AGOSTO 2021 | TUNJA - BOYACÁ

Apoyo Técnico al Desarrollo del Componente Biótico en Planes de Restauración Ecológica y Solicitudes de Sustracción Forestal Definitiva en la Empresa Ródrica Ingeniería S.A.S en el Departamento del Huila



JUAN SEBASTIÁN SILVA CÁCERES

Informe basado en la opción de grado: Pasantía
Trabajo presentado para optar por el título de Ingeniero Ambiental
Directores:
Ph.D. Luz Ángela Cuellar
MSc. (c) Yeimy Vanessa Ramírez Suárez

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

INFORME FINAL PASANTIA
APOYO TÉCNICO AL DESARROLLO DEL COMPONENTE BIÓTICO EN PLANES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y SOLICITUDES DE SUSTRACCIÓN FORESTAL DEFINITIVA EN LA EMPRESA RÓDRICA INGENIERÍA S.A.S EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

JUAN SEBASTIAN SILVA CACERES

TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

DIRECTOR: PHD LUZ ANGELA CUELLAR RODRIGUEZ
COODIRECTOR: MSc © YEIMY VANESSA RAMIREZ SUAREZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TUNJA - BOYACÁ
2021

1. Tabla de contenido

2. RESUMEN 8

3. INTRODUCCIÓN 9

4. OBJETIVOS 11

4.1 OBJETIVO GENERAL 11
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 11
5. MARCO REFERENCIAL 12

5.1 Marco Contextual 12
5.2 Marco Teórico 13
6. MARCO CONCEPTUAL 18

7. MARCO LEGAL 22

8. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PASANTÍA 24

8.1 Diagrama de flujo 24
8.2 Actividades realizadas 24
8.2.1 Elaboración de guía metodológica de estudio del componente biótico 24
8.2.2 Formularios de campo y encuestas 33
8.2.3 Participación en planes de restauración ecológica y solicitudes de sustracción forestal 40
9. RESULTADOS 49

9.1 Elaboración de guía metodológica de estudio del componente biótico: 49
9.2 Formularios de campo y encuestas 53
9.2.1 Aplicación de Encuestas y Formatos 53
9.3 Participación en planes de restauración ecológica y solicitudes de sustracción forestal 59
9.3.1 Plan de Restauración Ecológica “Bonaire” 60
9.3.2 Plan de Restauración “Jardines de Paz” 72
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 79

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 82

ANEXOS 88

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.Diseño de encuestas ArcGIS Survey123 35

Ilustración 2.Diseño de encuestas ArcGIS Survey123 36

Ilustración 3.Encuesta de Participación ciudadana 37

Ilustración 4.Aplicación encuesta de muestreo de flora 38

Ilustración 5.Clasificación de especies de flora 42

Ilustración 6.Transectos Variables de Foster 51

Ilustración 7.Muestreo de trampa de caída en insectos 52

Ilustración 8.Panorámica del área de estudio en el predio de restauración "Lote" 63

Ilustración 9.Panorámica del área de estudio en el predio de restauración “La Fortaleza” 64

Ilustración 10.Bosque denso alto Parque Natural de Timaná-Huila 76

Ilustración 11.Índice de valor de importancia (IVI) de las especies vegetales presentes en el Parque Natural Municipal de Timaná, Vereda Camenzo-Huila,2020 77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Secuencia y relaciones de los 13 pasos fundamentales en la restauración ecológica 16

Figura 2.Diagrama de flujo de actividades de Pasantía. 24

Figura 3.Estructura objetivo guía componente biótico 33

Figura 4.Formatos y encuestas Survey123 39

Figura 5.Escala NDVI 45

Figura 6.Participación en planes de restauración ecológica y solicitudes de sustracción forestal 48

Figura 7.Resultados Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) 56

Figura 8.Resultados Vegetación Secundaria 57

Figura 9.Resultados Individuos vegetación arbórea 58

Figura 10.Mapa de Ubicación Ecosistema de Referencia 61

Figura 11.Mapa de cobertura vegetal predio “Lote” y “La Fortaleza” 68

Figura 12.Mapa de Índice Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).....69

Figura 13.Mapa de Índice Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) estudio temporal. 70

Figura 14.Mapa de ubicación ecosistema de referencia Parque Natural Municipal de Timana ...75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Marco Legal 22

Tabla 2.Resultados encuesta de participación ciudadana 54

Tabla 3.Parámetros de vegetación 58

Tabla 4.Cobertura y ecosistema predio “Lote” 64

Tabla 5.Coberturas y ecosistemas del predio “La Fortaleza” 65

Tabla 6.Resultados caracterización vegetal predio “El Lote” 65

Tabla 7.Resultados caracterización vegetal predio “La Fortaleza” 67

Tabla 8.Revisión de observaciones normativos del Plan de Restauración “Jardines de Paz” 73

2. RESUMEN

Las solicitudes de sustracción forestal hacen parte de un proceso necesario para realizar diferentes actividades productivas o económicas que tengan como requerimiento el uso del suelo y la necesidad de remoción de coberturas vegetales en zonas protegidas, en la cual se hace necesaria la implementación de medidas compensatorias como la restauración ecológica en áreas equivalentes a las afectadas, de acuerdo a esto se hace muy importante la implementación de acciones, modos y mecanismos de compensación para la recuperación de ecosistemas afectados. En el departamento del Huila la expansión urbana, actividades ganaderas y agrícolas, representan un gran impacto negativo sobre los ecosistemas alto andinos, principalmente por el aumento en tasas de deforestación y prácticas no sostenibles, que en algunos casos por su cercanía a reservas forestales se evidencia la necesidad de implementar medidas de conservación y recuperación. Éste proyecto de apoyo técnico al desarrollo del componente biótico en planes de restauración ecológica y solicitudes de sustracción forestal definitiva en la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S, se desarrolló principalmente para sistematizar los procesos de recolección de información en campo y mejorar los métodos de estudio del componente biótico en la empresa, de tal forma que se desarrolló una guía para el estudio del componente biótico enfocada en metodologías y términos normativos para solitudes de sustracción forestal y planes de restauración ecológica, también mediante la herramienta ArcGIS Survey123 se formularon formatos de campo y encuestas de participación ciudadana para recolección de información, finalmente se realizó apoyo en la elaboración de cartografía bajo la metodología Corind Land Cover e índice NDVI, donde se generaron nuevos conocimientos en información cartográfica y productos para el desarrollo de futuros proyectos en la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S en el suroriente del departamento del Huila.

3. INTRODUCCIÓN

La restauración ecológica como medida de compensación a la pérdida de la biodiversidad, ha sido adoptada inicialmente por varios países tras el surgimiento del Convenio Sobre la Diversidad Biológica (CDB), en el cual se mencionó especialmente la conservación de la diversidad biológica y el uso sostenible de sus componentes y sus recursos genéticos (Organización de las Naciones Unidas, 1992). En los diferentes países de Latinoamérica el surgimiento del Convenio Sobre la Diversidad Biológica (CDB) y el reto de Bonn de reforestación de bosques, representan iniciativas para que la restauración ecológica sea una forma de conservar y recuperar la biodiversidad para diferentes países, por ello, países como Brasil, Colombia, Ecuador y Guatemala han decidido tener un plan de restauración Ecológica, pero donde se evidencia la falta de implementación en otros países (Méndez et al., 2017).

En Colombia los procesos de restauración ecológica han tenido un amplio desarrollo por el aumento de actividades que generan pérdida en la biodiversidad nacional, para ello es necesario hacer estudios previos como línea base para implementación de medidas compensatorias (García & Torres, 2021), y donde los procesos de restauración han sido aplicados a diferentes tipos de ecosistemas en sus diferentes áreas afectadas como suelos erosionados y coberturas deforestadas.

En el desarrollo de la pasantía en la empresa consultora de ingeniería Ródrica Ingeniería S.A.S, se tuvo como objetivo apoyar el desarrollo del componente biótico en la formulación de planes de restauración ecológica y solicitudes de sustracción forestal definitiva, en la cual sus actividades se desarrollan en los municipios de Pitalito y Palestina en el departamento del Huila. Dentro del proceso de pasantía se llevaron a cabo proyectos de restauración ecológica como medida

compensatoria por solicitudes de sustracción forestal y además de ello, se buscó complementar y mejorar las metodologías de estudio del componente biótico de la empresa, de igual forma se implementó el uso de las herramientas de Sistemas de Información Geográficos para la sistematización de procesos de recolección de información, manejo, tratamiento de datos y generación de productos cartográficos importantes para el estudio de coberturas de suelo.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar el desarrollo del componente biótico en la formulación de planes de restauración ecológica y solicitudes de sustracción forestal definitiva en la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S en el departamento del Huila.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Estructurar una guía sobre lineamientos y metodologías básicas para el desarrollo del componente biótico en la formulación de planes de restauración ecológica y solicitudes de sustracción forestal definitiva.

- Elaborar formularios de campo y encuestas de participación ciudadana para la obtención de información soporte para el desarrollo del componente biótico.

- Elaborar mapas de clasificación de cobertura vegetal a través de la metodología Corind Land Cover e índice NDVI para incorporar información cartográfica en el componente biótico.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 Marco Contextual

Descripción de Ródrica Ingeniería S.A.S

Para el cumplimiento de la normatividad ambiental en diferentes procesos de sustracción forestal permanente se menciona la empresa de consultoría Ródrica Ingeniería S.A.S., legalmente constituida desde el año 2016 ante cámara y comercio del Cauca. Hace parte del asesoramiento, planificación y ejecución de proyectos de ingeniería ambiental y civil, dando soluciones eficaces a personas naturales y jurídicas. La empresa Ródrica Ingeniería S.A.S en un lapso de (5) años ha desarrollado procesos de consultoría en los departamentos del Cauca, Huila, Putumayo y Boyacá para diversas actividades económicas; acuicultura, extracción de minerales, comercio de productos farmacéuticos, entre otras actividades, así como diversos trámites; sustracción de áreas de reserva forestal y planes de restauración, estudios de impacto ambiental, permisos de concesiones de agua y vertimientos, entre otros.

Esta empresa cuenta con amplia capacitación en materia de resolución de requerimientos ambientales y la prestación de servicios a nivel de outsourcing o subcontratación de personal en las diferentes áreas concurrentes a la gestión ambiental para el desarrollo de proyectos. La empresa Ródrica Ingeniería S.A.S desde 2018 ha desarrollado proyectos para solicitud de sustracciones forestales permanentes en el municipio de Pitalito-Huila para diferentes actividades para la construcción de complejos turísticos, hornos crematorios y otros similares.

5.2 Marco Teórico

Compensaciones ambientales

La compensación ambiental hace parte de una medida que busca mitigar impactos ambientales generados por determinada actividades productiva tales como minería o construcción, las cuales tienen el fin de reparar las afectaciones causadas mediante medidas administrativas (Poveda, 2016), por lo cual globalmente la pérdida de biodiversidad ha generado que se desarrollen convenios internacionales tales como el Convenio sobre la Diversidad Biológica(CDB) para tomar medidas para conservar la biodiversidad mundial. En el contexto internacional la Unión Europea habla de compensaciones en torno a las afectaciones al ecosistema, también en el Reino Unido se han desarrollado propuestas de compensación voluntaria, estos mecanismos de compensación por afectación a ecosistemas han sido utilizados en países como Australia, Sudáfrica y en países latinoamericanos tales como México, Brasil y Colombia, enfocados principalmente a pérdida de biodiversidad (López & Quintero, 2015).En otros países como Perú la compensación tiene como objetivo principal alcanzar la pérdida Neta Cero de biodiversidad y el funcionamiento ecosistémico (Rubio et al., 2017), la compensación ambiental es un mecanismo que actúa cuando no se puede indemnizar con recursos económicos un sistema natural, de forma que se puede beneficiar otro bien ambiental de similar naturaleza y restaurar sus condiciones naturales (Brunke, 2011).

Las compensaciones ambientales en Colombia parten desde la Ley 99 del 1993 donde se menciona en su artículo 42, las tasas retributivas y compensatorias para el uso directo o indirecto de los recursos naturales y se relaciona con el Decreto 2811 de 1974 en la aplicación de tasas retributivas

de servicios ambientales para gastos de renovabilidad de los recursos naturales renovables. Colombia para la biodiversidad adoptó el "Manual para la Asignación de Compensaciones por pérdida de Biodiversidad" de acuerdo a la Resolución 1517 de 2012, otra de las normas referentes a la compensación está el Decreto 1900 de 2006 en la cual todo proyecto que haga uso del recurso hídrico y sujeto a Licencia Ambiental debe destinar el 1% del total de la inversión para recuperación, conservación y preservación de zonas de importancia ecosistémica, también destinando los recursos a mitigar, corregir y compensar los impactos generados (*Decreto 1900 de 2006: Obtención de Licencias Ambientales*, 2006)

Restauración Ecológica

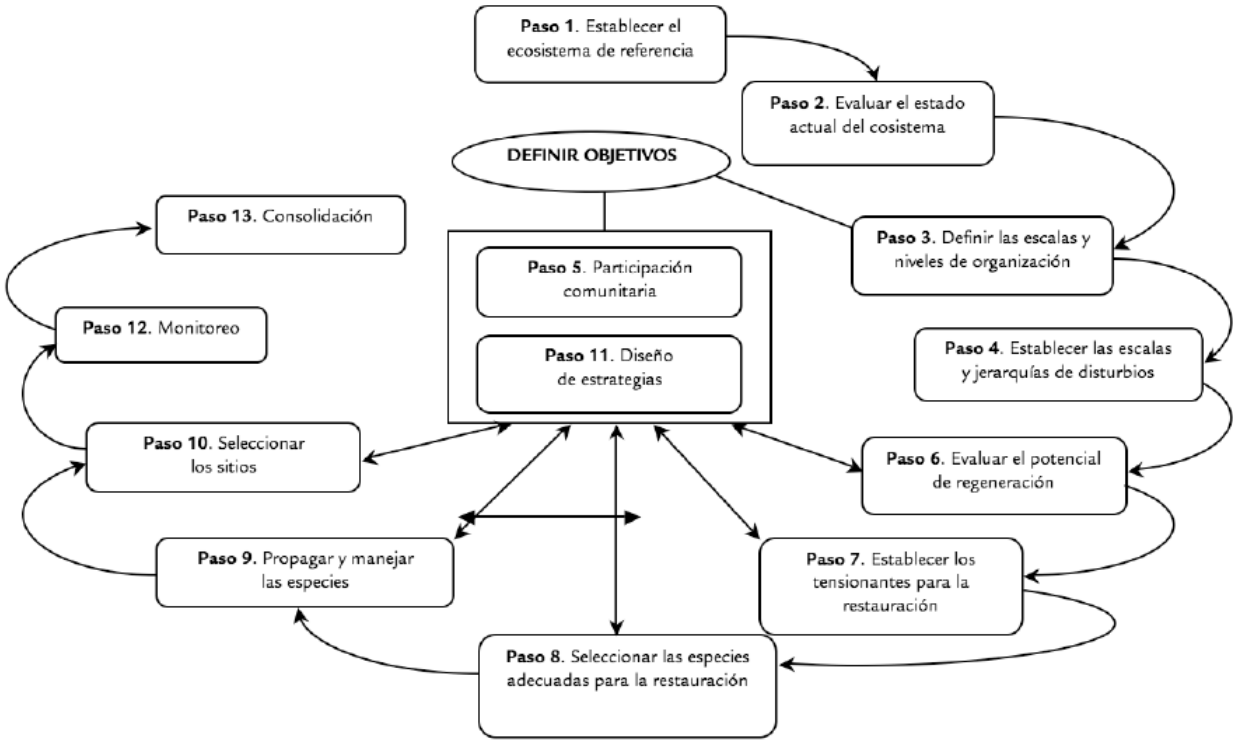
La restauración ecológica se refiere principalmente a una actividad que tiene como fin recuperar un ecosistema que ha sido afectado por diferentes impactos naturales o antrópicos, para llevarlo a sus condiciones originales o naturales antes de ser afectado, recobrando sus funciones ecológicas, equilibrio y durabilidad a lo largo del tiempo, las principales afectaciones negativas a los ecosistemas están compuestas desde el medio natural como incendios, inundaciones, sequias y erupciones volcánicas, también las afectaciones abióticas como la deforestación que pueden afectar la trayectoria histórica del ecosistema y los hace necesarios de procesos y estrategias de restauración (Sociedad internacional para la restauración ecológica, 2004). Los ecosistemas restaurados deben tener ciertos atributos para que continúe con su desarrollo sin necesidad de ayudas externas para su supervivencia, algunas propiedades son la presencia de especies de acuerdo al ecosistema de referencia escogido, especies autóctonas, así mismo también características físicas apropiadas para procesos reproductivos, también la ausencia de amenazas

que afecten el paisaje y los procesos de restauración y por último el ecosistema debe tener la capacidad de ser autosostenible en el tiempo (Sociedad internacional para la restauración ecológica, 2004).

Fundamentos de la restauración ecológica

La restauración ecológica como actividad de recuperación de ecosistemas tiene una serie de pasos establecidos para tener en cuenta en su aplicación y éxito de la misma, se parte de preguntas como ¿Cuál es el tipo de ecosistema a restaurar?, sus disturbios o limitantes, recuperación frente a tensionantes, las variables de monitoreo y como continuar los procesos de restauración a futuro, estas preguntas y características hacen parte de un proceso diferente para cada ecosistema, con su análisis y correcta implementación son una serie de pasos claves para una restauración exitosa. Para un proceso de restauración es importante tener en cuenta que cada zona tendrá características diferentes y gran variedad de factores y es necesario ver el componente social para determinar la historia de los ecosistemas que han sido afectados por otras actividades económicas o con inclusión de especies exóticas, de esta manera se da una idea de la heterogeneidad de la zona (Vargas, 2011), los pasos más comunes para la restauración son presentados en la Figura 1:Secuencia y relaciones de los 13 pasos fundamentales en la restauración ecológica.

Figura 1:Secuencia y relaciones de los 13 pasos fundamentales en la restauración ecológica



Fuente: (O. Vargas, 2007)

Departamento del Huila

El departamento del Huila se encuentra en la zona suroccidental del país, cercano a otros departamentos como Cundinamarca y Tolima hacia el norte, también con los departamentos del Meta y Caquetá y en zona Occidental con Cauca y Tolima, este departamento tiene una superficie de 19.900 km^2, está dividido en 37 municipios y 4 corregimientos con una población aproximada de 1´154.777 habitantes según estadísticas del DANE del año 2020. La economía del departamento se compone principalmente por actividades agrícolas y ganaderas, cultivos principalmente de café, plátano, yuca, maíz entre otros, también tiene actividades mineras en la cordillera central, donde se tiene extracción de oro y plata, el cuarzo, mármol, calcita y azufre (Gobernación del Huila,

2017b). El relieve de la zona se ubica entre la cordillera central y oriental, formado por el gran valle del magdalena, con fisiografías como el volcán de Puracé, el nevado del Huila, zona plana del río Magdalena, el páramo de Sumapaz y las Papas, este departamento tiene temperaturas que oscilan entre 28°C y variando a través de su territorio hasta 24°C a 35°C en el desierto de la Tatacoa y en zonas del nevado del Huila hasta 0°C, siendo un departamento con varios tipos de clima muy adecuados para el desarrollo de gran diversidad y ecosistemas (Gobernación del Huila, 2017a).

6. MARCO CONCEPTUAL

Sustracción Forestal: La sustracción forestal se entiende como aquella actividad que, por razones de utilidad pública o interés social, es necesario implementar actividades económicas que tengan como necesidad remover la cobertura y alterar el uso del suelo natural del ecosistema, de igual forma otras actividades distintas al aprovechamiento racional del recurso forestal (*Decreto 2811*, 1974). Para el caso de sustracción en reservas forestales puede dividirse en temporal (Lapso de tiempo determinado) o definitiva, en la cual se tendrá en cuenta formas de medidas de compensación, restauración y recuperación según disponga la autoridad ambiental (*Resolución 1526*, 2012), esta sustracción se considera como un trámite para el levantamiento de la figura legal de la reserva forestal sobre una determinada área para desarrollar actividades económicas o proyectos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

Componente: Se refiere a todos los aspectos del medio ambiente que conforman el medio, este puede dividirse en abiótico (Atmosférico, demográfico, climático e hidrológico), biótico (Flora, fauna y paisaje) y socioeconómico (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, 2008).

Medida de compensación: Se refiere a una medida que se toma para resarcir afectaciones negativas sobre el medio ambiente, estas hacen parte de unas acciones que buscan retribuir la pérdida del patrimonio natural, para las sustracciones forestales definitivas las compensaciones se enfocan en la recuperación del área mayor o igual a la afectada (*Resolución 1526*, 2012).

Restauración Ecológica: Es un proceso de recuperación de las condiciones naturales y ecológicas de un ecosistema determinado, que ha sido afectado o dañado por causas antrópicas o naturales, la restauración es una forma de restablecer la estructura y las funciones del ecosistema, estos procesos

de restauración pueden ser asistidos o pasivos por sucesión natural mediante la conservación de las zonas afectadas (Sociedad internacional para la restauración ecológica, 2004).

Factor limitante: Se refiere a las condiciones propias que tenga determinado ecosistema o hábitat que impiden el desarrollo normal del mismo en sus procesos naturales (Barrera & Valdés, 2020).

Teledetección: La teledetección consiste principalmente en medir la energía emanada desde la superficie de la tierra mediante sensores, traducido en energía dispersa que es captada por un radar o láser y ser interpretadas por un sensor en forma de imagen en la mayoría de casos, esta puede ser captada por el sol (Teledetección pasiva) o también por el sensor y rango de microondas (Teledetección activa) (Richards, 2013).

Lansat: Hace referencia a un programa de observación del planeta Tierra mediante un satélite administrado por la NASA y el servicio geológico de E.E.U.U, lansat se refiere a una serie de satélites para obtención continua de datos por detección remota (Rodríguez & Arredondo, 2005).

Composición de bandas: Es una imagen compuesta por una combinación de bandas, que se basa en tres bandas diferentes del sensor (Rojo, Verde y Azul) y organizadas en canales de proyección en pantalla dentro del software SIG, estas composiciones de bandas se utilizan para ver el color natural de una imagen satelital, también en otros casos el color infrarrojo, multiespectral y otras combinaciones para análisis (Rodríguez & Arredondo, 2005).

Nivel digital (ND): El nivel digital (ND) se refiere a la energía electromagnética representada en pixeles que se traduce en valores digitales reflejados en una tonalidad específica, estos niveles digitales (ND) dependen de la resolución radiométrica del sensor que las capta de acuerdo a determinada cobertura (Rodríguez & Arredondo, 2005).

Radiancia: Esta se define como “el cociente entre la intensidad luminosa emitida por una superficie y el área aparente de la misma, para un observador lejano, expresada en watios / sterorradian A $m^{2"}$ (Alonso et al., 1999).

Reflectancia: La reflectancia es una magnitud base para el reconocimiento de sustancias en el medio y se define como “el cociente entre la potencia de la radiación reflejada y la potencia total recibida por la misma, esta tiene valores comprendidos entre 0 y 1 y expresada en porcentaje normalmente (Alonso et al., 1999).

Método FLAASH: El método de Análisis Atmosférico de Línea Rápida de Vista de Hipercubo, es un método de corrección atmosférica que se encarga de mejorar las longitudes de onda en regiones visibles a través del infrarrojo cercano y de onda corta, es un método aplicado a corrección radiométrica y atmosférica (L3Harris Geospatial, 2020).

Corrección Radiométrica: Consiste en convertir la información de la imagen satelital sin tratamiento de cada pixel, de niveles digitales (ND) a Radiancia, esta corrección se realiza con el fin de mejorar las condiciones atmosféricas de la imagen y su iluminación. Esta permite la corrección de problemas de pixeles con valores erróneos provenientes de la imagen del sensor, este tipo de corrección es previa a la corrección atmosférica, la corrección radiométrica cuenta con varios métodos como el uso de histogramas, bandeo y métodos de análisis atmosférico (Ambrosio et al., 2006).

Corrección Atmosférica: Es un proceso de corrección de imágenes satelitales que consiste en eliminar imperfecciones que se reflejan en la atmósfera de la imagen digital, tales como material particulado, aerosoles e imperfecciones que dificultan la visibilidad nítida de la imagen, esta corrección consiste en pasar de valores de radiancia a reflectancia (Aguilar et al., 2014).

NDVI: Su nombre común es Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada por sus siglas en inglés (Rouse et al., 1974), este índice es utilizado para medir la diferencia normalizada entre la reflectancia del rojo e infrarrojo cercano, dando rangos de valores clasificados de -1 a 1, indicando el estado de la cobertura vegetal y su salud, los valores cercanos a uno reflejan una vegetación saludable, los valores menores a 0.33 micrómetros reflejan vegetación poco saludable o sin vegetación (Rodríguez & Arredondo, 2005).

Corind Land Cover: Esta es una metodología promovida por la Comisión de la comunidad Europea con el programa CORINE (Coordination of information on the environment) y desarrollando el programa "Corind Land Cover" 1990, la cual consiste en una metodología para inventariar diferentes tipos de coberturas de tierra, esta metodología permite clasificar, caracterizar, describir y comparar los tipos de cobertura de estudio, así mismo, utilizando imágenes satelitales de resolución media para construcción de mapas y tratamiento de información espacial con imágenes Lansat (Melo & Camacho, 2005).

7. MARCO LEGAL

En la Tabla 1.Marco *Legal* se menciona la normatividad actual tenida en cuenta para el desarrollo de los objetivos de este proyecto, además de ello hacen parte de la construcción de productos para generación de resultados, la principal normatividad se enfoca desde una perspectiva general a una especifica, mostrando la normatividad ambiental que comprende el sector de medio ambiente en general y las resoluciones o leyes que se enfocan en las sustracciones forestales definitivas, junto con las medidas compensatorias ,teniendo en cuenta los lineamientos normativos de las entidades como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible(MADS) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales(ANLA).

Tabla 1.Marco Legal

Norma	**Artículo**	**Descripción**
Decreto 1076 de 2015		Reglamento del sector ambiente y desarrollo sostenible
Ley 2811 de 1974	Artículo 207, 210 inciso segundo	"Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente" (Presidencia de la República, 1974)
Resolución 1526	Capítulo I: Articulo 7 Capitulo II: Articulo 7	"Por el cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social, se establecen las actividades sometidas a

	Capitulo III: Articulo 10, numeral 2	sustracción temporal y se adoptan otras determinaciones" (*Resolución 1526*, 2012)
Resolución 256 de 2018	Articulo 10	"Por la cual se adopta la actualización del Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico y se toman otras determinaciones" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018)
Resolución 1428 de 2018	Articulo 9 y10	"Por el cual se modifican los artículos 9,10 y 12 de la Resolución No.256 del 22 de febrero de 2018, por medio de la cual se adopta la actualización del Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico y se tomas otras determinaciones" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018)
Resolución 2182 del 2016	Articulo 1	"Modificar y consolidar el Modelo de Almacenamiento geográfico para la evaluación de estudios ambientales (DAA, EIA, PMAE, ICA)" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018)

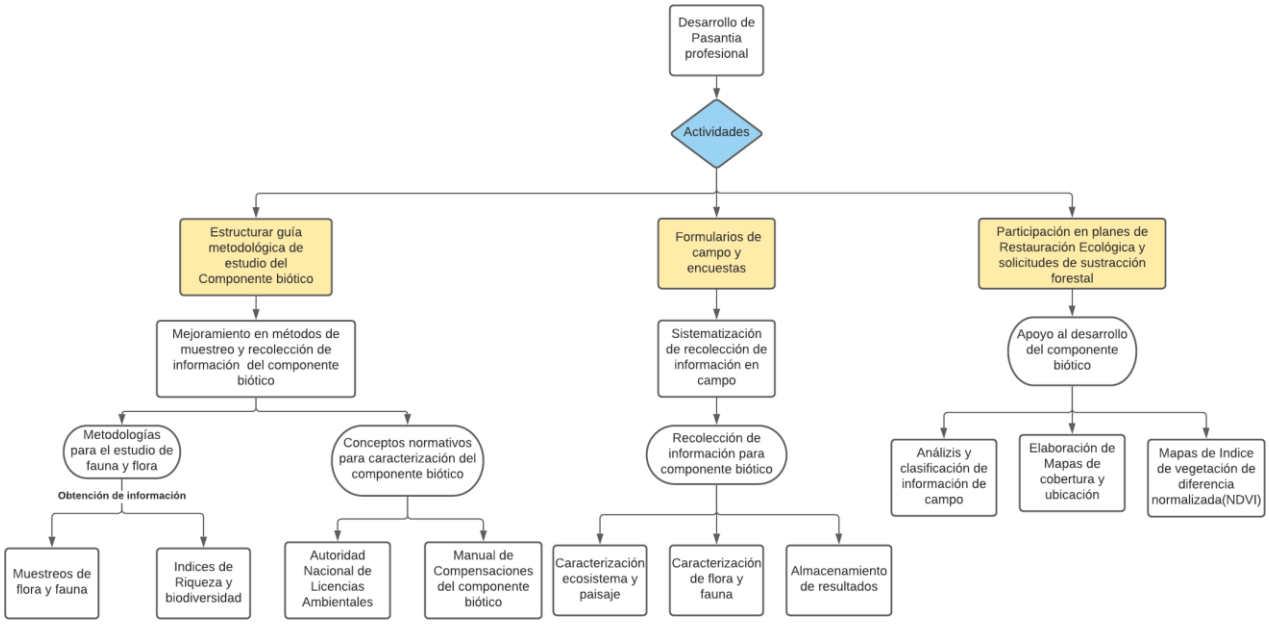
Fuente: Autor

8. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PASANTÍA

8.1 Diagrama de flujo

En la Figura 2.Diagrama de flujo de actividades de Pasantía. se muestra el desarrollo de la pasantía profesional en la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S, indicando las actividades y el desarrollo de las mismas de acuerdo al orden de elaboración de productos, el desarrollo del proceso de pasantía fue en condición de teletrabajo, por motivos de la emergencia sanitaria actual referente al contagio de COVID-19.

Figura 2.Diagrama de flujo de actividades de Pasantía.



Fuente: Autor

8.2 Actividades realizadas

8.2.1 Elaboración de guía metodológica de estudio del componente biótico

La elaboración de esta guía se realiza debido a la necesidad de la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S en tener mayor conocimiento en conceptos normativos y metodológicos para el estudio del componente biótico en los proyectos actuales manejados por la misma en cuanto a procesos de restauración ecológica y solicitudes de sustracción forestal, en la cual se tuvo como objetivo que el profesional universitario participara en la generación de un producto que se enfocara en el componente biótico y métodos que faciliten su desarrollo, las siguientes son algunas de las temáticas que se tuvieron como referencia para el desarrollo de la guía.

8.2.1.1 Parámetros Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)

- Las temáticas que fueron buscadas para ser incluidas dentro de la guía, fueron las clasificaciones y presentación de datos geográficos dadas por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) enfocado al componente biótico en el "diccionario de datos geográficos" (ANLA, 2021), además de ello, ilustrando las diferentes clasificaciones de cada capa geográfica necesaria para la temática del medio biótico. En el documento se tuvo en cuenta las diferentes clasificaciones en base al diccionario de datos geográficos del ANLA, por lo cual se citaron las distintas clasificaciones de cada capa expresada en una tabla con el título del dominio (Nombre dado por el ANLA), su código de identificación y la descripción de su contenido, estas tablas se citaron dentro de la guía para facilitar la recolección de la información importante para estudio de diferentes temas del componente biótico, las temáticas que se incluyeron dentro de la guía corresponden a las siguientes:

- Ecosistema: Bioma, gran bioma, unidades espaciales o áreas con subespecies, especies y asociaciones vegetales, zona climática, unidad geomorfológica, cobertura de ecosistema (Nivel I, II, III, VI, V, VI) y definición del nombre de ecosistema.
- Clasificación de ecosistema: Representatividad.
- Áreas de compensación nacional: Tipo de área de conservación y protección ambiental (Regional, nacional y local), escala.
- Muestreo de flora y fauna: Apéndice de la CITES, categoría de amenaza UICN, categoría de amenaza, Resolución 192 de 2014, categoría distribución de especie, entidad de la especie en veda, hábito de crecimiento, forma de determinación de especie y distribución de la especie.

8.2.1.2 Lineamientos normativos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

El "Manual de compensaciones del componente biótico" del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible adoptado mediante la Resolución 256 de 2018 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018) se tuvo en cuenta para el complemento de la guía de estudio del componente biótico, este manual tiene como característica contener los lineamientos para implementación de medidas compensatorias derivadas de sustracciones forestales y aprovechamientos forestales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). De acuerdo a lo anterior, dentro de la guía se agregó la temática de compensaciones del componente biótico en el marco del proceso de licenciamiento ambiental, en la cual se citó del manual de compensaciones del componente biótico las siguientes temáticas referidas en la guía como título:

- ¿Qué compensar?
- ¿Cuánto compensar en términos de área?

- Criterios de representatividad, rareza, remanencia y transformación anual
- Cálculo de factor de compensación, área a compensar, factor de compensación en vegetación secundaria
- Compensaciones por sustracciones forestales temporales o definitivas de reservas naturales regionales o nacionales

Estas temáticas mencionadas se incluyeron dentro de la guía con su respectiva descripción teórica, ilustraciones de mapas, rangos de clasificación y fórmulas de cálculo para facilitar la obtención de información dentro del componente biótico a los futuros proyectos que desarrolle la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S.

8.2.1.3 Términos de Referencia para solicitudes de sustracción forestal y plan de restauración ecológica

Las sustracciones forestales definitivas están reglamentadas por la autoridad ambiental y se debe implementar estudios específicos dentro del proyecto para su presentación ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para mencionar los lineamientos normativos dentro de la guía para solicitudes de sustracción forestal y restauración ecológica, se citó la Ley 2 de 1959 para áreas localizadas en reservas forestales, de igual forma los términos de referencia de la sustracción de reservas forestales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018), para el tema de términos de referencia para medidas compensatorias de restauración ecológica está dada bajo los lineamientos de las corporaciones regionales (CAR) según sea el proyecto que necesite una forma de compensar su afectación y para su aprobación será dada por la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos y bajo los

términos del Manual de Compensaciones del Componente Biótico adoptado por la resolución 256 de 2018, adicionalmente estos lineamientos tienen relación con el Plan Nacional de Restauración en su anexo 8 donde se define específicamente cada componente de los planes de restauración, estos se incluyeron de forma resumida dentro de la guía para ser referente para la recolección de demás información relacionada con otros componentes del documento.

8.2.1.4 *Fauna y Flora*

Esta actividad desarrollada, tuvo como objetivo principal generar un producto importante para el estudio del componente biótico para futuros proyectos desarrollados por la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S, relacionando dentro de la guía los términos de referencia para solicitudes de sustracción forestal y medidas compensatorias enfocada a planes de restauración ecológica, además de ello, también complementándolo con conceptos del "Manual de compensaciones del componente biótico" del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de igual forma se cita la clasificación del diccionario de datos geográficos del ANLA para la presentación de datos geográficos en cuanto a la temática del medio biótico.

Para la elaboración de la guía de lineamientos básicos para estudio del componente biótico, para el caso de la temática de caracterización de flora y fauna se tuvo como línea base las metodologías propuestas por el Instituto de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt como el "Manual de Métodos Para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad" (Álvarez et al., 2004), información bibliográfica para el desarrollo de un documento que ilustre algunas metodologías óptimas para

muestreo en campo, para realizar eficientemente actividades de caracterización vegetal, muestreos de flora y fauna.

En la guía se menciona información para el cálculo de índices de riqueza y diversidad, que permiten medir cuantitativamente la diversidad y su riqueza de especies, tales como el índice de Margalef para medir diversidad alfa, índice de Shannon-Wiener(H') para índices de equidad, índice de Whittaker para diversidad Beta, el índice de diversidad Gamma (Álvarez et al., 2004), y el Índice de Valor de Importancia (IVI) (Cottam & Curtis, 1956), para definir la estructura y composición de especies de un ecosistema, estas metodologías mencionadas dentro de la guía son importantes para la cuantificación de riqueza y biodiversidad, las siguientes son las fórmulas de los índices de biodiversidad mencionadas por (Álvarez et al., 2004), y citadas dentro de la guía:

Índice de Margalef (DMg)

$$\mathbf{Dmg} = \frac{\mathbf{S-1}}{\mathbf{lnN}}$$

Donde:

S=Número de especies

N=Número total de individuos

Índice de Shannon-Wiener (H')

$$\boldsymbol{H' = -\sum p_i ln p_i \quad y \sum p_i = 1}$$

Donde

pi = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de reemplazo de especies Índice de Whittaker

$$\boldsymbol{\beta = \frac{S}{\alpha - 1}}$$

Donde

β= Beta

S= número de especies registradas en un conjunto de muestras (diversidad gamma)

α = número promedio de especies en las muestras (alfa promedio)

Índice Gamma

Gamma = diversidad alfa promedio x diversidad beta x dimensión de la muestra

Donde

Diversidad alfa promedio = número promedio de especies en una comunidad

Diversidad beta = inverso de la dimensión específica, es decir 1/número promedio de comunidades ocupadas por una especie

Dimensión de la muestra = número total de comunidades

Para la sección de métodos de muestreo de flora dentro de la guía, se tomó como referencia principalmente muestreo por transectos, mencionando varios tipos metodologías como el muestreo de plantas leñosas por A. Gentry (1982), la cual consta de 10 transectos de 2x50m distribuidos aleatoriamente o en áreas de elección dependiendo la homogeneidad o heterogeneidad de especies en la zona, donde se recolectó la información de individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 2.5cm (Álvarez et al., 2004),complementándolo también con el método de muestreo de transectos variables de Foster et al.(1995) para evaluaciones rápidas de vegetación, muestreando todas las plantas o clases presentes (arbustos, arboles, bejucos, hierbas y

epífitas), las medidas dependen del tipo de planta y no son estándar, también identificando con coordenadas de cada transecto de acuerdo a su punto de inicio y final (Mostacedo & Fredericksen, 2000), por último se empleó la metodología de muestreo de Rubiaceae y Melastomataceae en la cual se utilizan transectos para muestrear únicamente especies de las dos familias mencionadas.

Otra importante temática desarrollada dentro de la guía para complementar la temática de flora, fueron los parámetros de cálculo de vegetación, esta actividad se realizó para complementar las metodologías de muestreos de flora y de igual forma facilitar el cálculo de las mismas para futuros profesionales que desarrollen actividades en campo para recolección de información. Para el desarrollo de la misma se tuvo en cuenta bibliográficamente el "Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal" propuesto por (Mostacedo & Fredericksen, 2000), en el cual se describió el cálculo de parámetros como la Circunferencia a la Altura del Pecho (CAP) y Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), la altura total comercial, área basal y perfil de vegetación, las cuales fueron citadas y expresadas dentro de la guía con su respectiva fórmula.

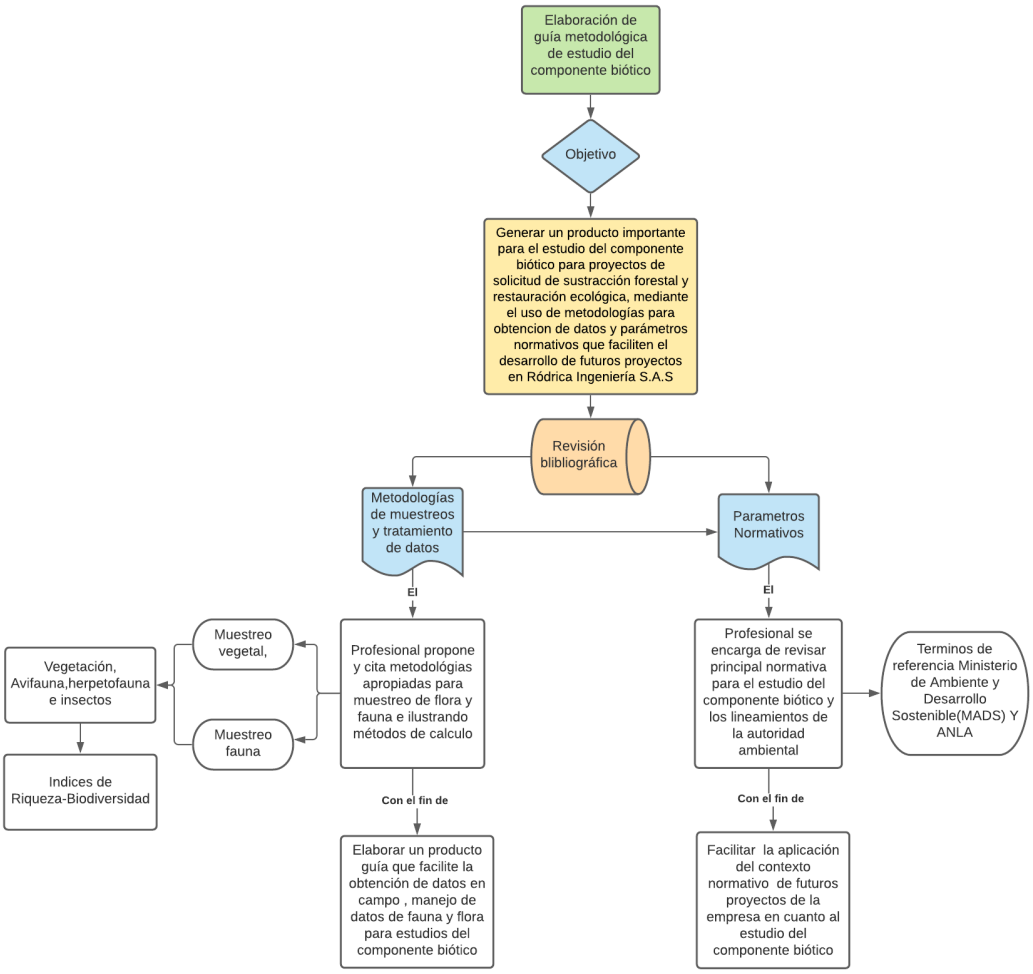
Para la temática de muestreo de fauna, dentro de la guía se incluyen metodologías para medir diferentes especies de fauna, inicialmente se citó la metodología de observaciones directas de aves, con el fin de realizar detecciones visuales y una descripción breve de sus características para su posterior identificación mediante información bibliográfica y catálogos de aves, este método consiste en recorridos de 5 km de la zona de acuerdo a la metodología de muestreo de aves del Instituto von Humboldt (Álvarez et al., 2004), repitiendo la actividad 5 días en distintas áreas de la zona de estudio, para otro tipo de fauna se tendrá en cuenta información del Sistema de información de la Biodiversidad y avistamientos de la plataforma virtual o red "Naturalista", para

establecer el mayor número de especies cercanas a los predios de estudio, aplicado principalmente para mamíferos, reptiles y anfibios (iNaturalist, 2020)

Para el muestreo de insectos se planteó el muestreo de trampas de caída, lo cual consiste en el posicionamiento de un recipiente donde caen individuos para ser identificados posteriormente mediante una guía, usualmente se ubican a ras del suelo o en el aire (Mostacedo & Fredericksen, 2000), esta se menciona preferiblemente para el muestreo de escarabajos coprófagos, debido a que este tipo de insectos tienen una gran importancia en cuanto a los procesos de descomposición de materia orgánica e indicador de la salud de un ecosistema, además de ello por su amplia bibliografía para su identificación (Álvarez et al., 2004). Otra de las metodologías que se citó dentro de la guía hace referencia a métodos de muestreo de herpetofauna, dentro de las cuales están la inspección por encuentro visual, la cual consiste en hacer un recorrido establecido con un grupo de personas e identificar de manera más sencilla especies de anfibios y reptiles, finalmente se mencionó la metodología de trampa de caída por valla de desvío, la cual consiste en instalar una valla a lo largo de un terreno plano junto con recipientes profundos a ras del suelo, de tal forma que la herpetofauna que transite en el área quede dentro de los recipientes de muestreo y se facilite su proceso de identificación por medio de catálogos de fauna (Hernández et al., 2015).

Las actividades realizadas para la elaboración de la guía metodológica de estudio del componente biótico se mencionan en la Figura 3.Estructura objetivo guía componente biótico, en donde se menciona principalmente el objetivo de la guía junto con la revisión bibliográfica realizada, teniendo en cuenta los métodos de muestreo y los términos de referencia normativos, lo anterior se explica a continuación:

Figura 3.Estructura objetivo guía componente biótico



Fuente: Autor

8.2.2 Formularios de campo y encuestas

Dentro de las funciones dadas por la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S al proceso de pasantía, esta actividad tuvo como objetivo principal mejorar la etapa de planeación y recolección de información en campo de una forma sistematizada, por lo cual se implementó el uso de ArcGIS

Survey123 para recolección de datos e información para el desarrollo de diferentes componentes. Esta herramienta hace parte de la nube geoespacial de Esri y permite crear, analizar y compartir encuestas o formularios, esta plataforma brinda mejor calidad de recolección de información al igual que los datos recolectados, puede ser usada en cualquier lugar mediante la aplicación móvil y se puede integrar con el Software ArcGIS para el posterior tratamiento de información (Esri, 2021).

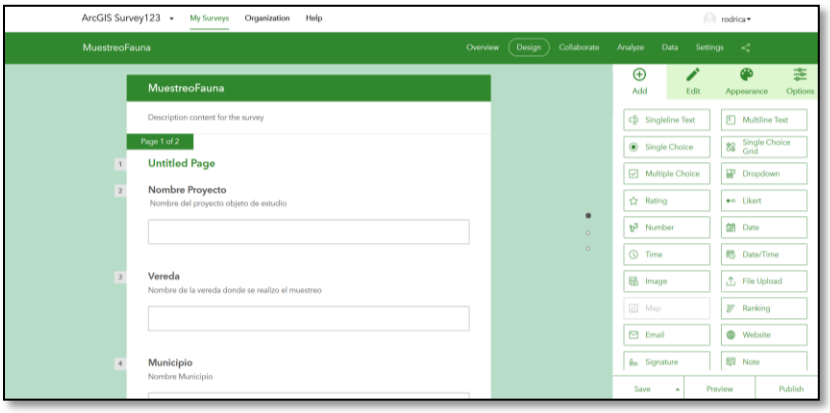
Para la elaboración de los formatos de campo se usó la herramienta ArcGIS Survey123 en su versión Online, también la versión Connect para escritorio y la aplicación móvil, la licencia de esta plataforma fue suministrada por la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S, con el fin de desarrollar encuestas o formatos para los diferentes componentes de estudios bióticos en planes de restauración y solicitudes de sustracción forestal , además dejando un producto que fuera aplicable para otro tipo de proyectos. En este proceso de pasantía se tuvo énfasis en la sistematización de recolección de información del componente biótico, por lo cual se realizaron los diferentes formatos para abarcar la mayor cantidad de temáticas que tiene las exigencias normativas en cuanto al estudio del componente biótico, por ejemplo, determinación de ecosistemas, coberturas, características de fauna y flora.

Inicialmente para la elaboración de estas encuestas y formatos se referencian los lineamientos dados por el modelo de datos para la presentación de información geográfica del ANLA, siguiendo una clasificación por tema general, en la cual se tiene una línea base para la presentación de datos geográficos y la forma de almacenamiento en una geodatabase en forma de capas y tablas de atributos (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2021). De acuerdo a lo anterior, los

formatos elaborados están directamente relacionados con el diccionario de datos geográficos del ANLA, facilitando así su recolección en campo y tratamiento en ArcGIS para su presentación ante la autoridad ambiental correspondiente.

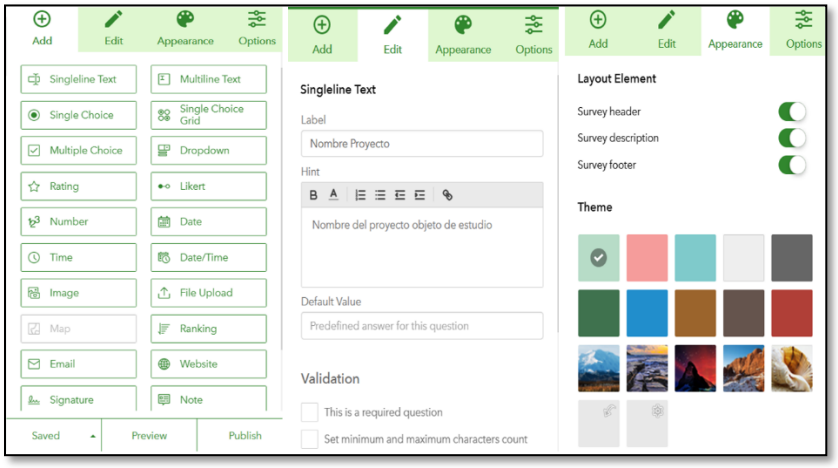
La elaboración de los formatos dentro de la plataforma Online ArcGIS Survey123 se realizó utilizando las herramientas de diseño de encuestas de la plataforma como se muestra en la Ilustración 1.Diseño de encuestas ArcGIS Survey123 e Ilustración 2.Diseño de encuestas ArcGIS Survey123, en las cuales se encuentra el nombre del Survey o encuesta, también opciones de agregar preguntas de diferentes tipos de respuesta, tales como texto, número, fecha, grupo de preguntas, despliegue de opciones, imagen, email, website y página, además con la opción de respuesta en un mapa base para ubicación de coordenadas o polígonos de interés (Esri, 2021). Las temáticas que se tomaron para las encuestas de acuerdo al componente biótico corresponden a temas como ecosistemas, coberturas de tierra, compensaciones, aprovechamiento forestal, métodos de muestreo, puntos de muestreo de flora y fauna.

Ilustración 1.Diseño de encuestas ArcGIS Survey123



Fuente: Autor

Ilustración 2.Diseño de encuestas ArcGIS Survey123



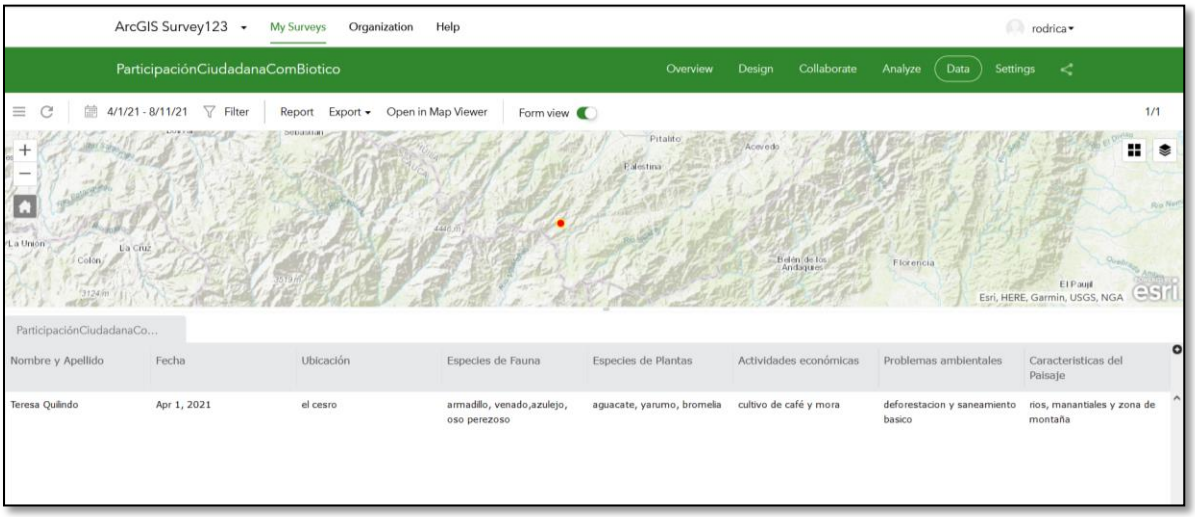
Fuente: Autor

Las encuestas de participación ciudadana se realizaron en la plataforma ArcGIS Survey123 con preguntas de tipo abierta, específicas para recolección de información de tipo cualitativa y por ende no cuantitativo, el cual incluye los criterios de elección de muestras van de acuerdo al área de estudio, donde se seleccionan personas con la característica de tener su sitio de vivienda cercano a las zonas de verificación, siendo un población de muestreo con características homogéneas para la recolección de información dentro del estudio, con el fin de recolectar información sobre temas de especies vegetales nativas, fauna nativa silvestre, horas de avistamientos, características del paisaje, actividades económicas e impactos negativos dentro de la zona, realizada de tal forma que sea aplicada a habitantes cercanos a los predios de restauración.

La aplicación de la encuesta de participación ciudadana se desarrolló en un proyecto de restauración ecológica llamado “Robles” en el municipio de Pitalito-Huila, esta encuesta se realizó a un habitante en el límite de los municipios de Pitalito y Palestina, en la ubicación denominada “El cesro”, buscando una estimación inicial de las características de la zona en cuanto a fauna,

flora, impactos ambientales, paisaje y actividades económicas, tal y como se muestra en la Ilustración 3.Encuesta de Participación ciudadana. Para está tarea el personal de campo en el departamento del Huila fue encargado de buscar predios de carácter público disponibles en la zona para procesos de restauración como lo establece el plan de ordenamiento del municipio de Pitalito, esta encuesta de participación ciudadana fue aplicada a una persona y no fue aplicadas en otros habitantes por complicaciones en la adquisición de predios para llevar a cabo el proyecto de restauración “Robles”.

Ilustración 3.Encuesta de Participación ciudadana

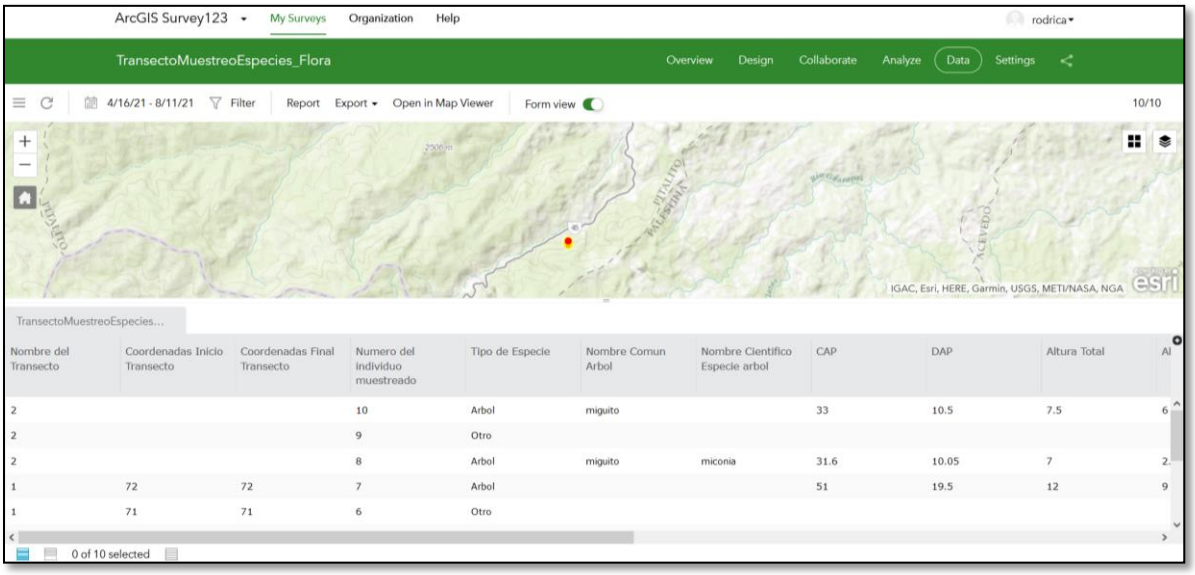


Fuente: Autor

Para la aplicación de los demás formatos de campo, se aplicó únicamente la encuesta “TransectoMuestreoEspecies_Flora” en un predio localizado en mediaciones del municipio de Pitalito y Palestina cercano a la ubicación denominada “El cesro” para el proyecto de restauración ecológica “Robles” como se muestra en la Ilustración 4.Aplicación encuesta de muestreo de flora , en esta actividad los profesionales encargados de procedimientos en campo en el departamento del Huila fueron los colectores de la información, en la cual se identificaron varias especies vegetales, indicando dentro del formato de ArcGIS Survey Móvil características de número de individuos,

tipo de especie, nombre común, nombre científico, CAP, DAP, altura total, altura comercial, área basal, diámetro de la copa y frecuencia, además de tener un registro fotográfico de las mismas, finalmente no se realizaron el desarrollo de las demás encuestas por temas de complicaciones en la adquisición de predios públicos para concretar el proyecto de restauración ecológica “Robles”.

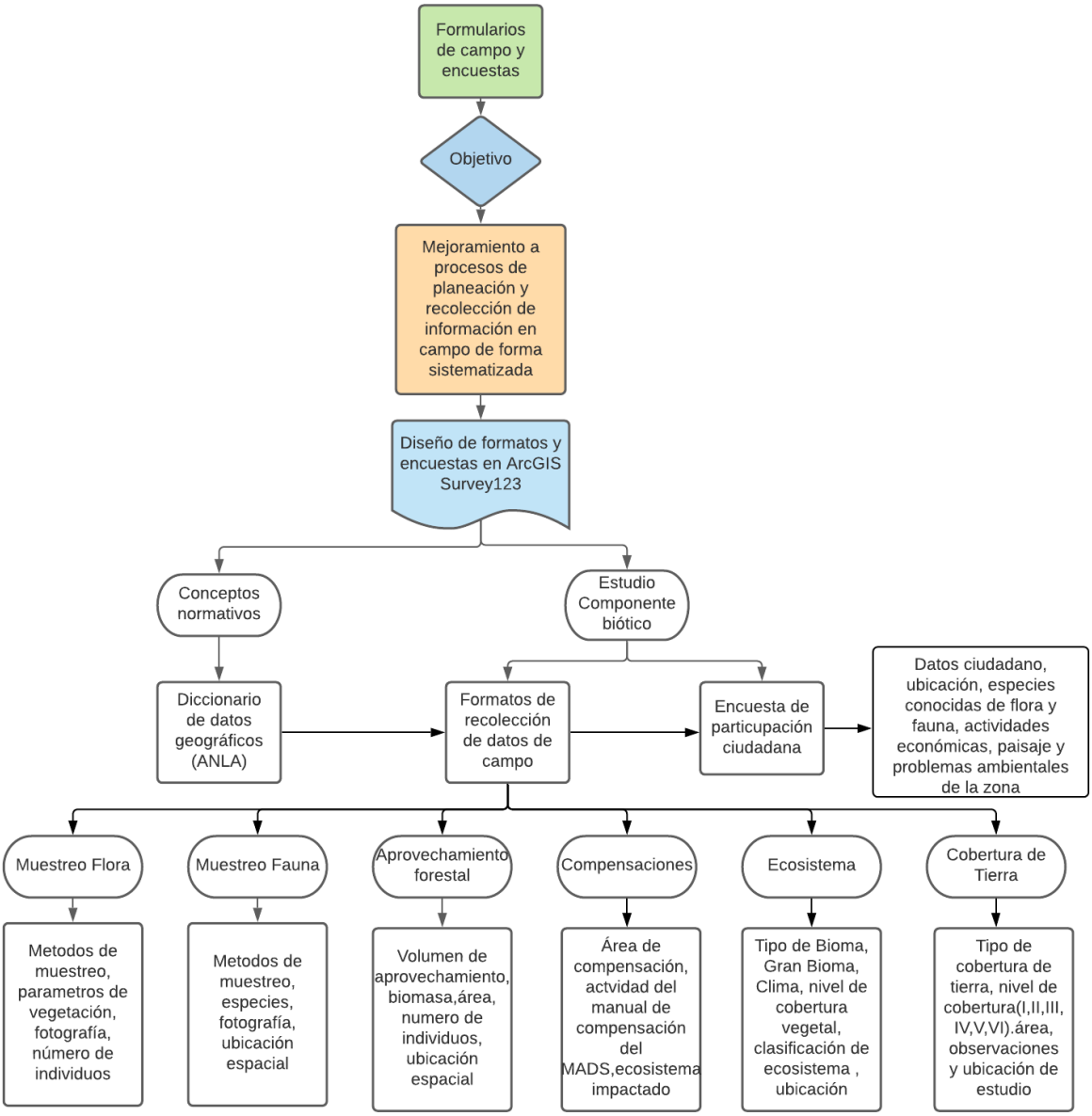
Ilustración 4.Aplicación encuesta de muestreo de flora



Fuente: Autor

Estos procedimientos de elaboración de formatos de campo y encuestas se encuentran relacionadas en la Figura 4.Formatos y encuestas Survey123, en la cual se establece el objetivo principal que busca cumplir y su metodología de diseño con las herramientas digitales, además se mencionan los conceptos normativos tenidos en cuenta junto con las temáticas desarrolladas dentro el proceso de pasantía para la recolección de datos y mejora de procesos de recolección de información en la empresa.

Figura 4.Formatos y encuestas Survey123



Fuente: Autor

8.2.3 Participación en planes de restauración ecológica y solicitudes de sustracción forestal

La empresa Ródrica Ingeniería S.A.S dentro de la actividad de participación en planes de restauración ecológica y solicitudes de sustracción forestal, tuvo como objetivo que el profesional universitario realizara apoyo técnico al desarrollo del componente biótico enfocado a el análisis de datos para la estructuración de diferentes temáticas referentes al componente biótico, además participar en la elaboración de material cartográfico de ubicación y estudio de coberturas.

8.2.3.1 Componente biótico de planes de restauración ecológica y solicitud de sustracción forestal

La participación en la formulación de un plan de restauración ecológica se llevó a cabo en el desarrollo del proyecto “Plan de Restauración Bonaire”, ubicado en el municipio de Pitalito y Palestina en el departamento del Huila, este proyecto nace como una medida compensatoria a una solicitud de sustracción forestal de la Amazonia a través de la resolución 1062 de 2020, en el cual se ve necesaria la remoción de cobertura de bosque por la implementación de un proyecto de vivienda campestre. Para el desarrollo de esta actividad dentro del presente proceso de pasantía profesional, se tenía como tarea apoyar en aspectos de formulación de la línea base a desarrollar dentro del documento y también analizar la información recolectada en campo para desarrollar el componente biótico dentro del plan de restauración “Bonaire”, el cual se realizó en los predios “Lote” y “La fortaleza” para una compensación de 5 hectáreas que son equivalentes al área sustraída, por lo cual se desarrollaron las siguientes actividades:

-Establecer la línea base del documento plan de restauración “Bonaire”, teniendo en cuenta los términos de referencia normativos y las políticas nacionales referentes a la restauración ecológica, la cual se realizó bajo la resolución 1062 del 23 de noviembre de 2020, dada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el director de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, en respuesta a la solicitud de sustracción forestal definitiva del predio “Bonaire” en municipio de Pitalito-Huila. Es de resaltar que se incluyeron los lineamientos del Plan Nacional de Restauración Nacional para restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas, específicamente dentro del Anexo 8 en la “Guía técnica para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013)

-De acuerdo a las visitas realizadas por el personal de campo de la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S en los predios “El Lote” y “La Fortaleza” en el municipio de Palestina-Huila, en el proceso de pasantía se realizó un apoyo técnico en el análisis de la información recolectada en campo, haciendo principal énfasis en la clasificación de especies vegetales mediante fotografías e información de especies y para el tema de fauna se utilizó bibliografía por límites de tiempo en los muestreos.

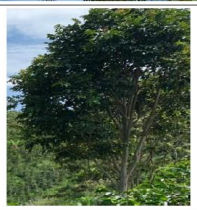
-Se definió el ecosistema de referencia de acuerdo al área de intervención, siendo el referente una reserva o área de conservación cercana al predio objeto de restauración.

-Para la identificación de estas especies de flora principalmente, se utilizó los herbarios nacionales y colecciones virtuales de la Universidad Nacional de Colombia, Herbario Nacional Colombiano (COL), las colecciones y registros del Sistema de información de la biodiversidad(SiB), también el Herbario del Amazónico Colombiano (COAH) e inventarios del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, además facilitando identificación mediante virtuales como el Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá, además avistamientos de fauna y

flora de la red “Naturalista”, la cual es un banco virtual de avistamiento de especies por medio de mapas expuestos.

-Seguido al proceso de identificación de las especies de flora, se organizó la información en formatos de Excel de acuerdo a su nombre común, nombre científico, característica, taxonomía (Reino, phylum, clase, orden, familia y género) y finalmente acompañado del registro fotográfico como se muestra en la Ilustración 5.Clasificación de especies de flora. De acuerdo a la clasificación de especies de los predios “Lote” y “Fortaleza”, se desarrolló la temática de flora, donde también se describió la estructura del ecosistema presente y sus procesos ecológicos, mediante la ubicación espacial de los predios en el software ArcGIS y el uso del mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (Instituto de Hidrología, 2019), además de ello complementando el documento con la descripción de métodos de muestreo realizados por el personal de campo, el cual corresponde al método de transectos (Álvarez et al., 2004) aplicado a ambos predios.

Ilustración 5.Clasificación de especies de flora

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Característica	Taxonomía	Fotografía
1	Helecho	Athyrium filix-femina	Planta abundante que habita climas humedos y boscosos con buen contenido de humedad, formación de arbusto	Reino:Plantae Phylum:Tracheophyta Clase:Polypodiopsida Orden:Polypodiales Familia:Athyriaceae Género:Athyrium	
2	Arrayan	Myrcianthes leucoxyla	Árbol de 8-16 m aproximadamente, de follaje denso y copa redondeada, frutos ovoides (Jiménez et al. 2004)	Reino:Plantae Phylum:Tracheophyta Clase:Magnoliopsida Orden:Myrtales Familia:Myrtaceae Género:Myrcianthes	
3	Roble Blanco	Quercus humboldtii	Es un árbol perenne, crece hasta 25 m un diámetro de 1 m, con hojas simples, alternas y lanceoladas (SIB,2021)	Reino:Plantae Phylum:Tracheophyta Clase:Magnoliopsida Orden:Fagales Familia:Fagaceae Género:Quercus	

Fuente: Autor

Otra actividad realizada dentro del proceso de pasantía, es la revisión de la respuesta a la solicitud de sustracción forestal del proyecto “Jardines de Paz” emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) mediante la resolución 0547 del 25 de mayo de 2021 en el municipio de Pitalito-Huila, dentro de la cual el profesional universitario realizó la revisión de la misma, identificando observaciones dadas por la autoridad ambiental y las correcciones pertinentes. Las correcciones que se realizaron al proyecto “Jardines de Paz” dentro de su solicitud de sustracción forestal definitiva, se enfocaron principalmente en la “No aprobación” de la propuesta de compensación propuesta a través de un plan de restauración ecológica, por lo cual se desarrollaron las siguientes actividades:

-Revisión de observaciones de la autoridad ambiental: El profesional universitario realizó la revisión de los motivos de no aprobación del plan de restauración “Jardines de Paz”, así mismo se generaron recomendaciones para la corrección de los mismos. En esta actividad se enfocó la definición del ecosistema de referencia en el componente biótico dentro del plan de restauración “Jardines de Paz”, también correcciones a indicadores dentro del plan de seguimiento y monitoreo, organización del componente biótico en aspectos de flora, fauna y ajustes del cronograma de actividades.

8.2.3.2 Apoyo en la elaboración de cartografía

Para el apoyo de elaboración de material cartográfico en los planes de restauración ecológica “Bonaire” y “Jardines de Paz”, se empleó la metodología Corind Land Cover adecuada a suelos Colombianos del Instituto de Hidrología Metodología y Estudios Ambientales (Melo & Camacho, 2005), para la clasificación de coberturas vegetales de acuerdo a una nomenclatura específica, la

cual clasifica las coberturas de acuerdo a su uso, tales como territorios artificializados, agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua, que van respectivamente con una clasificación por numeración y nombre.

Para complementar la clasificación de coberturas de Corind Land Cover se elaboraron mapas de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), para determinar el estado actual de la vegetación y su estado de salud en una escala medible; dónde la escala va de menos uno a uno, donde menos uno a cero son valores para vegetación dañada o inexistente, y de cero a uno son valores de vegetación en óptimas condiciones, esta escala se evidencia en la Figura 5.Escala NDVI . Este índice fue aplicado al proyecto de restauración "Bonaire" para complemento cartográfico y de justificación técnica de selección de predios de restauración. El índice NDVI es utilizado para medir la diferencia normalizada entre el rojo e infrarrojo de las bandas para saber el estado de salud de las coberturas y calidad de las mismas, este índice se expresa en la siguiente fórmula y escala:

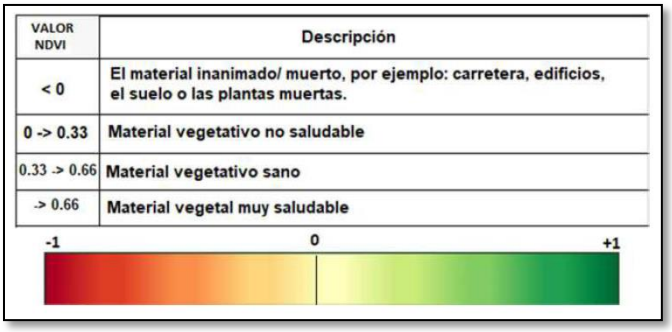
$$NDVI = (\frac{ps_{NIR} - ps_{RED}}{ps_{NIR} + ps_{RED}})$$

$ps_{NIR} =$ Reflectancia de la banda infrarrojo cercano

$ps_{RED} =$ Reflectancia de la banda roja $-$ RED

Fuente: (Rodríguez & Arredondo, 2005)

Figura 5.Escala NDVI



Fuente: (Rodríguez & Arredondo, 2005)

Para la aplicación del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), es importante realizar un proceso de calidad para la imagen satelital seleccionada, para el caso de Lansat 8, es necesario lleva a cabo correcciones radiométricas y atmosféricas para mejorar imperfecciones en pixeles y también imperfecciones atmosféricas de la imagen. Para la corrección radiométrica se busca pasar de valores de números digitales (ND) a Radiancia, por lo que se puede utilizar el software ENVI y la herramienta FLAASH para su procesamiento, en el cual se tiene en cuenta la corrección a la banda multiespectral (Aguilar et al., 2014), y donde la herramienta aplica conversiones para manejar unidades µW / (cm^2 * sr * nm) en los demás procesos de corrección atmosférica (L3Harris Geospatial, 2020).

La corrección atmosférica mediante el software ENVI y la herramienta FLAASH, convierte los valores previamente obtenidos en radiancia de la corrección radiométrica a valores de reflectancia producto de la corrección atmosférica, dando una serie de valores en una escala de 0-10.000, estos valores como lo menciona (Pahar et al., 2021) que para normalizar estos valores a una escala de

0-1 es necesario aplicar el siguiente algoritmo en el software ENVI para finalizar la corrección atmosférica:

$$p = (b1\ le\ 0) * 0 + (b1\ ge\ 10000) * 1 + (b1\ gt\ 0\ and\ b1\ lt\ 10000) * float(b1/10000.0)$$

Con esta clasificación de coberturas y tratamiento de imágenes se generó información cartográfica en forma de mapas de cobertura vegetal y NDVI, en la cual el profesional universitario llevo a cabo las siguientes actividades:

-Georreferenciación: El profesional universitario realizó el proceso de georreferenciación de imágenes satelitales de Google Earth, específicamente a los predios "El Lote" y "La Fortaleza" del proyecto de restauración ecológica "Bonaire", utilizando el sistema de coordenadas Magna_Colombia_Oeste.

-Digitalización de coberturas: El profesional universitario de acuerdo a las características del terreno, realizo un proceso de digitalización de polígonos para asignar los tipos de cobertura identificados de acuerdo a fotografías tomadas por el equipo de campo que recolecto la información de los predios, estas coberturas se nombraron de acuerdo a la metodología Corind Land Cover adaptada a Colombia y se clasifico en la tabla de atributos de los shapes correspondientes, este proceso se realizó en el software ArcGIS 10.3.

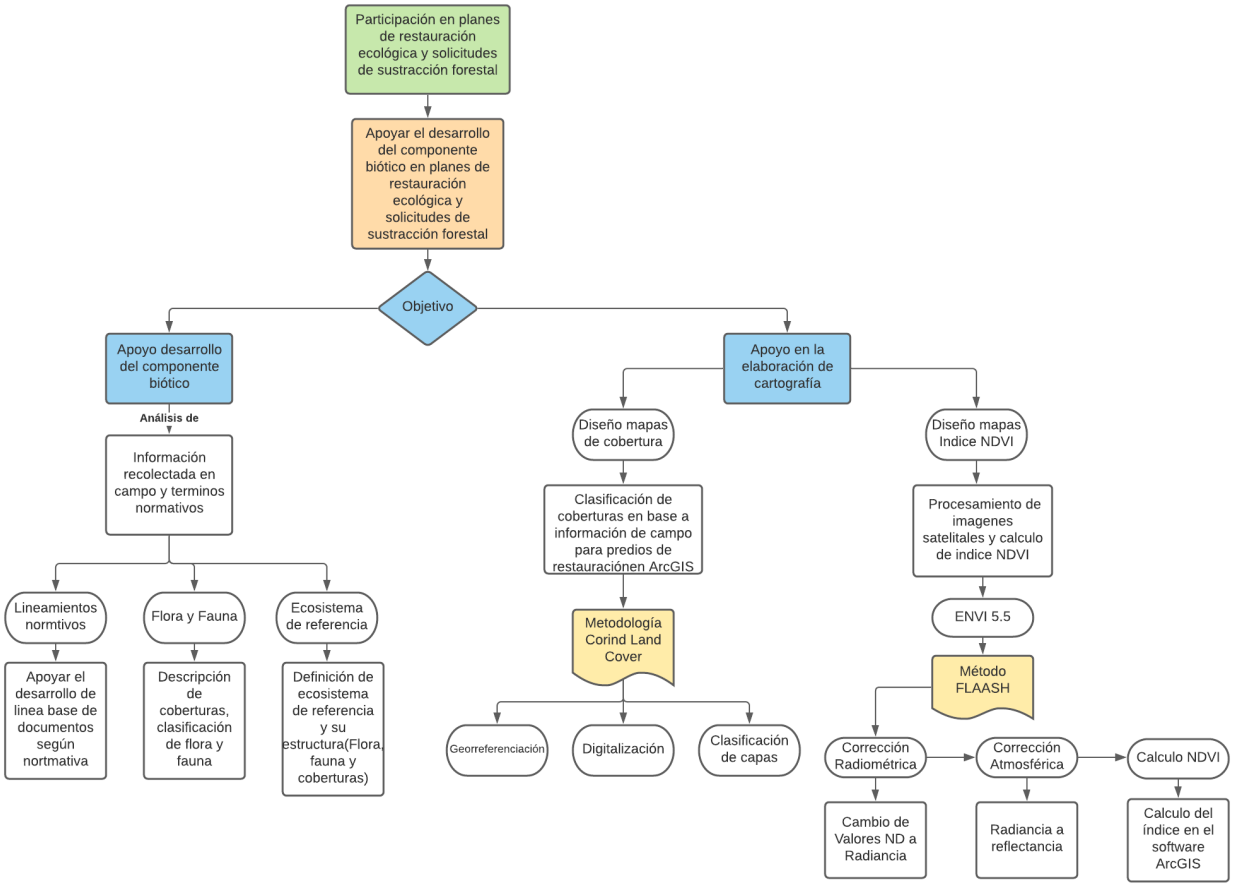
-Diseño de Mapas de cobertura: Se elaboraron mapas de acuerdo a las capas generadas del proceso de digitalización del proyecto de restauración ecológica "Bonaire", en estos se evidenció la clasificación de cada cobertura para los predios "Lote" y "La Fortaleza" en las veredas La Pecera

y Barranquilla, utilizando una escala de 1:1000. Se elaboró un mapa de ubicación en la temática de ecosistema de referencia dentro del plan de restauración “Jardines de Paz” para complemento de información soporte del componente biótico, en este mapa se ubicó el “Parque Natural Municipal de Timana” que se encuentra inmerso en el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) “Serranía de Peñas Blancas”.

-Diseño de Mapas NDVI: El profesional universitario realizó la corrección de la imagen satelital Lansat 8 del año 2019 descargada de la plataforma USGS Earth Explorer, así mismo también se descargó imágenes Lansat 5 del año 1999 y Lansat 4 del año 1989, con el fin de realizar una comparación temporal y también elaborar un mapa de la imagen Lansat 8 aplicada a los predios de restauración. Inicialmente se utilizó el software ENVI y la herramienta FLAASH del mismo para iniciar con el proceso de corrección radiométrica y atmosférica, convirtiendo de números digitales (ND) a valores de radiancia, posteriormente se convierten los valores a reflectancia y exportando la imagen resultante al software ArcGIS para el cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), de esta manera se elaboraron los mapas de comparación temporal de NDVI y el mapa enfocado a los predios de restauración a una escala 1:25.000.

Las actividades anteriormente mencionadas se encuentran en la Figura 6, en la cual se presenta el objetivo principal del objetivo y sus respectivas actividades, donde enfoca principalmente en el desarrollo de planes de restauración ecológica en su componente biótico, seguido del procedimiento para elaboración de cartografía en base a las metodologías Corind Land Cover e Índice NDVI, explicando detalladamente el software que se utilizo y una descripción breve de cada procedimiento.

Figura 6.Participación en planes de restauración ecológica y solicitudes de sustracción forestal



Fuente: Autor

9. RESULTADOS

9.1 Elaboración de guía metodológica de estudio del componente biótico:

Con la elaboración del documento titulado " Guía metodológica para estudio del componente biótico para solicitudes de sustracción forestal y proyectos de restauración ecológica" se aportó un insumo importante para la empresa en cuanto a información de consulta para el desarrollo de estudios bióticos en futuros proyectos o en desarrollo, con la elaboración de esta guía elaborada por el profesional universitario en el proceso de pasantía se buscó mejorar el conocimiento de metodologías de muestreo de fauna y flora, conocimientos normativos del componente biótico en proyectos de sustracción forestal y restauración ecológica, además también de facilitar en futuros proyectos el cálculo de parámetros e índices de vegetación en base a información de campo. Este documento se presenta en el Anexo 1 y fue desarrollado completamente por el profesional universitario, las siguientes son las temáticas hacen parte del documento final de la guía metodológica de estudio del componente biótico:

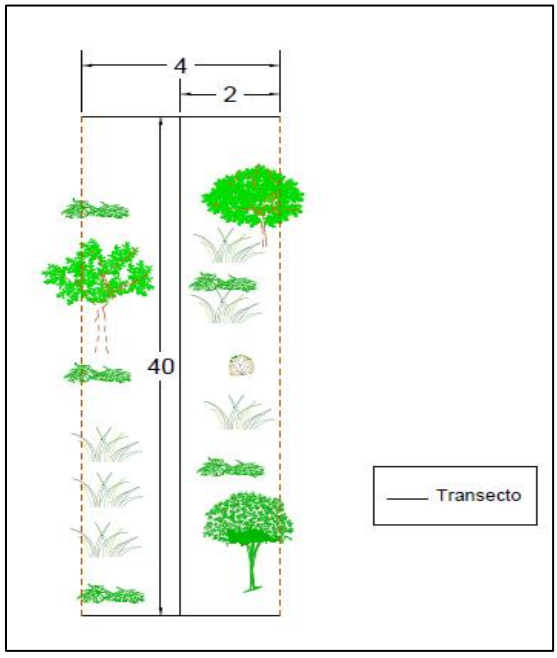
- Sustracción Forestal: Descripción breve de los términos de referencia para el componente biótico según Ley 2 de 1959 y la Resolución 1526 de 2012, donde se incluye principalmente el estudio de flora, conectividad ecológica, fauna y uso de recursos naturales.
- Restauración Ecológica: Se describen los términos de referencia del componente biótico para planes de restauración ecológica según el manual de compensaciones del componente biótico adoptado por la Resolución 256 de 2018, también lineamientos del Plan Nacional de Restauración-Anexo 8. En este se presenta básicamente los términos de referencia

enfocados a coberturas vegetales, descripción de ecosistema, especies de flora y fauna, composición de especies.

- Composición del ecosistema para el componente biótico: En esta sección se refiere al mapa de ecosistemas presentes dentro de la zona de estudio~~,~~ la cual sirve para definir las propiedades del ecosistema, en esta sección se incluyen las clasificaciones dadas por el ANLA para tipo de bioma y gran bioma, unidades espaciales o áreas con subespecies, especies y asociaciones vegetales, zona climática, unidad geomorfológica, cobertura del ecosistema desde el primer hasta el sexto nivel y definición del nombre del ecosistema.
- Compensaciones del componente biótico en el marco del proceso de licenciamiento ambiental: Se incluyó en el estudio el manual de compensaciones del componente biótico adoptado por la resolución 256 de 2018 y el diccionario de datos geográficos del ANLA, específicamente con las temáticas de qué compensar, cuánto compensar en términos de área, criterio de representatividad del ecosistema, criterio de rareza, criterio de remanencia, criterio de transformación anual, cálculo de factor de compensación, cálculo área a compensar y aplicación del factor de compensación en vegetación secundaria, estos se presentaron con su forma de cálculo y clasificación.
- Compensaciones por sustracciones forestales temporales o definitivas de reservas naturales o regionales: Se menciona de acuerdo al numeral 7 del manual de compensaciones del componente biótico adoptado por la resolución 256 de 2018, términos para la compensación de sustracciones forestales como cuánto y dónde compensar.
- Categoría del área de estudio: De acuerdo a la clasificación de áreas dada por el ANLA se mencionan la clasificación de áreas de conservación internacional, nacional, regional y local.

- Formatos de recolección de información: Se presentan los enlaces de acceso para las encuestas y formatos desarrollados en la plataforma de ArcGIS Survey123 dentro de la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S, para facilitar su acceso y consulta.
- Muestreo de flora: Se mencionan temáticas tales como datos básicos para un muestreo, métodos de muestreo de flora (Transectos variables de Foster, muestreo Plantas leñosas de Gentry, muestreo de Rubiaceae y Melastomataceae), cálculos de parámetros de vegetación (CAP, DAP, altura total, área basal y perfil de vegetación), también los datos para almacenamiento de información geográfica según el ANLA, algunos de los diagramas propuestos en la guía se muestran en la Ilustración 6.Transectos Variables de Foster.

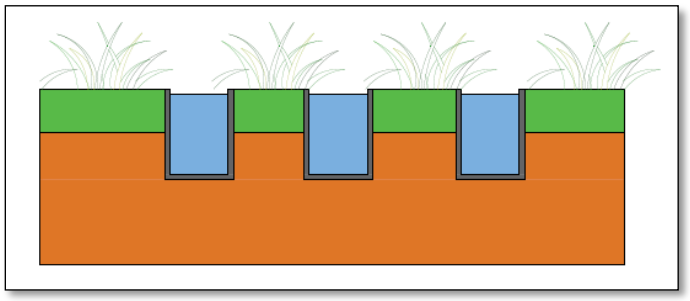
Ilustración 6.Transectos Variables de Foster



Fuente: Autor

- Muestreo de fauna: Se mencionan métodos de muestreo de fauna, para muestrear aves, insectos y herpetofauna, uno de los diagramas propuestos para muestreo de fauna se muestra en la Ilustración 7.Muestreo de trampa de caída en insectos

Ilustración 7.Muestreo de trampa de caída en insectos



Fuente: Autor

- Índices de riqueza y biodiversidad: Se presentaron los cálculos para medir biodiversidad y riqueza, principalmente con los índices de Margalef, Índice de Shannon-Wiener, Índice de Dominancia de Simpson, Índice de Whittaker, Índice Gamma, Índice de Valor de Importancia (IVI).

Este documento se deja planteado para su futura consulta dentro de la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S y puede ser actualizado según las modificaciones normativas que surjan con el tiempo, este documento fue formulado específicamente para la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S y sus proyectos actuales, su aplicación no se llevó a cabo en el periodo de pasantía por circunstancias externas que no facilitaron el desarrollo de proyectos de la empresa. Esta guía para el estudio del componente biótico cabe resaltar que contiene las principales temáticas para mejora los procesos de muestreos y uso metodologías por la empresa, siendo un producto que mejorará a futuro la recolección de información, teniendo en cuenta aspectos normativos que facilitaran el almacenamiento y presentación de datos ante autoridades ambientales, donde se evidencia una propuesta dentro de la guía que asemeja los parámetros de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales(ANLA), además de ello brindando la definición y explicación de diferentes capítulos que componen el componente biótico de proyectos de sustracción forestal y restauración ecológica,

siendo un producto importante para estudios de flora, fauna, coberturas y paisaje bajo el marco de la normatividad vigente dentro del estudio del componente biótico. (Anexo 1)

9.2 Formularios de campo y encuestas

Las encuestas desarrolladas en la herramienta ArcGIS Survey perteneciente a la nube de Esri, fueron elaboradas para dejar un insumo que facilite la recolección de información para el desarrollo de proyectos dentro de la empresa a corto, mediano y largo plazo, estos formatos pueden ser fácilmente modificados cuando corresponda según exigencias normativas que se requiera, así mismo se tiene la facilidad de acceder a ellos utilizando la aplicación móvil ArcGIS Survey, la cual permite la descarga previa de los formatos y también su acceso mediante el uso de un código QR o un link de acceso, por lo cual su aplicación tiene varias formas de acceso y facilita el proceso de muestreo y almacenamiento de datos, las encuestas que se elaboraron y fueron dejadas como producto y son presentadas en los anexos 2-9 de la siguiente forma:

- Participación Ciudadana
- Transecto Muestreo de especies de flora
- Ecosistema
- Muestreo Fauna
- Transecto para muestreo de fauna
- Compensación de biodiversidad
- Cobertura de tierra
- Aprovechamiento Forestal

9.2.1 Aplicación de Encuestas y Formatos

En cuanto a la aplicación de las encuestas fueron planteadas para el desarrollo de proyecto de restauración ecológica "Robles" en el municipio de Pitalito en límites con Palestina en el departamento del Huila, en la cual se desarrollaron visitas iniciales para conseguir predios para comenzar el proyecto de restauración y hacer una estimación inicial de las condiciones del lugar denominado " El Cesro", en donde únicamente fue aplicada la encuesta de participación ciudadana a 1 persona y también fue utilizado el formato titulado "Transecto Muestreo de Especies de Flora", estas encuestas no fueron aplicadas en su totalidad a cabalidad debido a circunstancias externas al proyecto, principalmente por la contingencia sanitaria actual causada por el COVID -19, por lo cual no fue posible la continuación del proyecto "Robles" para definición de predios de restauración y desarrollo de muestreos en campo, la información correspondiente se encuentran referidas dentro de la Tabla 2, Figuras 7-9 que muestran las condiciones encontradas en el área de estudio:

Tabla 2.Resultados encuesta de participación ciudadana

Estimación inicial condiciones ambientales Proyecto de Restauración "Robles"	
Resultados Encuesta de Participación ciudadana	
Tema	**Característica**
Ubicación	Cesro-Pitalito-Huila
Especies de fauna conocidas	Armadillo, venado, azulejo, oso, perezoso
Especies de plantas conocidas	Aguacate, Yarumo, Bromelia
Actividades económicas de la zona	Agricultura: Café y mora
Problemáticas ambientales	Deforestación y saneamiento básico ambiental

Características del paisaje	Zonas con ríos, manantiales y áreas montañosas

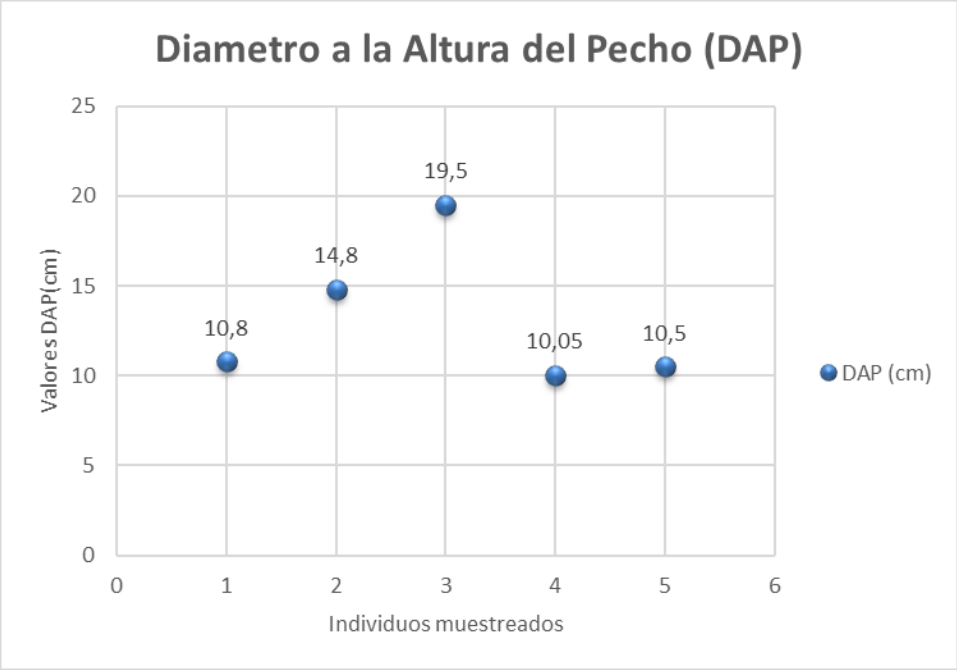
Fuente: Autor

La encuesta de participación ciudadana presentada en la Tabla 2.Resultados encuesta de participación ciudadana muestra una lectura inicial de las especies presentes dentro del límite entre el municipio de Pitalito y Palestina en el sector "El Cesro", cabe resaltar que la aplicación de esta encuesta a un habitante del área fue un proceso exitoso en su implementación en campo, siendo un formato de fácil uso y una ventaja por su aplicación mediante ArcGIS Survey123 Móvil. Las características principales que se evidenciaron fue que hay presencia de especies de fauna como el armadillo, venado, azulejo y oso perezoso, para las especies de flora se tiene una lectura inicial de especies como Yarumos y Bromelias que hacen parte del paisaje montañoso evidenciado con presencia de cuerpos hídricos, para la identificación de actividades económicas se evidencio la presencia de cultivos de aguacate, café y mora, mostrando también que existen impactos ambientales como la deforestación y falta de saneamiento ambiental básico en la comunidad.

Mediante la aplicación del formato de campo "Transecto Muestreo de Especies de Flora" en el sector "El Cesro" en límites de Pitalito y Palestina , se obtuvo una lectura inicial de las características de especies dentro de la zona, además también del parámetro de vegetación de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), cabe resaltar que la implementación del formato mediante la aplicación ArcGIS Survey123 en su aplicación móvil tuvo un satisfactorio desarrollo en campo,

brindando facilidad en la descarga y análisis de la información que fue resumida en las siguientes Figuras:

Figura 7.Resultados Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

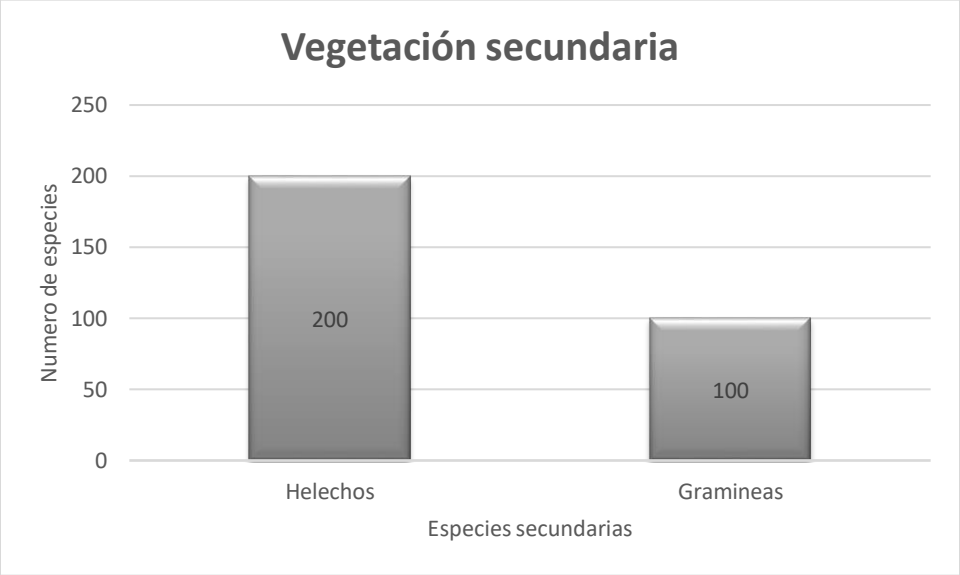


Fuente: Autor

La Figura 7.Resultados Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) muestra que se evidenció la presencia de especies arbóreas con diámetros variados, en la cual tuvo como valor más altos valor de DAP de 19,5 cm correspondiente a un árbol de *miconia* y 14,8 cm a una especie *Cecropia peltata*, por otro lado, se evidencio que la mayoría de los individuos tenían valores no superiores a 11 cm de DAP, teniendo valores desde 10,5, 10,05 en la especie *micon*ia a 10,8 cm para *Cecropia peltata*. Con estos valores se puede identificar también los valores correspondientes a la Circunferencia a la Altura del Pecho (CAP) que en donde se tiene como valor máximo 51 cm para el individuo de especie *miconia* y un valor mínimo de CAP correspondiente a 31,6 cm de la misma especie, en este caso la especie *Cecropia peltata* tuvo valores de CAP de 46,5cm y 34 cm

respectivamente, estos valores demuestran la presencia de coberturas arboladas desarrolladas con características de bosque primario.

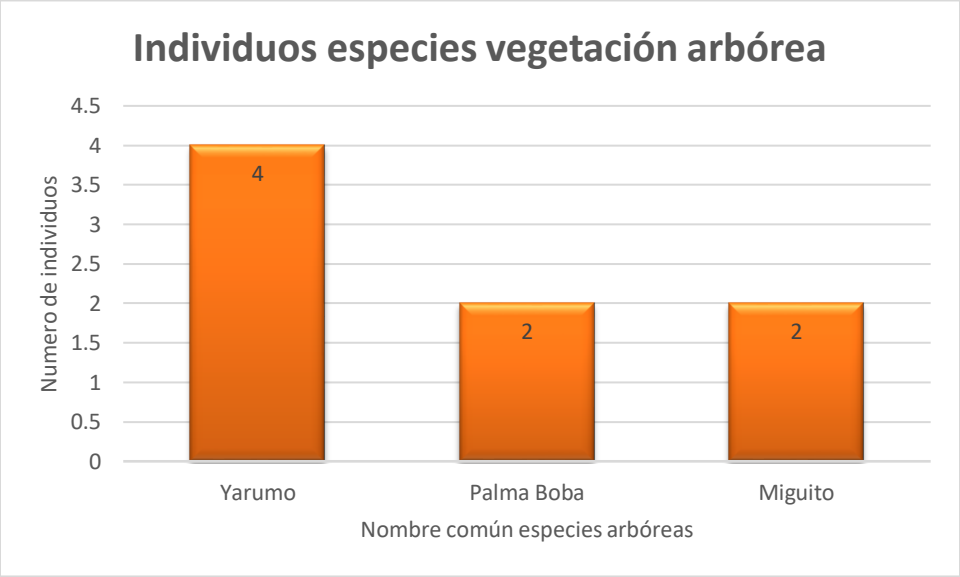
Figura 8.Resultados Vegetación Secundaria



Fuente: Autor

De acuerdo a la Figura 8.Resultados Vegetación Secundaria se tiene en cuenta que dentro del área de muestreo también hay presencia abundante de especies de vegetación secundaria, la cual se encuentra a lo largo del área boscosa y tiene dentro de sus principales especies la presencia de varios tipos de gramíneas y helechos, este tipo de vegetación arbustiva es complementaria a las zonas de bosque desarrollado y hace parte de zonas en proceso de desarrollo con árboles jóvenes en procesos de sucesión por eventos antrópicos o naturales, la presencia de estas especies dentro del lugar de muestreo indican zonas con posibles afectaciones y que se encuentran en procesos de recuperación pasiva.

Figura 9.Resultados Individuos vegetación arbórea



Fuente: Autor

Se identifico en base a la Figura 9.Resultados Individuos vegetación arbórea que dentro del área de muestreo hay predominancia de las especies de nombre *miconia, Cecropia peltata* y también *Cyathea caracasana,* los individuos más predominantes dentro del muestreo fueron la *miconia* con un total de 4 individuos, seguido de la, *Cecropia peltata* y *Cyathea caracasana* cada una con 2 individuos. Se puede resaltar por cuestiones externas el desarrollo del proyecto se vio afectado y por ello se desarrolló una baja intensidad del muestreo, en el cual solo fueron identificadas 3 especies dentro de la zona, pero evidenciando una lectura inicial de las especies arbóreas de la zona para conocimiento en futuros proyectos que se desarrollen.

Tabla 3.Parámetros de vegetación

Especie	**Altura total (m)**	**Altura Comercial (m)**	**Diámetro de la copa(m)**

miconia	7,5	6	5
miconia	7	2,5	4,5
miconia	12	9	4,2
Cecropia peltata	12	11	4,5
Cecropia peltata	9,5	9	4,5
Cyathea caracasana	7	5	1,5

Fuente: Autor

Dentro de los valores de altura total de la Tabla 3.Parámetros de vegetación se determinó que la especie *miconia* y *Cecropia peltata* presentan los valores de altura más altos del muestreo con 12 metros cada una, la especie *Cecropia peltata* tuvo una altura total de 9,5 metros , finalmente seguido por especies de *miconia y* Cyathea caracasana con valores entre 7 y 7,5 metros, se puede resaltar que estos individuos muestreados son clasificados como individuos fustales por sus valores de DAP y su altura evidencia que la cobertura vegetal muestreada hace parte de una zona boscosa de árboles adultos con diámetros de copa entre 4 a 5 metros, indicando de esta forma que existía conectividad entre el dosel de las especies arbóreas de la zona, facilitando procesos de dispersión de especies vegetales como epifitas y una conectividad para especies de fauna como aves, reptiles y mamíferos.

9.3 Participación en planes de restauración ecológica y solicitudes de sustracción forestal

9.3.1 Plan de Restauración Ecológica “Bonaire”

Mediante la Resolución N° 1062 del 23 de noviembre de 2020 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, sustrae de manera definitiva 4,86 hectáreas de la Reserva Forestal de la Amazonía establecida por la Ley 2 de 1959, para el desarrollo del proyecto “Parcelación de vivienda campestre en el predio Bonaire” en el municipio de Pitalito del departamento del Huila”. Anexo 10

En efecto, el Ministerio estableció como medida compensatoria por la sustracción, la ejecución de un Plan de Restauración Ecológica con un lapso de cinco (5) años de seguimiento y monitoreo de las estrategias de restauración. De acuerdo al Parágrafo 1 del artículo 3 de la citada resolución, la ejecución del plan de restauración se realizó dentro del plazo máximo de seis (6) meses, contados a partir de la firmeza del acto administrativo que lo apruebe. En esta medida, el plan de restauración “Bonaire” en su componente biótico en el Anexo 10 de completo desarrollo por el pasante y donde en la sección de ecosistema de referencia se realizó en conjunto con profesionales de la empresa, las actividades realizadas contienen la información requerida el artículo cuarto de la resolución N° 1062 de 2020, para efectos de la revisión y aprobación del Plan por parte del Ministerio.

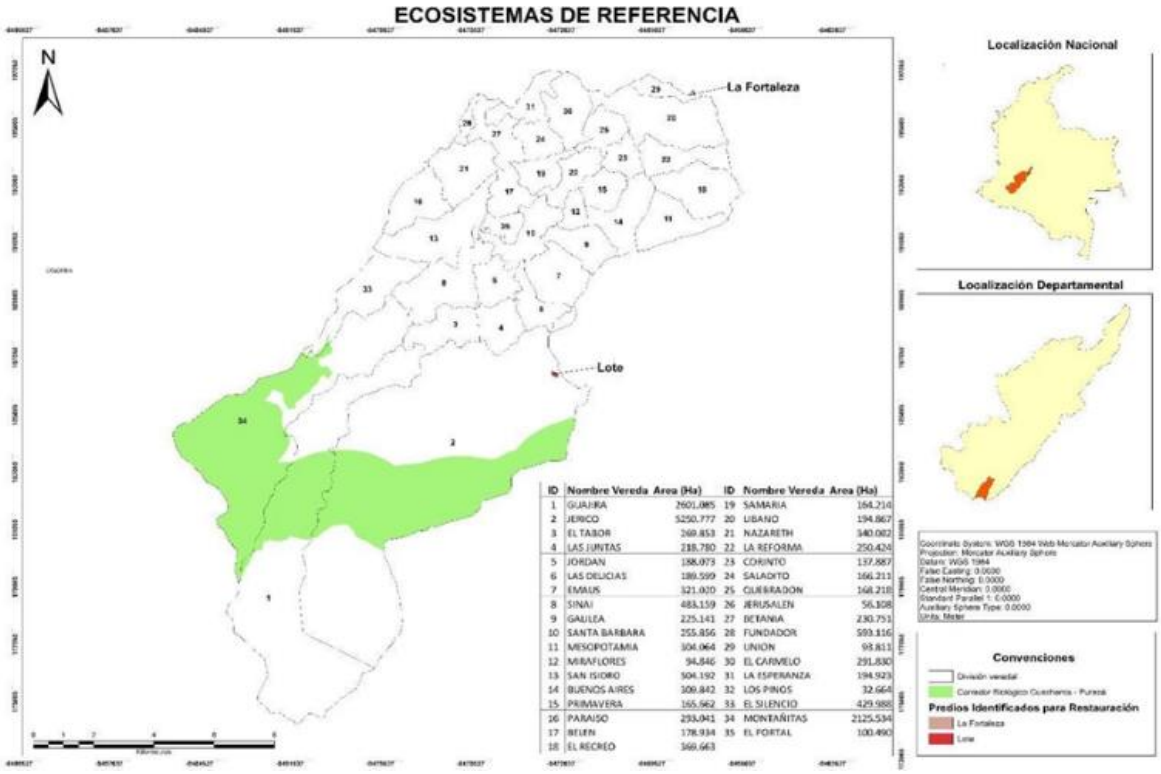
En el capítulo tercero del plan de restauración “Bonaire” del Anexo 10 contiene la evaluación biótica actual de los predios de restauración seleccionados “El Lote” y “La Fortaleza”,

abordando cada uno de los componentes requeridos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, los siguientes fueron los puntos desarrollados totalmente por el profesional universitario y se presentan con un mayor desarrollo en el Anexo 10:

9.3.1.1 Ecosistema de Referencia:

Mediante el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) en la cual se encuentran las áreas que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas ,~~–~~se determinó que el “ Parque Nacional Natural-Regional Corredor Biológico Guácharos Puracé” es un ecosistemade referencia para el proceso de restauración “Bonaire”, además justificado en que este parque nacional hace parte de la zona boscosa de mayor integridad de los Parques Naturales Municipales de los municipios de Palestina y Pitalito, en el cual ocupa el 44,23% de la superficie total del municipio de Palestina. Además, según revisión bibliográfica de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena este ecosistema cuenta con 9 tipos de ecosistemas naturales y seminaturales, en el cual el 95,5% del área corresponde a bosque andino húmedo y el 1,5% son ecosistemas transformados, este ecosistema se muestra ubicado espacialmente en la Figura 10.Mapa de Ubicación Ecosistema de Referencia.

Figura 10.Mapa de Ubicación Ecosistema de Referencia



Fuente: Ródrica Ingeniería S.A.S

9.3.1.2 Especies de Flora y Fauna Ecosistema de Referencia

Las principales especies más reconocidas son el Roble Negro el cual es ampliamente distribuido en Palestina y Acevedo, el Roble Blanco y Cobre, para fauna las especies importantes que se encuentran son el Oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) la danta de montaña (*Tapirus pinchate*), el puma (*Puma concolor*) y aves como el cóndor, águilas, gavilanes, gallito de roca, colibríes y pava de monte. (Anexo 10)

9.3.1.3 Coberturas y Especies de Flora Predios de Restauración

Las coberturas encontradas en los predios “Lote” y “Fortaleza” reflejan que para el primer

predio “Lote” reflejan procesos de crecimiento de vegetación secundaria, mostrando el crecimiento de especies herbáceas y arbustivas, también se pueden observar procesos de sucesión ecológica secundaria producto de los disturbios y actividades como la agricultura o quemas que causaron la regresión ecosistémica y muestra varias zonas de remanentes de vegetación original, lo cual indica que antes de los procesos de afectación antrópica había un bosque joven y concaracterísticas iniciales de bosque maduro por la presencia de árboles jóvenes y desarrollados. Para el caso del predio “Fortaleza” muestran un ecosistema de bosque enestado joven por la presencia de especies primarias, pero también se evidencian procesos de sucesión secundaria por disturbios generados por la agricultura y la inclusión de especies exóticas al ecosistema, para más información ver Anexo 10.

Ilustración 8.Panorámica del área de estudio en el predio de restauración "Lote"



Fuente: Profesionales de Campo Ródrica Ingeniería S.A.S

Ilustración 9.Panorámica del área de estudio en el predio de restauración "La Fortaleza"



Fuente: Profesionales de Campo Ródrica Ingeniería S.A.S

Tabla 4.Cobertura y ecosistema predio "Lote"

Atributo	**Característica**
Tipo de Ecosistema	Terrestre
Grado de transformación	Transformado parcialmente
Bioma	Orobioma Andino Cordillera Central
Gran Bioma	Orobioma del Zonobioma Humedo Tropical
Cobertura	Mosaico de Cultivos, pastos y espacios

	naturales
Ecosistema General	Agroecosistema

Fuente: Autor

Tabla 5.Coberturas y ecosistemas del predio "La Fortaleza"

Atributo	**Característica**
Tipo de Ecosistema	Terrestre
Grado de transformación	Transformado
Bioma	Orobioma Sub-Andino Huila-Caquetá
Gran Bioma	Orobioma del Zonobioma Humedo Tropical
Cobertura	Mosaico de Cultivos, pastos y espacios naturales
Ecosistema General	Agroecosistema

Fuente: Autor

Tabla 6.Resultados caracterización vegetal predio "El Lote"

Predio	**LOTE**		
N	**Especie**	**Familia**	**Genero**

1	*Athyrium filix-femina*	Athyriaceae	Athyrium
2	*Myrcianthes leucoxyla*	Myrtaceae	Myrcianthes
3	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Quercus
4	*Bouteloua repens*	Poaceae	Bouteloua
5	*Acmella repens*	Asteraceae	Acmella
6	*Bambusa vulgaris*	Poaceae	Guadua
7	*Coffea*	/	/
8	*Musa paradisiaca*	Musaceae	Musa
9	*Geraniaceae*	Geraniaceae	/
10	*Ageratum conyzoides*	Asteraceae	Ageratum
11	*Acanthocereus tetragonus*	Cactaceae	Cereus
12	*Cedrela odorata*	Meliaceae	Cedrela
13	*Thelypteris patens*	Thelypteridaceae	Thelypteris
14	*Thelypteris perstrigosa*	Thelypteridaceae	Thelypteris

Fuente: Autor

Tabla 7.Resultados caracterización vegetal predio "La Fortaleza"

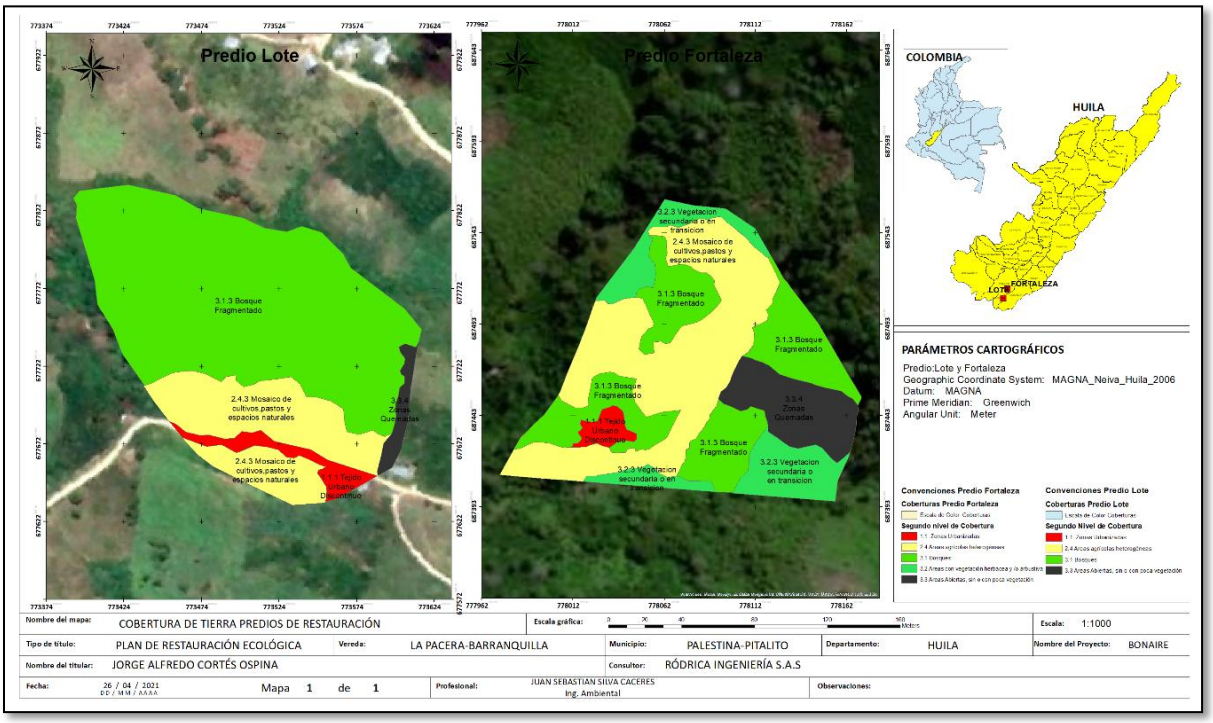
Predio	**LA FORTALEZA**		
N	**Especie**	**Familia**	**Genero**
1	*Musa paradisiaca*	Musaceae	Musa
2	*Thelypteris hispidula*	Thelypteridaceae	Thelypteris
3	*Gleichenella pectinata*	Gleicheniaceae	Gleichenella
4	*Bambusa vulgaris*	Poaceae	Guadua
5	*Zantedeschia aethiopica*	Araceae	Zantedeschia
6	*Coffea*	Dicotiledóneas	Rubiáceas
7	*Tillandsia fendleri*	Bromeliaceae	Tillandsia
8	*Cedrela odorata*	Meliaceae	Cedrela
9	*Zea diploperennis*	Poaceae	Zea
10	*Piper peltatum*	Piperaceae	Piper
11	*Miconia aeruginosa*	Melastomataceae	Miconia
12	*Cissus verticillata*	Vitaceae	Cissus
13	*Myrcia popayanensis*	Myrtaceae	Myrcia
14	*Citrus sinensis*	Rutaceae	Citrus
15	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Quercus
16	*Vismia macrophylla*	Hypericaceae	Vismia

Fuente: Autor

En la identificación de especies dentro de los predios “Lote” y “La Fortaleza”, se logró determinar que sus componentes de flora están compuestos por 21 familias de especies diferentes entre arbustivas, gramineas y arbóreas 21 géneros-diferentes, dentro de las familias más destacadas se encuentran la Pocaceae(4), Thelypteridaceae(3),Musaceae(2),Myrtaceae(2), Miliaceae(2) y Fagaceae(2) que fueron parte de las especies más predominantes. Se tiene en cuenta que, de la flora presente dentro de los dos predios, cuenta con especies exóticas que comparten en común,tales como las plantas de café y banano por los cultivos cercanos.

Los siguientes son los productos obtenidos de la elaboración de cartografía en las Figuras 11-13 para estudio de coberturas en el Plan de Restauración “Bonaire”, este fue desarrollado por el profesional universitario durante la pasantía.

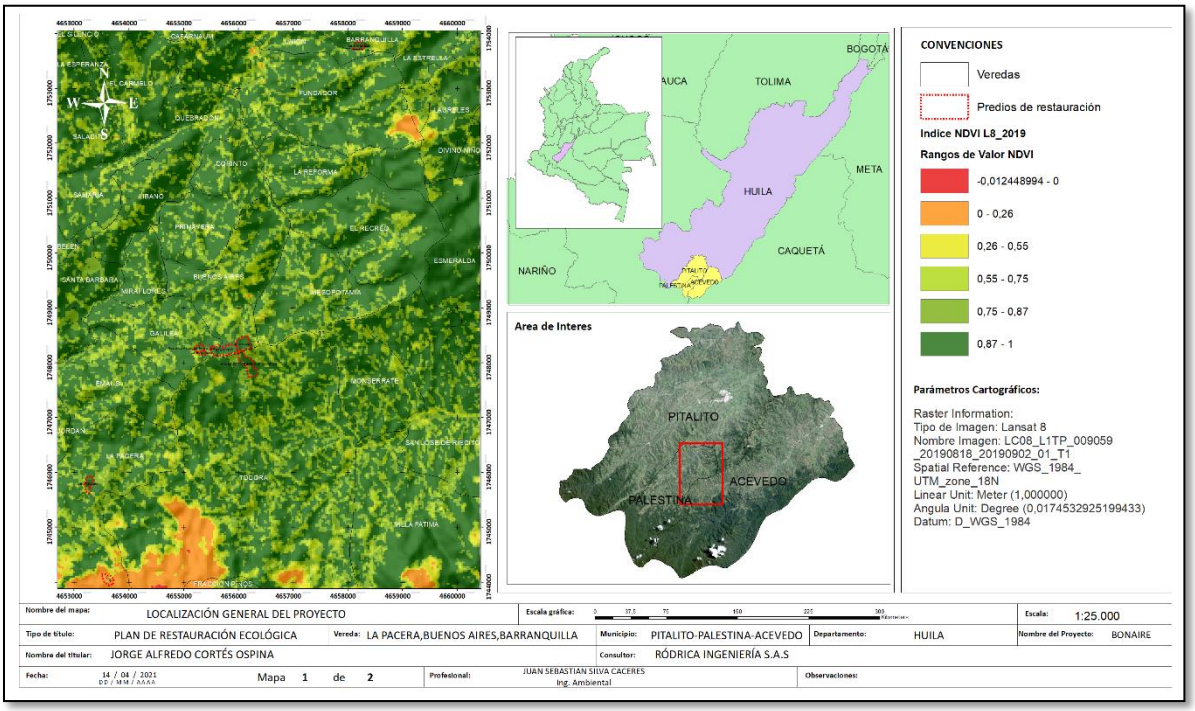
Figura 11.Mapa de cobertura vegetal predio “Lote” y “La Fortaleza”



Fuente: Autor

El estudio y el diseño de cartografía bajo al metodología Corind Land Cover presentado en la Figura 11.Mapa de cobertura vegetal predio “Lote” y “La Fortaleza”, dio como resultado la prevalencia de coberturas de bosque fragmentado dentro de los predios de restauración, seguido de zonas de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, siendo los predios de restauración áreas afectadas y en proceso de recuperación por las prácticas ambientales no sostenibles de la zona, tal y como lo refleja la clasificación, las áreas tienen coberturas de zonas quemadas y con tejido urbano.

Figura 12.Mapa de Índice Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

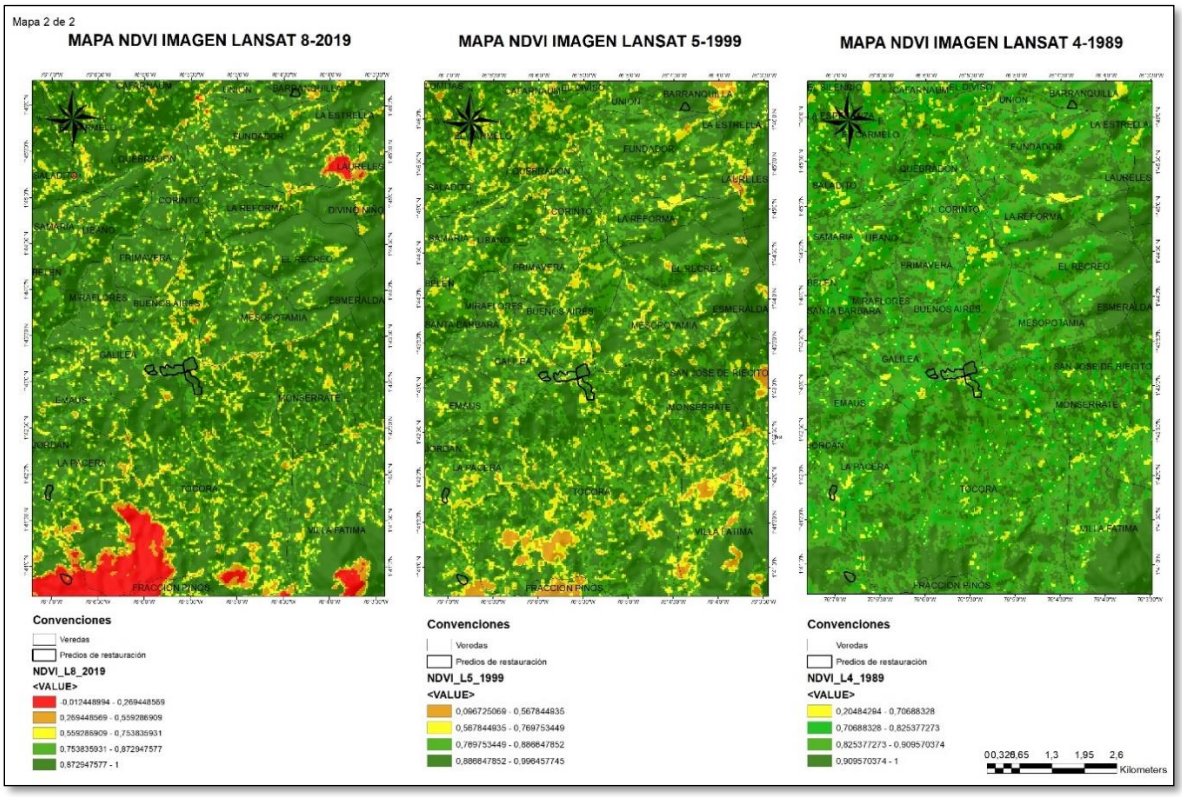


Fuente: Autor

El estudio de coberturas mediante el Índice NDVI en el área donde se ubican los predios de restauración, muestra una cobertura con vegetación no saludable y vegetación sana, en la cual se

evidencian las alteraciones por actividades antrópicas de la zona, estas se pueden visualizar en la cartografía presentada en la Figura 12.Mapa de Índice Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y Figura 13.Mapa de Índice Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) estudio temporal. Por lo cual la zona donde se ubican los predios de restauración evidencian que es necesario implementar procesos de restauración para recuperación de los relictos de ecosistemas de bosque andino del municipio de Palestina y Pitalito, teniendo en cuenta los procesos de restauración es necesario implementar medidas de conservación e intervención directa mediante acciones como la reforestación, esto de acuerdo a los valores obtenidos en la escala de color amarillo con valores de 0,26 y 0,55 respectivamente, la cual muestra áreas con vegetación no saludable o ausencia de la misma.

Figura 13.Mapa de Índice Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) estudio temporal.



Fuente: Autor

El estudio de temporalidad de la zona donde se ubican los predios de restauración, evidencia el grado de transformación de los ecosistemas a lo largo del tiempo, en donde se ve un cambio gradual del tipo de coberturas por sus valores, en la cual en el año 1989 se tenía el nivel más alto de vegetación saludable y que posteriormente al llegar al año 2019 se evidencia el impacto humano dentro de la zona, lo que muestra que si se desarrollan procesos de restauración en la zona en un mediano-largo plazo se puede mejorar las condiciones de conectividad del bosque andino y por ende el aumento de biodiversidad. Se puede decir que este procesamiento de tratamiento de imágenes satelitales tipo Lansat muestra una mejora en la calidad de las imágenes en cuanto a visualización y normalización de valores de acuerdo a la escala del índice NDVI desde -1 a 1, estos valores normalizados muestran una estimación inicial de las condiciones del terreno dentro de la zona de predios de restauración, mejorando de esta forma la toma de decisiones para selección de predios en cuanto a necesidad primaria para implementación de procesos de restauración ecológica e intervención directa, siendo una justificación técnica de selección de predios importante dentro de los parámetros normativos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

9.3.1.4 Especies de Fauna Predios de Restauración

Dentro de la revisión bibliográfica y avistamientos, los mamíferos que más son representativos en las zonas de estudio son el oso perezoso (Choloepus hoffmanni), murciélagos insectívoros (Familia Vespertilionidae) y frugívoros (Subfamilia Stenodermatinae, para aves se encuentran Titiribí Pechirrojo (Pyrocephalus rubinus), Atrapamoscas Cuidapuentes(Sayornis nigricans), Mielero Verde(Chlorophanes spiza),Carpintero Marcial (Campephilus melanoleucos), finalmente

reptiles y anfibios como Ranas Cutin (Género Pristimantis), Besuconas (Género Hemidactylus), Escombreras (Género Leptodeira). (Anexo 10)

9.3.2 Plan de Restauración "Jardines de Paz"

Mediante la resolución N° 0547 del 25 de mayo de 2021 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible resolvió sustraer de manera definitiva 1,46 hectáreas de la Reserva Forestal de la Amazonía para el desarrollo del proyecto "Parque Cementerio La Paz", en el municipio de Pitalito – Huila. El artículo tercero de la resolución 0547 de 2021 requiere en un término máximo de tres (3) meses, la presentación de un Plan de restauración ecológica acogiendo cada uno de los criterios exigidos en el Manual de Compensación Biótico, adoptado por la resolución 256 de 2018. Lo anterior, en función de compensar la sustracción definitiva efectuada. (Anexo 11)

Este plan de restauración ecológica producto de una solicitud de sustracción forestal, fue desarrollado en conjunto con personal de la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S., específicamente con personal especializado en biología e ingeniería ambiental en el desarrollo de los siguientes puntos:

9.3.2.1 Revisión normativa Plan de Restauración "Jardines de Paz"

La revisión de las observaciones dadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible frente al plan de restauración "Jardines de Paz", se desarrolló a cargo del profesional universitario,

en el cual se identificaron los aspectos a corregir y se mencionan en la Tabla 8.Revisión de observaciones normativos del Plan de Restauración “Jardines de Paz”

Tabla 8.Revisión de observaciones normativos del Plan de Restauración “Jardines de Paz”

Revisión resolución No 0547 “Por la cual se sustrae de manera definitiva un área de la Reserva Forestal de la Amazonía, Establecida por la Ley 2 de 1959 y se toman otras determinaciones, en el marco del expediente SFR 569		
Revisión Componente Biótico		
Plan de Restauración	**Observaciones Ministerio de Ambiente**	**Plan de Acción**
Coberturas Vegetales Presentes en predio de restauración	No hay observaciones	No aplica
Descripción de Estructura del predio	No hay observaciones	No aplica
Composición (Índice Riqueza y Biodiversidad) Flora y Fauna	No hay observaciones	No aplica
	" No se cuenta con la información necesaria proveniente del ecosistema	-**Definir el ecosistema de referencia del área a restaurar:** Reserva de Timana

Ecosistema de Referencia	de referencia para la restauración. El alcance plantea una restauración ecológica con el fin de regresar a su estado predisturbio. No obstante, aunque se manifiesta que el área está rodeada por bosques naturales correspondientes a robledales, no se presenta la caracterización de este"(MADS).	***Indicar la localización***: Elaborar Mapa de ubicación
		Cobertura Vegetal: Elaborar Mapa, realizar descripción de principales coberturas y estructura del ecosistema
		Composición-Índices de riqueza y biodiversidad: Identificar especies de flora y fauna, calcular los índices de riqueza.

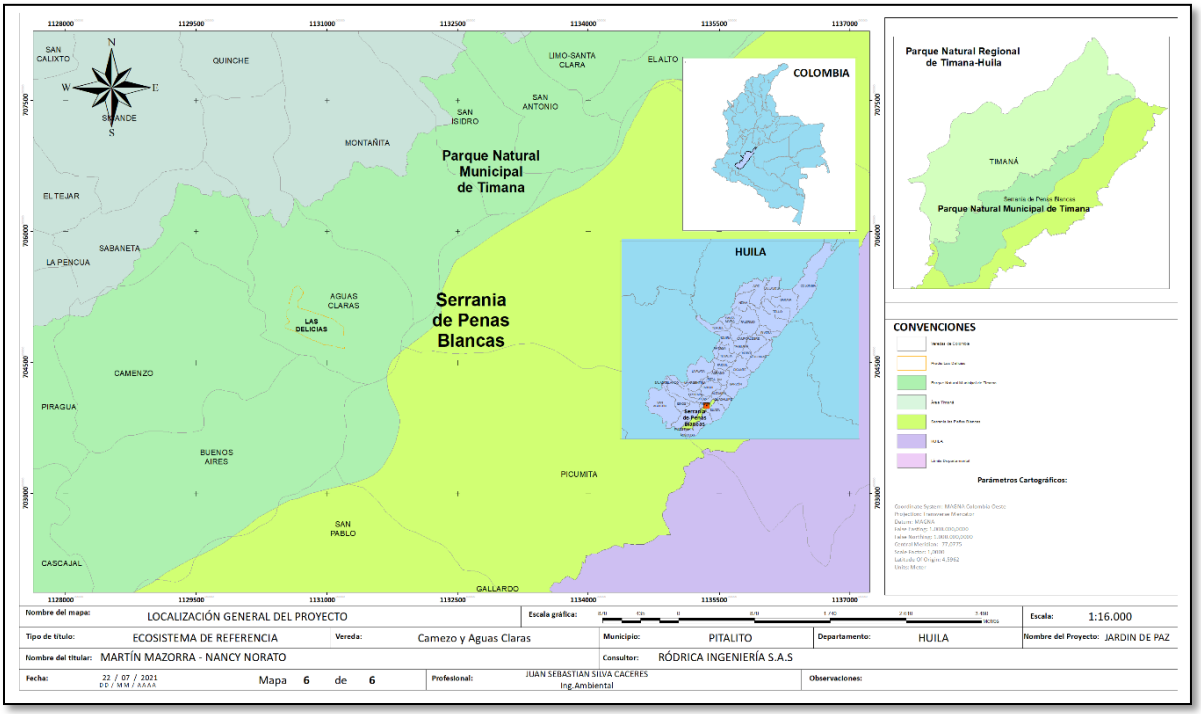
Fuente: Autor

Las principales correcciones aplicados dentro del Plan de Restauración “Jardines de Paz” se enfocan aspectos del componente biótico, entre ellos la definición del ecosistema de referencia y la aplicación de índices de riqueza y biodiversidad para realizar una comparación entre el ecosistema de referencia y el área de restauración, además de ello se identificó la necesidad de la ubicación espacial mediante elaboración de cartografía en el caso del ecosistema de referencia, cabe resaltar que este plan de restauración ecológica fue formulado antes del planteamiento de mejoras en guías de muestreo y formatos digitales, es por ello que se hace necesaria la implementación de futuras modificaciones en otros proyectos de restauración.

9.3.2.2 Ecosistema de referencia:

El ecosistema de referencia hace parte del Parque Natural Municipal de Timaná y planteado en la Figura 14.Mapa de ubicación ecosistema de referencia Parque Natural Municipal de Timana , a su vez, se encuentra inmerso dentro del área de Distrito Regional de Manejo Integrado "Serranía de Peñas Blancas" que hace parte de la jurisdicción de la Corporación AutónomaRegional del Alto Magdalena (CAM). El Parque Natural Municipal de Timaná se creó a través del acuerdo 037 de 2009 del concejo municipal del municipio de Timaná-Huila, y su modificatorio, el acuerdo 028 de 2012. (Anexo 11)

Figura 14.Mapa de ubicación ecosistema de referencia Parque Natural Municipal de Timana



Fuente: Autor

9.3.2.3 Coberturas y Flora Predio "Las Delicias"

- Bosque denso alto

La cobertura del Parque Natural Municipal de Timaná está constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos como se muestra en la Ilustración 10.Bosque denso alto Parque Natural de Timaná-Huila, donde su principal vegetación está constituida por bosque denso Andino, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa la mayor parte de la zona, y que en promedio presentan una altura del dosel superior a los 15 metros dentro de su área boscosa (Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000).

Ilustración 10.Bosque denso alto Parque Natural de Timaná-Huila



Fuente: Ródrica Ingeniería S.A.S

El área de estudio del ecosistema de referencia corresponde al bosque denso natural y zonas de bosque en regeneración, por su cercanía al predio objeto de restauración, en la cual se identificaron especies de la familia Fagaceae la cual presentó la mayor riqueza del área, seguida de la familia Malvaceae, Moraceae y Myrtaceae presentado en la Ilustración 11.Índice de valor de importancia (IVI) de las especies vegetales presentes en el Parque Natural Municipal de Timaná, Vereda Camenzo-Huila,2020 en los resultados del estudio de Índice de Valor de Importancia en la temática de índices de biodiversidad del plan de restauración. (Anexo 11)

Ilustración 11.Índice de valor de importancia (IVI) de las especies vegetales presentes en el Parque Natural Municipal de Timaná, Vereda Camenzo-Huila,2020

ESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	IVI
Ficus sp.	28,6	15,4	65,8	36,6
Heliocarpus americanus	4,8	7,7	1,0	4,5
Myrcia popayanenssis	14,3	15,4	0,4	10,0
Quercus humboldtii	23,8	23,1	27,4	24,8
Quercus sp.	9,5	7,7	3,7	7,0
Tetrorchidium rubrivenium	4,8	7,7	0,6	4,3
Trigonobalnus sp	4,8	7,7	0,2	4,2

Vismi baccifera	9,5	15,4	0,8	8,6
TOTAL	100	100	100	100

Fuente: Ródrica Ingeniería S.A.S

9.3.2.4 Fauna predio "Las Delicias"

En cuanto a otros tipos de fauna silvestre, en los periodos programados para la recopilaciónde datos no fue posible su observación debido a la emergencia sanitaria referente al contagio de COVID-19, por lo cual el cliente no pudo concretar la cita para el desarrollo óptimo del proyecto, en efecto, la información obtenida para estos casos se limita a algunos reportes visuales de los habitantes de la zona, dentro de los cuales se destacó los herpetos con especies como *Erythrolamprus reginae, Bothrops asper, Anolis fuscoauratus, Spilotes pullatus,* especies que no se encuentran en las categorías reportadas de la UICN. En relación con la mastofauna, se ha observado un alto número de especies en el orden Carnivora, Pilosa, Primates, Rodentia, y Didelmorphia. (Anexo 11).

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es necesario tener en cuenta que la estructuración de la guía de estudio del componente biótico es un producto importante para el desarrollo de futuros proyectos en cuanto al componente biótico, además de ello al contener los lineamientos normativos tiene amplia utilidad no solo para proyectos de solicitud de sustracción forestal y restauración ecológica, sino de igual forma para Estudios de Impacto Ambiental (EIA), diagnostico Ambiental de Alternativas (DAA), Planes de Manejo Ambiental (PMA) y otras compensaciones, debido a sus lineamientos dados por el ANLA que aplican a estos proyectos mencionados. Para el caso de la caracterización de flora y fauna se tiene un producto importante en cuanto a metodologías apropiadas de muestreo rápido que pueden ser revisadas o replicadas por el personal de trabajo de la empresa Ródrica Ingeniería S.A.S en futuros proyectos, brindando así una mejora en los procesos de recolección de datos en campo y aumentar la calidad de la información recolectada, para una lectura adecuada de las áreas de estudio en cuanto al componente biótico para la toma de decisiones acertadas de acuerdo a las necesidades del ecosistema que lo requiera.

Los formularios de campo y encuestas desarrollados en la herramienta ArcGIS Survey123 son una forma importante para sistematizar los procesos de recolección, almacenamiento y tratamiento de

la información de campo, de igual forma brinda una mejor planeación en etapas de recolección de datos y facilita la inclusión de aspectos normativos en el diseño de los formatos para su posterior presentación ante la autoridad ambiental que corresponda, esta herramienta permite mayor velocidad en la recolección de información y es aplicable en cualquier parte del mundo, brindando facilidades al momento de exportar datos y realizar un tratamiento en un software SIG alterno del que se tenga preferencia. Además de ello, se resalta que estos productos digitales almacenados en la nube de Esri quedan como un producto permanentemente que puede ser modificado cuando se requiera, logrando ser aplicado continuamente en todo tipo de proyectos que lo requiera, generando así mejor eficiencia y calidad en la sistematización de los procesos de manejo de información en la empresa.

El estudio de coberturas en proyectos que requieran la caracterización del componente biótico es fundamental para entender el grado de afectación y estimación inicial del estado de salud de un determinado ecosistema, por ello la elaboración de cartografía referente al estudio de coberturas con diferentes metodologías como Corind Land Cover e Indice NDVI permite una toma de decisiones adecuadas para el manejo de coberturas vegetales, que en el caso de procesos de restauración ecológica permite tener una visión más acertada de una justificación técnica en la selección de áreas destinadas a conservación o intervención directa mediante diferentes acciones de compensación, finalmente se puede resaltar que el uso de sistemas de información geográficos para el tratamiento de imágenes satelitales y el estudio de coberturas del suelo, son un complemento fundamental para la evaluación del grado de afectación de ecosistemas y la caracterización del componente biótico del proyecto que lo requiera.

La restauración ecológica como medida compensatoria a solicitudes de sustracción forestal, refleja que sus características técnicas de aplicabilidad según los parámetros normativos actuales, resulta ser eficiente en la recuperación de ecosistemas en sus características bióticas, en la cual dentro de su estructura normativa se tiene como referente otro ecosistema saludable para llevar los ecosistemas afectados a una condición similar o igual a través de procesos de restauración con capacidad de sostenibilidad en el tiempo. Los términos de referencia normativos de estas medidas compensatorias tienen la ventaja de llevar a cabo procesos de seguimiento y monitoreo, los cuales garantizan la aplicación de acciones, modos y mecanismos de compensación necesarios para la restauración total a mediano y largo plazo de un ecosistema, donde finalmente se traduce en la recuperación de conectividad ecosistémica y biodiversidad, siendo una medida compensatoria eficiente para mitigar impactos ambientales negativos por la remoción de coberturas vegetales para el desarrollo de actividades económicas.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, H., Mora, R., & Vargas, C. (2014). Metodología para la Corrección Atmosférica de Imágenes Aster, Rapideye, SPOT 2 y Landsat 8 con El Módulo FLAASH del Software ENVI. *Centro Nacional de Alta Tecnología*, *3*(1), 2-22. https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744544002.pdf

Alonso, C., Moreno, V., & Rodríguez, E. (1999). Determinación experimental de la firma espectral de la vegetacion: Una sencilla práctica de introducción a la teledetección. *Revista INDRA, Espacio*, *12*(3), 1-4. http://dns2.aet.org.es/congresos/viii/alb99.pdf

Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A., & Villarreal, H. (2004). *Manual de Métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. www.humboldt.org.co

Ambrosio, G., González, J., & Arévalo, V. (2006). *Corrección radiométrica y geométrica de imágenes para la detección de cambios en una serie temporal* (N.º 2; 3). http://mapir.isa.uma.es/varevalo/drafts/ambrosio2002crg.pdf

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2021, junio 1). *Sistema de información geográfica*. Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales. https://www.anla.gov.co/entidad/tematicas/instrumentos-permisos-y-tramites-

ambientales/sistema-de-informacion-geografica

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA. (2008, octubre 12). *Glosario | Instrumentos*. Instrumentos. http://portal.anla.gov.co/instrumentos

Barrera, J., & Valdés, C. (2020). Herramientas Para Abordar La Restauración Ecológica De Áreas Disturbadas En Colombia. *International Journal of Scientific and Technology Research*, *9*(1), 432-437. https://doi.org/10.5555/12345678

Brunke, L. (2011). Responsabilidad por el daño ambiental puro y el código civil peruano. *THEMIS Revista de Derecho*, *12*(60), 295-307. https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/themis/article/view/9070

Cottam, G., & Curtis, J. T. (1956). The Use of Distance Measures in Phytosociological Sampling. *Ecology*, *37*(3), 451-460. https://doi.org/10.2307/1930167

Esri. (2021, agosto 19). *Crear encuestas y formularios inteligentes para la captura de datos*. Survey123. https://www.esri.com/es-es/arcgis/products/survey123/overview

García, C., & Torres, A. (2021). Caracterización florística y estructural como línea de base para la restauración ecológica de bosques en la microcuenca del río Barbas, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *45*(174), 190-207. https://doi.org/10.18257/RACCEFYN.1167

Gobernación del Huila. (2017a, junio 10). *Relieve y Clima*. Relieve y Clima. https://www.huila.gov.co/publicaciones/5180/relieve-y-clima/

Gobernación del Huila. (2017b, agosto 11). *Identificación del departamento*. Identificación del

departamento. https://www.huila.gov.co/publicaciones/144/identificacion-del-departamento/

Hernández, O., Reynoso, V., & Urbina, N. (2015, junio 12). *Consequences of land use change on amphibian assemblages: a phylogenetic and functional perspective*. Assess the importance of functional ecology and phylogenetic relations for amphibian assemblages in human modified tropical landscapes. https://www.researchgate.net/project/Consequences-of-land-use-change-on-amphibian-assemblages-a-phylogenetic-and-functional-perspective

iNaturalist. (2020, septiembre 12). *Una Comunidad para Naturalistas · NaturaLista.co*. Identificación de Especies. https://colombia.inaturalist.org/

Instituto de Hidrología, M. y E. A. (2019, octubre 7). *METODOLOGÍA CORINE LAND COVER - IDEAM*. Monitoreo de Suelos y Coberturas de la Tierra. http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover

L3Harris Geospatial. (2020, diciembre 6). *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes (FLAASH)*. Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes (FLAASH). https://www.l3harrisgeospatial.com/docs/flaash.html

López, D., & Quintero, J. (2015). Compensaciones de biodiversidad: experiencias en Latinoamérica y aplicación en el contexto colombiano. *Gestión y Ambiente*, *18*(1), 159-177. https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/45125

Melo, A., & Camacho, J. (2005). *METODOLOGÍA CORINE LAND COVER - IDEAM*. http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover

Méndez, M., Martínez, C., Cecconc, E., & Guariguata, M. (2017). Planes actuales de restauración ecológica en Latinoamérica: Avances y omisiones. *Revista de Ciencias Ambientales*, *51*(2), 1-30. https://doi.org/10.15359/RCA.51-2.1

Decreto 2811 , (18 de diciembre de 1974). https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf

Decreto 1900 de 2006: Obtención de Licencias Ambientales, (12 de junio de 2006). https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/dec_1900_2006_2-77.pdf

Resolución 1526, (3 de septiembre de 2012). http://www.iascol.com.co/imagenes/licencias/RES 1526 03 SEPTIEMBRE DE 2012.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). *INFORME DE GESTIÓN SECTOR AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE-2012*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018, junio 19). *Evaluación de Viabilidad de Sustracción en Áreas de Reserva Forestal de Orden Nacional*. Trámites Ministerio . https://www.minambiente.gov.co/index.php/tramites-minambiente/evaluacion-de-sustraccion-en-areas-de-reserva-forestal

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021, junio 7). *Manual de Compensaciones de Compensaciones del Componente Biótico - | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Estrategia nacional de compensaciones ambientales . https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/estrategia-nacional-de-compensaciones-ambientales/manual-de-

compensaciones-del-componente-biotico

Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf

Organización de las Naciones Unidas. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. En Organización de las Naciones Unidas (Ed.), *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. www.unccd.int

Pahar, S., Paembonan, S., & Soma, A. (2021). Identification of drought level using normalized difference latent heat index on Maros Watershed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *681*(1), 012123. https://doi.org/10.1088/1755-1315/681/1/012123

Poveda, L. (2016). *Licenciamiento ambiental en Colombia y su debate frente a la compensación ambiental* [Facultad de Derecho]. https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/13974

Presidencia de la República. (1974). *Decreto 2811 de 1974: Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.*

Richards, J. A. (2013). Remote sensing digital image analysis: An introduction. *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*, *9783642300*, 1-494. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30062-2

Rodríguez, O., & Arredondo, H. (2005). *Manual para el manejo y procesamiento de imágenes satelitales obtenidas del sensor remoto MODIS de la NASA, aplicado en estudios de ingeniería civil*. https://www.academia.edu/10703593/MANUAL_PARA_EL_MANEJO_Y_PROCESAMI

ENTO_DE_IMGENES_SATELITALES_OBTENIDAS_DEL_SENSOR_REMOTO_MODIS_DE_LA_NASA_APLICADO_EN_ESTUDIOS_DE_INGENIERIA_CIVIL

Rubio, J., Escobedo, A., & Vallejos, C. (2017). *Estudio de caso para el desarrollo de la compensación ambiental en el Peru: Conclusiones y recomendaciones | Conservation Strategy Fund* (N.º 2; 1). https://www.conservation-strategy.org/publication/estudio-de-caso-para-el-desarrollo-de-la-compensacion-ambiental-en-el-peru-conclusiones

Sociedad internacional para la restauración ecológica. (2004). Principios de SER International sobre la Restauración Ecológica. *Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas*, *2*(1), 2-16. www.ser.org

Vargas, O. (2011). Restauración Ecológica: Biodiversidad y Conservación. . *Acta Biológica Colombiana*, *16*(2), 221-246.

ANEXOS

Anexo 1: Guía Metodológica para estudio del componente biótico para solicitudes de sustracción forestal y proyectos de restauración ecológica

Anexo 2: Encuesta de Participación Ciudadana

Anexo 3: Formato de Transecto Muestreo de especies de flora

Anexo 4: Formato Ecosistema

Anexo 5: Formato Muestreo Fauna

Anexo 6: Formato Transecto para muestreo de fauna

Anexo 7: Compensación de biodiversidad

Anexo 8: Cobertura de tierra

Anexo 9: Aprovechamiento Forestal

Anexo 10: Plan de Restauración "Bonaire"-Componente biótico

Anexo 11: Plan de Restauración "Jardines de Paz"-Componente biótico