables y factores intrínsecos o de susceptibilidad.

5.2.1. Ponderación de variables y factores

La forma de ponderación propuesta se realiza mediante el método desarrollado por el matemático Thomas Saaty que consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un Modelo Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process- Proceso Analítico Jerárquico). Uno de los propósitos del método es permitir que los agentes decisores (expertos consultados) estructuren el problema en forma visual, mediante la construcción del modelo (IDEAM., 2011).

Una vez elaborado el Modelo Jerárquico, se realizan comparaciones de a pares entre dichos elementos (criterios, subcriterios y alternativas) y se atribuyen valores numéricos a las distinciones señaladas por los expertos, entregando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales. El AHP permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información, desintegrarla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizarla (IDEAM, 2011).

El proceso de Saaty, se fundamenta principalmente en el hecho de que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desglosa. Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por el mismo Saaty, que va desde 1 hasta 9, como se muestra en el siguiente cuadro (IDEAM., 2011).

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante				Igual importancia	Más importante			

Ilustración 14. Jerarquías Analíticas Saaty.

Fuente: (IDEAM, 2011).

5.2.2. Amenazas

De acuerdo con el alcance del proyecto, se realizó la selección de los fenómenos amenazantes naturales que generan una mayor incidencia dentro del territorio e incorporar dichas amenazas dentro de la planificación territorial para así minimizar el riesgo de desastres.

5.2.2.1. Fenómenos por remoción en masa

La metodología de Mora & Vahrson, fue desarrollada en Costa Rica por Sergio Mora y Wilhelm Guenther Vahrson, en el año 1993, el propósito de esta metodología es clasificar la amenaza por deslizamientos, utilizando indicadores morfodinámicos del terreno. Una de las características de este modelo es la elección de variables organizadas en dos factores. Los llamados factores de susceptibilidad (pendientes, litología, cobertura vegetal) y los factores de disparo (actividad sísmica, precipitación). Con estos factores es posible establecer las áreas de deslizamientos (Sandoval & Ruiz, 2017).

A nivel general, se puede expresar a través de la siguiente relación Matemática.

$$H = SUSC * DISP$$

$$H = EP * D$$

Donde

- H: Amenaza o grado de susceptibilidad a deslizamientos
- EP: Producto entre los elementos intrínsecos (susceptibilidad)
- D: Producto entre los elementos extrínsecos (de disparo)
- SUSC: Factores de susceptibilidad
- DISP: Factores de disparo

La composición de los elementos susceptibles o intrínsecos, que incluye geología (Sg), cobertura vegetal y uso del suelo (Sc) y Geomorfológico (Sr), adicionalmente, la sismicidad (Ds) y la intensidad de la precipitación (Dp) son incorporados como factores de disparo o factores externos. De tal forma que la combinación de estos factores da como resultado la amenaza (H) como se muestra en la siguiente ecuación.

$$H = (Sg * Sc * Sr) * (Ds + Dp)$$

Factores intrínsecos o de susceptibilidad

a. Geología

Luego del estudio de cada uno de los depósitos y formaciones que se encuentran en la zona de estudio y haciendo la comparación con las características de clasificación que establece la metodología Mora & Vahrson, se le asigna un valor numérico al factor de litología, conforme lo muestra la tabla 4 en el campo Factor Sg, haciendo una cualificación específica.

Tabla 4. Clasificación litológica.

Litología	calificación	Factor Sg
Aluvión: Grueso, permeable, compacto, nivel freático bajo. Calizas: duras, permeable. Rocas intrusivas: poco fisuradas, bajo nivel freático. Basaltos, andesita, ignimbritas y similares: Sanas, permeables y poco fisuradas. Rocas metamórficas: Sanas, poco fisuradas, nivel freático bajo.	Baja	1
Rocas sedimentarias: Poco alteradas, estratificación maciza, poco fisuradas, nivel freático bajo.	Moderado	2

Rocas intrusivas, calizas duras, lava, ignimbritas o metamórficas: medianamente fisuradas o alteradas, nivel freático a profundidades intermedias.		
Rocas sedimentarias, rocas intrusivas, calizas duras, lava, ignimbritas, tobas poco soldadas o metamórficas mediana a fuertemente alteradas. Niveles freáticos relativamente altos.	Medio	3
Aluviones fluvio lacustres, suelos piro clásticos poco compactados, rocas fuertemente alteradas.	Alto	4
Materiales aluviales, coluviales de muy baja calidad mecánica, rocas con estado de alteración avanzado, drenaje pobre. Se incluyen los casos 3 y 4 con niveles freáticos muy someros sometidos a grandes hidrodinámicos elevados.	Muy Alto	5

Fuente: Método de Mora y Vahrson, 1993.

b. Cobertura vegetal y uso del suelo

Haciendo uso de una imagen satelital, se realiza la clasificación supervisada mediante una interpretación visual y posterior delineación sobre la imagen, creando un shape de punto, asignando un valor de identificación según su clase, de tal manera que la entidad geográfica de una cobertura se identifica mediante un número de entidad único.

Tabla 5. Clasificación cobertura vegetal y uso del suelo.

Cobertura	Calificación	Factor Sc
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	Muy Baja	1
Tejido urbano continuo		
Tejido urbano discontinuo		
Zonas industriales o comerciales		
Instalaciones recreativas		
Arbustal denso	Baja	2
Herbazal denso de tierra firme		
Plantación forestal		

Mosaico de pastos con espacios naturales	Moderada	3
Cultivos confinados		
Mosaico de cultivos		
Mosaico de cultivos , pastos y espacios naturales		
Pastos enmalezados	Alta	4
Pastos limpios		
Mosaico de pastos y cultivos		
Cultivo de papa	Muy Alta	5
Zonas de extracción minera		

Fuente: Autores, 2019.

c. Geomorfológico

Se refiere al efecto que tiene la inclinación del terreno como agente pasivo en la susceptibilidad a deslizamientos, se supone que conforme se incrementa la pendiente, la probabilidad de que ocurra un deslizamiento aumenta también.

Tabla 6. Clasificación de pendiente.

Valor de Pendiente (%)	Calificación	Factor Sr
< 20	Muy Baja	1
21-40	Baja	2
41-60	Moderada	3
61-80	Alta	4
> 81	Muy Alta	5

Fuente: Autores, 2019.

Factores Externos o de Disparo

a. Precipitación

Inicialmente se identifican las estaciones climatológicas cercanas al municipio de Facatativá, de esta manera se procede a realizar suma de los promedios mensuales de precipitación media de 30 años considerado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) como el número de años para establecer una media climatológica, en este caso 1988-2017. Estos datos se exportan a la capa de ArcMap y de allí se procede a realizar la interpolación de los datos mediante la herramienta de Kriging, ya que es un método netamente estadístico que pondera los valores medidos circundantes para calcular una predicción de una ubicación sin mediciones.

Tabla 7. Categoría y calificación de rangos de amenaza.

Precipitación media anual (mm)	Calificación	Categoría de Amenaza
567-950	1	Muy Baja
951-1218	2	Baja
1219-1604	3	Moderada
1605-2086	4	Alta
2087-2719	5	Muy Alta

Fuente: Autores, 2019.

b. Sismicidad

La metodología Mora & Vahrson clasifica el valor del factor Ds en 10 rangos teniendo en cuenta los datos de “aceleración pico efectiva” (Aa) en la zona de estudio. Para el presente proyecto se trabajó con los datos dispuestos en el estudio general de amenaza sísmica de Colombia, desarrollado en 1996 por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), la Universidad de los Andes y el INGEOMINAS (Rodriguez et al., 2013).

El Municipio de Facatativá se encuentra en una zona de amenaza sísmica intermedia presentando una aceleración pico efectiva de 0.20. Teniendo en cuenta este valor de Aa de 0.20, se pasa a m/s² multiplicando por la aceleración de la gravedad (9.81m/s²) para comparar este número con los rangos establecidos por la metodología Mora & Vahrson y así lograr un valor para el factor Ds.

$$0.20 * 9.81 \frac{m}{s^2} = 1.962 m/s^2$$

Al verificar este valor en la tabla 8, éste se encuentra dentro del rango 1,227-2,011, por lo tanto, se clasifica como una intensidad sísmica muy Baja con un factor Ds igual a “1.”

Tabla 8. Clasificación por actividad sísmica.

Intensidad MM	Aceleraciones Pico (% g)	Aceleración PGA (m/s²)	Cualificación	Factor Ds
III	1-12	0,098-1,226	Muy Bajo	1
IV	13-20	1,227-2,011		
V	21-29	2,012-2,894	Bajo	2
VI	30-37	2,895-3,679		

VII	38-44	3,680-4,365	Moderado	3
VIII	45-55	4,366-5,445		
IX	56-65	5,446-6,426	Alto	4
X	66-73	6,427-7,210		
XI	74-85	7,211-8,388	Muy Alto	5
XII	>85	>8,389		

Fuente: Método Mora y Vahrson 1993.

Zonificación

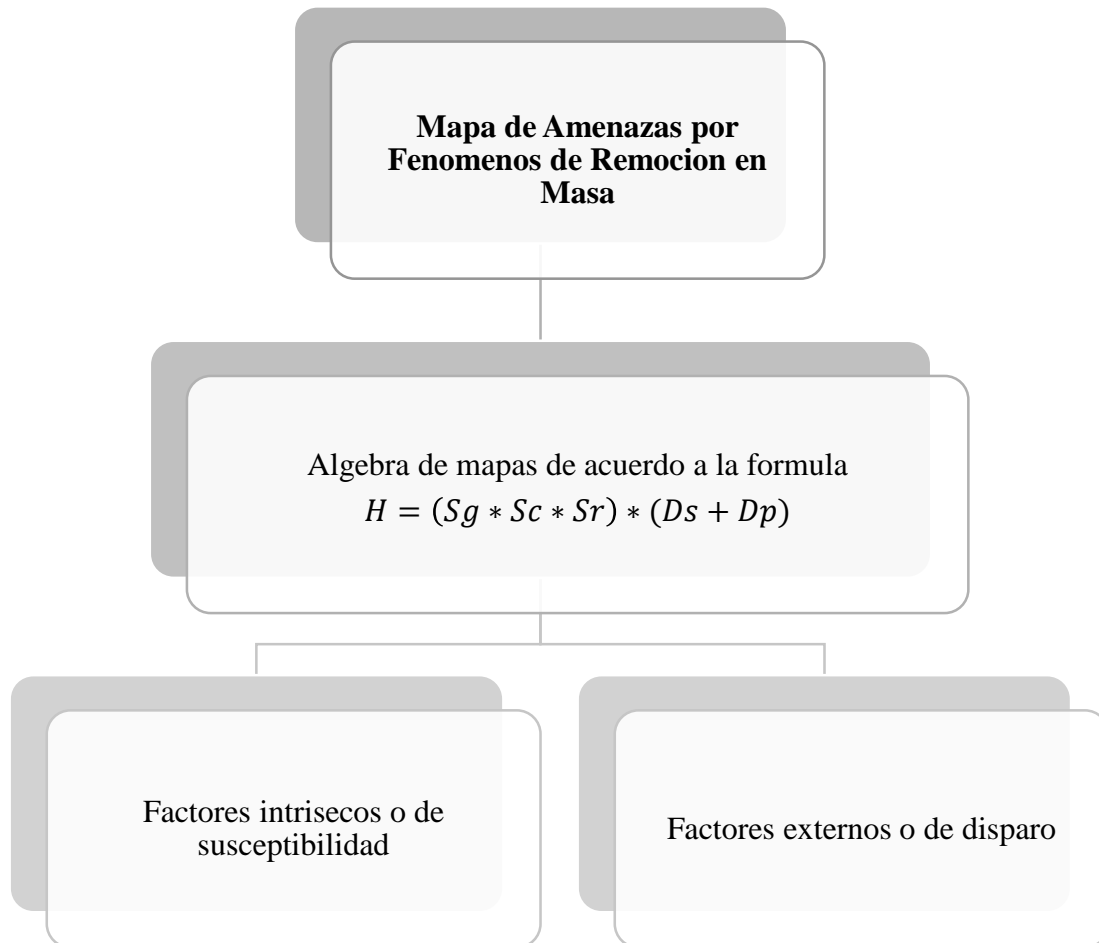


Ilustración 15. Zonificación de Amenaza por fenómenos de Remoción en Masa.

Fuente: Autores, 2019.

5.2.2.2. Inundación

a. Geomorfología

Mediante la herramienta de selección de atributos, se selecciona la capa de geomorfología que se obtuvo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a escala 1:25.000, seguidamente se procede a seleccionar la herramienta de intersecar, la cual calcula una intersección geométrica de las entidades de entrada que se interceptan con el municipio de Facatativá, obteniendo de esta manera un nuevo shape con las áreas y características del municipio donde predominan las geo formas de origen fluvial y estructural denudativo, donde los relieves planos encharcables tienen una mayor susceptibilidad a la ocurrencia de inundaciones.

Tabla 9. Clasificación por Sub Unidad Geomorfológica.

Sb unidad Geomorfológica	Calificación	Calificación de la Amenaza
Promontorios de desechos de cantera		
Ladera estructural de sierra homoclinal denudada	1	Muy Bajo
Cerros residuales		
Canteras		
Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal		
Ladera estructural denudada y residual	2	Bajo
Conos de talus		
Comisas estructurales		
Escarpe de línea de falla		
Ladera de contrapendiente estructural		
Laderas estructurales anticlinales		

Cono de deslizamiento traslacional antiguo		
Cono de deslizamiento traslacional reciente	3	Moderado
Planchas estructurales denudadas		
Conos y lóbulos coluviales y solifluxio		
Planicies y deltas lacustrinos		
Conos de deyección	4	Alto
Planicies o llanuras de inundación		
Meandros abandonados	5	Muy Alto
Cuencas de decantación fluvial		

Fuente: Autores, 2019.

b. Pendientes

A través de la fotografía aéreas digital obtenida del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y mediante la herramienta de Spatial Analyst, se identifica la pendiente (gradiente o tasa de cambio máximo en el valor z) desde cada celda de una superficie de ráster, obteniendo una inclinación y clasificación de la pendiente calculada en grados.

Tabla 10. Clasificación de pendientes en rangos de Amenaza.

Valor de pendiente (%)	Calificación	Calificación de la amenaza
>81	1	Muy Baja
61-80	2	Baja
41-60	3	Moderada
21-40	4	Alta
<20	5	Muy Alta

Fuente: Autores, 2019.

c. Litología

Teniendo como referente las unidades y características geológicas para el municipio de Facatativá, se procede a realizar la clasificación por tipo de permeabilidad, de las cuales la ponderación de susceptibilidad se establece de acuerdo a parámetros aproximados de permeabilidad según el tipo de roca, dados por la guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100.000.

Tabla 11. Clasificación por tipo de permeabilidad.

Litología	Geología	Permeabilidad	Calificación de la Amenaza	Calificación
Arsénicas: Sedimentos Clásticos de grado medio a grueso de composición cuarzosa y ocasionalmente subarcosica, estratificadas en capas delgadas a muy gruesas	Rocas Intermedias	Semi permeable	1	Muy Bajo
	Rocas duras	Semi permeable	2	Bajo
Gravas y Arenas: Sedimentos clásticos, con partículas de tamaño variado y de composición heterogénea e intercalaciones de limo y arcillas	Suelos Residuales	Semi permeable	3	Medio
Aluviales y lacustres: Depósitos composición heterogénea y tamaño heterométrico de formas subredondeada a redondeada en matriz arenolimosas con niveles de arenas, limos y arcillas	Suelos Transportados	Impermeable	4	Alto

Coluviales: Materiales de composición heterogénea tamaño y forma en general angular, con matriz arenolimsa y limo arcillosa	Suelos Coluviales	Impermeable	5	Muy Alto
--	-------------------	-------------	---	----------

Fuente: Autores, 2019.

d. Precipitación

Para este caso, se tuvieron en cuenta los valores de precipitación media multianual, a partir de las isoyetas realizadas para el municipio de Facatativá, en el periodo de estudio establecido.

Tabla 12. Clasificación por tipo de amenaza.

Precipitación media anual (mm)	Calificación	Categoría de Amenaza
900-1000	1	Muy Baja
1001-1100	2	Baja
1101-1200	3	Moderada
1201-1300	4	Alta
<1301	5	Muy Alta

Fuente: Autores, 2019.

e. Huella de inundación

Para la realización de mapa de huella de inundación para el municipio, se obtiene la información de ríos de Colombia, se realiza una selección por localización de los ríos permanentes en el municipio de Facatativá, seguidamente se realiza un clip con la capa Facatativá y se procede a realizar un buffer múltiple a través de la herramienta zona de influencia de anillos múltiples cada 100 metros.

Tabla 13. Clasificación de amenaza para huella de inundación.

Distancia mts	Calificación	Calificación de Amenaza
>500	1	Muy Bajo
400	2	Bajo
300	3	Moderado
200	4	Alto
100	5	Muy Alto

Fuente: Autores, 2019.

Zonificación

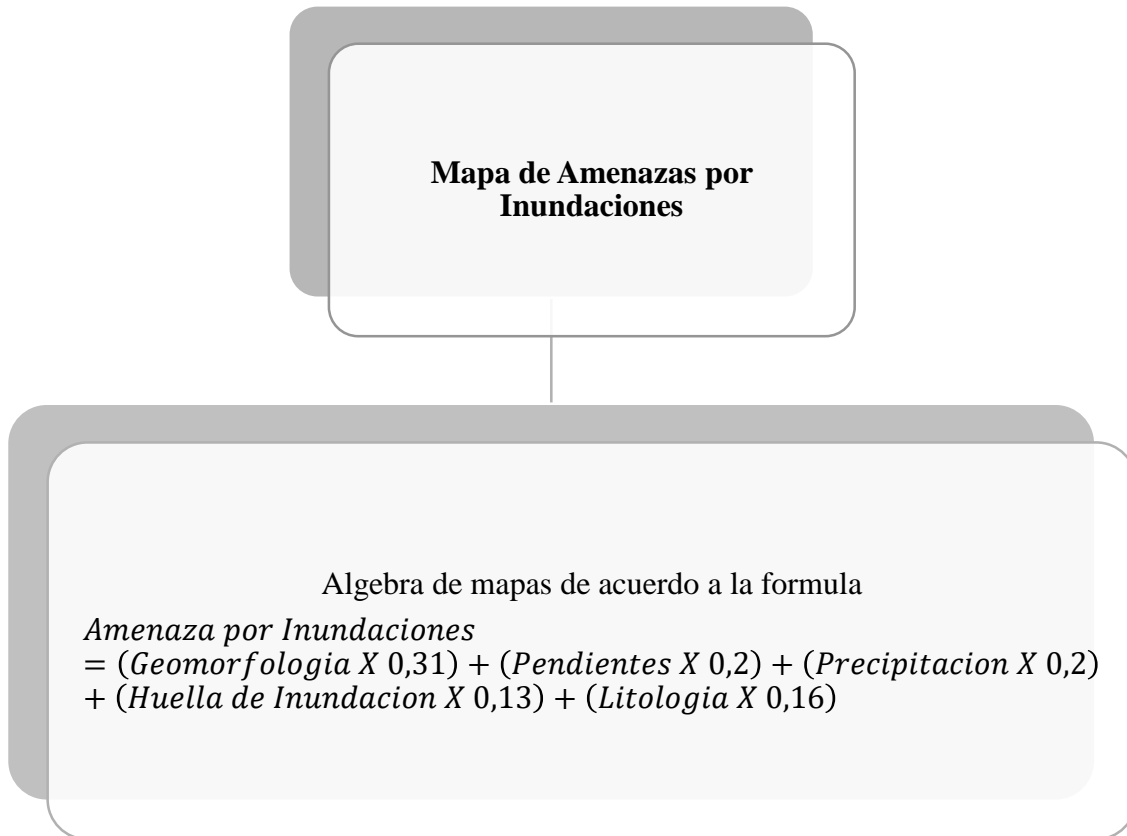


Ilustración 16. Zonificación de Amenaza por Inundaciones.

Fuente: Autores, 2019.

5.2.3. Vulnerabilidad

Vulnerabilidad Física

Para determinar el valor de la vulnerabilidad física se tuvo como base el grado de afectación de cada uno de los elementos que se encuentran expuestos frente a la zona de amenaza y el evento a ser evaluado (Acero, 2017). Para llevar a cabo este estudio, los elementos evaluados a considerar fueron las infraestructuras viales del municipio como se muestra en la tabla 14.

a. Vulnerabilidad por infraestructura Vial

Un aspecto fundamental de la calidad y la seguridad de una vía terrestre es su vulnerabilidad ante los eventos naturales destructivos, (inundaciones, fenómenos de remoción en masa, entre otros), porque de esta dependerá no solamente la capacidad de atender emergencias causadas por los eventos en las comunidades y/o sectores productivos, sino también la rapidez de recuperación posterior a la emergencia.

Tabla 14. Clasificación por infraestructura vial.

Distancia de la vía (metros)	Calificación	Categoría vulnerabilidad
100	1	Muy Baja
200	2	Baja
300	3	Moderada
400	4	Alta
500	5	Muy Alta

Fuente: Autores, 2019.

Este procedimiento se realiza mediante la identificación de vías para Facatativá usando la cartografía base a escala 1:100.000 obtenida del IGAC, y se realiza un buffer cada 100 metros en el cual se pueda apreciar las zonas de influencia.

b. Vulnerabilidad por densidad de predios

Según la distribución predial, se puede aproximar los daños ocasionados por fenómenos amenazantes de origen natural (inundaciones y fenómenos de remoción en masa).

Tabla 15. Clasificación Densidad de predios.

Densidad de predios	Calificación	Categoría vulnerabilidad
>75	1	Muy Baja
76 – 154	2	Baja
155 – 265	3	Moderada
266 – 412	4	Alta
413 – 18801	5	Muy Alta

Fuente: Autores, 2019.

Vulnerabilidad social

La capacidad que tiene una comunidad para responder ante la ocurrencia de un evento natural que afecte sus condiciones normales de vida, está relacionada directamente con la vulnerabilidad social.

a. Vulnerabilidad por densidad poblacional

Mediante este mapa se pretende interpretar la vulnerabilidad de la población a partir del indicador de ocupación o grado de presencia de la población, el cual se obtiene a partir del censo poblacional realizado por el DANE, de esta manera proceder a clasificar de mayor o menor grado de vulnerabilidad según pueda darse en un determinado territorio.

Tabla 16. Clasificación Densidad poblacional.

Densidad poblacional	Calificación	Categoría vulnerabilidad
>90	1	Muy Baja
91 – 685	2	Baja
686 – 1182	3	Moderada
1183 – 2045	4	Alta
2046 - 126239	5	Muy Alta

Fuente: Autores, 2019.

Vulnerabilidad Económica

La vulnerabilidad económica se mide por los activos económicos que posee la población, lo cual evidencia la capacidad que tiene dicha población para superar un desastre natural. Se define por el nivel de ingresos o la disposición de los habitantes para satisfacer sus necesidades básicas (Acero, 2017). Las personas presentan alta vulnerabilidad cuando no alcanzan a satisfacer dos o más necesidades básicas, para poder determinar el valor de vulnerabilidad en el ámbito económico fue necesario tener en cuenta la clasificación de cobertura y usos del suelo del municipio de Facatativá.

a. Vulnerabilidad por Actividad Económica

Referida como las áreas de importancia en la elaboración de bienes y servicios que alcanzasen a ser afectadas por la ocurrencia de fenómenos amenazantes de origen natural y antrópico.

Tabla 17. Clasificación cobertura y usos del suelo.

Cobertura y usos del suelo	Calificación	Categoría vulnerabilidad
Red val, ferroviaria y terrenos asociados		
Tejido urbano continuo	1	Muy Baja
Tejido urbano discontinuo		
Instalación recreativas		
Arbustal	2	Baja
Herbazal		
Zonas industriales o comerciales	3	Moderada
Zonas de extracción minera		
Mosaico de pastos con espacios naturales		

Plantación forestal	4	Alta
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales		
Pastos enmalezados	5	Muy Alta
Pastos limpios		
Cultivos confinados		
Mosaico de pastos y cultivos		
Tubérculos		
Mosaico de cultivos		

Fuente: Autores, 2019.

Zonificación

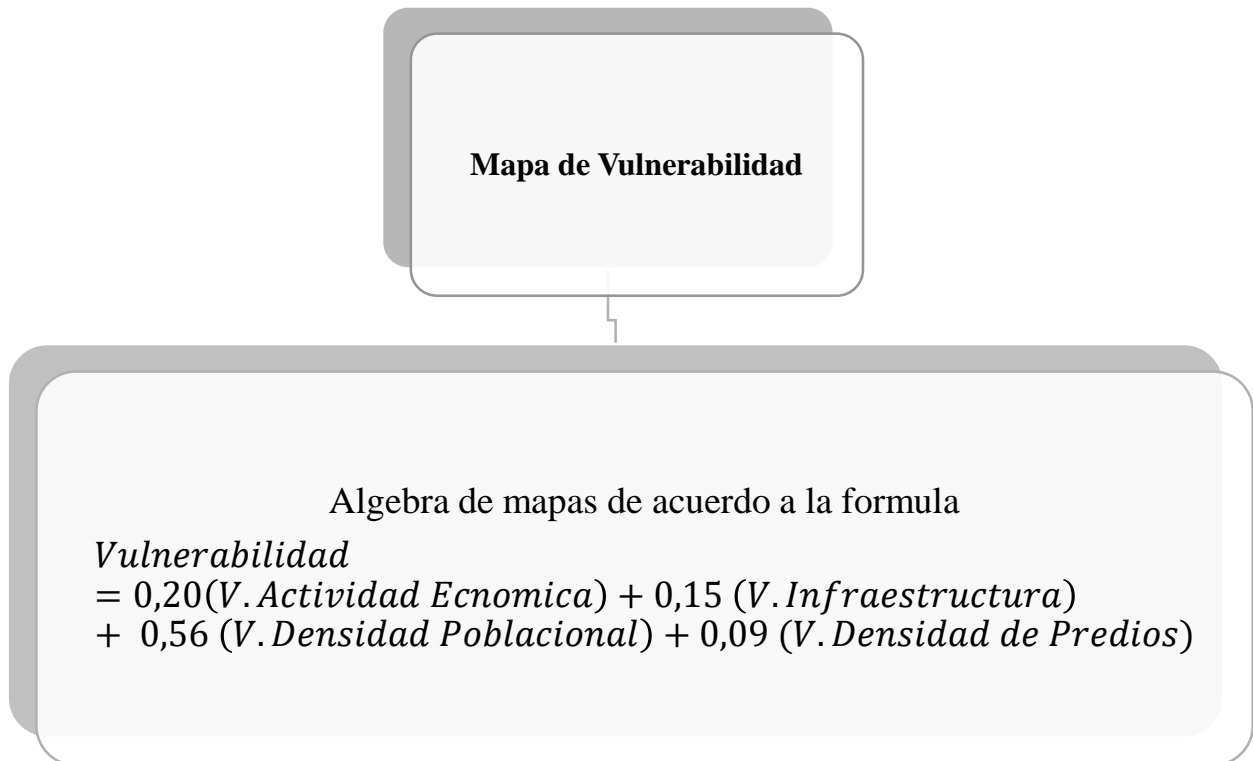


Ilustración 17. Zonificación de Vulnerabilidad

Fuente: Autores, 2019.

5.2.4. Riesgo

Zonificación

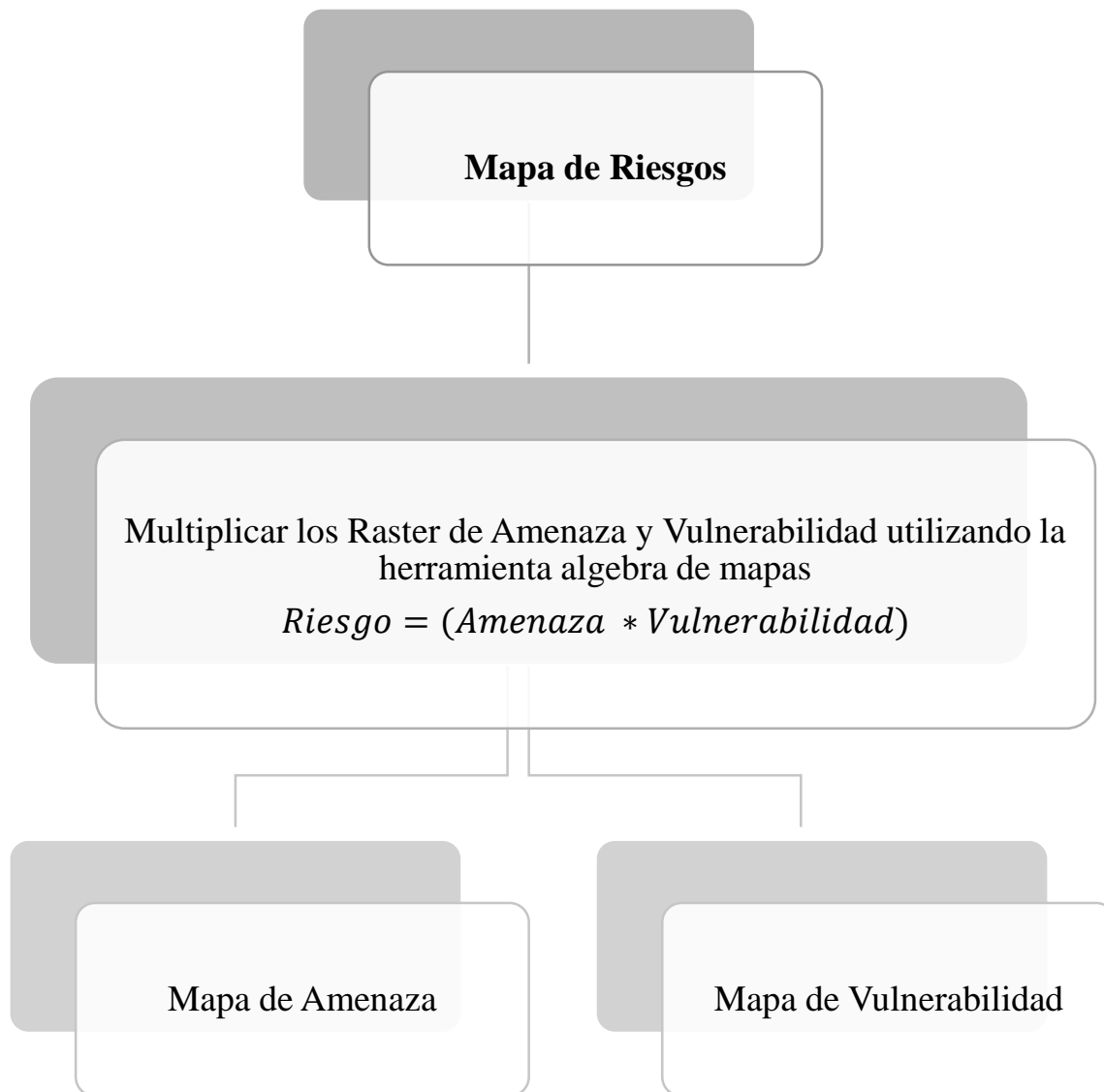


Ilustración 18. Zonificación de Riesgo.

Fuente: Autores, 2019.

5.3. Elaboración de la cartografía base y geodatabase en ArcGIS para el área de estudio

En primera instancia, se realizó una revisión de las diferentes metodologías aplicadas a nivel nacional e internacional para la creación de un mapa de riesgos por inundaciones y remoción en masa. Estas metodologías se dividen de acuerdo con el tipo de herramienta que se implemente para el análisis. Cuando se estima los dos componentes del riesgo (vulnerabilidad y amenaza) se conoce como completa. De lo contrario, si solo se estima una sola componente del riesgo, se define como parcial. También puede ser dividida en cualitativas o cuantitativas, según si obtienen o no un valor numérico (Casona, 2017).

La elaboración de las ilustraciones cartográficas, cada uno de los grados de severidad para Facatativá, se realizaron mediante uso de las herramientas del software de Sistema de Información Geográfica ArcGis con la versión 10.4. La selección de este software fundamenta en su amplia selección de herramientas las cuales son de facilidad de manejo, presión en la información obtenida, por lo cual presenta el valor agregado de la compatibilidad con diferentes bases de datos. Por lo tanto, es de gran uso en las jurisdicciones de orden local, regional y nacional.

Así que la metodología se fundamenta en la evaluación de cada uno de los componentes del riesgo, esto es la amenaza y la vulnerabilidad, a través de una metodología paramétrica, con enfoque espacial, apoyada en sistemas de información geográfica, aproximación metodológica; que se basa en la ponderación y calificación secuencial de los diversos factores generadores de amenaza y vulnerabilidad a remoción en masa e inundaciones, para así llegar a la identificación del riesgo (UNGRD, 2015).

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A partir de la metodología planteada, se obtuvo para cada fenómeno amenazante (Remoción en masa e inundación) un mapa de zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. De igual manera, se analizaron cada uno de los escenarios de riesgo por fenómeno amenazante, para determinar causas y posibles consecuencias para el municipio de Facatativá, para a partir de este análisis proponer acciones y recomendaciones para disminuir el riesgo en el municipio.

6.1. AMENAZA

6.1.1. Fenómenos por Remoción en Masa

Factores intrínsecos o de susceptibilidad

a. Geología

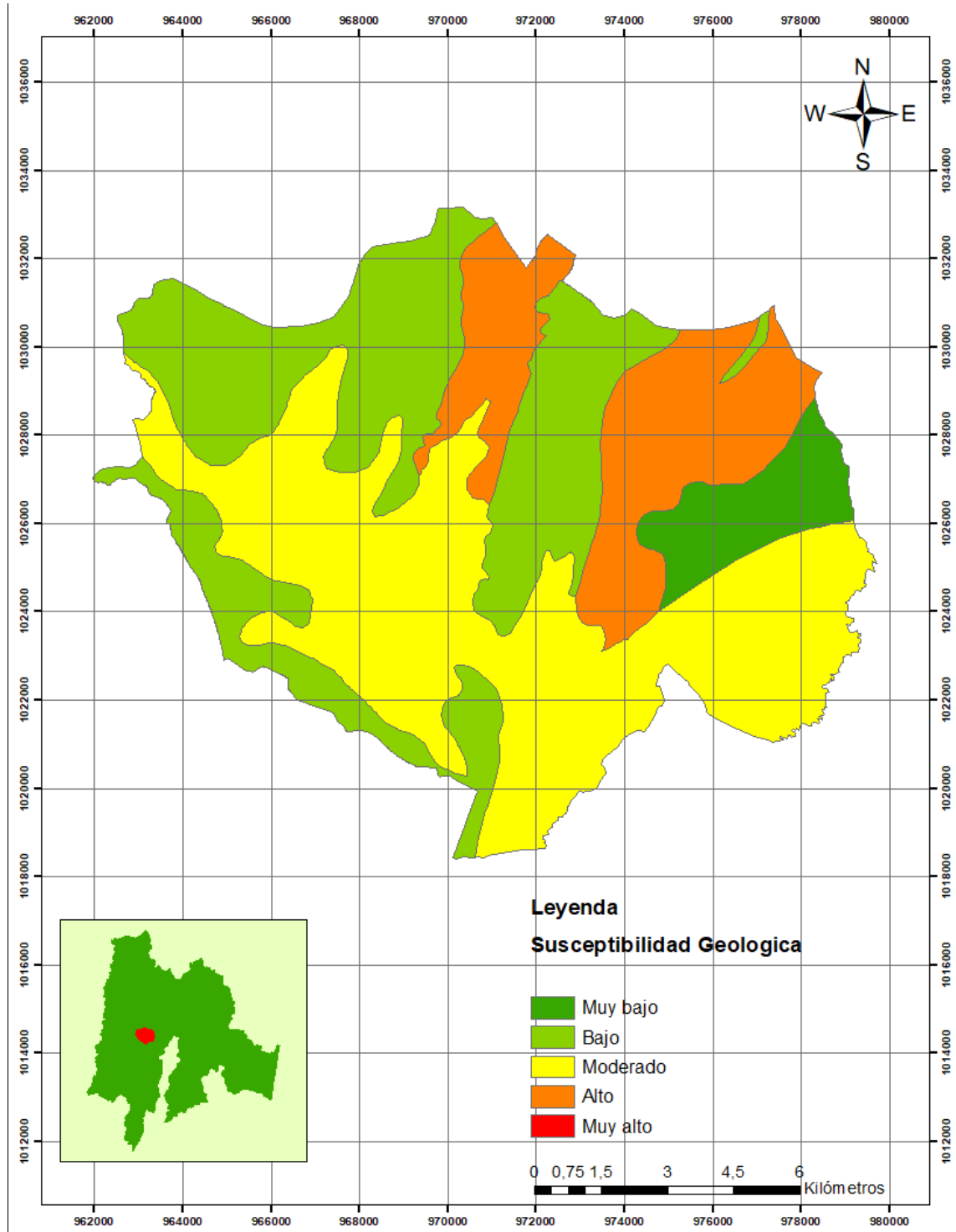


Ilustración 19. Susceptibilidad Geológica según metodología Mora y Vahrson. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

b. Coberturas vegetales y usos del suelo

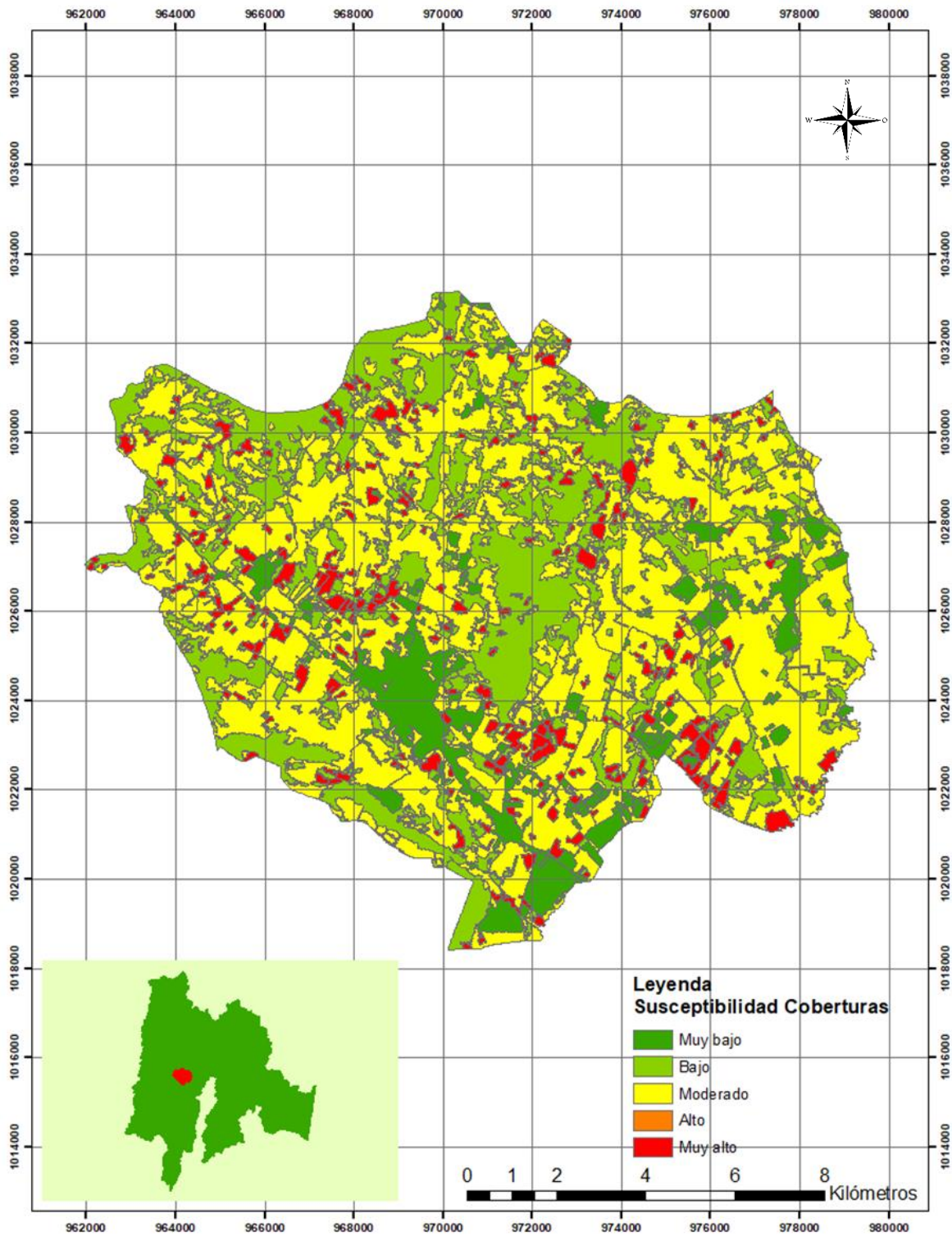


Ilustración 20. Susceptibilidad de Coberturas y uso del suelo. Escala 1:100.000

Fuente: Autores, 2019.

c. Geomorfológico

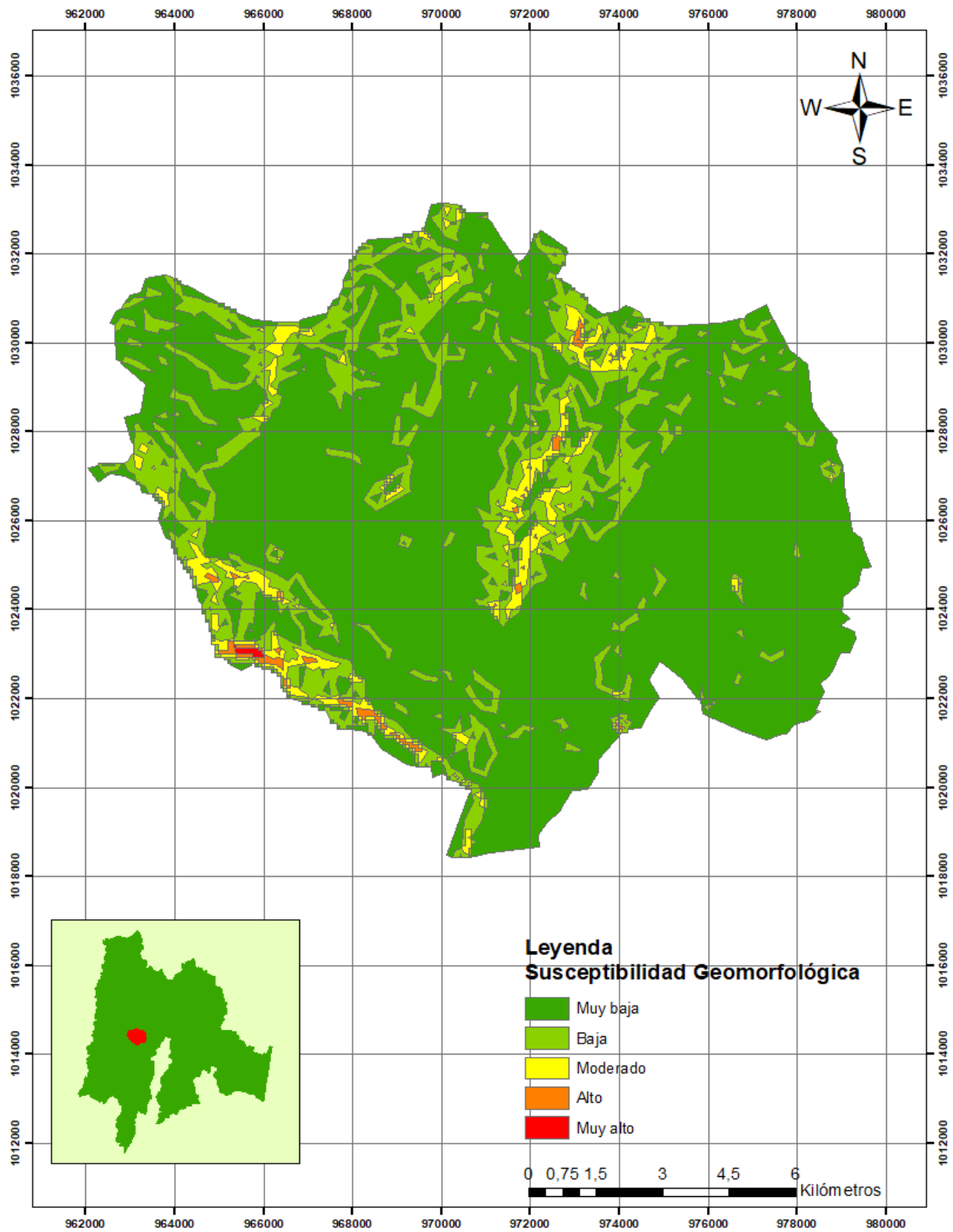


Ilustración 21. Susceptibilidad Geomorfológica clasificado según metodología Mora y Vahrson. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

Factores Externos o de Disparo

a. Precipitación

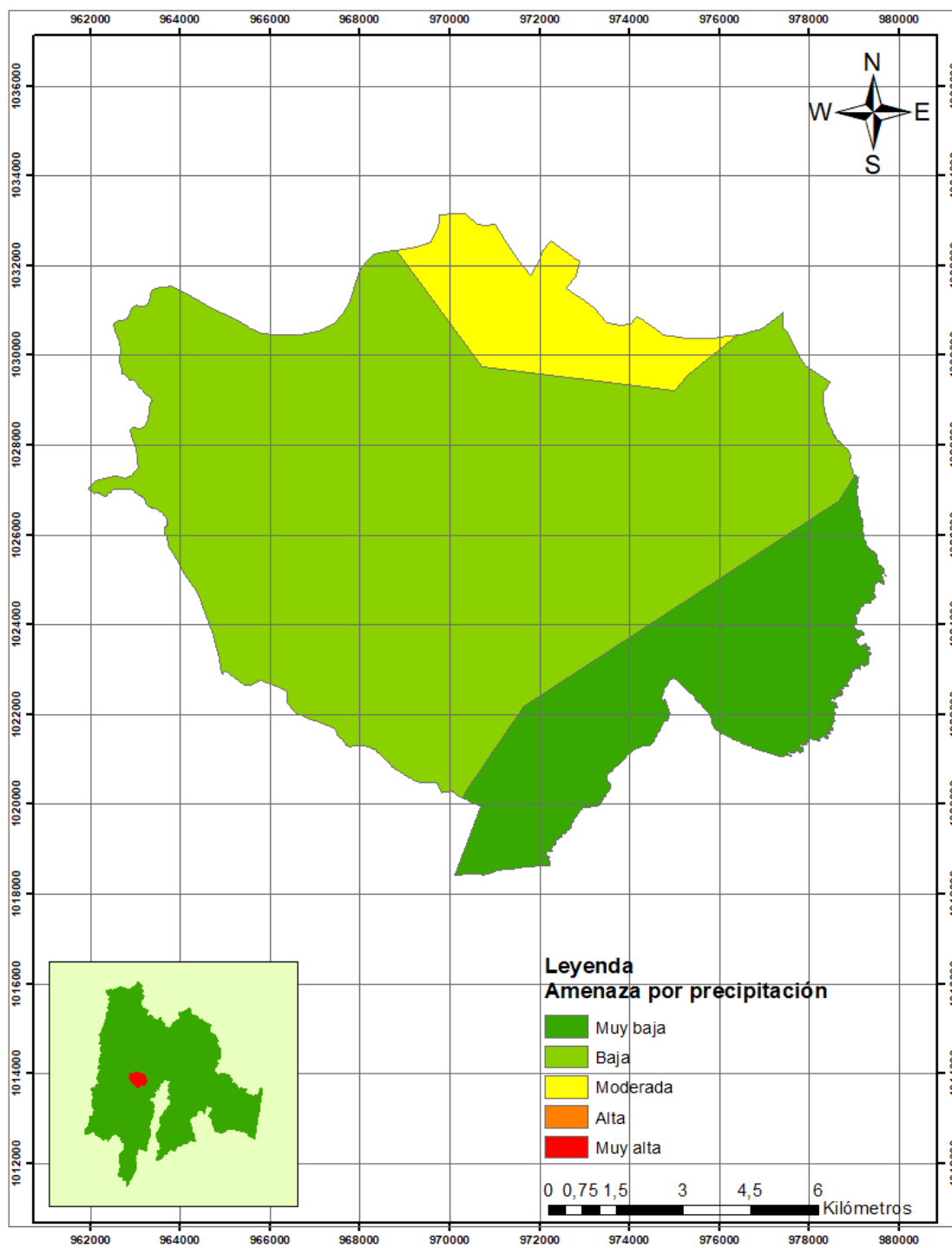


Ilustración 22. Factor detonante por precipitación. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

b. Sismicidad

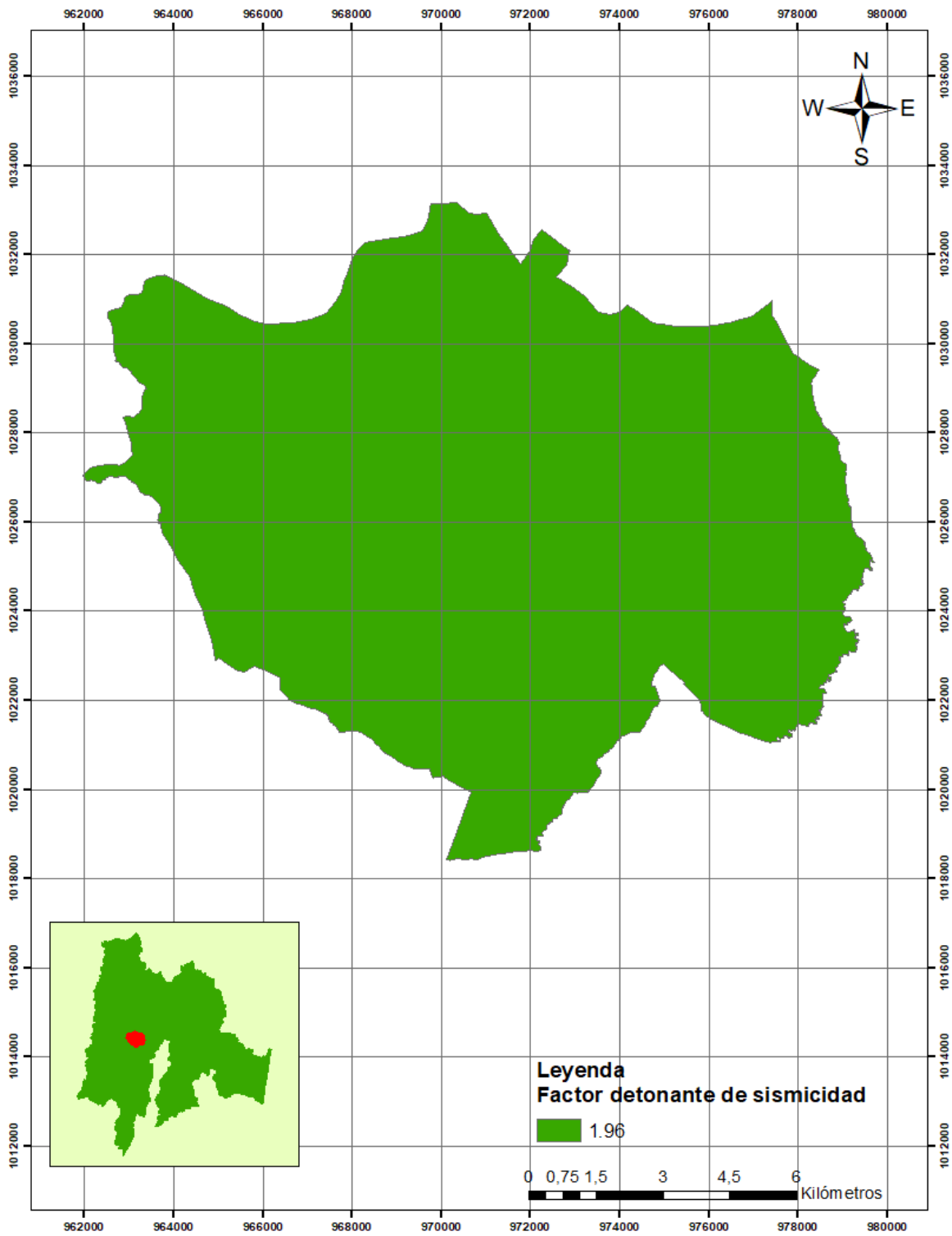


Ilustración 23. Factor detonante de sismicidad. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

Se presenta el mapa de Fenómeno por Remoción en Masa, donde la tendencia suele ser baja con un porcentaje de 48%, el cual equivale a un área de 75.9Km² de todo el territorio facatativeño (158Km²), y tan solo el 2.3% (3.6Km²) tiene un grado de probabilidad muy alto de experimentar este tipo de eventos.

Tabla 18. Cuantificación de Amenaza de Fenómeno por Remoción en Masa.

AMENAZA		
FENÓMENOS POR REMOCIÓN EN MASA		
Grado de severidad	Área (Km²)	%
Muy Bajo	75,9	48,0
Bajo	47,2	29,9
Moderado	18,7	11,8
Alto	12,5	7,9
Muy alto	3,6	2,3
	158,0	100

Fuente: Autores, 2019.

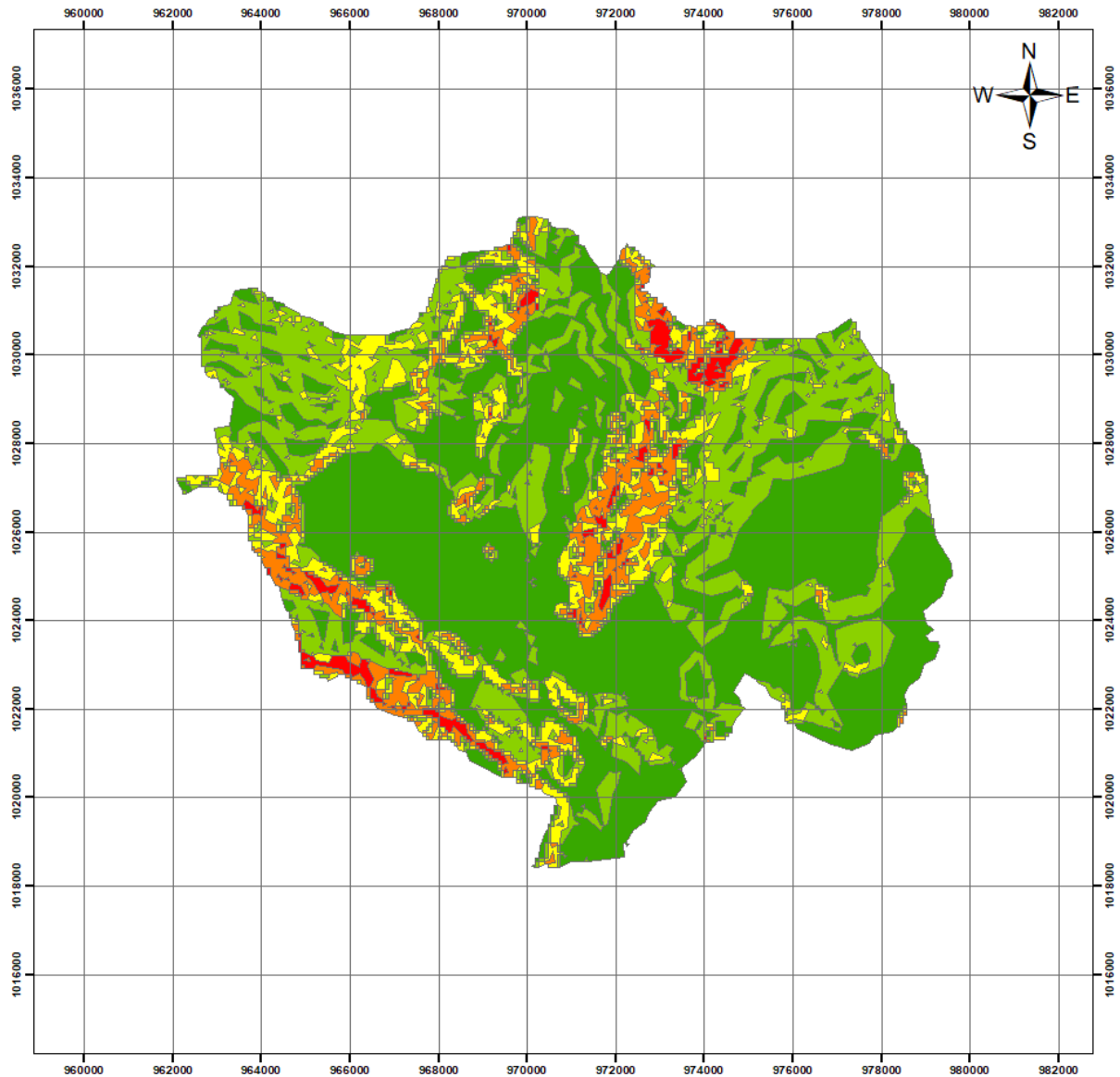


Ilustración 24. Mapa de Amenaza por Fenómenos de remoción en masa para el municipio de Facatativá Cundinamarca. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

Según los resultados obtenidos, mediante la aplicación de la metodología para la determinación de amenaza por fenómenos de remoción en masa para el municipio de Facatativá, Se determinó que el municipio se encuentra bajo categoría de Amenaza Baja y Muy baja por Movimientos en Masa (Ilustración 24) con porcentajes de 29,9 y 48% respectivamente, el 11,8% indica el área que se clasifica como amenaza Moderada y el restante 10,2% se clasifica como categoría de amenaza Alta y Muy alta.

Para el caso de Amenaza alta, se presenta en laderas con movimientos en masa activos, tales como flujos de tierra desarrollados principalmente sobre suelos residuales depósitos coluviales. Algunos de los procesos identificados en el municipio, han generado daños considerables sobre algunas de las infraestructuras. La parte baja de la zona de estudio tiene influencia directa del cauce del río Botello, el cual por su dinámica de erosión y deposición ha desarrollado procesos de socavación lateral con posterior desconfinamiento de ladera, derivándose así en la generación de algunos deslizamientos. La Amenaza Media, se presenta en los sectores de laderas que localmente despliega una pendiente baja a moderada sin evidencias de inestabilidad actual, pero que son susceptibles a la generación de movimientos en masa. Son aledañas a las zonas que presentan amenaza alta, conformadas por depósitos coluviales, aluviales y suelos residuales.

Finalmente, para las zonas que se encuentran en nivel de amenaza Baja y Muy Baja, son áreas que no presentan evidencias de inestabilidad actual, son por lo general de pendiente media a baja, conformadas principalmente por ser zonas urbanizadas; que presenta escasos procesos de erosión y cobertura ya que son áreas construidas que actúan como barrera ante la

acción de los procesos de erosión hídrica. Por lo tanto, se puede decir que el municipio de Facatativá de manera general presenta una amenaza baja frente a fenómenos de remoción en masa.

6.1.2. Inundaciones

a. Geomorfología

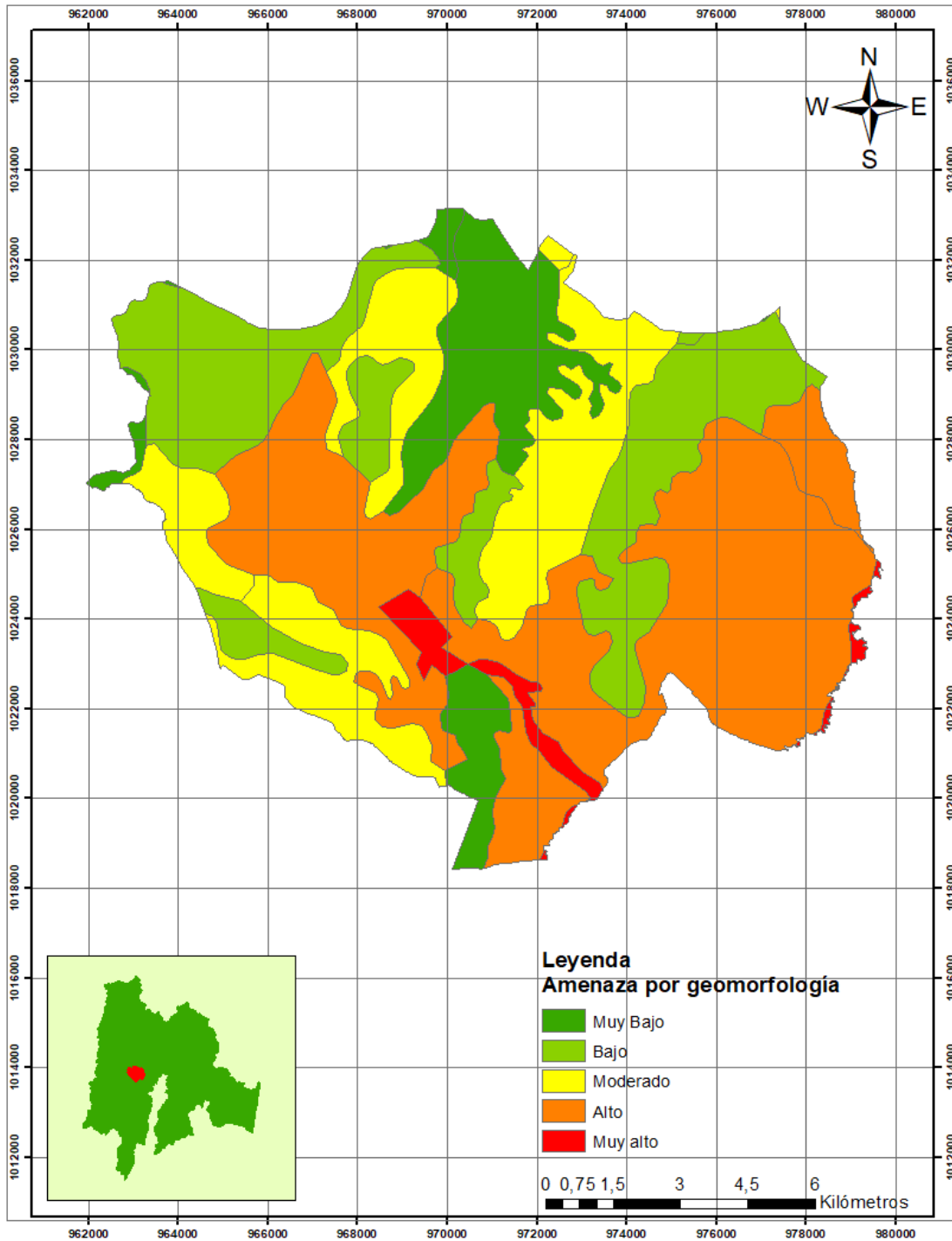


Ilustración 25. Susceptibilidad por Geomorfología. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

b. Pendientes

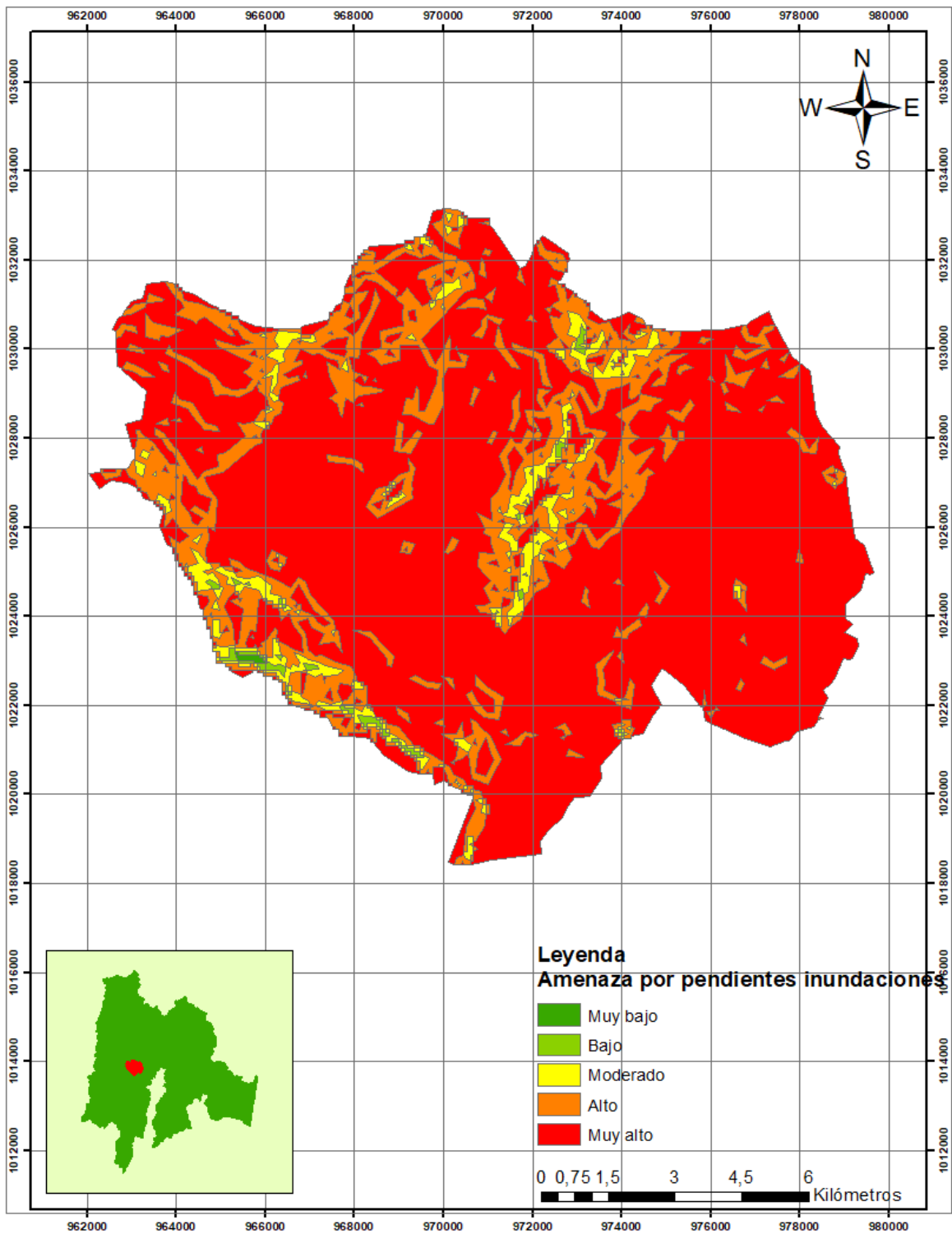


Ilustración 26. Susceptibilidad por pendientes. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

c. Litología

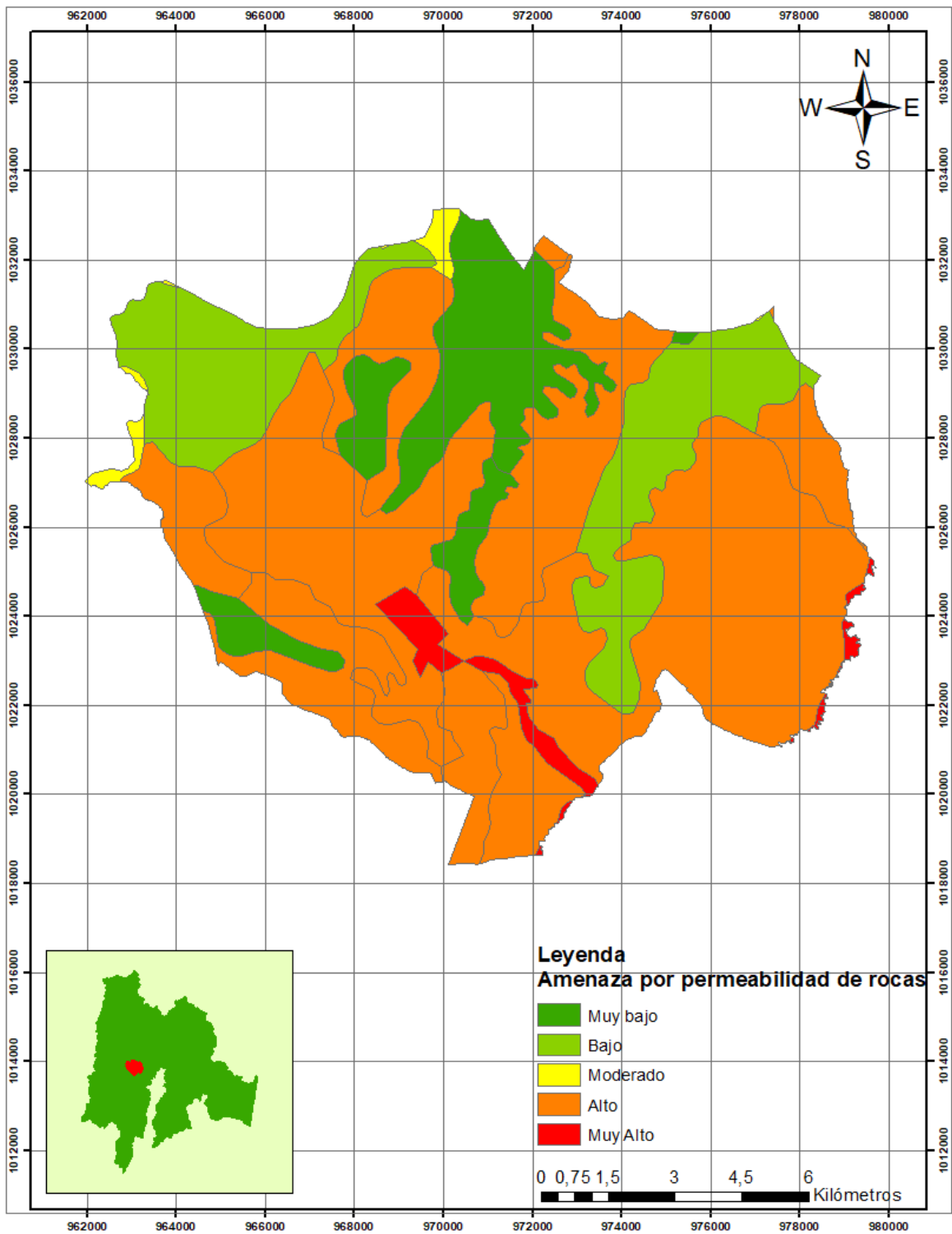


Ilustración 27. Susceptibilidad por permeabilidad de rocas. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

d. Precipitación

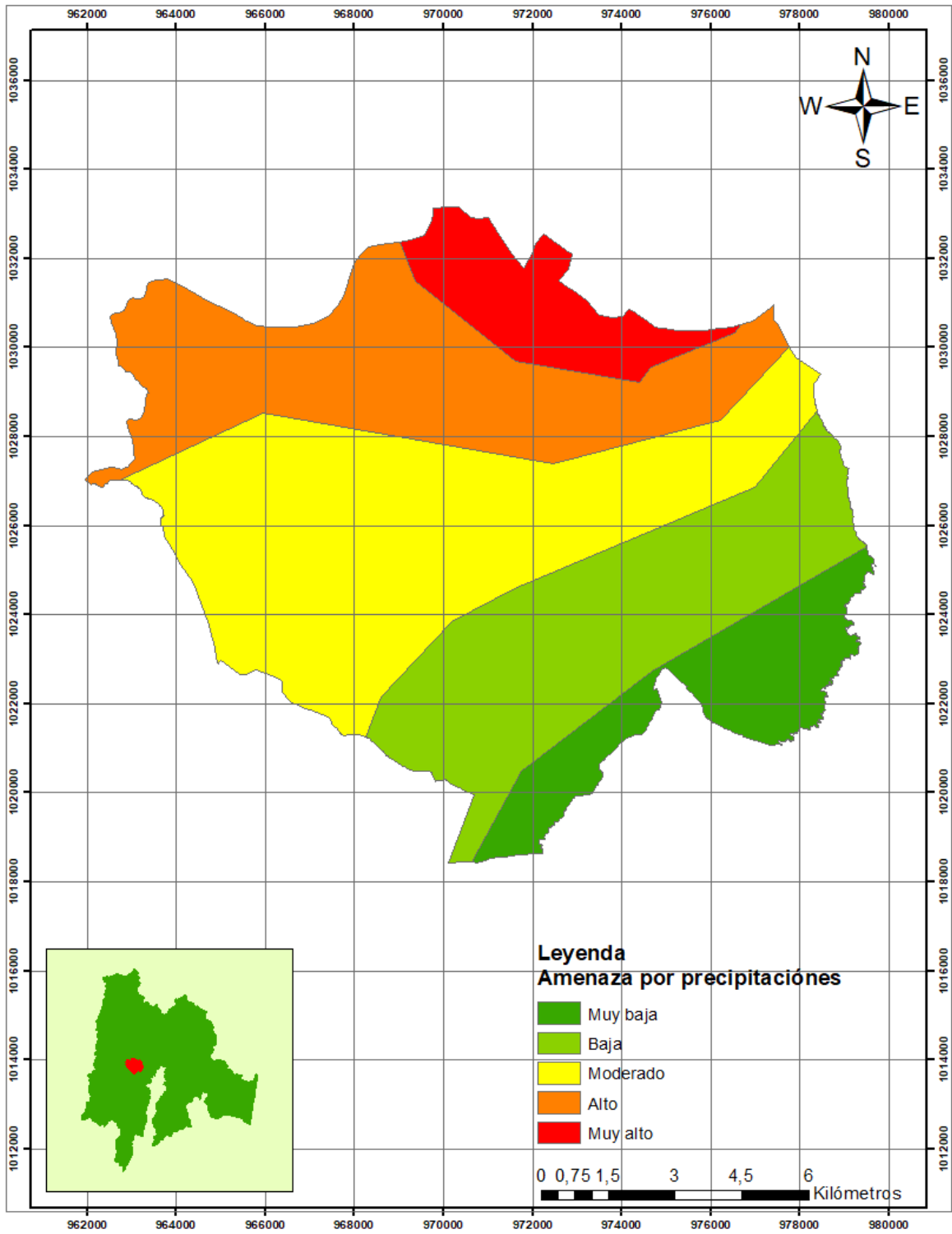


Ilustración 28. Susceptibilidad por precipitación. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

e. Huella de inundación

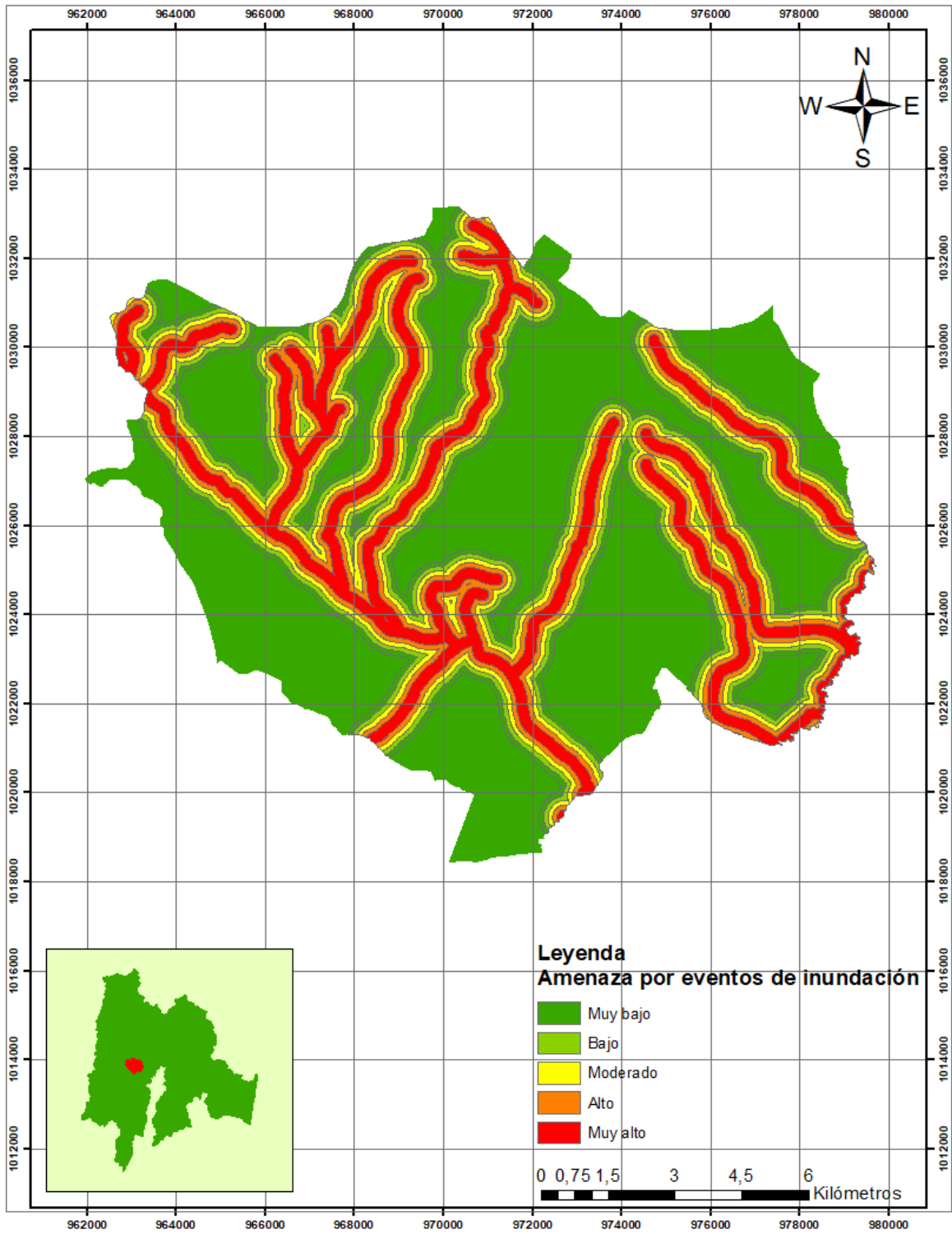


Ilustración 29. Susceptibilidad por eventos de Inundación. Escala 1:100.000.

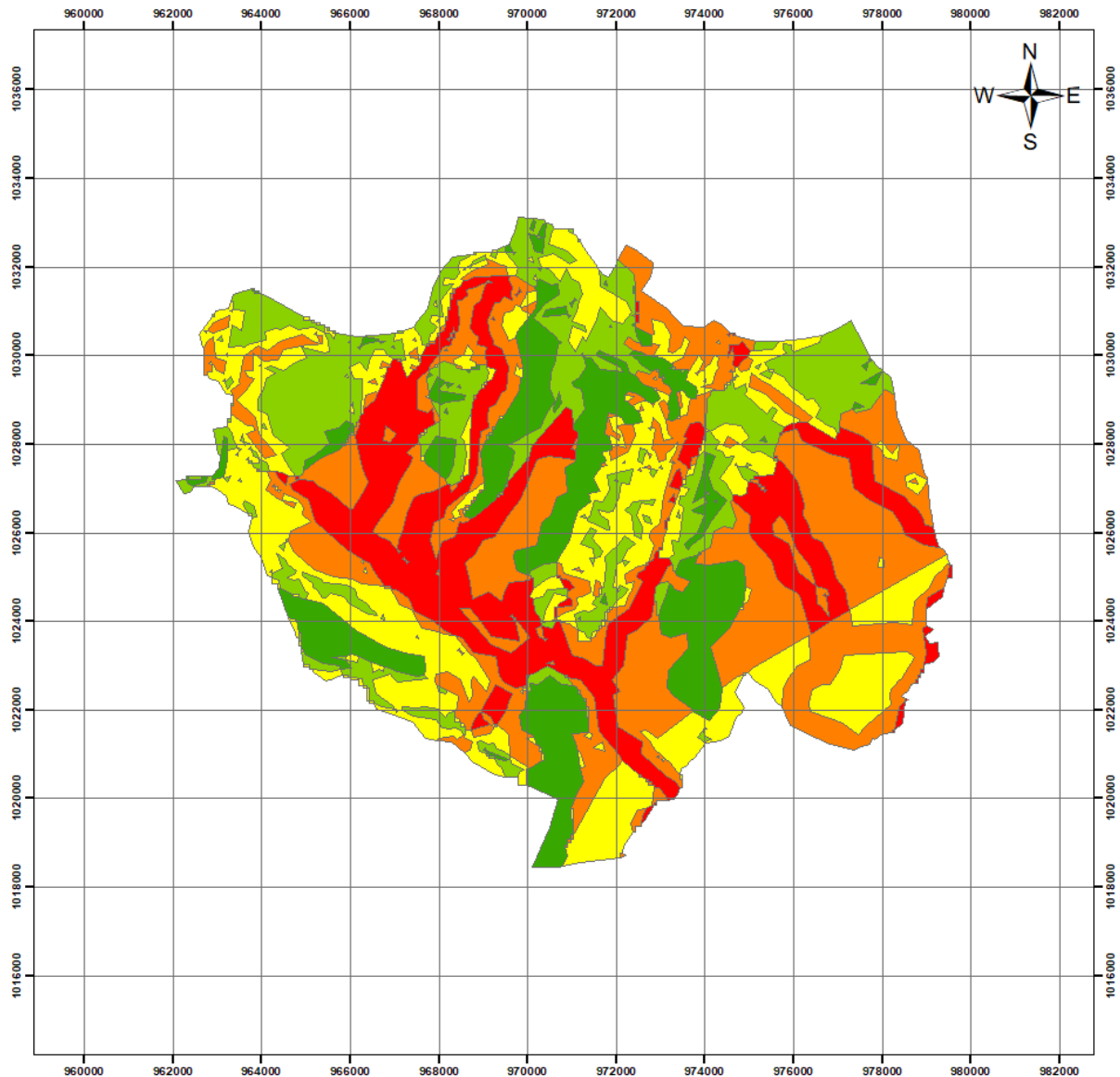
Fuente: Autores, 2019.

El riesgo por inundación, se encuentra entre alto y moderado con un porcentaje del 28.8% y 22.5% respectivamente, lo cual se debe a los cauces que recorren el municipio de Facatativá, entre las que se encuentran la subcuenca del Río Botello y la subcuenca del Río Subachoque, cada una de ellas formada por diferentes microcuencas que le aportan sus caudales, adicionalmente la litología compuesta en su mayoría por arenas finas y medianas, resto de maderas de diatomitas y arcillas plásticas grises; por lo cual el nivel freático es muy cercano a la superficie.

Tabla 19. Cuantificación de Amenaza por Inundación.

AMENAZA		
INUNDACIONES		
Grado de severidad	Área (Km2)	%
Muy Bajo	22,2	14,1
Bajo	26,9	17,0
Moderado	35,6	22,5
Alto	45,4	28,8
Muy alto	27,8	17,6
	158,0	100

Fuente: Autores, 2019.



UDEC
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA

ANÁLISIS DE FENÓMENOS AMENAZANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO, COMO HERRAMIENTA EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ CUNDINAMARCA.

Sistema de coordenadas: MAGNA Colombia Bogotá
Proyección: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 1.000.000,0000
False Northing: 1.000.000,0000
Central Meridian: -74,0775
Scale Factor: 1,0000
Latitude Of Origin: 4,5962
Unidades: Meter

Mapa de Amenaza por Inundaciones
Municipio de Facatativá- Cundinamarca

ELABORACIÓN
Yudí Alexandra Monroy Machado
Andrés Mauricio Prada Paez

Escala de referencia: 1:100.000

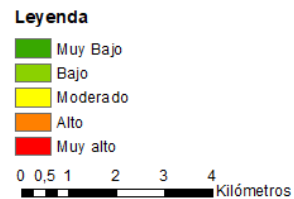


Ilustración 30. Mapa de Amenaza por Inundaciones para el Municipio de Facatativá Cundinamarca. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

De acuerdo con lo publicado por la Dirección General de Prevención y atención de Desastres (DGPAD), este es el fenómeno de mayor recurrencia en Colombia, la presencia de valles aluviales y llanuras bajas, asociada a las condiciones de precipitación facilitan la ocurrencia de inundaciones, algunas de manera lenta, que afectan grandes extensiones de terreno, y otras más rápidas asociadas a lluvias intensas en la parte alta de las cuencas con fuertes pendientes. El 12% del territorio nacional se encuentra localizado en áreas con una mayor susceptibilidad a inundarse (Banco Mundial, 2012).

Referente con la Ilustración 30, Facatativá presenta mayor porcentaje (28,8%) de amenaza por inundación alta en las zonas planas y cercanas a los ríos con mayor cauce como el Rio Andes (Botello), Rio Subachoque y Quebrada Mancilla, entre otros. En las partes altas del municipio (Mancilla, La Tribuna) se encuentra en amenaza moderada con un porcentaje de 22,5% en el cual, se presentan drenajes en suelos inestables y meteorizados, esto, en presencia de altas pendientes y uso inadecuado del suelo (Conflictos de uso por cultivos transitorios en pendientes con más de 45°), puede generar deslizamientos y represamientos que provocarían, aguas abajo, avalanchas e inundaciones. Se presenta exposición a este fenómeno amenazante en los barrios pertenecientes al borde sur y de la zona occidente como los barrios María Paula, Villa Olímpica y las quintas, así como los barrios que se encuentran cercanos a pequeños cauces, que en determinado momento pueden desbordarse, como Santa Helena, Santa Rita, Llano del Tunjo, Santa Isabel, entre otros, todos estos barrios son netamente residenciales.

Con relación a los resultados obtenidos, para la categoría de amenaza Baja y Muy baja con porcentaje de 17 y 14,1% respectivamente, es una zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce, ya sea por causas naturales o antrópicas no

intencionales, y con efectos potenciales de ocasionar daños leves. Estas áreas de amenaza baja, tienen una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada cien años, donde se identifican algunos factores que favorecen la condición de amenaza para el municipio, ya que las inundaciones se ven involucradas por la ocupación del cauce y los usos no apropiados de estas fuentes hídricas, disminuyendo así el área efectiva de transporte de agua.

6.2. VULNERABILIDAD

a. Vulnerabilidad por Infraestructura vial

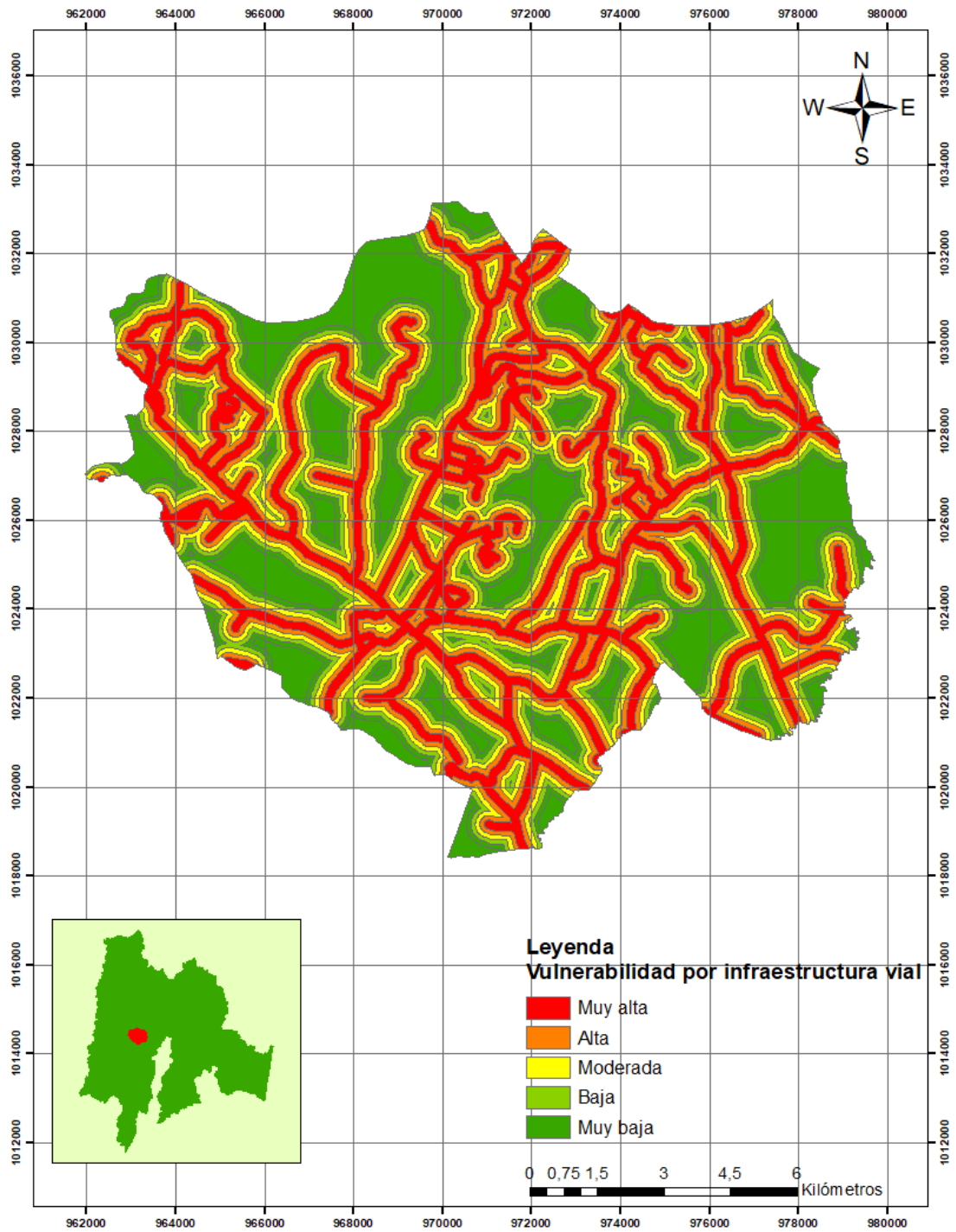


Ilustración 31. Vulnerabilidad por infraestructura vial. Escala 1:100.000.

Fuente. Autores, 2019.

b. Vulnerabilidad por densidad de predios

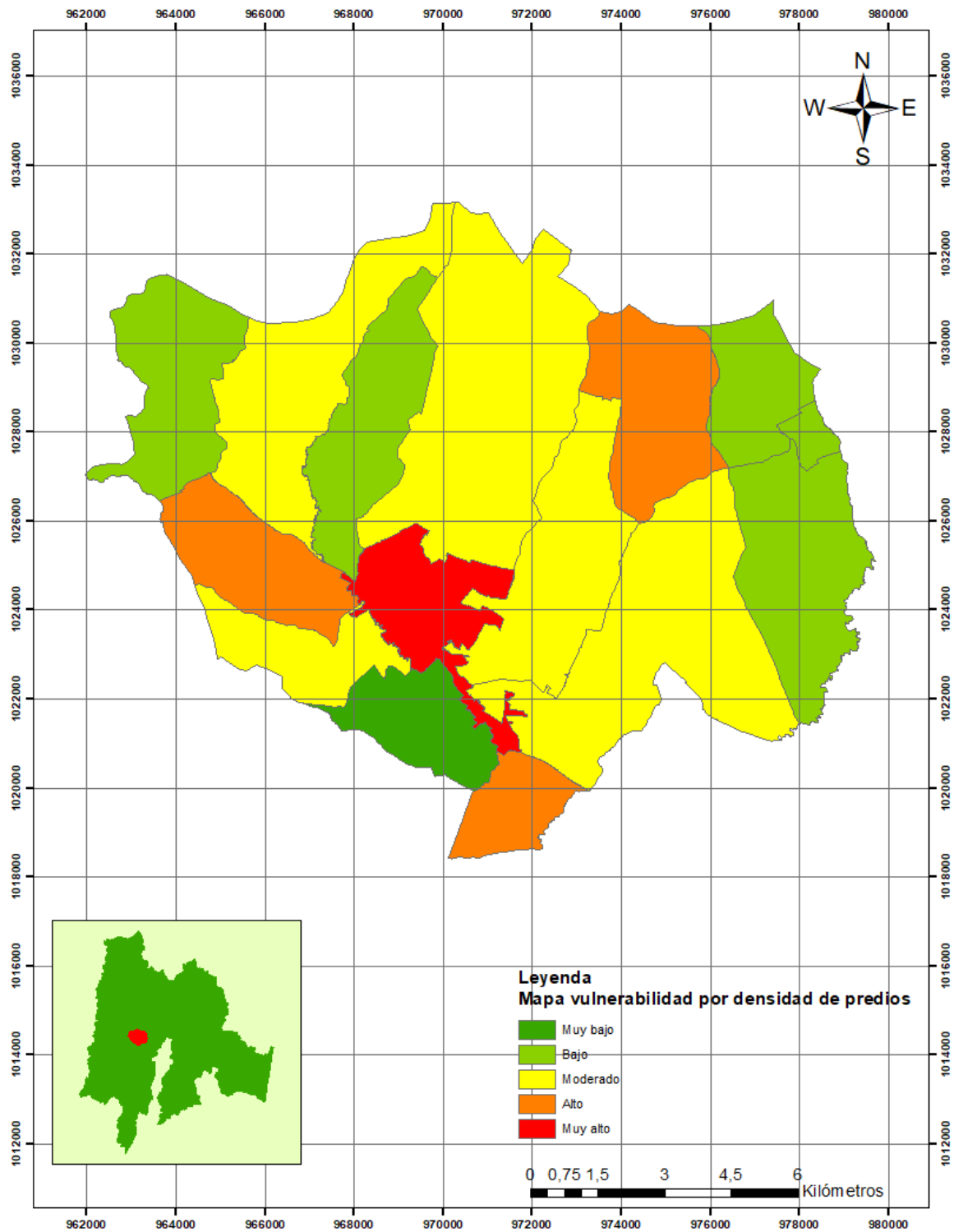


Ilustración 32. Vulnerabilidad por densidad de predios. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

c. Vulnerabilidad por densidad poblacional

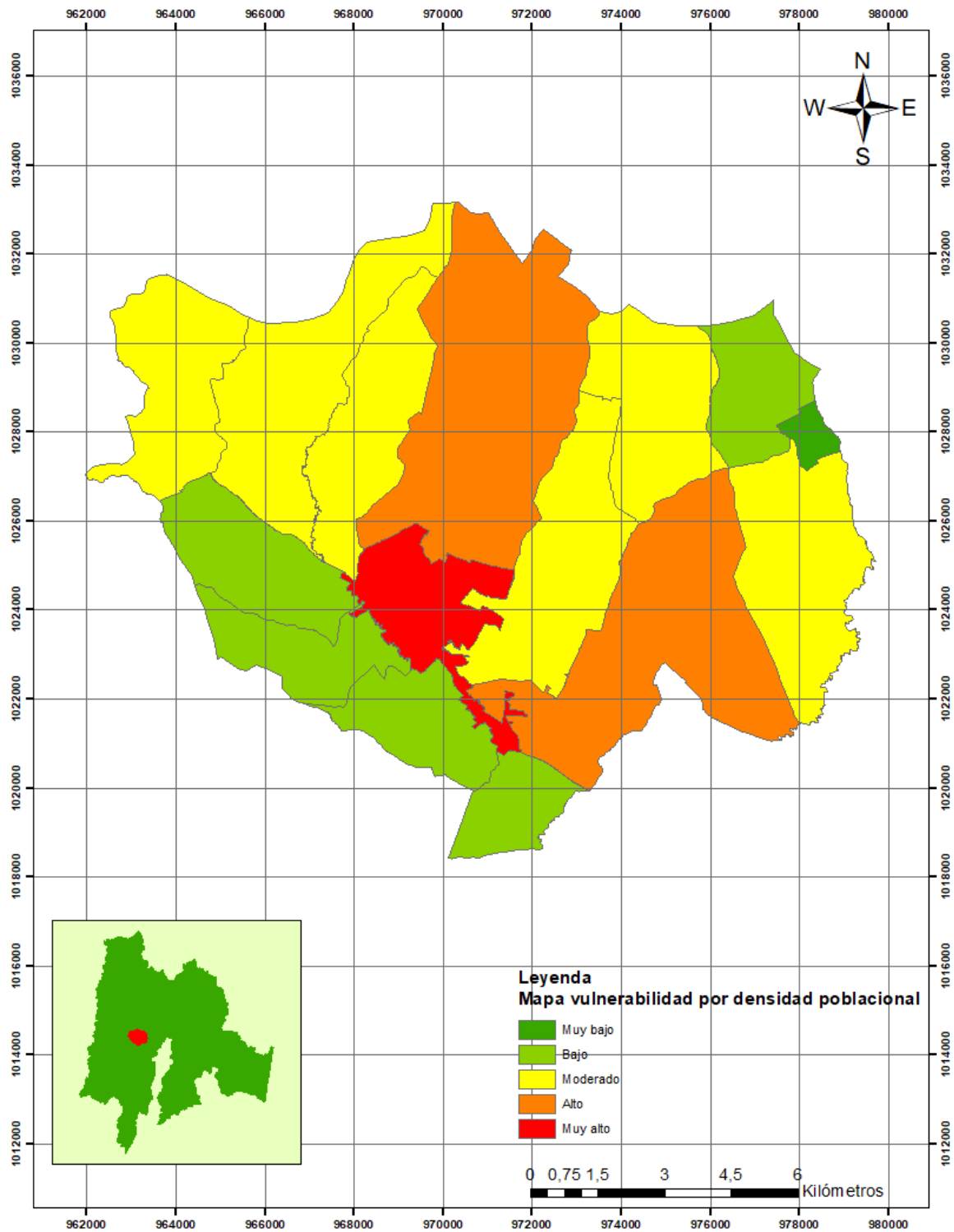


Ilustración 33. Vulnerabilidad por densidad poblacional. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

d. Vulnerabilidad por Actividad Económica

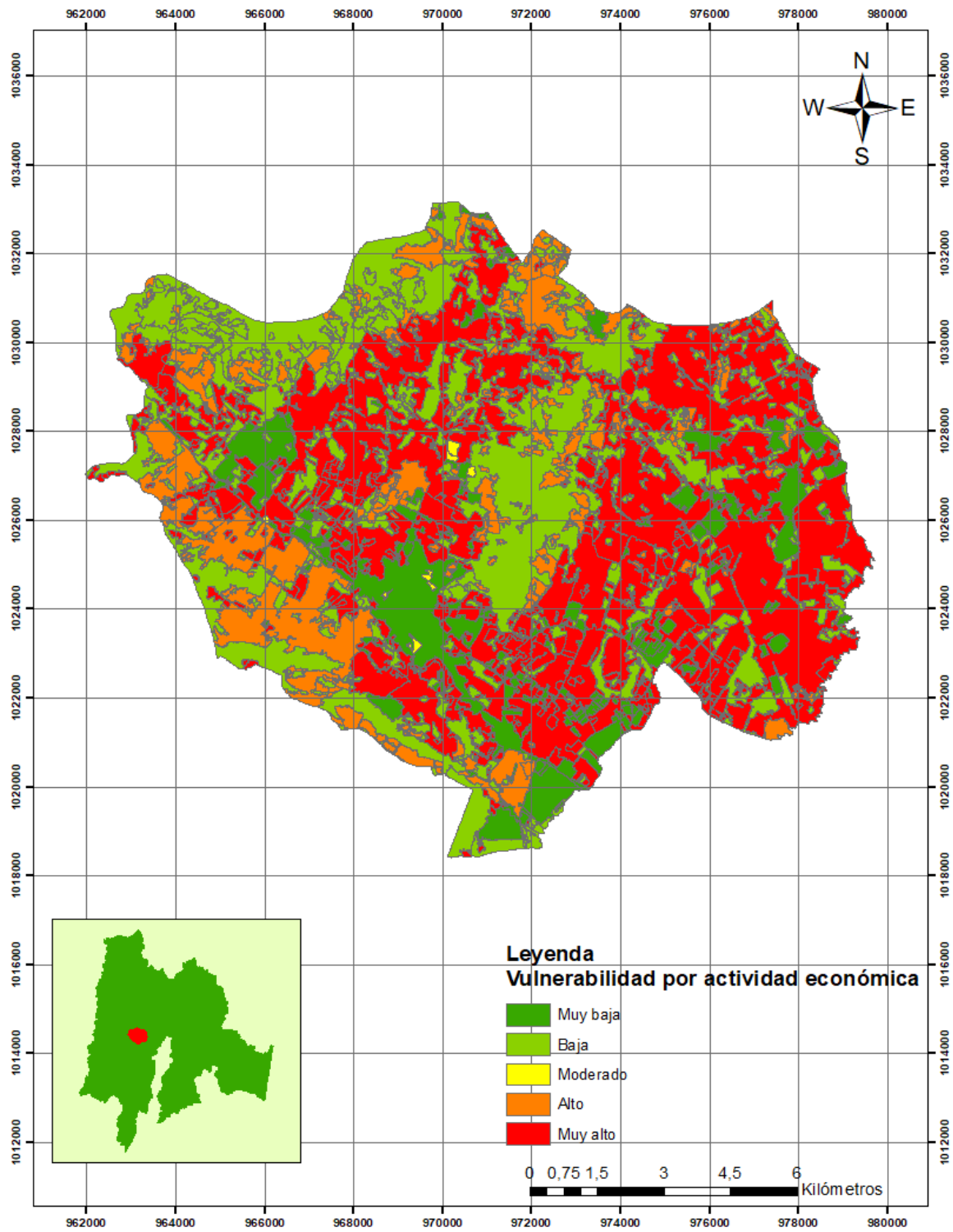


Ilustración 34. Vulnerabilidad por Actividad Económica. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

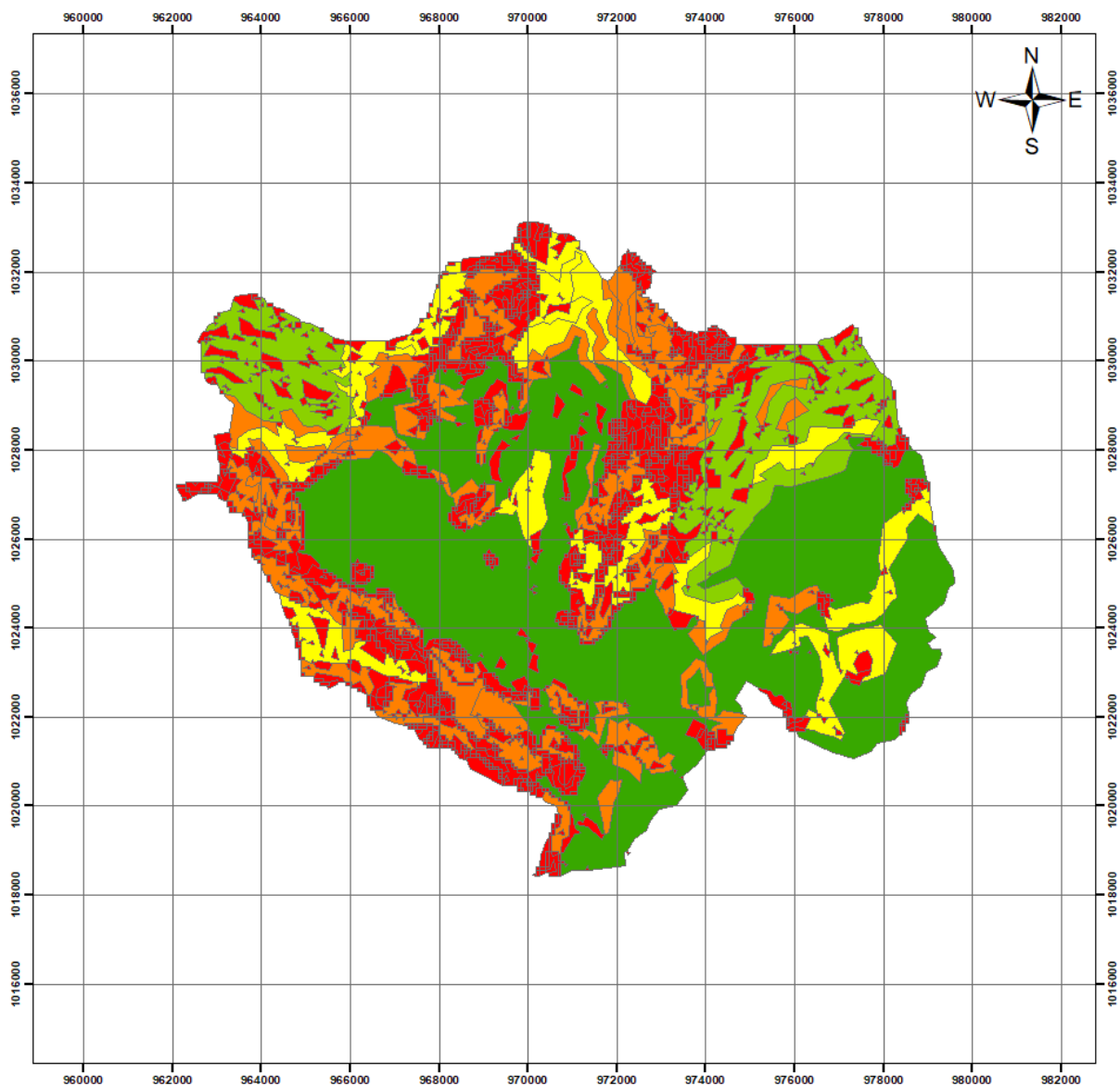
6.2.1. Fenómenos por remoción en masa

Existe un riesgo elevado de zonas vulnerables a fenómenos por remoción en masa, resultantes de la composición geológica del municipio, así como, los asentamientos e infraestructuras que en algunas zonas se suscitan, lo que genera un 23.2% de vulnerabilidad muy alta de que se originen este tipo de eventos. esto se debe a que zonas tendientes a tener un mayor de grado de vulnerabilidad se encuentran dadas por asentamientos antrópicos.

Tabla 20. Cuantificación de Vulnerabilidad de Fenómeno por Remoción en Masa.

VULNERABILIDAD FENÓMENOS POR REMOCIÓN EN MASA		
Grado de severidad	Área (Km2)	%
Muy Bajo	60,4	38,2
Bajo	17,3	10,9
Moderado	18,7	11,9
Alto	24,9	15,8
Muy alto	36,7	23,2
	158,0	100

Fuente: Autores, 2019.



UDEC
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA

ANÁLISIS DE FENÓMENOS AMENAZANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO, COMO HERRAMIENTA EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ CUNDINAMARCA.

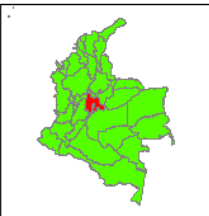
Sistema de coordenadas: MAGNA Colombia Bogota
Proyección: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 1.000.000,0000
False Northing: 1.000.000,0000
Central Meridian: -74,0775
Scale Factor: 1,0000
Latitude Of Origin: 4,5962
Unidades: Meter

Mapa de Vulnerabilidad por Fenómenos de remoción en masa Municipio de Facatativá- Cundinamarca

ELABORACIÓN
Yudí Alexandra Monroy Machado
Andrés Mauricio Prada Páez

Escala de referencia: 1:100.000

Localización Nacional



Localización Departamental



Leyenda

- Muy Bajo
- Bajo
- Moderado
- Alto
- Muy alto

0 0,5 1 2 3 4 Kilómetros

Ilustración 35. Mapa de Vulnerabilidad por Fenómenos de Remoción en masa para el Municipio de Facatativá Cundinamarca. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

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 el análisis de los factores que intervienen en la estimación del grado de vulnerabilidad, se consideró el estado actual de cada uno de los elementos que componen al municipio de Facatativá, como los aspectos físicos, sociales y económicos, tomando como base la información suministrada por entidades como la alcaldía municipal, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Las zonas con mayor vulnerabilidad y que se encuentran en riesgo alto con un porcentaje de 15,8% en el municipio con respecto a remoción en masa (ilustración 35), corresponden a aquellas zonas donde principalmente se han realizado construcciones ubicadas en zonas cercanas a altas pendientes y suelos inestables, así como las construcciones cerca de canteras. 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 sismo 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).

Para las zonas de vulnerabilidad en categoría Baja y Muy baja con porcentajes de 10,9 y 38,2% respectivamente, son áreas que están conformadas por predios adecuadamente

estructurados para afrontar algún tipo de desastre, dando un uso adecuado del suelo. También la tendencia a que esta categoría se encuentre en vulnerabilidad Baja, es por la escasa densidad poblacional que se encuentra limitada en la zona rural.

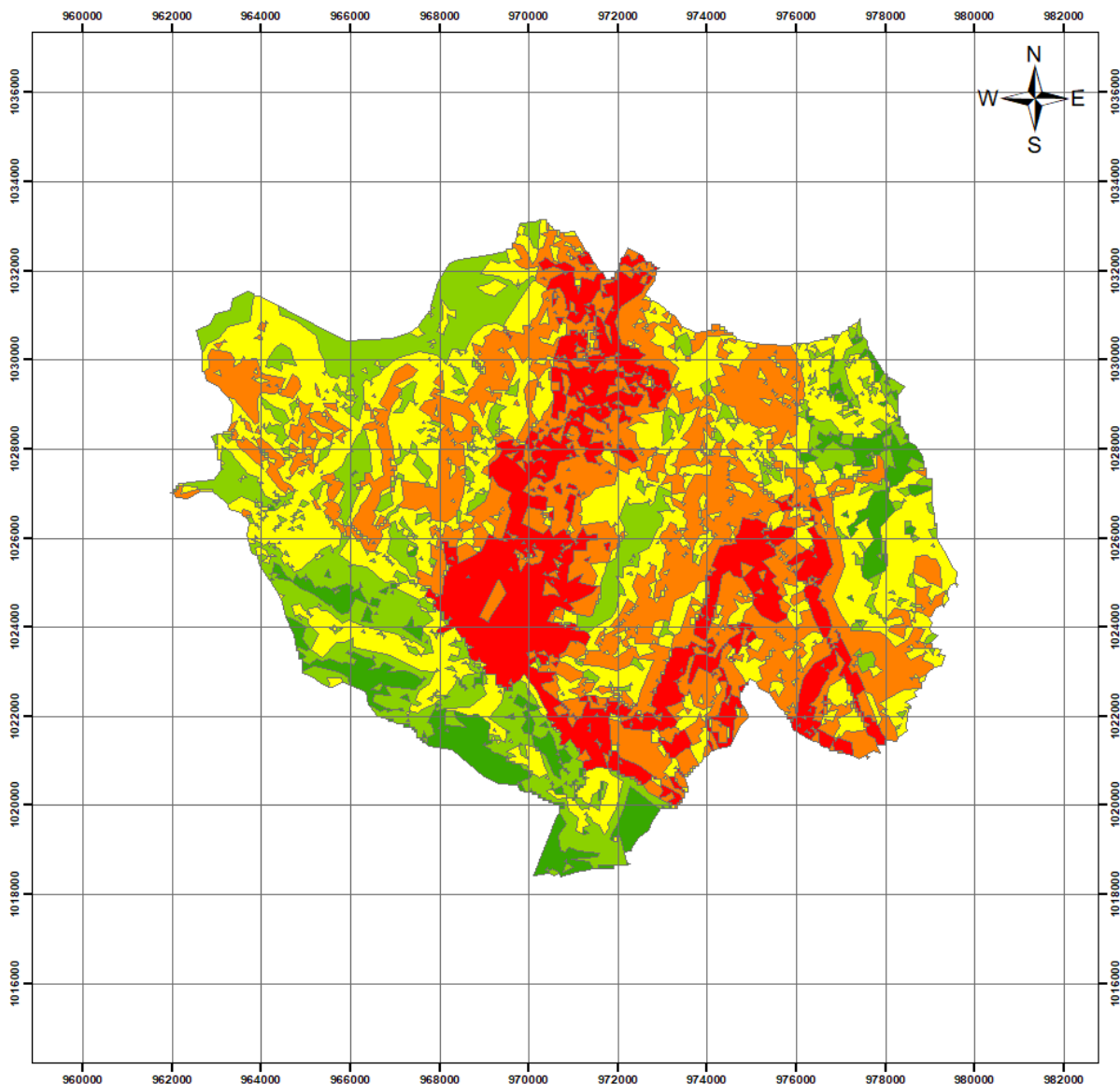
6.2.2. Inundaciones

La vulnerabilidad es una manifestación del desequilibrio entre el medio físico, la estructura social y el medio natural que lo rodea, por lo cual, las áreas de mayor vulnerabilidad se ubican en gran parte en la zona central del municipio, donde se ubica la cabecera municipal y algunas otras zonas urbanas.

Tabla 21. Cuantificación de Vulnerabilidad por Inundación.

VULNERABILIDAD INUNDACIONES		
Grado de severidad	Área (Km2)	%
Muy Bajo	10,0	6,3
Bajo	28,2	17,8
Moderado	48,0	30,4
Alto	47,0	29,7
Muy alto	24,9	15,7
	158,0	100

Fuente: Autores, 2019.



UDEC
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA

ANÁLISIS DE FENÓMENOS AMENAZANTES PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO, COMO
HERRAMIENTA EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL
MUNICIPIO DE FACATATIVA CUNDINAMARCA.

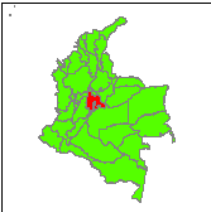
Sistema de coordenadas: MAGNA Colombia Bogota
Proyección: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 1.000.000,0000
False Northing: 1.000.000,0000
Central Meridian: -74,0775
Scale Factor: 1,0000
Latitude Of Origin: 4,5962
Unidades: Meter

Mapa de Vulnerabilidad por
Inundaciones
Municipio de Facatativá- Cundinamarca

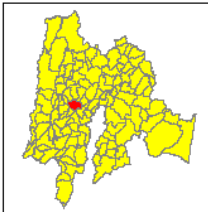
ELABORACIÓN
Yudí Alexandra Monroy Machado
Andrés Mauricio Prada Paez

Escala de referencia: 1:100.000

Localización Nacional



Localización Departamental



Leyenda

- Muy Bajo
- Bajo
- Moderado
- Alto
- Muy alto

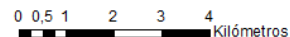


Ilustración 36. Mapa de Vulnerabilidad por Inundaciones para el Municipio de Facatativá Cundinamarca. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

Algunas de las zonas más vulnerables identificadas en el mapa de Vulnerabilidad por Inundaciones para el municipio de Facatativá (Ilustración 36), corresponden a las áreas más intervenidas por el hombre, que son las urbanas, por esta razón los estragos que el agua puede causar se concentran en las áreas de importancia social, económica y física; como se estableció en la metodología, principalmente viviendas en el área urbana, además de algunas zonas agropecuarias en el sector rural. Afectan de manera directa las construcciones, cultivos, vías, zonas de pastoreo, entre otros. La erosión y compactación del suelo ocasionan que este no resista el agua y no la pueda infiltrar, generando inundaciones; en algunos asentamientos subnormales cercanos a las rondas hídricas principalmente el río Botello, son pocos resistentes por los materiales de construcción; en zonas como borde sur la falta de obras de mitigación, la falta de construcción o mantenimiento de diques o barreras que no permitan el rebosamiento, hacen que la vulnerabilidad aumente con el tiempo.

Se presenta exposición a este fenómeno amenazante en una categoría Muy Alta con un porcentaje de 15,7%, en los barrios pertenecientes al borde sur (25 barrios) y de la zona occidente como María Paula, Villa Olímpica y las quintas, así como los barrios que se encuentran en categoría Alta con un porcentaje de 29,7% cercanos a los cauces más pequeños, que en determinado momento pueden desbordarse, como Santa Helena, Santa Rita, Llano del Tunjo, Santa Isabel, entre otros, todos estos barrios son netamente residenciales. Por otro lado, en la zona rural hay amenaza Moderada con un porcentaje de 30,4% bajo este fenómeno en el centro poblado “el 46” y el centro poblado de la vereda San Rafael, también en una pequeña cantidad de viviendas que se encuentran dispersas en las veredas San Rafael, Mancilla, Prado, La Selva, La Tribuna, Los Manzanos, Moyano y Paso Ancho.

Los bienes de producción con mayor posibilidad de verse afectados por inundación se encuentran en la zona rural, siendo los cultivos de Fresa, Papa, Maíz, Hortalizas, entre otros cultivos. Por parte de infraestructura, empresas productoras de flores ubicadas en las veredas Mancilla, Moyano y Paso Ancho son las que se encuentran más expuestas, ya que muchas de ellas se ubican cerca de las fuentes hídricas para poder hacer un uso del agua que estas proveen; en estas se ven afectados los invernaderos, cultivos, y bodegas.

6.3. RIESGO

Las condiciones ambientales y sociales, que favorecen la vulnerabilidad o fragilidad de un asentamiento humano, son por lo general el resultado de los procesos de uso inadecuados y de la deuda que se ha generado con la naturaleza, lo cual obedece a un proceso de incubación del riesgo (Dirección de desarrollo territorial, 2005).

En el territorio nacional la ocupación de tierras no aptas para la urbanización es un fenómeno cotidiano, esto a consecuencia de un acelerado y creciente desplazamiento poblacional asociado a problemas de exclusión económica y de orden público, que obliga a muchas familias a migrar y ocupar terrenos que generalmente son los más vulnerables ante fenómenos peligrosos, aumentando de esta manera el riesgo al que están expuestos.

Para el análisis de los escenarios de riesgo se utiliza el álgebra de mapas, como se presenta en la metodología. Este procedimiento se realiza para cada uno de los fenómenos amenazantes.

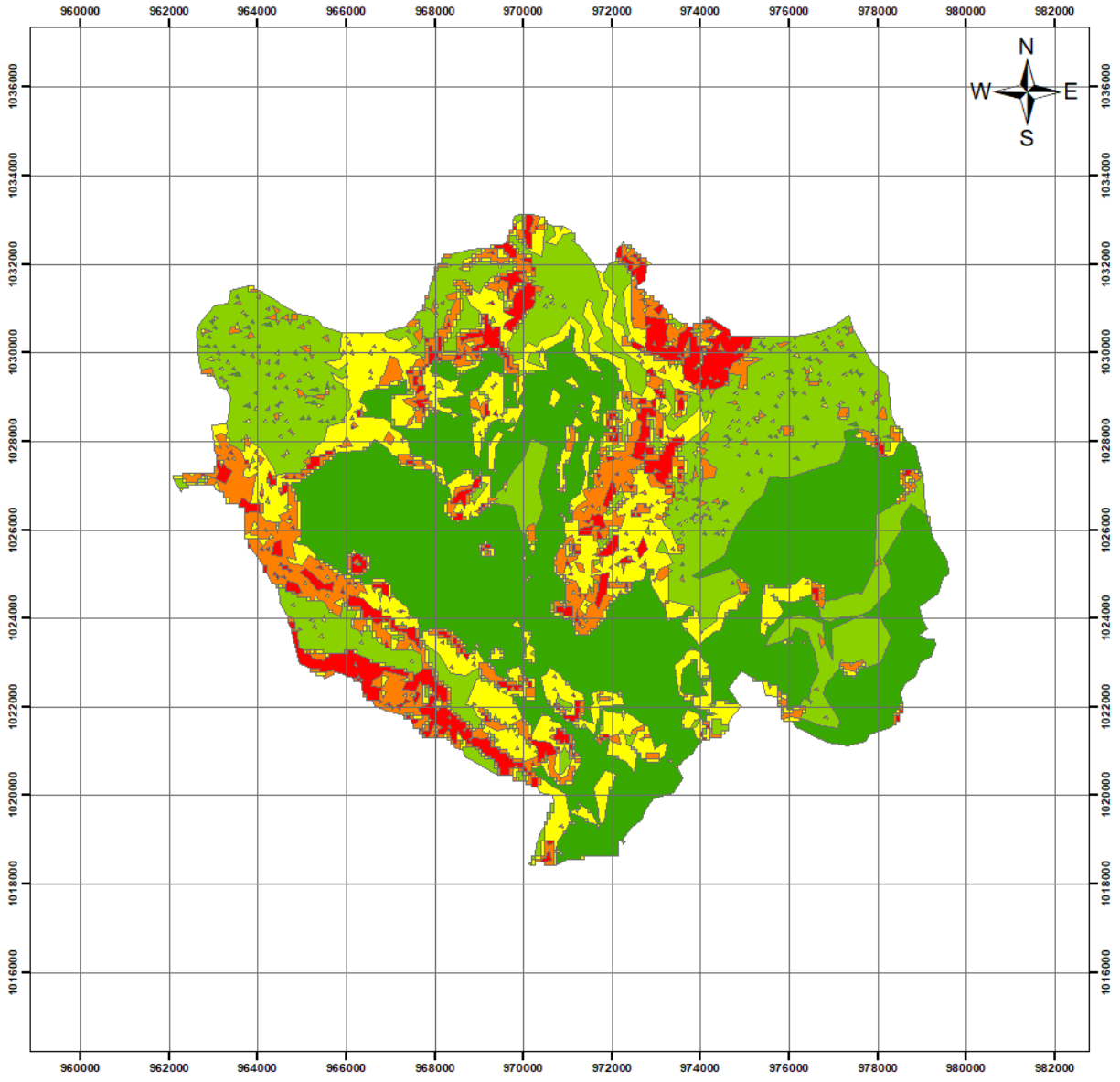
6.3.1. Fenómenos por Remoción en masa

No se presenta mayor riesgo de un evento de remoción en masa para el municipio de Facatativá, ya que no se presentan diferencias notables en sus elevaciones y a que cuenta con una topografía muy regular. Sin embargo, existe un riesgo del 6.4% de que se suscite dicho evento, lo cual se debe a los asentamientos de personas en áreas de altas pendientes e incluso inestables como se muestra en el mapa.

Tabla 22. Cuantificación de Riesgo de Fenómeno por Remoción en Masa.

RIESGO		
FENÓMENOS POR REMOCIÓN EN MASA		
Grado de severidad	Área (Km²)	%
Muy Bajo	60,6	38,3
Bajo	42,8	27,1
Moderado	27,6	17,5
Alto	17,0	10,8
Muy alto	10,1	6,4
	158,0	100

Fuente: Autores, 2019.



UDEC
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA

ANÁLISIS DE FENÓMENOS AMENAZANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO, COMO HERRAMIENTA EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE FACATATIVA CUNDINAMARCA.

Sistema de coordenadas: MAGNA Colombia Bogota
Proyección: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 1.000.000,0000
False Northing: 1.000.000,0000
Central Meridian: -74,0775
Scale Factor: 1,0000
Latitude Of Origin: 4,5962
Unidades: Meter

Mapa de Riesgo por Fenómenos de Remoción en masa Municipio de Facatativá- Cundinamarca

ELABORACIÓN
Yudí Alexandra Monroy Machado
Andrés Mauricio Prada Paez

Escala de referencia: 1:100.000

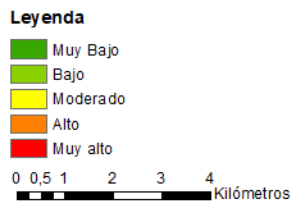
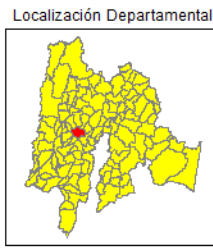
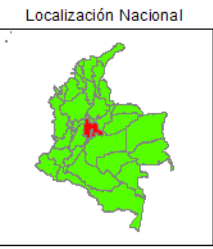


Ilustración 37. Mapa de Riesgo por Fenómenos de Remoción en masa para el Municipio de Facatativá Cundinamarca. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

A pesar de que hasta el momento no ha habido incidencia de una catástrofe relacionada con remoción en masa en el municipio de Facatativá, es muy probable que en el futuro pueda presentarse. El mapa de riesgos por fenómenos de remoción en masa (ilustración 37) en su mayor cobertura presenta riesgo Muy bajo y Bajo con porcentajes de 38,3 y 27,1% respectivamente, dado que se encuentra ubicado en una zona que corresponde a laderas sin manifiestos de inestabilidad actual, pendiente baja y/o media que se encuentran conformadas por depósitos fluvio-lacustres en mayor amplitud.

Debido a variables como el cambio climático que pueden generar temporadas más lluviosas, es probable que el suelo se sature y se deslice, así mismo, el posible suceso de un sismo fuerte en un futuro podría generar desprendimientos de material en zonas de alta pendiente; por otro lado, las condiciones de desplazamiento, carencia y migración masiva de comunidades atenúa la creación de asentamientos humanos, construcción de viviendas y en zonas de invasión de carácter subnormal y de materiales inadecuados, principalmente en áreas en riesgo (Cercanas a las canteras y laderas), lo cual incrementa el riesgo y la ocurrencia futura de eventos por remoción en masa.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, la población con mayor riesgo a la ocurrencia de un evento por remoción en masa es aquella que habita en zonas cercanas a alta pendiente o cerca de las canteras localizadas en los barrios Cartagenita y Manablanca. Por otra parte, las zonas que se encuentran en categoría de riesgo Alta y Muy alta con porcentaje de 10,8 y 6,4% respectivamente, no presenta mayor incidencia en la población, ya que éstas no se localizan

cerca a zonas urbanas o de gran influencia poblacional, más sin embargo puede ocasionar daños en construcciones puntuales e infraestructuras viales.

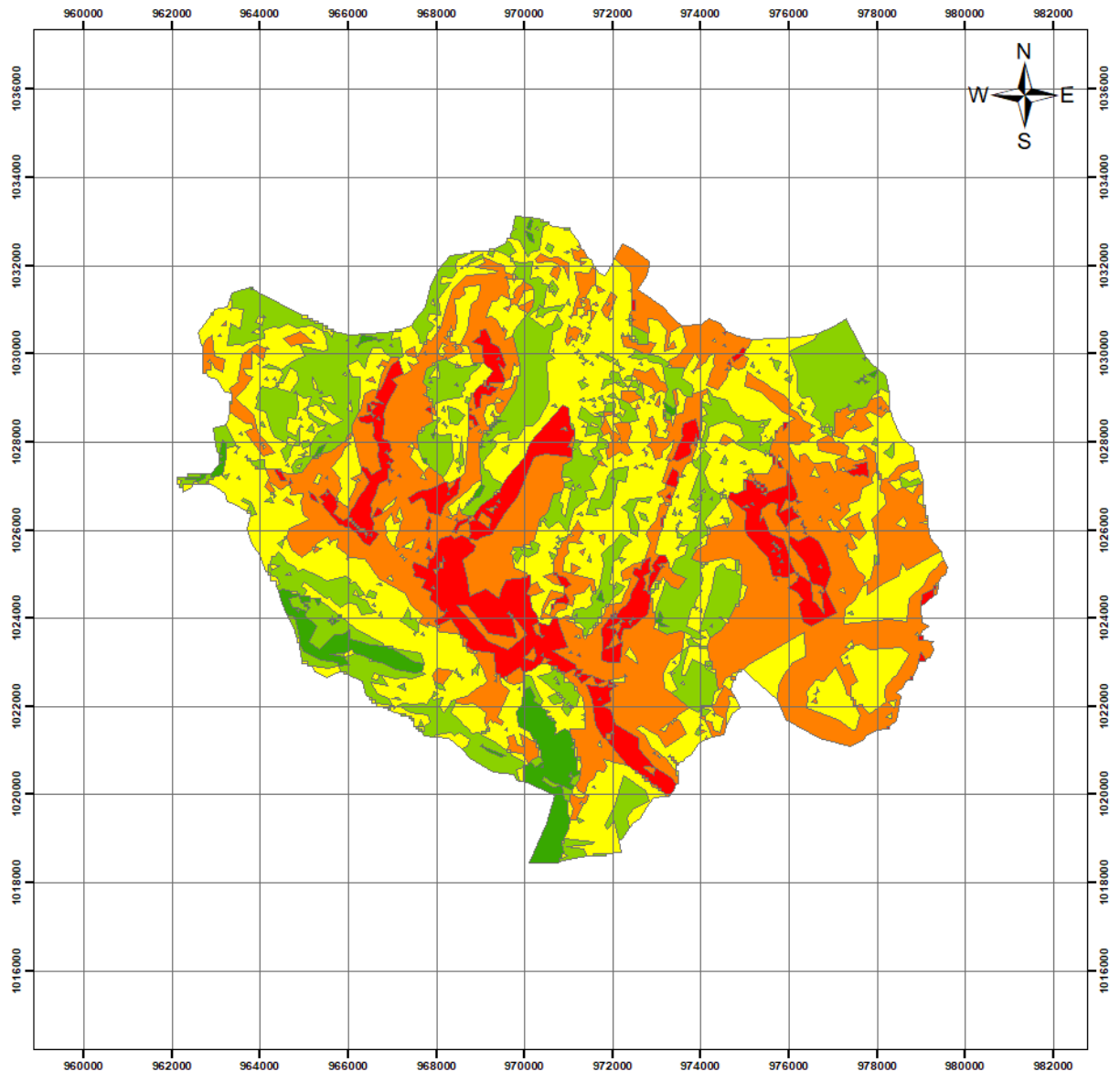
6.3.2. Inundaciones

Debido a la deforestación en las zonas de recarga, el crecimiento de cultivos, la localización de empresas y viviendas en zonas cercanas a los diferentes cauces y/o cuerpos de agua, origina que más del 34.2% del territorio Facatativeño puede sufrir 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 agua aumenta, lo cual puede ocasionar taponamientos por arrastre de coberturas vegetales e implícitamente represamientos afectando zonas aledañas.

Tabla 23. Cuantificación de Riesgo por Inundación.

RIESGO		
INUNDACIONES		
Grado de severidad	Área (Km2)	%
Muy Bajo	5,5	3,5
Bajo	31,4	19,8
Moderado	54,1	34,2
Alto	51,8	32,8
Muy alto	15,2	9,6
	158,0	100

Fuente: Autores, 2019.



UDEC
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA

ANÁLISIS DE FENÓMENOS AMENAZANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO, COMO HERRAMIENTA EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE FACATIVÁ CUNDINAMARCA.

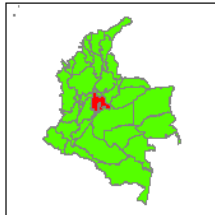
Sistema de coordenadas: MAGNA Colombia Bogota
Proyección: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 1.000.000,0000
False Northing: 1.000.000,0000
Central Meridian: -74,0775
Scale Factor: 1,0000
Latitude Of Origin: 4,5962
Unidades: Meter

Mapa de Riesgo por Inundaciones
Municipio de Facativá- Cundinamarca

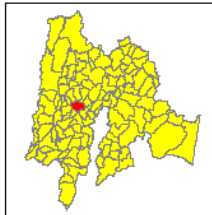
ELABORACIÓN
Yudí Alexandra Monroy Machado
Andrés Mauricio Prada Paez

Escala de referencia: 1:100.000

Localización Nacional



Localización Departamental



Leyenda

- Muy Bajo
- Bajo
- Moderado
- Alto
- Muy alto

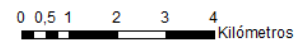


Ilustración 38. Mapa de Riesgo por Inundaciones para el Municipio de Facativá Cundinamarca. Escala 1:100.000.

Fuente: Autores, 2019.

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. Según lo contemplado en la ilustración 38, Facatativá presenta mayor probabilidad de riesgo Alto y Medio con porcentajes de 32,8 y 34,2 respectivamente, mayormente en zonas planas y cercanas a los ríos de mayor cauce como el Botello (Rio Andes), Quebrada Mancilla y Rio Subachoque, entre otros.

En partes altas del municipio como Mancilla y La Tribuna donde se presenta mayormente altas pendientes, suelos inestables y meteorizados, conlleva a que se desplieguen drenajes intermites y/o esporádicos que pueden provocar, aguas abajo, inundación e incluso avalanchas.

Así mismo, la remoción de la cobertura vegetal realizada para darle uso agrónomo como cultivos e incluso construcción de viviendas, provocaría que las aguas de escorrentía arrastren con ellas una cantidad considerable de sedimentos hacia los cauces, lo cual podría llenar las zonas de baja pendiente disminuyendo el área efectiva del cauce, así aumentando el riesgo de inundaciones.

7. CONCLUSIONES

- Dentro los aspectos desarrollados en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) vigente del municipio de Facatativá, la gestión de riesgo se incorpora de una forma general, sin mencionar una metodología específica para la construcción de escenarios de riesgo, dando, así como resultado la no diferencia entre amenazas y vulnerabilidad en temas relacionados a fenómenos por remoción en masa e inundaciones.
- Los mapas generados son de carácter académico, por lo cual es importante poner en marcha diferentes acercamientos conceptuales, propios del análisis espacial, de esta manera lograr un mejor conocimiento de las posibles amenazas y vulnerabilidades en el municipio, así determinar los proyectos más eficientes para la disminución y/o mitigación de riesgos.
- Mediante la evaluación de los factores de amenaza y vulnerabilidad, se determinaron las categorías de riesgo que permiten identificar las áreas y zonas del municipio que deben intervenir mediante medidas estructurales y no estructurales, para prevenir desastres y así proteger la integridad de los habitantes del municipio y prevenir riesgos de desastres.
- A través del diagnóstico se evidenció la ausencia de conocimiento del riesgo presente en el municipio por parte de la comunidad, lo que conlleva al aumento de la vulnerabilidad y por tanto a la incapacidad de la población para responder o actuar en caso de emergencia.

- Según los análisis establecidos, se reafirma que las precipitaciones intensas pueden considerarse factor determinante en la ocurrencia de los fenómenos por remoción en masa e inundación para la zona, aun cuando el rango de clasificación de la metodología Mora y Vahrson muestran un nivel de responsabilidad moderado en la aparición de los deslizamientos.

- La amenaza con mayor repercusión dentro del municipio, es la inundación; más del 70% de las veredas se encuentran en riesgo medio, a causa del desbordamiento del río Botello y de sus afluentes. Dentro del casco urbano, esta amenaza se presenta, principalmente en el borde sur de los barrios ubicados en la zona occidental del área urbana y en algunos sectores del norte, los cuales se ven influenciados por las inundaciones

8. RECOMENDACIONES

Se debe incluir todas las partes interesadas (actores comunales e institucionales), de esta manera, promover y consolidar perspectivas centradas en el reconocimiento de género y generación, de gestión de riesgos y respuesta a desastres

Los mapas presentados en este proyecto representan un gran aporte para atender y abordar diversos factores generadores de riesgo, por lo cual constituye un recurso informático de gran utilidad para los entes encargados de salvaguardar la integridad de la población ante eventos que pueda cuásar desastres, por lo tanto, es de gran importancia apoyarse en los análisis territoriales de las múltiples variables que contribuyen en la determinación de situaciones de riesgo.

A través del planteamiento de las alternativas, se busca brindar las herramientas básicas para el proceso de conocimiento del riesgo para el municipio, encaminadas a la reducción y prevención de los eventos evaluados dentro del presente estudio, para así dar el manejo adecuado a la gestión del riesgo dentro de esté, brindando la conservación y manejo de los recursos, y por tanto el desarrollo sostenible del municipio.

9. REFERENCIAS

- Acero, A. L. A. (2017). Estudio del grado de vulnerabilidad por remoción en masa en el barrio Santa María de los Ángeles en el municipio de Fusagasugá (Cundinamarca). *Universidad de La Salle*.
- Alarcon, C. (2017). El cambio climático como factor transformador del territorio, 1–112. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/58092/1/79558538.2017.pdf>
- Alcaldía Facatativá. (2002). *Plan de ordenamiento territorial*. (O. A. Sánchez & G. Chávez, Eds.). Facatativá.
- Banco Mundial. (2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia. *Primera Edición*. Retrieved from <http://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>
- Burgos, A. L., & Reina Cuervo, S. X. (2015). ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO POR FENÓMENOS AMENAZANTES PARA EL MUNICIPIO DE CHÍA CUNDINAMARCA, COMO HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL. *Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas*. Retrieved from <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4584/1/BurgosGalindoAnyiLorena2015.pdf>
- Casona, D. (2017). Caracterización general del escenario por remoción en masas, (2008).
- CMGRD. (2019). PLAN MUNICIPAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES.
- Congreso de Colombia. (1997). Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones., 1997(43). Retrieved from http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0388_1997.pdf
- Congreso de Colombia. (2001). Ley 685 de 2001 por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones, 2(agosto 15), 1–109. Retrieved from http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2001/ley_0685_2001.pdf
- Congreso de Colombia. Ley 1523 (2012). Colombia.
- Congreso de la República. (2012). Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones., 2012(48). Retrieved from https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3713_documento.pdf
- DAFP. (2011). *Guía para la administración del riesgo* (Cuarta Edi). Bogotá, D.C: Departamento Administrativo de la Función Pública. Retrieved from <https://www.funcionpublica.gov.co/documents/418537/506911/1592.pdf/73e5a159-2d8f-41aa-8182-eb99e8c4f3ba>
- DAFP, Departamento Administrativo de la Funcion Publica. (2018). Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas.

- Dirección de desarrollo territorial. (2005). *Incorporación de la Prevención y la Reducción de Riesgos en los Procesos de Ordenamiento Territorial*. (A. VEGA, J. E. BALLESTEROS, & D. S. ESPAÑOL, Eds.). Bogotá D.C.: PANAMERICANA FORMAS E IMPRESOS S. A.
- FAO. (2009). *Una Guía Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres*. Roma, Italy: © FAO 2009.
- IDEAM. (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal*. (G. P. Rocha & M. C. Buraglia, Eds.). Bogotá D.C.: IDEAM.
- Lobatón, L. M. R. (2011). Diagnostico base para el análisis ambiental territorial en el municipio de Facatativá. Retrieved from <http://geodatosfacatativa.com/Documentos/Diagnostico base para el analisis ambiental y territorial en el municipio de Facatativa.pdf>
- Narváez, L., Lavell, A., & Pérez, G. (2009). *La Gestión del Riesgo Un enfoque basado en procesos*. (E. León Huamán, Ed.) (Primera Ed). Lima, Perú: Comunidad Andina. Retrieved from http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/procesos_ok.pdf
- Olaya, E., Tosee, O., Cuervo, N., Barragán, M. C., Camacho, G., ... Calderón, S. (2014). *Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Bogotá D.C. Retrieved from http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/GUIA_DE_POMCAS.pdf
- Ramírez, D. C., & Frey, K. (2017). El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres en Colombia, (2 017), 239–264.
- Rosete, F., Enriquez, G., & Aguirre, E. (2013). El componente del riesgo en el Ordenamiento Ecológico del Territorio : el caso del Ordenamiento Ecológico Regional y Marino del Golfo de México y Mar Caribe The risk component in Land Use Planning Programs : the case of the Regional and Marine Use Planning Program for the Gulf of Mexico and Caribbean Sea, 7–20.
- Rodriguez, J., Quintana, C., Rivera, H., & Mosquera. (2013). DE ANÁLISIS MORA Y VAHRSON : ESTUDIO DE LANDSLIDE HAZARD ZONING IN URBAN AREAS BY THE MORA & VAHRSON ANALYSIS METHOD : CASE OF STUDY, 13–22.
- Rubiano, R. M. (2010). FACATATIVÁ FORTALEZA DE PIEDRA CRUCE DE CAMINOS, 1–211.
- Sandoval, E., & Ruiz, D (2017). Zonificación de amenazas por deslizamientos a partir del modelo de Mora y Vahrson * Zoning of hazards by landslides starting from the model Mora and Vahrson, (13), 114–141.
- SUBDERE. (2011). *Libro Guía analisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial* (Primera Ed). Retrieved from http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/libro_guia_de_analisis_de_riesgos_naturales_para_el_ordenamiento_territorial_.pdf

UNGRD. (2015). Guía de Integración de la Gestión del Riesgo y el Ordenamiento Territorial Municipal. *Creative Commons BY 3.0, 1*, 107.

UNGRD. (2017). PLAN NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES. Retrieved from <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/PNGRD-2015-2025-Version-Preliminar.pdf>

Zapata, P. A., & Rojas, J. A. (2008). INCORPORACIÓN TÉCNICA DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS EN EL PLAN DE ORDENAMIENTO ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ – CUNDINAMARCA. *Universidad de La Salle*. Retrieved from <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/14831>

10. ANEXOS

Base de Gestión del Riesgo DRSO.xlsx