	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	lunes, 14 de diciembre de 2020
--------------	--------------------------------

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
Campos Rojas	Laurent Michelle	1.073.521.546
Castro Pedraza	Angie Natalia	1.022.432.583

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

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

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: 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
Granda Rodríguez	Hernán

TÍTULO DEL DOCUMENTO
Determinación de áreas prioritarias para rehabilitación ecológica en el municipio de Funza 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 EDICIÓN DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
01/10/2020	46 pág.

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. Rehabilitación ecológica	ecological rehabilitation
2. Áreas prioritarias	Priority areas
3. Conservación	Conservation
4. Protección	Protection
5. Cobertura vegetal	Plant Cover
6. Zonificación ambiental	Environmental zoning

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

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



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: 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):

El objetivo principal del presente proyecto es identificar las áreas con potencial de rehabilitación en el municipio de Funza Cundinamarca, con el propósito de exponer las áreas con mayor intervención antropogénica y a su vez se genera la necesidad de abordar estrategias que permitan restaurar dichas zonas con mayor impacto. Partiendo de ese punto se realizó con la ayuda de los sistemas de información geográfica, en este caso se usó el software ArcGis en su versión 10.6, así como las metodologías adecuadas para los fenómenos naturales de remoción en masa, inundación e incendios forestales, para determinar el uso actual de los suelos del municipio, también para identificar las áreas de aptitud ambiental con fines de conservación y protección ambiental y finalmente las áreas prioritarias para rehabilitación ecológica; de esta manera brindar la anterior información por medio de representaciones cartográficas.

ABSTRACT

The main objective of this project is to identify the areas with rehabilitation potential in the municipality of Funza Cundinamarca, in order to expose the areas with the greatest anthropogenic intervention and in turn, the need to address strategies that allow restoring those areas with greater impact is generated. . Starting from that point, it was carried out with the help of geographic information systems, in this case the ArcGis software version 10.6 was used, as well as the appropriate methodologies for the natural phenomena of mass removal, flooding and forest fires, to determine the current use of the municipality's soils, also to identify the areas of environmental aptitude for conservation and environmental protection purposes and finally the priority areas for ecological rehabilitation; in this way, provide the above information through cartographic representations.

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.

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

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

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública 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.



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

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

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

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

Información Confidencial:

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

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
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

**CÓDIGO: AAAr113
VERSIÓN: 3
VIGENCIA: 2017-11-16
PAGINA: 6 de 7**

pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

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

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


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

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

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

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



	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

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



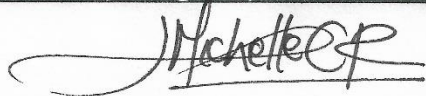
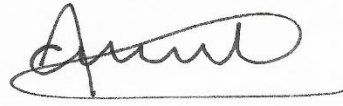
Nota:

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

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

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, vídeo, etc.)
1. DETERMINACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS PARA REHABILITACIÓN ECOLÓGICA EN EL MUNICIPIO DE FUNZA CUNDINAMARCA.pdf	Texto
2.	
3.	
4.	

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

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
Campos Rojas Laurent Michelle	
Castro Pedraza Angie Natalia	

21.1-51-20

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

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

DETERMINACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS PARA REHABILITACIÓN ECOLÓGICA
EN EL MUNICIPIO DE FUNZA CUNDINAMARCA

PROYECTO DE DIPLOMADO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA
OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERIA AMBIENTAL

LAURENT MICHELLE CAMPOS ROJAS

ANGIE NATALIA CASTRO PEDRAZA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA - EXTENSIÓN FACATATIVÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

INGENIERÍA AMBIENTAL

FACATATIVÁ

2020

Tabla de contenido

1.	Introducción	13
2.	Planteamiento del problema	15
3.	Objetivos	17
3.1	Objetivo general	17
3.2	Objetivos específicos	17
4.	Marco normativo	18
5.	Diseño metodológico	19
5.1	Determinación del sistema de coordenadas	19
5.2	Determinar el estado actual del uso del suelo (Objetivo específico 1)	20
5.2.1	Pendientes	22
5.2.2	Rondas hídricas	22
5.2.3	Áreas de Conservación y Protección Ambiental	23
5.2.4	Categorización de criterios	24
5.3	Identificación de las Áreas de Aptitud Ambiental con fines de conservación y protección ambiental (objetivo 2)	26
5.3.1	Revisión Bibliográfica	26
5.3.2	Procesamiento digital	27
5.3.3	Categorización del mapa	28
5.3.4	Determinación de Áreas Prioritarias para rehabilitación ecológica	28
5.3.4.1	Selección de atributos	28

5.3.5 Identificación de zonas de riesgo	29
5.3.5.1 Remoción en masa	29
5.3.5.1.1 Factores intrínsecos o de susceptibilidad	30
5.3.5.1.2 Factores Externos o de Disparo	32
5.3.5.2 Inundación	34
5.3.5.1.3 Incendios forestales	35
5.3.5.1.4 Superposición de capas	38
5.4 Zonificación de áreas prioritarias para rehabilitación ecológica	39
6. Análisis de resultados	39
6.1 Áreas de manejo ambiental con fines de conservación y protección ambiental	39
6.2 Áreas prioritarias para rehabilitación ecológica del municipio de Funza	40
6.3 Estrategias de rehabilitación ecológica como recomendación para la planificación ambiental de las áreas identificadas como prioritarias	41
6.3.1 Estrategia 1	44
6.3.2 Estrategia 2	45
7. Conclusiones	46
8. Bibliografía	¡Error! Marcador no definido.46
9. Anexos	50

Listado de tablas

Tabla 1 Marco normativo aplicable al proyecto	18
Tabla 2 Coordenadas MAGNA-SIRGAS de los orígenes de las zonas de proyección Gauss-Krüger en Colombia	20
Tabla 3. Uso actual del suelo en el Municipio de Funza, con las coberturas Corine Land cover	21
Tabla 4 Rango de pendientes	22
Tabla 5 Áreas de Conservación y Protección Ambiental de Funza declaradas por CAR	23
Tabla 6. Asignación de valores a las variables de estudio	24
Tabla 7. Clasificación ambiental para el ordenamiento de la cuenca alta del río Bogotá	27
Tabla 8 Asignación de valores a la variable capacidad uso de suelo	28
Tabla 9. Criterios seleccionados para la determinación de áreas prioritarias para la rehabilitación ecológica	29
Tabla 10. Clasificación litología	30
Tabla 11. Clasificación y uso del suelo	31
Tabla 12 Clasificación de pendientes	32
Tabla 13. Categoría y clasificación de rangos de amenaza	33
Tabla 14 Clasificación por actividad sísmica	34
Tabla 15. Clasificación de amenaza para huella de inundación	35
Tabla 16. Clasificación y calificación de combustibles según el tipo de cobertura	36
Tabla 17. Rango de susceptibilidades	37
Tabla 18. Actividades de rehabilitación ecológica	42

Tabla de ilustraciones

<u>Ilustración 1.(Unión de coberturas)</u>	24
<u>Ilustración 2. Superposición de capas</u>	38
<u>Ilustración 3 Los 13 pases de restauración ecológica</u>	41
<u>Ilustración 4 Flujos biológicos del proceso de nucleación</u>	44

1. Introducción

La ocupación del territorio en Colombia ha obedecido a factores y dinámicas (económicas, sociales, políticas y aún religiosas) que, en muchos casos, ha llevado a la transformación, afectación y /o degradación de sus ecosistemas naturales, entre las cuales se pueden mencionar los cultivos ilícitos, el uso inadecuado del suelo para actividades agropecuarias, la minería y las especies invasoras, lo que ha producido la pérdida parcial o total de los servicios ecosistémicos generados por ellos como lo es el suministro de agua, alimentos, regulación del clima, entre otros, a tal punto que en la actualidad existen en el país 483 municipios con vulnerabilidad muy alta, alta y media. (MinAmbiente, 2015). Aunque en Colombia se habla permanentemente de la deforestación, no hay que olvidar que otros ecosistemas como las sabanas, los humedales y los páramos también están sufriendo procesos de degradación que van en aumento y también deben ser parte de las iniciativas de recuperación de los espacios naturales. (Tamayo Montolla, 2020)

En el municipio de Funza Cundinamarca los ecosistemas de los humedales, abarcan un área de 186.4 hectáreas del total del área del Municipio, representan el 2.7% de la superficie total. Se requiere de un control sobre el uso del suelo con una población preparada y educada en la relación de lo construido y su patrimonio natural. El humedal Gualí es el más grande de Cundinamarca y alberga una gran variedad de vegetación y biodiversidad terrestre, acuática y aérea por lo que está catalogado como patrimonio natural. (Montagut Acosta, 2016) A partir de lo anterior se plantea el presente trabajo donde se pretende identificar las APREs partiendo de la creación de una línea base del estado actual de la zona de estudio y así poder dirigir los esfuerzos de restauración a las zonas con procesos de degradación haciendo uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que ayudan a describir, analizar, tomar medidas de intervención y

así restablecer los servicios ecosistémicos que brindan los ecosistemas de este municipio a la población.

2. Planteamiento problema

Las diferentes actividades desarrolladas por el hombre sobre su entorno han influido significativamente en las condiciones del ambiente, teniendo grandes implicaciones y efectos negativos que se sintetizan en la degradación, deterioro y empobrecimiento del sistema territorial. (Gómez-Orea, 1999).

En Colombia, la degradación del territorio empieza desde la misma colonización, que conlleva a la degradación de los ecosistemas generando la destrucción de bosques autóctonos y la utilización de tierras para la agricultura y ganadería ocasionando gran cantidad de terrenos desprotegidos derivados de métodos de cultivo inadecuados, pastoreos intensivos y el uso del fuego como herramienta para su habilitación. Todo lo anterior ha producido la degradación de extensas áreas de terreno a lo largo y ancho de nuestro país. Según el IGAC, el 28,6 % del territorio nacional presenta un uso inadecuado del suelo; de este total, casi 16 % ya cuenta con suelos degradados o sobre utilizados. (CAR, 2014).

Los procesos de degradación más relevantes en Colombia son la erosión, el sellamiento de suelos, la contaminación, la pérdida de la materia orgánica, la salinización, la compactación y la desertificación; causados principalmente por la gestión insostenible de los suelos, la creciente demanda de bienes y servicios y el desconocimiento de alternativas para su restauración (IGAC,2012)

Funza no es ajena a este deterioro ambiental puesto que para el año de 2018 el área urbana incremento 2,36 veces en un periodo de 17 años (Preciado, 2019), que desencadenó un mayor impacto las problemáticas ambientales debido a la contaminación por manejo inadecuado de

residuos sólidos, ganadería, industria y afectaciones en el humedal Gualí, afectando la flora y fauna del municipio.

Para poder tomar medidas de intervención ante estos procesos de degradación ambiental, se requiere inicialmente dar respuesta a:

¿Cuáles son las áreas prioritarias para realizar actividades de rehabilitación ecológica en el municipio de Funza Cundinamarca?

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Identificar áreas prioritarias para rehabilitación ecológica en el municipio de Funza Cundinamarca.

3.2 Objetivos específicos

- 1.** Determinar el estado actual del uso del suelo con sus diferentes coberturas
- 2.** Identificar las áreas de aptitud ambiental con fines de conservación y protección ambiental en el municipio.
- 3.** Realizar una propuesta de rehabilitación ambiental de las áreas identificadas como prioritarias.

4. Marco normativo

Tabla 1 Marco normativo aplicable al proyecto

Preámbulo/políticas			
Norma	Año	Descripción	
Ley 23 de 1973	1973	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones	
Decreto Ley 2811 de 1974	1974	Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente	
Internacional y nacional Constitución Política de Colombia de 1991	1991	Gran articulado referente al tema de protección al medio ambiente, reglamenta la protección de los recursos naturales como derecho colectivo y bien público.	
Decreto 2372 de 2010	2010	Por el cual se reglamenta el Decreto ley 2811 de 1974,	

la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.

Fuente: Elaboración de los autores

5. Diseño metodológico

De acuerdo con los objetivos específicos establecidos, el diseño metodológico se esquematizó inicialmente, determinando el estado actual del uso del suelo en el municipio de Funza (Objetivo específico 1), posteriormente se identificó de las áreas de conservación ambiental (Objetivo específico 2) y finalmente la superposición de mapas para determinar el objetivo general y así plantear las estrategias de rehabilitación ecológica (Objetivo específico 3)

5.1 Determinación del sistema de coordenadas

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-, entidad gubernamental encargada de los sistemas geodésicos nacionales de referencia, desea que sus usuarios sean partícipes del proceso de apropiación, modernización y aprovechamiento de los avances científicos y técnicos relacionados con la generación de datos espaciales de alta calidad. En consecuencia, el IGAC promueve la adopción de MAGNA-SIRGAS como sistema de referencia oficial del país, en reemplazo del Datum BOGOTÁ, definido en 1941. (IGAC, 2018)

Siguiendo este parámetro, la cartografía se realiza con base en coordenadas geográficas Magna-Sirgas y coordenadas planas, proyección Gauss-Krueger, Colombia (Transverse Mercator) (IDEAM, 2011) como se evidencia en la Tabla 2. El sistema de coordenadas a utilizar, por lo tanto, se basa en los siguientes parámetros:

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

Tabla 2 Coordenadas MAGNA-SIRGAS de los orígenes de las zonas de proyección Gauss-Krüger en Colombia

Origen	Coordenadas Elipsoidales		Coordenadas Gauss-Krüger	
	Latitud (N)	Longitud (W)	Norte [m]	Este [m]
Bogotá-MAGNA	$4^{\circ} 35' 46,3215''$	$74^{\circ} 04' 39,0285''$	1 000 000,0	1 000 000,0
Este Central - MAGNA	$4^{\circ} 35' 46,3215''$	$71^{\circ} 04' 39,0285''$	1 000 000,0	1 000 000,0
Este Este - MAGNA	$4^{\circ} 35' 46,3215''$	$68^{\circ} 04' 39,0285''$	1 000 000,0	1 000 000,0
Oeste - MAGNA	$4^{\circ} 35' 46,3215''$	$77^{\circ} 04' 39,0285''$	1 000 000,0	1 000 000,0
Oeste Oeste - MAGNA	$4^{\circ} 35' 46,3215''$	$80^{\circ} 04' 39,0285''$	1 000 000,0	1 000 000,0

Fuente: (IGAC, 2014)

5.2 Determinar el estado actual del uso del suelo (Objetivo específico 1)

De acuerdo con el plan básico de ordenamiento territorial PBOT del municipio de Funza, reglamentado mediante Decreto 0140 del 13 de septiembre del año 2.000, incluye en su visión regional de desarrollo municipal, el objetivo de destacar al municipio como aquel que conserva

su propiedad rural, lo cual ha generado que las acciones administrativas estén encaminada a potencializar la producción agrícola y pecuaria sostenible. (CAR, 2017)

Por lo anterior, las coberturas de la tierra fue uno de los atributos seleccionados ya que permiten identificar cuáles son las áreas de prioridad para la preservación y restauración de ecosistemas.

Las coberturas se obtuvieron en tipo *Shape* desde el Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC – IDEAM, a una escala 1:100.000 (únicas disponibles), este archivo se cargó como capa en ArcGis 10.6.1, se proyectó al Sistema de Coordenadas Magna Colombia Bogotá ya que se encontraba en WGS-84 y se recortó al área de estudio (Clip – Geoprocess), para luego analizar e interpretar las coberturas de la tierra determinadas según la “Metodología *Corine Land Cover* Adaptada para Colombia Escala 1:100.000” (Tabla 2), en el cual se identificaron las siguientes coberturas:

Tabla 3. Uso actual del suelo en el Municipio de Funza, con las coberturas Corine Land cover

Cobertura	Área (Ha)	% Cobertura
1.1.1. Tejido urbano continuo	452,79	0,64
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	48,07	0,06
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	492,30	0,71
1.2.4. Aeropuertos	62,16	0,08
1.4.2. Instalaciones recreativas	126,47	0,18
2.2.5. Cultivos confinados	657,93	0,93
2.3.1. Pastos limpios	2241,47	3,23
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2781,31	3,97
3.2.2. Arbustal	0,02	0,01

4.1.1. Zonas Pantanosas	129,28	0,18
--------------------------------	--------	------

Fuente: Autores, 2020

5.2.1 Pendientes

La construcción del mapa de pendientes se hizo a partir de *ASTER Global Digital Elevation Model V003* en la página *EarthData* propiedad de la Nasa. Este Modelo digital de elevación se cargó en ArcGis en formato .tiff, y se realizó el recorte para el área de estudio con la herramienta Clip (Geoprocess), a continuación, se procedió a determinar las pendientes utilizando la herramienta Slope (Raster Surface – 3D analysis Tools) expresadas en grados. Una vez obtenidas las pendientes se hizo la reclasificación de rangos (Tabla 4) de acuerdo con lo estipulado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (GARAGOA, 2017) (Ver apéndice 1)

Tabla 4 Rango de pendientes

RANGOS (%)	INTERPRETACIÓN
0-3	A nivel
3-7	Ligeramente Inclinada
7-12	Moderadamente Inclinada
12-25	Fuertemente Inclinada
25-50	Ligeramente empinada o ligeramente escarpada
50-75	Moderadamente empinada o moderadamente escarpada
75-100	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada

Fuente: (GARAGOA, 2017)

5.2.2 Rondas hídricas

Por medio de la base “*cartográfica del IGAC 1:100000*” se descargó las capas (drenaje sencillo, doble lagunas y humedales), se cargó a Arcgis y por medio de la herramienta **clip-geoprocess** se delimito a la zona de estudio generando el shape de ronda hídricas.

5.2.3 Áreas de Conservación y Protección Ambiental

Una de las estrategias de manejo especial son las Reservas Forestales establecidas por la Ley 2ª de 1959, Reservas Forestales Protectoras Productoras, la declaración de humedales de importancia internacional RAMSAR, por medio de la clasificación de: áreas de protección, áreas de restauración, áreas para la producción agrícola ganadera sostenible de recursos naturales. Por lo anterior, se tomaron las áreas protegidas del municipio de Funza como un criterio importante para la determinación de las AIE (Tabla 5).

Tabla 5 Áreas de Conservación y Protección Ambiental de Funza declaradas por CAR.

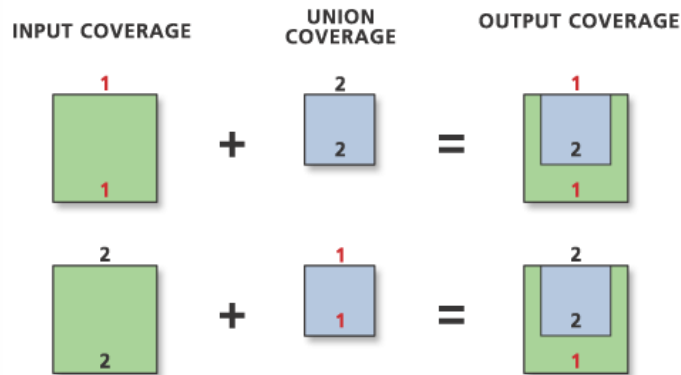
Categoría	Área (ha)
Áreas de protección	339,53
Áreas de restauración	1312,5
Áreas para producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales	4571,27
Áreas urbanas	768,54

Fuente: Autores con información de la CAR, 2020

Para la digitalización de las áreas protegidas establecidas por la CAR se tomaron las coordenadas planas de estas, los puntos se cargaron en Google Earth y se dibujaron utilizando la herramienta “nuevo polígono”, seguido a esto, los polígonos se exportaron en archivo. kmz y se adicionaron en ArcGis con la herramienta KML To Layer (Conversion Tools). Luego de haber obtenidos los Shapefiles a escala 1:100.000, se referenciaron al Sistema de Coordenadas Magna

Colombia Bogotá, se procedió a eliminar el área mínima cartografiable (< 0.01 km²) sin tener en cuenta los humedales debido a su importancia para la conservación de ecosistemas y finalmente se realizó la unión de estos dos criterios (Ilustración 1) utilizando la herramienta Unión (Analysis Tools)

Ilustración 1.(Unión de coberturas)



Fuente: (ArcGis Online, 2016)

5.2.4 Categorización de criterios

La tabla 6 presenta la categorización de los criterios seleccionados para la determinación de las áreas de importancia estratégica.

Tabla 6. Asignación de valores a las variables de estudio.

Criterio	Valor asignado	Justificación
Pendientes	1 = Pendientes muy bajas (0-7%)	Los valores para esta variable se eligieron según la
	2 = Pendientes bajas (7 -12 %)	“Metodología para la
	3 = Pendientes moderadas (12- 25%)	clasificación de las tierras por su capacidad de uso”
	4 = Pendientes altas (25- 75%)	estipulado por el Instituto

Geográfico Agustín Codazzi.
(GARAGOA, 2017)

Rondas hídricas	5 = Quebrada, humedal, laguna, ríos.	El valor máximo de este criterio se determinó teniendo en cuenta el área de amortiguamiento para los ríos, quebradas y cuencas de segundo orden (30 metros), pues este es el área que se interesa proteger de alguna invasión de otros tipos de uso de suelo.
------------------------	--------------------------------------	---

Áreas protegidas	5 = Áreas para producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales, Áreas de restauración y protección.	El valor dado a las áreas protegidas se determinó teniendo en cuenta que estas áreas son estrategias de manejo especial para la conservación de los ecosistemas
-------------------------	---	---

Coberturas de la tierra	1 = Cultivos confinados, instalaciones recreativas, Tejido urbano continuo,	Según el mapa de uso actual obtenido en este estudio, se asignaron los valores teniendo en cuenta si su uso se puede
--------------------------------	---	--

aeropuerto, instalaciones recreativas	rehabilitar o es apto a cambios. Dentro del valor 1 se encuentran las coberturas a las cuales no se les puede cambiar su uso actual, las asignadas con el valor de 3 son susceptibles a estos cambios y las categorizadas con el valor de 5 pueden cambiar su uso actual en pro de la naturaleza teniendo en cuenta la normativa vigente sobre el Uso, Manejo y Conservación de Suelos
2 = Zonas pantanosas	
3 = mosaico de pastos y cultivos, arbustal.	
4 = Pastos limpios	
5 = Cultivo de papa	

Fuente: Autores, 2020

5.3 Identificación de las Áreas de Aptitud Ambiental con fines de conservación y protección ambiental (objetivo 2)

Para identificar las áreas de aptitud ambiental con fines de conservación y protección ambiental, se basa en la revisión bibliográfica, el procesamiento digital y la clasificación cartográfica

5.3.1 Revisión Bibliográfica

A partir de la “Metodología para la definición de áreas prioritarias para la adquisición de predios con fines de conservación, preservación, y recuperación de los recursos naturales en la jurisdicción de la CAR”, se realizó una zonificación ambiental por medio de la sectorización de la Cuenca alta del río Bogotá, a partir de los factores físicos, bióticos y socioeconómicos que

permitió generar un análisis de potencialidades, limitaciones de uso, conflictos y de los riesgos naturales y/o antrópicos, presentados en dichas zonas, esto permitió generar la búsqueda de estrategias sostenibles para garantizar su adecuado uso y asegurar la conservación de la biodiversidad natural, cultural y los bienes y servicios ambientales brindados para el desarrollo sostenible de la sociedad.

Esta zonificación ambiental se realizó teniendo en cuenta la siguiente clasificación (Tabla 7):

Tabla 7. Clasificación ambiental para el ordenamiento de la cuenca alta del río Bogotá.

Clasificación	Puntaje obtenido
Áreas de aptitud ambiental	
Preservación	30 puntos
Conservación	20 puntos
Restauración / Recuperación	10 punto
Áreas de aptitud de desarrollo socioeconómico	
Cualquier categoría	0 puntos

Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2011)

5.3.2 Procesamiento digital

A través de la base de datos abiertos de la CAR, se obtuvo el archivo “Zonificación Ambiental de la Cuenca Alta del Río Bogotá” en una proporción de 1: 25.000, y se cargó en ArcGis con referencia al sistema de coordenadas de Magna Colombia Bogotá. Se procedió a realizar una revisión de la tabla de atributos, en donde se reclasificaron las áreas según la clasificación ambiental para el ordenamiento de la Cuenca alta del río Bogotá de la CAR y se determinó que las áreas de restauración ecológica pertenecen a **suelo clase VIII (Agrológicos)**, estos son suelos que por su importancia ecosistémica para la regulación del recurso hídrico y extrema vulnerabilidad (áreas muy escarpadas) deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas (IGAC, 2014).

5.3.3 Categorización del mapa

La tabla 8 presenta la categorización de los criterios seleccionados para la determinación de las áreas de Manejo ambiental con fines de conservación y protección ambiental.

Tabla 8 Asignación de valores a la variable capacidad uso de suelo.

Atributo	Valor asignado	Justificación
Capacidad de uso del suelo	5	El área de restauración ecológica (Clase VIII), las áreas de protección se les asigno un valor de 5 ya que Estas zonas no se le puede realizar ninguna actividad excepto para la de proteger sus recursos.

Fuente: Autores,2020

5.3.4 Determinación de Áreas Prioritarias para rehabilitación ecológica

La determinación de Áreas prioritarias para rehabilitación ecológica se basó en la selección de atributos, categorización de las variables, la superposición de capas y finalmente se realizó la zonificación de estas áreas.

5.3.4.1 Selección de atributos

Los atributos se determinaron en apoyo al proyecto “Mapeo de áreas prioritarias para la restauración ecológica en la zona de influencia del centro agrícola cantonal de Oreamuno, Cartago, costa rica” (Tabla 9), y teniendo en cuenta las AIE para la importancia del recurso

hídrico y las áreas de manejo ambiental con fines de conservación y protección ambiental (Arias Cascante, 2018).

Tabla 9. Criterios seleccionados para la determinación de áreas prioritarias para la rehabilitación ecológica

Atributo	Tipo	Escala	Fuente
Área de Importancia Estratégica	<i>Shape</i>	1:59.000	Datos abiertos de la CAR
Áreas de Conservación y Protección Ambiental	<i>Shape</i>	1:59.000	Obtenido en el objetivo específico 2
Cobertura	<i>Shape</i>	1:100.000	SIAC
Pendientes	<i>Shape</i>	1:100.000	ASTER Global Digital Elevation Model V003
Microcuencas	<i>Shape</i>	1:100.000	Planchas Cartográficas IDEAM
Zona de Riesgo	<i>Shape</i>	1:100.000	SIAC, IGAC

Fuente: Autores

5.3.5 Identificación de zonas de riesgo

Una vez identificados metodológicamente los criterios del primer y segundo objetivo específico, solo queda por determinar las zonas de riesgo del municipio. Por lo cual se determinaron 3 amenazas de estudio (Remoción en masa, Incendios forestales e Inundación).

5.3.5.1 Remoción en masa

Inicialmente se clasifica la amenaza por deslizamientos, utilizando indicadores morfo dinámicos del terreno a elección de variables organizadas en dos factores. 1. factores de susceptibilidad (pendientes, litología, cobertura vegetal) y 2. 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.

$$H = SUSC * DISP \quad H = EP * D$$

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.

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

5.3.5.1.1 Factores intrínsecos o de susceptibilidad

- **Geología**

Para la cualificación específica del factor de litología se le asigno valores numéricos a partir de la metodología establecida de Mora & Vahrson, (Tabla 10)

Tabla 10. Clasificación litología

Litogía	Clasificación	Valor
Zona urbana	Baja	1
Mantos de ceniza volcánica sobre depósitos clásticos hidrogénicos	Medio	2
Rocas clásticas arenosas, limo arcillosas y químicas carbonatadas con algunos depósitos de ceniza volcánica,	Alto	3

Depósitos clásticos hidrogénicos. En sectores mantos de ceniza volcánica.

Fuente: Autores, 2020.

- **Cobertura vegetal y uso del suelo**

Por medio del análisis de imágenes satelitales, se realizó una clasificación a través de la interpretación visual y su posterior de lineación 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 11).

Tabla 11. Clasificación y uso del suelo

Cobertura	Clasificación	Valor
Red vial, Ferroviaria y terrenos asociados	Muy Baja	1
Tejido urbano continuo		
Tejido urbano discontinuo		
Zonas industriales o comerciales		
Instalaciones recreativas		
Arbusto 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	Moderada	3
Pastos limpios		
Mosaico de pastos y cultivos		
Pastos enmalezados	Alto	4
Pastos limpios		
Mosaicos de pastos y limpios		
Cultivo papa	Muy alto	5
zonas de extracción minera		

Fuente: Monroy, 2019

- **Geomorfológico**

Significa que la pendiente del terreno tiene un efecto pasivo sobre la sensibilidad de los deslizamientos, se cree que a medida que aumenta la pendiente también aumenta la posibilidad de deslizamientos, como se evidencia en la tabla 12.

Tabla 12 Clasificación de pendientes.

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

Fuente: Método de Mora y Vahrson, 1993

5.3.5.1.2 Factores Externos o de Disparo

- **Precipitación**

Inicialmente se identifican las estaciones climatológicas de los municipios de Funza: Flores colombianas, de Mosquera: Tibaitata, de Madrid: base aérea y Casablanca, de Tenjo: la esperanza, ato alto, el alto y providencia granja de esta forma se obtiene la suma de la precipitación media de los últimos 10 años, en este caso 2009-2019. Estos datos se exportan a la capa de ArcMap y se interpolan desde allí usando la herramienta Kriging, herramienta estadística que permite ponderar las mediciones circundantes para las predicciones de ubicación sin medición.

Tabla 13. Categoría y clasificación de rangos de amenaza

Precipitación media anual (mm)	Clasificación	Categoría amenaza
597-950	1	Muy baja
951 – 1218	2	Baja
1219 – 1604	3	Moderada
1605- 2086	4	Alta
2087 – 2719	5	Muy alta

Fuente: Monroy, 2019

- **Sismicidad**

El método de Mora & Vahrson divide el valor del factor Ds en 10 rangos y considera los datos de la "aceleración pico efectiva" (Aa) en el área de estudio. Se utilizó los datos proporcionados en el estudio convencional sobre desastres sísmicos en Colombia. Desarrollado en 1996 por la Sociedad Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), Universidad de los Andes e INGEOMINAS (Rodríguez et al., 2013).

El Municipio de Funza se encuentra en una zona occidental del país en donde se presenta una amenaza sísmica intermedia que presenta aceleraciones de 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.

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

Al verificar este valor en la tabla 14, 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 14 Clasificación por actividad sísmica

Intensidad MM	Aceleraciones	Aceleración	Cualificación	Factor DS
	Pico (%g)	PGA (m/s²)		
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: Monroy, 2019

5.3.5.2 Inundación

Para el generar el mapa de riesgo por inundación se utilizaron las mismas zonificaciones de amenaza previamente utilizadas para el mapa de riesgo por remoción en masa (Geomorfología, Pendientes, Litología, Precipitación)

Para este riesgo se añadió una nueva zonificación de amenaza:

- **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 Funza, seguidamente se realiza un clip con la capa Funza y se

procede a realizar un buffer múltiple a través de la herramienta zona de influencia de anillos múltiples cada 100 metros.

Tabla 15. 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: Monrroy,2019

5.3.5.1.3 Incendios forestales

Para la realización del mapa de riesgos por incendios forestales se toma como base las mismas zonificaciones utilizadas en los riesgos anteriores (Geomorfología, Pendientes, Litología, Precipitación), añadido a esto se realizó un reconocimiento histórico de incendios forestales presentados en el municipio, una clasificación y posterior calificación de la susceptibilidad de la vegetación (como factor fundamental de la amenaza) a través de la generación de la capa del tipo de combustibles y duración de los mismos, por medio de la metodología “ **PARA ANÁLISIS DE LA AMENAZA SEGÚN EL PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE MAPAS DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS A INCENDIOS FORESTALES DE LA COBERTURA VEGETAL ESCALA 1: 100.000**” obteniendo el riesgo por amenaza de incendio forestal.

- **Reconocimiento histórico de incendios forestales**

Se hace la identificación de los puntos históricos en los cuales se presentaron incendios forestales en el municipio de Funza, por medio de una revisión bibliográfica se identificó que en la vereda el Hato se presentó un incendio forestal de intensidad baja en el 2014 y las vereda La isla se presentaron 2 incendios uno en el año 2005 y otro en el año 2009 los dos también de intensidad baja, posterior a eso se ubicaron dichos puntos en el mapa por medio de la creación de un *shapefile* tipo **punto**.

- **clasificación y calificación de combustibles**

Se realiza una equivalencia de las características del combustible vegetal según las coberturas presentes en el municipio (Tabla 16)

Tabla 16. Clasificación y calificación de combustibles según el tipo de cobertura

Clasificación cobertura (CORINE LAND COVER)	Calificación tipo de combustible	Calificación duración del combustible	Calificación carga total de combustible
1.1.1. Tejido urbano continuo	1	1	2
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	1	1	2
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1	1	1
1.2.4. Aeropuertos	1	1	1
1.4.2. Instalaciones recreativas	5	4	3
2.2.5. Cultivos confinados	4	3	3
2.3.1. Pastos limpios	5	4	3
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	5	4	4
3.2.2. Arbustal	4	3	4

4.1.1. Zonas Pantanosas	1	1	1
--------------------------------	---	---	---

Fuente: IDEAM, 2010

- **Cálculo de la susceptibilidad la vegetación a incendios**

Una vez asignadas las respectivas calificaciones y generados los mapas de tipo, duración y carga de combustibles, se procede a la realización del producto entre cada uno de ellos (álgebra de mapas); el resultado obtenido se agrupa posteriormente en 3 categorías mediante una distribución de frecuencias y a cada grupo se le asignó una calificación que varía entre susceptibilidad (Tabla 17)

$$\text{SUSC} = \text{CAL}(\text{tc}) + \text{CAL}(\text{dc}) + \text{CAL}(\text{ct})$$

Donde:

SUSC: Susceptibilidad de la vegetación (susceptibilidad bruta)

CAL(tc): Calificación por tipo de combustible

CAL(dc): Calificación de la duración de los combustibles

CAL(ct): Calificación de la carga total de combustible

Tabla 17. Rango de susceptibilidades

Susceptibilidad	Rango de susceptibilidad
Baja	1 – 2,9
Medio	3 - 4
Alto	4,1 - 5

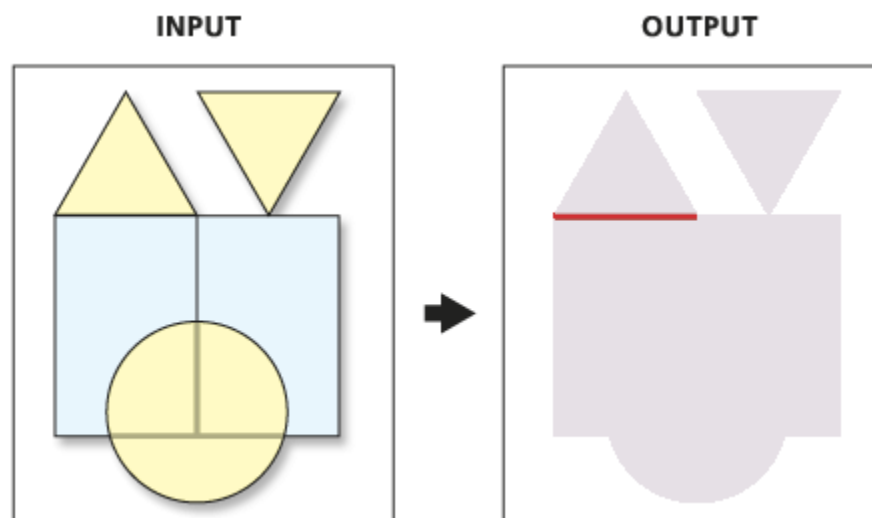
Fuente: Autores, 2020

5.3.5.1.4 Superposición de capas

Una vez categorizados los criterios, se procedió a la unión de las capas (Ilustración 2), para la unión de capas se hizo uso de la herramienta (intersect-geoprocess) ya que esta herramienta calcula una intersección geométrica de las entidades de entrada. Las entidades o partes de entidades que se superponen en todas las capas y/o clases de entidad se escriben en la clase de entidad de salida (ArcGis 10.6, 2020):

- Superposición capa de coberturas con capa utilizando la herramienta Unión (Analysis Tools). Se elimina el área mínima cartografiable (< 1 ha).
- Superposición capa Cobertura-Pendiente con capa de rondas hídricas. Se elimina el área mínima cartografiable (< 1 ha).
- Superposición capa Cobertura-Pendiente-rondas hídricas con capa de Áreas protegidas. Se elimina el área mínima cartografiable (< 1 ha)
- Superposición capa Cobertura-Pendiente-rondas hídricas- Áreas protegidas con capa de zonas de riesgo. Se elimina el área mínima cartografiable (< 1 ha)

Ilustración 2. Superposición de capas



Fuente: (ArcGis 10.6, 2020)

5.4 Zonificación de áreas prioritarias para rehabilitación ecológica

Para establecer las AIE para la conservación del recurso hídrico se realizó la zonificación del mapa obtenido, por ello se determinó el promedio de los volares asignados para cada capa (Ecuación 1). Luego de determinar el promedio se zonifico el mapa dividiendo en tres (3) partes iguales (1,67) el rango de los promedios (de 1 a 5), y se les asigno su categoría (Ecuación 2).

$$\text{Promedio} = (\text{VP} + \text{Vcob} + \text{VRh} + \text{VACp} + \text{VZr}) / 5$$

Ecuación 1. Promedio de valores de los criterios.

VP = Valor Pendientes

VCob = Valor Cobertura

VRh = Valor Rondas hídricas

VACp = Valor Áreas de Conservación y Protección Ambiental

VZr = Valor Áreas de Zonas de riesgo

Rango 1 (de 1 a 1,67) = Bajo

Rango 2 (de 1,68 a 3,34) = Medio

Rango 3 (de 3,34 a 5) = Alto

6. Análisis de resultados

6.1 Áreas de manejo ambiental con fines de conservación y protección ambiental

Las áreas de manejo ambiental con fines de conservación y protección ambiental se identificaron de acuerdo a los criterios descritos en la metodología (**5.6 Identificación de las Áreas de Aptitud Ambiental con fines de conservación y protección ambiental (objetivo 2)**), al realizar el intersect se categorizaron las zonas y se logró establecer la jerarquía de prioridad.

La distribución de áreas según las categorías de priorización determinó que un área de 339,5 hectáreas tiene una importancia ecosistémica Alta ya que pertenece a zonas de protección (azul claro), un área de 1312 hectáreas cuenta con una importancia estratégica también alta ya que

pertenece a las áreas de restauración (azul oscuro), estas dos primeras categorías pertenecen a suelos agrologicos Clase VIII, es decir, tierras no aptas para ningún uso agropecuario, puesto que cuentan con fuertes restricciones de clima, estructura del suelo, salinidad o acidez extrema, o drenaje totalmente impedido; estos suelos solo pueden ser utilizados con fines paisajísticos, recreacionales y de conservación (Eugenio, 2015), un área de 4571 hectáreas son de importancia estratégica media ya que pertenecen a áreas de producción agrícola (verde) y un porcentaje a lo que corresponde al 7,7% equivalente a 768,5 hectáreas del área del municipio de Funza.

6.2 Áreas prioritarias para rehabilitación ecológica del municipio de Funza

Las Áreas prioritarias para rehabilitación ecológica del municipio de Funza se determinaron de acuerdo con seis criterios (coberturas, pendientes, rondas hídricas, zonas de riesgo, uso de suelo y áreas de importancia estratégica) que se intersecaron para determinar las áreas con mayor prioridad para hacer una intervención de rehabilitación. (Apendice 10)

Esta priorización determinó que un área de 4575 ha no requieren de una intervención ambiental con prioridad (Verde), un área de 340 ha requieren la implementación de actividades de conservación para minimizar impactos ambientales a largo plazo (Amarillo) y un área de 1525 ha necesitan ser intervenidas con mayor prioridad (Rojo).

De acuerdo con el Apéndice 10 se puede determinar que las áreas prioritarias a rehabilitar ecológicamente se encuentran principalmente en las veredas La Isla, El Hato, El Cacique, y La Florida. Cabe resaltar que las áreas con mayor prioridad a restaurar corresponden al humedal Guali, Humedal la Florida, una parte de la cuenca del río Bogotá y la laguna Funzhe.

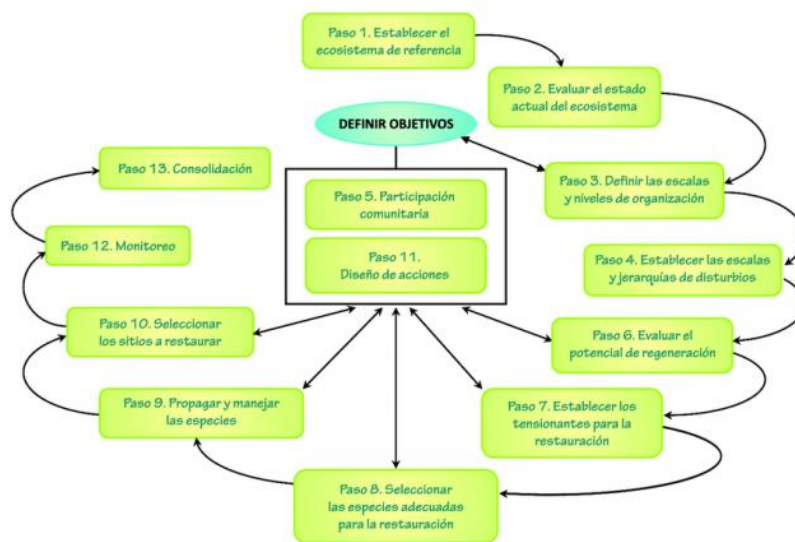
Para las áreas catalogadas como priorización intermedia, se determinan coberturas medio – altas (pastos limpios, mosaicos de pastos y cultivos), con pendientes bajas que conducen a zonas

de riesgo por remoción en masa al suroeste del municipio. Estas áreas requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos debidas, para disminuir la degradación de los suelos.

6.3 Estrategias de rehabilitación ecológica como recomendación para la planificación ambiental de las áreas identificadas como prioritarias

Establecer una estrategia de restauración ecológica en las zonas más vulnerables del municipio (definida como área prioritaria), hay que tener en cuenta que se debe contar con un plan de acción Específico para cada zona puesto a que no existe un patrón igual para rehabilitar, debido a la particularidad inherente de cada sitio, sin embargo, diferentes autores exponen pasos de la restauración como una herramienta bástate útil para la planeación de procesos de restauración ecológica.

Ilustración 3 Los 13 pases de restauración ecológica



Fuente: (GREUNAL, 2012)

Por otro lado, el señor Arias Cascante (2018) recomienda los siguientes pasos generales para las actividades de rehabilitación ecológica, para la planificación ambiental de las áreas más vulnerables del municipio.

Tabla 18. Actividades de rehabilitación ecológica

Actividades a desarrollar	Descripción
Selección de sitios	Evaluación el estado actual del área determinando las zonas de vida (Clasificación de L. Holdridge). Identificación de los factores limitantes para la recuperación biofísica y/o eliminación de los tensionantes que permitan restablecer los procesos naturales de resiliencia del ecosistema
Selección de estrategias de rehabilitación	<ol style="list-style-type: none">1. Nucleación de áreas degradadas2. Planeación de especies nativas por:<ul style="list-style-type: none">- Corredores biológicos- Sistemas Agroforestales
Selección de especies	La implementación de especies debe ser previamente seleccionadas según las características ecosistemitas de cada sitio con el fin de generar una restauración adecuada.
Monitoreo	Generar un estudio con el fin de identificar los cambios generados en el ecosistema por las especies en las zonas en procesos de rehabilitación.

Fuente: Vargas & Díaz 2007.

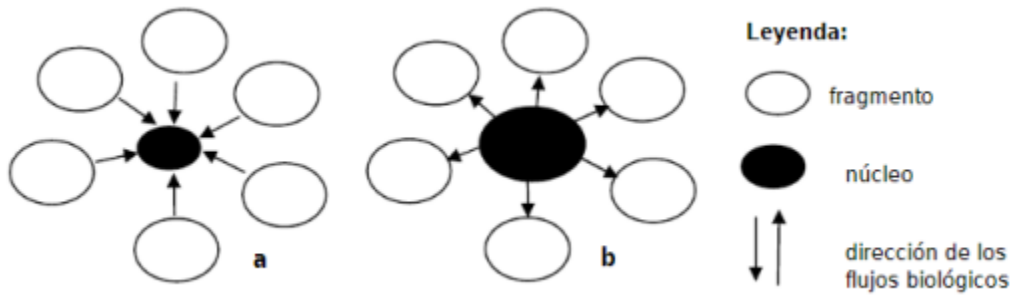
- **La nucleación**

Es un proceso de restauración, que incluye la formación de micro hábitats como núcleo, favoreciendo así la llegada de especies animales y vegetales. En un proceso continuo, este incremento aumenta la posibilidad de interacción entre especies y la formación de redes de interacción entre organismos., Integrar los ecosistemas en el paisaje natural que los rodea (Russo, 2001). En otras palabras, es cualquier elemento, biológico o no biológico, que puede incrementar el potencial de formar nuevas poblaciones al promover y crear nuevos nichos de regeneración / asentamiento, generando así nueva conectividad en el paisaje.

Para que esta estrategia de nucleación sea efectiva, es necesario que los flujos biológicos ocurran en dos sentidos (mecanismo de retroalimentación) (Ilustración 6):

- 1. Conectividad local:** La dirección del flujo es la dirección de los fragmentos de paisaje en el área a restaurar, por lo que se busca identificar diferentes elementos (suelo, semillas, microorganismos, hongos, bacterias, etc.) para incorporarlos a las áreas formando un pequeño núcleo de diversidad, que, con el tiempo, logra establecer una conexión con las unidades naturales del paisaje.
- 2. Conectividad contexto:** La dirección del flujo es del área restaurada para el paisaje, una vez el área degradada evolucione, tenga una nueva diversidad y funcionalidad en el paisaje, el núcleo empieza a dar un retorno a los fragmentos de paisaje. En este momento se restaura una red de conexiones esencial para promover la conectividad entre las unidades de paisaje como un todo (Tres & Reis, 2007).

Ilustración 4 Flujos biológicos del proceso de nucleación



Fuente: (Tres, 2007)

1. Plantación de especies nativas

Buscando crear comunidades de plantas de forma similar a la vegetación original de la zona a rehabilitar con el fin de recuperar los servicios de los ecosistemas que dichas zonas aportaban en la antigüedad (Cano, I. J. y Zamudio, 2007).

Basado en el estudio “Propuesta para la implementación de una reforestación protectora en el predio la granja en la vereda valle grande abajo -municipio de Tenza Boyacá” y “propuesta del programa ambiental para la reforestación y conservación del medio ambiente en la comunidad rincón de Bolonia de la localidad de Usme” se establecieron las siguientes técnicas de siembra como propuestas de rehabilitación ecológica.

6.3.1 Estrategia 1.

Reforestación en las rondas de los ríos y quebradas, ya que los remanentes de bosque que se encuentran a lo largo de las rondas, cumplen el papel de corredores biológicos de los sistemas fluviales, facilitando el desplazamiento de fauna silvestre en paisajes fragmentados, lo que resulta fundamental para la biodiversidad y también asegura el intercambio genético y energético a través de una mayor extensión geográfica (García Quiroga & Abad Soria, 2014).

El autor recomienda utilizar arboles de porte alto, mediano o bajo, que logren formar los tres estratos organizados en cinco filas con una distancia de siembra de 3x3 metros (valor promedio 62 dado por la ONF) (Ilustración 25) a lo largo del área de protección de 30 metros de las rondas, hasta el inicio de otro uso de la tierra. Esto con el fin de evitar problemas de sombra, goteo o humedad para los cultivos u otros usos de suelo cercanos a las rondas hídricas

6.3.2 Estrategia 2

Establecer una combinación de alternativas que permitan articular la conservación y la producción en la misma área a trabajar, por ello, los sistemas agroforestales (SAF) resultan ser una herramienta esencial debido a que generan una protección de bosque remanentes., aumento la cobertura de vegetación para mejorando la conectividad entre fragmentos., permiten una recuperación y conservación de suelos aumentando la producción de biomasa. Y el almacenamiento de carbono.

Estas plantaciones también contribuyen a la producción sostenible de la agricultura y la ganadería, El objetivo es apoyar las actividades de desarrollo sostenible de la agricultura, la ganadería y la silvicultura mediante la aplicación de sistemas agroforestales, agropecuarios y agricultura de conservación, con un enfoque en la conservación del suelo y del recurso hídrico (Arias Cascante, 2018).

Para la selección de especies nativas a sembrar se procederá a generar una combinación de especies recomendadas, con el objeto de favorecer la diversidad y heterogeneidad en las áreas a intervenir. Adicionalmente, las plantas escogidas serán obtenidas del vivero comunal a establecer dentro del proyecto Una vez definidas las especies, se implementará el sistema con base en los siguientes criterios técnicos:

- Los árboles a establecer como cercas vivas deberán de estar distanciados un (1) metro de la cerca, manteniendo distanciamientos mínimos de tres (3) metros entre árboles.

- Se establecerá al menos un núcleo de Anderson de árboles cada 10 ha para proveer sombra a ganado en áreas alejadas de las cercas.

7. Conclusiones

1. Se estableció una ruta metodológica con el fin de determinar la cobertura y uso actual del suelo del municipio de Funza, teniendo en cuenta las coberturas existentes para su actualización
2. La clase agrologica VII (suelos destinados a la conservación y recuperación ambiental) coinciden con la zonificación ambiental del POMCA del río Bogotá, en cuanto a las áreas de protección y restauración ecológica identificadas en el municipio.
3. Con este informe se generó cartografía para el municipio y que se puede utilizar como herramienta en la toma de decisiones sobre el manejo de recursos naturales y recuperación de los servicios ecosistémicos principalmente en las veredas El Hato, Cacique y la Isla.

8. Bibliografía

ArcGis Online. (2016). Cómo funciona la Unión (cobertura). Obtenido de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/coverage-toolbox/how-union-works.htm>

ArcGis 10.6. (2020). Intersect. Obtenido de Como Intersecar: ArcGis 10.6.1- Ayuda de la herramienta

MinAmbiente. 2015. Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas – PNR. Colombia. recuperado de: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/2289-plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-72>

Eugenio, L. (2015). Las clases agrológicas no son un instrumento adecuado para definir la capacidad de uso del suelo a condiciones andinas.

Tamayo Montolla. 2020. Áreas para restauración ecológica en Colombia. Universidad Javeriana. Colombia. Recuperado de: <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/areas-para-restauracion-ecologica-en-colombia-se-esta-haciendo-lo-correcto>

Montagut Acosta. 2016. Recuperación hídrica social Gualí. Universidad Javeriana. Colombia. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/20820>

GÓMEZ OREA, D. (1999), Evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundo-Prensa y Editorial Agrícola Española, S. A., Madrid, España

Car. (2014). Sentencia Río Bogotá.

GREUNAL. (2012). GUÍAS TÉCNICAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LOS ECOSISTEMAS DE COLOMBIA. Bogotá.

IGAC. (2012). Suelos en Colombia. Recuperado de. <http://www.siac.gov.co/sueloscolombia>

Jair Preciado. 2019. DIAGNOSTICO BASE PARA EL ANALISIS HISTORICO AMBIENTAL EN EL MUNICIPIO DE FUNZA, DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/15842/1/MontesGaleanoChristianFabian.2019.pdf>

IGAC. 2018. Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas). Gobierno de Colombia. Recuperado de: <https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/magna-sirgas>

IDEAM. 2011. coordenadas geográficas Magna-Sirgas y coordenadas planas, proyección Gauss-Krueger. Colombia. Recuperado de:

https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/aspectos_practicos.pdf

IDEAM. 2010. Clasificación y calificación de combustibles. Guía técnica. Colombia.1-4

CAR. 2017. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Metodología para la definición de áreas prioritarias para la adquisición de predios con fines de conservación, preservación y recuperación de los recursos naturales en la jurisdicción de la CAR

Consortio Río Garagoa, & CORPOCHIVOR. (2017). Actualización POMCA Río Garagoa. 100, 1–14. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5c1a9ff24fef0.pdf>

IGAC. (2014). Metodología Para La Clasificación De Las Tierras Por Su Capacidad De Uso Grupo Interno De Trabajo Levantamiento De Suelos.

http://sofigac.igac.gov.co/files/mod_documentos/documentos/M40100-02-14 V2/M40100- 02-14 V2 Para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso.pdf

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2011). Metodología para la definición de áreas prioritarias para la adquisición de predios con fines de conservación, preservación y recuperación de los recursos naturales en la jurisdicción de la CAR.

Arias Cascante, J. (2018). Mapeo de áreas prioritarias para la restauración ecológica en la zona de influencia del centro agrícola cantonal de Oreamuno, Cartago, Costa Rica, 2018.

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

Monroy. 2019. Zonificación de fenómenos amenazantes para la construcción de escenarios de riesgo, como herramienta en la planificación territorial del municipio de Facatativá Cundinamarca.

Universidad de Cundinamarca. Facatativá. Colombia. 54-60

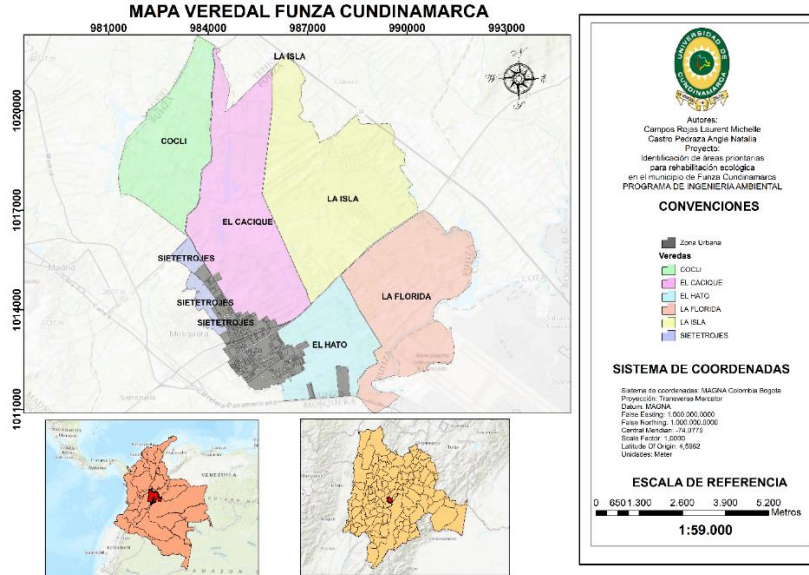
Rodríguez, J., Quintana, C., Rivera, H., & Mosquera. (2013). De análisis Mora y Vahrson: estudio de landslide hazard zoning in urban areas by the mora & vahrson analysis method: case of study, 13–22

Tres, D. R. (2007). La nucleación como propuesta para la restauración de la conectividad del paisaje. Santa Catarina, Brasil.

9. Anexos

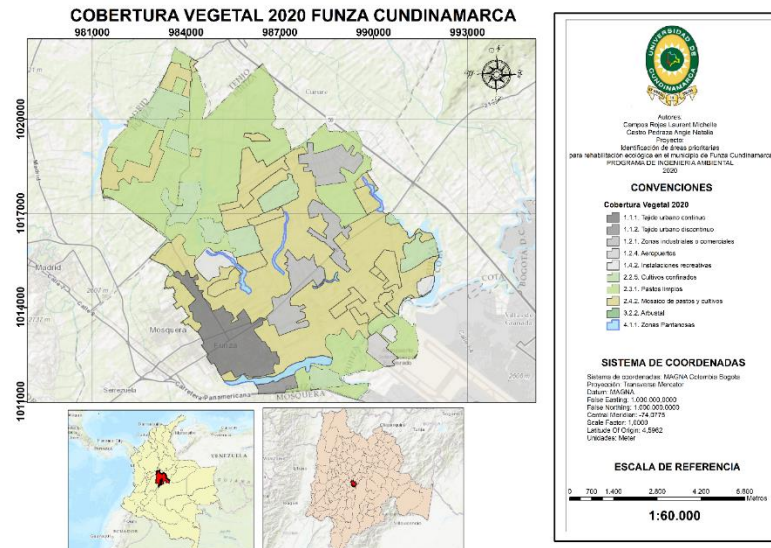
a. Salidas gráficas

Apéndice 1. Distribución veredal Funza Cundinamarca



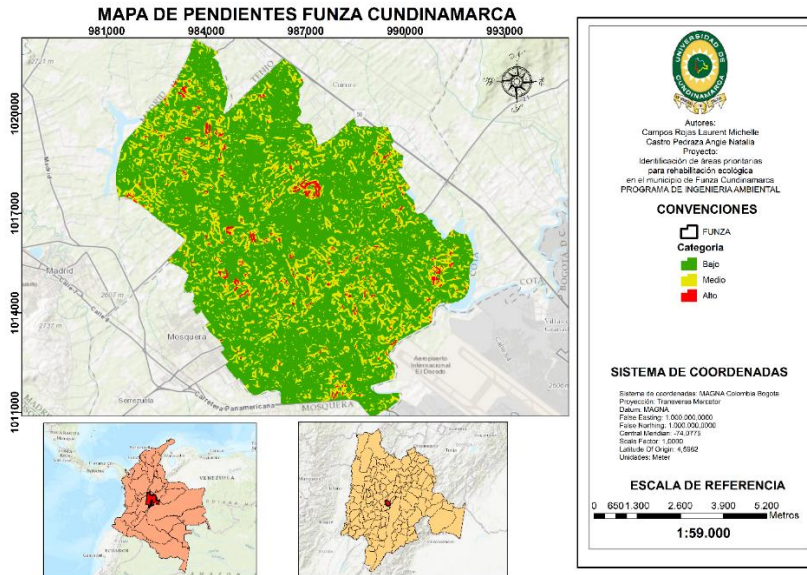
Fuente: Autores, 2020

Apéndice 2. Coberturas de la tierra 2012-2020



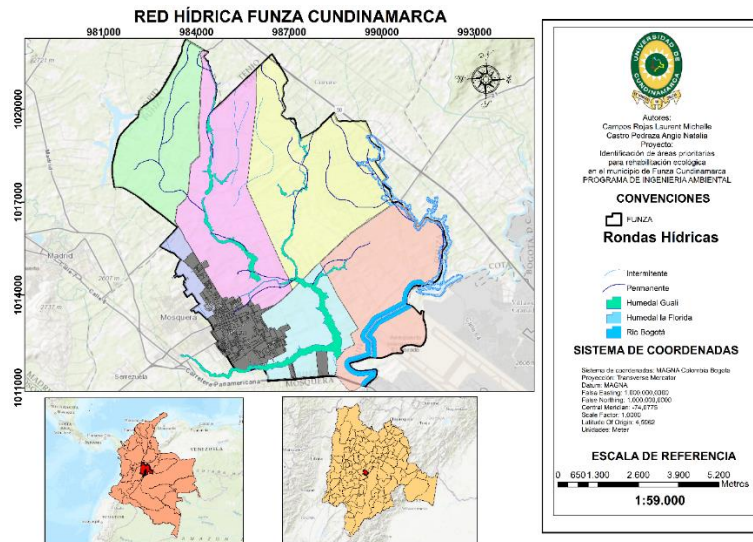
Fuente: Autores, 2020

Apéndice 3. Mapa de pendientes Funza



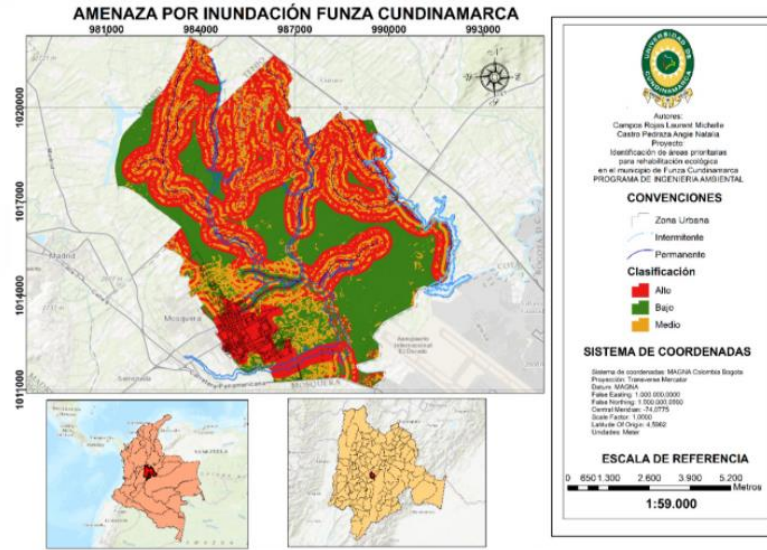
Fuente: Autores,2020

Apéndice 4. Mapa de rondas Hídricas



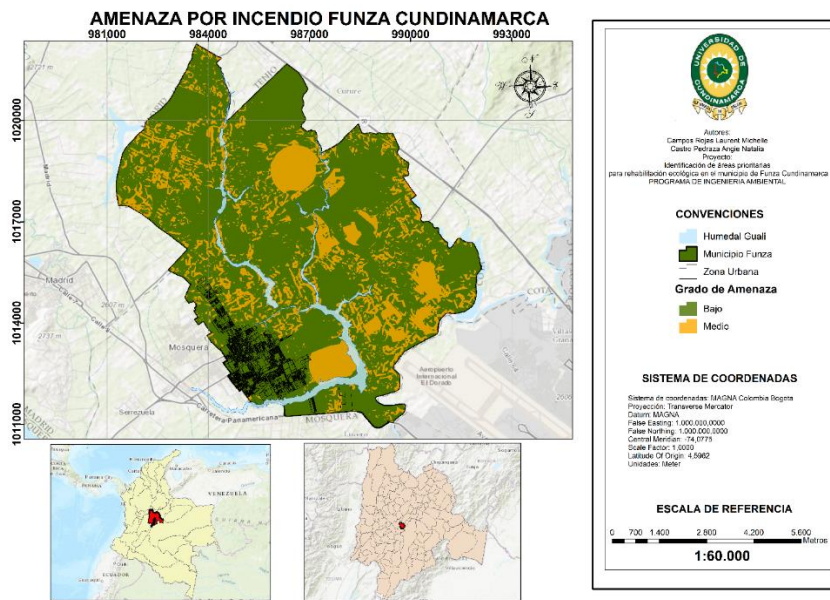
Fuente: Autores,2020

Apéndice 5. Mapa amenaza por inundación



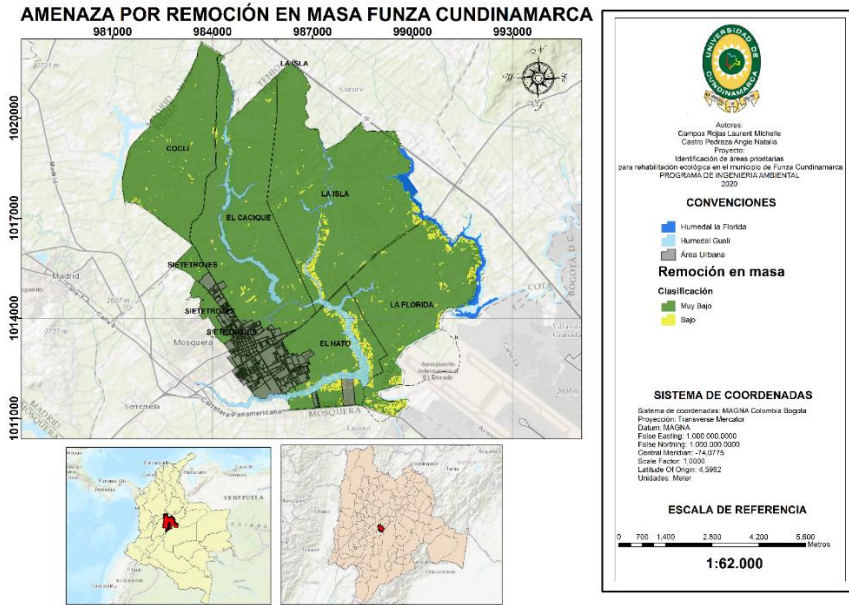
Fuente: Autores

Apéndice 6. Mapa de amenaza por incendio forestal



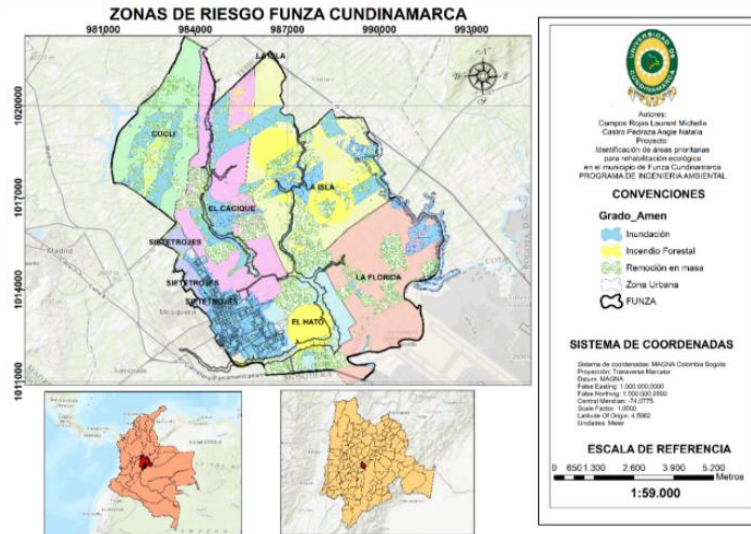
Fuente: Autores

Apéndice 7. Mapa amenaza por remoción en masa



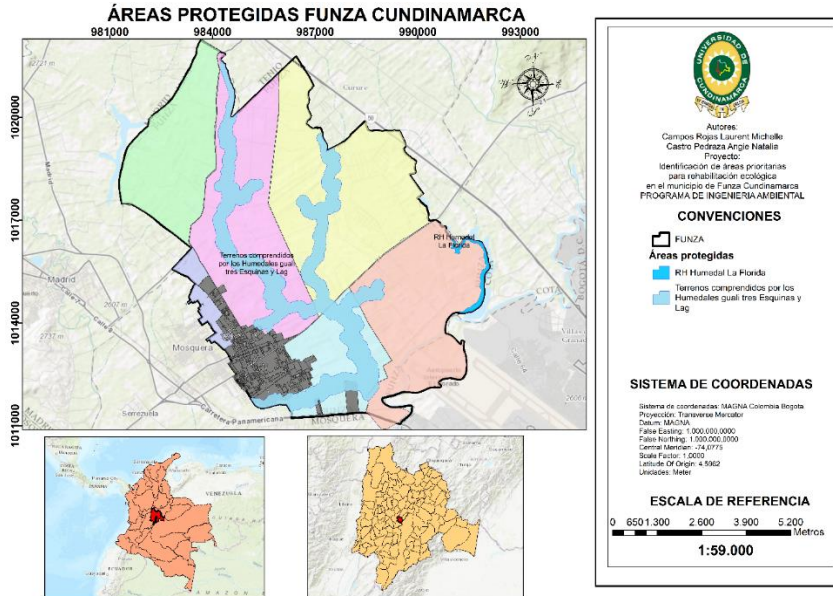
Fuente: Autores

Apéndice 8. Mapa zonas de riesgo



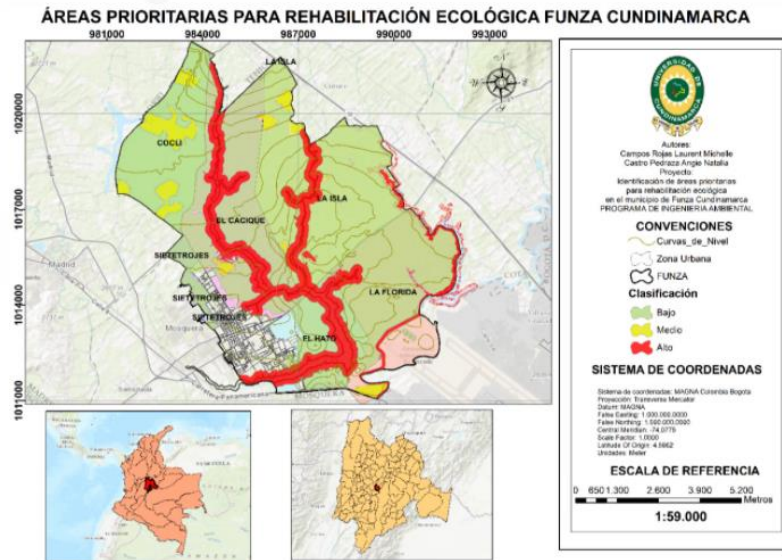
Fuente: Autores

Apéndice 9. Mapa áreas protegidas por la CAR



Fuente: Autores

Apéndice 10. Mapas de áreas prioritarias para rehabilitación Funza – Cundinamarca



Fuente: Autores

b. Información Geográfica (Shapefiles, GDB, Ráster)

- GDB. Shapefiles generados para el proyecto (Anexo a la carpeta)