

DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS CON MAYOR POTENCIAL DE
REFORESTACIÓN EN LA JURISDICCIÓN DEL BATALLÓN DE
INFANTERÍA N° 38 MIGUEL ANTONIO CARO.

Deisy Johana Gómez Olaya

Universidad de Cundinamarca
Facultadas de Ciencias Agropecuaria
Ingeniería ambiental
Facatativá
2020

DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS CON MAYOR POTENCIAL DE
REFORESTACIÓN EN LA JURISDICCIÓN DEL BATALLÓN DE
INFANTERÍA N° 38 MIGUEL ANTONIO CARO.

Deisy Johana Gómez Olaya

Director:

Daniel Armando Robledo Buitrago

Universidad de Cundinamarca
Facultadas de Ciencias Agropecuaria
Ingeniería ambiental
Facatativá
2020

Tabla de Contenidos

Resumen	9
Introducción	11
Planteamiento del problema	13
Justificación.....	15
Objetivos	17
General.	17
Marco Teórico	18
La reforestación como núcleo dentro de las compensaciones.....	18
Tipos de reforestación	18
Técnicas propuestas en la zonificación mediante SIG.	19
Análisis Espacial Multicriterio.....	19
Marco Conceptual	21
Definición de Zonificación.....	21
Zonificación Forestal.....	21
Reforestación.....	21
Sistema de Información Geográfica (SIG).....	22

Las transformaciones de cobertura y uso del suelo.....	23
Tipo de uso forestal (TUF).....	24
Evaluación de Tierras.....	24
El enfoque socio ecosistémico	24
Marco Legal	25
Metodología	27
Área de estudio.....	27
Enfoque del trabajo	29
Metodología base	29
Técnicas de análisis.....	30
Evaluación multicriterio.....	30
Proceso Analítico Jerárquico.....	30
Definición de criterios y requerimientos para evaluar las características del TUF.....	33
Esta definición consiste en la definición de los criterios para cada uno de los componentes analizados, para así lograr establecer las características y cualidades de las zonas que requieren un grado óptimo de aptitud para ser utilizado.	33
Precipitación.....	34
Temperatura	35
Grado de Erosión.....	36
Pendiente	37

Susceptibilidad a Deslizamientos.....	38
Susceptibilidad a Inundaciones	38
Riesgo de Incendios	39
Áreas protegidas.....	39
Vías, Vías Férreas, Drenajes	40
Desarrollar fichas de identificación de especies	40
En las zonas óptimas se hará por medio formación vegetal, teniendo en cuenta variables de condiciones climáticas encontradas como lo son precipitación promedio, temperatura promedio, y altitud de las áreas óptimas de reforestación encontradas.	40
Resultados y Análisis de Resultados.....	42
Susceptibilidad a Inundaciones	48
Susceptibilidad a Deslizamientos.....	50
Superposición ponderada de Erosión y Pendiente	51
Superposición ponderada de Erosión, Precipitación y Deslizamientos	51
Superposición ponderada de Incendios e Isoyetas	52
Zonas Potenciales para reforestación (Según áreas protegidas).....	53
Conclusiones	55
Recomendaciones.....	56
Referencias.....	57
Anexos Insumos de mapas base	62

Anexos de tablas.....	75
Fichas optimas de especies a reforestar.....	75
Bosque Seco Tropical.....	75
Bosque Húmedo Tropical.....	77
Bosque muy Húmedo Premontano.....	78
Bosque muy Húmedo Montano Bajo.....	79

Lista de tablas

Tabla 1. Municipios que comprendidos en el área de estudio.....	28
Tabla 2. Categorías de Aptitud del Mapa de Zonificación.....	32
Tabla 3. Zonificación inicial del grado de erosión, en el insumo.....	36
Tabla 4. Datos luego de la reclasificación por multicriterio.....	37
Tabla 5. Calificación de la pendiente	37
Tabla 6. Calificación del nivel de incendios	39
Tabla 7. Categorías que se tienen en cuenta a la hora de la superposición con áreas protegidas.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8. Datos finales de áreas en Ha, respecto a cada una de las categorías a trabajar.	54
Tabla 9. Condiciones climáticas del bosque seco tropical	75
Tabla 10. Especies que se adaptan a las condiciones climáticas de Bosque seco tropical.....	75
Tabla 11. Condiciones climáticas del Bosque Húmedo tropical	77
Tabla 12. Especies que se adaptan a condiciones climáticas del Bosque Húmedo tropical...	77
Tabla 13. Condiciones climáticas del Bosque muy húmedo premontano	78
Tabla 14. Especies que se adaptan al bosque muy húmedo pre montano	78
Tabla 15. Condiciones climáticas del bosque muy húmedo montano bajo.....	79
Tabla 16. Especies que se adaptan a las condiciones climáticas del bosque humero montano bajo.....	79

Lista de figuras

Figura 1. Mapa de contextualización de la ubicación del área de estudio.....	27
Figura 3. Diagrama del procesamiento de la información y los datos. Fuente: Elaboración propia.....	31
Figura 4. Contexto general para la zonificación.....	34
Figura 5. Clasificación en el software para generar las isoyetas.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7. Mapa de zonas potenciales para reforestación según las áreas protegidas	53
Figura 8. Mapa de isotermas.....	62
Figura 9. Mapa de Isoyetas.....	63
Figura 10. Mapa insumo del nivel del riesgo por incendios.....	64
Figura 11. Mapa de pendientes.....	65
Figura 12. Mapa con zonas con probabilidad de inundación.	66
Figura 13. Mapa de susceptibilidad a deslizamientos	67
Figura 14. Mapa de variabilidad climática 2011- 2019.....	68
Figura 15. Mapa de superposición de capas: Erosión e isoyetas.....	69
Figura 16. Mapa superposición de capas: Erosión y deslizamientos	70
Figura 17. Mapa de superposición de capas: Erosión y pendiente.....	71
Figura 18. Mapa de superposición de capas: Erosión, precipitación, y deslizamientos.....	72
Figura 19. Superposición de capas: Incendios e Isoyetas.....	73
Figura 20. Mapa de algunas zonas que se han sembrado en el 2020.	74

Resumen

La identificación de zonas potenciales para una posible reforestación en los 31 municipios del Batallón de Infantería N° 38 Miguel Antonio Caro, ofrece una herramienta de zonificación con mapas que le atribuirán beneficios de reconocimiento de dichas áreas, permitiéndoles disponer adecuadamente de las zonas para empezar sucesiones y conectividades importante a nivel departamental, en toda la parte Noroccidente, la cual es exactamente la zona de estudio comprendiendo las provincias del Gualivá, Bajo Magdalena, Rio Negro, y Sabana de Occidente. Se opta por metodologías, de Superposición ponderada por multicriterio (SPPM), para lograr una identificación de dichas áreas a través de tecnologías de punta, como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y un software de alta calidad e interpretación ArcGIS, los cuales nos ayudan a tomar la metodología de asignación de criterios base de la cartografía, unas ponderaciones asignadas, según el estudio de tierra de la FAO, y un estudio de zonificación para plantaciones forestales, realizadas por la UPRA en el 2015. Adapta a la escala 1:100.000

Se obtuvieron unos mapas base sin clasificar, solo como insumos; que se agregaron previamente por tener cierto tipo de relevancia a la hora de realizar interpretación por criterio, que se cree que ayudara a futuras investigación y eventos climáticos.

Luego de ello, se realiza el cruce de algunos mapas por Superposición Ponderada que se cree que aporta una gran información a la hora de buscar sitios óptimos para reforestación.

Posterior a esto, y después de recolectar la mayor parte de información se procede a obtener el mapa final de zonificación que evidenciará las zonas con mayor potencial de reforestación, para la búsqueda de un sitio apto a la hora de la logística en las siembras. Finalmente se hará la

búsqueda de especies óptimas para reforestación según las formaciones vegetales las predominantes en las zonas de estudio.

Basando lo anterior, a condiciones climáticas.

Palabras Claves: Reforestación, Zonificación, Superposición ponderada, , Áreas Potenciales

Introducción

La Brigada 13 del Ejército Nacional fue reconocida con el Premio Andesco como una gran oportunidad para compartir los procesos y prácticas responsables, implementadas por el Batallón de Infantería No.38 ‘Miguel Antonio Caro’ (BIMAC), y la Fundación GAE, el cual fue el ganador del premio en la categoría entorno ambiental, versión 2019. En la recuperación de entornos labor que contribuye directamente al progreso de las comunidades que los habitan, un esfuerzo que hoy se ve reflejado en el reconocimiento como mejor proyecto a la iniciativa Sembrando paz, vida y reforestación en la categoría entorno ambiental. Este proyecto se ha impulsado desde el municipio de Facatativá en Cundinamarca teniendo como eje central la capacitación para la siembra y cuidado de especies nativas, que ha sido posible mantener en el vivero creado en las instalaciones del Batallón. (Ejercito Nacional, 2019).

La Brigada 13 del Ejército Nacional en el marco de la Operación Artemisa continúa incentivando este tipo de proyectos que permiten mediante un trabajo mancomunado con las comunidades, evidenciar el compromiso de la institución con la protección y cuidado del medio ambiente.

La Universidad de Cundinamarca es un pilar muy importante en el desarrollo de todo este ámbito de cuidado y preservación del medio ambiente, ya que por medio de sus estudiantes permite implementar herramientas que hacen parte de los procesos de visualización de parámetros y condiciones que merece una zona para las plantaciones forestales. Como parte esencial del trabajo, se logra una zonificación de zonas potenciales para reforestación en áreas que comprenden la jurisdicción del BIMAC. Para ello, es indispensable realizar una zonificación ecológica de especies forestales a nivel regional, De esta manera, los programas de conservación y restauración pueden planearse de mejor manera y se favorecerá la elaboración de proyectos de

reforestación asistida de las especies forestales pioneras para su conservación e incluso para su mejoramiento genético, generando sucesiones y conectividades ecológicas.

Planteamiento del problema

En la última década, las áreas plantadas han venido aumentando en Sudamérica. A nivel mundial, se registró un promedio de 5,6 millones de hectáreas de forestación y 5,3 millones de hectáreas de reforestación al año en el periodo 2000-2010, alcanzando en el 2010 un área total de 264 millones de hectáreas bosques plantados (FAO, 2010). El gran aumento en el área reforestada en Sudamérica se debe principalmente a Brasil, donde se plantan más de medio millón de hectáreas al año, en su mayoría como reforestación.

A principios de la década de los años cincuenta en Colombia se contaba con cerca de 80 millones de hectáreas de cubierta forestal, y hoy día se estima que tiene alrededor de 54 millones, (Cardona, 2003). Colombia cuenta con una superficie de 113 millones de hectáreas, es decir, que se han deforestado más de 25 millones de hectáreas en los últimos 50 años. Durante la última década la demanda a nivel nacional de madera y papel se sigue abasteciendo en gran parte con los bosques naturales esto representado en un 84.1%, (MADR, 2006).

Actualmente los bosques nativos en Colombia representan una principal fuente económica para el comercio de la industria de madera y fibra de papel. Aunque la deforestación en Colombia no sólo es causada por el uso indiscriminado de tala de árboles para el comercio de la Industria del papel y la madera, el tema de la minería ilegal hace que sea un punto clave para combatir la deforestación en Colombia, sobre todo en sectores de la parte oriental y sur de Colombia, donde se presentan el narcotráfico y el tráfico ilegal de especies tanto de fauna como de flora, y que hacen que Colombia sea un país vulnerable en cuanto a su biodiversidad.

Colombia cuenta con un gran potencial para desarrollar programas de reforestaciones, ya que se ve beneficiada con excelentes condiciones climáticas, geográficas y topográficas para el

crecimiento de los árboles, cuenta con el potencial para las condiciones forestales y posee unas condiciones geoestratégicas para el desarrollo de estas.

Uno de los principales problemas es el desconocimiento por parte de la institución BIMAC, para manejar las siembras que realizan como actividad de reforestación, Y no se cuenta con la información adecuada y suficiente en el momento de realizar la reforestación y a su vez en el marco de la organización logística que se tiene previa a las siembras, las zonas que se buscan para la reforestación son de difícil acceso, y es complicada la gestión a la hora de las siembras.

Por lo anterior se considera como pregunta problema. ¿Qué zonas son de mayor Potencial de Reforestación para los 31 municipios del Batallón de Infantería N°38 Miguel Antonio Caro?

Justificación

El presente proyecto busca desarrollar una herramienta digital muy útil a la hora de realizar la búsqueda de sitios para iniciar procesos de reforestación, la identificación de zonas con mayor potencial de reforestación se realizará en las distintas jurisdicciones que maneja el Batallón de Infantería N°38 Miguel Antonio Caro (BIMAC), las cuales están divididas en el departamento de Cundinamarca.

Con la propuesta, se busca implementar estrategias e instrumentos productivos e innovadores en la preparación y logística de una siembra en sitios de futuras reforestaciones. También se pretende promover el conocimiento en las comunidades participantes, como lo son comunidades civiles, institucionales, gubernamentales; para lograr una mejor toma de decisiones en el territorio a intervenir. Esto también conlleva a un fortalecimiento por parte de las instituciones (BIMAC y UDEC), dando a conocer mejor la gestión pública, junto con el dialogo, las capacitaciones en educación ambiental y otros temas que ayudan al territorio.

Además de ello, se estaría trabajando en pactos transversales que se establecieron en el Plan Nacional de Desarrollo actual, donde el pacto por la sostenibilidad busca un equilibrio entre el desarrollo productivo y la conservación del ambiente que potencie nuevas economías y asegure los recursos naturales para las futuras generaciones, (DNP , 2018-2022).

En las veinte (20) metas del Plan Nacional de Desarrollo que pretenden transformar a Colombia, se encuentra la meta número doce (12), la cual busca reducir la deforestación en un 30% con respecto al escenario actual. Suponen evitar la deforestación a un área equivalente al municipio de Yopal.

Con lo anterior, no solo se estaría aportando al trabajo de conservación ambiental en el país, si no que con los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) se abarca una lucha global para con el

medio ambiente. Por ello, resaltamos el objetivo número quince (15) de los ODS, donde se promueve la vida de ecosistemas terrestres, con el objetivo de proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad. En la agenda 2030, para América Latina y El Caribe una de las metas establecidas es promover la puesta en práctica de la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, deteniendo la deforestación, recuperando los bosques degradados y aumentando considerablemente la forestación y la reforestación a nivel mundial. (Naciones Unidas, 2018).

A partir de esa meta establecida nace la idea de una propuesta que pretende conformar una serie de mapas que evidencien de forma satelital las zonas con mayor potencial de siembra, y que a su vez se determinen las condiciones óptimas del ecosistema para una futura intervención a partir de las diferentes condiciones que esto lleva, como lo son; el clima, la topografía, la edafología, el ecosistema de referencia, entre otras. Y, por último, plasmar una serie de fichas con las condiciones que se encuentran en las zonas identificadas para adelantar procesos posibles de intervención a reforestar.

Objetivos

General.

Determinar las zonas con mayor potencial de reforestación en la jurisdicción del Batallón de Infantería N° 38 Miguel Antonio Caro.

Específicos.

- Recopilar la información base para la zonificación por medio de la herramienta ARCGIS.
- Analizar el ponderado de las variables que se incluyen en la zonificación
- Obtener los mapas de zonificación de los 31 municipios en la jurisdicción del BIMAC.
- Desarrollar fichas de identificación de las áreas óptimas de reforestación encontradas.

Marco Teórico

La reforestación como núcleo dentro de las compensaciones.

La reforestación es el acto de repoblar con individuos que sean próximos al área final de siembra, mediante una sucesión natural asistida; estas acciones deben involucrar mucho a las comunidades aledañas (Panamá, 2006). Para iniciar la reforestación, es prioridad definir la densidad de siembra, los costos, la selección de especies a reforestar y su programa de producción, ubicar las especies forestales que mejor se adapten a las condiciones medioambientales de la zona y conocer de primera mano aquellas exigencias ecológicas del material a plantar. En el siguiente esquema se evidencia los procesos forestales como protocolos y sus componentes para un seguimiento final

Tipos de reforestación

Los proyectos forestales, van en caminados con un conjunto de estrategias que apunta a disminuir los gases de efecto invernadero mediante las diferentes siembras de árboles que absorben y almacenan el gas de dióxido de carbono (CO₂). Hay diferentes opciones a trabajar, enmarcándose en el ámbito económico, social y cultural de la zona a reforestar, estas pueden desarrollarse de manera individual o complementarias de acuerdo con las necesidades y prioridades de cada sector, o/y personas que requieren implementar estas diferentes estrategias. (Chavarro Pinzón, Et. al 2007).

Para elegir el tipo de opción a implementar se deben considerar las especies forestales que se desean plantar, y sean nativas o de especies exóticas, y los sistemas productivos que se quieren o necesiten desarrollar. Entre las opciones que se presentan, encontramos:

- Agroforestería
- Arreglos silvopastoriles

- Regeneración natural asistida
- Plantaciones protectoras
- Plantaciones Comerciales

Técnicas propuestas en la zonificación mediante SIG.

La metodología desarrollada para la zonificación forestal a escala 1:100.000 considera criterios, enfoques y resultados de estudios similares, como las zonificaciones forestales de entidades como CONIF, ONF, IGAC, INDERENA y otras, que se constituye en un referente importante, al igual que las propuestas técnicas elaboradas en los últimos años, por entidades como la FAO, MADS, IDEAM, DNP, IGAC, aplicables a otros procesos de zonificación. En ese sentido, esta propuesta, fortalece los enfoques existentes, incorporando información actualizada, así como otras variables, métodos de evaluación multicriterio y herramientas que facilitan la integración.

Análisis Espacial Multicriterio

La Evaluación Multi-Criterio (EMC), puede definirse como un conjunto de técnicas orientadas a asistir en los procesos de toma de decisiones (Barredo & Gómez, 2005). La finalidad de estas técnicas es investigar un número de alternativas a partir de múltiples puntos de vista, criterios y objetivos en conflicto (Voogd, 1990). También el objetivo principal es proveer bases para evaluar un número de alternativas posibles para elegir sobre la base de criterios múltiples (Store & Kangas, 2001). Los (EMC), como herramienta para tomar decisiones, se integran con los Sistemas de Información Geográfica (SIG). También puede ser definido como un proceso que integra y transforma datos geográficos (mapa de criterio) y juicios de valor (las preferencias del tomador de decisiones e incertidumbres) para obtener la evaluación total de las alternativas de decisión (Borouhaki y Malczewski, 2008), (citado por Cruz, 2017). Es así como la base de datos

geográfica y el sistema modelo de decisión multicriterio han sido considerados como los elementos principales de sistemas de apoyo de decisión espacial multicriterio (Malczewski y Kackson, 2000).

Marco Conceptual

Definición de Zonificación

Es la división de un territorio en áreas más pequeñas y que tienen características similares de ciertos criterios, los cuales son definidos de acuerdo con el tipo de estudio de que se trate. El nivel del detalle de cada zona depende de la escala del estudio y de los recursos de los que se cuenta para su realización. (García Cruz & Sierra Villagrana, 2014 -2018).

Zonificación Forestal

Es aquella distribución mediante la cual se determinan las regiones o áreas más aptas para el establecimiento de plantaciones forestales, basándose en el concepto de oferta ambiental, en donde se ubiquen sectores con suelos productivos de fácil accesibilidad, con condiciones socioeconómicas favorables para obtener un sistema rentable. (Bello, 2011).

Reforestación

La reforestación se define como la acción de poblar o repoblar con especies arbóreas o arbustivas, mediante plantación, regeneración manejada o siembra, cualquier tipo de terreno. También se define una plantación forestal como una masa boscosa producto de la reforestación. Esta definición involucra la intervención de las comunidades, por lo que la reforestación es un proceso que requiere del compromiso por parte de las personas de realizar la actividad con diferentes fines.

Esta acción se describe desde la importancia de cuidar el hábitat y evitar que especies vegetales o animales se pierdan por el accionar del hombre. La reforestación puede tomar distintos años en completarse del todo, por lo que es necesario que en su implementación exista un uso racional de los recursos. En efecto algunos árboles pueden tomar muchos años en recuperar una altura que permita mantener el equilibrio ecológico de los ecosistemas, como son

los procesos de fotosíntesis, respiración, transpiración y evapotranspiración y es allí donde se genera una relación entre árboles talados y los plantados a efectos que la eliminación sea manejable por la recuperación. (LOZANO, 2018).

Hay varias formas de reforestar una zona entre las cuales están la Natural y la intervenida. En la forma natural consiste en “impedir” las actividades humanas y de los animales sobre determinado terreno por un tiempo prolongado, de esta manera las plantas crecen y se genera una sucesión natural en el transcurso de algunos años. Este método es bastante efectivo por que las mismas plantas, y los animales dispersores de semillas como las aves, reparten as semillas en distintas zonas y nacen plantas bien adaptadas al ecosistema de referencia. (ORDOÑEZ, CORDOBA DELGADO, ORDOÑEZ ORDOÑEZ, & YELA GOMEZ, 2015).

La forma intervenida es aquella en la que el hombre participa como gestor del proceso: Lleva las semillas, las reproduce, la siembra, las cultiva y está pendiente de su desarrollo. La ventaja de esta es que tarda menos tiempo en adelantar el proceso y además se puede seleccionar el material vegetal a sembrar.

Sistema de Información Geográfica (SIG)

Este sistema informático graba, almacena y analiza la información sobre los elementos que componen la superficie de la Tierra y es capaz de generar imágenes de un área en dos o tres dimensiones, representando elementos naturales. Muchas bases de datos del SIG consisten en conjuntos de datos que se agrupan en capas. Cada capa representa un determinado tipo de dato geográfico. Un SIG está diseñado para aceptar datos de una gran variedad de fuentes, ya sean mapas, fotografías desde satélites, textos impresos o estadísticas. Al utilizar un SIG los científicos pueden investigar los cambios en el medio ambiente, los ingenieros pueden diseñar sistemas de carreteras; las compañías eléctricas pueden colocar sus complejas redes de 20

tendidos eléctricos, los gobiernos pueden controlar los usos del suelo o los departamentos de policía y de bomberos pueden planificar rutas de emergencia. (SUAREZ, 2012).

Fue el gobierno canadiense que construyó el primer SIG (el Sistema de Información Geográfica de Canadá) en la década de 1960 para analizar los datos recogidos por el inventario territorial de Canadá. Sin embargo, los sistemas SIG no se utilizaron de forma generalizada hasta finales de la década de 1970, cuando los avances tecnológicos y los más bajos costos hicieron que los ordenadores o las computadoras fueran más accesibles para todos. (ONG Perú ecológico, 2012).

Las transformaciones de cobertura y uso del suelo.

Según el IDEAM en 2016 establece el concepto emitido por Di Gregorio en el 2005 sobre la cobertura de la tierra como una cobertura (bio) física que es observada sobre la superficie de la tierra. En este concepto solo se incluye la descripción de la vegetación y las actividades derivadas de la actividad humana sobre la tierra, llamadas actividades antrópicas; esta definición retrata otros tipos de superficie como los cuerpos de agua, afloramientos rocosos y suelos desnudos. (AVELLANEDA, 2017).

El IDEAM en 1997 hace referencia a la cobertura, como la unidad delimitante que surge a partir de un análisis de repuestas espectrales determinadas por características fisionómicas y ambientales, que se diferencian con respecto a la unidad próxima. Según Romero y Vásquez en el 2005, el cambio de uso y coberturas de suelo conlleva la degradación ambiental, pérdida de funciones y servicios ambientales de sus territorios. Los estudios a fines con esta temática conllevan a analizar y clasificar las diferentes clases de usos y coberturas de un área o zona determinada donde se genera una actividad antrópica. (JAMES R. ANDERSON, 1976); además de esto los estudios que se realizan proveen herramientas para comprender los recorridos y los

diferentes procesos de asociados a las actividades tales como la degradación, la deforestación y la fragmentación de los bosques, pérdida y erosión de la biodiversidad. Estas actividades antrópicas generan cambios drásticos en los ecosistemas terrestres (AVELLANEDA, 2017).

Tipo de uso forestal (TUF)

Un Tipo de Utilización Forestal TUF, es un tipo de utilización de la tierra que denota de manera específica el aprovechamiento de la tierra forestal, bien sea actual o potencial. Se evalúa en su totalidad el TUF para plantaciones forestales, donde la aptitud de la tierra considerada como la adaptabilidad de un área para el TUF evaluado, se relaciona en función de requerimientos particulares y análisis multidisciplinario que contempla los contextos físicos, socio ecosistémico y socioeconómicos, geopolíticos y legales entre otros. (UPRA, 2014).

Evaluación de Tierras

La Evaluación de Tierras es una metodología propuesta por la FAO desde el año 1976, que consiste en clasificar o valorar los terrenos para fines o propósitos específicos de utilización. El principal objetivo de dicha evaluación es definir los mejores usos posibles para cada unidad de tierra definida, tomando en cuenta consideraciones de carácter físico, económico, social y cultural, así como la conservación de los recursos ambientales para su uso futuro (FAO, 1985).

El enfoque socio ecosistémico

Dentro de la zonificación de plantaciones forestales, adquiere una gran importancia el enfoque eco sistémico, puesto que genera de manera transversal a los demás componentes de análisis, los fundamentos para el mantenimiento ecológico (biodiversidad, integridad ecológica y prestación de bienes y servicios ambientales), de una forma equitativa, incluyendo a la sociedad, la economía y la cultura, sin sesgar el desarrollo de nuevas actividades por una conservación a

ultranza, o por puntos de vista totalmente desarrollistas, utilitaristas. (MADS, 2012; Martín-López et al., 2009).

Marco Legal

En el marco legal se encuentran algunas de las normas, leyes, decretos que son más relevantes a la hora de la investigación en temas ambientales y forestales en el país. La principal norma en materia ambiental es la Ley 99 de 1993 que reconfiguró el marco institucional para la gestión ambiental en el país, creando el Sistema Nacional Ambiental (SINA) en cabeza del actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, las autoridades ambientales regionales y cinco institutos de investigación como lo son ; el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Instituto Humboldt), el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Newmann (IIAP) y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Jose Benito Vives de Andreis (Invemar). que apoyan técnicamente la generación de información para la formulación de políticas, programas, planes y normas ambientales. (CONPES, 2018).

En el año 2012 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible publicó, como actualización a la primera Política Nacional de Biodiversidad adoptada en 1996, la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, en la cual incorporó nuevos conceptos y un enfoque destinado a generar mayor articulación y participación social y comunitaria. Presenta una variedad de metas a 2020, 2025 y 2030 en cada uno de sus seis ejes estratégicos. (CONPES, 2018).

Se adoptó la Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de Bosques - Bosques Territorio de Vida, orientada a reducir la deforestación, degradación de los bosques y a promover

su conservación y manejo sostenible. A partir de la implementación de esta política se creó la Comisión Intersectorial para el Control de la Deforestación en 2017, por medio del Decreto 1257 de 2017 (CONPES, 2018).

En el 2018 la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) publicó el Plan de Acción para el Desarrollo y Consolidación de Plantaciones Forestales, que tiene como objetivo consolidar una visión en la que el sector forestal promueve efectivamente el desarrollo rural. En este sentido, la UPRA preparó, entre 2016 y 2018, los lineamientos de política y el plan de acción para el desarrollo y consolidación de la cadena productiva de las plantaciones forestales con fines para la producción de madera con un horizonte a 2038 (CONPES, 2018).

Metodología

Área de estudio

El área de estudio comprende toda la zona de la jurisdicción del BIMAC, la cual abarca el Noroccidente de Cundinamarca, que se encuentra integrando por 31 municipios, agrupados en 4 provincias del departamento.

En la siguiente tabla se puede evidenciar los municipios bajo las jurisdicciones de cada provincia.

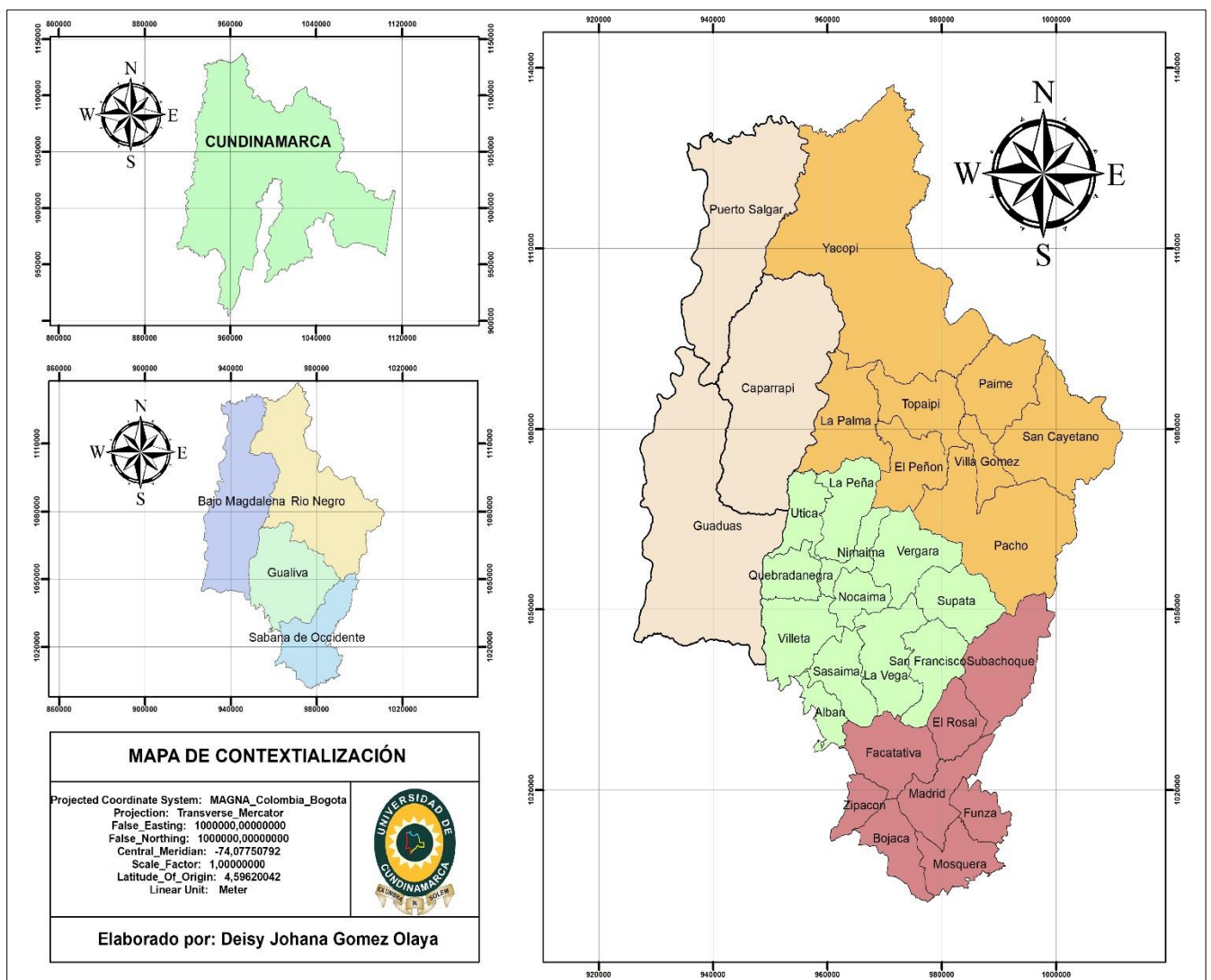


Figura 1. Mapa de contextualización de la ubicación del área de estudio

Tabla 1. Municipios que comprendidos en el área de estudio. Elaboración propia

AREA DE ESTUDIO	
Provincias	municipios
Gualiva	Utica
	La Peña
	Vergara
	Nimaima
	Quebradanegra
	Villeta
	Nocaima
	Supata
	Alban
	Sasaima
	La Vega
San Francisco	
Bajo Magdalena	Guaduas
	Caparrapí
	Puerto Salgar
Rio Negro	Pacho
	El Peñon
	La Palma
	Paima
	San Cayetano
	Topaipí
	Villagómez
	Yacopí
Sabana de Occidente	Facatativá
	Bojacá
	El Rosal
	Funza
	Madrid
	Mosquera
	Subachoque
	Zipacón

A continuación, se evidencia el mapa de contextualización, arrojando el mapa de Cundinamarca, con cada una de sus provincias.

Enfoque del trabajo

Metodología base

La metodología planteada para la zonificación de los 31 municipios comprendidos en las cuatro (4) provincias del noroccidente de Cundinamarca sobre zonas con potencial de reforestación escala 1:100.000, se fundamenta conceptualmente en el enfoque sistémico del esquema de Evaluación de Tierras de la FAO, y la zonificación para uso forestal comercial realizado por la UPRA.

A partir de esto se fundamenta la metodología con el desarrollo de tres (3) componentes principales:

- Componente físico
- Componente Socio-ecosistémico
- Componente Socioeconómico

Mediante el uso de herramientas de Análisis multicriterio se definen los procesos de integración de los distintos criterios a través de un proceso analítico jerárquico (AHP), el cual se basa en la estructuración jerárquica y comparación de pares de alternativas, donde todos los componentes y criterios analizados son integrados y ponderados de manera matricial, realizando las comparaciones de criterios para atribuirles una valoración basada en la participación autónoma. A partir de estos resultados, se realiza el análisis de ponderación de los criterios y el análisis de superposición ponderada. Luego de esto se asigna valores que sintetizan, para determinar un orden de prioridad de los criterios en términos numéricos. Estos valores son la base para el análisis y/o modelación espacial de la zonificación de zonas con posibilidad a ser reforestadas, obteniéndose el mapa final.

Estableciendo diferentes criterios para evaluar las características y cualidades territoriales del TUF. Un criterio es considerado como “el conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso forestal.

Se consideraron para los mapas la metodología de Superposición por multicriterio (SPPM), aquí los insumos fueron considerados a manera primero individual, dándole una observación más amplia a la zona de estudio, luego de ello con la herramienta de Reclasificación se toman los valores iniciales de los insumos y se denotan en las categorías planteadas inicialmente, (**Tabla 2**).

No se toman los cruces con todos los criterios, ya que se evidencio que no es viable debido a que reduce bastante las zonas, se realizan varios cruces que se pueden tomar dependiente de como este la época del año para la reforestación y dependiendo de la zona.

Técnicas de análisis

Evaluación multicriterio

La evaluación multicriterio es un método que se ha diseñado para cubrir un objetivo específico cuando se requiere evaluar varios criterios, considerando un criterio como la base para una decisión que puede medirse o evaluarse. Los criterios pueden ser de dos tipos: factores (para los cuales se definen los niveles de aptitud) o restricciones (que para este caso se consideran de carácter técnico, normativo, o técnico-normativo), en donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración y una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye dichas alternativas (EASTMAN, 1998).

Proceso Analítico Jerárquico

Este método fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un modelo

jerárquico. El propósito del método es permitir que se pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un Modelo Jerárquico.

AHP se basa en la estructuración jerárquica y comparación de pares de alternativa y permite mediante la realización de una matriz de doble entrada (Matriz de comparación Pareada) generar la calificación del grado de incidencia que un factor tiene sobre los otros, comparándolos por pares; así mismo, mediante la generación de los vectores propios de estas relaciones (acción implícita en el proceso analítico jerárquico), se estima el grado de consistencia de las calificaciones como un valor de significancia estadística de las calificaciones, y a su vez, genera el valor de la ponderación para así poder realizar la suma lineal ponderada. (UPRA, 2014).

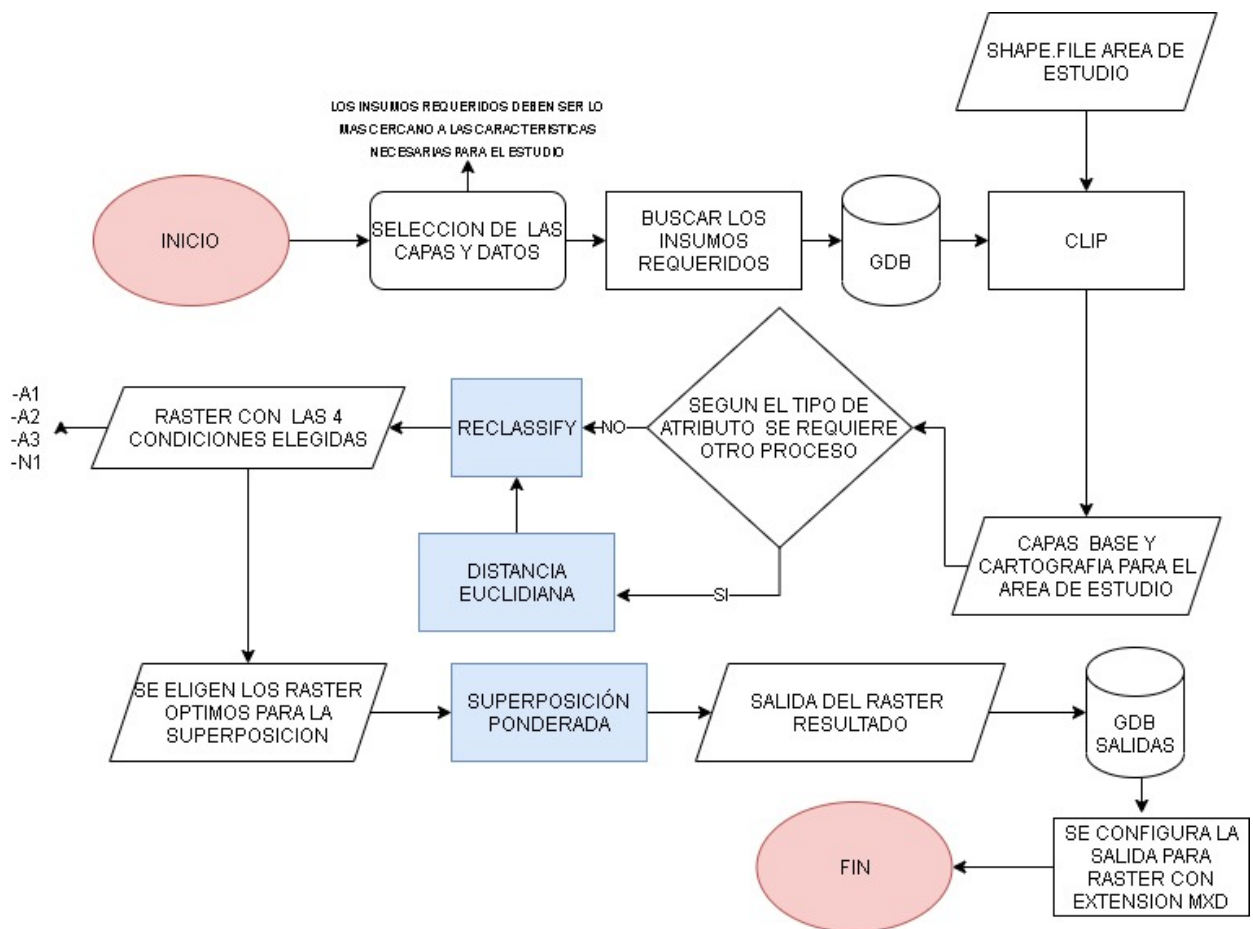


Figura 2. Diagrama del procesamiento de la información y los datos. Fuente: Elaboración propia.

La metodología para desarrollar para la zonificación de zonas con potencial de reforestación con escala 1:500.000 considera criterios, enfoques y resultados de estudios similares, como las zonificaciones forestales de entidades como CONIF, ONF, IGAC, INDERENA y otras, que se constituye en un referente importante, al igual que las propuestas técnicas elaboradas en los últimos años, por entidades como la FAO, MADS, IDEAM, DNP, IGAC, aplicables a otros procesos de zonificación. De esta manera, este proyecto, fortalece los enfoques existentes, incorporando información actualizada, así como otras variables, métodos de evaluación multicriterio y herramientas que facilitan la integración.

Para efectos de la clasificación en diferentes aptitudes se definieron cuatro (4) categorías.

Como se observa a continuación:

Tabla 2. Categorías de Aptitud del Mapa de Zonificación. Fuente: elaboración propia.

Categorías	Clase	Definición
A1	Zona Optima	Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socio ecosistémico y socioeconómico
A2	Zona Adecuada	Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socio ecosistémico, y/o socioeconómico
A3	Zona Aceptable con restricciones	Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socio ecosistémico y/o socioeconómico.

Categorías	Clase	Definición
N1	Zona Inaceptable	Zonas con restricciones físicas y socio eco sistémicas que imposibilitan el desarrollo de la reforestación.

Definición de criterios y requerimientos para evaluar las características del TUF

Esta definición consiste en la definición de los criterios para cada uno de los componentes analizados, para así lograr establecer las características y cualidades de las zonas que requieren un grado óptimo de aptitud para ser utilizado.

Los requisitos de la metodología aplican factores y restricciones, pero cabe aclarar que como es una personalización de dicha metodología, lo que se hace es aplicar solo los factores (para los cuales se definen los niveles de aptitud). Con base en lo anterior, el siguiente paso metodológico consiste en la definición de los criterios por cada uno de los componentes analizados: físico, socio ecosistémico, socioeconómico, con esto establecer características y cualidades del territorio.

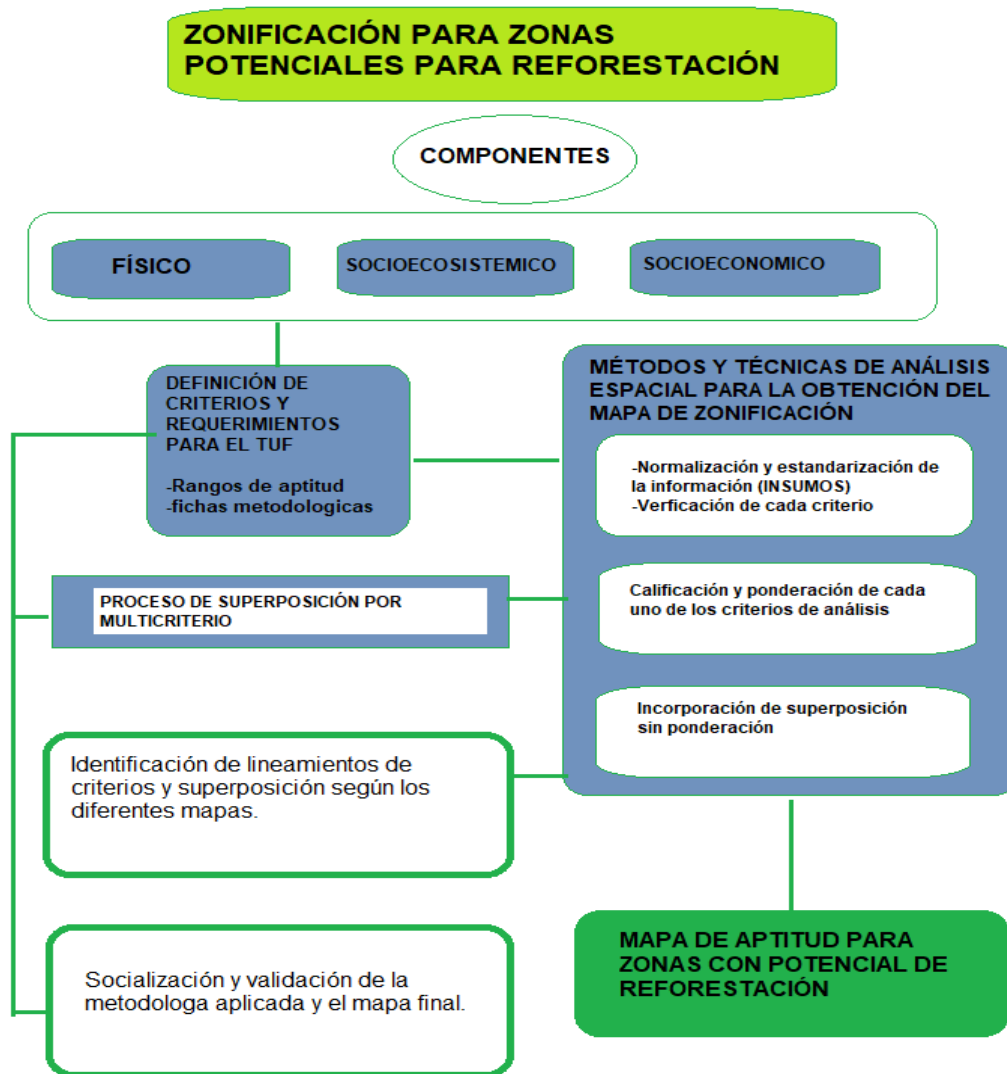


Figura 3. Contexto general para la zonificación.

Precipitación

Aquí se trabajó con el mapa de insumos de isotermas, realizando una interpolación con los datos de todas las estaciones climatológicas de los periodos de años del 2000-2019, El método utilizando fue el IDW, el cual se encarga de básicamente sacar la media mensual multianual, con cada una de las estaciones. Para lograr hacer una corrección de datos Y luego se sacaron los

promedios por cada año. En la siguiente figura se observa la clasificación realizada a estos valores generados.

Tabla 3. Rangos para la asignación de valores de aptitud de precipitación

Rangos para la asignación de valores de aptitud en Precipitación	
Categorías	Rangos (mm)
Zona Aceptable (A1)	0 - 716.55
Zona adecuada (A2)	716.55 - 1413.24
Zona Optima (A3)	1413.24 - 2151.98

Temperatura

En la temperatura y en la precipitación se trabajó con el método de Interpolación con la Distancia Inversa Ponderada (IDW), este básicamente estima valores desconocidos al especificar la distancia de búsqueda, los puntos más cercanos, el ajuste de potencia y las barreras. Aquí es importante aclarar que todas las temperaturas se calificaron como aceptable, pues ninguna temperatura se salía del rango de las biotemperaturas, aquí se toma más por el lado caracterización de especies en condiciones climáticas para ser reforestadas en las zonas óptimas.

Tabla 4. Rangos para la asignación de valores de aptitud de Temperatura.

Rangos para la asignación de valores de aptitud en Temperatura	
Categorías	Rangos (°C)
Zona Aceptable (A1)	23.309
	180.956
	131.718

Grado de Erosión

Este mapa se evidencia a partir del insumo tomado del IDEAM, MADS, INVEMAR, SINCHI, PNN, IGAC 2015, IAVH, IIAP. El cual ya se encuentra zonificado previamente (IDEAM, U.D.C.A , 2015). Este mapa no se encuentra clasificado aun, se dejó para realizar un análisis individuo. Luego se reclasifico para darle tratamiento de datos, se encontró en escala 1:100.000.

En la zonificación se estandarizo a las cuatro (4) categorías. Dejando las cuatro primeras para hacer la reclasificación en base a la metodología de multicriterio, y luego lograr un cruce con las demás reclasificaciones de las capas a trabajar con la superposición.

Tabla 5. Zonificación inicial del grado de erosión, en el insumo.

Rangos para la asignación de valores de aptitud en Grado de erosión según el IDEAM	
Categoría	Zonificación
1	Erosion ligera
2	Erosion moderada
3	Erosion muy severa
4	Erosion severa
5	Sin evidencia de Erosion
6	Sin suelo con afloramiento rocoso
7	Sin suelo con cuerpos de agua
8	Sin suelo en zonas urbanas

Tabla 6. Datos luego de la reclasificación por multicriterio

Rangos de datos reclasificados por multicriterio		
Categoría	Rango	Zonificación
Zona Optima (A1)	1	Erosion ligera
Zona adecuada (A2)	1 a 4	Erosion moderada
Zona aceptable con restricciones (A3)	4 a 7	Erosion severa
Zona inaceptable (N1)	7 a 8	Sin suelo con algun cuerpo

Pendiente

La pendiente corresponde a la inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal que pasa por su base y se calcula como gradiente -de manera estricta- o en sentido amplio -como una forma sintética del relieve El aspecto de la pendiente, su forma y gradiente se maneja de acuerdo con los rangos adoptados por el IGAC. Luego se realiza una reclasificación para dejar los porcentajes de las pendientes dentro de datos óptimos dados inicialmente en las categorías véase en la figura (**Tabla 2**).

Tabla 7. Calificación de la pendiente

Rangos de datos reclasificados por multicriterio		
Categoría	Rango	Valores de pendiente
Zona Optima (A1)	1	0-7
Zona adecuada (A2)	2	8-25
Zona aceptable con restricciones (A3)	3	26-50
Zona inaceptable (N1)	4	51-100

Susceptibilidad a Deslizamientos

Este mapa de insumo fue sacado del IDEAM,2012, sobre la mayor frecuencia de deslizamientos en el país, aquí se evidencia que gran parte del territorio tiene alta susceptibilidad a

deslizamientos y esto puede verse muy relacionado con las zonas mayoritarias a pendientes

Se define como la probabilidad de ocurrencia de procesos de movimientos en masa en el terreno.

Los deslizamientos son movimientos fuertes de suelo o roca que deslizan, moviéndose relativamente respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de roturas netas al superarse la resistencia al corte de estas superficies; las masas generalmente se desplazan en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido.

El criterio de Susceptibilidad por deslizamientos es considerado dentro de la zonificación forestal, por ser un riesgo presente en un área determinada que puede o no ocurrir durante el turno de la plantación forestal. Sin embargo, por tratarse de la probabilidad de una ocurrencia, los rangos de calificación de la aptitud no excluyen ninguna zona. (UPRA, 2013).

Susceptibilidad a Inundaciones

Este se realizó con base en el periodo del fenómeno de la “niña”, de los años del 2010 al 2012, este fue un evento muy marcado históricamente, ya que ha sido las máximas cotas de inundación registradas en los últimos 30 años.

Aquí no se manejaron criterios, ya que se trabajaron datos históricos para encontrar zonas vulnerables.

Aquí en este mapa se manejan dos tipos de zonas:

- Zonas con alta susceptibilidad por inundaciones y/o encharcamientos refieren a A3, las cuales son zonas con aceptables, pero con restricciones.

- Zonas con baja susceptibilidad por inundaciones y/o encharcamientos puede verse como una zona A1 o A2, zonas optimas o adecuadas.

Encontrando las zonas como puerto Salgar a rondas del Rio Magdalena, como zonas A3. Además de las zonas de municipios de la sabana de occidente; como, El Rosal, Mosquera, Funza y Madrid hacen parte de las zonas con posibilidad a inundaciones.

Riesgo de Incendios

Para el mapa de incendios se hace la descarga a partir de la cartografía base generada de los datos de la UNGRD. Los incendios de la cobertura vegetal son uno de los mayores peligros para las plantaciones forestales comerciales, ya que estos eventos pueden llegar a afectar desde unos pocos árboles, hasta destruir una plantación por completo; generando pérdidas económicas e impactos ambientales negativos en el suelo, la fauna y la flora cercanos a las plantaciones.

Tabla 8. Calificación del nivel de incendios

Rangos de datos sobre incendios		
Categoría	Rango	Valores de probabilidad de incendios
Zona Optima (A1)	1	Alto
Zona adecuada (A2)	2	Medio
Zona aceptable con restricciones (A3)	3	Bajo

Áreas protegidas

El clima es un factor que incide en diversos procesos del territorio (distribución de vegetación, en los ecosistemas y servicios eco sistémicos, recursos hídricos, sectores productivos, desastres y cultura). Este factor no es constante y a través del tiempo, presenta oscilaciones con ciclos de diferente período denominadas variabilidad climática; en el largo plazo, las condiciones

predominantes denominadas clima van modificándose paulatinamente en un proceso que se denomina cambio climático. (CAR, 2018).

Vías, Vías Férreas, Drenajes

A cada una de estas capas, se les genero un ráster que aportara valores mínimos y máximos establecidos y así por medio de la herramienta de distancia Ocludina lograr obtener valores óptimos que aportara visibilidad en todas las capas debido a que forman parte de la infraestructura y es viable mantenerlas constantes.

Desarrollar fichas de identificación de especies

En las zonas óptimas se hará por medio formación vegetal, teniendo en cuenta variables de condiciones climáticas encontradas como lo son precipitación promedio, temperatura promedio, y altitud de las áreas óptimas de reforestación encontradas.

Se hará énfasis en fuentes secundarias y consulta con expertos para lograr las identificaciones adecuadas de las diferentes condiciones, y así poder realizar fichas técnicas de esas condiciones encontradas en las zonas.

Agrupar esas condiciones por algunas categorías; algunas de las condiciones de las zonas serán:

- Formación de vegetación (Tipo de bosque)
- temperatura (°C)
- precipitación (mm)
- Altitud (m.s.n.m)

Dependiendo del tipo de formación vegetal que se encuentre en las diferentes provincias de la zona de estudio, se tomaran especies nativas registradas en la zona, dando a conocer su nombre científico, la familia y su nombre común para lograr una identificación optima a la hora de empezar la logística para las siembras.

Resultados y Análisis de Resultados

Para la jurisdicción del BIMAC, fueron identificados varios insumos (mapas base sin reclasificar) que se presentan como una herramienta adicional que puede aportar a futuras investigaciones y/o siembras. Estos mapas se dejarán como insumo al BIMAC para que ellos hagan de estas herramientas una combinación útil y eficaz. Luego de ello, se reclasificaron con la herramienta de ArcGIS de reclasificar para dejarlos en forma multicriterio, dando valores asociados a escalas de categorías especificadas inicialmente. Además de ello, se construye una información adicional que puede servir en futuras anomalías que puedan presentar las zonas a reforestar; lo que se realizó aquí, fue una superposición por ponderación de multicriterio. Cruzando básicamente las capas que ya tenían la ponderación y que se cree que puede aportar mucha información respecto a cambios futuros en las condiciones del terreno, dando condicionantes individuales que pueden entrar a ser evaluados en un futuro. Superposición ponderada por multicriterio, en este mapa se toman en cuenta los criterios y las categorías dando como resultado el mapa con las capas de vías, vías férreas, drenajes, aquí se tienen en cuenta en la multicriterio las cotas más altas de inundación, alejándola o restringiendo en cierta cantidad de metros las zonas a reforestar. Obteniendo en color verde las zonas potenciales a posible reforestación.

En este mapa se toma en cuenta la capa de drenajes, la cual se le realiza unas notas en los criterios para evidenciar la distancia a de 30 metros de lado y lado que se deja como zona de inundación y/o deslizamientos. Se realiza el cruce de todos los tributarios de toda la zona de estudio. La capa de vías se encuentra también incluida en el cruce de súper ponderación.

Aquí se cruzaron todas las variables que tenían y se indicó solamente la parte optima de las categorías. Se podría asegurar que es uno de los mapas más completos luego de la SPPM, y que se puede utilizar en las lógicas de siembras para priorizar zonas de reforestación

Ya cumpliendo el objetivo número tres, sobre la elaboración de mapas que dejen en evidencia zonas potenciales para reforestación en el área de estudio, en los 31 municipios. Se evidencia como resultado principal del estudio la obtención de un mapa final y global de clasificación general siguiendo la metodología y adaptándola a las condiciones e información establecida, en el cual se representa las áreas delimitadas en distintas categorías, junto con sus respectivas leyendas, bajo la escala de trabajo definida y condiciones dadas por la (UPRA., 2015), se presenta a continuación:

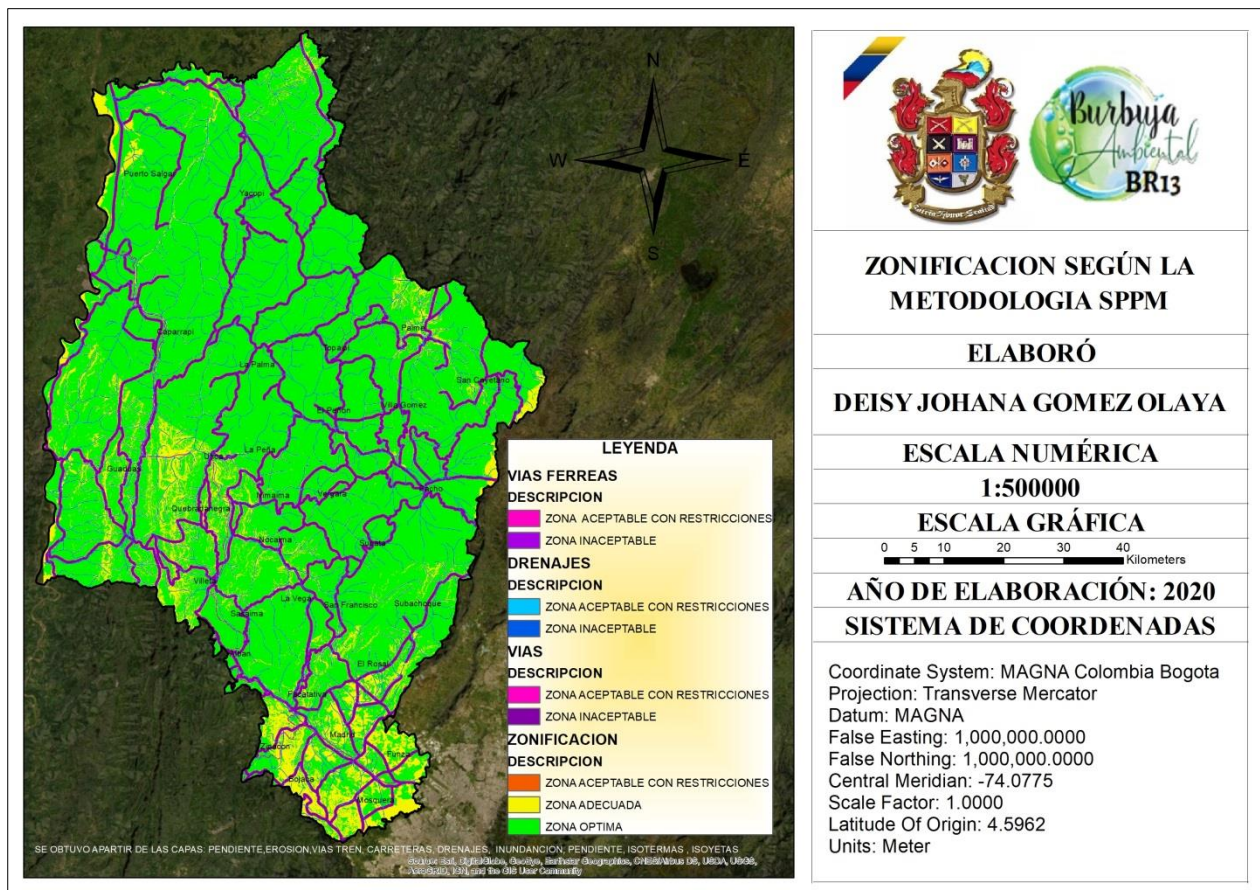


Figura 1. Mapa Final de zonificación según la metodología de SPPM

Adicionalmente, se mostrará una tabla donde se encuentran los datos de cada uno de los municipios con datos dados en hectáreas, evidenciando cada una de las cifras que tiene en cada una de las categorías iniciales dadas. Los datos arrojan a Yacopí como una de las zonas con mayor área óptima para la reforestación, con 209.222.07 Ha, pronunciándose en la zona, otros municipios representativos para ser zonas optimas son: Caparrapí, con 149.547.61 Ha., Pacho con 120.392.39 Ha, La Palma y Guaduas, con 113608.79 Ha y 100271.50 de Ha, respectivamente. Además de esto, se identifican las zonas con menores áreas para reforestar como lo son Bojacá con un área de 3942 Ha, Funza con 3828.84 Ha, Mosquera con un área de 5263.78 Ha, Y Zipacón con 2244.23 Ha, siendo una de las más bajas en cuanto a zonas óptimas para reforestar.

También se evidencian que, en algunos municipios muy pocos, pero presentan las Áreas de categoría aceptable con restricciones, aunque las zonas no superan las 5.0 Ha de área, si cabe resaltar por qué estos municipios presentan esta categoría.

Estos municipios son; Bojacá, Caparrapí, El Rosal, Facatativá, Funza, Guaduas, Madrid, Mosquera, Utica y Yacopí.

En la siguiente tabla se reflejan los valores obtenidos de áreas en el mapa final de Zonificación.

Tabla 1. Áreas óptimas, adecuadas, y aceptables en Hectáreas de todos los municipios de estudio.

MUNICIPIOS	ÁREA OPTIMA (Ha)	ÁREA ADECUADA (Ha)	ÁREA ACEPTABLE CON RESTRICCIONES (Ha)	ÁREA INACEPTABLE
ALBAN	2536.39	118565.88		
BOJACA	3942.68	118515.25	0.36	
CAPARRAPI	149547.61	120393.77	3.20	
EL PEÑON	56033.62	118527.47		
EL ROSAL	53864.09	118601.53	1.77	
FACATATIVA	31239.32	119011.04	1.77	
FUNZA	3828.84	118877.00	3.03	
GUADUAS	100271.50	124685.12	2.22	
LA PALMA	113608.79	118723.39		
LA PEÑA	48503.52	118863.16		
LA VEGA	51556.74	118929.24		
MADRID	56572.12	118732.21	0.48	
MOSQUERA	5263.78	118534.67	3.04	
NIMAIMA	14278.45	118502.76		
NOCAIMA	15293.61	118617.42		
PACHO	120392.39	123670.25		
PAIME	42916.40	119801.85		
QUEBRADA NEGRA	6326.19	118633.09		
SAN CAYETANO	87156.28	124831.87		
SAN FRANCISCO	77281.26	118853.36		
SASAIMA	31460.92	119193.34		
SUBACHOQUE	50411.75	120919.78		
SUPATA	58420.04	118916.20		
TOPAIPÍ	82073.77	118746.72		
UTICA	56284.59	118806.45	1.52	
VERGARA	32249.44	118944.36		
VILLA GOMEZ	33224.66	118626.79		
VILLETA	38771.74	119276.95		
YACOPI	209222.07	125191.10	1.02	
ZOPACON	2244.23	118389.00		

De acuerdo a los resultados obtenidos, la clasificación permite definir varios criterios de selección para enmarcar las áreas específicas a una potencial zona de reforestación, principalmente el componente físico es el que índice más aquí, debido a su amplio rango de capas y características de estas a la hora de ser evaluadas, entre estas está el grado de erosión (**Figura 10**), la cual resalta al municipio de Bojacá, y este al ser un área aceptable con restricciones, se entra a evaluar los posible condicionantes que limitan a esta zona para lograr ser una óptima zona de reforestación. Esto tiene mucho que ver con las actividades económicas del municipio, pues según (Alcaldía de Bojacá, 2011) los aspectos geomorfológicos del municipio, junto con las condiciones climáticas como la variabilidad climática, (**Figura 14**) que evidencia una alta variabilidad de aumento en temperatura de hasta $-0.870777^{\circ}\text{C}$ según el mapa, esto genera un modelo de relieve que proviene de plano a inclinado y finalmente escarpado, lo cual le genero al municipio la formación de diferentes tipos de suelo. .

Como se refleja anteriormente, el nivel de riesgo de incendios (**Figura 10**), se representa de manera intermedia y se mantiene constante en casi todo el mapa, pero como se refleja en el anterior párrafo, las altas temperaturas y el bajo contenido de humedad afectan gravemente la cobertura vegetal que se presenta, haciendo estos terrenos más propensos a los incendios, los cuales se extienden por toda la corteza vegetal consumiendo todo a su paso.

Las consecuencias de un terreno afectado por un incendio se ven reflejadas a largo plazo, ya que el terreno puede tardar varios años en recuperarse, debido a que las propiedades del suelo cambian, los terrenos son inestables y los acuíferos no se mantienen o simplemente se destruyen lo cual imposibilita la aparición de una nueva cobertura verde fuerte y estable. Cabe resaltar que ninguna zona es óptima a reforestar en criterio del riesgo a incendio, ya que se considera con

riesgo inminente si se tiene cobertura vegetal y pues de eso trata la reforestación de mantener zonas con cobertura vegetal.

La presencia de vegetación en la zona permite evidenciar que la clasificación de la vegetación según las zonas de vida basadas en la clasificación de Holdrige, (Derguy, 2014) en Bosque Montano bajo (bh-MB), ya que las fichas se manejaron de esa manera por medio de la formación de vegetación podrían dirigir hacia las especies que son óptimas para empezar procesos de reforestación que eviten los diferentes condicionantes que tiene un municipio como en este caso Bojacá.

En términos de territorio se manejaron bien las zonas de vida, zonas de biotemperaturas, que ayuda y que no excluyen a las zonas las de valores muy bajo, los rangos de temperaturas situadas entre 0 y 30°C, son las que comprende esas zonas de vida, que se consideran como valores límites y óptimos para el crecimiento de las plantas,

Este mapa se permite apreciar zonas con altas temperaturas y zonas con muy bajas temperaturas, cabe resaltar que este criterio no hace exclusiones de ningún tipo de zonas ya que la temperatura es un valor no es excluyen para realizar un proceso de reforestación, pero si es un criterio y un mapa para tener en cuenta a la hora de recomendar especies optimas a esa temperatura situada **(Figura 8)**. La temperatura es un criterio de importancia en la Zonificación, porque refleja la interacción de las condiciones térmicas de la atmósfera y los procesos fisiológicos del crecimiento y desarrollo de las especies forestales; adicionalmente la velocidad de crecimiento de dichas plantaciones está limitada por las temperaturas mínimas y máximas, denominadas también temperaturas cardinales por ejemplo de Bojacá, se ve muy marcada por tener los cambio de temperatura tan abruptos a pensar de ser un municipio con poca incidencia solar del municipio.

Susceptibilidad a Inundaciones

La inundación es causada por el ascenso del nivel de las aguas ya sea de una corriente hídrica o de aguas confinadas a sectores que normalmente están secos. El encharcamiento se da cuando el nivel de las aguas causantes se retira y el agua no drena, sino que permanece en el lugar. La predisposición de los terrenos para ser inundados y permanecer encharcados puede afectar el desarrollo de las plantaciones forestales aún si se considera que la afectación es mayor cuando se tiene en cuenta el tiempo que dura la afectación. La tolerancia a las inundaciones y a encharcamiento por parte de las plantas depende de cada especie, de tal forma que en la evaluación de la zonificación para plantaciones forestales, se incluye su análisis sin pretender excluir las zonas inundables considerando que es una probabilidad de ocurrencia, y debe ser considerada como una alerta en el sentido que no se puede predecir la duración del evento y en cuanto puede causar daños a las plantaciones forestales.

Según el mapa en la **(Figura 12)**, municipios como Madrid, Mosquera, Funza, son municipios con probabilidad de inundación según la UPRA, la predisposición de los terrenos para ser inundados y permanecer encharcados puede afectar el desarrollo de las plantaciones forestales aún si se considera que la afectación es mayor cuando se tiene en cuenta el tiempo que dura la afectación. Por lo anterior puede tener incidencia a la hora de ver que estas con algunas de las zonas que se consideran aceptables, pero con restricciones; porque una de las restricciones que tienen son la tolerancia a las inundaciones y a encharcamiento.

Ya hay que entrar a evaluar que por parte de las plantas depende de cada especie la adaptación a las inundaciones, de tal forma que, en la evaluación de la zonificación para plantaciones forestales, se incluye su análisis sin pretender excluir las zonas inundables considerando que es una probabilidad de ocurrencia, y debe ser considerada como una alerta en el sentido que no se

puede predecir la duración del evento y en cuanto puede causar daños a las plantaciones forestales.

La fecha de estudio está comprendida entre el año 2010 hasta el 2012, esto se debe a la presencia del fenómeno de La Niña, el cual aportó a un incremento considerable de las precipitaciones en la zona señalada.

Puerto Salgar posee una gran afectación en cuanto a las inundaciones ya que cuenta con un cuerpo de agua de grandes magnitudes como lo es el Río Magdalena, el cual suele desbordarse cuando se aproxima el invierno y las precipitaciones aumentan considerablemente. Como lo menciona Mogollón (2007), ex ministro de medio ambiente, “El desborde de los ríos se debe a la deforestación en las cuencas hidrográficas que alimentan el afluente”.

Ahora bien, se sabe que, a mayor porcentaje de deforestación, mayores índices de inundación se presentan en la zona ya que los cuerpos naturales como lo son los boques no estas presentes para aportar al desalojo del agua.

Por último, las inundaciones en municipios como Facatativá, Madrid, Funza, Mosquera y Bojacá en donde el terreno se ubica sobre la sabana de Bogotá. Según (UNGRD, 2020) “Las inundaciones se producen sobre terrenos planos que desaguan muy lentamente, cercanos a las riberas de los ríos o donde las lluvias son frecuentes o torrenciales”. Como se expresa anteriormente, estos municipios no cuentan con una pendiente considerable, ni mucho menos extensos cuerpos verdes que permitan desalojar o evaporar el agua con una mayor facilidad, por eso al presentarse precipitaciones consistentes y más aun con la presencia del fenómeno de La Niña, se evidencian estas zonas, propensas a sufrir grandes y prolongadas inundaciones.

Susceptibilidad a Deslizamientos

La susceptibilidad de los deslizamientos que más se presenta es de magnitud alta, esto debido a que la gran mayoría de terreno se desarrolla sobre una corteza montañosa, lo que quiere decir que existe una pendiente considerable, a mayor pendiente, mayores posibilidades existen de que se presente un deslizamiento o derrumbe cuando el suelo sufre afectaciones. **(Figura 13)**.

Para brindar una reforestación más plena y optima a la zona escogida. También es importante entrar a analizar la sabana de occidente, la cual esta gran parte en categoría 3, ósea una zona adecuada pero no optima, y esto se evidencia a partir de que esta zona al momento de tener un incremento en la precipitación genera una erosión de tipo hídrica que recarga tanto el suelo, que toma ese comportamiento. Por eso sería bueno empezar a reforestar esas zonas afectadas que se enmarcan en gran proporción en el mapa.

Haciendo énfasis en el análisis de los mapas, entre más grande es el valor de la precipitación anual, mejores cualidades y más erosión presenta el suelo, esto quiere decir que tanto la precipitación como la erosión son directamente proporcionales. **(Figura 15)**.

Superposición ponderada de Erosión y Deslizamientos

En este mapa no se evidencian riesgos de inundación, pero sí de deslizamiento, aunque la categoría 4, refiere a zonas optimas, debido a que la erosión está muy relacionada con la cobertura vegetal y gran parte de este territorio tiene grandes remantes (zonas fragmentadas). Cabe resaltar la zona de Bojacá y Mosquera, **(Figura 15)** ya que una característica que tiene Bojacá y que comparte con Mosquera es la presencia de una zona con existencia de desertificación muy marcada, que es la zona conocida como Desierto de Sabrinsnki, situada al suroeste de Bogotá, D. C. es de montañas tropicales y suelos de origen volcánico. En la taxonomía del suelo encontramos oxisoles, ultisoles e inceptisoles, los que en sus características

químicas presentan altas cantidades de hierro magnesio, cobre, entre otros elementos que dificultan el desarrollo de coberturas vegetales, en esta zona se encuentran pendientes entre el 5% al 50% lo que, por los escasos de coberturas y la severidad de las lluvias, han generado la formación de cárcavas con el paso de los años.

Superposición ponderada de Erosión y Pendiente

Como se logra apreciar en el plano, la erosión es directamente proporcional a la pendiente, entre más pendiente exista, más probabilidades hay de que esa pendiente se convierta en una zona de erosión. **(Figura 17)**.

Como lo afirma OAS (sf). “La erosión laminar, o mamiforme, se presenta en las lomas, líneas de cumbre de los conos y en los sitios planos. A partir de allí y con el aumento de pendiente (con más del 2% ya es un hecho manifiesto), comienza la presencia de surcos los cuales, al amparo de la mayor pendiente y longitud de esta, aumentan”. Aquí se evidencia que la pendiente ayuda a generar grandes masas de erosión, recordando que la erosión es la remoción de tierra de diferentes magnitudes y al existir una pendiente aumenta las probabilidades de que la erosión aumente su velocidad.

Superposición ponderada de Erosión, Precipitación y Deslizamientos

En este mapa se encuentra evidenciado las zonas tipo 3, lo cual refiere a zonas adecuadas, que lo evidencia a partir de su poca pendiente.

Hay un sector que resalta mucho en los anteriores cruce de multicriterio y es el municipio de Mosquera, esto lo hace debido a que Mosquera, **(Figura 18)** cuenta con 24 títulos mineros con varios puntos de explotación de canteras de recebo y arena de diferentes tipos, esta actividad es generadora de grandes cantidades de material particulado que puede viajar a cientos de kilómetros, trasportados por el viento, esto se convierte en un factor generador de erosión, debido

a que el material particulado se deposita en fuentes hídricas, generando sedimentación, además este material se postra en las plantas, obstruyendo los estomas y por ende dificultando la fotosíntesis, la evapotranspiración, la asimilación y fijación de nutrientes, entre otros problemas fitopatológicos que contribuyen a la erosión de algunas áreas. (CAR, 2018).

La prevalencia de la ganadería como fuente principal de explotación del suelo y por ende de la economía local, en el municipio de Funza, por lo general son la ganadería y los monocultivos, pastos de corte, deriva en pérdida de las propiedades físico químicas del suelo por las diferentes actividades culturales que se derivan de estos sistemas productivos, lo que a su vez genera compactación y salinización, la erosión hídrica en zonas planas no es muy común, a menos que no se cuente con algún tipo de cobertura que proteja los horizontes superficiales, lo que no solo generaría erosión hídrica en época de lluvia y eventuales inundaciones, sino también erosión eólica por la falta de protección del suelo, tal como se presenta en municipios vecinos. (Fuente URPA Gobernación de Cundinamarca). Siendo esta una zona muy evidenciada en el mapa.

Superposición ponderada de Incendios e Isoyetas

Como se puede valorar en la superposición de capas entre incendios e isoyetas, se deduce que entre mayor es la precipitación menor es el riesgo de que se origine y se extienda un incendio.

(Figura 19).

Según la gestión del riesgo, “La sequía es un fenómeno complejo que resulta de una prolongada ausencia de precipitación en conjunción con altas temperaturas y evaporaciones, lo cual causa deshidratación en las zonas de raíces del suelo y detiene el suministro de agua a las plantas”. (Gestión del riesgo, 2020). Entre más prolongada es la época de verano mayor es el tiempo de sequía y por lo tanto cabe la posibilidad de que se originen incendios, los cuales dañan

la composición de la tierra haciendo que el proceso de recuperación de esta sea lento e incluso a veces irreversible.

Pasa lo contrario cuando las épocas de lluvias llegan, entre mayor es la precipitación, menor es la probabilidad de que se genere un incendio, siendo inversamente proporcional, además de que la precipitación aporta gran material a la composición de los suelos volviéndolos conservadores de los grandes cuerpos verdes y a su vez optimizando su rendimiento de expansión.

Zonas Potenciales para reforestación (Según áreas protegidas).

Este mapa se categorizó como un mapa clave para asistir procesos de reforestación en zonas aledañas a distritos de manejo integrado o zonas con algún limitante de protección, ya que aquí se pueden dar procesos de sucesión ecológica muy importantes que pueden aportar bastante a la

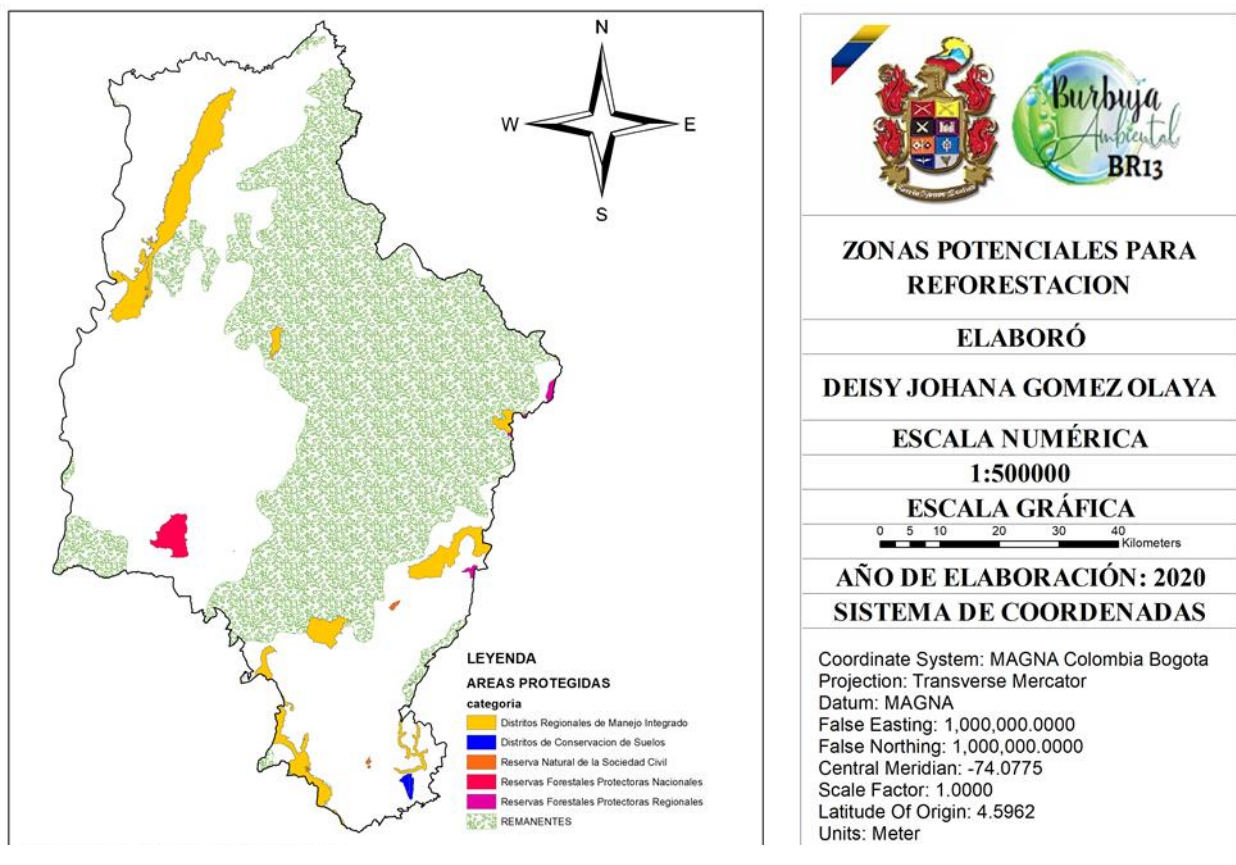


Figura 4. Mapa de zonas potenciales para reforestación según las áreas protegidas

biodiversidad de la zona estudio, se contempla la idea a trabajar con entidades gubernamentales

que den el aval de continuar procesos, previamente analizando la incorporación de especies óptimas al ecosistema inicial. También se toma como referencia esas partes llamadas remanentes que no han sido intervenidas, las cuales pueden arrojar procesos e identificación plena de condicionantes a trabajar en esas reforestaciones asistidas.

Son definidas como zonas de propiedad pública o privada que se reservan para destinarlas exclusivamente al establecimiento o mantenimiento, y utilización racional de áreas forestales protectoras, productoras o productoras-protectoras. De acuerdo con el código, estas áreas solo pueden destinarse al aprovechamiento racional permanente de los bosques que en ellas existan o que se establezcan, garantizando su recuperación y supervivencia las Reservas Forestales se encuentran enmarcadas en el código de los recursos naturales (Decreto 2811 de 1974), en los artículos 202 a 210 en el título de bosques. (CAR C. A., 2007).

Respecto a la zonificación; en la zona de estudio 1.634.776.77 de Ha son óptimas para reforestar, estas entrando en la categoría de A1 con un número 4 de la categoría, es decir, hay un amplio terreno para encontrar zonas potenciales a posible reforestación en los 31 municipios.

Tan solo 18.42 Ha son adecuadas con ciertas restricciones de reforestación. En categoría 2.

Tabla 9. Datos finales de áreas en Ha, respecto a cada una de las categorías a trabajar.

CATEGORIAS	Área Ha
ÁREA OPTIMA (Ha)	1634776.77
ÁREA ADECUADA (Ha)	3590880.997
ÁREA ACEPTABLE CON RESTRICCIONES (Ha)	18.42

Conclusiones

1. A la hora de recopilar la información base, las entidades a cargo década insumo. No presentan capas actualizadas y no con cuerda muchas veces con las superposiciones realizadas. Así que queda un sinfín de dudas a la hora de la lectura de los mapas. Se debería entregar información mas actualizada para que los estudios ambientales que se puedan realizar no queden en vilo y dependiendo de información errónea a la hora de realizar el análisis pertinente.
2. Se evidencia que la degradación del suelo por erosión desde ligera a muy severa se marcada por factores naturales y antrópicos, los primeros por las características geológicas, tipo de relieve, factores climáticos, presencia de cuerpos de agua, entre otros, que determinan las propiedades del recurso suelo a través de la historia y los segundos como malas prácticas culturales, deforestación, minería, cambian la diversificación de paisaje con la fragmentación de esos suelos para actividades económicas.
3. En el caso de los Municipios de la Jurisdicción del BIMAC, la intervención del hombre con sus actividades productivas, han cambiado el paisaje de manera drástica en las últimas décadas, además de la deforestación sin control en la mayoría de zonas, la expansión de la frontera agrícola desde las rondas de los diferentes cuerpos de agua hasta la cima de los páramos, los monocultivos en grandes expansiones del territorio sin importar el grado de inclinación, conducen a que el recurso cambie y transforme su estructura física y química, convirtiendo el suelo en un recurso con graves problemas en su comportamiento natural
4. Respecto a la zonificación; en la zona de estudio 1.634.776.77 de Ha son óptimas para reforestar, entrando en la categoría de A1, es decir, hay un amplio terreno para encontrar

zonas potenciales a posible reforestación en los 31 municipios. Donde se pueden lograr grandes proyectos de conectividad y sucesión ecológica.

5. Tan solo 18.42 Ha son adecuadas con ciertas restricciones de reforestación, así que se evidencia que esta zona del departamento de Cundinamarca es muy buena para reforestación, tienes zonas optimas y la mayoría de su territorio se presta a encontrar la adecuación de un lugar a la hora de tener siembras.

Recomendaciones

- Se recomienda verificar el mapa de variabilidad climática (**Figura 14**) a la hora de tomar especies optimas en zonas a posible reforestación, ya que aquí se pueden evidenciar las especies que no sean tan sensibles a cambios de temperatura, y así lograr tener una menos tasa de mortalidad a la hora de registrar un monitoreo de las plantaciones realizadas.
- Se recomienda estudiar el mapa de Zonas Potenciales para reforestación, según áreas protegidas (**Figura7**), para lograr dar a conocer zonas potenciales a una reforestación asistida junto con entidades del gobierno que tengan a cargo las jurisdicciones y protecciones de las áreas protegidas, con el fin de lograr tener una sucesión ecológica.
- Se recomienda revisar los mapas de superponían de algunos de los criterios para cuando hallan eventos naturales críticos o de relevancia a analizar en las zonas a reforestar. Eso dará más seguridad a la hora de escoger el terreno apto para una siembra.

Referencias

- AVELLANEDA, F. A. (2017). *ZONIFICACIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG PARA LA REVISIÓN Y AJUSTE DEL P.O.TEN EL MARCO DEL CRECIMIENTO URBANO Y LA CONTRIBUCION NORTE: CASO MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ.*
- Barredo Cano, J. I., & Gómez Delgado, M. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio.*(2ªEd.) (p.2312). RA-MA.
- Bello, E. H. (Septiembre de 2011). *Seminario Internacional de Bosques Colombia .*
- Camacho, A., & Ruiz, A. (2011). *Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. Bio Ciencias , 8.*
- CAR. (2018). *DIAGNÓSTICO POR EROSIÓN.* Corporación Autónoma de Cundinamarca.
- CAR, C. A. (2007). *Áreas protegidas del territorio CAR.* Bogotá, D. C., Colombia: Imprenta Nacional.
- Cardona, E. P. (2003). *Reforestación en Colombia: Un Sector por Construir.* Recuperado el 2020, de <http://www.fao.org/3/XII/0546-B4.htm>

Chavarro Pinzon, M., Corradi, C., Garcia Guerrero, A., Lara Henao , W., Perugini, L., & Ulloa

Cubillos , A. (noviembre de 2007). *Sembrando bosques, opciones frente al cambio climático global* . Obtenido de Mecanismo de desarrollo limpio-forestal.

CONPES. (10 de Julio de 2018). *CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL 3934*. Obtenido de DOCUMENTO CONPES:

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3934.pdf>

DNP , D. (2018-2022). *Plan Nacional de Desarrollo*. Obtenido de

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>

EASTMAN, J. J. (1998). *Raster procedures for multi-criteria? Multi-objective decisions*.

Obtenido de Photogrammetric Engineering & Remote Sensing.

Ejercito Nacional. (2019). ‘Sembrando paz, vida y reforestación’: proyecto del Ejército, ganador del premio Andesco . *Comando General, fuerzas militares de Colombia*.

FAO. (1985). *Directivas: Evaluación de Tierras para la Agricultura de Regadío*. Obtenido de Boletín de Suelos 55.

FAO. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010, Informe Principal*. Roma: 163-ISSN 1020-4628.

García Cruz, Y. B., & Sierra Villagrana, A. E. (2014 -2018). *Manual de Zonificación Ecológica*.

IDEAM, U.D.C.A . (2015). *Síntesis del estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia* .

Instituto de estudios ambientales, IDEA. (2007). *Plan de manejo ambiental del humedal Córdoba*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

JAMES R. ANDERSON, E. E. (1976). *A Land Use and Land Cover Classification*.

JAMES R. ANDERSON, ERNEST E. HARDY, JOHN T. ROACH,. (1976). *A Land Use and Land Cover Classification*.

LOZANO, L. A. (2018). *PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA REFORESTACIÓN PROTECTORA EN EL PREDIO LA GRANJA EN LA VEREDA VALLE GRANDE ABAJO -MUNICIPIO DE TENZA BOYACÁ*.

Macías, J. G. (08 de Julio de 2013). *LOS LODOS DE LAS PLANTAS DE*. Obtenido de http://www.ai.org.mx/ai/images/sitio/201309/ingresos/jglm/doc_ingreso_gualberto_limon_trabajo_de_ingreso.pdf

MADR, M. d. (2006). *Colombia un país de oportunidades para la inversión forestal*.

MADS, 2012; Martin-López et al.,2009. (s.f.). *MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS. 2012. Política para la gestión*.

MADS, M. D. (1996). *Diagnóstico de los sistemas de permisos y concesiones forestales y propuesta decriterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques naturales*. Bogotá, Colombia: Gráficas Ducal Ltda.

Miranda Reyes, A., & Torres Rodríguez, D. M. (2010). *Plan de reforestación de predios pertenecientes al Municipio de Tenjo*. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1058&context=administracion_agronegocios

Moreno Orjuela, et al. (2011). *Protocolo para Seguimiento y Control a los Aprovechamientos Forestales en Bosque Natural*. Obtenido de Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia:

https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Gobernanza_forestal_2/3._PROTOCOLO_1_APROVECHAMIENTO.pdf

Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. CEPAL.

ORDOÑEZ, J. A., CORDOBA DELGADO, F. E., ORDOÑEZ ORDOÑEZ, C., & YELA GOMEZ, A. (2015). *LA REFORESTACIÓN DE LA MICRO CUENCA “CALANDAYMA”, VEREDA LA ESMERALDA, UNA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA CON LOS ESTUDIANTES DE CUARTO GRADO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FÁTIMA, MUNICIPIO EL TABLÓN DE GÓMEZ NARIÑO*.

Panamá, A. d. (2006). *Manual de reforestación. Unidad de sensores remotos*.

Perú, M. d. (Agosto de 2013). MARCO LOGICO PARA EL PROYECTO REDD. PUCALLPA.

Planeación), D. (. (2018-2022). *Plan Nacional de Desarrollo*. Obtenido de

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>

Reid, W. V., & Cols. (2005). *Evaluación de los ecosistemas del milenio*. México: Universidad Nacional autónoma de México, Mestor Associates Ltd.

Rivas, D. (2006). *Evaluación de los recursos forestales*. Ciudad de México: Universidad autónoma de Chapingo .

SUAREZ, A. F. (Abril de 2012). *DISEÑO DEL PLAN DE REFORESTACIÓN EN ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA EL SISTEMA DE ACUEDUCTO PERTENECIENTES AL MUNICIPIO DE AGUACHICA, CESAR*. Obtenido de

<http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1817/1/30801.pdf>

- Tamayo, E. (2014). Importancia de la valoración de servicios ecosistémicos y biodiversidad para la toma de decisiones . *Ciencias ambientales y sostenibilidad CAS*, 5.
- Tarté, R. (2012). Analfabetismo Ecológico, El conocimiento en tiempos de crisis. En R. Tarté, *Analfabetismo Ecológico, El conocimiento en tiempos de crisis* (págs. 90-97). Panama: Fundación ciudad del saber .
- UPRA. (2013). *Unidad de Planificación Rural Agropecuaria* - . Obtenido de <https://upra.gov.co/uso-y-adequacion-de-tierras/evaluacion-de-tierras/zonificacion>
- UPRA. (2014). *Unidad de Planificación Rural Agropecuaria*. Obtenido de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales -Colombia, escala 1:100.000. Memoria técnica.
- UPRA. (Julio de 2015). *Unidad de Planificación Rural Agropecuaria*. Obtenido de Zonificación Para Plantaciones Forestales Con Fines Comerciales.
- Voogd. 1990. Multicriteria evaluation in physical planning. North Holland Publ., Amsterdam.

Anexos Insumos de mapas base

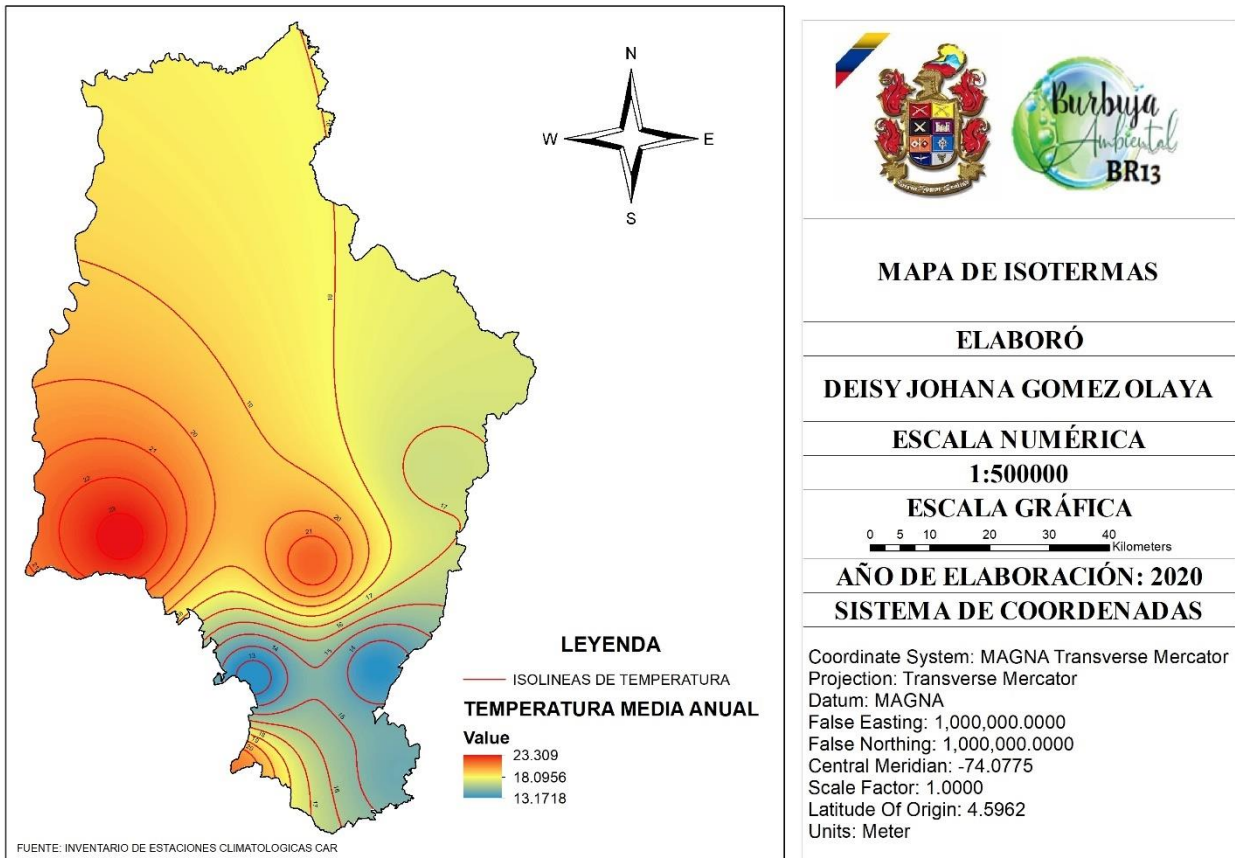


Figura 5. Mapa de isotermas

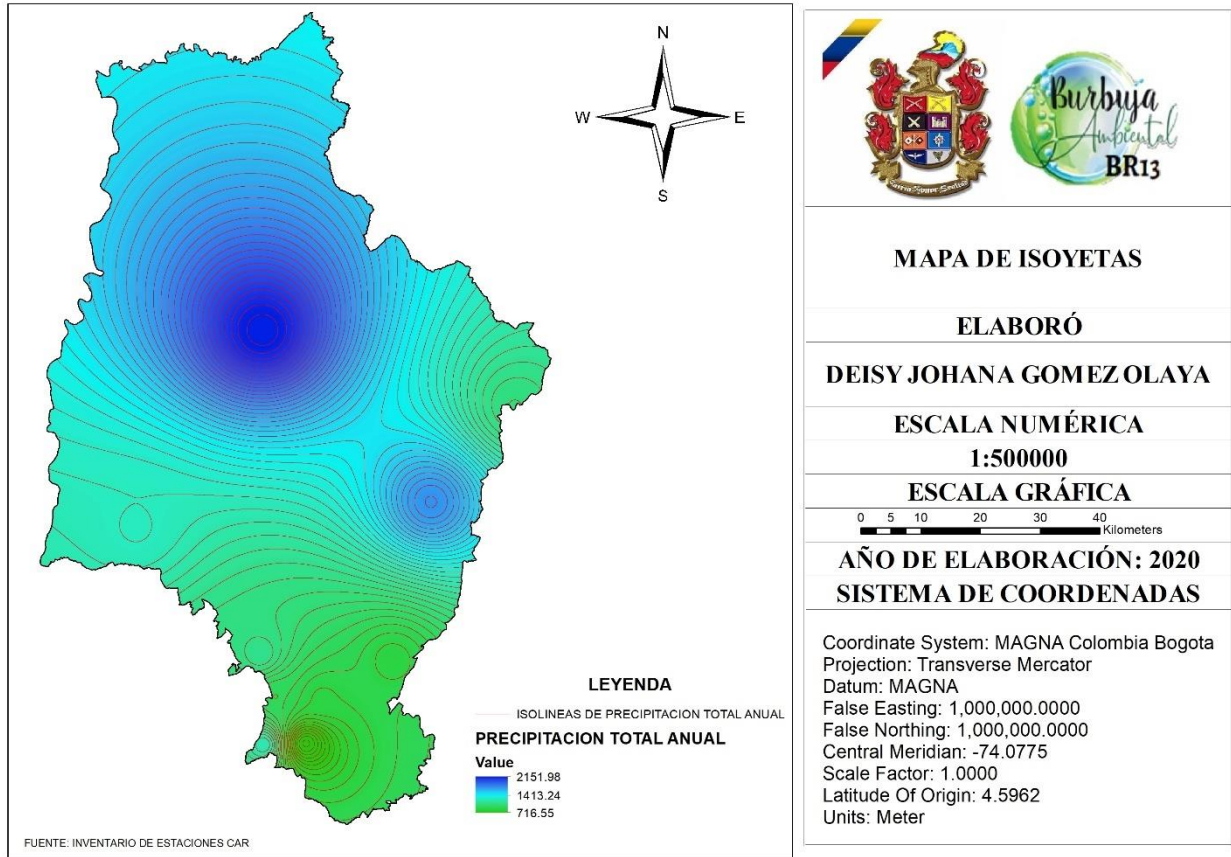


Figura 6. Mapa de Isoyetas

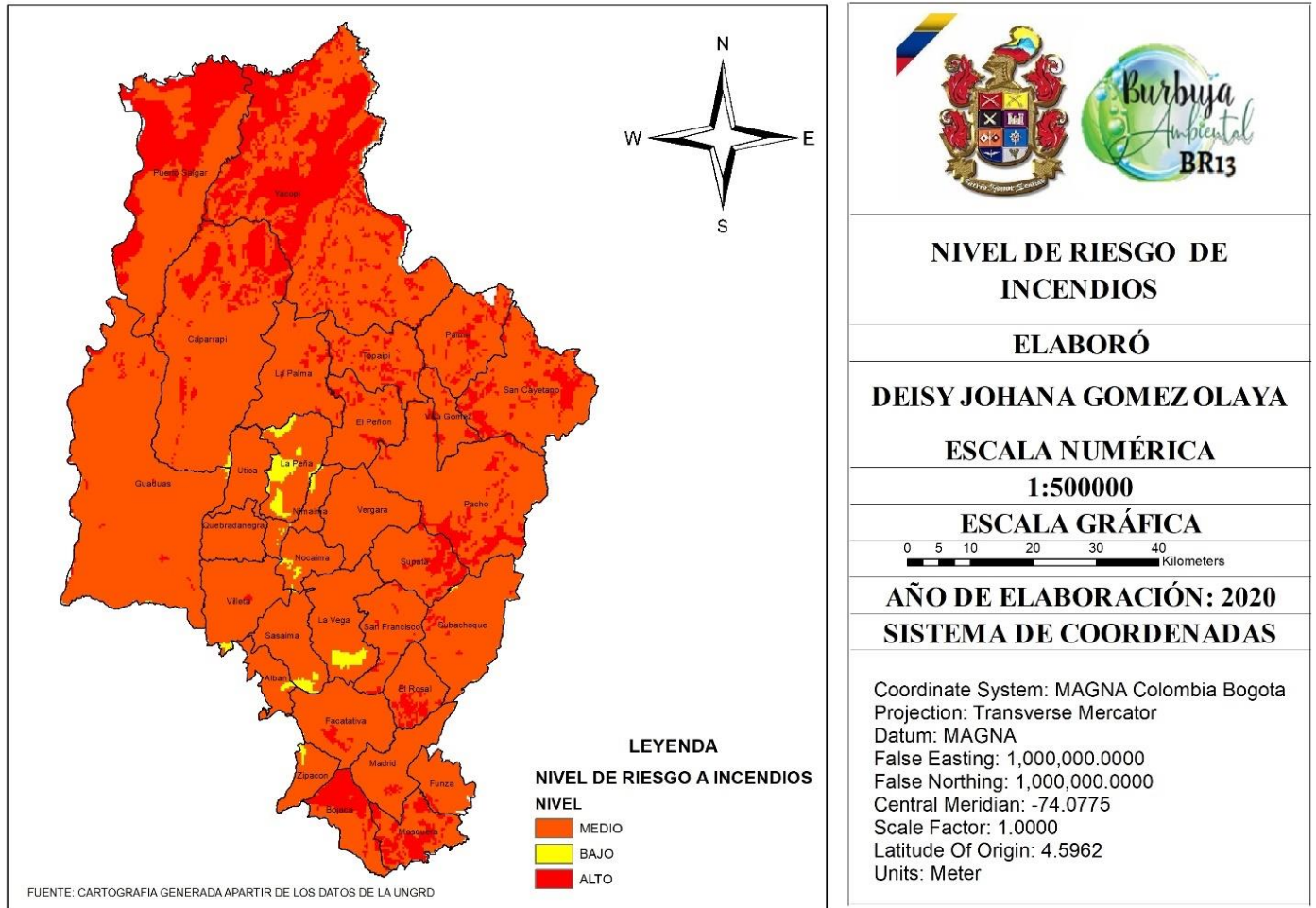


Figura 7. Mapa insumo del nivel del riesgo por incendios.

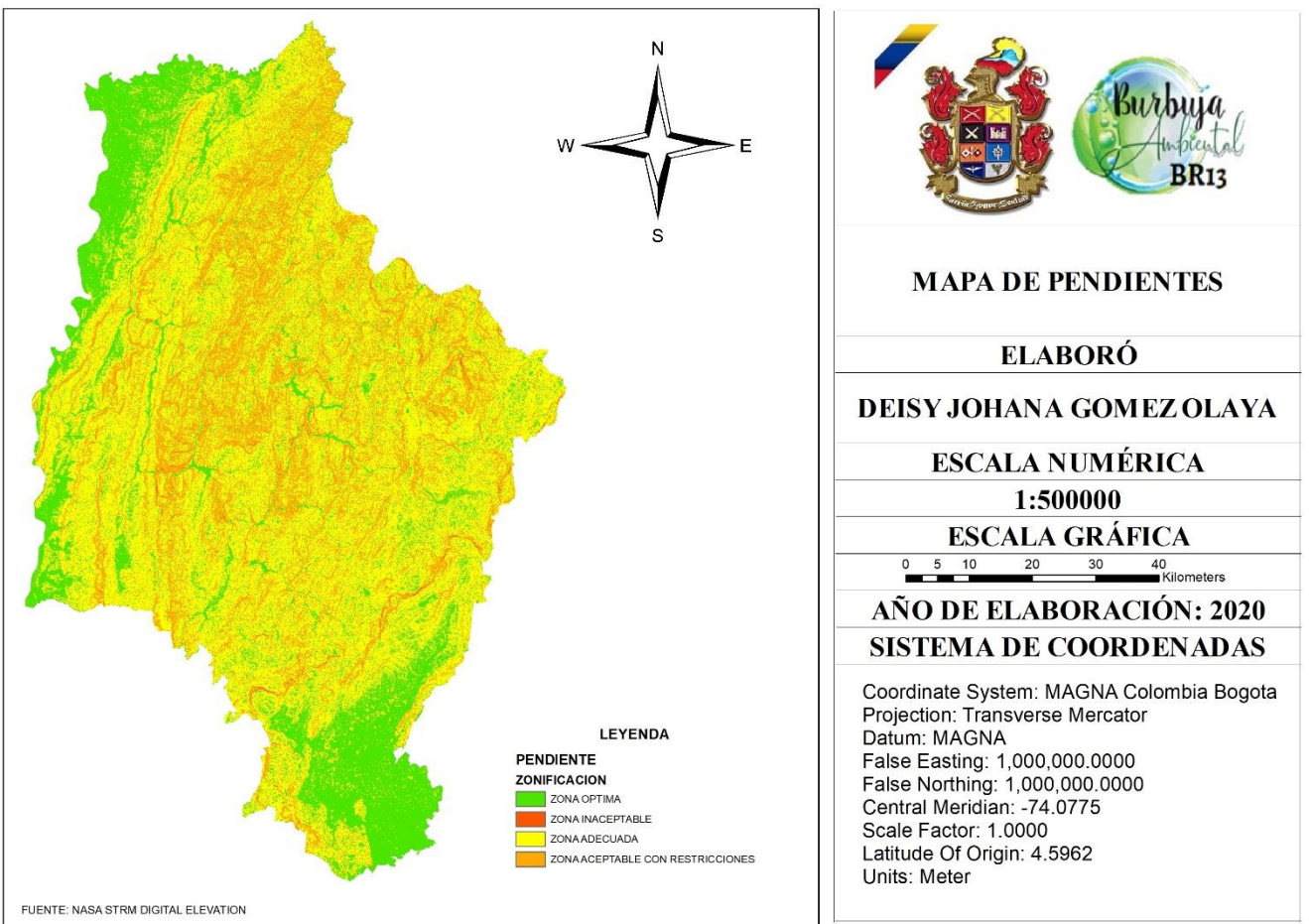


Figura 8. Mapa de pendientes.

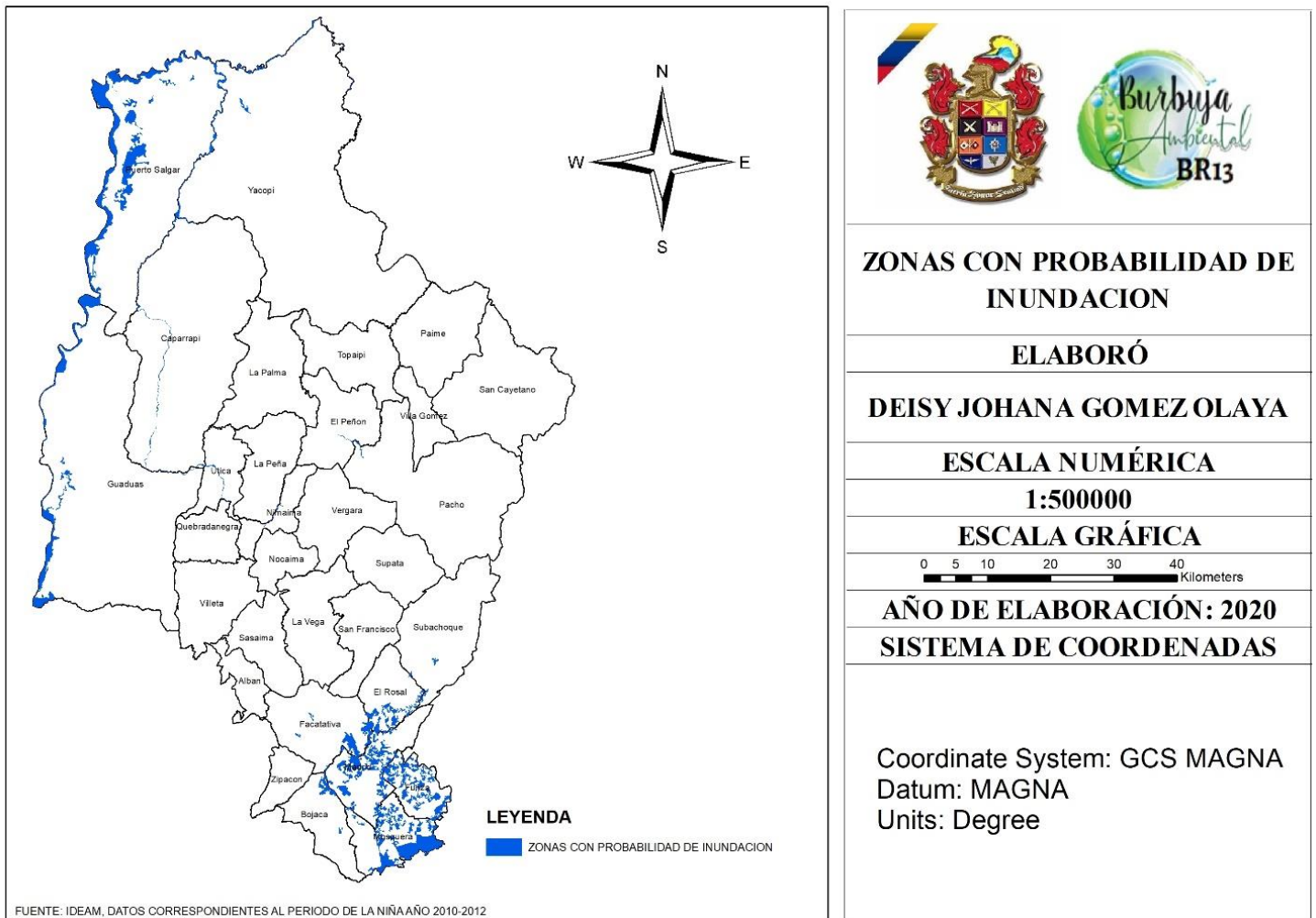


Figura 9. Mapa con zonas con probabilidad de inundación.

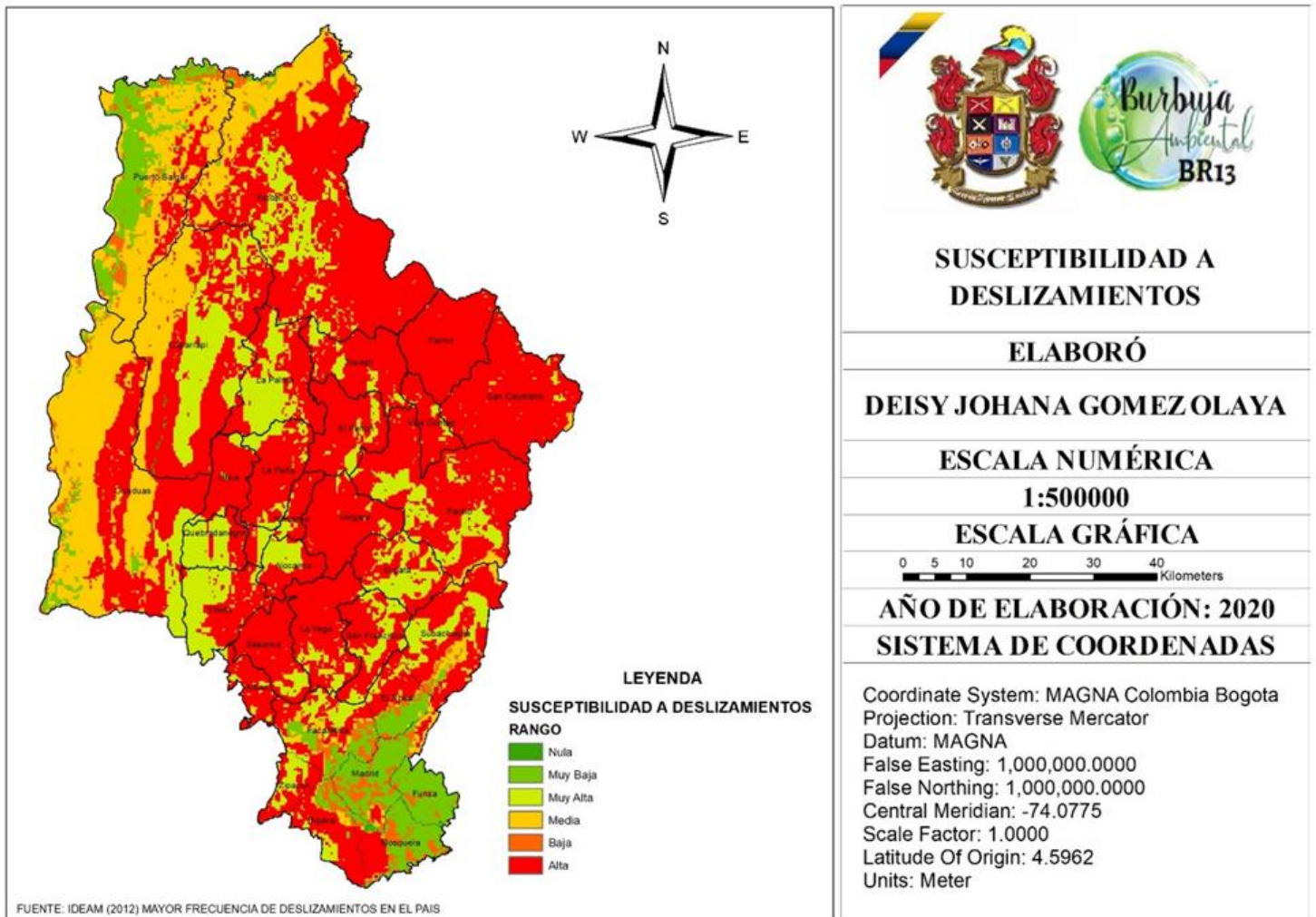


Figura 10. Mapa de susceptibilidad a deslizamientos

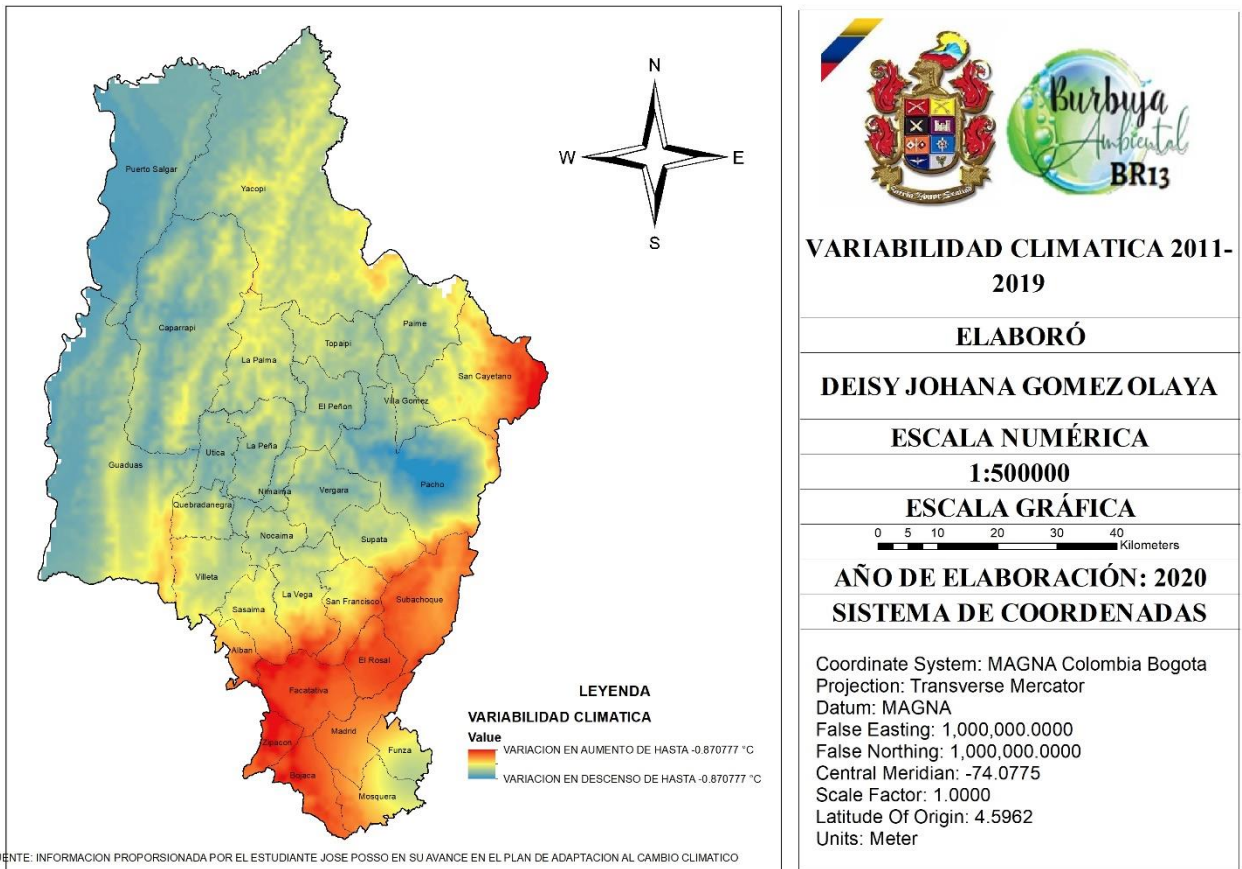


Figura 11. Mapa de variabilidad climática 2011- 2019

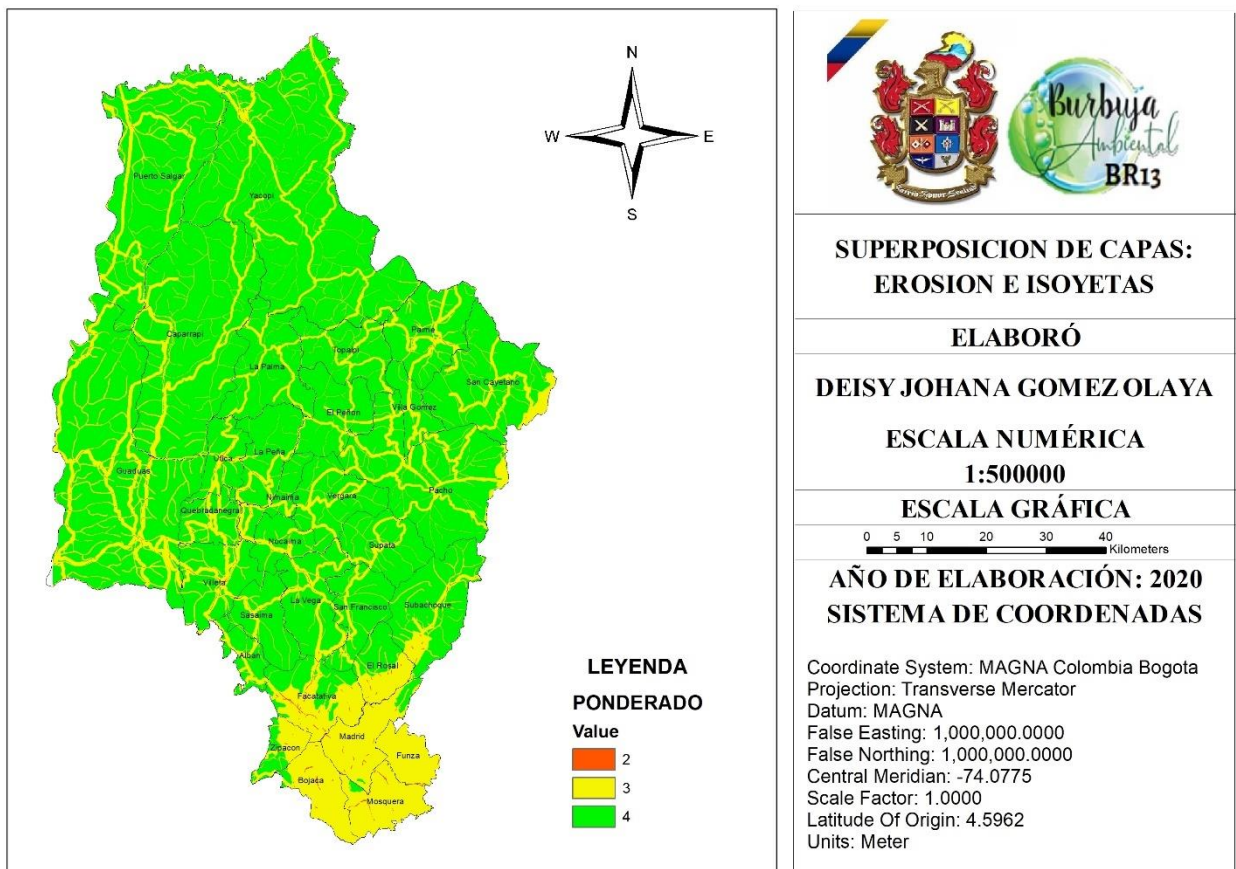


Figura 12. Mapa de superposición de capas: Erosión e isoyetas.

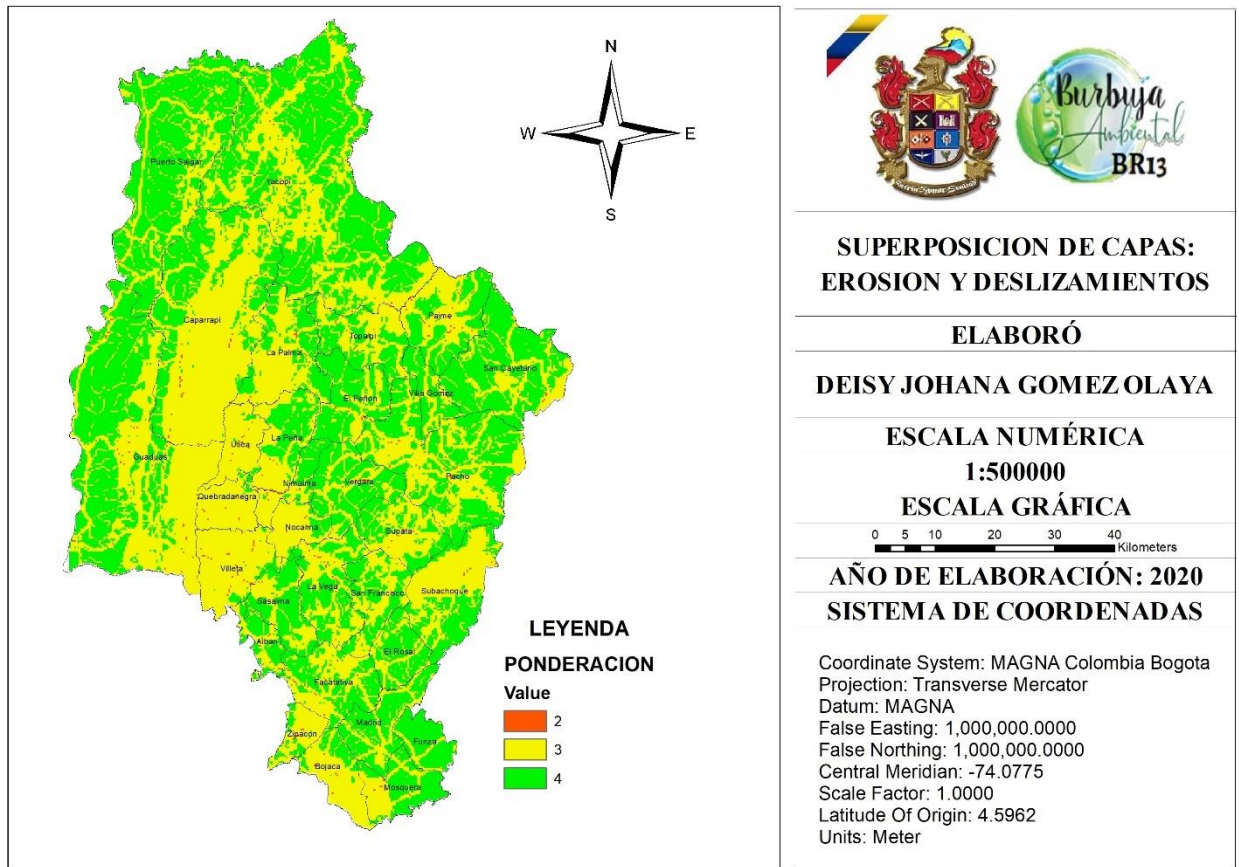


Figura 13. Mapa superposición de capas: Erosión y deslizamientos

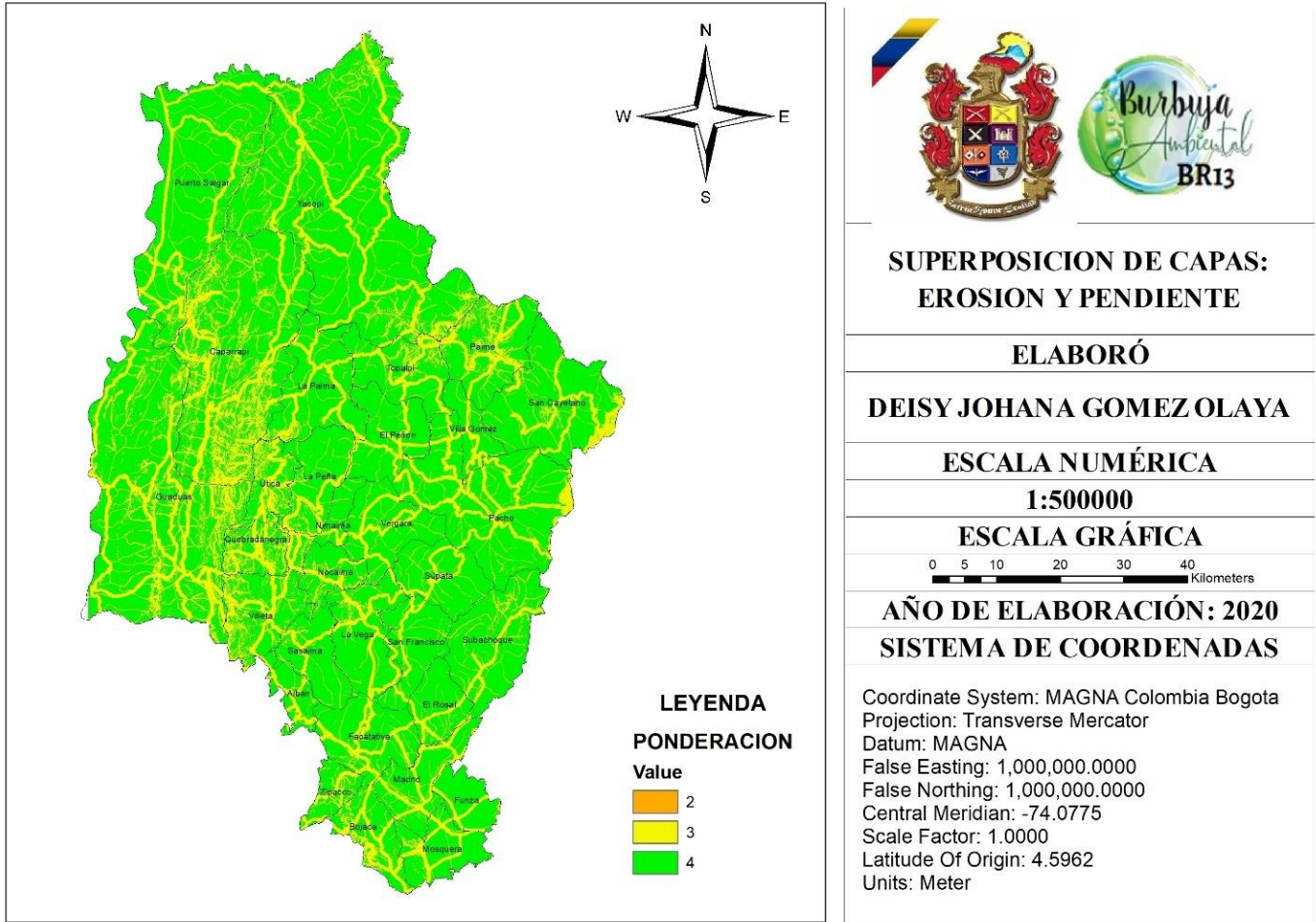


Figura 14. Mapa de superposición de capas: Erosión y pendiente.

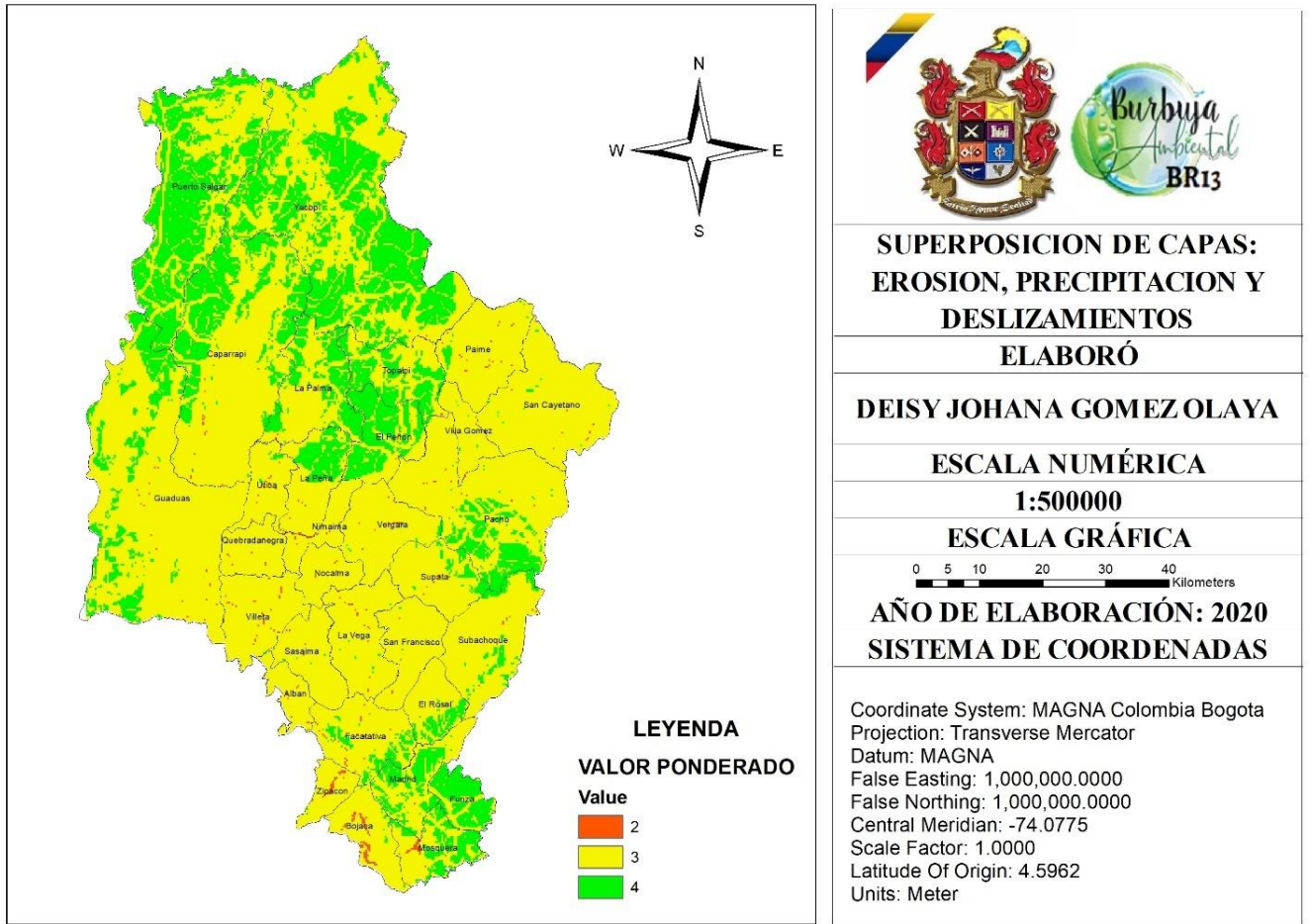


Figura 15. Mapa de superposición de capas: Erosión, precipitación, y deslizamientos.

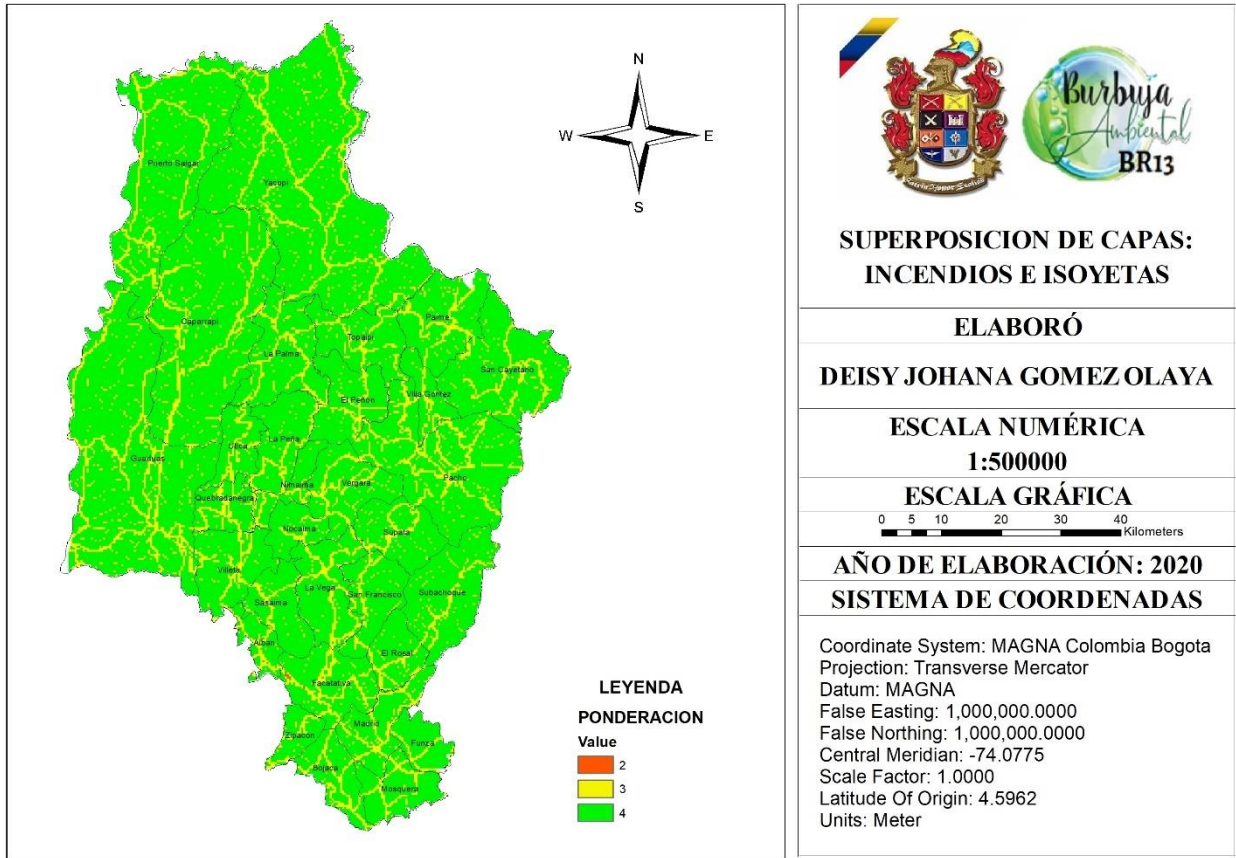


Figura 16. Superposición de capas: Incendios e Isoyetas

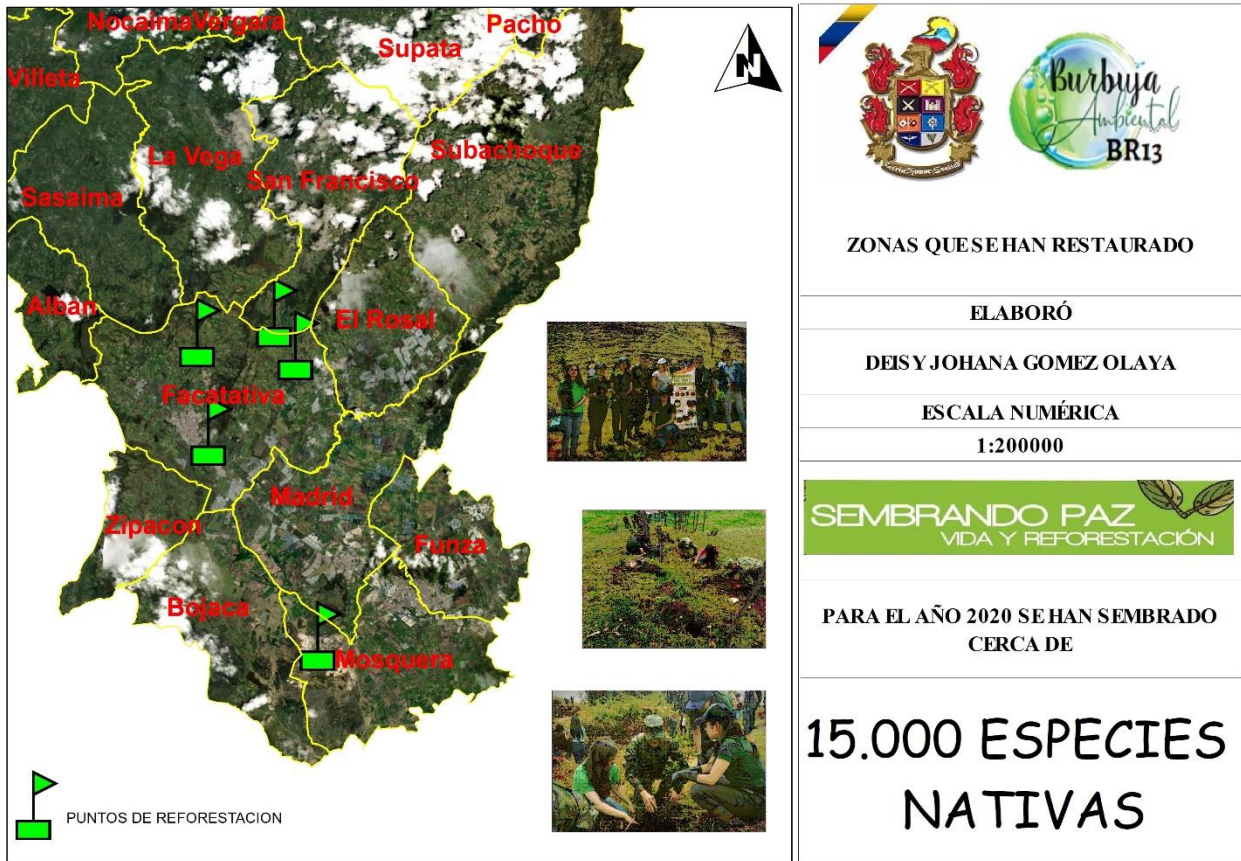


Figura 17. Mapa de algunas zonas que se han sembrado en el 2020.

Anexos de tablas

Fichas optimas de especies a reforestar

Bosque Seco Tropical

Tabla 10. Condiciones climáticas del bosque seco tropical

Formaciones vegetales	Condiciones climáticas	
Bosque Seco Tropical	t	<24° C
	ppm	1000-2000 mm
	m.s.n.m	0-1000

Tabla 11. Especies que se adaptan a las condiciones climáticas de Bosque seco tropical

Nombre Científico	Familia	Nombre común
Acacia farneciana	Mimosaceae	Pelá
Anacardium excelsum	Anacardiaceae	Caracoli
Aspidosperma dugandi	Apocynaceae	Cumula Diomate
Astronium graveolens	Anacardiaceae	Indio desnudo
Bursera simaruba	Burseraceae	Pata de vaca
Bauhinia petiolata	Caesalpiniaceae	Noro
Byrsonima cumingana	Malpighiaceae	Naranjuelo
Capparis indica	Capparidaceae	Olivo
Capparis odoratissima	Capparidaceae	Iraca
Carludovica palmata	Cyclanthaceae	Chilinchile
Cassia	occidentalis	Caesalpiniaceae
Cedrela sp.	Meliaceae	Cedro
Ceiba pentandra	Bombacaceae	Ceiba
Chlorophora tinctoria	Moraceae	Dinde
Cordia dentata	Boraginaceae	Gomo, Uvito
Crescentia cujete	Bignoniaceae	Totumo
Enterolobium cvlocarpum	Mimosaceae	Piñón de oreja
Ficus sp.	Moraceae	Caucho
Genipa americana	Rubiaceae	Jigua
Guarea trichilioides	Meliaceae	Bilibil
Guazuma ulmifolia	Sterculiaceae	Guásimo
Gliricidia sepium	Fabaceae	Matarratón
Hylocereus undatus	Cactaceae	Cacto epifito
Hymenaea courbaril	Caesalpiniaceae	Algarrobo
Jacaranda caucana	Bignoniaceae	Gualanday
Lonchocarpus sericeus	Fabaceae	Garrapato
Muntingia calabura	Elaeocarpaceae	Chi tató
Machaerium capote	Fabaceae	Capote
Ochroma laqopus	Bomba caceae	Balso

Pithecellobium dulce	Mimosaceae	Payandé
Prosopis juliflora	Mimosaceae	Cují, trupillo
Pseudosamanea quachapele	Mimosaceae	Iguá
Spondias mombin	Anacardiaceae	Hobo
Tabebuia chrysantha	Bignoniaceae	Guayacán amari
Tabebuia rosea	Bignoniaceae	Guayacán rosad
Triplaris sp.	Polygonaceae	Varasanta
Zanthoxylum sp.	Rutaceae	Tachuela

Bosque Húmedo Tropical

Tabla 12. Condiciones climáticas del Bosque Húmedo tropical

Formaciones vegetales	Condiciones climáticas	
Bosque Húmedo Tropical	T	<24° C
	ppm	2000-4000 mm
	m.s.n.m	0-1000

Tabla 13. Especies que se adaptan a condiciones climáticas del Bosque Húmedo tropical

Nombre Científico	Familia	Nombre común
Abarema jupumba	Mimosaceae	Carbonero
Anacardium excelsum	Anacardiaceae	Caracoli
Apeiba aspera	Tiliaceae	Peinemono
Astrocaryum chambira	Palmae	Cumare
Bellusia axinantha Me las	tomataceae	Guayabo de monte
Bixa orellan	a Bixaceae	Achote
Bombacopsis quinata	Bombacaceae	Ceiba tolúa
Brosimun utile	Moraceae	Lechero
Bursera simaruba	Burseraceae	Caratero
Cariniana pyriformis	Lecythidaceae	Abarco
Caryocar amygdaliferum	Caryocaraceae	Caqui
Cedrela angustifolia	Meliaceae	Cedro
Cedrelinga catenaeformis	Mimosaceae	Achapo
Ceiba pentandra	Bombacaceae	Ceiba
Centrolobium sp.	Fabaceae	Guayacán hobo
Couma macrocarpa	Apocynaceae	Pendare
Croton sp.	Euphorbiaceae	Sanqreqao
Dialium quianense	Caesalpiniaceae	Tamarindo
Dipteryx micrantha	Papilionaceae	Sarrapio
Erythrina sp.	Caesalpiniaceae	Guaney
Ficus sp.	Moraceae	Hiquerón
Genipa americana	Rubiaceae	Jiqua
Goupia qlabra	Palmae	Chontaduro
Guilielma gasipaes	Celastraceae	Chaquiro
Hymenaea courbaril	Caesalpiniaceae	Algarrobo
Jacaranda sp.	Bignoniaceae	Chíngale
Jessenia polycarpa	Palmae	Milpesos
Leopoldinia piassaba	Palmae	Chiquichique
Mauritia flexuosa	Palmae	Canangucha

Ocotea cuyumarv	Lauraceae	Laurel
Parkia pendula	Mimosaceae	Carbonero
Persea coerulea	Lauraceae	Aguacatillo
Simarouba amara	Simaroubaceae	Marupa
Tabebuia penthaphylla	Bignoniaceae	Roble
Trema micranta	Ulmaceae	Cargadero
Virola sebifera	Myristicaceae	Sangretoro

Bosque muy Húmedo Premontano

Tabla 14. Condiciones climáticas del Bosque muy húmedo premontano

Formaciones vegetales	Condiciones climáticas	
Bosque muy Húmedo Premontano	t	18-24° C
	ppm	2000-4000 mm
	m.s.n.m	900-2000

Tabla 15. Especies que se adaptan al bosque muy húmedo pre montano

Nombre Científico	Familia	Nombre común
Alchornea polyantha	Euphorbiaceae	Algodoncillo
Bombax septenatum	Bombacaceae	Ceibo barrigón
Calophyllum 1 ucidum	Clusiaceae	Barcino
Cupania cinerea	Sapindaceae	Guacharaco
Chlorophora tinctoria	Moraceae	Dinde
Dussia lehemannii	Papilionaceae	Chocho
Guadua anqustifolia	Gramineae	Guadua
Hura crepitans	Euphorbiaceae	Acuapar
Jacaranda copaia	Bignoniaceae	Chingalé
Laphoensia puniceifolia	Lythraceae	Guaya can amarillo
Luehea seemanii	Tiliaceae	Guásimo colorado
Poulsenia armata	Moraceae	Carbón
Pseudolmedia rígida	Moraceae	Zumba
Rollinia edule	Annonaceae	Guanabanillo
Trattinickia aspera	Burseraceae	Tremen tino
Vochysia aff ferruginea	Vochysiaceae	Horcón
Virola sebifera	Myristicaceae	Sangre toro

Bosque muy Húmedo Montano Bajo

Tabla 16. Condiciones climáticas del bosque muy húmedo montano bajo

Formaciones vegetales	Condiciones climáticas	
Bosque muy Húmedo Montano Bajo	t	12-18° C
	ppm	2000-4000 mm
	m.s.n.m	1900-2900

Tabla 17. Especies que se adaptan a las condiciones climáticas del bosque humero montano bajo.

Nombre Científico	Familia	Nombre común
Befaría glauca	Ericaceae	Carbonero
Blakea sphaerica	Melastomataceae	Mioncita
Bocconia frutescens	Papaveraceae	Trompeto
Cavendishia pubescens	Ericaceae	Uvito de monte
Cinchona pubescens	Rubiaceae	Quina
Clethra faqiqolia	Clethraceae	Chiriguaco
Cordia acuta	Boraginaceae	Guásimo
Drimys winteri	Winteraceae	Canelo de páramo
Eupatorium popavanensis	Compositae	Chilco
Ficus sp	. Moraceae	Caucho
Geisanthus kalbreveri	Myrsinaceae	Colorado
Ladenberqia macrocarpa	Rubiaceae	Azuceno
Macrocarpea macrophvlla	Gentianaceae	Tabaquillo
Meriania nobilis	Melastomataceae	Amarra.bollo
Myrcia popayanensis	Myrtaceae	Arrayán
Myrica pubescens	Myricaceae	Olivo de cera
Persea crvsophvlla	Lauraceae	Aguacatillo
Podocarpus oleif ^o lius	Podocarpaceae	. Chaquiro
Ouercus humboldtii	Fagaceae	Roble
Rapanea ferruginea	Myrsinaceae	Espadero
Roupala qlabriflora.	Proteaceae	Verraco, liberal
Schefflera uribei	Araliaceae	Pata de gallina
Tibouchina 1 ep idota	Melastomataceae	Sietecueros
Vismia baccifera	Hypericaceae	Carate
Vismia quianensis	Hypericaceae	Carate blanco
Weinmannia pubescens	Cunoniaceae	Encenillo