

Proyecto Forestal Fundación Obra Social Redentoristas 2020.

DOCUMENTO DE PROYECTO DE CARBONO FORESTAL.

PREDIOS:

- San Ignacio
- Villa del Socorro

Norma Técnica Colombiana NTC 6208

Acciones de Mitigación en el Sector Uso del Suelo, Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura (USCUSS) a Nivel Rural, Incorporando Consideraciones Sociales y de Biodiversidad.

Marzo del 2021

V -04

- **Proyecto Forestal Fundación Obra Social Redentoristas**

Creado por: **Andrés Sierra B.**

Ingeniero Forestal.



Documento de Proyecto para el registro y certificación del proyecto de Carbono Forestal Obra Social Redentoristas.

Programa de Mitigación de Cambio Climático.
 Norma Técnica Colombiana NTC 6208, 2016-12-07
ICONTEC



Construyó	Andrés Sierra B. Ingeniero Forestal
Análisis sensores remotos.	Diane Peña Consultora catastral
	Juan Esteban Guarnizo Proyectos Forestales S.A
Versión	04_2021
Periodo de acreditación	30 años
Fecha de inicio y finalización periodo de acreditación.	Septiembre 10 del 2012 - Septiembre 10 del 2042
Perido de monitoreo reportado	Septiembre 10 del 2012 – Diciembre 01 del 2019

Nota:

La propuesta de proyecto presentada, relacionada con acciones de mitigación en el sector de cambio en el uso del suelo y silvicultura (USCUSS) esta construida y basada en los procesos metodológicos de la Norma Técnica Colombiana NTC 6208 del Acciones de mitigación en el sector uso del suelo, cambio en el uso del suelo y silvicultura (USCUSS) a nivel rural, incorporando consideraciones sociales y de biodiversidad.

Asi mismo, se usaron algunos de los procedimientos técnicos de la metodología AR-ACM0003 para proyectos de Forestación y Reforestación bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC), en especial algunas de las herramientas de procedimiento metodológico.

A continuación se relacionan las guías y herramientas aplicadas.

Guía o herramienta.	Versión.
<i>NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 6208 ACCIONES DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR USO DEL SUELO, CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y SILVICULTURA (USCUSS) A NIVEL RURAL, INCORPORANDO CONSIDERACIONES SOCIALES Y DE BIODIVERSIDAD.</i>	2016-12-07
<i>GUIA PARA LA FORMULACION, VALIDACION Y VERIFICACION DE PROYECTOS FORESTALES DE MITIGACION DE CAMBIO CLIMATICO.</i>	ES-I-CC-002 2018/03/05
<i>AR-ACM0003. A/R LARGE-SCALE CONSOLIDATED METHODOLOGY. AFFORESTATION AND REFORESTATION OF LANDS EXCEPT WETLANDS.</i>	Version 2.0
<i>AR-TOOL14 ESTIMATION OF CARBON STOCKS AND CHANGE IN CARBON STOCKS OF TREES AND SHRUBS IN A/R CDM PROJECT ACTIVITIES.</i>	Version 04.2
<i>A/R METHODOLOGICAL TOOL, "TOOL FOR ESTIMATION OF CHANGE IN SOIL ORGANIC CARBON STOCKS DUE TO THE IMPLEMENTATION OF A/R CDM PROJECT ACTIVITIES"</i>	Version 01.1.0
<i>COMBINED TOOL TO IDENTIFY THE BASELINE SCENARIO AND DEMONSTRATE ADDITIONALITY IN A/R CDM PROJECT ACTIVITIES.</i>	Version 01
<i>AR-TOOL12, ESTIMATION OF CARBON STOCKS AND CHANGE IN CARBON STOCKS IN DEAD WOOD AND LITTER IN A/R CDM PROJECT ACTIVITIES.</i>	Version 03.1
<i>GOOD PRACTICE GUIDANCE FOR LAND USE, LAND-USE CHANGE AND FORESTRY. IPCC</i>	Año 2003
<i>GOOD PRACTICE GUIDANCE FOR LAND USE, LAND-USE CHANGE AND FORESTRY. IPCC</i>	Año 2006
<i>WINROCK'S CDM A/R SAMPLE PLOT CALCULATOR SPREADSHEET TOOL.</i>	Año 2014
<i>ARWG SOC TOOL MULTIZONE. THE APPROVED SPREADSHEET TO FACILITATE THE CALCULATION OF CHANGES IN SOIL ORGANIC CARBON STOCKS (EXCEL).</i>	
<i>AFOLU NON-PERMANENCE RISK TOOL.</i>	V04
<i>ESTIMATION OF NON-CO2 GHG EMISSIONS RESULTING FROM BURNING OF BIOMASS ATTRIBUTABLE TO AN A/R CDM PROJECT ACTIVITY.</i>	

RESUMEN.

La presente propuesta de proyecto busca establecer, en el municipio de La Primavera (Departamento del Vichada, en los llanos orientales de Colombia), un proyecto de reforestación con especies forestales comerciales y al mismo tiempo propiciar la recuperación y mejoramiento de los bosques naturales remanentes y de los bosques de galería, bajo acciones de restauración pasiva, tendientes entre otros objetivos, la fijación de carbono atmosférico por el crecimiento y desarrollo de las plantaciones y los bosques naturales. Este servicio ambiental contribuye a las metas de reducción de emisiones de gases con efecto invernadero a nivel global, da dinamismo al mercado del carbono internacional y al mercado local, impulsado por las políticas de un impuesto al carbono por consumo y quema de combustibles fósiles, y su potencial no causación cuando se compran créditos de carbono para lograr el carbono neutralidad de las empresas obligadas a pagar el impuesto.

La propuesta de proyecto pretende además de desarrollar acciones de protección de ecosistema y zonas de especial interés ecológico que durante años se habían dedicado al pastoreo extensivo, a la continua corta y quema de pastizales y zonas de Sabanas lo que condujo al deterioro de los suelos en la región. Con la compra de los predios y tenencia legal de los mismo, se inicia la erradicación de las actividades ganaderas extensivas dentro del predio y la terminación total de la actividad de quemas de los pastizales. Si bien la región cuenta con un gran potencial agroecológico, se esperan desarrollar acciones tendientes a mejorar las condiciones de uso y manejo de suelo.

La formulación y puesta en marcha la propuesta del proyecto se enfrenta a retos importantes, como establecer sistemas productivos forestales, donde la oferta ambiental, de infraestructura vial, mano de obra entre otros, califican al territorio como de bajo o nulo potencial forestal. De allí, que procesos de cambio en uso del suelo de ganadería extensiva en suelos degradados, al establecimiento de nuevos bosques de uso comercial o naturales, requieran de especies con especiales condiciones de adaptabilidad y con paquetes tecnológicos conocidos y experimentados.

Las especies forestales comerciales consideradas para el desarrollo de las acciones de reforestación son el *Pinus caribaea*, el *Eucaliptus pellita*. y *Acacia mangium*. Las áreas de intervención serán de **1,186.33** ha de *P. caribaea*, **113.85** ha de *E. pellita*, **1.69** de *A. mangium* y **7.84** de *S. amara*, esta última especie no hace parte de los rodales comerciales, y solo se planta como un ejercicio de restauración.

Para las zonas de regeneración, al ser pasivo el proceso, todo se centra en cesar las acciones que inhiben el crecimiento del bosque nativos, es decir retirar el pastoreo y eliminar la corta y quema de los pastizales, permitiendo que el proceso sucesional del bosque se desarrolle de manera natural, de estas se cuenta con **37.92 ha**. hacen parte del proyecto de carbono forestal. De igual manera articulados con la normativa ambiental de la corporación, se han dejado los retiros a fuentes hídricas, permitiendo que el bosque de galería existente se proteja, incrementando su área y se acoplen a las unidades de bosque comercial formando corredores de conectividad en especial para la fauna. De esta manera, se espera tener una cobertura con las condiciones similares a los bosques nativos de la región, en estructura y composición de especies, que motiven el movimiento de fauna entre ecosistemas, y provean de protección a servicios ambientales esenciales para la región como es el agua, y que de manera conjunta con las áreas comerciales, se contribuya al mejoramiento de las condiciones químicas y físicas del suelo para actividades agroecológicas sostenibles y contribuyan a la mitigación del cambio climático global.

La iniciativa de proyecto tiene fecha de **inicio septiembre 10 del 2012** (Anexo M), fecha en la cual iniciaron las actividades de vivero y preparación de los suelos para el establecimiento de los rodales comerciales. En total la propuesta de proyecto cuenta con **1,418.39** hectáreas elegibles. De las cuales se intervendrán **1,347.63** ha para el proyecto de carbono forestal.

La iniciativa de proyecto cuenta con los apoyos y estímulos del gobierno para incentivar el sector forestal (Certificado de Incentivo Forestal, CIF), y está debidamente registrado ante corporaciones ambientales regionales, y nacionales como es el Instituto Colombiano de Agricultura (ICA).

Se estima que, para un primer periodo de acreditación de 30 años del proyecto forestal, su potencial de remociones netas antropogénicas sea del orden de **972,865.58 toneladas de CO₂eq (Anexo E)**.

De otro lado, para el periodo de monitoreo que se está presentado a verificación, se contabiliza una remoción neta antropogénica del orden de **198,798.89 tCO₂** para todos los sumideros considerados (Biomasa aérea, subterránea, carbono orgánico del suelo, arbustos, hojarasca y madera muerta sobre el suelo). Es de resaltar que en este tipo de modelos de rodal comercial donde predomina la especie de *pinus*, la producción de hojarasca es importante, así como la madera muerta sobre el suelo, en especial la resultante de podas y otras actividades silvícolas que son dejadas dentro de la plantación. Así mismo, la producción de arbustos nativos es predominantes dentro de las plantaciones, pues son dejados allí hasta que pasan varios años antes de hacer intervenciones de entresacas o cosechas finales, haciendo parte de los sumideros de biomasa área en los rodales. Para esta primera verificación el sumidero de carbono relacionado con la madera muerta, mostro no significancia (ver aplicación de herramienta de significancia, **anexo J**) por lo cual se descuenta del balance final de remoción y de generación de créditos de carbono. Los balances finales, luego de hacer un descuento del 15% (**29,819.83 tCO₂**) que se va al buffer (tal como lo define el registro Proclima¹), resultan en un balance final de **168,979.05 tCO₂** como créditos de carbono.

Finalmente, es de resaltar que esta iniciativa de proyecto de carbono forestal se une a los esfuerzos por contribuir a la mitigación del cambio climático que se adelanta desde el año 2005 bajo el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio “*Productive and Biological Corridors in the Eastern Plains of Colombia*” (Cod 9199). Todo este desarrollo forestal de la Orinoquia Colombiana y en especial en la Región de la Primavera Vichada, nacen de la propuesta ambiciosa del Gobierno Nacional, del Renacimiento de la Orinoquia Alta de Colombia (**Anexo K**, MINAGRICULTURA, 2004), que veía un potencial forestal de la región luego, que las condiciones de infraestructura vial y de servicios se mejoraran.

Hoy día, y luego de 15 años de presentada la iniciativa para el territorio las condiciones de infraestructura poco han cambiado, haciendo de la actividad forestal de baja rentabilidad y altos riesgos asumidos por los inversionistas.

De esta manera, la generación de ingresos por el servicio ambiental asociado a la remoción del CO₂ atmosférico como resultado de la creación de nuevos bosque, contribuye a las metas nacionales de mitigación del cambio climático global en el sector de la agricultura, mejora las condiciones ambientales regionales, recupera y mejora las condiciones del suelo para ser zonas a futuro más productivas y le permite a los proponentes de proyecto asumir riesgos económicos mejorando los flujos de caja por la venta del servicio ambiental del carbono.

¹ Entidad seleccionada para la certificación del proyecto. <https://proclima.net.co>

Contenido

Resumen.....	4
INTRODUCCIÓN.....	11
Escenarios forestales a nivel nacional.....	12
La reforestación y las políticas nacionales frente al cambio climático.....	13
A. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	14
1 Nombre del proyecto de mitigación.....	14
1.1 Objetivos del proyecto.....	14
1.2 Responsable del proyecto de mitigación.....	15
1.3 La estructura organizacional, responsabilidades y competencias del personal que llevará a cabo las actividades del proyecto.....	15
1.4 Fecha de inicio del proyecto de mitigación (dd/mm/aaaa).....	16
1.5 Duración del proyecto de mitigación (en años).....	16
1.6 Localización del proyecto.....	16
1.7 Límites geográficos del proyecto.....	17
1.8 Autoridad ambiental con jurisdicción en la zona de proyecto.....	18
1.9 Características sociales y ambientales generales del área en la que se desarrollan las actividades forestales.....	19
1.9.1 Clima.....	20
1.9.2 Condiciones de suelo.....	21
1.9.3 Hidrografía.....	21
1.9.4 Fisiografía, topografía y geología.....	23
1.9.5 Geología.....	24
1.9.6 Suelos.....	25
1.9.7 Ecosistemas.....	27
1.9.8 Aspectos sociales y económicos.....	45
1.9.9 Distribución poblacional.....	46
1.10 Beneficios sociales esperados.....	50
1.11 Identificación de comunidades étnicas en el territorio.....	50
1.12 Análisis de elegibilidad de las áreas en el proyecto.....	51
1.12.1 Descripción de las áreas de trabajo.....	51
1.12.2 Localización general.....	52
1.13 Resultados Elegibilidad.....	53
1.14 Tipos de coberturas en las áreas elegibles.....	56
2 Descripción de las actividades en el sector forestal que constituyen el proyecto forestal de mitigación.....	57
2.1 Especies y Tecnología propuestas en el proyecto de carbono.....	57
2.1.1 Modelos de rodal propuestos para el proyecto.....	57
2.1.2 Especies.....	57
2.2 Tecnología aplicada para el establecimiento de los rodales forestales.....	59
2.2.1 Vivero.....	60
2.2.2 Establecimiento de la plantación.....	60
2.2.3 Plan de siembras.....	63
2.2.4 Plan de manejo forestal (sistema de siembras, uso de fertilizantes, turnos forestales, entre otros).....	64
3 ADICIONALIDAD Y PERMANENCIA.....	66
3.1 Adicionalidad.....	66
3.1.1 Índole política.....	66

3.1.2	Actividades alternativas a la propuesta forestal acordes con las políticas regionales y nacionales.	67
3.1.3	Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios	68
3.1.4	Barreras de inversión	69
3.1.5	Barreras debidas a condiciones sociales y de infraestructura.	71
3.1.6	Aplicación de las condiciones de adicionalidad de la Guía ICONTEC ES-I-CC-0002.	72
3.2	Permanencia.....	73
4	GESTIÓN DE REQUISITOS LEGALES Y TENENCIA DE LA TIERRA	75
4.1	Aplicación de requisitos legales.....	75
4.2	Tenencia de la tierra.....	77
4.3	Costos del proyecto.....	77
4.4	Articulación con los procesos de ordenamiento del territorio.	78
5	CUANTIFICACIÓN DE LAS REDUCCIONES/REMOCIONES (EXANTE)	79
5.1	Métodología a aplicar.	79
5.1.1	Condiciones de Aplicabilidad de la Metodología AR-ACM 0003 V02.0.79	
5.2	Definición de la línea base.....	80
5.3	Traslape con otras iniciativas.....	91
5.4	Depositos de carbono.....	92
5.5	Fuente de emisiones derivadas de la implementación del proyecto.	94
5.6	Cálculo de remociones.....	94
5.6.1	Estratificación:.....	95
5.6.2	Estimación del carbono incorporado en el escenario de línea base (pasturas sin manejo).	96
5.6.3	Remociones actuales netas de Gases de Efecto Invernadero por los sumideros en la propuesta de proyecto.....	98
5.6.4	Fugas.....	99
5.7	Balance de las remociones netas antropogénicas derivadas de la implementación de proyecto.....	99
5.7.1	Estimación de las remociones de GHG actuales netas.....	100
5.8	Balance general ex ante.....	110
5.9	Plan de Monitoreo.....	114
5.9.1	Monitoreo de límites físicos del proyecto.	114
5.9.2	Monitoreo del establecimiento forestal.....	114
5.9.3	Monitoreo del manejo forestal.	114
5.9.4	Propuesta para la implementación del plan de monitoreo en los cambios de los contenidos de carbono en los rodales establecidos.....	117
5.9.5	Monitoreo de las remociones netas por los sumideros y adquisición de datos.	118
5.10	Variables a ser monitoreadas.....	124
5.11	. Acciones para el logro de las remociones estimadas.....	128
B.	REPORTE DE MONITOREO DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS Y ESTIMACIONES DE LAS REMOCIONES EXPOST 2012-2019.....	130
6	Estructura del equipo de monitoreo Carbono.....	130
6.1	Matriz de actividades silvícolas implementadas.....	130
6.2	Componente social.....	130
6.3	Componente biótico.....	131
7	Monitoreo de las emisiones reducidas.....	135
7.1	Resultados de la estratificación para la estimación de carbono.....	136
7.2	PROCESO PARA LA CUANTIFICACIÓN DE ÁREAS Y ESTRATOS DE DESARROLLO DE PLANTACIONES FORESTALES.....	136

	7.2.2	Identificación del área de estudio.....	137
	7.2.3	Búsqueda y adquisición de imágenes de satélite.....	138
7.3		Procesamiento digital de imágenes	139
7.4		Resultados.....	140
	7.4.1	Estratificación.....	141
7.5		Resultados del inventario de campo.....	141
7.6		Estimaciones de carbono aéreo y subterráneo	141
	7.6.1	Estimación de la cantidad de muestra.....	142
	7.6.2	Carbono Orgánico del Suelo.....	145
	7.6.3	Otros sumideros.....	146
7.7		Balance final de emisiones reducidas.....	147
7.8		Remociones netas periodo de monitoreo.....	147
8		Aseguramiento control y calidad de la información.....	149
HISTORICO DEL DOCUMENTO.....			155
9		Literatura adicional consultada.....	156

Listado de tablas.

Tabla 1. Centro puntos de la ubicación de los lotes que hacen parte de la propuesta de proyecto en Redentoristas.	17
Tabla 2. Análisis de suelos IGAC, predio El Deseo (Organización La Primavera 2006).	26
Tabla 3. Propiedades texturales y químicas para suelos de la altillanura ondulada en Colombia. (Tomado y modificado de Rippstein eta al, 2001).	27
Tabla 4. Coberturas de Uso del Suelo identificados para el Departamento del Vichada, identificados a partir de imágenes satelitales (las nubes corresponden a áreas sin identificar). Fuente: CORPORINOQUÍA, 2013. Plan de Gestión Regional Ambiental 2013-2025	32
Tabla 5. Novedades taxonómicas y corológicas reportadas durante el estudio en el rio Bitá.	35
Tabla 6. Especies de fauna amenazadas en la región de la Orinoquia. EN: endémico, VU: vulnerable, NT: casi amenazado, LR: bajo riesgo, DD: datos insuficientes.	44
Tabla 7. Distribución etaria para el departamento del Vichada, año 2016.	46
Tabla 8. Distribución poblacional para los diferentes municipios del Vichada.	46
Tabla 9. Resultados para el análisis de elegibilidad basados en cuestiones metodológicas y en resoluciones de la corporación para áreas de protección de fuentes hídricas 2001, 2007 y 2013.	54
Tabla 10. Área elegible con descuento de las zonas de retiro definidas por la corporación.	55
Tabla 11. Descripción general de las principales especies forestales comerciales seleccionadas en el Proyecto carbono forestal Redentoristas .	59
Tabla 12. Plan de siembras por especie y modelo de rodal. Las siembras con la especie S. amara se vincula al modelo de regeneración natural con siembra de especie nativa.	63
Tabla 13. Proyección de las entresacas para el modelo de rodal comercial.	64
Tabla 14. Plan de actividades silvícolas para los rodales comerciales para un turno de manejo de 18 años.	65
Tabla 15. Condiciones viales del departamento del Vichada.	67
Tabla 16. Relación de áreas sembradas de cultivos forestales y la movilización de madera a mercados (años 2018-2019)	70
Tabla 17. Número de vías en el departamento del Vichada y su tránsito según la época del año.	71
Tabla 18. Resultados del análisis de riesgo asociado al análisis de la no permanencia del proyecto. Tomado de la plantilla de análisis de riesgo.	75
Tabla 19. Listado de matrículas inmobiliarias donde se detalla la titularidad de los predios Redentoristas.	77
Tabla 20. Escenarios de ingresos de actividades alternativas en el uso del suelo productivo. Escenario para actividades productivas en un primer ciclo de producción.	83
Tabla 21. Análisis de rentabilidad financiera para varios productos agrícolas como potenciales usos del suelo alternativo en la región de proyecto. Varios ciclos productivos.	84
Tabla 22. Matriz de relación de las actividades potenciales y las posibles barreras existentes.	89
Tabla 23. Depósitos o sumideros de carbono para la propuesta de proyecto basados en la metodología AR_AC0003.	92
Tabla 24. Incrementos medios anuales (IMA) en volumen (V) y en Carbono (C), reportados y calculados para las especies propuestas y la regeneración natural asistida utilizando factores de expansión. P: densidad de la madera.	101
Tabla 25. Parámetros de regresión de las funciones de volumen (m^3ha^{-1}) para los modelos de rodal comercial con las especies P. caribaea, E. pellita, A. magium y S. amar, *para regeneración natural se muestran los valores para la	

biomasa en función del tiempo para las especies. Las letras A y b son los parámetros de la regresión, $c = 1/1-m$, donde $m = 2/3$	102
Tabla 26. Relación de emisiones reducidas para el componente aéreo y subterráneo.....	111
Tabla 27. Relación de emisiones reducidas por los sumideros arbustos, hojarasca, madera muerta y carbono orgánico del suelo.	112
Tabla 28. Balance entre las remociones de carbono, las emisiones, las fugas y descuento por buffer del 15%.	113
Tabla 29. Variables para monitoreo de las áreas del proyecto.	115
Tabla 30. Variables para monitoreo del establecimiento forestal.	116
Tabla 31. Variables para monitoreo del manejo forestal.....	116
Tabla 32. Relación de seguimiento de las actividades de manejo silvícola para el núcleo Redentoristas para los años 2012 – 2019. En recuadros verdes se detallan los años de implementación de la actividad y en valor números se relacionan los empleados generados.....	130
Tabla 33. Inventario preliminar de Fauna. Fuente: proyecto Redentoristas	132
Tabla 34. Inventario preliminar de flora en los bosques circundantes al área de proyecto.	134
Tabla 35. Numero de muestra inventariada por estrato.	141
Tabla 36. Parcelas Fundación Obra Social Redentorista Señor de los Milagros.....	141
Tabla 37. Las ecuaciones aplicadas fueron las siguientes. Tomado de IPCC 2003. Cuadros 4.A.1 y 4.A.3.....	142
Tabla 38. Valores de R para las especies de <i>P. caribaea</i> y <i>E. pellita</i> acorde al IPCC 2003. Tomado del IPCC 2003, cuadro 3A.1.8.	142
Tabla 39. Relación de unidad muestral (parcelas) establecidas en la iniciativa de proyecto de carbono forestal Redentoristas, en La Primavera, Vichada.....	143
Tabla 40. Resultado de las estimaciones de carbono (tCO_2ha^{-1}) en los depósitos aéreo y subterráneo por parcela y estrato.....	143
Tabla 41. Estimación del carbono orgánico del suelo.	146
Tabla 42. Estimaciones de contenido de carbono para el sumidero arbustos del proyecto.	146
Tabla 43. Estimaciones de remociones de carbono ($tCO_2 ha^{-1}$) del componente hojarasca en el presente periodo de monitoreo.	147
Tabla 44. Estimados de carbono por hectárea en el componente de la biomasa madera muerta sobre el suelo.	147
Tabla 45. Balance general de CO_2 reducido, al considerar todos los depósitos de carbono, estratos y áreas del proyecto.	147
Tabla 46. Aporte pondera por modelo de rodal y especie a los balances de carbono para el periodo 2012-2019 del actual reporte de monitoreo. Estos valores serán asignados para las remociones netas anuales.	148
Tabla 47. Balance final de emisiones reducidas para el periodo de monitoreo 2012-2019.	148

INTRODUCCIÓN.

Hoy día, uno de los temas de mayor interés para la comunidad internacional es el cambio climático, resultado de la actividad humana, específicamente por la intensidad con la que se utilizan combustibles fósiles, así como por la destrucción de grandes áreas de selvas y bosques.

El efecto invernadero, resultante de la acumulación de gases con efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, a pesar de ser un proceso natural, se ha visto alterado por las acciones antrópicas. El CO₂ es el principal responsable del aumento en la temperatura global como efecto de la alteración climática. Se prevé que este aumento en la temperatura induzca alteraciones a nivel global que se traduzcan en cambios, positivos o negativos, en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres en el mediano y largo plazo.

No hay certeza de la magnitud, frecuencia e interacciones que el cambio climático ocasionará en el futuro, por lo que el uso de escenarios climáticos es la forma más cercana para estimar los efectos del calentamiento global en ecosistemas terrestres.

En el marco de la quinta fase del Proyecto de Comparación de Modelos Acoplados (CMIP5), se han desarrollado un conjunto de escenarios de simulaciones recientes de modelos climáticos, conocidos como Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés), que complementan a los actuales modelos generales de circulación atmosférica. Estos modelos climáticos incluyen el efecto de la radiación global, debido al aumento de gases de efecto invernadero y su influencia en los balances finales de energía. Dichos escenarios climáticos reafirman lo que algunos autores ya han señalado con anterioridad: los efectos del cambio climático están a la vuelta de la esquina. En este sentido, existe una particular preocupación sobre los impactos que el cambio climático tendrá en la distribución, dinámica, productividad y salud de los ecosistemas forestales.

Los ecosistemas forestales proporcionan bienes y servicios de valor inestimable para la sobrevivencia y desarrollo de la población; proveen, entre otros, materias primas, alimentos, medicinas; mejoran la infiltración del agua de lluvia, que soporta ríos, lagos y humedales; producen y mantienen suelos fértiles, conforman el hábitat de múltiples especies animales y capturan el dióxido de carbono de la atmósfera, y con ello, atenúan el potencial de calentamiento del planeta.

La vegetación actúa como sumidero de CO₂, al extraerlo de la atmósfera mediante la fotosíntesis que, a su vez, está regulada por la disponibilidad de agua y nutrientes; además de, acumula en sus tejidos el carbono fijado, lo que conlleva a la creación de biomasa en raíces, ramas, hojas y troncos. La entrada neta de carbono en los ecosistemas está determinada por la productividad primaria bruta (PPB) y los procesos de respiración y descomposición; así, cerca de 50% del carbono que ingresa por la productividad primaria es empleado por las plantas para la respiración. Así mismo, los sistemas vegetales aportan materia orgánica al transferir carbono al suelo por varias vías, las más importantes son la hojarasca, los exudados y la transferencia de carbono a los organismos que están asociados simbióticamente con las raíces.

Los bosques y los árboles son importantes sumideros de carbono. Absorben el dióxido de carbono de la atmósfera y lo almacenan como carbono. La captura de carbono por los bosques ha suscitado mucho interés como enfoque de mitigación, puesto que se considera un medio relativamente económico para afrontar el cambio climático de forma inmediata.

Entre las prácticas de gestión forestal que aumentan la captura de carbono se destacan las siguientes:

- **Forestación:** Plantar especies arbóreas con el objeto de crear nuevos bosques en terrenos donde históricamente la cobertura forestal se perdió o no existía.

- **Reforestación:** Proceso de repoblación forestal con especies nativas o comerciales, sobre espacios de terreno en los cuales la cobertura boscosa estaba ausente. Se relaciona con periodos sin cobertura boscosa reciente.
- **Restauración forestal:** Proceso de recuperación de la cobertura boscosa, en terrenos denominados no bosque. Su función principal es la recuperación de las funcionalidades ecosistémicas, de composición en especies y estructura del bosque, similares a las presentadas en bosques naturales de la regional.

La forestación y la reforestación aducen a las mismas actividades, pero se diferencian en los periodos de tiempo en que el suelo permaneció sin cobertura forestal. Entre estas dos activadas, también vinculan acciones o sistemas que incrementen la cubierta forestal por medio de sistemas silvopastoriles, agroforestales y la plantación de árboles en los paisajes rurales.

De esta manera, la creación de nuevos bosques se convierte en un mecanismo efectivo para la remoción del carbono atmosférico, reduciendo el aumento de su concentración en la atmosfera, contribuyendo a mitigar el cambio climático global.

ESCENARIOS FORESTALES A NIVEL NACIONAL.

De acuerdo con el IDEAM, Colombia tiene más de 114.1 millones de hectáreas de superficie continental, de las cuales el 51.6 % en el 2014 correspondían a bosques naturales (IDEAM, 2016²). Si bien la tasa anual de deforestación ha venido mostrando una tendencia a disminuir, las 120,933 hectáreas anuales deforestadas entre el 2011 y 2013 se suman a las cerca de 5 millones de hectáreas en bosques que perdió el país entre 1990 y 2010 (IDEAM, 2014³). No obstante, debe tenerse en cuenta que el más reciente reporte generado por el IDEAM identificó que para el año 2016 en Colombia se perdieron 178,597 ha, que significan un incremento del 44% en comparación con la cifra del 2015 (124,035 ha).

Estos procesos de pérdida y degradación de bosques se atribuyen a diferentes causas: la ampliación de la frontera agrícola, la colonización (principalmente ganadería), los cultivos ilícitos, la minería, los incendios forestales, el acaparamiento de tierra, la ampliación de infraestructura, la urbanización y la extracción de madera (Minambiente, PNUD, 2014⁴). Sin embargo, las políticas nacionales recientes, han motivado a la recuperación de las áreas de bosques perdido y degradado mediante acciones de restauración. Así mismo, han creado mecanismos para el aumento de las áreas forestales comerciales, como eje clave en el desarrollo forestal del país. La creación del Certificado de Incentivo Forestal (CIF) en el año 1994, y soportado en aportes otorgados anualmente por El Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) dinamizó la creación de nuevas áreas de bosques comerciales en el país mejorando las condiciones económicas rurales del país. El ministerio de Agricultura, que lidera las actividades productivas forestales en Colombia, resalta como las plantaciones forestales comerciales tienen beneficios, como la

² DNP, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, IDEAM, Parques nacionales naturales e Instituto Alexander von Humboldt. (2016). *Plan nacional de adaptación al cambio climático. Líneas de Acción Prioritarias para la Adaptación al Cambio Climático en Colombia*. Bogotá, Colombia.

³ IDEAM. (17 de octubre de 2014). *IDEAM*. Obtenido de Sala de prensa:

<http://www.ideam.gov.co/web/bosques/deforestacion-colombia>

⁴ PNUD Colombia. (17 de marzo de 2014). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Colombia*. Obtenido de: Colombia empieza a construir la tercera comunicación de cambio climático: <https://reliefweb.int/report/colombia/colombia-empieza-construir-la-tercera-comunicacion-de-cambio-clim-tico>

producción de materia prima para la industria, la captura de CO₂, la regulación de agua y temperatura, la disminución de procesos erosivos y la tala ilegal de bosques naturales, entre otros⁵, de allí el mantenimiento y fortalecimiento de la política forestal en Colombia.

LA REFORESTACIÓN Y LAS POLITICAS NACIONALES FRENTE AL CAMBIO CLIMATICO.

A principios de la década de los 90's en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), un sin número de países se acogieron a dicho tratado cuyo objeto central es implementar políticas y acciones que reduzcan las emisiones de GEI y por ende mitigar el cambio climático Global. El informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) ha destacado la urgencia e importancia de limitar el calentamiento global a por lo menos 1.5°C y de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes de todas las fuentes de emisión. Colombia al acogerse a los tratados internacionales de la convención marco, también se ha comprometido a la reducción de sus emisiones a niveles sectoriales. Como media interna, el gobierno impuso una serie de políticas inicialmente para el seguimiento y contabilidad de las emisiones, dictaminando la creación del Registro Nacional de Emisiones de GEI (descrito en la ley 1753 del 2015), que incluye entre otras, las acciones de reducción de emisiones debidas a la deforestación y la degradación de los bosques naturales. Dicha ley, además dictamina que, las iniciativas públicas o privadas relacionadas con el servicio ambiental de la reducción de emisiones que pretendan optar a pagos o compensaciones por dicho servicio deberán obtener el debido registro nacional, siempre y cuando las condiciones para tal fin estén adoptadas (procesos y plataforma de registro manejada por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo-MADS). Con la reforma tributaria del año 2016, y bajo la ley 1819 promulgada ese año en su artículo 221, se da vida al impuesto al carbono, enfocado a la tributación por el consumo y quema de combustibles fósiles. Esta media regulatoria, pretende seguir aportando a las metas de reducción de las emisiones de GEI bajo el esquema de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés) acogidas por Colombia en el marco de los acuerdos internacionales para combatir el cambio climático Global. Al igual que se construyó el impuesto al carbono, el decreto 926 de 2017, establece un procedimiento para la No Causación del Impuesto Nacional al Carbono. Dicho decreto, tiene como propósito estimular la formulación e implementación de iniciativas de mitigación que generen reducciones de emisiones o remociones de GEI a cambio de la no causación del impuesto. Dentro de las iniciativas de mitigación se encuentran las relacionadas con las remociones de GEI, provenientes del establecimiento de nuevos bosques, es decir la reforestación.

Por lo anterior, la iniciativa de carbono forestal **Redentoristas** se acoge a los procedimientos y normativas nacionales, para incluir el servicio de remoción de carbono de las plantaciones comerciales, como una actividad a ser certificada y verificada bajo las guías nacionales, optando a pagos por resultados, debidos al servicio ambiental de la remoción de GEI (Resolución 1447, RENARE).

⁵ <https://www.agronegocios.co/agricultura/minagricultura-flexibiliza-certificado-de-incentivo-forestal-para-estimular-reforestacion-2960763>

A. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

1 NOMBRE DEL PROYECTO DE MITIGACIÓN

Proyecto de Carbono Forestal Fundación Obra Social Redentoristas (Redentoristas).

1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO.

Objetivo General: Desarrollar un Núcleo Forestal Comercial en el municipio de La Primavera, Vichada, que contribuya al desarrollo económico, productivo, social y ambiental de la región.

El proyecto se fundamenta en cambiar el uso del suelo del modelo de ganadería extensiva tradicional a sistemas de producción forestal sostenibles, para crear un paisaje de corredores biológicos y productivos que fomente múltiples beneficios económicos, sociales y ambientales, incluyendo acciones para la mitigación del cambio climático, la regulación de los caudales hídricos y la conservación de la fauna y flora de la Orinoquia Alta, entre otros.

Objetivos específicos:

- Aportar al establecimiento de un núcleo forestal comercial en la región con la siembra de **1,347.63** hectáreas de bosques de especies comerciales adaptadas a las condiciones regionales como son el *P. caribaea*, *E. pellita* y *A. mangium*.
- Aportar a mejorar las condiciones de los bosques remanentes en la región y en especial en el área de intervención del proyecto, permitiendo la regeneración pasiva de **37.92 hectáreas** de bosques nativos y ensayos para la restauración con **7.84 ha** de la especie nativa forestal *Simaruba amara*.
- Contribuir a las metas de mitigación del cambio climático a nivel sectorial, acogidas por el gobierno nacional en las reuniones de las Partes ante la Junta Ejecutiva para el Cambio Climático.
- Desarrollar acciones tendientes a la reducción de unidades significativas de Gases con Efecto Invernadero (GEI) expresadas como tCO₂eq. producto de la creación de nuevos bosques sobre suelos degradados.
- Certificar las acciones remoción de carbono atmosférico (tCO₂eq.) de las plantaciones y nuevos bosques, bajo procesos de certificación reconocidos en el orden nacional.
- Generación de empleo directo e indirecto, la tecnificación de la mano de obra de la región, el desarrollo de infraestructura productiva y social que le puede servir de marco a otros proyectos,

Se esperan beneficios económicos por el servicio de captura de carbono para la mitigación del Calentamiento Global, la venta de madera, el desarrollo productos de maderas tropicales, y la generación de alternativas productivas para la región, entre otras. El proyecto se posiciona para atender mercados domésticos en especial los domésticos basados en la acusación del impuesto al carbono y mercados voluntarios internacionales de empresas interesadas en la responsabilidad social y ambiental corporativa. Esta iniciativa, se enmarca bajo una sombrilla de cuatro proyectos independientes, que unen esfuerzos técnicos, de fijar cantidades importantes de CO₂ atmosférico y desarrollar economías de escala que demuestre como las propuestas de servicios ambientales asociados al carbono, puede aportar al desarrollo de la Orinoquia Alta de Colombia.

1.2 RESPONSABLE DEL PROYECTO DE MITIGACIÓN.

Organización Carbono Forestal Redentoristas

Datos de contacto:

Jesús Rivera	Director general proyecto Carbono Forestal Fundación Obra Social Redentoristas. jesusrivera@proyectosforestales.com (+57) 1 257-9467 Carrera 14 # 78 - 30 Piso 3 Bogotá D.C., Colombia
Padre Héctor Bonilla	Representante legal Fundación Obra Social Redentoristas csreconomia@hotmail.com (+57)3138742257 Av Carrea 28 39-27 Bogotá D.C., Colombia
Harold Rivera Santana	Director Desarrollo Negocios. haroldsantana@proyectosforestales.com (+57) 1 257-9467 Carrera 14 # 78 - 30 Piso 3 Bogotá D.C., Colombia
Andrés Sierra B.	Consultor Carbono Forestal Proyectos Forestales La Primavera andsierrab@gmail.com (+57) 1 257-9467 Carrera 14 # 78 - 30 Piso 3 Bogotá D.C., Colombia
Juan E. Guarnizo	Sistema de información geográfica, archivado y custodio de la información Proyecto de carbono Forestal. mdl@proyectosforestales.com (+57) 1 257-9467 Carrera 14 # 78 - 30 Piso 3 Bogotá D.C., Colombia

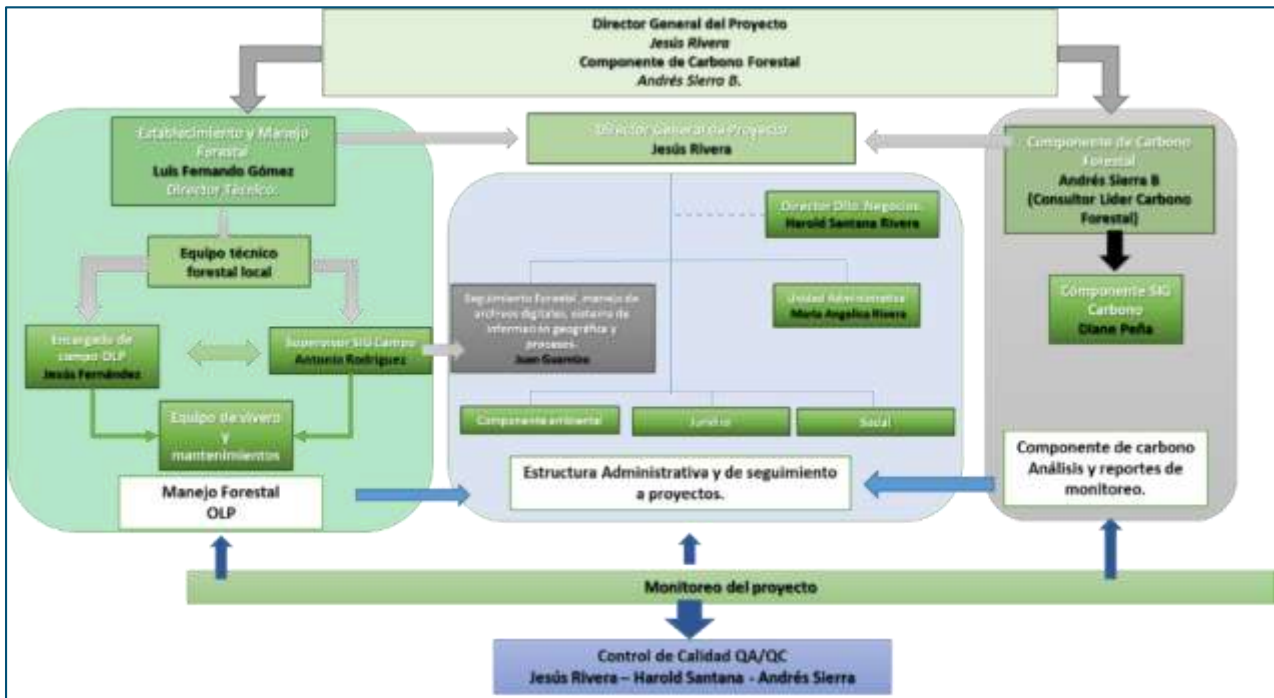
1.3 LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL, RESPONSABILIDADES Y COMPETENCIAS DEL PERSONAL QUE LLEVARÁ A CABO LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO.

El Proyecto Redentoristas cuenta con un equipo de asistencia técnica forestal el cual lleva más de 15 años desarrollando las intervenciones silvícolas en el área del proyecto. Este mismo equipo tiene por cargo la asesoría técnica a otros proyectos forestales dentro del núcleo forestal La Primavera y que en la actualidad desarrollan sus iniciativas de carbono forestal bajo las regulaciones nacionales colombianas.

De otro lado, se cuenta con una unidad que respalda las acciones relacionadas con el componente carbono forestal, cuya responsabilidad es el seguimiento y monitoreo de las variables establecidas en el marco de los estándares y

metodologías adoptadas para el proyecto. Equipo que viene trabajando en el componente de carbono por más de 10 años, desde la formulación, validación y registro, hasta el monitoreo y verificación de estos.

La estructura organizacional y responsabilidades se detallan en el siguiente esquema.



Esquema 1. Estructura operativa para el manejo de la iniciativa de Carbono Forestal Redentoristas.

1.4 FECHA DE INICIO DEL PROYECTO DE MITIGACIÓN (DD/MM/AAAA).

Septiembre 10 del 2012.

Esta fecha se sustenta con la firma del contrato de Certificado de Incentivo Forestal -CIF (contrato 070-12. Anexo M) entre La Fundación Obra Social Redentoristas Señor de los Milagros y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Este certificado cuenta con día, mes y año.

1.5 DURACIÓN DEL PROYECTO DE MITIGACIÓN (EN AÑOS).

30 años.

Septiembre 10 del 2012 – Septiembre del 2042.

1.6 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto está ubicado en el municipio de La Primavera (5°29'26"N - 70°24'33"W), departamento del Vichada oriente de Colombia (Imagen 1), fronterizo con Venezuela. Su distancia a la capital del país Bogotá, es cercana a los 556 km.

Los centros puntos para la ubicación de los lotes que hacen parte de la propuesta de proyectos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Centro puntos de la ubicación de los lotes que hacen parte de la propuesta de proyecto en Redentoristas.

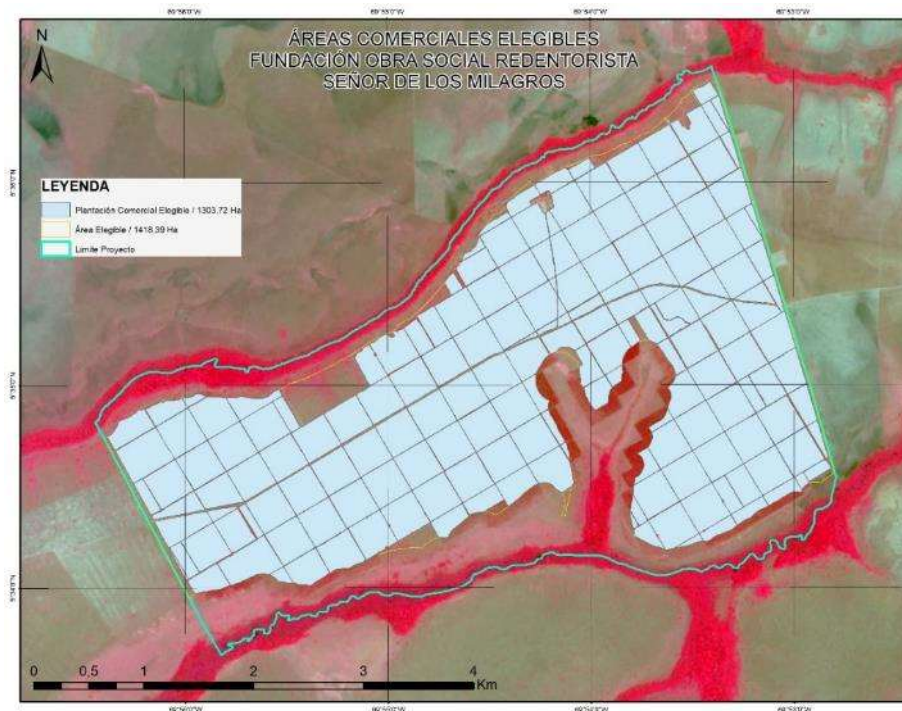
Nombre	Centro Punto		Área Elegibles (ha)
	Latitud	Longitud	
Villa Socorro	5° 35' 8.847" N	69° 53' 54.810"	983.225
San Ignacio	5° 34' 27.416"	69° 55' 30.020"	435.171
Total			1,418.396



Imagen 1. Ubicación general del Núcleo Forestal Redentoristas.

1.7 LÍMITES GEOGRÁFICOS DEL PROYECTO.

El predio forestal de la Redentoristas en el Municipio de la Primavera, Vichada esta dividido en dos predios los cuales a su vez están divididos por lotes sembrados bajo modelos de rodal comercial en los predios denominados como San Ignacio y Villa del Socorro (Mapa 1). (Ver anexo F, Análisis espaciales).



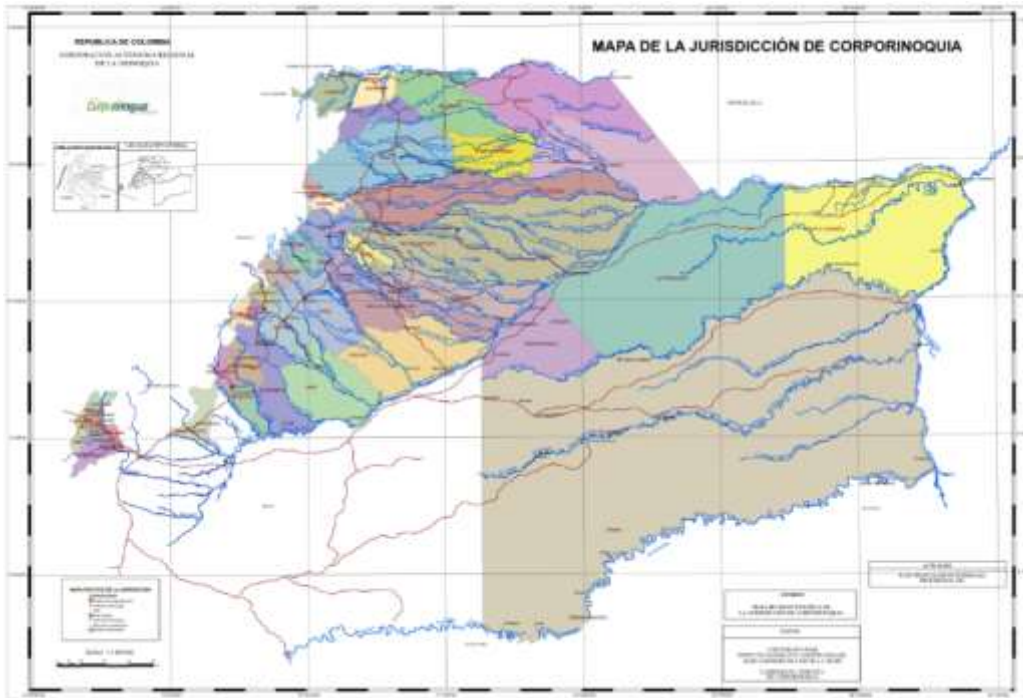
Mapa 1. Predios sembrados bajo modelos de rodal comercial en los predios San Ignacio y Villa del Socorro del núcleo forestal Redentoristas, y que hacen parte de la actual propuesta de carbono forestal bajo la NTC 6208 del ICONTEC.

1.8 AUTORIDAD AMBIENTAL CON JURISDICCIÓN EN LA ZONA DE PROYECTO.

Las **Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible** en Colombia son la primera autoridad ambiental a nivel regional.

Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía -Corporinoquia, Comprende los departamentos de Arauca, Vichada, Casanare, los municipios de Guayabetal, Quetame, Une, Paratebueno, Chipaque, Cáqueza, Fosca, Gutiérrez, Choachí y Ubaque en el departamento de Cundinamarca y Pajarito, Paya, Pisba Labranzagrande y Cubará en el departamento de Boyacá, con la excepción del territorio de la jurisdicción de Cormacarena (ver Mapa 2).

Misión: Corporinoquia como autoridad ambiental y administradora de los recursos naturales, gestiona el desarrollo sostenible, garantizando la oferta de bienes y servicios ambientales, mediante la implementación de acciones de prevención, protección y conservación por una región viva (tomado de: <http://www.corporinoquia.gov.co/>).



Mapa 2. Jurisdicción de Corporinoquia. Tomado de <http://www.corporinoquia.gov.co/>.

1.9 CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y AMBIENTALES GENERALES DEL ÁREA EN LA QUE SE DESARROLLAN LAS ACTIVIDADES FORESTALES.

El Departamento del Vichada es el segundo departamento más grande de Colombia con una extensión territorial de 105,947 km², ocupando el 8.7% del territorio nacional. Ubicado al oriente del País, en la región de la Orinoquia, conformado por 4 Municipios (Puerto Carreño, Cumaribo, Santa Rosalía y La Primavera) y 25 inspecciones. Limita al norte con el Río Meta que lo separa de los departamentos de Casanare, Arauca y la República de Venezuela, al oriente, con el Río Orinoco que lo separa de la República de Venezuela, al sur, con el Río Guaviare que lo separa de los departamentos de Guainía y Guaviare y al occidente, con los departamentos de Meta y Casanare. Las extensas planicies de los Llanos Orientales ocupan buena parte del territorio del departamento con algunas terrazas como los cerros Vichada, Mono y Mataven (Secretaría de Planeación y Desarrollo Territorial, 2016).

Su capital es Puerto Carreño con una extensión de 12,409 km² y una población aproximada para el año 2013 de 15,258 habitantes, el municipio de Cumaribo con una extensión de 65,674 km² y una población de 35,146 habitantes (aproximadamente 50% de la población es indígena), Santa Rosalía con una extensión 2,018 km² y una población de 3,877 habitantes y La Primavera con una extensión de 20,141 km² y una población 14,294 habitantes. Con una población aproximada para el 2017 de 75,468 habitantes en el Departamento, siendo el 0.14% de la población colombiana según la proyección poblacional del DANE (UNAL, sede Orinoquia, 2018).

Cuenta con una participación en el PIB nacional de 0.12%; la economía del departamento está basada principalmente en: 52.2% en agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca; 15.2 % en administración pública y defensa, educación y servicios sociales; 13.1% para comercio, reparación, transporte y alojamiento; 6.1% para electricidad, gas y agua; 4.7% para construcción; 3.4% para actividades inmobiliarias; 2.8% información y comunicaciones; 2.5% actividades artísticas, de entretenimiento y recreación; esto según reporte del ministerio de comercio industria y turismo, en el que se especifica la distribución del producto interno bruto para el departamento de Vichada (UNAL, sede Orinoquia, 2018).

La economía del Departamento está basada en un 57% en el sector agropecuario, ganadería, caza, silvicultura y pesca. En la ganadería se destaca la vacuna, la cual se desarrolla en toda la superficie cubierta por sabanas naturales, principalmente en el municipio de La Primavera.

1.9.1 Clima:

La altitud media del Municipio es de 117 m de altura correspondiente al piso térmico cálido (La Primavera, 2016). En los cuatro municipios que componen el departamento de Vichada, se presentan condiciones agroclimáticas muy especiales en los que según datos colectados en la estaciones meteorológicas del IDEAM, se dice que en el departamento: llueve 166 días del año con una precipitación promedio anual de 2,255 mm, lo cual nos indica una época muy marcada de lluvias, seguida por una época de sequía (FIGURA 1); las que se terminan convirtiendo en factores limitantes para los desarrollos agropecuarios por los excesos o déficits de agua.

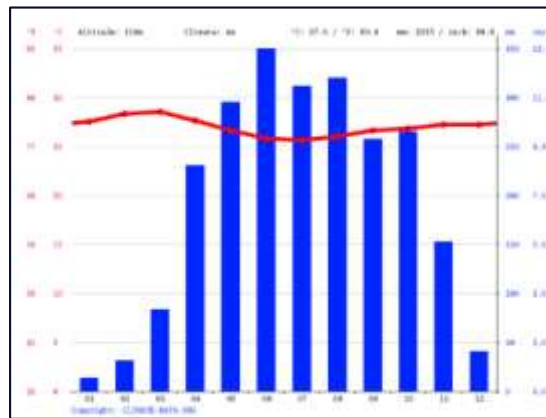


FIGURA 1. Distribución de las precipitaciones a lo largo del año en el municipio de La Primavera Vichada. El mes más seco es enero, con 13 mm. La mayor parte de la precipitación en el municipio cae en junio (meses en el eje horizontal), y el promedio es de 336 mm, para una precipitación media anual de 2,225 mm. Fuente: Climate-Data.org

Se presenta una humedad relativa promedio anual del 70%, la temperatura promedio anual es de 28.2 °C; la evapotranspiración potencial alcanza los 2,136 mm, mostrando un ambiente en el que se pierde muy fácil agua de los suelos a causa de la evaporación lo que condiciona el desarrollo de las distintas especies vegetales.

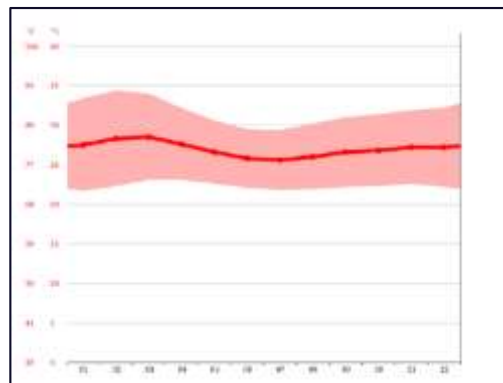


FIGURA 2. Comportamiento de la temperatura media a lo largo del periodo de un año para el municipio de La Primavera Vichada. Su mayor pico se ubica en marzo con 28.5 °C y el menor en Julio con 25.6°C, presentando una variación de 2.9°C. Fuente: Climate-Data.org

1.9.2 Condiciones de suelo:

Según el estudio de suelos y zonificación de tierras del Vichada elaborado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, el 36% del departamento (3.6 millones de hectáreas) tiene áreas aptas para la producción agrícola, ganadera y forestal; esta potencialidad puede ser aprovechada si se realizan adecuadas prácticas agronómicas que mejoren las condiciones de los suelos en los que se presentan bajos contenidos de materia orgánica, alta acidez y en algunos sectores toxicidades por aluminio, esta gran cantidad de terrenos son vistos con potencial de ampliación en los cultivos de soya, maíz y arroz para el desarrollo agroindustrial y la ganadería extensiva como principal producción pecuaria (Universidad Nacional de Colombia, sede Orinoquía, 2018).

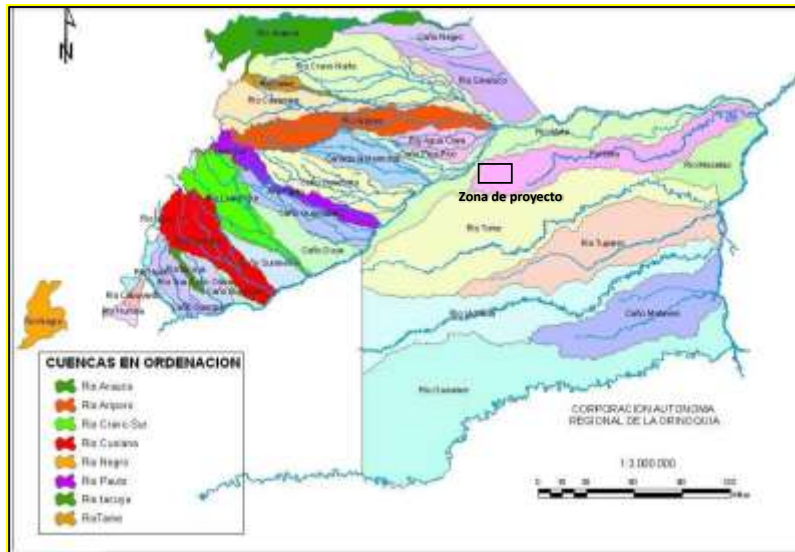
El departamento de Vichada cuenta con una extensión de 100,242 km² de las cuales 6,123,261.2 ha corresponden a áreas con vocación forestal, en donde actualmente se están desarrollando proyectos forestales y agroindustriales con fines comerciales, enfatizando en especies exóticas que se destacan por sus paquetes tecnológicos y capacidad de adaptación a la oferta ambiental del territorio. A destacar esta las especies *Acacia mangium*, *Pinus Caribaea*, *Eucaliptus grandis*, *Eucalipto pellita*, *Eucalipto tereticornis* y *Pino oocarpa*, entre otras.

1.9.3 Hidrografía:

El departamento de Vichada pertenece a la gran cuenca del río Orinoco. El Municipio de la Primavera, tiene la particularidad que en su territorio nacen y mueren varias fuentes hídricas. Las tierras del Municipio están profundamente regadas, ya que las surcan numerosos ríos, caños, arroyos y otras corrientes menores, entre los que sobresale, por su caudal e importancia, el río Meta que sirve de límite natural con los departamentos de Arauca y Casanare. Las principales cuencas del municipio pertenecientes a la Gran Cuenca del río Orinoco corresponden a las subcuencas de los ríos Tomo y Bitá que pertenecen a la Gran Cuenca del río Orinoco, con un porcentaje de área en el territorio del municipio de La Primavera de 43.5% y 52.5%, respectivamente. A su vez, se encuentra también como subcuencas integrantes del río Meta en la localidad de La Primavera, las subcuencas del Caño La Balsa, Caño Aguas Claras, Laguna de La Primavera, Caño Aguaverde y Caño La Culebra como los más importantes (CORPORINOQUIA 2008⁶).

Uno de sus principales afluentes es el río Bitá que atraviesa el departamento de oeste a este, hasta desembocar en el río Orinoco en la frontera con Venezuela. El área del proyecto se encuentra en la parte alta al este del río Bitá en su nacimiento y con gran proximidad al caño lobo y al río Elbitá el cual desemboca al río Tomo (Mapa 3 y Mapa 4)

⁶ CORPORINOQUIA 2008. Documento Técnico Agenda Ambiental Municipal de La Primavera. Departamento del Vichada.



Mapa 3. Cuencas hidrográficas del área de jurisdicción de Corporinoquía. Fuente: CORPORINOQUÍA, 2013. Plan de Gestión Regional Ambiental 2013-2025



Mapa 4. Principales cauces en torno a la zona de proyecto. Tomado y adaptado de visor de datos geográficos, servicio geológico de Colombia.

El río Bitá es un importante afluente que tiene su origen en varios caños que nacen en la altillanura al occidente del municipio de Puerto Carreño. En su recorrido de occidente a oriente más de 200 km son navegables en época de invierno, en su mayor parte por embarcaciones pequeñas. Como afluentes tiene numerosos caños entre ellos: El Bravo, Pendare, Cabrillas, Avión y Tres Matas (Gobernación del Vichada, 2011⁷). La presencia de una rica biodiversidad hace que esta Subcuenca sea de vital importancia para conservación natural dentro de la zona rural del municipio, por lo tanto, ampliar las zonas de conservación de reserva darán como resultado no solo un área ambientalmente estratégica, punto de desarrollo local a partir de actividades tales como el ecoturismo (Secretaría de Planeación y Desarrollo Territorial, 2016).

⁷ Gobernación del Vichada, 2011. Plan vial departamental del Vichada 2011-2019, Puerto Carreño.

El río Tomo nace frente a la Laguna de Carimagua en el Departamento del Meta, recorre el área de occidente a oriente; es navegable por embarcaciones hasta de 10 toneladas desde la palmita hasta el Caño Guaripa y de este punto hasta su desembocadura en el río Orinoco, por embarcaciones hasta de 150 toneladas, en una distancia de 280 Km. Como fluentes entre otros están: El Caño Urimica, Guaira pali, El Boral y El Negro (Gobernación del Vichada, 2011).

El río Guaviare ubicado al sur del departamento, es otro límite fluvial de la Orinoquia, su origen se da en la cordillera Oriental, al oeste del departamento de Meta, es uno de los más caudalosos de la región, pero de accidentada navegabilidad a causa de los raudales formados en algunos sectores de su curso. En el Mapa 5, se presenta la densidad de la red hídrica del Vichada (Ecofondo, 2005⁸).



Mapa 5. Principales corrientes hídricas de Vichada. Fuente: CORPORINOQUÍA, 2013. Plan de Gestión Regional Ambiental 2013-2025

No obstante, la gran riqueza hídrica superficial y subterránea generalizada en la región de la Orinoquia, no está distribuida espacial y temporalmente de forma homogénea. Adicionalmente, existe una marcada deficiencia en cuanto a la disponibilidad de información sobre la oferta hídrica regional y sobre la calidad del recurso, como consecuencia de la carencia de una adecuada red de monitoreo hidroclimático y de la dificultad para operarlo regularmente. De los pocos datos disponibles sobre caudales históricos en algunas corrientes, se deduce la pérdida creciente de la capacidad de regulación de las cuencas hidrográficas, al observarse una gran diferencia entre los caudales extremos registrados (CORPORINOQUIA 2006).

1.9.4 Fisiografía, topografía y geología:

De acuerdo a los análisis fisiográficos y de paisaje en la Región, se infiere que en los municipios de La primavera, Puerto Carreño, Santa Rosalía y aproximadamente el 50% del territorio al norte del municipio de Cumaribo, se presenta subprovincia fisiográfica de planicie alta, esta se encuentra entre 90 y 120 msnm, y presenta una inclinación muy suave

⁸ Ecofondo, 2005. El agua en la Orinoquia.

hacia el oriente del país, también es conocida como la llanura de desborde de los ríos procedentes de la cordillera Oriental (CORPORINOQUIA, 2013).

Este sistema está caracterizado por la presencia de formas heredadas como los diques aluviales (espacios no inundables durante el invierno), las cubetas de inundación y ejes de drenaje parcialmente colmatados conocidos como esteros (CORPORINOQUIA, 2017). Así mismo dentro de la planicie alta se encuentran contemplados los grandes paisajes relacionados a continuación:

- La Altillanura estructural-erosional que consiste en un terreno ondulado casi plano con algunas terrazas.
- Altillanura residual del escudo, que consiste en la llanura plana con suelos artificiales (aluviales-culuviones).
- Altillanura depositacional – erosional que se compone de depósitos de arenas, limos, arcillas y gravas, son franjas de amplitud variable al lado de los principales ríos.

Aproximadamente en el 50% del territorio al sur del municipio de Cumaribo se presenta la subprovincia Fisiográfica de Bosque de Transición Orinoquia-Amazonia, es una extensa franja selvática de poca altura, mezclada con vegetación abierta de sabana amazónica, la franja se caracteriza por presentar un paisaje de altillanura en el que hay zonas suavemente onduladas y otras con un relieve quebrado; sus suelos bien desarrollados y pobres en nutrientes, tienen depósitos de sedimentos finos, básicamente en los lechos de los ríos (CORPORINOQUIA, 2013).

La topografía se constituye en su gran mayoría por sabanas, franjas de bosque de vertientes y galerías. Existen extensiones bajas que se inundan durante el invierno al desbordarse numerosos ríos y caños. El territorio del departamento de Vichada corresponde a la región de los Llanos Orientales y en ella se distinguen cuatro conjuntos fisiográficos denominados la Llanura Aluvial de desborde de la Orinoquia mal drenada, la Altillanura de la Orinoquia bien drenada, la Franja de Aluviones de los grandes ríos y el Escudo Guayanés. El primero está formado por bajos playones ubicados al norte en los municipios de Puerto Carreño y La Primavera, cubiertos por vegetación de sabana y temporalmente inundables. La Altillanura, con diferentes grados de disección, ocupa la mayor extensión del departamento entre los ríos Meta y Vichada; está cubierta por vegetación de sabana alternada con bosques de galería, y en su interior, por bosque de selva tropical entre los ríos Tuparro y Vichada. La Franja de Aluviones se extiende paralela a los ríos Meta, Tomo, Bitá, Tuparro y Orinoco, cubiertas por bosques de galería intervenidos. Finalmente, el Escudo Guayanés se ubica en sectores aislados del oriente del departamento y se caracteriza por la presencia de afloramientos rocosos y altillanuras disectadas en sedimentos blancos. La cobertura principal se compone de mosaicos de vegetación boscosa, arbustiva y de sabana degradada. Allí se presentan algunos accidentes orográficos como son los cerros del Mono y Mateavení y las lomas de Casuarito (CORPORINOQUIA 2008). En el caso del área de estudio donde se llevará a cabo el proyecto forestal, la geomorfología corresponde a la unidad fisiográfica de Altillanura

1.9.5 Geología

En general, para la región de la Orinoquia la tipología de suelos y su evolución, están ligados al origen de la megacuenca sedimentaria localizada entre el Escudo de la Guayana y el Flanco Este de la cordillera oriental. Predominan los depósitos del Cuaternario de origen fluvial, las rocas sedimentarias del Terciario (areniscas, lodoitas y calizas) que reposan sobre sedimentos del Cretáceo, Paleozoico y rocas cristalinas félsicas del Precámbrico. Sobre dichos materiales se desarrollan paisajes de piedemonte, extensas altiplanicies *plioleístocénicas*, con disección variable, planicies aluviales y eólicas parcialmente disectadas y cortadas por largos y estrechos valles aluviales recientes y actuales, asociados a los grandes ríos. Los Fallamientos sobre los cuales discurre el río Meta, establecen dos subregiones claramente diferenciadas, la Altillanura (planicie) y la denominada Orinoquia Inundable (Mendivelso 2003, citado por Malagón 2004).

Adicional a las características mencionadas se le suman las continuas quemas que son realizadas en las áreas del proyecto para promover la regeneración de los pastos para el ganado. Estas generan una progresiva degradación que también afecta la fertilidad de los suelos. Por otro lado, el uso más común de los terrenos fue la ganadería extensiva, esto conllevó a procesos de erosión y compactación del suelo. Así mismo, la introducción de pastos no nativos para el pastoreo vacuno generó deterioro sobre la biodiversidad y la degradación de los suelos. Por lo anterior y de haber continuado las actividades ganaderas, los suelos no tendrían la capacidad para desarrollar procesos de regeneración de la flora nativa.

1.9.6 Suelos

Los suelos de la altillanura presentan un horizonte ócrico en la superficie, el cual aumenta su contenido en materiales orgánicos a medida que se establece la transición a las zonas con mayor precipitación o a aquellas bajas y a los esteros, lugares donde la formación vegetal asociada al bosque de galería aporta biomasa, incrementa significativamente los contenidos de humedad y, los suelos presentan horizontes húmbricos o hísticos. El tipo de humus es el *mull* ácido tropical, con composiciones promedias de ácidos fúlvicos a ácidos húmicos superiores a 1.2 y su contenido en humina es inferior a 50%. El aporte de biomasa es escaso (2.2 a 3.8 t ha⁻¹ año⁻¹) en sabanas herbáceas, pero pueden incrementar a 28 o más t ha⁻¹ año⁻¹ bajo las coberturas en función del régimen de lluvias, la longitud de la estación seca y los nutrientes disponibles (Lamotte citado por Malagón 2004).

La época de lluvias influye sobre la pérdida de los pocos elementos solubles o intercambiables de los suelos generando alta acidez. El pH del suelo generalmente es inferior a 5.0 y en épocas secas se favorece la polimeración de sustancias húmicas como el endurecimiento de horizontes y la cementación (materiales petroféricos) a partir de la deshidratación de los compuestos de hierro. La alteración en la llanura plana o disectada no afectada por hidromorfismo, presenta grado avanzado, manifestado en la composición mineralógica de arenas y limos. En la fracción arcillosa predomina caolinita, oxihidróxidos de hierro y aluminio integrados 2:1:1, con aluminio interlaminar, pirofilita y gibsita (IGAC 1995).

Ello corresponde principalmente a procesos de ferralización (formación de oxisoles), mediante procesos de alta transformación y pérdida de elementos Ca, Mg, K, Na y Si, entre otros. Se presenta en mucha menor proporción la formación de Ultisoles. Adicionalmente existen algunas formaciones de *Espodosoles*, *Inceptisoles*, transicionales a Oxisoles. Indicadores de estos procesos, además de los mineralógicos, son los asociados a la muy baja capacidad de intercambio de cationes (CIC), valores inferiores a 4 meq/1000 g de la capacidad efectiva (Rippstein, *et al*, 2001).



Imagen 2. Suelos del área del proyecto. La continua quema de los pastos sobre suelos con características de oxisoles hacen que se forme una capa dura de material ferroso denominado plintitas⁹.

El efecto de la marcada estacionalidad climática, su relación con la vegetación de sabana tropical y el establecimiento de humus, ha generado en unión con la alteración avanzada, características de muy baja fertilidad, tanto actual, como potencial, lo cual conlleva a prácticas agronómicas específicas fundamentadas en establecer, mantener y mejorar variedades de plantas adaptadas a estas condiciones (Cortés 1982, citado por Malagón 2004). En particular un análisis de suelos realizados para la finca El Deseo del subproyecto Organización La Primavera S.A., se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis de suelos IGAC, predio El Deseo (Organización La Primavera 2006).

Descripción	Características	Porcentaje (%)
Granulometría	Arena	45.60
	Limo	36.30
	Arcilla	18.10
Textura	Franca	
pH		5.00
Acidez intercambiable	A.I	0.79 meq/100g
% de saturación de acidez Intercambiable	S.A.I	
Materia orgánica	Carbono orgánico	0.32
Complejo de cambio	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	2.1 meq/100 g
	Calcio	0.04 meq/100 g

⁹ Cuando hay influencia de aguas freáticas en la zona de 0 a 125 cm del suelo, suele formarse un material arcilloso firme con un alto contenido de hierro (plintita). Al quedar expuesto al aire, o a quemas se seca y se torna irreversiblemente duro (laterita o piedra ferruginosa), y forma una capa dura o concreciones duras.
http://www.fao.org/tempref/fi/cdrom/fao_training/fao_training/general/x6706s/x6706s01.htm

Descripción	Características	Porcentaje (%)
	Magnesio	0.01 meq/100 g
	potasio	0.01 meq/100 g
	Sodio	0.04 meq/100 g
	Bases totales	0.10 meq/100 g
Porcentaje de saturación de bases		4.70%
Fósforo		No detectado

Estos resultados son consistentes con los reportados por Rippstein et al (2001) para la altillanura de Colombia, en específico para la altillanura ondulada (Tabla 3).

Tabla 3. Propiedades texturales y químicas para suelos de la altillanura ondulada en Colombia. (Tomado y modificado de Rippstein et al, 2001)

Elemento	Sabana Seca y Altillanura ondulada
Arcilla (%)	30.4
Arena (%)	41.9
Limo (%)	27.5
M.O (%)	0.9
P (ppm)	0.9
pH	4.7
AL (meq/100 g)	1.4
Ca (meq/100 g)	0.1
Mg (meq/100 g)	0.1
K (meq/100 g)	0.1
S (pmm)	5.5
B (pmm)	0.2
Zn (pmm)	0.3
Mn (pmm)	0.4
Cu (pmm)	0.2
Fe (pmm)	52.8

1.9.7 Ecosistemas.

Los Llanos Orientales de Colombia corresponden a una extensa sabana que parte desde las estribaciones con la cordillera Oriental, llega hasta el río Orinoco por el oriente y se extiende en sentido norte-sur desde el río Arauca hasta el río Guaviare; tiene una superficie aproximada de 266,300 km², en la cual se pueden identificar tres grandes paisajes (CORPORINOQUIA, 2013):

- El piedemonte llanero
- La llanura de inundación
- La altillanura plana y ondulada

El primero corresponde a una estrecha franja ubicada entre los 700 y 500 msnm, que tiene un clima típicamente llanero, con temperaturas medias de 23 a 30 °C y un régimen de lluvias biestacional con 3,000 a 4,000 mm de precipitación anual. El segundo paisaje es la región localizada al occidente del río Meta, conocida como sabanas de Casanare y Arauca y es, probablemente la mayor extensión de tierras del norte del continente suramericano, que se encuentra por debajo de los 200 m de altitud. El último corresponde a la zona situada entre los ríos Meta y Guaviare donde comienza

el piedemonte de la cordillera Oriental comprendido entre el río Humadea y la Sierra de La Macarena que llega hasta el río Orinoco. La parte más baja y oriental, conocida como el andén Orinoqués, es un territorio con pendientes suaves de aproximadamente 100 kilómetros de ancho, que corre paralelo al río Orinoco y se conecta con los valles aluviales inundables de los ríos Vichada, Tuparro, Tomo y Bitá, entre otros.

Más de 90% de la región corresponde con el ecosistema de sabana tropical. Estas son formaciones abiertas sin un dosel arbóreo uniforme, donde una matriz herbácea perenne se extiende en forma continua y en ocasiones aparece cubierta por plantas leñosas de bajo porte o palmas dispersas. Los principales géneros de gramíneas que se encuentran en ellas son: *Andropogon*, *Aristida*, *Axonopus*, *Leptocoryphium*, *Panicum* y *Trachypogon*. Uno de los rasgos más sobresalientes de este bioma es su tolerancia a los fuegos naturales, la adaptación a las condiciones de sequía intensa y a la inundación según los patrones variables que presenta la precipitación, así como a la baja fertilidad generalizada de los suelos y los vientos fuertes. Estos factores ecológicos han condicionado y ayudado a la evolución de especies mediante adaptaciones morfológicas, fenológicas y funcionales. La importancia del fuego en la evolución de estas sabanas puede constatarse por la existencia de especies leñosas de carácter pirófilo (*Curatella americana*, *Byrsonima crassifolia*, *Bowdichia virgiliodes*, *Xylopia aromatica*, *Miconia sp.*) (Alvarado et al. 1991, Bosques de La Primavera 2006).

A continuación, se presenta, una descripción general de los ecosistemas presentes en la región:



Paisaje general de la altillanura colombiana



Bosques de galería



Sabanas con diversas gramíneas

Imagen 3. Imágenes de las coberturas y ecosistemas que determinan los usos del suelo en la altillanura colombiana y en el área de proyecto.

La formación de “bordes pirófilos” es especialmente notoria en las áreas de contacto entre los bosques de altillanura y las sabanas. En términos generales, las especies dominantes son herbáceas, gramíneas y algunas ciperáceas, juncáceas y xyrydáceas, entre las que se destacan: *Aristida sp.*, *Axonopus purpusii*, *Axonopus fissifolius*, *Digitaria decumbens*, *Eragrostis maypurensis*, *Panicum sp.*, *Paspalum sp.*, *Trachypogon plumosus*, entre otras. A lo largo de los principales ríos y caños de la región, se desarrollan bosques de galería o riparios. Estas formaciones son importantes desde el punto de vista ecológico pues sirven como corredores para la dispersión de la fauna y la flora

silvestre. Se caracterizan por la presencia de palmas en el dosel y estratos codominantes, algunas especies características son: *Socratea exorrhiza*, *Astrocaryum vulgare*, *Oenocarpus minor*, *Attalea maripa*, *Euterpe precatoria*, *Iriartea deltoidea*, *Bactris gasipaes*, *Mauritiella armata*. Las principales especies arbóreas presentes son: *Terminalia amazonica*, *Tabebuia serratifolia*, *Ceiba pentandra*, *Jacaranda copaia*, *Hymenaea courbaril*, *Enterolobium schomburgkii*, *Parkia pendula*, *Callophyllum sp.*, *Inga sp.*, *Spondias mombin*, *Guatteria sp.*, *Bombacopsis quinatum*, entre otras (Alvarado et al. 1991).

1.9.7.1 Zonas de vida

En el departamento del Vichada predomina la zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T) según el sistema de clasificación de Holdridge. Esta zona se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1,000 m de altura y se caracteriza por presentar temperaturas entre 24 y 35 °C y precipitaciones entre 2,000 y 4,000 mm (Holdridge, 1978).

A continuación, se presenta, una descripción general de los ecosistemas presentes en la región:

1.9.7.2 La Sabanización

Es un ecosistema por transformación antrópica, debido a la deforestación de la selva de la Orinoquía, lo cual se debe principalmente al proceso de tumba, roza y quema para el establecimiento de pastizales para la ganadería y zonas de cultivo, culmina con suelos erosionados y empobrecidos que después de abandonados, son colonizados por especies pioneras de rápido crecimiento como el balsa, un árbol de madera extraordinariamente liviana y el yarumo. La deforestación se presenta en dos frentes: el que desciende de la montaña y el que sube del llano; entre estos se encuentran los últimos remanentes de selva húmeda. Hay muchos lugares en los que este tipo de bosque ha desaparecido completamente, rompiendo así la comunicación entre la selva andina, la selva del piedemonte y el bosque de galería, que se adentra en las sabanas.

Los incendios periódicos, la pérdida de nutrientes del suelo y el pastoreo mantienen el paisaje transformado por largo tiempo. La eliminación de este hábitat es sin duda una de las principales amenazas para los primates del piedemonte llanero, como **el tití, el mico choyo y los marimondas**, que se encuentran entre los más amenazados de toda la región.

1.9.7.3 La Llanura De Inundación

Estas planicies, sujetas a inundaciones durante aproximadamente siete a ocho meses al año, presentan un período de lluvias entre marzo y noviembre y un corto verano de diciembre a febrero; por el oriente, su límite está definido por una falla geológica que se desarrolla en sentido suroccidente–nororiental. El río Meta sigue el rumbo de esta falla y socava las paredes del bloque oriental la altillanura, que está casi 40 a 50 m más alto. En la llanura de inundación los procesos ecológicos, los suelos, la flora, la fauna y el uso de la tierra están determinados por el comportamiento de las inundaciones y conforman conjuntos que involucran varios ecosistemas, por lo cual son considerados macrosistemas en los que hay ambientes acuáticos permanentes, temporales y sabana de tierra firme, pero el área mayor corresponde a los ambientes acuáticos temporales.

Dentro de este paisaje de coberturas de sabana, existen las sabanas húmedas o hiperestacionales, las sabanas eólicas o semiestacionales, los zurales, los esteros, los morichales y las selvas inundables.

Dentro de las coberturas existentes para la jurisdicción de Corporinoquia, se encuentran casi todos los tipos, disgregados por toda su extensión teniendo en cuenta que se presentan alturas que van desde los 0 m en los municipios de Orocué, San Luis de Palenque y Maní en Casanare y Arauca, Puerto Rondón, y Araucita en Arauca,

entre otros, hasta los 3,500 en los municipios de Sácama y La Salina al nor-occidente del departamento de Casanare y Labranzagrande, Paya y Pisba en zona de páramo en el departamento de Boyacá.

1.9.7.4 Los Zurales

Se forman en depresiones con pendientes muy suaves, permanecen anegados la mayor parte del año hasta por nueve meses y tienen suelos de color oscuro, ricos en materia orgánica. Desde el aire se observa un patrón reticulado, conformado por montículos de diferentes tamaños llamados zuros; los de menor altura, 30 a 50 cm, se encuentran en el borde del zural y sobre ellos crecen termiteros; los de mayor altura uno a dos metros y más espaciados se desarrollan hacia el interior del zural.

Algunos zurales alcanzan superficies de 5 km² y densidades de 900 a 1,000 montículos por hectárea; cada montículo tiene su propio gradiente de humedad que determina la colonización de diferentes especies, entre las que predominan las gramíneas, aunque crecen familias raras como las *ericauláceas* y las *burmaniáceas* y comunes como las *cyperáceas*, *melastomatáceas* y *leguminosas*; ocasionalmente en lo alto de un montículo coronados por termiteros, que permanece seco más tiempo, se desarrollan algunos arbustos. El agua que circula entre los zurales es transparente, pobre en nutrientes y su sistema de drenaje forma una microcuenca cerrada, que en ocasiones se interconecta con esteros y morichales (Banco de Occidente, 2005¹⁰)

1.9.7.5 El Morichal

Algunos ríos y caños de la llanura de inundación presentan a lo largo de su curso franjas angostas de bosques de galería dominados por la palma moriche (*Mauritia flexuosa*), que tiene hojas en forma de abanico y crece asociada con árboles maderables de la familia de las Anonáceas, como el tablón y con miristicáceas, como el palo sangre. Estos bosques, donde también abundan las melastomatáceas arbustivas y otras palmas como la milpesos, especie oleaginosa muy promisoría, son importantes para el sostenimiento de una variada fauna, en la que se destacan los grandes mamíferos silvestres como los zainos y las dantas¹¹.



Imagen 4. Ecosistema de morichales, se destaca la alta presencia de palmas de zonas inundables.

¹⁰ La Orinoquia de Colombia. <https://www.imeditores.com/banocc/orinoquia/creditos.htm>

¹¹ Banco de Occidente, Op Cit.

El nivel freático del suelo determina la estructura y la composición de los bosques de galería de la llanura de inundación; en comparación con los de la altillanura son menos diversos y estructurados y sus estratos herbáceos y arbustivos son más pobres y con pocas especies tolerantes a la inundación. El suelo, de donde emerge la maraña densa de raíces finas y neumatóforos de las palmas y árboles, estructuras especializadas en el intercambio de gases, se encuentra casi desnudo, lodoso y con poca hojarasca; hacia los bordes exteriores se presenta una angosta franja de bosque denso de poca altura, 10 a 15 m, que corta abruptamente la vegetación abierta de la sabana.

La palma de moriche es quizás la de más amplia distribución y posiblemente la más abundante en las cuencas del Amazonas y el Orinoco; su hábitat óptimo se encuentra en los terrenos inundados o con drenaje muy deficiente, por debajo de los 900 m de altitud. Los indígenas la llaman “el árbol de la vida” porque sus usos son muy numerosos: la pulpa anaranjada de los frutos es altamente nutritiva por su alto contenido en proteína y aceites; de las hojas jóvenes se extrae fibra de excelente calidad y las hojas adultas se utilizan como techo de las viviendas; en los troncos caídos se crían mojoyes, larvas de cucarrón que son aprovechadas como complemento de la dieta proteica; los troncos muertos sirven como sitios de anidación de aves muy valiosas como las guacamayas y los loros; durante las aguas altas, los frutos son dispersados por las corrientes de agua y hacen parte de la dieta de grandes peces que se alimentan de semillas y frutos como el yamú o bocón¹².

1.9.7.6 Las Selvas Inundables

Algunos de los últimos reductos de las selvas de inundación se encuentran en las llanuras de desborde de los ríos Meta, Cusiana, Pauto y Casanare, sobre un paisaje enriquecido por los sedimentos aluviales de origen andino, depositados durante las últimas inundaciones.



Imagen 5. Aspecto general de la selva inundable.

Un factor determinante en las selvas inundables es la duración de la inundación; en los lugares más altos, denominados banquetas o vegas altas, las aguas se desalojan rápidamente y en pocos días el terreno queda abonado con los fértiles limos; allí la selva presenta una estructura compleja y diversa, con grandes árboles como los caimitos, las chivechas o cauchos, las ceibas, los jobos, los maracos con sus racimos de enormes frutos en el tallo y los mortecinos, Lecitidáceas que producen flores pestilentes. Se destaca la abundancia de palmas como la real, el milpesos, el moriche y muchas otras.

¹² Banco de Occidente, Op Cit.

En las vegas bajas, bajos o bajíos; el agua permanece de siete a nueve meses, la mayor parte de la estación lluviosa. Las especies más comunes en los bajos son el búcaro de pantano y el totumo¹³.

1.9.7.7 Coberturas.

En el departamento de Vichada es posible diferenciar cinco tipos de vegetación asociada a las coberturas de sabana, bosque de galería, selva de transición, bosques plantados, además de la flora asociada a los humedales y cuerpos de agua. La cobertura vegetal representa el 42% del área total del departamento, siendo los bosques la cobertura de uso de suelo que más predomina, concentrados fundamentalmente al sur del departamento en una región casi continua de bosque tropical. En menor porcentaje están los bosques de galería ubicados al norte del departamento y los pastos abarcando el 39% del total departamental (Tabla 4).

Tabla 4. Coberturas de Uso del Suelo identificados para el Departamento del Vichada, identificados a partir de imágenes satelitales (las nubes corresponden a áreas sin identificar). Fuente: CORPORINOQUÍA, 2013. Plan de Gestión Regional Ambiental 2013-2025

Cobertura del suelo	Área (has)	Porcentaje (%)
Bosques	4,249,583.35	42.55
Cuerpos de agua	48,744.35	0.49
Cultivos	995,830.06	9.97
Nubes	138,864.67	1.39
Pastos	3,935,092.05	39.4
Rastrojos	283,819.08	2.84
Rios	142,934.28	1.43
Sombras	51,574.25	0.52
Tierras eriales	140,495.17	1.41
Urbano	1,192.95	0.01
Total	9,988,130.22	100

Usos del suelo

En el municipio de La Primavera los usos del suelo difieren entre la zona urbana y la rural. En la primera, los usos predominantes son básicamente para industria y comercio. Para el área rural, los bosques de galería y la zona inundable son utilizados en época de verano para la siembra de cultivos transitorios de maíz, plátano y algodón. También se utilizan para el sostenimiento de la ganadería y pequeñas industrias lecheras. Aproximadamente 90% de los suelos rurales del Municipio son utilizados para la ganadería mayor (ganado bovino y equino) y menor (ovina y porcina) de los cuales depende en la mayor parte la economía de este, 2% aproximadamente se utiliza en agricultura de pan coger. Por lo general estos cultivos se encuentran ubicados en pequeñas parcelas llamadas conucos a las orillas de los caños y para estas siembras se talan pequeñas extensiones de bosque. Otro 2% se utiliza en el mejoramiento de pastos en las haciendas ganaderas mayores con cultivos de pastos artificiales como *Brachiaria humidicola* y pasto Llanero y, finalmente 6% se utiliza para la explotación maderera en zonas como Santa Cecilia, Marandúa y Urillano (Esquema de Ordenamiento Territorial, EOT 2000).

Es común que se realicen quemadas antropogénicas para propiciar la renovación de los pastos para mejorar su aceptación en el pastoreo del ganado. En las épocas de verano, el pasto se encuentra muy seco y no es fácil de digerir por las reses. Por lo anterior, la tradición popular es quemarlo una o dos veces al año para obtener rebrote de pastos

¹³ Banco de Occidente, Op Cit.

y así, obtener una mejor asimilación por parte de ganado. Adicionalmente, es común que existan incendios naturales generados en las épocas de verano intenso o por el arrastre de cenizas de quemas antropogénicas en lugares aledaños. Dichos incendios cíclicos causan degradación en el suelo ya que se pierden minerales y porosidad en éste, generando una mayor área de inundación en las épocas de invierno y menos capacidad de recuperación natural de la flora nativa. Por otro lado, los bosques de galería se ven afectados por los incendios comunes ya que en algunas ocasiones son impactados por las llamas y pierden densidad boscosa.

1.9.7.8 Fauna y flora

Colombia, con más de 24,500 especies de plantas vasculares, ocupa el segundo lugar, después de Brasil, en el ranking de países con mayor diversidad de plantas del planeta (Espinosa *et al.* 2008¹⁴, Bernal *et al.* 2016¹⁵). Con frecuencia en el país se documentan nuevos taxones para la ciencia y nuevos registros de especies provenientes de áreas poco inventariadas, como por ejemplo la región de la Orinoquia.

Para la cuenca del río Orinoco colombiano se conocen más de 26,000 registros sistematizados de plantas en los principales herbarios del país, que representan alrededor de 4,900 especies (Cárdenas *et al.* 2017 en prep.). En general, los estudios para el conocimiento de la diversidad biológica de esta cuenca se han direccionado en un 60% a estimar la composición y un 40% para determinar la forma como están organizados (estructura) esos componentes biológicos (Correa *et al.* 2005¹⁶). Dentro de estos porcentajes estimados, el aporte del departamento del Vichada ha sido bajo, por lo que ocupa el tercer lugar en toda la cuenca, con relación a estudios realizados tanto en flora como en fauna. No obstante, por su riqueza en especies y ecosistemas diferentes, la Orinoquia es una de las regiones biológicamente más diversas del mundo (Lasso *et al.* 2010¹⁷).

Es así como en el Andén Orinoqués en el departamento del Vichada, que representa uno de los paisajes más complejos de la Orinoquia por la gran variedad de ecosistemas y la presencia de especies únicas, es un remanente de biodiversidad único, sin embargo, la flora presente en este paisaje ha sido poco estudiada (Castro-Lima, 2010¹⁸).

¹⁴ Espinosa, D. y S. Ocegueda C. (Eds.) 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en Capital natural de México, Pp. 33-65, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México,

¹⁵ Bernal, R., S. Gradstein y M. Celis. 2016. Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia Volumen I. Primera edición. Bogotá, D.C. Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. Volúmenes I y II. 1500 p.

¹⁶ Correa, H. D., S. L. Ruiz y L. M. Arévalo (Eds.) 2005. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005-2015– Propuesta Técnica. Bogotá DC: Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF-Colombia, GTZ– Colombia. 273 pp.

¹⁷ Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos A. von Humboldt, WWF-Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia, 609 p.

¹⁸ Castro-Lima, F. 2010. Avance del conocimiento de la flora del Andén Orinoqués en el departamento del Vichada, Colombia. Revista ORINOQUIA - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta. Colombia. Volumen 14 - Sup (1): 58 – 67 p.

En la parte norte del Andén Orinoqués se destaca la presencia de sabanas planas con algunos afloramientos esporádicos del Escudo Guayanés; mientras que en la zona sur predominan las selvas tipo amazónico con afloramientos esporádicos o continuos llamadas localmente Tepuyes, éstos corresponden a antiguas formaciones de roca que datan del precámbrico, su edad oscila entre 500-1600 millones de años (Etter 2001¹⁹).

Este paisaje presenta alta diversidad florística debido a la presencia de numerosos ecosistemas tales como: Los Tepuyes con tres formaciones vegetales únicas, los bosques de la base del Tepuy, bosques de la cima del Tepuy y vegetación casmófito; sabanas bajas y altas, bosques de galería, morichales, matas de monte, saladisales y bosques inundables del río Orinoco. Los afloramientos rocosos se encuentran dispersos por toda la zona, bordeando el río Orinoco. De norte a sur se encuentran, el Cerro banderas y el Cerro el Bitá en puerto Carreño; en la reserva Bojonawi, la piedra de la laguna, Caricare, cerro Morrocoy y Campana; en el resguardo Guacamaya, los cerros Canavallo, Guacamaya y el tigre. En la reserva ventanas los cerros Ventanas, luego siguen los cerros de Guáripa, Dagua, Casuarito, Mesetas, Tuparro, Santa Rita y Mataven (Castro-Lima, 2010).

En investigaciones realizadas por Castro-Lima, 2010, en el Andén Orinoqués, en un inventario florístico, se identificaron 1010 especies, pertenecientes a 123 familias y 473 géneros. *Passiflora sclerophylla* Harms y *Combretum cf. llewelynii* Macbr. pueden ser consideradas como nuevos registros para Colombia y el género *Cavanillesia* es un nuevo registro para la Orinoquia. En la FIGURA 3, se registran las familias con más de 10 especies; la familia Fabaceae presenta el mayor número de especies 147, seguida por Rubiaceae con 64 y Myrtaceae 40 especies.

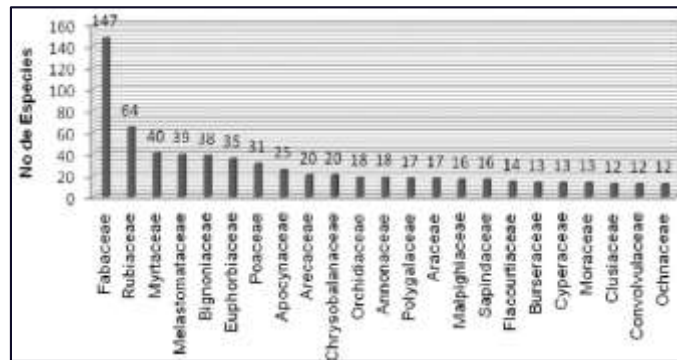


FIGURA 3. Registro de familias con más de 10 especies reportadas en el Andén Orinoqués.

Una vez realizados los inventarios florísticos en los diferentes ecosistemas del Andén Orinoqués, se observa que algunas especies pueden ocupar uno o más ecosistemas, tal es el caso de *Copaifera pubiflora*, que está presente en los bosques inundables del Orinoco y en los bosques de la cima de los Tepuyes; *Calophyllum brasiliense*, se encuentra en los bosques de galería y en los morichales mixtos; *Attalea maripa* y *Syagrus inajai*, se encuentran únicamente en los bosques asociados a los afloramientos rocosos, mientras que la presencia de *Cavanillesia* sp, es exclusiva en los bosque de la base del Tepuy. La especie más común es *Tapirira guianensis*, pues se encuentra en las sabanas, bosques de galería y matas de monte, hasta en los bordes de los morichales. En la FIGURA 4, se puede observar que en las áreas bien drenadas crecen el mayor número de especies (460), seguido de las zonas semiacuáticas con 409 especies, por ser estos ambientes los que ocupan la mayor extensión del paisaje (Castro-Lima, 2010).

¹⁹ Etter A. El Escudo de Guayana, en A. Etter (ed.) Puinawai y Nukak. Caracterización Ecológica General de dos Reservas Nacionales Naturales de la Amazonía Colombiana. Serie Investigación 2. Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo – IDEADE. Bogotá. 2001pp. 31-42.

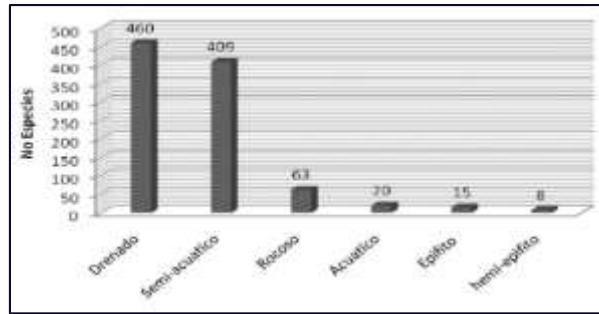


FIGURA 4. Número de especies de flora por ambiente de crecimiento en el Andén Orinoqués en Vichada, Colombia

De las especies encontradas de flora, 845 son de importancia para la dieta de la fauna silvestre, tales como aves, mamíferos, peces y reptiles (FIGURA 5).

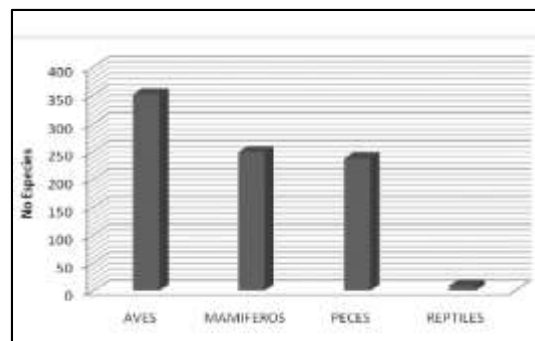


FIGURA 5. Especies de flora asociada a alimentación de fauna en el Andén Orinoqués

Así mismo, se destaca un estudio realizado por Mosquera *et al.*, 2017²⁰ en el río Bitá, donde el inventario florístico fue registrada una posible especie nueva del género *Perama* (Rubiaceae) y cuatro nuevos registros para el país: *Genlisea sanariapoana* (Lentibulariaceae), *Polygala microspora* (Polygalaceae) y *Borreria pygmaea* (Rubiaceae) (Tabla 5).

Tabla 5. Novedades taxonómicas y corológicas reportadas durante el estudio en el río Bitá.

Taxón	Colección de referencia	Importancia
<i>Perama</i> sp.	MFG 3192, MFG 3202, MFG 3211	Posiblemente es una nueva especie, se revisaron todas las especies de <i>Perama</i> del neotrópico y no coincide con ninguna.
<i>Genlisea sanariapoana</i>	MFG 2997	Nuevo registro para el país, solo había sido reportada en Venezuela.
<i>Sauvagesia</i> sp.	MFG 3210	Nuevo registro para el país, solo había sido reportada en Venezuela.
<i>Polygala microspora</i>	MFG 3209	Nuevo registro para el país, solo había sido reportada en Venezuela.
<i>Borreria pygmaea</i>	MFG 3212	

²⁰ Mosquera, H. R., M. F. González, H. Mendoza, O. Díaz-Vasco y C. Gutiérrez. 2017. Flora. Pp. 47-87. En: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.). IV. Biodiversidad del río Bitá, Vichada, Colombia. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia.

También es de resaltar que se encontraron 23 nuevos registros para la flora del Vichada, que no están incluidos en el listado de especies del Catálogo de Plantas de Colombia, entre los que destacan las especies *Drosera biflora* (Droseraceae), hierbacarnívora que ha sido reportada para la Amazonia, Guayana, sierra la Macarena y Valle del Magdalena, en un intervalo altitudinal de 50 a 640 m; un pequeño helecho del género *Ophioglossum* (Ophioglossaceae), del cual se han reportado tres especies para el país con distribución en los Andes, Guayana, sierra la Macarena, Pacífico y Sierra Nevada de Santa Marta; y *Brachystele guayanensis* (Orchidaceae), una de las dos especies del género reportadas en Colombia (Bernal *et al.* 2016).

Igualmente, se destaca el estudio realizado por Mijares, *et al.*, 2017²¹ donde se determinaron 18 taxones, que constituyen nuevos registros para la flora vascular de Colombia. Los especímenes están depositados en el Herbario Orinocense (HORI) en la Universidad Nacional de Colombia (Sede Orinoquia), el Herbario Nacional de Colombia (COL) y el Herbario ICESI en Cali (Imagen 6). Las 18 especies registradas en la presente contribución constituyen nuevos registros para la flora vascular de Colombia, destacan: *Nectandra bartlettiana* Lasser (Lauraceae), *Muellera crucisrubrae* (Pittier) M. Sousa, *Enterolobium barinense* L. Cárdenas & Rodr.- Carr. (Fabaceae), *Duguetia riberensis* Aristeg. Ex Maas & Boon (Annonaceae), *Dulacia cyanocarpa* Sleumer (Olacaceae) y *Gouania wurdackii* Steyerl., taxones que se consideraban endémicos de la flora de Venezuela.

Respecto a la fauna de la Orinoquía, está se encuentra representada en la literatura y la tradición por los animales que han sido más evidentes al ojo o al oído humanos, o los que con mayor frecuencia figuran en los cuentos, leyendas y temores de la gente, o aquellos que son el blanco más frecuente de la caza para consumo. Los más conocidos y fácilmente observados en los Llanos Orientales incluyen el venado sabanero (*Odocoileus virginianus*), el chigüiro (*Hydróchaeris hydrochaeris*), y la corocora roja (*Eudocimus ruber*).

La fauna orinoquense abarca también a uno de los animales con la vocalización más poderosa del reino animal como lo es el araguato o mono cotudo (*Alouatta seniculus*) que puede ser escuchado a varios kilómetros de distancia, ¡o las diversas especies de guacamayas (*Am spp.*), cuyas bandadas rompen el silencio de la mañana al dirigirse a sus habituales lugares de alimentación o al atardecer cuando regresan a sus dormitorios. También comprende varios animales que se consideran peligrosos para los humanos, como la pantera (*Panthera onca*), el güío negro o anaconda (*Eunectes murinus*), el caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) y la cuatronarices (*Bothrops atrox*).

Esta es la región natural que contiene un mayor porcentaje de la avifauna nacional; dentro de los grupos más conocidos se encuentran las zancudas o ciconiiformes, cuyo orden incluye todas las garzas, garzones o gabanes y dentro del cual se encuentran las aves de mayor talla del país; otros miembros de este orden son las corocoras, las cuales descuellan por su hermoso colorido, así como por los desplazamientos masivos desde sus áreas de alimentación hasta los dormitorios o garceros. Otro grupo de gran vistosidad y relevancia es el de los patos o anseriformes, particularmente los pisingos (género *Dendocygna*), que presentan masivas migraciones locales desde las planicies hacia el piedemonte, que se suman a las migraciones transcontinentales (Defler & Rodríguez²²).

²¹ Mijares, F.; Aymard G. & Pérez-Buitrago, N. 2017. Nuevos registros para la flora vascular de Colombia presentes en la Orinoquia y reseña histórica de las expediciones botánicas a la región. *Biota Colombiana* 18 (2) – 2017. 72 – 87 p.

²² DEFLER, T. & RODRÍGUEZ, J.V. S.F. LA FAUNA DE LA ORINOQUIA. Fundación Natura y Conservación Internacional de Colombia.

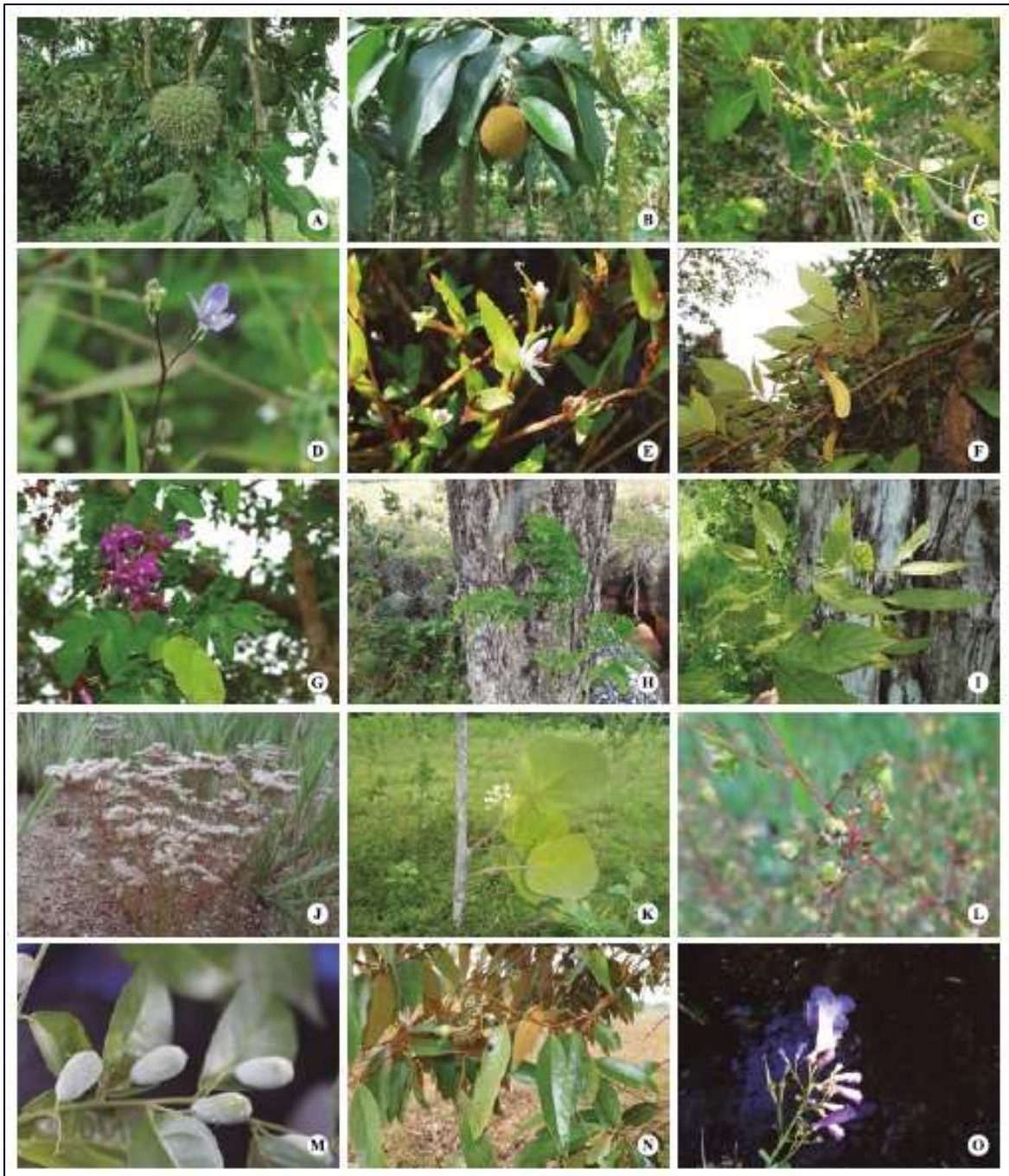


Imagen 6. Fotografías de los nuevos registros para la flora vascular de Colombia, recolectadas en la Orinoquía, departamento de Arauca. **A)** *D. riberensis*, **B)** *T. duckei*, **C)** *T. medinae*, **D)** *M. burchellii*, **E)** *Murdannia* aff. *M. triquetra*, **F)** *M. tovarense*, **G)** *M. crucisrubierae*, **H)** *E. barinense*, **I)** *C. aromatica*, **J)** *P. corymbosa* var. *brasiliensis* **K)** *C. africana*, **L)** *P. microphyllus*, **M)** *D. cyanocarpa* **N)** *N. bartlettiana*, **O)** *J. orinocensis*. Fotografías m y o F. Castro-Lima.

Sin embargo, hay cientos de otras especies animales menos conocidas que conforman. Esta riquísima fauna. A pesar de que las especies sobre las cuales existe más información en el país se encuentran en los Llanos Orientales, en conjunto la fauna orinoquense ha sido poco estudiada y su diversidad es mucho más alta a medida que nos acercamos a la zona selvática al sur de las sabanas. Los extremos en variabilidad topográfica y en abundancia de vegetación generan diversos niveles horizontales de riqueza de especies, así la diversidad es más baja en las planicies, pero va

aumentando a medida que se avanza hacia el suroccidente. Adicionalmente la multiplicidad de algunos grupos de vertebrados aumenta desde el nivel de las sabanas hacia el piedemonte y disminuye desde el piedemonte hacia las alturas de los páramos.

En la macrocuenca Orinoco se han registrado 318 especies, de las cuales 196 se encuentran asociadas a los ecosistemas terrestres y acuáticos de la ecorregión de los Llanos orientales colombianos, reportándose 12 órdenes, 127 géneros y 35 familias, siendo los órdenes más diversos Chiroptera (105 especies), Rodentia (29 especies) y Carnivora (17 especies) (Pardo-Martínez y Rangel-Ch. 2014, Solari et al. 2013, Trujillo et al. 2010, Ferrer et al. 2009a). La mastofauna orinoquense la conforman elementos andinos, amazónicos y del Escudo Guyanés (Correa et al. 2006); en ella se encuentran las mayores concentraciones poblacionales de este grupo faunístico en el país (Rodríguez-Mahecha et al. 2006a), pero es la región que presenta la menor diversidad específica de mamíferos en el país (Ferrer et al. 2009) y un nivel de endemismo bastante bajo (Rodríguez-Mahecha et al. 2006a).

En el departamento del Vichada se han realizado pocas investigaciones referidas a la estructura, composición y diversidad de la mastofauna, los estudios se han concentrado principalmente en el Parque Nacional Natural El Tuparro (Defler 1982, Defler 1986, Gómez-Camelo et al. 2009, Patiño et al. 2005, Trujillo et al. 2008), proximidades del municipio de Puerto Carreño (Botello-Castillo 2001, Gómez-Camelo 2004, Parra 2006, Velasco- Gómez 2004 y Trujillo y Mosquera 2016) y en la cuenca del Orinoco (Bermúdez- Romero et al. 2004, Carrasquilla 2002, Carrasquilla y Trujillo 2004, Castelblanco et al. 2009, Muñoz-Saba et al. 20015, Trujillo et al. 2016) y Bitá (Gómez-Serrano 2004, Valbuena-Vargas 1999 y Garrote et al. 2017). Se presentan algunos registros de imágenes de mamíferos de la región (Imagen 7).

En la región de la Orinoquia se han reportado un total de 783 especies de aves de las 1,889 reportadas para Colombia (Donegan et al. 2011), que corresponde a cerca de un 40% del total de las especies del país. Se estima que en el departamento del Vichada se encuentran aproximadamente la mitad de las aves reportadas para la Orinoquia (Imagen 8). Según Acevedo- Charry et al. (2014), 368 especies tienen algún tipo de registro en este departamento, mientras que el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia 2015) contiene registros de especímenes de 350 especies de aves para el Vichada, representadas en las colecciones biológicas del país, de los cuales en su mayoría provienen de la selva de Matavén y el Parque Nacional Natural el Tuparro. Para el río Bitá, existe un documento que lista 155 especies de aves presentes en la cuenca (Corporinoquia 2015). Sin embargo, se presume que hay muchos más registros, pero existen vacíos de conocimiento en cuanto a la biodiversidad (Arbeláez-Cortés 2013), por ejemplo, para el Vichada, situación que ocurre en otros departamentos de la Orinoquia.



Imagen 7. Imágenes obtenidas en el día con cámaras trampa: a) *Cebus albifrons*, b) *Hydrochoerus hydrochaeris*, c) *Leopardus pardalis*, d) *Puma concolor*, e) *Puma yaguarondi*, f) *Myrmecophaga tridactyla*, Tomado de los reportes y estudios mencionados.



Imagen 8. Registro fotográfico de avifauna de la Región. Tomado de los estudios referenciados.

El conocimiento sobre la diversidad biológica de la región geográfica Bajo Orinoco es reducido (Rosales et al. 2010), y para el departamento del Vichada la cifra de diversidad de anfibios y reptiles aún está lejos de conocerse. En el contexto nacional, de las 806 especies de anfibios reportadas, solo 29 están registradas para el Vichada (Acosta-Galvis 2017) y 25 de estas se asocian al corredor Bajo Orinoco, posicionando así la fauna de este departamento como una de las más desconocidas del país. Los registros de reptiles aún son inciertos y de acuerdo con los estudios publicados se reconocen en total 72 especies para este corredor (Acosta-Galvis et al. 2010). A continuación, se presentan algunos registros fotográficos de anfibios y reptiles de la Región (Imagen 9).

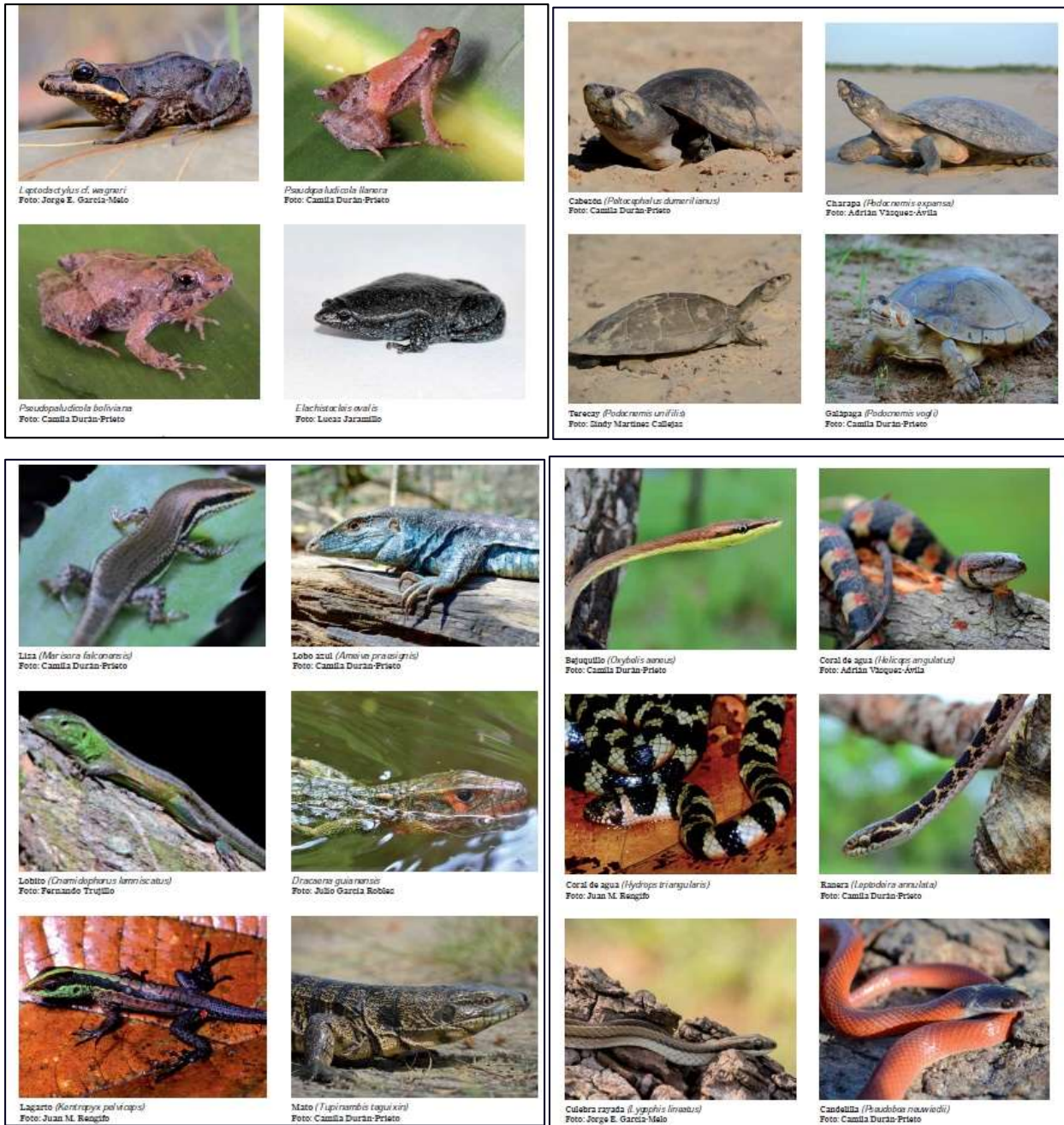


Imagen 9. Registro fotográfico de algunas especies de anfibios y reptiles de la Región

En Colombia, la cuenca del río Orinoco concentra el 57,6% (995 spp.) de la riqueza ictiológica nacional (Maldonado-Ocampo et al. 2008; Álvarez-León et al. 2013), lo cual la sitúa como la primera con mayor diversidad íctica en el país (Imagen 10). La diversidad de peces de la Orinoquia ha sido estudiada en las subcuencas de los ríos Meta (Eigenmann 1914, 1919, 1921, 1922, Myers 1930, Cala 1977, Galvis et al. 1989, Sánchez et al. 1999, 2003, Usma et al. 2016), Tuparro (Maldonado-Ocampo y Gregory 2007), Tomo (Maldonado-Ocampo et al. 2006) y Ariporo (Villa et al. 2015); en las confluencias de los ríos Guaviare, Inírida, Atabapo y Orinoco (Lasso et al. 2009); en el piedemonte del departamento de Casanare (Urbano-Bonilla et al. 2009), en los ríos del Casanare (Villa et al. 2011, Maldonado-Ocampo et al. 2013), en la cuenca del Casanare en Arauca, en los ríos Lipa, Tame y Tocoragua (Mesa et al. 2015); y para toda la cuenca (Lasso et al. 2004, Galvis et al. 2007).

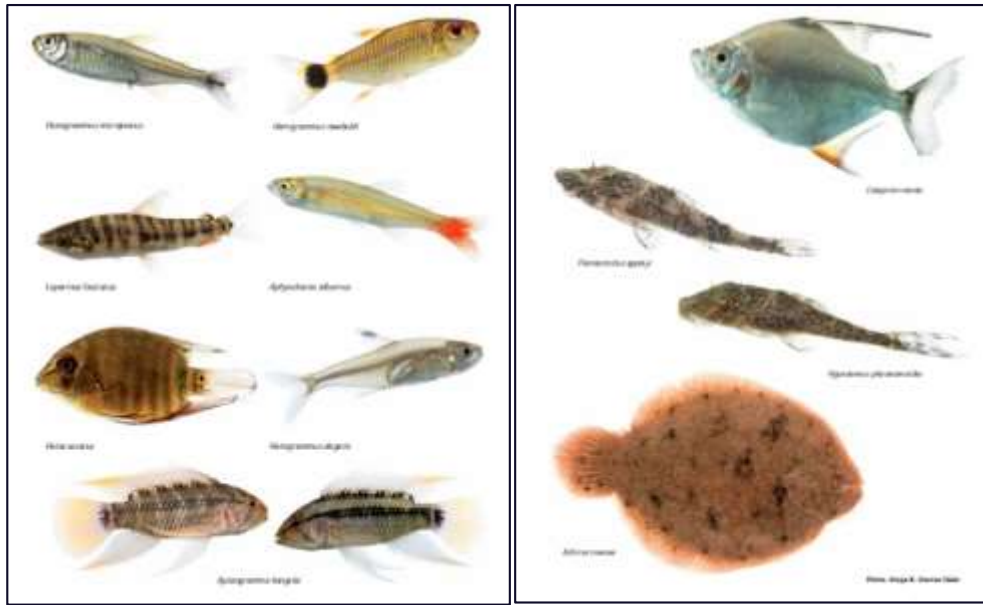


Imagen 10. Registro fotográfico de algunas especies de peces de la Región

1.9.7.9 Especies amenazadas

El chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) es un roedor importante en la zona y se encuentra amenazado como consecuencia de la cacería indiscriminada a la que se encuentra sometido debido a la alta demanda que presenta su carne y su piel. El delfín de agua dulce (*Inia geoffrensis*), el manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) y la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*), son mamíferos acuáticos que se encuentran igualmente amenazados. Dentro de los mamíferos, las presiones sobre su hábitat representan la amenaza más importante para especies como el leopardo (*Leopardus pardalis*) y el *Cebus apella*. El caimán llanero (*Caiman intermedius*), es uno de los cocodrilos más estudiados en la cuenca, ya que es una especie emblemática de la zona, de importancia comercial, endémica y en estado crítico de conservación. Las tortugas morrocoy y charapa (*Geochelone denticulata* y *Podocnemis expansa*), también se encuentran en peligro de extinción; de estas especies los habitantes locales consumen los huevos y carne o, son cazadas muy pequeñas para la exportación como mascota de acuario. (Gobernación de Vichada 2008, CORPORINOQUIA 2004).

En la Tabla 6, se muestra el listado de especies reportadas como amenazadas en la Región de los Llanos orientales y las transiciones de la amazonia colombiana. Por su parte la Imagen 11, muestra algunas de las especies emblemáticas de la llanura colombiana que se encuentran en algún estado de amenaza. Los listados y seguimiento se apoyan en investigaciones que desarrollan algunas entidades como es la Fundación Omacha²³ que emite reportes periódicos sobre estado de las especies y actividades para su conservación. Datos en los que se apoya en proyecto para orientar las acciones de mejorar su hábitat en el área del proyecto. Muchas de estas especies, depende de las altillanuras en específico de las zonas de la sabana de la Orinoquia para su supervivencia, zona en donde se desarrollará el Proyecto Forestal. Pero es determinante conservar los bosques de galería, aumentar sus áreas y tener medios de conectividad entre relictos de bosques (como las plantaciones forestales) para el desplazamiento de la fauna entre los bosques,

²³ <https://omacha.org/>

que serán preservados, mejorados y protegidos con la implementación del proyecto. Esto conservara los hábitats y permitiría el flujo genético entre poblaciones.



Leopardus pardalis

<https://omacha.org/especies-amenazadas-felinos/>



Cebus apella Mico Maicero

Foto: Cristian Castro Morales



Hydrochoerus hydrochaeris

<https://colombia.inaturalist.org/photos/34844190>



Caiman intermedius (Caiman llanero)

<https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/>



Chelonoidis carbonarius

Morrocay Sabanero (c)ivanlau

<https://colombia.inaturalist.org/taxa/539039-Chelonoidis-carbonarius>



Inia geoffrensis

<https://omacha.org/>

Imagen 11. Algunas especies amenazadas en la región del Orinoco.

Tabla 6. Especies de fauna amenazadas en la región de la Orinoquía. EN: endémico, VU: vulnerable, NT: casi amenazado, LR: bajo riesgo, DD: datos insuficientes.

Nombre Científico	Nombre Común	Categoría
Peces		
<i>Osteoglossum ferreirai</i>	Araúana Azul, Arawana	EN
<i>Colossoma macropomum</i>	Cachama Negra, Cherna, Gamitana	NT
<i>Brachyplatystoma juruense</i>	Apuy, Manta Negra, Camisa Rayada	VU
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Valentón, Plumita, Lechero, Pirahiba	EN
<i>Brachyplatystoma flavicans</i>	Dorado, Plateado	EN
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	Blancopobre, Pirabutón, Capaz	EN
<i>Goslinea platynema</i>	Baboso, Saliboro, Garbanzo	EN
<i>Paulicea luetkeni</i>	Saliboro, Bagre Sapo, Peje Negro	EN
<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	Pintadillo Tigre, Bagre, Capararí	EN
Primates		
<i>Aotus brumbacki</i>		VU
<i>Aotus vociferans</i>		LR
<i>Ateles belzebuth</i>		VU
<i>Callicebus torquatus</i>		LR
<i>Cebus apella</i>		LR
<i>Saimiri sciureus</i>		LR
<i>Cacajao melanocephalus</i>		VU
Mamíferos		
<i>Leopardus pardalis</i>	Leopardo	
<i>Cerdocyon thous</i>	Zorra	
<i>Hydrochaeris hydrochaeris ithsmius</i>	Chigüiro	
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso hormiguero, oso palmero	VU
Reptiles		
<i>Crocodylus intermedius</i>	Caimán del Orinoco, llanero	
<i>Podocnemis expansa</i>	Tortuga charapa	
<i>Geochelone denticulata</i>	Tortuga morrococoy	
Aves		
<i>Neochen jubata</i>	Pato Carretero	NT
<i>Falco deiroleucus</i>	Halcón colorado	DD
<i>Pauxi pauxi</i>	Paujil Copete de Piedra	VU
<i>Polystictus pectoralis</i>	Tachurí Barbado	NT

Fuente: Mojica (2002), Renjifo (2002), Corporinoquía (2004)²⁴

²⁴ RENGIFO, L. M., A. M. FRANCO-MAYA, J. D. AMAYA-ESPINEL, G. H. KATTAN Y B. LÓPEZ-LANÚS (eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Mojica, J. I., C. Castellanos, J. S. Usma y R. Álvarez (eds.). 2002. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (CORPORINOQUIA). 2004. Plan de Acción 2004-2006. Yopal, Colombia.

1.9.8 Aspectos sociales y económicos.

1.9.8.1 Población:

Previo a la implementación del proyecto, se estimaba que el departamento del Vichada contaba con una población total de 55,872 habitantes, es decir, 0.53 habitantes por km². Con una distribución equilibrada entre hombre y mujeres, donde un poco más del 40% de la población se distribuía en la población menor a los 14 años. La población laboralmente activa (Población adulta) para la región, se asume estar en el rango de los 15-65 años y cubren cerca del 55% (Imagen 12).

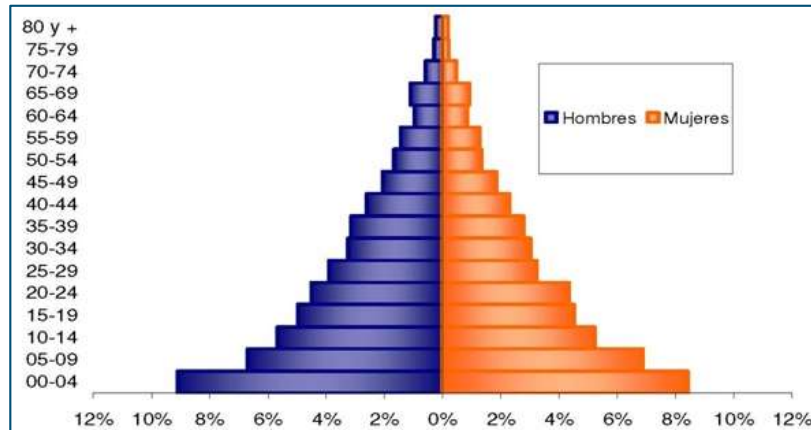


Imagen 12. Distribución poblacional años previos al inicio de las actividades de proyecto. Fuente DANE, 2010. https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/99000T7T000.PDF

Acorde a la forma piramidal de la gráfica poblacional, se asume la población de tipo progresivo, donde los jóvenes dominan fuertemente.

Posterior a la implementación, para el año 2016, la población se estimaba en 73,702 habitantes, es decir un incremento del 31% en un periodo de seis años, con un estimado de 0.73 habitantes por km², siendo aun baja para el tamaño del territorio.

Habitantes en el departamento Vichada.

- No. Habitantes Cabecera: 30,660
- No. Habitantes Zona Rural: 43,042

Total: 73,702

De estos habitantes, se mantiene el porcentaje de la población laboralmente activa, seguramente por la tendencia mayoritaria de población joven que se presentaba previo al 2010. Sin embargo, tal como lo muestra la tabla Tabla 7, la población joven comienza a disminuir y a predominar la población adulta. Se podría interpretar que a futuro la población laboralmente activa comience a reducir si la tendencia etaria se mantiene, lo que podría implicar posibles dificultades para encontrar mano de obra en el territorio. Sin embargo, debe resaltarse que la mayor parte de la población (58%) se concentra en el área rural, por lo cual el aporte a la generación de empleo en sector rural es un gran aporte del proyecto al desarrollo del territorio

Tabla 7. Distribución etaria para el departamento del Vichada, año 2016²⁵.

Rangos de edad	>1 año	1-4	5-14	15-44	45-59	>60
Total, por edad	2094	8115	18554	31621	8228	5090
Porcentaje (%)	2.84	11.01	25.17	42.90	11.16	6.91

Ahora, una mirada más detallada sobre el municipio de La Primavera, donde se centran las actividades del proyecto, refleja, que a pesar de ser el segundo municipio más grande de Colombia (más grande incluso que otros departamentos del país), solo cuenta con el 21,5 % de la población del Vichada, con un total de 15,886 habitantes (Tabla 8), del cual se estima un 16% de población indígena. Y el promedio de personas por kilómetro cuadrado es de 0.74, que es consistente con el promedio departamental.

Tabla 8. Distribución poblacional para los diferentes municipios del Vichada.

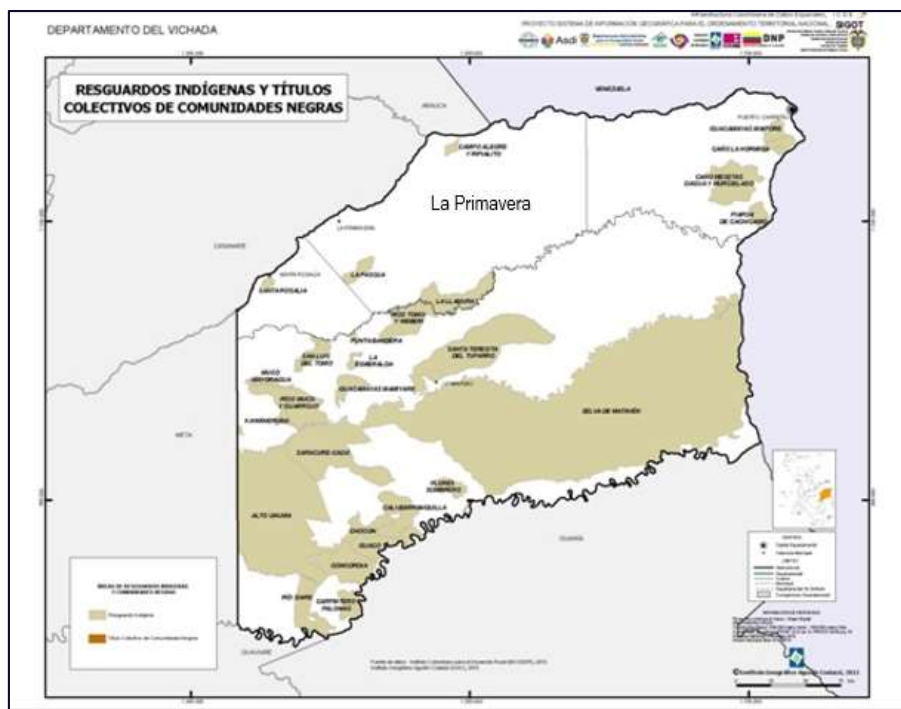
Municipios	Habitantes por departamento								Total	% sobre total Mpio.
	Distribución por rangos de edad						Distribución por sexo			
	<1 año	1-4	5-14	15-44	45-59	>60	Hombres	Mujeres		
<u>Municipio - Puerto Carreño</u>	382	1,580	3,792	7,890	1,650	706	8,420	7,580	16,000	21.71
%	2.39	9.88	23.70	49.31	10.31	4.41	52.63	47.38	100	
<u>Municipio - Santa Rosalía</u>	132	498	1,048	1,664	503	231	2,076	2,000	4,076	5.53
%	3.24	12.22	25.71	40.82	12.34	5.67	50.93	49.07	100	
<u>Municipio - Primavera</u>	411	1,642	3,774	6,715	2,253	1,091	7,979	7,907	15,886	21,55
%	2.59	10.34	23.76	42.27	14.18	6.87	50.23	49.77	100	
<u>Municipio - Cumaribo</u>	1,169	4,395	9,940	15,352	3,822	3,062	18,862	18,878	37,740	51.21
%	3.10	11.65	26.34	40.68	10.13	8.11	49.98	50.02	100	

1.9.9 Distribución poblacional.

Según (INCODER, 2012), para todo el departamento del Vichada existen registrados 31 resguardos indígenas ocupando un área total de 3,557,432.82 hectáreas, albergando un total de 3,947 familias.

Los asentamientos humanos están conformados por población colonizadora, por inmigrantes del resto del país y por grupos étnicos. Según (DANE, 2012) citado en el portal *Geographiando 2.0*, la proyección total de la población indígena para el departamento en el 2012 es de 27,596 habitantes, concentrada especialmente en los Municipios de Santa Rosalía, Carreño y especialmente en Cumaribo, donde se presentan las mayores masas de bosque natural tropical del Vichada en la transición Orinoquia- Amazonia. En el municipio de La Primavera por su parte, para los años previos al inicio de las actividades, concentraba una baja población indígena, en específico tres resguardos indígenas (Campo Alegre y Ripialito, La Pascua y La Llanura), las tres correspondientes al pueblo Guahibo y abarcando solo el 4.7% del territorio del municipio de La Primavera (Mapa 6).

²⁵ <http://www.vichada.gov.co/indicadores/poblacion-2016>



Mapa 6. Distribución de la población indígena en el Departamento del Vichada. Fuente: Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial – (SIG-OT), 2010)²⁶.

Economía y sociedad.

La ganadería es el primer eslabón de la economía del municipio de La Primavera, se estima que más del 50% de las cabezas de ganado del departamento están en el Municipio. Para el 2014 se estimaba un número de 125,750 cabezas de ganado. Una actividad extensiva donde se estima que solo el 3% de los predios dedicados a la ganadería ha implementado mejoramiento de praderas²⁷. La principal actividad económica del Municipio es la ganadería desarrollada de manera extensiva en hatos – fincas - fundos, con bajos costos de producción porque se realiza de manera tradicional, utilizando pasturas nativas, con escasa tecnología y baja eficiencia.

La Primavera - Vichada, cuenta con un 90% (21,415.78 km²) de los suelos rurales dedicado a la ganadería especialmente de cría y levante (terneros en destete y crecimiento). La capacidad de carga ganadera se estima en 0.06 cabezas de ganado por hectárea en el municipio, valor que sustenta denominada como extensiva, y que esta significativamente por debajo del promedio nacional que se estima en 0.65 unidad de gran ganado por hectárea (Viloria, 2003²⁸) aportando solo al 1% de las cabezas bovinas del país. Si bien, la actividad ganadera es la principal fuente de ingresos del municipio esta requiere de poca mano de obra, pues grandes hatos pueden ser manejados por muy pocas personas bajo las maneras tradicionales de producción.

²⁶ <http://sigotvg.igac.gov.co:8080/>

²⁷ Plan de desarrollo La Primavera 206-2019. http://laprimaveravichada.micolombiadigital.gov.co/sites/laprimaveravichada/content/files/000110/5457_pddlpv.pdf

²⁸ Viloria, J. 2003. La ganadería bovina en las llanuras del Caribe colombiano. BANCO DE LA REPUBLICA. <https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER-40.pdf>



Mapa 7. Aporte de las cabezas boninas por departamento al inventario nacional (2014). Tomado de: Censo Nacional Agropecuario 2014²⁹.

Otras fuentes de ingresos están relacionadas con la producción de algodón, maíz, y plátano, cuyas producciones se logran con sistemas tradicionales y una mínima técnica en las vegas de los ríos Meta, Orinoco y Guaviare. La agricultura, incipiente, tiene como destino sólo el autoconsumo a causa de las condiciones de aptitud del suelo, limitación de la mano de obra y altos costos de producción y transporte.

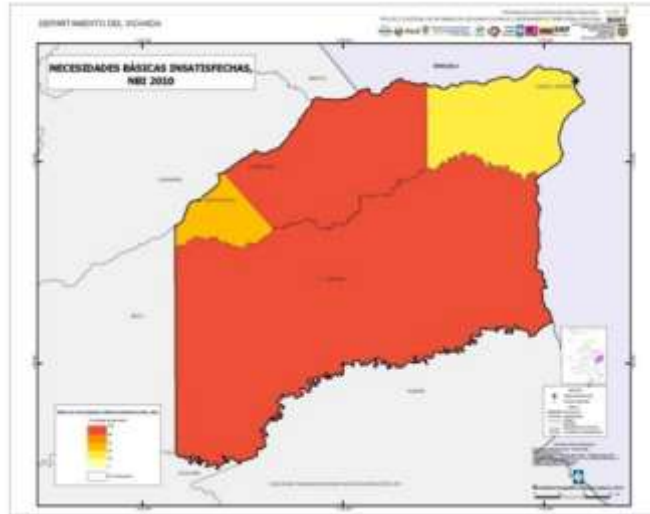
En cuanto a las necesidades básicas insatisfechas (NBI) en el departamento del Vichada, para los años previos a la implementación de las actividades del proyecto, oscilaban entre el 66% al 100% para el periodo 2005-2010³⁰, mejorando levemente las condiciones de NBI para los demás municipios y mantenido valores altos de NBI para La Primavera al final del periodo. De allí, que la propuesta de proyecto espera contribuya de manera significativa a la generación de empleo, al mejoramiento en las condiciones de vida de la población y a la economía del territorio. Indicadores referentes sobre los que espera aportar la iniciativa de proyecto forestal.

²⁹ https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/avanceCNA/PPT_9.pdf

³⁰

https://sigot.igac.gov.co/sites/sigot.igac.gov.co/files/sigot/Mapas%20Tematicos/Departamentales/Vichada/Vichada_NBI_2005_V2_2012_01_18.pdf

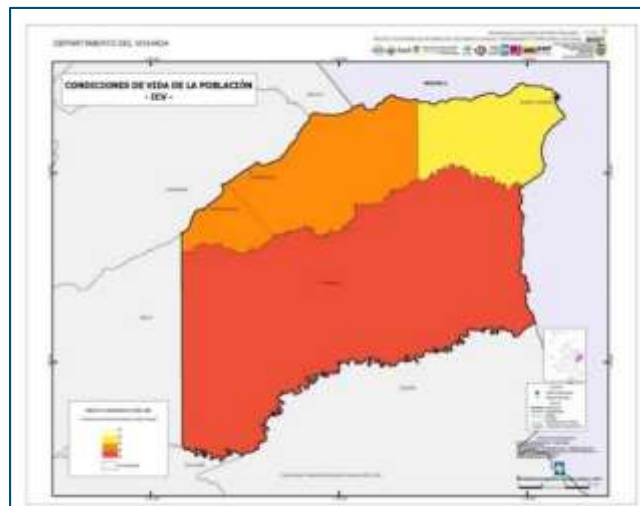
<http://www.odc.gov.co/portals/1/regionalizacion/caracterizacion/RE082015-caracterizacion-regional-problematika-asociada-drogas-ilicitas-vichada.pdf>



Mapa 8. Necesidades básicas insatisfechas departamento del Vichada año 2010. Tomado de: https://sigot.igac.gov.co/sites/sigot.igac.gov.co/files/sigot/Mapas%20Tematicos/Departamentales/Vichada/Vichada_NBI_2005_V2_2012_01_18.pdf

Índice de Condiciones de Vida. Vichada.

Según el Departamento Nacional de Planeación (DNP) con datos del 2005 citado por (Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIG-OT), 2010), solo Puerto Carreño tiene un Índice de Condiciones de Vida (ICV) superior a 70, el resto del departamento presenta valores entre 25 y 70. Como se aprecia, los municipios al estar más alejados de la frontera con Venezuela y distantes del interior del país, sus condiciones de calidad de vida se ven reducidos por aspectos relacionados con deficiencias en las vías de comunicación que mejoren el comercio, las fuentes de empleo, los ingresos precipita en la población económicamente activa y la inversión estatal. Esto hace del departamento y del municipio de La Primavera un territorio rico en tierras, pero pobre en inversión estatal.



Mapa 9. Condiciones de vida de la población del Vichada. En amarillo las mejores condiciones y en rojo y sus transiciones las peores condiciones de vida. Tomado de: https://sigot.igac.gov.co/sites/sigot.igac.gov.co/files/sigot/Mapas%20Tematicos/Departamentales/Vichada/Vichada_ICV_Total_V2_2012_01_18.pdf

1.10 BENEFICIOS SOCIALES ESPERADOS

Dentro de los beneficios sociales se encuentran la generación de empleo directo e indirecto, la tecnificación de la mano de obra, el desarrollo de infraestructura productiva y social que le puede servir a otros proyectos, la demostración local de cómo actividades de reforestación aporta económicamente al desarrollo sostenible de la región, generación de alternativas productivas y fuentes de empleo (una hectárea de reforestación emplea más mano de obra que la ganadería extensiva). La futura cadena de transformación de la madera asociada al ciclo productivo forestal del proyecto va a requerir de formación y cualificación de personal, promoviendo nuevas capacidades laborales a la comunidad.

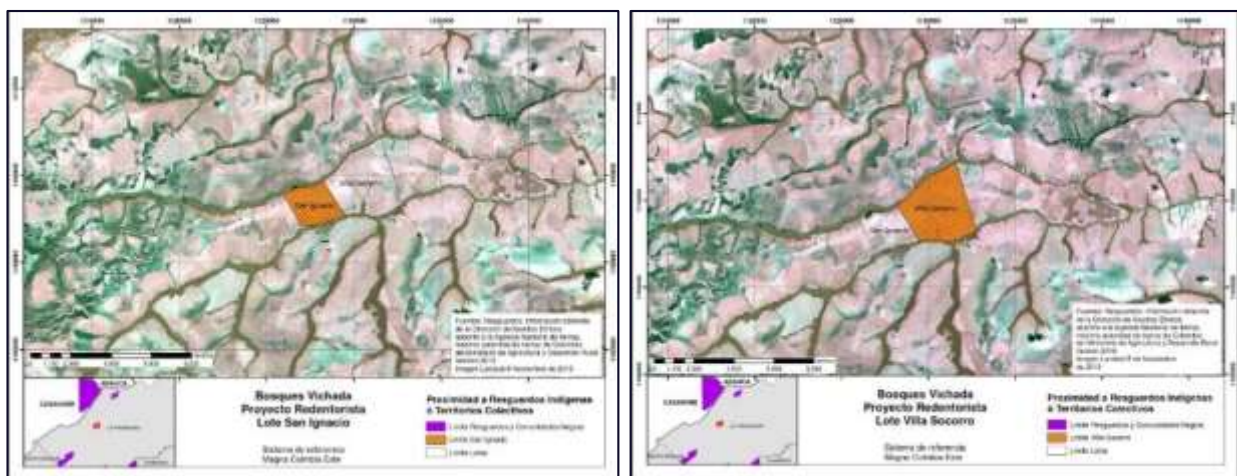
1.11 IDENTIFICACIÓN DE COMUNIDADES ÉTNICAS EN EL TERRITORIO.

Acorde al literal 5.1 de la norma NTC 6208, en la que se solicita la notificación de la presencia de comunidades indígenas y negras. Como se destallo en el contexto social y poblacional, el departamento del Vichada tiene una mayoría de presencia de comunidades indígenas. Basados en este elemento se desarrolló el análisis de identificación espacial de comunidades étnicas en las áreas de intervención del proyecto y se sustenta con la certificación del ministerio del interior cumpliendo con el requerimiento de la norma NTC6208.

Paso 1. Se consultan fuentes de información territorial nacional relacionadas con la tenencia de la tierra. Para este aspecto se consideran las comunidades que son reconocidas por el ministerio del interior y a las cuales se les ha otorgado mediante resolución nacional títulos colectivos. Esta información se cruza con la información espacial sobre los predios que serán vinculados con la propuesta de proyecto.

Como resultado de este proceso, se ha detallado, el departamento del Vichada solo cuenta con tres resguardos indígenas reconocidos y que poseen territorios en el departamento. Ellos son La Llanura, Campo Alegre y Ripialito, y La Pascua. Este último es quizás el más cercano a las áreas de proyecto, ubicado a una distancia cercana a los 6.5 km. Mostrando la no presencia de las comunidades en las áreas de los proyectos (Mapa 10).

Paso 2. Como complemento y requerimiento de la NTC 6208, el ministerio del Interior en resolución No 000000183 del 27 de julio del 2012, se entrega certificación de la NO presencia de comunidades negras o indígenas en el área de influencia directa del proyecto (ver **Anexo O**. Presencia de comunidades).



Mapa 10. Ubicación de los núcleos del proyecto y comunidades étnicas

1.12 ANÁLISIS DE ELEGIBILIDAD DE LAS ÁREAS EN EL PROYECTO.

Para el análisis de coberturas dentro de los límites del proyecto, se tuvo en cuenta la reglamentación existente para Colombia a través de su Autoridad Nacional Designada (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Rural), según la cual la definición de bosque para Colombia es (ver anexo K):

Superficie mínima de tierras de 1.0 hectáreas (ha) con una cubierta de copas (o una densidad de población equivalente) que excede el 30% y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima de 5 metros (m) a su madurez in situ³¹.

Con esta definición, y basados en la norma NTC 6208 (literal 5.2 a), que determina que las áreas desprovistas de coberturas boscosas por lo menos diez (10) años antes del inicio de las actividades de proyecto se consideran como áreas elegibles para el proyecto de carbono. Es así como determinó que aquellas áreas que poseían coberturas de *Bosque de Galerías, Agua y Nubes*, en cada uno de los núcleos evaluados, no serían consideradas como áreas potencialmente elegibles. Por su parte, áreas con *pastos y tierras eriales³²* serán potencialmente elegibles.

El análisis de elegibilidad debe llevarse a cabo mediante un análisis multitemporal de imágenes de satélites, a través de lo cual se determinan los cambios en las coberturas de uso de la tierra (con base en las categorías *Corine Land Cover* adaptadas para Colombia).

Los mapas de cobertura y uso del suelo fueron producidos a partir de la interpretación de imágenes de satélite. Para tal fin, se siguieron los siguientes pasos:

1. Selección de imágenes satelitales
2. Preprocesamiento
3. Identificación de coberturas

Paso 1. La selección de imágenes se hizo a través de portales de imágenes de distribución gratuita, teniendo en cuenta la fecha que la fecha de toma fuera previa al establecimiento de las plantaciones. Para facilitar los procesos y ser costos efectivos en los análisis, se desarrollaron análisis unificados para las áreas de cuatro iniciativas de proyectos de carbono forestal asesorados técnicamente por la entidad Proyectos Forestales en la región de La Primavera, Vichada. Estas iniciativas incluyen las áreas del proyecto **Forestal Redentoristas**.

1.12.1 Descripción de las áreas de trabajo

Las áreas por analizar corresponden a agrupaciones de predios que se encuentran localizados en el municipio La Primavera en el departamento del Vichada. Para el desarrollo de los mapas de bosque no bosque se crearon áreas generales que abarcaran los conglomerados de predios de los cuatro proyectos, para facilitar el procesamiento de las imágenes de satélite de manera unificada (ver Imagen 13).

³¹ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2005.

³² Sin cultivos, ni manejo productivo identificado.

1.12.2 Localización general

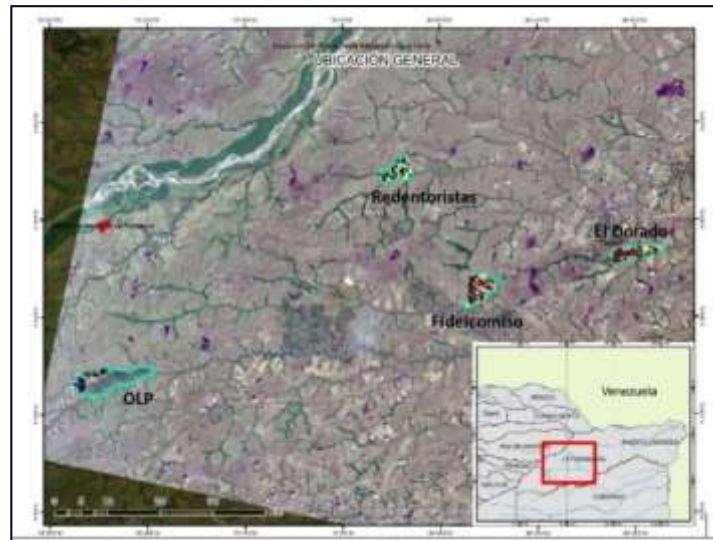


Imagen 13. Distribución espacial de las iniciativas de proyectos de carbono forestal en La Primavera, Vichada, base de los análisis espaciales de elegibilidad.

El núcleo compuesto por las áreas de los predios Villas del Socorro y San Ignacio, se identifican en el Mapa 11.



Mapa 11. Ubicación de los lotes del proyecto Redentoristas, predios San Ignacio, y Villa del Socorro. El área de los dos predios para elegibilidad es de 1,418.39 ha, y con un área sembrada en modelos comerciales carbono es de 1,383.12 ha.

Las imágenes seleccionadas fueron imágenes ASTER del 2001, 2007 y una imagen Landsat 8 de noviembre de 2013³³, cumpliendo con el intervalo de 10 años antes del inicio del proyecto.

³³ El proyecto al estar articulado con otras tres iniciativas independientes de carbono forestal en el mismo núcleo productivo, desarrolló análisis en conjunto por lo cual se consideró la imagen del 2013 para todas las iniciativas.

Paso 2. Preprocesamiento. Para el evaluar la dinámica de las coberturas y uso del suelo en el área de estudio se requiere hacer un monitoreo retrospectivo para las tres (3) fechas en el tiempo, a partir de la fecha de inicio del proyecto (exceptuando la fecha 2013). Como se mencionó, las fechas seleccionadas fueron los años 2001, 2007 y 2013. Las imágenes seleccionadas por cada fecha fueron georreferenciadas con respecto a los lotes, con el fin de obtener una cuantificación de áreas adecuada para cada predio. De allí que el Preprocesamiento de las imágenes permite Georeferenciación adecuada de las imágenes, con el fin de obtener consistencia posicional para identificar las coberturas en las áreas elegibles.

Para la imagen *Landsat* utilizada en la producción de los mapas de 2013, fue necesario hacer un proceso de refinamiento espacial mediante el uso de la banda pancromática, con el fin de obtener una resolución espacial compatible con las demás imágenes como la *Aster* y así hacer una cuantificación de áreas homologable entre las fechas de análisis.

Paso 3. Identificación de coberturas. Empleando la capa de bosque no Bosque, realizada para cada uno de los lotes y mediante identificación visual, fueron definidas las coberturas para cada uno de los lotes analizados, utilizando la leyenda nacional de cobertura y uso del suelo Corine *Land Cover*³⁴. El nivel de detalle, con el cual fueron definidas las coberturas fue el nivel 3, que permitió discriminar las áreas agrícolas de pastos y los bosques de galería presentes en cada uno de los lotes.

Los mapas de bosque no bosque son generados a partir del resultado de la clasificación de las imágenes de satélite seleccionadas para cada fecha. La categoría de No bosque agrupa las coberturas vegetales y antrópicas que no corresponden a bosque y los cuerpos de agua, por lo cual las clases de “No bosque” y “cuerpos de agua” fueron agrupadas para generar las salidas gráficas de cada uno de los predios a analizar. Es de resaltar que las coberturas correspondientes a no bosque en las áreas analizadas corresponden históricamente a zonas dedicadas a pastizales no manejados y que durante años estuvieron sometidos a procesos de quemadas anuales para la regeneración de estos. Aspecto que ha llevado a la degradación de sus suelos y a la pérdida de sus propiedades físicas y químicas (ver, Origen de la Sabana en los Llanos Orientales³⁵).

Para Colombia la definición de bosque en general está determinada por una variable espacial (área) y dos estructurales de la cobertura (altura de árboles y cobertura de copa). Es así como bosque se refiere a las áreas ocupadas principalmente por árboles y otras especies vegetales que cuentan como mínimo con un área de una (1) hectárea, una altura mínima de dosel de 5 metros y una densidad de cobertura de copa arbórea de 30% (Ortega et al, 2010) y es la definición entregada ante las Naciones Unidas para los proyectos relacionados con el cambio del uso del suelo. Esta condición se aplica para la valoración de existencias de bosque o su promoción (nuevos bosques que se esperan establecer, restaurar o enriquecer).

1.13 RESULTADOS ELEGIBILIDAD

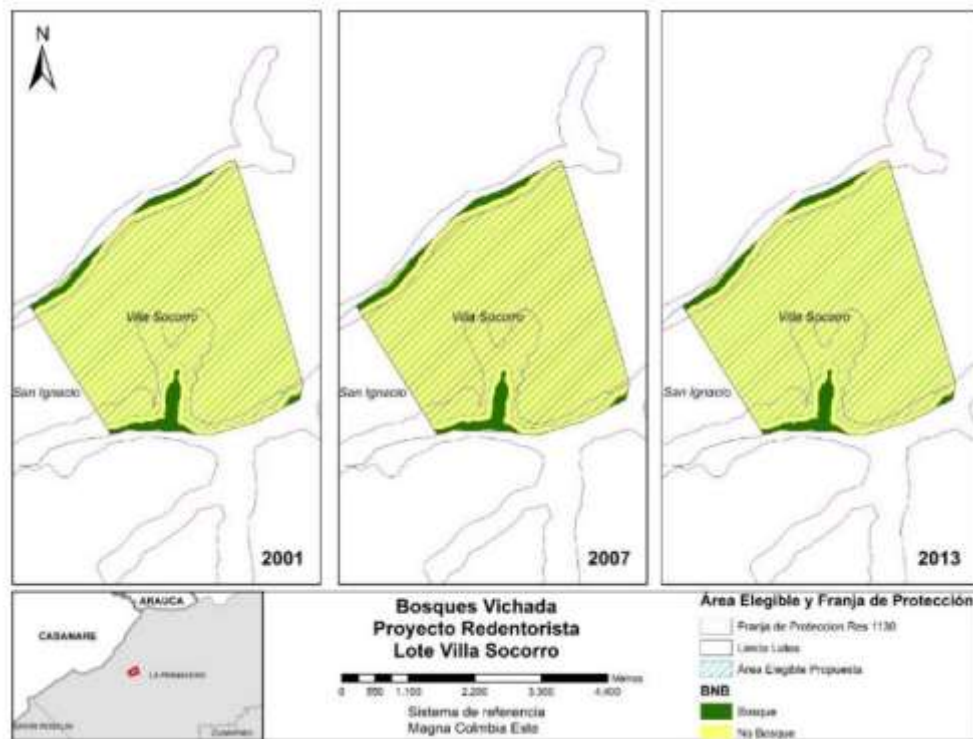
³⁴ La metodología CORINE (*Coordination of Information on the Environmental*) Land Cover adaptada para el país. Esta metodología tiene como propósito la realización del inventario homogéneo de la cubierta biofísica (cobertura) de la superficie de la tierra a partir de la interpretación visual de imágenes de satélite asistida por computador y la generación de una base de datos geográfica.

³⁵ Agroecología y Biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia. http://www.bdigital.unal.edu.co/6627/1/AGROECOLOG%C3%8DA_Y_BIODIVERSIDAD_DE_LAS_SABANAS_EN_LOS_LLANOS_ORIENTAL_ES_DE_COLOMBIA.pdf.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, muestra los resultados de las áreas sin bosque (áreas con cobertura de pastos no manejados) para cada uno de los años de análisis (periodo 2001-2013³⁶), que cubre el periodo de la fecha de inicio del proyecto Redentoristas). Los resultados de los análisis espaciales para cada año evaluado se aprecian en los Mapa 12, Mapa 13. Estas áreas son las que finalmente se muestran como elegibles para el desarrollo del proyecto de carbono forestal.

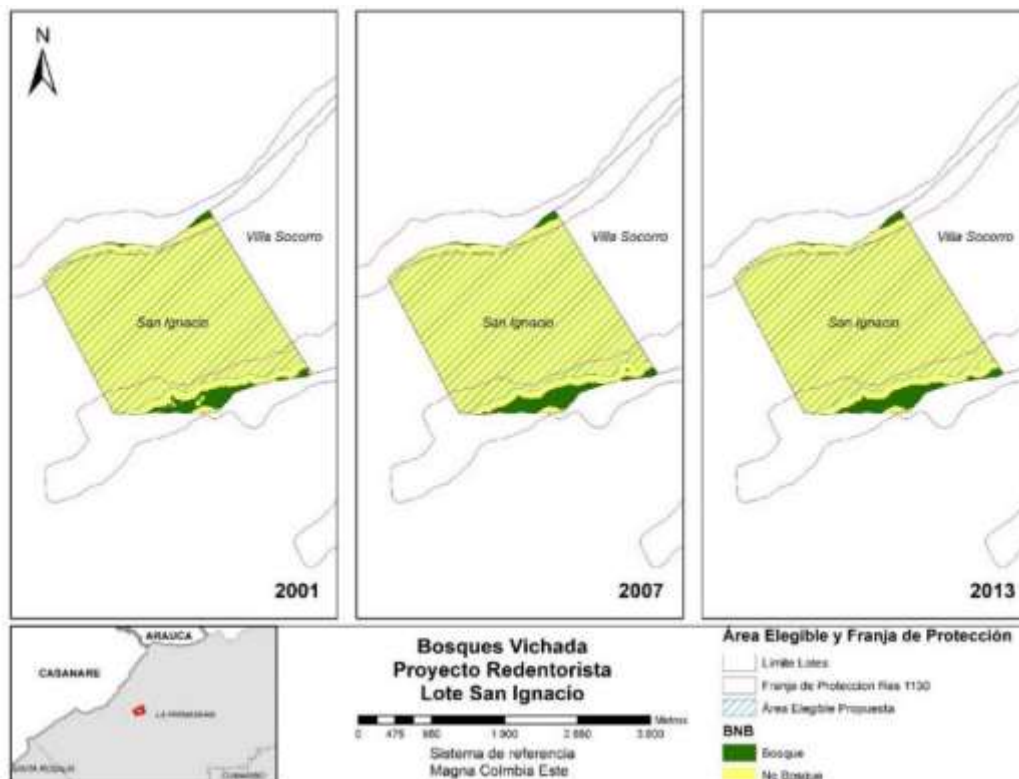
Tabla 9. Resultados para el análisis de elegibilidad basados en cuestiones metodológicas y en resoluciones de la corporación para áreas de protección de fuentes hídricas 2001, 2007 y 2013.

Proyecto	Lote	Área (Ha)				Área Total de Proyecto	Total, Área Elegible (sin descuento de Corporación).	
		Bosque	No Bosque	Área Predio	Área Elegible			
2001	Proyecto Redentorista	Villa Socorro	65.87	1,233.60	1299.47	1,138.03	1,862.06	1,625.20
	San Ignacio	28.19	534.40	562.59	487.17			
2007	Proyecto Redentorista	Villa Socorro	64.84	1,234.63	1,299.47	1,140.40	1,862.06	1,625.41
	San Ignacio	28.83	533.76	562.59	485.01			
2013	Proyecto Redentorista	Villa Socorro	65.87	1,233.60	1,299.47	1,138.03	1,862.06	1,625.20
	San Ignacio	28.19	534.40	562.59	487.18			



³⁶ En el año 2013 las áreas elegibles con referencia a los años 2001 y 2007 analizados y elegibles, ya contaban con algunos lote s elegibles con siembras iniciadas en el año 2012 (año de inicio).

Mapa 12. Áreas sin cobertura histórica de bosque (pastos) que cumplen elegibilidad en el lote Villa del Socorro. La línea roja define la elegibilidad con descuento de las áreas de retiro o de protección definidas por la corporación ambiental Corporinoquia.



Mapa 13. Áreas sin cobertura histórica de bosque (pastos) que cumplen elegibilidad en el lote San Ignacio. La línea roja en los cuadros superiores define la elegibilidad con descuento de las áreas de retiro o de protección definidas por la corporación ambiental Corporinoquia. En este lote solo se consideran las áreas con rodales comerciales sembrados.

Las **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, muestra los resultados de hectáreas elegibles para cada año y predio evaluado.

De los resultados finales de elegibilidad, tomando como elegible todas las áreas que no estaba con coberturas de bosque por lo menos 10 años antes del inicio del proyecto (como se detalla en la tabla anteriores), se hacen los descuentos de áreas consideras como retiros de protección de cauces de ríos, quebradas, caños y sus nacimientos, tal como lo definen los procedimientos establecidos por la corporación CORPORINOQUIA (Resolución 1130 del 2011³⁷). Al incluir las restricciones mencionadas, se hacen descuentos a las áreas eligibles por proyecto quedando la factibilidad en áreas de la siguiente manera:

Tabla 10. Área elegible con descuento de las zonas de retiro definidas por la corporación.

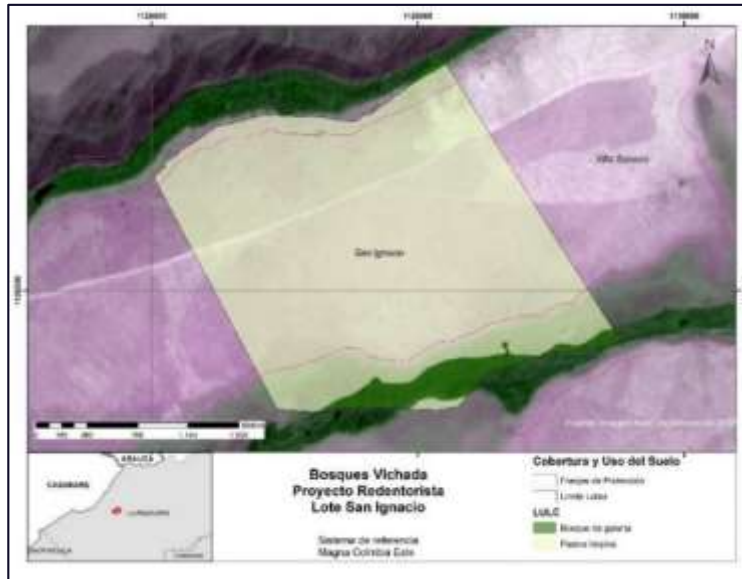
Proyecto	Predio	Predio (ha)	Elegibilidad Final descuento resolución 1130. Corporación (ha)	Total
Redentoristas	Villa Socorro	1,299.47	983.225	1,418.39

³⁷ Por medio de la cual se definen los criterios regionales para el desarrollo de proyectos forestales, agrícolas y agroindustriales en la jurisdicción de Corporinoquia. http://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2011/48139/r_corporinoquia_1130_2011.html

	San Ignacio	562.59	435.171	
--	--------------------	--------	---------	--

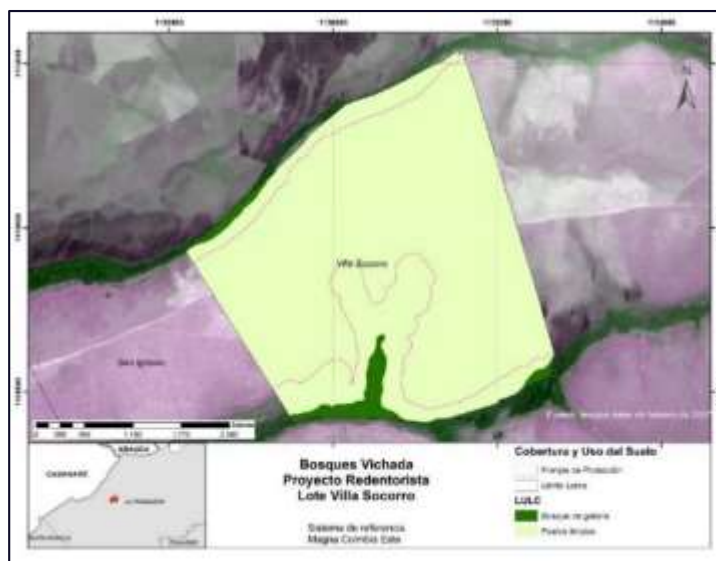
1.14 TIPOS DE COBERTURAS EN LAS ÁREAS ELEGIBLES.

Luego de identificar la elegibilidad de las áreas con relación a su no presencia de cobertura boscosa en por lo menos los 10 últimos años, se logra identificar el uso del suelo en la línea base de pastizales (ver recuadro del análisis uso del suelo metodología *Corine Land Cover*³⁸) (Mapa 14 y Mapa 15) donde el 99% del área elegible previo al establecimiento de los modelos de rodal son pastizales limpios.



Mapa 14. Usos del suelo en las áreas elegibles correspondientes a coberturas no bosque en el predio San Ignacio

³⁸ la metodología CORINE (*Coordination of Information on the Environmental*) Land Cover adaptada para el país. Esta metodología tiene como propósito la realización del inventario homogéneo de la cubierta biofísica (cobertura) de la superficie de la tierra a partir de la interpretación visual de imágenes de satélite asistida por computador y la generación de una base de datos geográfica.



Mapa 15. Usos del suelo en las áreas elegibles correspondientes a coberturas no bosque en el predio Villa del Socorro.

Las imágenes, procesos y resultados del análisis se encuentran en el anexo F. (Análisis espaciales ex ante)

2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES EN EL SECTOR FORESTAL QUE CONSTITUYEN EL PROYECTO FORESTAL DE MITIGACIÓN.

2.1 ESPECIES Y TÉCNOLOGÍA PROPUESTAS EN EL PROYECTO DE CARBONO.

2.1.1 Modelos de rodal propuestos para el proyecto

A continuación, se presenta la descripción de cada modelo de rodal y algunas actividades específicas.

2.1.1.1 Modelo de rodal Comercial

El modelo comercial será establecido en áreas que actualmente se encuentran en pastos abandonados y pastos manejados donde se realizaban actividades de ganadería extensiva. Por estas condiciones y la necesidad de generar un área de transición entre las matrices de pastos con las áreas de bosque, se propone realizar plantaciones comerciales monoespecíficas con las siguientes especies: *Pinus caribaea*, *Acacia mangium* y *Eucalyptus pellita* en la actual propuesta de proyecto.

Uno de los objetivos del modelo comercial es fomentar la restauración ecológica de las áreas aledañas al generar conectividad entre fragmentos de bosques nativos, ser zona de tránsito seguro de dispersores de semillas como la avifauna, roedores y mamíferos, y aportar a la protección de la biodiversidad faunística.

2.1.1.2 Modelo de rodal para la regeneración natural pasiva en áreas de protección.

El sistema de áreas de protección para la regeneración natural pasiva, constituido por **37.92** ha, se fundamenta en la protección de las áreas aledañas a los bosques de galería, las cuales hasta el inicio del proyecto estaban dedicadas a la ganadería. Así mismo, se incorporan a este modelo 7.84 ha con la especie nativa *S. amara*, para la promoción de la restauración. El modelo de regeneración pasiva pretende desarrollar una recuperación gradual de las coberturas boscosas naturales de la región. Este modelo se desarrolla en las áreas no aptas para la actividad forestal comercial (sitios denominados como bajos o espacios con limitantes edafológicas para las especies) y que están interconectadas

con las zonas de los bosques de galería presentes en los predios. Para esto, se eliminan las actividades que reducen las posibilidades de recuperación natural del ecosistema como es el pastoreo y la quema de los pastizales, dejando que el proceso natural de recuperación se genere. Este modelo complementa las acciones de conexión ecológica entre parches de bosques natural y bosques de galería, actuando como puente entre ellos con las plantaciones forestales. Al ser pasiva, se deja que la dispersión de semillas, desarrollada de modo natural (por la fauna, aire o agua) enriquezca el banco de semillas del suelo cercano a los parches de bosque, y comience el proceso de recuperación. Con este modelo se espera que, a largo plazo, dichas áreas tengan las mismas características de composición y estructura florística de los bosques adyacentes cumpliendo las mismas propiedades funcionales de los ecosistemas naturales de la región.

2.1.2 Especies.

En este aparte se detallan las especies del modelo comercial, pues la regeneración natural pasiva se verá promovida por la oferta de semillas de las zonas boscosas naturales adyacentes al proyecto. Es de destacar, que por la continua e histórica quema de los pastizales en la región, es posible no se tenga una disponibilidad del banco de semillas forestales nativas en el suelo, para lo cual los dispersores son claves para el proceso de recuperación.

La selección de las especies para el establecimiento de plantaciones forestales en la propuesta de proyecto se fundamentó en la evaluación de las propiedades biofísicas de la región y el conocimiento de sus paquetes tecnológicos (Trujillo, 2011³⁹). Así mismo, se resalta que tradicionalmente han sido empleadas para la reforestación en Colombia, específicamente en la Orinoquía colombiana (CONIF, 1998⁴⁰). El modelo comercial hará uso de dos especies principales *P. caribaea* y *E. pellita* y de las cuales se establecerán **1,186.33 ha (88% del modelo comercial)**, **113,85 ha (8,4% del modelo del modelo comercial) respectivamente. Una menor proporción la tendrá la *Acacia mangium* con 1,69 ha (0,1%).**

- ***Pinus caribaea* Morelet.**: la especie se adapta muy bien al manejo de la regeneración natural y es el único pino tropical que crece de manera natural a bajas elevaciones. También, por su capacidad de crecer en prácticamente cualquier tipo de suelo, es una de las especies de pino más plantadas a nivel mundial. Se utiliza en plantaciones puras, a lo largo de linderos, cortinas rompevientos, para el control de erosión, y recuperación de cuencas y sitios degradados. Este pino se cultiva extensamente en plantaciones a través de los Trópicos húmedos. (CATIE *et al.* 2006, USDA 2006). Este pino, se utiliza para la producción de resinas y madera para aserrío. Se estima la necesidad de un volumen total anual de 220,000 m³ transformados para la elaboración de machimbre, tablados, muebles, carpintería, para cubrir la demanda de parte de los departamentos del Casanare, Meta, Santander y la ciudad de Bogotá. En la Orinoquia, el pino caribe se desarrolla en suelos poco fértiles, con drenajes buenos en zonas de piedemonte; generalmente no crece sobre suelos con drenajes defectuosos o con una capa dura e impermeable; crece en suelos arenosos con buen drenaje, pH ácido que varía de 4.3 a 6.5; resiste los suelos salinos, arcillosos y pesados (Imagen 14).
- ***Eucalyptus pellita* F. Muell.**: esta especie crece entre los 0 y 700 metros de altitud, requiere temperaturas entre 24 y 30°C, precipitaciones medias anuales entre 635 y 3000 mm, crece en las zonas de vida de bosque

³⁹ Trujillo, E. 2011. Pino Caribe: El Multipropósito Fuerte de su Género. Revista de la Madera y El Mueble. Edición 71 - Mar / May 2011.

⁴⁰ CONIF. 1998. Guía para plantaciones forestales comerciales. Orinoquia. 48 pág.

seco y bosque húmedo tropical, tolera pendientes de 15-25%, requiere suelos bien drenados, ligeramente ácidos y profundos (Imagen 14).

- **Acacia mangium Willd.:** es una especie de rápido crecimiento que se adapta fácilmente a suelos pobres, por lo cual es utilizada en programas de reforestación de áreas degradadas, recuperación y conservación de suelos y para controlar la erosión. Adicionalmente, presenta alta capacidad competitiva con otras especies (e.g. pastos), lo que facilita su establecimiento y cultivo (Trujillo 2007).



P. caribaea



E. pellita



A. mangium

Imagen 14. Especies forestales comerciales que hacen parte del proyecto

Las características ecológicas propias de cada especie (ej. requerimientos ambientales y edáficos) necesarias para que éstas se establezcan favorablemente en algún sitio, se describen en la Tabla 11. Estas condiciones de oferta ecológica y ambiental son propias de la Orinoquia Colombiana.

Tabla 11. Descripción general de las principales especies forestales comerciales seleccionadas en el Proyecto **carbono forestal Redentoristas**.

NOMBRE CIENTÍFICO	CONDICIONES CLIMÁTICAS							CONDICIONES FISIográfICAS		CONDICIONES EDÁFICAS				
	NOMBRE COMÚN	ALTITUD msnm	TEMP °C	PRECIPITACIÓN mm (ANUAL)	HUMEDAD RELATIVA	ZONA DE VIDA	PROVINCIA DE HUMEDAD	PENDIENTE %	TOPOGRAFÍA	DRENAJE	TEXTUR A	Ph	FERTILIDAD	PROFUNDIDAD SUELOS
<i>Eucalyptus pellita</i>	Eucalipto	0 -700	24 - 30	635 - 3000	Media	bs-T, bh-T	seco, húmedo	15-25%	Ondulado	Bueno	F,Ar, Ar	liger, ácido	deficiente , P, N	Profundo
<i>Pinus caribaea</i>	Pino caribe	0-1500	22 - 26	600 - 3500	Alta	bs-PM, bmh-PM, bh-PM	seco, húmedo, muy húmedo	10-25%	Ondulado	Bueno	A-Ar	casi neutro	poco fértil	Profundo
<i>Acacia mangium</i>	Acacia	0-1000	12-34	700-4500	Baja- Media	bs-T, bh-T	Seco a Muy húmedos	Planos a Inclinaados	Ondulados y con pendientes	Bien drenados	A, FA y ar	De ácido a neutro	Poco fértiles	Someros a profundos

2.2 TECNOLOGÍA APLICADA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS RODALES FORESTALES

Es de resaltar que las actividades de establecimiento y manejo forestal de los rodales comerciales, así como las áreas de regeneración natural se ajustan a las regulaciones de la autoridad ambiental regional CORPORINOQUIA. Las áreas con la implementación de modelos de regeneración natural serán exclusivamente de conservación y de recuperación natural en áreas de transición de bosques de galería y las plantaciones, que ha sido esencial para estructurar

propuestas más integrales relacionadas con la conservación del recurso hídrico, recuperación de áreas degradadas y promoción de corredores biológicos del territorio.

Ahora, dentro de procedimientos para la implementación del modelo comercial, se tienen los siguientes requerimientos: preparación de suelos, producción de vivero, establecimiento de la plantación, control de malezas, fertilización y regímenes de podas, entresacas y cosechas. Estas serán aplicadas de manera similar en la plantación de las dos especies comerciales. Sin embargo, los procedimientos específicos para cada una de las especies involucradas se encuentran detallados en el documento: “*Planes de Establecimiento y Manejo Forestal*” (anexo I). A continuación, se presenta una breve descripción de las actividades propuesta para la ejecución del proyecto.

2.2.1 Vivero

El material vegetal para la plantación se producirá en un vivero transitorio que para tal efecto se instalará en cada finca que compone el proyecto (Imagen 15). Se utilizará la mejor calidad de semilla y las plántulas se producirán en bolsas tubulares (sin fondo) de 40 mm de diámetro y 12 centímetros de altura, con buena resistencia y formación radicular. Las semillas para especies comerciales serán de proveedores certificados, como El Semillero S.A.⁴¹ y Refocosta⁴², principales proveedores de semilla certificada del país.



Imagen 15. Vivero forestal de la especie *Pinus caribaea*.

2.2.2 Establecimiento de la plantación

La plantación se ejecutará entre los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre que coinciden con los meses de mayor cantidad de lluvias en la región. Dentro de las especificaciones técnicas se tienen las siguientes:

- *Densidad de siembra*: la densidad de siembra será de 1.040 árboles por ha. Espaciados a 3,1 x 3,1 m en cuadro.
- *Diseño de la plantación*: será de rodales según los potreros en altillanura, sin incluir bajos⁴³.

⁴¹ <http://elsemillero.net/>

⁴² <https://www.refocosta.com/>

⁴³ Bajos: zonas con inundación periódica que limita el desarrollo de las raíces de las especies comerciales propuestas.

- *Preparación del terreno:* Inicialmente se hace un despeje de las malezas y corte de pastos altos con discos de corte soportados en tractores. Luego se realizará con maquinaria, con un paso de tractor con cincel (5-8 cm de ancho) para el subsolado, (Imagen 16). Esta práctica de cincelado previene alteraciones a los suelos, comparado con el arado tradicional que hace un volteo total del suelo. Se ha demostrado que esta práctica promueve la conservación de los suelos y el agua, mejorando sus propiedades físicas sin afectaciones a las condiciones químicas del mismo⁴⁴ (Amézquita et al, 2013⁴⁵). Este proceso justifica la no generación de emisiones o alteración significativa al reservorio de carbono del suelo (ver recuadro).



Imagen 16. Presentación general del arado con cincel en la preparación de los suelos previo a la siembra.

Cincelado de suelos en la Orinoquia.

La solución encontrada para manejar estos suelos, con el fin de que sean productivos y sostenibles, fue desarrollar en ellos una capa arable mediante la labranza vertical (con cincelos) para corregir ciertas condiciones físicas, agregarles cal y fertilizantes para enmendar sus condiciones químicas y sembrar en ellos, como componentes de la pastura, especies forrajeras y especies cultivadas mejoradas que se adapten a esas condiciones del suelo. De este modo, el fertilizante y las enmiendas agregadas promueven un crecimiento vigoroso de las raíces de las gramíneas en la pastura, que permiten aumentar la fijación del carbono atmosférico (por 'secuestro') en las capas profundas del suelo, así como reducir la nitrificación y la emisión de óxidos nitrosos desde el suelo, impulsar la actividad biológica del suelo y estabilizar su estructura física. Si los agricultores desarrollan la idea del establecimiento de una capa arable y combinan esta tecnología de manejo del suelo, ya sea con cultivos de especies de forrajes y de cultivos adaptados a suelos ácidos en sistemas agropastoriles o ya con componentes arbóreos en sistemas silvopastoriles, tendrán (los agricultores) los instrumentos y la tecnología para transformar las sabanas colombianas, elevando así la productividad agrícola y mitigando además el cambio climático

*Tomado de: **Sistemas agropastoriles: Un enfoque integrado para el manejo sostenible de Oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia** Amézquita et al (2013).*

- Simultáneamente con esta operación se aplicarán correctivos de acidez del suelo con enmiendas de Cal Dolomítica y calfos.
- *Trazado:* se ejecutará con cuerdas de polipropileno en dirección occidente – oriente conservando calles de 3.1 m y distancias entre hileras de 3.1 m (Imagen 17), para un total de 1,040 árboles por ha.

⁴⁴ <http://www.fao.org/3/ar804s/ar804s.pdf>

⁴⁵ Amézquita, E; Rao, I; Rivera, M; Corrales I y Bernal J. (Eds). *Sistemas agropastoriles: Un enfoque integrado para el manejo sostenible de Oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Documento de Trabajo CIAT No. 223. 288 p. <https://core.ac.uk/download/pdf/132664986.pdf>



Imagen 17. Trazado y siembra manual de las plántulas.

- **Siembra:** se realizará retirando la bolsa sin desmoronar el pan de tierra y ejecutando una leve poda de raíz. Se debe presionar con los pies alrededor del árbol para evitar bolsas de aire en el hoyo.
- **Fertilización:** se ejecutará inmediatamente después de la siembra aplicando 100 g por árbol de una mezcla preparada con N, P, K, S y B (10-17-20/5-6-0.2), 40 g de Dap, 40 g de Sulfomag y 10 gr de Bórax del 48% por árbol, ósea 41.6 kg por hectárea de cada uno de los dos primeros productos y 1.04 kg por hectárea de bórax. Podrá considerarse la aplicación de otros elementos en caso de ser necesario y de acuerdo con un monitoreo nutricional (observaciones visuales y análisis de tejido vegetal foliar) de la plantación, se suministrarán los nutrientes requeridos.
- **Control fitosanitario:** se realizará un intenso control sanitario (manual, químico y cultural) para la hormiga arriera. Generalmente se aplicando insecticidas con termonebulizadora según las instrucciones del producto, en las bocas y calles de los hormigueros (Imagen 18) o mediante cebos (avena + jugo de naranja, etc) impregnados de insecticida. Estas acciones estarán complementadas con los controles necesarios dentro de un programa de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP) que incluye monitoreo y reportes oportunos. Se incluye un plan de capacitación interna para técnicos y operarios liderada por el director técnico del proyecto.



Imagen 18. Control fitosanitario

- **Control de fuegos:** los lotes comerciales, que cuentan generalmente con una extensión de 11 hectáreas, estará rodeada en sus contornos de líneas cortafuegos compuestas por vías, y caños. Este tipo de corredores no solo se implementarán en las zonas de los rodales comerciales, si no en las áreas adyacentes a los bosques naturales, zonas de retiro de protección a fuentes hídricas, así como a las zonas de regeneración natural pasiva (Imagen 19).



Imagen 19. Barreras o líneas cortafuego dentro de los rodales comerciales y en las zonas adyacentes a la regeneración natural pasiva.

Aunque los cortafuegos se limpiarán durante las estaciones secas, será necesario capacitar al personal para monitorear y controlar durante los períodos de alto riesgo con el equipo y los instrumentos adecuados para estas tareas, como bombas de espalda, batefuegos, palas, maquinaria y otras alternativas. Para ello, se adquirió una bomba de control para el proyecto. Además, se enfatizará en realizar un Programa de Prevención y Atención a los Incendios Forestales, que incluye capacitación de Brigadistas Forestales y técnicas forestales preventivas integrado a todos los núcleos de producción cercanos y en articulación con las instituciones locales (cuerpo de bomberos, corporación ambiental, alcaldía).

2.2.3 Plan de siembras.

Para el modelo de rodal comercial, las áreas fueron establecidas acorde al siguiente plan de siembras.

Tabla 12. Plan de siembras por especie y modelo de rodal. Las siembras con la especie *S. amara* se vincula al modelo de regeneración natural con siembra de especie nativa.

AÑO	Área (ha) por modelo de rodal y especie						Acumulada
	<i>P. caribaea</i>	<i>E. pellita</i>	<i>A. mangium</i>	Reg. N	<i>S. amara</i>	TOTAL	
2012	924.68	113.85	1.69	37.92	1.84	1,079.98	1,079.98
2013	221.14	0.00	0.00	0.00	0.00	221.14	1,301.12
2014	40.51	0.00	0.00	0.00	0.00	40.51	1,341.63
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,341.63
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,341.63
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,341.63
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,341.63
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,341.63
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,341.63
2021	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	1,347.63
Total	1,186.33	113.85	1.69	37.92	7.84	1,347.63	
%	88.0%	8.4%	0.1%	2.8%	0.6%	100.0%	

2.2.4 Plan de manejo forestal (sistema de siembras, uso de fertilizantes, turnos forestales, entre otros).

Los planes de manejo fueron proyectos para dar inicio en el año 2011. Sin embargo, el establecimiento de los rodales inició en 2012 con la aprobación del Certificado de Incentivo Forestal (Anexo B, Registros Forestales) y la preparación de los suelos.

Actividades relacionadas con las podas solo serán desarrolladas en las especies que no cuenten con poda natural. El **E. pellita** y la **A. mangium**, al presentar poda natural no contarán con esta actividad en el periodo de rotación.

En cuanto a la entresaca, esta se relaciona con reducción gradual de la densidad de árboles por hectárea, cuyo objeto es tener árboles con mayores diámetros y mayor valor comercial al final del turno. Se proyectan reducciones graduales, entresacando el 25% de los árboles remanentes. Se esperan una densidad final de rotal de **628** árboles por hectárea (Tabla 13), dependiendo de la calidad de los suelos y el desarrollo de los rodales.

Tabla 13. Proyección de las entresacas para el modelo de rodal comercial.

	Remanente (árboles/ha.)	Entresaca (árboles/ha.)	% de entresaca y cosecha final
Densidad inicial	1040		
Entresaca 1	780	260	25%
Entresaca 2	585	195	25%
Entresaca 3	439	146	25%
Turno final		439	100%

Sin embargo, estas entresacadas dependerán el desarrollo y supervivencia en los rodales, las cuales se redefinirá acorde a los resultados de las evaluaciones técnicas (Tabla 14).

El control de malezas y arbustos dentro de los rodales se desarrolla en los primeros años de manejo para reducir la competencia por nutrientes, agua y luz de los árboles con estos arbustos. Se espera que en el año cinco no se requieran limpiezas de los rodales hasta las actividades de entresacas o cosecha final.

Tabla 14. Plan de actividades silvícolas para los rodales comerciales para un turno de manejo de 18 años.

CRONOGRAMA DEL CICLO CRECIMIENTO (18 AÑOS) <i>Pinus caribaea</i> – <i>E. pellita</i> - <i>A. mangium</i> año 2012																		
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2028
LABOR / AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Adecuación y siembra	■																	
Fertilización	■	■	■															
Control malezas	■	■	■	■	■													
Control sanitario	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Resiembra	■	■																
Podas*			■		■				■									
Entresacas**					■				■			■						
Control Incendios	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Administración y vigilancia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Asistencia técnica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Cosechas																		■

*Esta actividad aplica solo para el *P. caribea*, puesto que el *E. pellita* y *a. mangium* tienen poda natural.

** Las entresacas estarán sujetas al desarrollo de los rodales, y al grado de mortalidad que puedan presentar los rodales. Si un rodal por causas de mortalidad llega a su auto regulación en densidad, las actividades podrán ser redefinidas, llegando a ser hasta dos entresacas y variando su % de intervención.

3 ADICIONALIDAD Y PERMANENCIA

3.1 ADICIONALIDAD

Si bien la NTC 6208 no define aspectos para determinar adicionalidad del proyecto, resaltamos algunos elementos por los cuales no se podrían haber alcanzado las remociones netas antropogénica por la propuesta de proyecto. Estas se relacionan con condiciones políticas, barreras de inversión y culturales. Finalmente, se acoge la demostración de adicionalidad de la Guía Para La Formulación, Validación y Verificación de Proyectos Forestales De Mitigación De Cambio Climático (ES-I-CC-002) versión 2” de ICONTEC, la cual está relacionada con los usos potenciales del suelo en los territorios, pero antes se esbozan algunas limitantes regionales que permiten identificar que la remociones de GEI asociadas al proyecto forestal, no habrían ocurrido bajo las condiciones de línea base pues las condiciones sociales, económicas, de infraestructura y otros elementos sugieren continuidad de la ganadería extensiva en el territorio.

3.1.1 Índole política.

El Gobierno Nacional, mediante la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, ha venido adelantando investigaciones que pretenden rescatar el potencial forestal que poseen los llanos Orientales Colombianos y más específicamente la Alta Orinoquia, asumiendo que esta es una alternativa rentable y amable con el medio ambiente. En el año de 2005, se generó el convenio para la Formulación y Evaluación Integral de Proyectos Productivos Agroforestales para Impulsar el Desarrollo Sostenible de la Alta Orinoquia Colombiana para el Beneficio del Mundo (Contrato No. 004/2005 del Convenio 008/2005, CORPOICA), que buscaba sacar un mayor beneficio de la tierra en conjunción con el potencial ecosistémico de la Región, los modos de producción y las necesidades locales y nacionales.

Dicho estudio incluyó vastas zonas de la Orinoquia como el núcleo productivo de La Primavera en el Vichada. Dentro de los resultados preliminares obtenidos, se identificaron especies forestales como alternativas productivas sostenibles de las áreas del eje río Meta y Orinoco, basado en sistemas productivos forestales y silvopastoriles acordes con la realidad ambiental y cultural de los grupos humanos que habitan esta área de influencia.

Sin embargo, este estudio no sería el primero en desarrollarse con el objeto de la identificación de potencialidades agroforestales. En el año de 1999, se desarrolló el estudio denominado “La Zonificación Ambiental como Estrategia para la Planificación de los Sistemas Agroforestales y la Recuperación y Conservación de los Recursos Naturales” en zonas de los Llanos Orientales y también desarrollado CORPOICA (Bustamante 1999). Dicho estudio incluyó igualmente el municipio de La Primavera y concluyó en la existencia de una amplia gama de posibilidades de utilización agroforestal de la tierra que, con una adecuada interpretación de las tecnologías que direccionen el desarrollo sostenible y un acompañamiento y caracterización sociocultural y económica, puede potenciar la conservación de áreas estratégicas, la transformación de la base biofísica de acuerdo con sus potencialidades y paralelamente, intervenir en la disminución de los procesos degradativos existentes. Posteriormente en Julio de 2004, nace como iniciativa del entonces presidente de la República, la generación de un polo de desarrollo económico en la región, mediante un megaproyecto de reconversión agroambiental que conduzca a la reforestación de los Llanos Orientales, más

precisamente los terrenos de la margen derecha del río Meta, desde Puerto López (Meta) hasta Puerto Carreño (Vichada)⁴⁶.

Por los anteriores esfuerzos sumados que buscaban convertir a la Orinoquía Colombiana en atractivo nacional⁴⁷, desde el punto de vista productivo, comercial y social, y desde la óptica internacional, en un foco de generación de *oxígeno* y en un centro de captura de carbono para participar en la mejora del ambiente y el bienestar global.

El estudio de Agrosavia (2007), detalla como históricamente la mayor actividad productiva del municipio de la primavera es la ganadería seguida del comercio. Las actividades relacionadas con la producción agrícola se localizan en corredores específicos como el de La Primavera – San Jorge, sobre las vegas e islas del río Meta. Y se resalta que resaltan como estas actividades enfrentan dificultades por la falta de asistencia técnica, ausencia de créditos para el desarrollo agrícola en asocio a los altos costos de producción relacionados con la falta de infraestructura vial, que aún se evidencia (Tabla 15), que hace que los costos de transporte sean altos. Esto se reflejará más adelante en las barreras de inversión y sociales.

Tabla 15. Condiciones viales del departamento del Vichada.

Jerarquía de la vía	Pavimentada	Afirmada	En Tierra	Total
Primaria	37	59	66.9	162.9
Secundaria	1.14	678.5	1,056.55	1,736.19
Terciaria departamental	0	0	0	0
Terciaria Municipios	0	93.23	510.21	603.44
Total	38.14	830.73	1,633.66	2,502.53

Tomado de: Plan Departamental de Desarrollo Vichada 2020-2023.

De allí que a pesar de las políticas nacionales y regionales que presentan una visión de desarrollo para el Vichada, las limitantes de infraestructura vial siguen siendo el mayor reto para la inversión. De esta manera, la ganadería extensiva sigue siendo la mayor fuente de ingresos del departamento y del municipio de La Primavera.

3.1.2 Actividades alternativas a la propuesta forestal acordes con las políticas regionales y nacionales.

De acuerdo con las características propias de la región, descritas anteriormente, los suelos de la zona se caracterizan por su estado de degradación a raíz de la ganadería extensiva y el ciclo del fuego, condición que se ha acentuado y ampliado de manera progresiva a través de los años. Las especies predominantes en el área sobresalen por su tolerancia a los fuegos naturales, la adaptación a las condiciones de sequía intensa y a la inundación, los vientos fuertes, así como a la baja fertilidad generalizada de los suelos. La aptitud de los suelos en la región está determinada principalmente por la calidad y clases de suelos, el clima que se presenta en su geografía (ver párrafos arriba) y los aspectos relacionados con la vegetación natural.

⁴⁶ El Espectador, edición 2005-06-12.

⁴⁷Formulación y evaluación integral de proyectos productivos agroforestales para impulsar el desarrollo sostenible de la Orinoquía alta colombiana para el beneficio del mundo. Agrosavia, 2007.

Para el área de estudio, los paisajes con apenas aptitud moderada para cultivos presentan limitantes relacionadas a la baja fertilidad, baja disponibilidad de nutrientes y baja capacidad de retención de estos. Los pocos cultivos presentes, por lo general, se encuentran ubicados en pequeñas parcelas llamadas conucos a las orillas de los caños y para estas siembras se talan pequeñas extensiones de bosque. En términos generales, la vocación de las tierras es forestal.

Aduciendo las posibilidades forestales de los llanos orientales colombianos, en 1998 CONIF *et al.* (1998) realizó el trabajo titulado “*Guía para Plantaciones Forestales Comerciales en la Orinoquia*” en el cual, entre otros aspectos, se definieron las áreas potenciales para la reforestación comercial en la Orinoquia Colombiana. Éste trabajo se desarrolló consultando la información existente sobre estudios de suelos, climatología e información sobre uso de la tierra en el área de jurisdicción de Corporinoquia. En total se identificaron 5.954.962 ha aptas para la reforestación ubicadas en los departamentos de Casanare, Meta y Vichada. Sin embargo, como se demostrará más adelante, la Unidad de Planificación de Tierras Rurales (UPRA), relacionando condiciones de oferta ambiental, económicas y de infraestructura vial, redefinió la zonificación forestal mostrando que el departamento cuenta con un poco más de tres millones de hectáreas aptas para la actividad forestal, pero de estas más del 90% son de aptitud baja, y ninguna hectárea de aptitud alta (FIGURA 6).

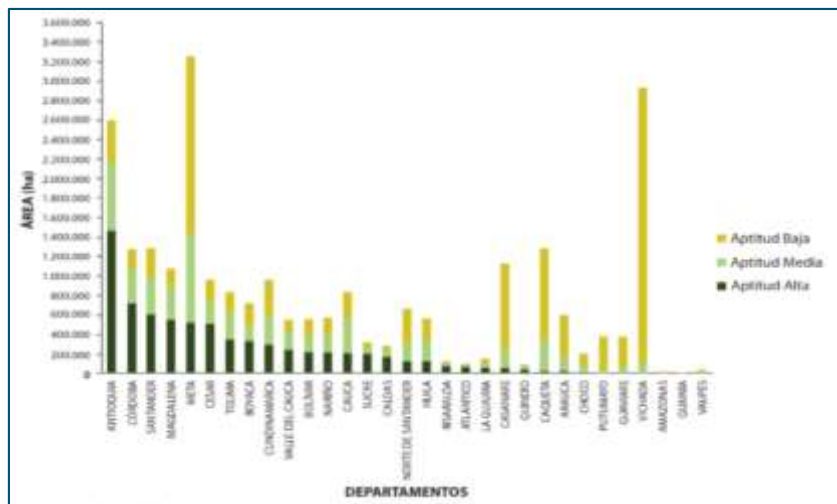


FIGURA 6. Aptitud forestal para el territorio colombiano. Tomado de: UPRA, 2015.

3.1.3 Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios

Las alternativas productivas de la zona están determinadas por las características de los suelos que afectan su capacidad de uso, como es señalado. En el municipio de La Primavera las áreas destinadas al proyecto para reforestación comercial (excluyendo las áreas destinadas a regeneración natural), son aptas para el desarrollo de plantaciones forestales, adicionalmente, las especies propuestas se adaptan adecuadamente a la baja fertilidad natural de los suelos, y particularmente el *Pinus caribaea* y el *Eucalipto pellita* generan en el mediano y largo plazo, una recuperación gradual de las características físico – químicas de los mismos (Imagen 20), tal y como se ha reportado en algunos estudios (Osorio 2000, Montoya y González 2007.).

Tal como se ha detallado, la actividad de ganadería extensiva se desarrolla de manera generalizada en la región y corresponde a la actividad de línea base en el proyecto, y en el maco de identificar alternativas productivas asociadas a las políticas de desarrollo regional, previas al inicio de la actividad de proyecto son la Actividad de ganadería (actividad de línea base) y la Actividad forestal (sin el componente de carbono). Ambas actividades fueron promovidas en el Plan de Desarrollo de la región de manera regulada (previo al inicio del proyecto). Allí, en primera instancia, se

busca brindar las herramientas de acompañamiento técnico y económico para desarrollar el sector ganadero al observar la potencialidad de la región y en concordancia con las políticas de apoyo dadas por el ministerio de agricultura, para aumentar el pie de cría, iniciar el potencial exportador de la región e implementar los planes de reconversión de leche en el departamento (Departamento del Vichada 2008).



A



B

Imagen 20. Condiciones de suelo en la Línea base (A) suelos degradados con actividades ganaderas y con la implementación del proyecto (B)

Sin embargo, los lineamientos para seguir produciendo con bajo impacto ambiental no se aplica de manera generalizada, y debido a la poca capacidad nutricional de los pastos se sigue dando continuidad a la quema para aprovechar los rebrotes del pasto, con las implicaciones que esto tiene en el suelo, en especial sobre el reservorio de carbono tal como lo señala Hernández⁴⁸ (2018) sobre las investigaciones que se hacen al respecto en la Orinoquia colombiana

En el caso de la actividad forestal, esta se promueve con énfasis en plantaciones de especies nativas que fortalezcan el potencial que tiene la región como escenario para el uso racional y la conservación de la biodiversidad (Departamento del Vichada, 2008), pero no prioriza a la reforestación comercial como alternativa para recuperación y protección de suelos, mecanismos de reducir la presión sobre los ecosistemas, mejorar medios de vida y alternativas laborales para la región. Demostrando así, que las políticas son inconsistentes con el potencial de la región y las priorizaciones en los planes de desarrollo.

3.1.4 Barreras de inversión

Aduciendo a la historia regional sobre el desarrollo de la actividad forestales, es importante señalar que para inicios de la década del 2000 – 2010 la reforestación es una actividad marginal en el país. Esto se ve reflejado en la participación del sector forestal en la economía Nacional, el cual ha representado normalmente entre el 0.4 y el 0.5% del Producto Interno Bruto (PIB) en la década del 2000-2010, cayendo a cifras del 0.20% en el 2014 (Banco Mundial, DNP,

⁴⁸<https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/las-quemas-reiteradas-reducen-carbono-del-suelo-en-la-orinoquia/>

MINAGRICULTURA⁴⁹, 2015) y que para el año 2017 aporta solo el 0.79% (DNP_ONFA⁵⁰, 2018). Como se aprecia, las cifras muestran alta volatilidad, pero refleja la baja certidumbre de los beneficios económicos que el sector aporta para la toma de decisión de inversionistas y en especial los territorios asilados del país como el Vichada.

Como es bien sabido, la reforestación comercial asocia el cultivo de especies de tardío rendimiento y, por tanto, el retorno de la inversión se obtiene luego de largos periodos y con altos riesgos asociados (fuego, plagas, alta mortalidad, entre otros). Además, como esta actividad no está lo suficientemente consolidada, el mercado es incipiente y por tanto existe alta incertidumbre sobre las utilidades que podrían generarse. Un ejemplo en la dinámica de incertidumbre sobre los ingresos por comercio de madera en especial para el Vichada. Como se aprecia en la Tabla 16, en menos de seis meses, las áreas reforestadas se incrementaron en poco más de 3,500 ha, y se acumuló un total de 95,940 hectáreas sembradas en el departamento. Sin embargo, la cantidad de madera movilizada por año (2018 y 2019) es ínfima frente a la cantidad de hectáreas sembradas, y sus edades. Asociado, en cierta medida por lo costos de transporte.

Tabla 16. Relación de áreas sembradas de cultivos forestales y la movilización de madera a mercados (años 2018-2019)

DEPARTAMENTO	ÁREA SEMBRADA (Ha) *		MADERA MOVILIZADA (M ³)	
	A - DIC 2018	A - JUN 2019	ENE - DIC 2018	ENE - JUN 2019
ANTIOQUIA	135.927	139.327	1.152.783	416.580
ARAUCA	445	445	24	105
ATLANTICO	2.154	2.154	2.845	1.706
BOLIVAR	16.083	17.280	8.292	7.154
BOYACA	7.464	11.005	127.585	80.452
CALDAS	22.536	23.308	207.780	107.469
CAQUETA	658	648	46	0
CASANARE	6.967	10.521	43.456	21.697
CAUCA	27.622	32.157	607.945	355.089
CESAR	12.947	17.185	33.430	19.042
CHOCO	1.205	1.109	4.261	299
CORDOBA	44.396	44.021	65.947	30.513
CUNDINAMARCA	7.920	13.230	74.017	40.142
GUAVIARE	427	375	142	109
HUILA	2.734	5.580	7.818	3.158
LA GUAJIRA	714	710	153	169
MAGDALENA	23.313	30.646	20.959	16.269
META	43.407	44.846	12.089	15.806
NARIÑO	1.984	1.962	13.390	4.665
NORTE DE SANTANDER	2.515	2.497	1.161	338
PUTUMAYO	209	183	185	0
QUINDIO	6.675	8.867	56.886	28.363
RISARALDA	7.467	10.407	125.694	64.839
SANTANDER	6.577	7.557	14.168	9.496
SUCRE	5.580	7.505	9.440	18.662
TOLIMA	5.068	6.674	11.932	5.219
VALLE DEL CAUCA	31.196	32.631	431.033	244.201
VICHADA	92.272	95.940	5.036	2.205
TOTAL GENERAL	516.461	568.769	3.038.496	1.493.749

Tomado de: MINAGRICULTURA⁵¹ Cifras en miles

Finalmente, la UPRA idéntica y resalta una baja inversión del país en actividades de investigación, en específico al programa Programa nacional forestal de producción científica, tecnológica, innovación, gestión del conocimiento y asistencia técnica (CTI & GCAT), del sector agropecuario, que afecta directamente la destinación de recursos para los

⁴⁹ Banco Mundial, DNP, MINAGRICULTURA. 2015. COLOMBIA: Potencial de Reforestación Comercial, Diagnóstico.

⁵⁰ DNP_ONFA. 2018. Estudios de Economía forestal en el marco de la Misión de Crecimiento Verde en Colombia

⁵¹ <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Minagricultura-actualiza-informaci%C3%B3n-estad%C3%ADstica-sobre-plantaciones-forestales-en-el-pa%C3%ADs.aspx>

temas forestales frente a otros subsectores que presentan una participación más relevante en la producción nacional (durante el periodo 2000–2013, la inversión promedio a nivel país en actividades de ciencia y tecnología fue de tan solo 0.05% del PIB nacional, con una tasa de crecimiento promedio anual de 0.13%, Colombia invierte en promedio menos del 0.5% del PIB cuando lo recomendado para los países en desarrollo es del 1% del PIB nacional, (Tomado de: UPRA, 2016⁵²)

3.1.5 Barreras debidas a condiciones sociales y de infraestructura.

La principal barrera social tiene que ver con la escasez de mano de obra en la zona para la realización de actividades de forestación. La densidad poblacional en el departamento del Vichada es demasiado baja (0.73 hab/km²)⁵³ y por tanto insuficiente mano de obra para la realización de las actividades forestales. A su vez, que la actividad tradicional de ganadería solo requiere de una persona (un solo empleo directo) para el manejo de hasta 100 ha, a su vez que las actividades silvícolas requieren de una persona para el manejo de 10 ha (Comunicación personal Organización La Primavera 2006), cuando se enfoca a actividades extractivas maderables o muchos más cuando se incorporan actividades de aprovechamiento de resinas. De otro lado, el manejo ganadero extensivo, no requiere de mano de obra cualificada, por el contrario, se da continuidad al manejo tradicional, contrario a lo que requiere la actividad forestal y en especial en territorios lleno de adversidades para el desarrollo productivo forestal.

Las limitantes de infraestructura, sin duda alguna repercuten en las condiciones sociales. Es de esperar que un territorio con buenas condiciones viales lleve mejores condiciones de vida a la población. El departamento del Vichada no tiene presencia en la red vial nacional y la capacidad financiera del departamento no constituye garantía para solucionar la movilidad y transporte dentro del territorio departamental y articularlo con el entorno nacional. La situación se replica al interior de los municipios, lo extenso del departamento limita a los municipios en la atención que requieren las vías terciarias, fundamentales en la integración del municipio a nivel interno y de este con la región. La ausencia de inversiones programadas contemplando el invierno y sus implicaciones en la realización de las obras, se ha constituido en una constante excusa para la terminación y buena ejecución de las obras; la movilidad entre verano e invierno es inversamente proporcional a la necesidad de abastecimiento y demanda de vías (Plan de Desarrollo 2008) (Tabla 17). Para la época de lluvias el tránsito por las vías se convierte en casi imposible para el transporte particular y público, y nulo para el transporte de carga (Imagen 21). Esto repercute de manera directa sobre la capacidad de competitividad de la región, limita el acceso a mejores medios de vida y se constituye en una variable limitante para el aprovechamiento de la madera, encareciendo los costos de extracción del producto (por falta de mano de obra, vías adecuadas para el tránsito de insumos, materiales y madera aprovechada a lo largo del año).

Tabla 17. Número de vías en el departamento del Vichada y su tránsito según la época del año.

Redes	Km	Transito (%)	
		Verano	Invierno
Secundaria	1670	95	25
Terciaria	835	85	15

⁵² UPRA. 2016. Cadena productiva forestal relacionada con plantaciones forestales comerciales para la obtención de madera. Versión borrador. https://www.upra.gov.co/documents/10184/11168/Doc_Lineamiento.pdf/65c4d55b-a886-457f-b75e-d7f2df5a194b

⁵³ <http://www.vichada.gov.co/indicadores/poblacion-2016>



Imagen 21. Estado de las vías en la época de lluvias en el Vichada. Fuente: autor, y Diario el Morichal⁵⁴.

3.1.6 Aplicación de las condiciones de adicionalidad de la Guía ICONTEC ES-I-CC-0002.

Los proyectos de cambio de uso del suelo deben demostrar adicionalidad bajo el cumplimiento alguna de las siguientes condiciones (Tomado de la Guía ICONTEC ES-I-CC-002):

- a) Proyectos desarrollados por comunidades indígenas, negras o campesinas, que estén constituidas como asociaciones, u organizaciones, comunitarias.
- b) Proyectos que generen desarrollo socio-económico, con las comunidades que habitan en las áreas del proyecto; o proyectos que involucren estas comunidades.
- c) Proyectos de establecimiento de sistemas forestales (3.1 (b)), que incluyan áreas destinadas a restauración ecológica (pasiva o activa), en un 20% o más, del área total del proyecto.
- d) Proyectos de establecimiento de sistemas forestales (3.1 (b)), que agrupen propietarios de tierras; cada uno de ellos con propiedad o tenencia de la tierra demostrada, sobre áreas menores que 200 hectáreas
- e) Proyectos de establecimiento de sistemas forestales (3.1 (b)), que incluyan siembra de especies nativas en un 20%, o más, del área total del proyecto
- f) Proyectos que estimen una reducción de emisiones, menor que 1-0 toneladas de CO₂e, en promedio por año
- g) *Proyectos en los que el 50%, o más del área total del proyecto, se localice por fuera de las zonas de aptitud alta para plantaciones forestales comerciales, según la clasificación de la UPRA (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria)***
- h) Proyectos que demuestren impacto positivo en los indicadores de rentabilidad (TIR, VPN, VET), considerando en la evaluación financiera, la venta de los bonos de carbono.

En consonancia con los aspectos detallados en los párrafos anteriores, se acoge a la demostración de la condición **g**. La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) en el año 2015 entrega LA ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES – COLOMBIA escala 1:100 (UPRA, 2015). Basados en esta zonificación, se toman las áreas del proyecto y se identifica en que grado de aptitud forestal quedan ubicados los predios elegibles.

⁵⁴ <https://elmorichal.com/2016/11/04/asi-se-sufre-en-las-vias-de-vichada/>

Los resultados del cruce de las áreas se muestran en las siguientes imágenes.

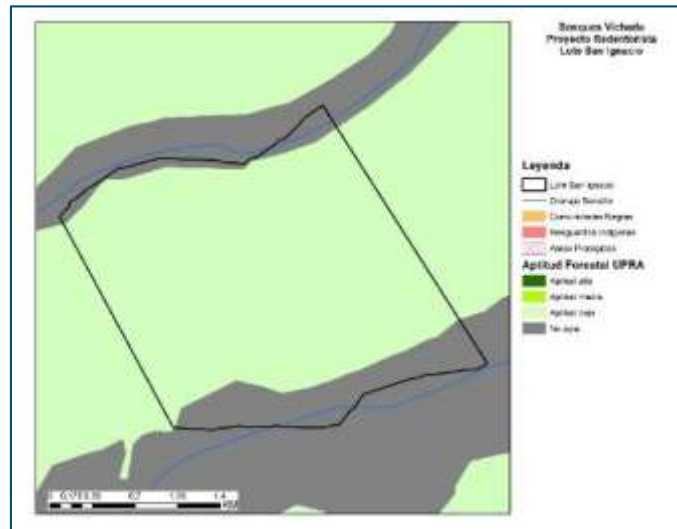


Imagen 22. Cruce elegibilidad del lote San Ignacio y aptitud forestal de la UPRA (2015).

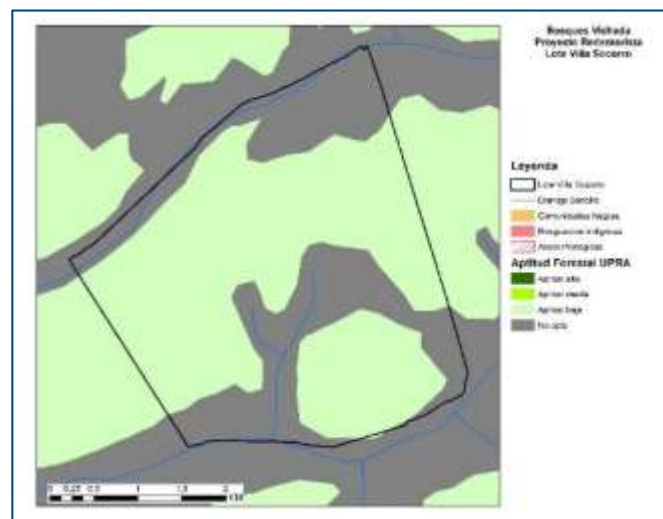


Imagen 23. Cruce elegibilidad del lote Villa del Socorro y aptitud forestal de la UPRA (2015).

Como resultado de los cruces de las áreas elegibles y con al de aptitud forestal, se identifica que el 100% de las áreas se están dentro de las zonas de aptitud forestal baja o no apta, cumpliendo con la condición de adicionalidad de la Guía ICONTEC.

Como resultados de los anteriores análisis, se demuestra la adicionalidad de la propuesta de proyecto **Redentoristas**.

3.2 PERMANENCIA.

La permanencia está asociada al riesgo de no lograr en un horizonte de largo plazo, mantener las remociones fijadas en los reservorios seleccionados, y que por alguna circunstancia estas puedan ser regresadas a la atmósfera.

Es proyecto al estar basado en una actividad de reforestación con objetivos comercial, tiene proyección de desarrollar por lo menos dos rotaciones del proceso productivo, es decir, cosecha y siembra. Con esto se espera recuperar la

inversión y generar rentabilidad, desde luego, que las condiciones de infraestructura vial de la región lo permitan. En el corto y mediano plazo, los recursos por servicios ambientales asociados al carbono mejoraran el flujo de caja a los proponentes del proyecto, y se espera complementar con otros subproductos maderables y no maderables (resinas). De esta manera el horizonte de la actividad, y asumiendo rotaciones de 18 años para las especies forestales del proyecto, los proponentes esperan una actividad silvícola continua por lo menos de 36 años garantizando la permanencia del servicio ambiental y sus beneficios a la biodiversidad y la sociedad de La Primavera, Vichada.

De otro lado, para mantener la transparencia y confiabilidad de la aproximación en la permanencia, se acogió el análisis de riesgo del Estándar Verificado del Carbono (VCS, por sus siglas en inglés hoy VERA) denominada *AFOLU Non-Permanence Risk Tool. V04*.

Esta herramienta considera tres elementos claves que pueden afectar la permanencia del proyecto asociado a situaciones internas del desarrollo del proyecto, externas y condiciones de riesgo natural. La herramienta está conformada por una plantilla de Excel donde se calculan numéricamente los riesgos, que se soportan con evidencias, y una plantilla de *Word* donde se desarrolla uno a uno los elementos con los debidos soportes.

Este análisis permite, además de evaluar la permanencia, estimar el grado de riesgo que el proyecto puede tener en sus diferentes fases de implementación. Asociado a este riesgo, se establece un *Buffer* o reservas de unidades de emisiones reducida, que permitan cubrir contingencias frente a reversiones del carbono acumulado en el proyecto. Los valores de Buffer tanto para las proyecciones ex ante como para el presente monitoreo, se muestran en secciones más adelante.

3.2.1.1 Riesgos internos.

Asociados a la capacidad del manejo del proyecto, las especies consideradas, sus condiciones de conocimiento de paquetes tecnológicos de las especies y experiencia de equipo en las actividades silviculturales y de proyecto de carbono.

Con referencia a este aspecto se demuestra que la actual propuesta hace parte de la iniciativa de un núcleo forestal en el Municipio de La Primavera, donde el personal cuenta con experiencia en el manejo de plantaciones en la región, con las especies consideradas en especial el ***P. caribaea*** y ***E. pellita*** las de mayor participación en el modelo comercial. De estas se cuenta con la suficiente información y paquetes tecnológicos para su establecimiento y manejo. De otro lado, La Organización la Primavera y la entidad Proyectos Forestales La Primavera⁵⁵ asesora técnicamente los proyectos que hacen parte del núcleo, y que cuenta con más de 15 años de experiencia en las actividades silvícolas en la región, incluyendo el desarrollo del proyecto MDL para la Restauración Forestal de Corredores Biológicos y Productivos en los Llanos Orientales, desde el año 2005.

Otros aspectos en los riesgos internos están relacionados con riesgos financieros, en especial con tener el músculo financiero que respalde la implementación de las actividades. Para esto, se resalta que los proyectos cuentan con el apalancamiento financiero del gobierno mediante el Certificado de Incentivo Forestal (CIF) que otorga el 50% de los costos para el establecimiento y manejo para los rodales para los primeros cinco años, rediciendo los riesgos asociados a este aspecto financiero.

⁵⁵ <https://proyectosforestales.com/>

Un resumen con la valoración numérica de los resultados de la herramienta de riesgo se detalla en la Tabla 18. Datos más específicos y el desarrollo de la herramienta con su respectivo reporte de riesgo se encuentra en el anexo D (Análisis de NO permanencia).

Tabla 18. Resultados del análisis de riesgo asociado al análisis de la no permanencia del proyecto. Tomado de la plantilla de análisis de riesgo.

Risk Category	Rating
Internal Risk	3
External Risk	0
Natural Risk	6.25
Overall Risk Rating (a + b + c)	10

Como lo muestra la tabla anterior, los riesgos de permanencia son menores para la propuesta de proyecto. Esta valoración permite determinar así mismo, la cantidad de unidades reducidas que se deberían ir a las reservas o Buffer. Para el actual caso, se estima una reserva del 10% acorde a la sumatoria de riesgos. No obstante, y tal como se identifica en los balances ex antes de emisiones reducidas del proyecto, se asume de manera conservadora para el registro y verificación del proyecto un valor mínimo del 15% para las reservas.

4 GESTIÓN DE REQUISITOS LEGALES Y TENENCIA DE LA TIERRA

4.1 APLICACIÓN DE REQUISITOS LEGALES.

A continuación, se enumeran algunos de los principales requisitos legales para el desarrollo de la propuesta de proyecto Forestal.

Norma o Ley	Características	Cumplimiento
Decreto 1449 de 1977. Artículo 3.	Relaciona las acciones tendientes a la protección de los recursos hídricos. Por lo anterior define medidas para las áreas de retiro y protección. Estableciendo márgenes mínimas de protección las cuales son ratificadas por las corporaciones en subsiguientes decretos.	El proyecto define las áreas de retiro acogiéndose a las normas regionales de la corporación Corporinoquia. Así mismo, para el componente de carbono Forestal los análisis de elegibilidad, las áreas que están dentro de la franja de protección y retiro se consideraron NO elegibles, así estas áreas no presentarían históricamente cobertura boscosa.
Decreto 1791-1996	La persona que requiera aprovechar los recursos naturales de los Bosques para satisfacer necesidades básicas, para comercializar sus productos, para realizar investigación científica o para la construcción de obras, deberá solicitar el respectivo permiso ante la Corporación, de acuerdo con los requisitos exigidos.	El capítulo XI de dicho decreto, determina que, para las plantaciones comerciales, es suficiente desarrollar el registro ante la Instituto Colombiano de Agricultura (ver registros ICA_Anexos B) y El Plan de Establecimiento y Manejo Forestal, presentado por el beneficiario del Certificado de Incentivo Forestal (CIF, ver_Anexos B) servirá para que las Corporaciones efectúen el registro de la plantación. La resolución 0687 del 1997, se acoge al presente decreto la cual determina las acciones por la cual se expide el régimen de administración del recurso forestal de la corporación autónoma regional de la Orinoquia-Corporinoquia.
RESOLUCIÓN N° 0687 DEL 22 DE DICIEMBRE DE 1997	Por la cual se expide el régimen de administración del recurso forestal de la corporación autónoma regional de la Orinoquia - Corporinoquia.	El proyecto se ajusta al Capítulo VIII relacionado a las condiciones de las plantaciones forestales comerciales, y ha entregado los documentos requeridos (Ej: plan de establecimiento y manejo), para inicio de las actividades ajustados a las normas regionales.

DECRETO NUMERO 4296 DE 2004	Normatividad para quemas abiertas controladas en áreas rurales.	El proyecto se acoge a la normativa nacional y regional, y no incluye en sus prácticas de manejo la queda de residuos en las actividades de preparación de suelos, o la quema de residuos derivados de los mantenimientos.
Resolución 200.41-11-1130 del 22 de junio del 2011. Actualización del 0687 del 22 de diciembre de 1997. Y Resolución 50041131571 del 06 de noviembre del 2013.	Por la cual se expide el régimen de administración del recurso forestal de la corporación autónoma regional de la Orinoquia - Corporinoquia. Corporinoquia, con el objeto de orientar el desarrollo productivo regional, adopta una herramienta que exige un manejo ambiental y procedimientos técnicos para desarrollar de una manera sostenible las actividades que se encuentran inmersas dentro de proyectos productivos agrícolas, forestales y agroindustriales.	El proyecto Forestal Redentoristas ha implementado las recomendaciones de la resolución y sus actualizaciones protegiendo las fuentes hídricas y los bosques remantes. El proyecto cuenta con un archivo de registro y seguimiento en la Corporación donde se destalla el seguimiento al cumplimiento. Las políticas de manejo ambiental son adoptadas y presentadas a la corporación de manera periódica y sus monitoreo y seguimientos son registrados e incluidos en la carpeta archivo del proyecto que reposa en la Corporación. En el Anexo (P) del Componente Biótico y social se presentan algunos apartes de estas evaluaciones.
Decreto 3930 de 2010.	Por medio del cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI-Parte 11- Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones	El proyecto cuenta con los respectivas solicitudes y aprobaciones para el manejo del recurso hídrico y los potenciales vertimientos contaminantes que se generan. Cumple con los debidos retiros para protección de las fuentes hídricas que dictamina el artículo 40 de dicho decreto (ver párrafos anteriores). Los documentos relacionados con dicho decreto reposan en el expediente Número 800.44.2.12.004 de la Corporación relacionado con proyecto forestal.
Ley 1377 de 2010. Artículo 7	La presente ley tiene por objeto definir y reglamentar las plantaciones forestales y sistemas agroforestales con fines comerciales.	EL proyecto se ajusta a la definición Actividad <i>Forestal con fines comerciales</i> , da cumplimiento en específico al artículo 4 sobre el registro de las plantaciones mayores a 10 hectáreas ante Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural o quine haga sus veces, para este caso el ICA y se cuenta con el debido registro de todos los lotes sembrados en el proyecto (Ver Anexo B. Registros Forestales) y al artículo 7, relacionado con el NO establecimiento de las actividades forestales comerciales áreas forestales protectoras, áreas de manejo especial o cualquier otra categoría de manejo, conservación o protección que excluya dicha actividad, así como ecosistemas estratégicos, tales como páramos, manglares, humedales. Como principio de elegibilidad, ningún área se establecerá dónde por lo neos 10 antes presentara cubierta boscosa, así mismo para el registro se evidencio que las áreas a intervenir no están dentro de laguna figura de conservación o protección de ecosistemas.
LEY 139 DE 1994.	Por la cual se crea el Certificado de Incentivo Forestal y se dictan otras disposiciones.	El proyecto se acoge a las condiciones establecidas por dicha ley, cumple con los requisitos y presenta la documentación para acceder al CIF, teniendo aprobación positiva.
Documento Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes) 3724 del 2012.	Distribución de recursos para el certificado de incentivo forestal con fines comerciales (CIF de reforestación) - vigencia 2012.	La propuesta de proyecto dando cumplimiento al Conpes 3724, demuestra la aptitud del territorio para la distribución de los recursos Vigencia 2012, para los proyectos que tienen inicio este año, con previa aprobación de la aptitud de cumplimiento. Además, las especies seleccionas están dentro de las exigidas en el Aparte III, relacionado con las especies forestales aptas Especies forestales que cuentan con soportes técnicos que demuestran un potencial exportador, entre otras como: Acacia (<i>Acacia mangium</i>), Melina (<i>Gmelina arborea</i>), Pinus (<i>pátula</i> , caribea , <i>tecunumanii</i> , <i>oocarpa</i> , <i>maximinii</i>), Eucalyptus (<i>grandis</i> , pellita , <i>tereticornis</i>) y Teca (<i>Tectona grandis</i>), Caucho (<i>Hevea brasiliensis</i>) y Guadua (<i>Guadua angustifolia</i>).
Decreto 2448 de 2012.	Modificación parcial del decreto 1824 de 1994. Definición de: especie forestal, especie forestal autóctona,	El proyecto se acoge al momento de aprobación y otorgamiento de los desembolsos establecidos por dicho decreto, siendo consecuentes con el

	especie forestal introducida, plantación forestal protectora-productora, plan de establecimiento y manejo forestal, elegibilidad, otorgamiento, pago, nueva plantación y proyecto forestal.	Documento Conpes 3724 que asigno los recursos bajo los procedimientos descritos y definidos previo al decreto 2448 del 2012.
Resolución 1447 de 2018. RENARE	Por la cual se reglamenta el sistema de monitoreo, reporte y verificación de las acciones de mitigación a nivel nacional de que trata el artículo 175 de la Ley 1753 de 2015, y se dictan otras disposiciones.	La presente resolución establece los tiempos de registro de las iniciativas ante el RENARE. Dando cumplimiento, la iniciativa del proyecto presento formal registro ante el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en septiembre del 2019 (Anexo C: Normas Nacionales C.3. RENARE). Como respuesta se argumentó la no puesta en marcha de la plataforma RENARE por lo cual el registro se debería hacer al momento de su operatividad. Se cumplirá todos los procesos momento en que esta esté en plena función. Ver carta entregada para el registro (Anexo C. Normas Nacionales C.3. RENARE). En la actualidad luego de estar la plataforma con plena funcionalidad el proyecto se encuentra con registro en Fase de Factibilidad (ver plataforma RENARE ⁵⁶)

4.2 TENENCIA DE LA TIERRA.

Los predios **San Ignacio y Villa del Socorro**, están registrados bajo instrumentos públicos del municipio de Puerto Carreño (Vichada) con los siguientes Números de matrícula inmobiliaria.

Tabla 19. Listado de matrículas inmobiliarias donde se detalla la titularidad de los predios Redentoristas.

Predio	Matricula Inmobiliaria
San Ignacio	540-3205
Villa del Socorro	540-3362

Tal como lo establecen dichos documentos, la gobernanza y el área bajo control están en coordinación con la **Fundación Obra Social Redentoristas Señor de los Milagros**. Los documentos de tenencia legal son de índole confidencial y se presentan en el anexo A. (Titularidad a las entidades auditoras y certificadoras del proyecto).

La debida demostración en la tenencia de la tierra (Anexo A), la propuesta de desarrollar actividades forestales comerciales en los predios del proyecto, e incluir los beneficios por la venta del servicio ambiental de la captura de carbono por los nuevos bosques (ver planes de manejo presentados para el CIF, Anexo I, Planes de manejo pág. 30), además como quedo consignado en el registro del Instituto Colombia de Agricultura (ICA) Anexo B registros forestales, demuestran que la organización Fundación Obra Social Redentoristas, es la directa beneficiaria de los ingresos por la actividad forestal y por la venta del servicio de captura de Carbono.

4.3 COSTOS DEL PROYECTO.

Esta información se considera confidencial y es sensible para la propuesta del proyecto. Se entrega la información al auditor y entidades de registro con las respectivas bases de análisis de los costos y flujos financieros (Anexo D. Análisis de No permanencia_Desarrollo análisis Riesgo).

⁵⁶ <http://renare.siac.gov.co/GPY-web/#/gpy/datbasreg/13/1721>

4.4 ARTICULACIÓN CON LOS PROCESOS DE ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO.

La propuesta de proyecto se desarrolla en las zonas rurales del municipio de la Primavera y en las áreas que se han dedicado históricamente a las actividades productivas agropecuarias. El territorio de la Orinoquia por su vasta extensión en especial el departamento del Vichada goza de planes integrales para el uso del territorio basado en su oferta ambiental y aptitud agropecuaria. Basados en estos aspectos, la propuesta de proyecto se articula a la aptitud y vocación de uso del suelo definido por el ministerio de Agricultura (Ministerio de Agricultura Desarrollo Rural, 2013).

Como resultado de este uso se ha definido que en las áreas donde se establece la propuesta de proyecto, se articula a estos principios de ordenamiento del territorio, es decir se desarrolla en zonas dedicadas actividades agrícolas, agroforestales y forestales (Mapa 16). Es de resaltar que otros elementos, entre los que se incluyen infraestructura vial, condiciones técnicas y otros elementos, son considerados para determinar la zonificación para el uso del suelo en actividades forestales (UPRA, 2015). Como se aprecia en las condiciones de adicionalidad el proyecto se ubica en zonas para la actividad agrícola, forestal, con aptitud baja adecuándose a los principios del ordenamiento del territorio.

Finalmente, la propuesta de proyecto goza con certificaciones de la corporación donde se evidencia que se desarrolla en zonas para el desarrollo agrícola (como se define en la vocación y uso) y que no se ubica en zonas de reserva ambiental o de alto riesgo (ver anexo de certificaciones. Anexo C.Normas Nacionales_ C.7. Vocación y Uso del suelo).



Mapa 16. Armonización de la aptitud y uso del suelo para La Primavera Vichada, con respecto a las actividades de proyecto. Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2013.

5 CUANTIFICACIÓN DE LAS REDUCCIONES/REMOCIONES (EXANTE)

Si bien la NTC6028 no define procesos claros para la cuantificación de las remociones atribuibles a las acciones de mitigación, si recomienda hacer uso de metodologías de cuantificación que minimicen la incertidumbre y produzcan los resultados exactos, coherente y reproducibles.

En el aparte 5.5.1 de la NTC6208 se definen los depósitos de carbono a considerar. En principio se recomienda como mínimo los depósitos:

- a) Biomasa por encima del suelo
- b) Biomasa por debajo del suelo.

Los demás sumideros como madera muerta, hojarasca y carbono del suelo se dejan a consideración del proponente del proyecto.

5.1 MÉTODOLOGÍA A APLICAR.

Siguiendo las recomendaciones de la NTC6208, y adecuando los procesos a los procesos y normativas internacionales relacionadas con reducción de emisiones debidas al cambio del uso del suelo de No bosque a bosque, en especial aquellos cambios relacionados con proyectos de reforestación comercial, la actual propuesta de proyecto acogerá las recomendaciones de la metodología **AR_ACM0003 “Afforestation and reforestation of lands except wetlands”** desarrollada para proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio y el cual está basado en los acuerdos de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Dicha metodología da lineamientos específicos para la contabilidad y se apoya en una serie de herramientas metodológicas para tal fin, garantizando la transparencia en la aplicación de factores de emisiones, ecuaciones y valores por defecto aplicados.

5.1.1 Condiciones de Aplicabilidad de la Metodología AR-ACM 0003 V02.0.

- a) Como primer principio es una metodología que debe ser aplicada en zonas a ser forestadas y reforestadas que no incluyan zonas de humedades.
- ✓ Esta condición **es aplicable**, pues las zonas a ser reforestadas no vinculan humedales, tierras inundadas o susceptibles a inundación (ver descripción de las zonas de proyecto).
- b) La alteración a los suelos atribuibles a la actividad de proyecto no debe cubrir más del 10% del área, para cada uno de los tipos de suelos si están incluidos en el área de proyecto.
 - Tierra que contienen suelos orgánicos
 - Tierras que en la línea base, son manejadas y reciben aportes de o insumos agrícolas para su mejoramiento.
- ✓ Los suelos en los cuales se implementarán las actividades de proyecto no consideran suelos orgánicos. En el área del proyecto predominan los *Typic haplustox isohiperthermic, kaolinitic*, con alta presencia de óxidos de hierro, dando las características especiales de los *oxisoles*. Acorde a lo presentado en las características generales de la zona de proyecto (párrafos arriba), los suelos son pobres en materia orgánica y por el uso inadecuado que se ejercía en las condiciones de uso de la línea base (ganadería extensiva sin manejo o mejoramiento de pastizales), los suelos del área del proyecto presentan serias restricciones para la utilización

en la agricultura, debido a su alta susceptibilidad a la degradación (Amezquita, 1999⁵⁷). Se entiende como degradación, la pérdida de algunas cualidades físicas, químicas y biológicas del suelo por mala intervención humana, los cuales se convierten en factores negativos de producción y en el futuro afectarán la sostenibilidad agrícola. Finalmente, estos pastos no presentaban manejo o aportes de nutricionales externos, por lo contrario, fueron sometidos a procesos de quemas periódicas durante años, para que los retoños de pastos crecieran y fueran más comestibles o digeribles para el ganado. Basado en lo anterior se cumple con la condición de aplicabilidad.

5.2 DEFINICIÓN DE LA LINEA BASE.

Para la zona del proyecto, y en principio para actividades de reforestación/forestación la Orinoquia Colombiana no cuenta con una línea base oficial, por lo cual se hace necesario su reconstrucción.

Con la aplicación de la herramienta *“Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality in A/R CDM project activities”*, se definirá esta línea base para la zona de proyecto.

Desarrollo.

Paso 0.

N.A. Es un paso para las condiciones de adicionalidad para los proyectos MDL de Forestación Reforestación.

Paso 1. Identificación de escenarios alternativos.

El enfoque de línea de base se desarrolló bajo las Modalidades y Procedimientos del MDL, que establece que las variaciones efectivas con los depósitos de carbono dentro del proyecto son las mismas que se habrían producido debido al uso histórico de la tierra. La línea de base representa la continuación de las actividades económicas que han tenido lugar históricamente, existen en la actualidad y es poco probable que cambiaran en ausencia de la actividad del proyecto.

Paso 1a.

- *Continuación del uso de la tierra previo al inicio del proyecto. Tierras con presencia de pastos dedicadas al pastoreo extensivo en suelos degradados.*

Caracterización y generalidades de los posibles usos del suelo.

- **Aspecto cultura.**

Las condiciones en las áreas del escenario base son homogéneas. Al comienzo de la actividad del proyecto, la cobertura vegetal son pastizales y suelos erosionados, en los que el pastoreo extensivo de ganado ha sido el uso del suelo común, de manera histórica en la zona de proyecto (Plan de Manejo de Tierras, EOT 2000⁵⁸). No se identifican otras actividades a las ya referenciadas. Por lo tanto, hay un solo estrato en el escenario de línea base: pastos.

⁵⁷ Amezquita, E. 1999. Propiedades físicas de los suelos de los Llanos Orientales y sus requerimientos de labranza. Palmas, Vol 20. No 1. Pag 73-86.

⁵⁸ Esquema de Ordenamiento Territorial, 2000. Municipio de la Primavera.

La ganadería extensiva basada en la quema antropogénica regular de pastizales, ha sido el modelo dominante de uso de la tierra durante más de un siglo, donde la cultura y tradición de las quemadas periódicas para renovar los pastos, se realizan en el verano sin el debido control y sin importar que esté prohibido (EOT, 2000, pág. 73). Como resultado de la lejanía, la falta de infraestructura y los altos costos de transporte para otros productos agrícolas, dicho sistema productivo ha dominado el uso del suelo en más del 90% de la tierra productiva del Municipio de La Primavera (Plan de Manejo de Tierras, EOT 2000, pág. 137). Esta práctica extensiva, da como resultado un promedio de 10 hectáreas por unidad de gran ganado.

Tal como lo define Tigrillos (2010) la ganadería es la base de la economía del departamento del Vichada y en especial del municipio de la Primavera. Una explicación a esta condición es la manera tradicional con la cual se desarrolla, de manera extensiva en hatos – fundos, con bajos costos de producción. Las tecnologías con la cuales se cuenta para la actividad ganadería son antiguas en la mayoría de los casos y en un alto porcentaje de la tierra del llano. Se estima que el 90% de los suelos de la Primavera son dedicados a la ganadería extensiva y no tecnificada. El mismo autor, destaca como solo el 2% de los suelos del municipio están siendo explotados en actividades agrícolas, muchos de los cuales se encuentran en los valles del río meta, el cual dista a más de 80 km de la zona de los proyectos.

Como se indicó en las secciones anteriores, en el área de la actividad del proyecto, históricamente se han dedicado tierras a la ganadería extensiva basada en la quema regular de pastos. Esta tendencia se ha ido expandiendo: entre el año 2001 y el 2008, la Orinoquia colombiana aumentó en más de 1.5 millones de hectáreas las zonas de pastos para la ganadería extensiva (Viloria, 2009⁵⁹, p54). Sumado a esto, las limitantes de calidad de suelos y la falta de vías de accesos terrestre adecuadas, han limitado el desarrollo de otras actividades agrícolas en el territorio, por lo cual la **ganadería extensiva** y manejada de manera artesanal en suelos degradados (ver descripción general las condiciones del suelo) son la actividad más probable de uso del suelo.

Esta actividad generalmente carece de paquetes tecnológicos adecuados, lo que genera una alta presión sobre los pastizales, únicas fuentes de alimentos y energía disponibles para el ganado. Conduce a la erosión y compactación del suelo, además, la introducción de pastos no nativos para el pastoreo del ganado produce la pérdida de biodiversidad y degradación de la tierra. Como resultado, se reporta que en algunas áreas existe pérdida de capacidad de regeneración natural de la flora nativa de la región.

En cuanto a la caracterización de este escenario de línea base que corresponde a los pastizales degradados por la ganadería extensiva y la quema antropogénica regular de pasto, se reconocen las especies vegetales dominantes corresponden a herbáceas, gramíneas, juncos y *xrydáceas*, entre las que se encuentran: *Aristida sp.*, *Axonopus purpusii*, *Axonopus fissifolius*, *Digitaria decumbens*, *Eragrostis maypurensis*, *Panicum sp.*, *Paspalum sp.*, *Trachypogon plumosus*, entre otros.

- **Aspectos Políticos o regulaciones de uso de la tierra locales y sectoriales y las alternativas de uso de la tierra.**

En general, las políticas e incentivos gubernamentales para la reforestación han sido muy limitados. La agricultura, el cultivo y la ganadería han sido promovidos por políticas y programas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural,

⁵⁹ Viloria, 2009. Documento de trabajo sobre economía regional. Geografía económica de la Orinoquia.

2005⁶⁰. Pág. 17), pero no la silvicultura comercial. La restauración de los bosques naturales ha sido promovida por políticas, pero no económica o financieramente apoyada o estructurada.

En el caso de los cultivos agrícolas, como se ha descrito, los suelos tienen limitaciones de fertilidad, bajo contenido de materia orgánica, baja disponibilidad de nutrientes y baja capacidad para retenerlos, y asociados a malas condiciones físicas hace que los costos de producción agrícola sean altos y no rentables. De allí, se estima que solo el 2% de los suelos de la localidad están siendo explotados para la actividad agrícola. Las pequeñas parcelas (conucos) para la agricultura de subsistencia y otros cultivos tradicionales como el cacao y la caña de azúcar han sido tradicionalmente explotadas por los agricultores y los grupos indígenas. Estos a menudo deforestan los bosques de galería con prácticas inadecuadas de gestión de la tierra (CORPORINOQUIA, 2008). Los suelos aluviales cerca de los ríos más grandes, aunque se inundan con regularidad, se utilizan selectivamente para cultivos como maíz, banano, cacao, caña de azúcar, caucho, piña, frutas y palma aceitera. Debido a la baja fertilidad en las áreas de pastos degradadas, hace que estas actividades de cultivo industrial no se desarrollen.

- **Actividad de la silvicultura:**

A nivel nacional, antes de la fecha de inicio del proyecto, ha habido muchas leyes y reglamentos relacionados con el sector forestal, en su mayoría orientados a la conservación, pero que no han sido suficientes para fomentar la silvicultura comercial a gran escala. Una política forestal nacional fue adoptada por el documento de planificación nacional *CONPES 2834, 1996* para ser desarrollada dentro del marco de la Política Ambiental. Dado que la política para ese momento es estrictamente conservacionista, la industria forestal ha expresado la necesidad de actualizarla y dar más atención y lineamientos a la silvicultura comercial como medio para el desarrollo rural sostenible y para combatir la pobreza, en especial en estas regiones aisladas de la Orinoquia. Sumado a lo anterior, Acosta (2004⁶¹), argumenta que para los inicios de la década del 2000 el estado carece de una política para gobernar con total claridad la actividad de la silvicultura comercial, en especial para las reglas que rigen para el inversionista privado. En el año 2000 se adoptó un enfoque más productivo en el marco del Plan Nacional de Desarrollo Forestal. Para implementar este plan, se disponía de algunos recursos limitados para mejorar la competitividad del bosque productivo a través de la investigación y el desarrollo, pero no se asignaron fondos para actividades de reforestación.

La legislación forestal colombiana brinda incentivos a la reforestación comercial a través del Certificado de Incentivo Forestal (CIF) bajo la Ley 139 de 1994. Sin embargo, el impacto de este incentivo no ha sido significativo y efectivo en su objetivo de promover la reforestación, debido a los altos costos de transacción y al hecho de que la efectividad del incentivo depende principalmente de la disponibilidad de recursos presupuestarios (Aldana, 2004⁶²). Cuando los recursos fiscales nacionales escasean, los CIF a menudo no se financian debido a otras prioridades.

La actividad de la reforestación comercial es incipiente y marginal en el departamento del Vichada, donde solo el 0.1% de la tierra es dedicada a esta actividad y se concentra en los municipios que están más cercanos al interior del país, es decir, Santa Rosalía y el occidente de Cumaribo.

⁶⁰ MADR, AGROCADENAS 2005. La cadena Forestal y madera en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Observatorio Agrocadenas, Colombia. Documento de trabajo No. 64.

⁶¹ Acosta, 2004. Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina Documento de Trabajo. <http://www.fao.org/3/j4192s/j4192s00.htm>

⁶² Aldana, C. 2004. Sector forestal colombiano: fuente de vida, trabajo y bienestar. CONIF. Número 50 de Serie de documentación. 102 páginas.

Frente a lo anterior y debido a los amplios periodos de rotación de las plantaciones forestales (mas de 15 años) permiten dar una espera a las inversiones en el sector de la silvicultura mientras las condiciones de infraestructura mejoran, y se pueden soportar de manera temporal por los alivios que el CIF les da a los desarrolladores de proyecto forestales, situación que no soportaría cultivos agrícolas de ciclos cortos de producción y que en general son perecederos.

- **Infraestructura vial:**

En cuanto a las ventajas de infraestructura vial, la ganadería continúa representando el escenario de uso de la tierra más plausible en el área del proyecto, debido a la baja inversión requerida, la costumbre y la tradición, y la facilidad de uso de la tierra⁶³. Como se detalla en el **Capítulo 3**, la región aun adolece de vías adecuadas para el desarrollo agrícola industrial en la zona de la Primavera Vichada.

En cuanto a actividades alternativas productivas en la región del proyecto, en el capítulo 3, se desarrolla un análisis de aspectos relacionados con barreras por adecuación de tierras, de inversión y culturales que justifican el mantenimiento de los pastos como la cobertura de predominancia.

- **Análisis de alternativas de uso del suelo desde el punto de la inversión financiera.**

En los municipios de Vichada, y en particular La Primavera predominan la ganadería extensiva en sabanas naturales (de hato o fundo, o hacienda ganadera). Este tipo de ganadería ha sido una adaptación histórica a las condiciones de los ecosistemas regionales. Debido a su rusticidad, y poco manejo en pastos mejorados, su productividad es baja, y debido a la falta de infraestructura vial, los costos de transporte a centros de comercio son altos, haciendo de su rentabilidad baja (Caracterización_ganaderia_Vichada. Bernal, 2010⁶⁴). Entre los posibles productos agropecuarios que podrían establecerse en la zona se encuentran el arroz, maíz y la soya, como actividades tradicionales (Caracterización Socioeconómica y Ambiental, y de Tenencia de la Tierra, Vichada. Misión Rural, Incoder 2012⁶⁵). Un comparativo entre de rentabilidad para los posibles usos de la tierra, relacionados con el uso histórico ganadería extensiva, además del arroz secano, el maíz y la soya, muestran como la VPN de la propuesta de proyecto, se encuentra un 50% por encima de estas alternativas productivas, con mejoramiento de las actividades. Si bien, estos valores referenciales son del año 2005, para la fecha de inicio del proyecto (2011, referencia del análisis del proyecto forestal), el valor seguiría siendo similar, dado que las condiciones de infraestructura vial, servicios e industrial de la región no han cambiado.

Tabla 20. Escenarios de ingresos de actividades alternativas en el uso del suelo productivo. Escenario para actividades productivas en un primer ciclo de producción.

Actividad productiva	VPN (ha)	Fuente
Maíz tecnología actual	-\$ 155,592.8	Corpoica, 2005.
Maíz con semilla mejorada	\$ 232,844.5	

⁶³ De acuerdo Vilorio 2009, la actividad ganadera extensiva en la Orinoquia, se necesitan alrededor de 61 hectáreas para generar un empleo en esta actividad.

⁶⁴ <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3942/1/041.pdf>

⁶⁵ <http://www.misionrural.net/fscommand/caracterizacion.pdf>

Arroz seco Tecnología actual	\$ 449,549	
Arroz seco siembra directa.	\$ 1,704,398	
Arroz seco semilla mejorada.	\$ 641,006	
Soya Tecnología actual	\$ 972.032	
Soya semilla mejorada	\$ 1,426,494	
Ganadería Bovina cría Tecnología actual	\$ 482.083	
Ganadería Bovina cría uso de alternativas forrajeras para pastoreo y nutrición de praderas.	\$ 1,358,857	
Propuesta de proyecto Forestal incluyendo certificados de carbono.	\$3,990,490	Presente propuesta. (ver flujo financiero ⁶⁶).

Por su parte, otro estudio desarrollado en el 2007 por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA⁶⁷), desarrolló nuevo análisis de flujos de caja, bajo escenarios combinados de productos potenciales para la región de la Alta Orinoquia. Los productos más viables, considerados en este estudio fueron el maíz, soya, arroz, piña, marañón, maderables como el Eucalipto, caucho y la ganadería bovina.

Tabla 21. Análisis de rentabilidad financiera para varios productos agrícolas como potenciales usos del suelo alternativo en la región de proyecto. Varios ciclos productivos.

Producto	Valor presente Neto (pesos Colombia)	Tasa interna de retorno	Generadora de ingresos
Maíz	\$ 8,237,490.3	7.1 %	No generador
Soya	\$ 2,711,433.0	6.2 %	No generador
Arroz	\$ 6,485,636.9	6.8 %	No generador
<i>Eucalipto</i>	\$ 4,909,302.3	6.8 %	Posible
Caucho	\$ 4,909,302.3	3.2 %	No generador, posibles pérdidas
Marañón	\$ 1,026,430.4	8.5 %	Posible
Piña	\$ 88,493,667.1	6.2 %	Posible
Bovinos	\$ 117,769,223.0	6.3 %	Potencial generador

Tomado y modificado de: Corpoica 2007.

La combinación entre el VPN y la tasa interna de retorno, muestran la viabilidad de rentabilidad para la inversión en el sector agropecuario de los productos potenciales para la región de la altillanura. En este contexto, si bien algunos de los productos eventualmente pueden generar ingresos, siguen teniendo limitantes frente a las condiciones de infraestructura vial para su posicionamiento en los mercados más allá de la altillanura, no siendo atractivos para la inversión. Por su parte, los maderables, con excepción del caucho, se consideran generadores de ingresos de largo plazo, y una fuente importante de empleo (se estima que 11 ha. pueden proveer 1 empleo directo y otros cuantos

⁶⁶Anexo: D. Análisis de NO Permanencia. Desarrollo Análisis de Riesgo. Riesgos Financieros

⁶⁷ Corpoica. 2007. Formulación y evaluación integral de proyectos productivos agroforestales para impulsar el desarrollo sostenible de la Orinoquia alta colombiana para el beneficio del mundo. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 317 pág. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12015>

indirectos). El proceso de estimación de la potencial viabilidad financiera, al estimar cada una de las alternativas de cultivo, se observa que se presenta un mejor desenvolvimiento de las variables Inmersas en el proceso de estimación de la potencial viabilidad financiera de los cultivos de marañón-piña (mezclados), maíz-arroz (mezclados) y bovinos, no obstante la piña y el marañón, siguen presentado restricciones como actividad agrícola pues las limitaciones de la movilidad y preservación (productos perecederos) hacen que el riesgo de pérdida de productos sea alto.

Sin duda alguna, la actividad que mejor comportamiento de rentabilidad sigue generando es la cadena bovina es decir la continuación de las áreas de sabanas dedicadas al pastoreo.

Resultado paso 1a.

Basado en los soportes anteriores, el uso del suelo más posible en las áreas del proyecto propuesto seguiría siendo los **pastizales en suelos degradados para soportar los sistemas ganaderos extensivos**. Y otra actividad alternativa viable, gracias a los apoyos financieros del gobierno, a los desarrollos incipientes para la primera década del 2000 y a los largos ciclos de producción, la **actividad forestal** sería una segunda alternativa de uso del suelo.

Paso 1b. Coherencia de las alternativas con las políticas normativas y legales.

En las alternativas identificadas en el paso 1a, las únicas condiciones que limitarían el desarrollo de las actividades identificadas serían en cuanto al ordenamiento territorial y su uso del suelo.

Acorde a los estudios desarrollados por el INCODER, frente a la caracterización económica, ambiental y de tenencia de la tierra, en la Imagen 24, se muestra como las actividades agrícolas, son coherentes con la vocación del suelo en el área de proyecto y las proyecciones de la frontera agrícola colombiana (Imagen 25).

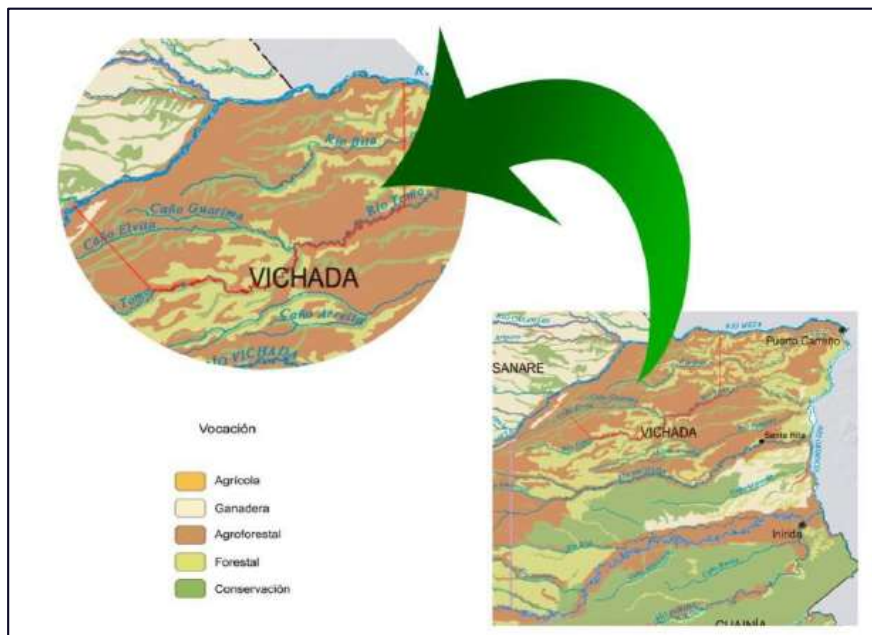


Imagen 24. Vocación del suelo en el municipio de la Primavera, Vichada. (Tomado de: Misión Rural-INCODER, 2012).

Así mismo las normas de ley en especial la actividad de la ganadería por su actividad histórica y cultural, y por su aptitud del suelo Imagen 26, no muestran restricciones del ley o normas para su desarrollo.

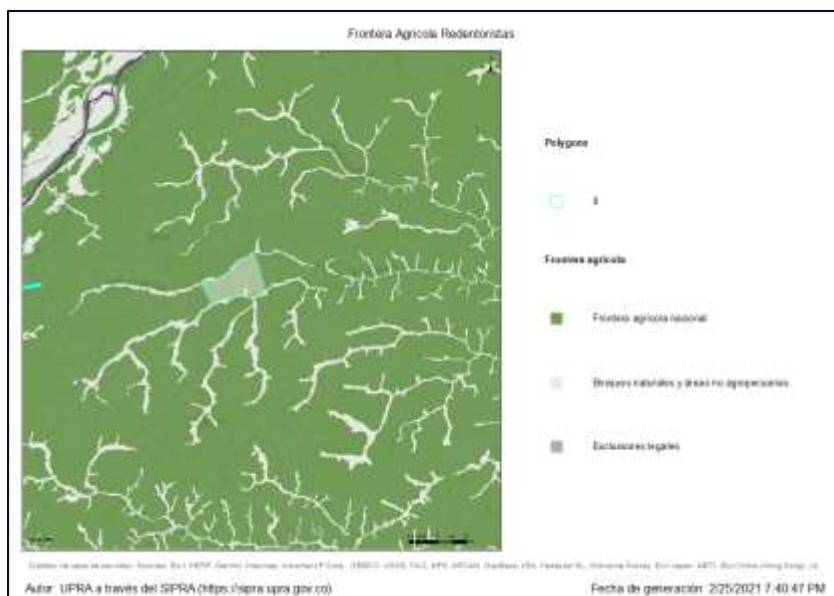


Imagen 25. Planificación nacional del suelo, determinación de la frontera agrícola y las zonas de exclusiones legales. <https://sipra.upra.gov.co/#nacional>

Para la actividad forestal, el esquema de ordenamiento territorial del municipio de la Primavera, identifica las zonas Urbanas como aquella que delimita la zona perimetral urbana asociada con la prestación de servicios públicos. Así mismo, queda enmarcada dentro de esta área la zona de expansión urbana proyectada, la cual esta definida por tres subzonas, determinadas por distancias entre 350 metros a 1000 metros lineales desde los perímetros urbanos identificados en el año 2000. Las áreas de proyecto, al estar distantes a mas de 80 kilómetros de estas zonas de expansión urbana, cumplen con la delimitación para las actividades agrícolas en las zonas rurales (Art. 53, esquema ordenamiento territorial, 2000). No obstante, el mismo esquema determina ciertas restricciones de uso asociado a la zonificación de riesgo y amenazas naturales, para lo cual cualquier proyecto productivo rural deberá solicitar certificación para el uso ante las entidades respectivas municipales y ambientales Art. 52 (UMATA, Secretaria de Agricultura, CORPORINIQUIA).

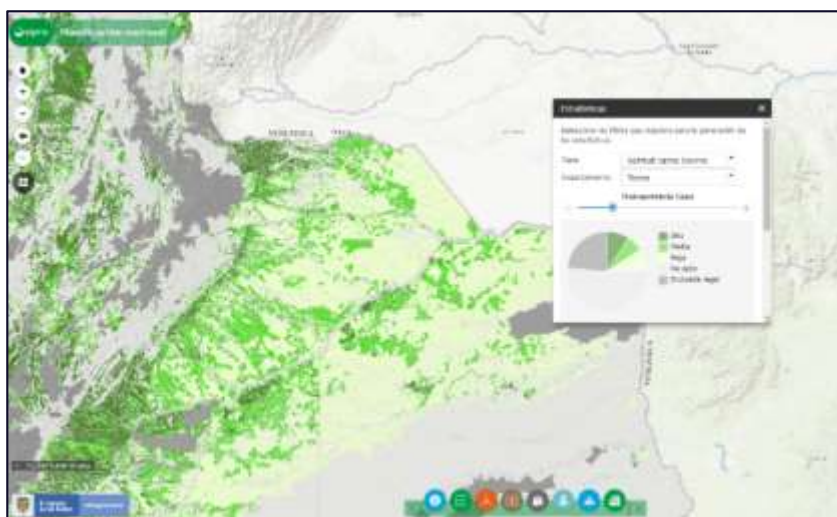


Imagen 26. Aptitud del suelo para la actividad ganadera bovina (Tomado de SIPRA, UPRRA. <https://sipra.upra.gov.co/>)

El artículo 52 del esquema de ordenamiento territorial La Primavera (2000), también hace referencia que el suelo será aprovechado y ocupado acorde a su vocación original, agrológica y potencial. Para la actividad forestal la UPRA ha identificado vocación forestal en la región del Vichada como apta, pero con limitaciones frente a oferta ambiental y de suelos. Pero no presenta restricciones a condiciones legales. Al igual que las actividades agrícolas y pecuarias, la actividad forestal deberá concretar los debidos permisos para su desarrollo acorde al art 52, pero no tiene limitantes de ley para su establecimiento. Como evidencia de cumplimiento de ley para la actividad forestal se soportan la certificación del uso del suelo al proyecto forestal El Dorado (13082018-CTD0267, secretaria de Planeación, Anexo C_Normas_Nacionales/C.7 Certificación de uso del suelo), y está acorde a la aptitud del suelo (Imagen 27)

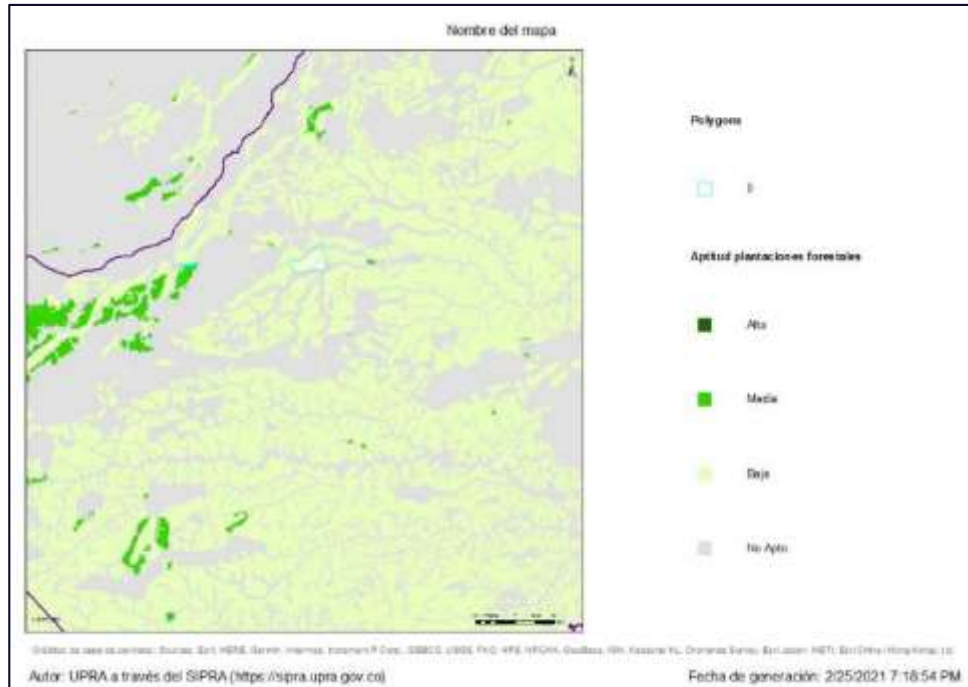


Imagen 27. Aptitud y vocación del suelo para la actividad Forestal en el Vichada. <https://sipra.upra.gov.co/>

Un último requisito o restricción legal está asociado a la posibilidad de formalización de la tierra hacia privados para el desarrollo de las actividades agropecuarias. De estas zonas se excluyen específicamente áreas de parques nacionales, reservas forestales nacionales, baldíos del estado, entre otras figuras de tenencia del territorio que le corresponde la administración al gobierno local o nacional. En el departamento se identifica una libertad para la formalización de la propiedad privada en un 94.4%, incluyendo el área del proyecto. Como resultado de esto, en la Imagen 28, no se identifican restricciones de ley para la formalización de la tierra privada para el uso agropecuario. Lo más cercano identificado, está asociado al parque Nacional el Tuparro (costado oriental de la imagen) muy distante del área del proyecto.

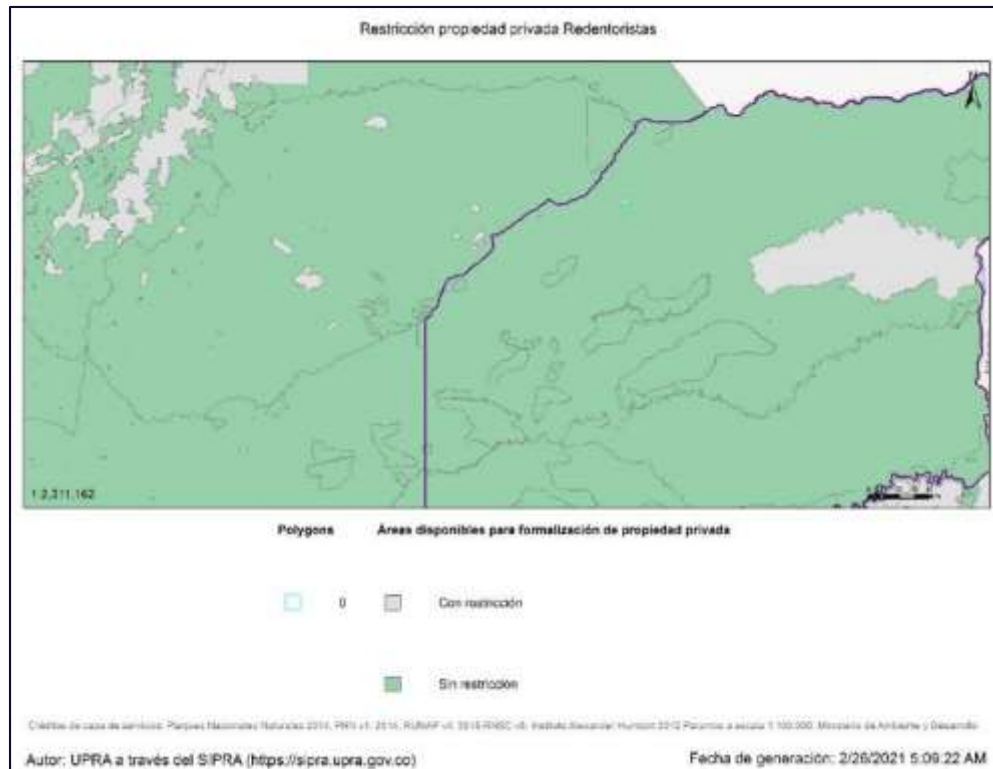


Imagen 28. Disponibilidad para la formalización de la propiedad privada en la zona del proyecto.

Resultado del sub-paso 1b. Las actividades **ganaderas extensiva** y **la actividad forestal** identificadas en el sub-paso 1a, cumplen con las condiciones de ley y reglamentos aplicables para su desarrollo en el área del proyecto.

Paso 2. Análisis de barreras.

Como se detalla en el capítulo 3, se describe una serie de limitantes al desarrollo de alternativas de uso del suelo en frente al uso histórico de sabanas para pastoreo de ganado bovino.

Sub-paso 2a. Identificación de barreras.

En este proceso se rescatan aspectos cruciales asociadas a la barrera de estas actividades, como la falta de infraestructura vial, culturales, sociales y por supuesto, a las ya identificadas asociadas a temas financieros. Para el Vichada, una de las principales limitantes es la falta de infraestructura vial y fluvial, las vías terciarias se utilizan solo en época de verano el resto del año en época de lluvias se utiliza transporte fluvial el cual transporta hasta el departamento del meta y de allí se transborda hacia centros de consumo como Bogotá, en general se incrementan los costos de producción por el transporte y los tiempos de desplazamiento. Adicionalmente, en la región se carece de industrialización y de desarrollo en general.

Para dicho análisis se desarrolla un matriz de relacionamiento de las dos actividades identificadas en el sub-paso 1b, ganadería extensiva y actividad forestal, frente a las potenciales barreras existentes.

Tabla 22. Matriz de relación de las actividades potenciales y las posibles barreras existentes.

BARRERAS		GANADERIA EXTENSIVA	REFORESTACIÓN COMERCIAL	OBSERVACIONES
Capital	*	*		Debido a la tradición cultura de la ganadería, las inversiones requeridas no son mayores y el modelo económico ya está definido. Por su parte la actividad forestal cuenta con inversionistas con intereses en desarrollar la actividad en la región, y los incentivos (ej: CIF), podrían apalancar el proceso del establecimiento de los rodales.
Créditos	*	*		La ganadería se mantiene en la región aun sin la necesidad de acceso a créditos, no obstante, es una línea crediticia. Desde antes del año 2000 se vienen dando incentivos a la promoción de la ganadería en el país, como es el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario, de Finagro, y el otorgamiento del incentivo de capitalización ganadera, que permite definir acciones de redescuento crediticio para la actividad (Ej: LEY 676 DE 2001 y ley 1094 del 2006), que conllevan a mejorar la productividad y competitividad del sector ganadero en el país, en un marco de política de estado. El sector de la reforestación desde el año 1990 ha venido madurando los procesos de financiamiento y apertura crediticia para el sector, todos esto basado en los planes y políticas agrarias en las cuales se comienza a tener el sector como uno de los prioritarios para el país, (Ej. Ley 26 de 1977, crea el Fondo Financiero Forestal, entre otras leyes y decretos generados a partir del año 1990) No obstante se evidencia una falta de desarrollo del sector a corte del año 2000. (http://www.fao.org/3/AD392S/AD392s08.htm). El certificado de incentivo forestal (CIF) y otras modalidades de apoyo a la inversión de riesgo como Agro Ingreso Seguro, crean modelos de financiamiento al sector agropecuario tanto para pequeños, medianos y grandes productores. (http://elsemillero.net/pdf/porque_invertir_plantaciones.pdf)
Inversión de capital privado	*	*		Ambas actividades presentan acceso a capital privado. Sin embargo, para la reforestación, en especial para los modelos de rodal comercial, esta se ve restringida cuando se enfoca a especies forestales nativas, pues muchas de estas adolecen de paquetes tecnológicos haciendo de la inversión de capital privado altamente riesgoso. En relación con este componente, desde el año 2007 se creo el Fondo de Inversión Forestal donde se genera una inversión inicial por 27 millones de dólares, producto del capital privado de Fondos de Pensiones, compañías de seguros y del Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario de Colombia -FINAGRO. (https://sioc.minagricultura.gov.co/Forestal/Documentos/2011-04-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf)
Cambios institucionales y políticas.	*	*		Las políticas para el sector agropecuario en Colombia, obedecen en muchos casos a iniciativas de estado y no de gobierno, por lo cual se garantiza su implementación para el sector en el largo plazo (Ej: Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES, bajo el cual se crea el incentivo a la Reforestación CIF o una serie de CONPES para el desarrollo agropecuario https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Paginas/Conpes.aspx). En términos cambios institucionales, esto poco afectan al desarrollo de ambas actividades pues su desarrollo se fundamenta las estructuras ministeriales sobre las cuales prevalece la continuación de las políticas al desarrollo rural.
Tamaño de los predios para inversión.	*	-		Las Unidades Agrícolas Familiares para el Vichada se ubican en 1,725 hectáreas. Esto, ciertamente para los desarrollos forestales de gran escala en la región se vuelve en una restricción y barrera para la actividad forestal y en especial para los inversionistas privados, que ven su rentabilidad capitalizada en extensiones mayores que mejoren los indicadores de costos beneficio, debido a los altos costos de establecer núcleos forestales en la región, y sigue siendo de mayor beneficio la ganadería extensiva sin regulación de predios.

BARRERAS		GANADERIA EXTENSIVA	REFORESTACIÓN COMERCIAL	OBSERVACIONES
	Paquetes tecnológicos	*	*	Las actividades de ganadería extensiva por su tradición local ya tienen su modo de implementación. Por su parte para la actividad de reforestación comercial, se destaca falta de información para las especies nativas comerciales.
	Infraestructura y materia prima.	*	*	Se cuenta con disponibilidad de semilla certificada para especies forestales comerciales a nivel nacional y la disponibilidad de instalación de fuentes de material vegetal (viveros) para el desarrollo de la actividad, los cuales están asociados a paquetes tecnológicos. http://elsemillero.net/ Se restringe esta condición a especies forestales nativas.
	Conocimiento y tecnología	*	-	Históricamente la actividad de la ganadería extensiva hace parte de la cultura de la comunidad productiva en los llanos orientales, por lo cual no es una restricción para su implementación. Las tierras de pastoreo son el uso histórico. Por su parte la actividad forestal, incluso las actividades agrícolas extensivas no son adoptadas por las comunidades locales debido a su desconocimiento asociado a la falta de infraestructura, capacitación, fomento en las secretarías de agricultura o desarrollo y otras limitantes locales para su desarrollo.
	Mano de obra calificada.	*	-	Como se aprecia en las generalidades, la región cuenta con una basta extensión de tierra con una muy baja población limitando seriamente la mano de obra para las actividades agrícolas o forestales industriales. Salvo las actividades ganaderas extensivas que pueden requerir muy baja mano de obra para su desarrollo.
	Centros de consumo limitados.	*	-	La mayor expectativa para el desarrollo forestal en las regiones aisladas de la Orinoquia en especial territorio como el Vichada era la producción de madera para exportación o mercados externos. Para esto la ruta más adecuada era la fluvial por los ríos Meta y Orinoco cruzando el territorio de Venezuela. Sin embargo, las condiciones de relacionamiento entre los dos países limitaron el transporte de productos colombianos por territorio del vecino país. La producción maderera depende en la actualidad al consumo interno, donde los costos de transporte para los principales mercados hacen que el costo beneficio se vea reducido, sumado a una incertidumbre alta en la volatilidad del precio de la madera en la región. En Colombia, no se presenta un precio diferencial acorde a las distancias de cosecha, y las plantaciones en el Vichada están a más de 8 horas de recorrido en camión al mercado principal, ubicado en municipio de Villavicencio Meta. Mientras que a menos de 2 horas de Villavicencio se tienen frentes forestales importantes. Frente a la opción de procesamiento para llevar el producto con valor agregado las impone la falta de fuentes de energía en la región.
	Vías terciarias y secundarias adecuadas	*	-	El ganado históricamente no se ha visto afectado por esta condición. La Primavera a pesar de estar alejada de los centros de consumo, la facilidad de movilidad por sus propios medios permite que el ganado llegue a los mercados. Ahora como se detalla en las generalidades, la región presenta serias limitaciones en vías secundarias y terciarias de buena calidad, sumado a que solo se pueden transitar por un periodo de tres meses al año cuando las condiciones de verano lo permiten. Esto se ha convertido en una serie barrera para el desarrollo agrícola de la región.
	Aptitud de los suelos Agropecuarios	*	-	Los usos del suelo actual, de manera histórica han degradado los suelos por las continuas quemadas a que se han visto sometidos, y han exacerbado la presencia de suelos ácidos y ferrosos. En su gran mayoría los suelos no son aptos para la actividad agrícola, salvo que se hagan severas inversiones para la creación de suelos fértiles.

Barreras identificadas:

- * Sin barreras con barreras identificadas.

Acorde a la anterior matriz de análisis de opciones regionales, la reforestación comercial presenta una serie de barreras que hacen de su desarrollo con una baja probabilidad histórica frente al uso histórico de la ganadería extensiva.

Es de destacar que a pesar del acelerado desarrollo forestal que se viene presentando en el departamento de Vichada, existen brechas frente a otras regiones en términos de crecimiento económico, capacidad institucional, desarrollo productivo y social. Estas condiciones se mantienen tal como se expone en Plan Departamental de Extensión Agropecuaria Vichada, 2020-2023 (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Económico, Vichada, SF), donde se argumenta que las condiciones del departamento no permiten garantizar la sostenibilidad del negocio Forestal.

Resultados del Sub-paso 2a. La actividad de reforestación comercial presenta una serie de barreras que hacen de su probabilidad de establecerse en el área de proyecto sean bajas. Solo la **Ganadería extensiva** como uso actual del suelo, es la actividad que no muestra barreras para su implementación.

Sub-paso 2b. Eliminación de escenarios de uso de la tierra.

La actividad de reforestación comercial presenta una serie de barreras y el único escenario sin barreras reconocibles es La ganadería extensiva, por lo cual se define como único uso probable del suelo en la región de la propuesta de proyecto.

Las actividades de reforestación con especies comerciales: Es claro que durante la primera década del 2000 la reforestación en la región del Vichada presento incrementos, pero estos fueron lentos y poco posicionados y priorizados en el desarrollo económico de la región. Las tasas de reforestación que no presentaran incentivos como la venta de algún servicio ambiental como el carbono, fueron muy marginales pues el riesgo asociado a la inversión es alto en regiones donde las condiciones ambientales, institucionales, infraestructura, de capacidad técnica y mano de obra entre otros, son un limitante importantes para su desarrollo. Los mercados objetivo para los productos derivados de la actividad silvícola, se ven restringidos a la demanda interna, y las potenciales exportaciones se ven afectadas por las condiciones políticas con el país de Venezuela. Estas razones, hacen que la probabilidad que presenta la ganadería Extensiva sobre suelos degradados por su uso histórico y cultural se defina como la Línea Base del uso más probable en el área de proyecto. Las demás actividades agrícolas fueron descartadas desde el inicio del análisis por sus bajas probabilidades de generar rentabilidad financiera.

Sub-paso 2c. Determinación del escenario de referencia.

Solo la ganadería extensiva sobre suelos degradados no presenta ninguna barrera para su implementación.

Acorde a la herramienta metodológica *“Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality in A/R CDM project activities”* en su punto del sub-paso 2c, en su árbol de decisión argumenta que, si existe un solo escenario de uso del suelo, el cual **NO** considera la reforestación comercial como ese posible escenario, entonces la línea base esta determinada por este único escenario. De esta manera La línea Base seguirá siendo **las sabanas con cubiertas de pastos** para el desarrollo de la ganadería bovina extensiva.

Frente a lo anterior, **NO** se requiere el análisis de inversión del paso 3, pues la línea base ya queda tipificada.

5.3 TRASLAPE CON OTRAS INICIATIVAS.

Como se ha destacado, esta iniciativa de proyecto parte de la experiencia obtenida en el proyecto *CDM Project for Forestry Restoration in Productive and Biological Corridors in the Eastern Plains of Colombia*, ID:9199, que se desarrolla en el territorio de La Primavera, Vichada. Esta iniciativa es la única que en la actualidad se encuentra con implementación bajo esquemas de carbono forestal y no se traslapa con la actual propuesta. Así mismo, tal como lo

solicita la resolución 1447 del 2018 (RENARE) para poder acceder al registro y pasar las fases de este, inicialmente el proyecto no deberá estar en traslape con otras iniciativas en su fase de factibilidad (art. 18 de la resolución 1447⁶⁸). Para lo anterior y tal como lo muestra el registro RENARE ID:1721, el proyecto paso su fase de factibilidad demostrando que no presenta dicho traslape y que puede pasar a la fase de formulación.

5.4 DEPOSITOS DE CARBONO.

Para la contabilidad de los balances de emisiones reducidas, la metodología considera los siguientes depósitos o sumideros de carbono.

Tabla 23. Depósitos o sumideros de carbono para la propuesta de proyecto basados en la metodología AR_AC0003.

Depósito de Carbono	Selección según la metodología.	Justificación	Consideración para el proyecto.
Biomasa aérea	Si	Es el mayor reservorio de carbono en la propuesta de proyecto	SI , se acoge a que es el principal reservorio de carbono en actividades de cambio del suelo en la transformación de los pastos a bosques, y se ajusta a la NTC6208.
Biomasa subterránea	SI	Los contenidos de carbono esperan se incrementen con la implementación del proyecto.	SI , se acoge debido a que con la propuesta de proyecto el contenido de carbono será mayor a los definidos en la línea base, y se ajusta a la NTC6208.
Biomasa en la madera muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo.	Opcional	Los contenidos de carbono pueden aumentar con la actividad de proyecto.	SI , las áreas a ser intervenidas (pastos no manejados), no presentan contenidos significativos de hojarasca o madera muerta en la superficie del suelo debido a las periódicas acciones de quemas, eliminando la posibilidad de acumulación de materia orgánica (Imagen 29). De la misma forma, la materia orgánica del suelo es extremadamente baja o inexistente en algunos espacios, por lo cual con la propuesta de proyecto este reservorio se verá incrementado (Imagen 30).

⁶⁸ Guía técnica del RENARE sección 2.9. <http://renare.siac.gov.co/GPY-web/#/gpy/datbasreg/13/1721>

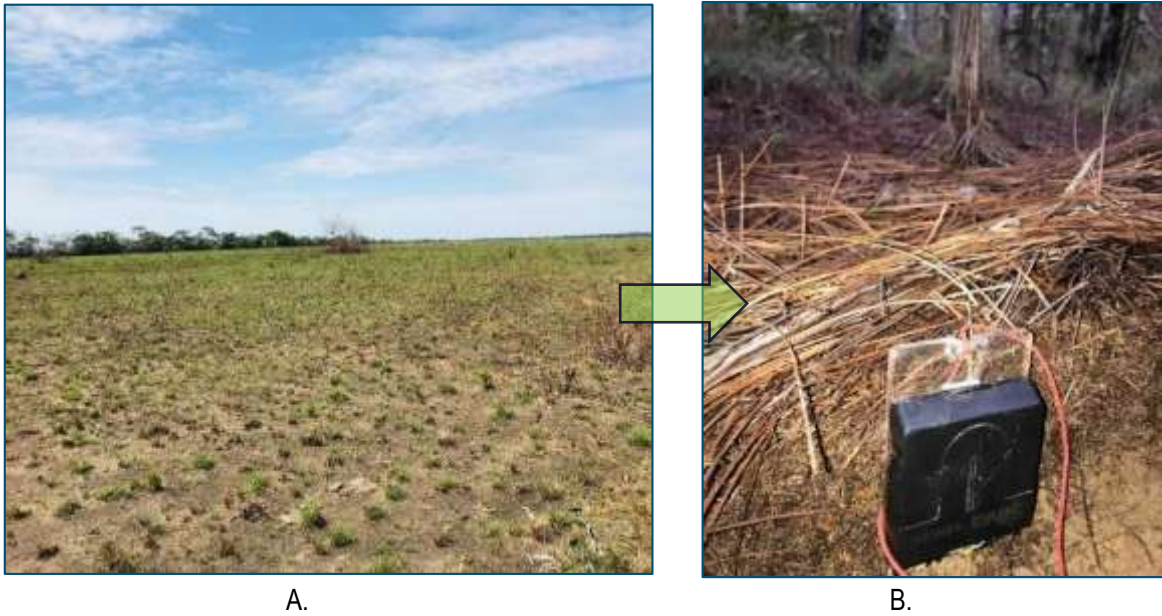


Imagen 29. Comparativo en la presencia de hojarasca sobre el suelo entre la actividad de línea base (A) pasturas con quemas periódicas y la actividad de proyecto (B.) presencia de coberturas de acículas y detritos de manera sobre el suelo en lotes de pino caribea.



Imagen 30. Comparativo entre el contenido de materia orgánica en el suelo de la línea base (pastos no manejados, sobre oxisoles) A y B, frente a los mayores contenidos de materia orgánica presente en los primeros horizontes del suelo en las plantaciones (evidencia del suelo en zonas de pinos)

5.5 FUENTE DE EMISIONES DERIVADAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

Fuente	Gas	Selección	Consideración para el proyecto.
Quema de Biomasa leñosa.	CO ₂	No	Las emisiones por la quema de la biomasa se contabilizan como un cambio en los contenidos de carbono.
	CH ₄	Si	La metodología permite la quema de biomasa leñosa como parte de la preparación d ellos sitios y como parte del manejo forestal.
	N ₂ O	Si	La metodología permite la quema de biomasa leñosa como parte de la preparación d ellos sitios y como parte del manejo forestal.

A pesar de que la metodología permite las quemas de la biomasa leñosa como parte del maneio forestal, el proyecto se acoge a las normas nacionales que restringen el uso de las quemas controladas como parte del manejo agrícola de los suelos (DECRETO NUMERO 4296 DE 2004). Acorde a dicho decreto, esta actividad es sancionada por las corporaciones autónomas regionales. Por lo anterior, las quemas y sus potenciales emisiones **NO** son consideradas en la actividad de proyecto.

5.6 CÁLCULO DE REMOCIONES.

La aplicación de la Metodología AR_ACM0003 define los procedimientos y consideraciones tener en cuenta para la estimación de las remociones de carbono por parte del proyecto.

Siguiendo las recomendaciones por la NTC 6208, es su numeral 4.2 y 4.3, en aras de garantizar la Pertinencia y Confiabilidad de las estimaciones, se recomienda:4.2. *Que las acciones de mitigación del sector de cambio del uso del suelo, los reservorios de carbono, las variables y parámetros empleados para las estimaciones de la reducción de emisiones de GEI, deben ser apropiados y jsustificados con base en información nacional o referentes internacionales adecuados para tal fin.*

4.3. *Las estimaciones de emisiones reducidas de GEI, deben basarse en el uso de datos, variables y modelos, de fuentes reconocidas y/o técnicamente sustentada.*

Con referencia a lo anterior, se destaca que el país no cuenta con una base de variables, modelos o ecuaciones especificas a ser implementada por las iniciativas de proyectos de carbono forestal, y se acoge a las recomendaciones establecidas por el IPCC (2003 y 2006) para los inventarios de gases con efecto invernadero. El país, frente a esta condición, ha presentado sus comunicaciones de nacionales de cambio climático basados en aproximaciones de complejidad Tier 1 y Tier 2⁶⁹, tal como se detalla en la cartilla de INGEI pág. 21 (Inventario Nacional de Emisiones de

⁶⁹ Tier 1: para la cual el Panel intergubernamental de cambio climático, por sus siglas en ingles IPCC, provee una base de datos consolidada a partir de factores obtenidos y evaluados en investigaciones internacionales y que de forma global resultan representativos.

Efecto Invernadero) en su tercera comunicación nacional⁷⁰. Es decir, se acogen a factores de emisión del IPCC y a fuentes de datos soportados en publicaciones científicas para las condiciones de proyecto.

Para la actual propuesta de proyecto, se ajustaron modelos de crecimiento proyectado de manera ex ante, para las especies y modelos de rodal propuesto. Estos modelos de crecimiento obedecen a ajustes estadísticos soportados en la literatura científica y ajustados con valores como crecimiento en volumen de madera o biomasa de fuentes nacionales como Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Corporación Nacional De Investigación Y Fomento Forestal – CONIF (Colombia) y otras fuentes reconocidas a nivel nacional. Factores como contenidos de carbono, aportes a los balances de carbono por los sumideros como la hojarasca, el suelo, la madera muerta entre otros, se toman de evidencias científicas publicadas en revistas internacionales y que parten de estudios para las especies propuestas. Este proceso se ajusta a lo indicado por las TIER I y TIER II, el cual también es recomendado por el Documento Nacional del Sistema de Monitoreo Reporte y Verificación MRV para Colombia (MADS, 2017⁷¹), mientras que el país no tenga niveles específicos para el TIER III.

De esta manera, las siguientes estimaciones ex ante cumplen con las condiciones de **Pertinencia y Confiabilidad**, dado que están soportados en fuentes de información oficiales nacionales, referentes internacionales, fuentes reconocidas y técnicamente sustentadas, permitiendo inferir que no están sobre estimadas o sobre dimensionadas pues se ajustan a los requerimientos nacionales. Los valores de proyecciones ex ante, se ajustarán con información oficial como ecuaciones específicas para las especies, contenidos de carbono, factores de emisión entre otros cuando esta esté disponible.

5.6.1 Estratificación:

Generalmente la estratificación conduce a la separación en términos de la capacidad de acumulación de biomasa o carbono por cada tipo de uso del suelo. Esta separación estará determinada, además por los tipos de especies vegetales, que componen un mismo uso. No obstante, es importante considerar estratificaciones en función de su capacidad de reducción de emisiones netas. Frente a estas consideraciones, la metodología AR-AM0003 define lo siguiente (literal 5.2 de la metodología):

- a) Para la línea base, es suficiente estratificar el área acorde a los mayores tipos de vegetación, cobertura de copa o uso del suelo.
Para la propuesta de proyecto, la línea base se considera una solamente y está definida por pasturas en uso de ganadería extensiva.
- b) Para las actividades de proyecto, se pueden tener consideraciones relacionadas con:
 - Ex ante: planes de siembra, manejo y especies.
 - Ex post: acorde a las actividades de establecimiento y planes de manejo implementados. Esto se ve reflejado en el desarrollo de los rodales.

Tier 2: en el que en función de los avances de información local es posible emplear los factores de emisión propios derivados de investigaciones específicas validadas o que hayan sido calculados con información propia del país.

⁷⁰ <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023634/INGEI.pdf>

⁷¹

https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosMarinosCosterosyRecursosAcuatico/Documento_MRV_Nacional_Consolidado_Julio_2017_V_FINAL_2_0.pdf

5.6.2 Estimación del carbono incorporado en el escenario de línea base (pasturas sin manejo).

Los balances de remociones para la línea base está definido por:

$$\Delta C_{BSL,t} = \Delta C_{TREE_BSL,t} + \Delta C_{SHRUB_BSL,t} + \Delta C_{DW_BSL,t} + \Delta C_{LI_BSL,t} \quad \text{Equation (1) De la metodología.}$$

Donde:

$\Delta C_{BSL,t}$	=	Remociones netas de gases con efecto invernadero por los sumideros (GHG, en inglés) en la línea en el año t; t CO ₂ -e
$\Delta C_{TREE_BSL,t}$	=	Cambios en los contenidos de carbono de la biomasa Arborea en la línea base, para el área de proyecto. Aplicar la herramienta metodológica "Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities"; t CO ₂ -e
$\Delta C_{SHRUB_BSL,t}$	=	Cambios en los contenidos de carbono de la biomasa arbustiva en la línea base, para el área de proyecto. Aplicar la herramienta metodológica "Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities"; t CO ₂ -e
$\Delta C_{DW_BSL,t}$	=	Cambios en los contenidos de carbono en la línea base de la madera muerta sobre el suelo en el año t. Aplicar la herramienta, "Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities"; t CO ₂ -e
$\Delta C_{LI_BSL,t}$	=	Cambios en los contenidos de carbono en la línea base de la hojarasca sobre el suelo en el año t. Aplicar la herramienta, "Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities"; t CO ₂ -e

Las existencias de carbono en el escenario de Línea Base corresponden a las almacenadas en la biomasa de las especies vegetales presentes en las áreas identificadas como elegibles. Tal como se estableció en los capítulos anteriores, las áreas elegibles correspondieron a aquellas áreas cubiertas por pastos no manejados o sabanas que históricamente han sido sometidas a quemadas continuas, no se evidencia la presencia de árboles o arbustos pues las quemadas restringen su presencia permanente.

De esta manera, de acuerdo con Rao *et al* (2001), los rangos de productividad de los pastos nativos de sabana de la Orinoquía oscilan en promedio entre **3.60 y 5.22** toneladas de materia seca por hectárea (t MSha⁻¹), considerando la biomasa sobre el suelo y bajo este. Asumiendo que el 50% del peso de esta biomasa es carbono (IPCC 2003), se define que dichas coberturas presentan 1.80 y 2.61 toneladas de carbono por hectárea (t C ha⁻¹), respectivamente.

Es de resaltar que autores como Rippstein *et al* (2001), han identificado que las coberturas de pastos y sabanas de la altillanura colombiana son muy antiguas, lo que permite aseverar, que es probable que la biomasa de la vegetación nativa que ha sido sometida a históricos procesos de corta y quema se mantenga en valores promedios estables, generando un cierto equilibrio dinámico. Esto hace suponer, que incluso luego de procesos de intervención, la biomasa de la vegetación existente se recupera rápidamente para mantener dicho equilibrio, pero no más allá de la oferta de recursos ambientales le provea al ecosistema (limitantes por fertilidad de suelo, grado de degradación y alteración de los horizontes del suelo y también los niveles de indicadores químicos y físicos del suelo, entre otros). Con esta hipótesis y queriendo de modelar el comportamiento de recuperación y acumulación del carbono producido (t C ha⁻¹) en la biomasa de los pastos, se empleó la información de biomasa (aérea y radical) colectada en la región de Carimagua (Departamento del Meta) por Rao *et al.* (2001), para diferentes alteraciones y variación en periodos de descanso (semanas) luego de la corta y quema. Para determinar su crecimiento y acumulación de la biomasa, se empleó el modelo de crecimiento de Bertalanffy ($C = A[1 - \exp(-bt)] / (1 - m)$), Ecuación 1., más adelante) que describe el crecimiento del individuo (organismo vivo) en función del tiempo de vida. La nube de puntos de carbono y la tendencia del modelo, indican que luego de la corta, el carbono de la vegetación nativa se estabiliza rápidamente alrededor de la quinta semana, hacia un valor constante de 2.37 t C ha⁻¹ (FIGURA 7). Los resultados permiten concluir

que, en efecto, luego de los procesos de intervención, la biomasa aérea de la vegetación nativa se recupera rápidamente y permanece estable.

Por su parte, un estudio realizado en Carimagua (Departamento del Meta) en pasturas introducidas y mal manejadas, concluyó que este tipo de cobertura produce $2.9 \text{ t C ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ a los 17 años de establecida. Al parecer, estas pasturas incorporan mayores cantidades de carbono en comparación a la vegetación de sabana (Fisher *et al.* 1994). No obstante, diversos autores afirman que el crecimiento neto en pasturas introducidas se limita a los primeros años del establecimiento de estas. Por ejemplo, en pasturas mal manejadas de El Cerrado (Brasil), las tasas iniciales de acumulación neta fueron altas y estuvieron asociadas a incrementos considerables en la incorporación de carbono. Sin embargo, las tasas de respiración de los microorganismos del suelo compensaron estas ganancias con el avance del tiempo (Davidson *et al.* 1995), pero para la región de la Orinoquia Colombia, la fuerte degradación y quema de los suelos reduce la actividad microbiótica de los suelos reduciendo la efectividad de la compensación.

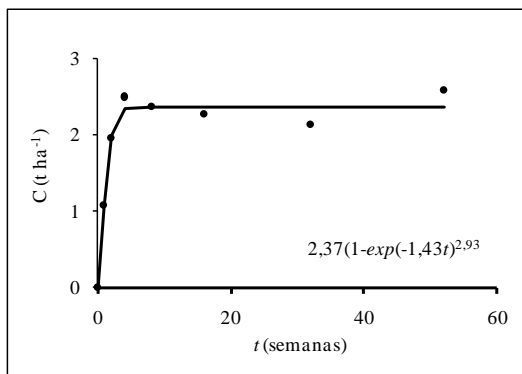


FIGURA 7. Producción de carbono en sabanas nativas y pastos no manejados en la región de los llanos orientales colombianos, estimación desarrollada para un año de análisis. El inicio de análisis corresponde al lapso de descanso entre dos cortas y quemas de la cobertura no boscosa. Los puntos negros son los valores de carbono correspondientes a la biomasa reportada por Rao *et al.* (2001), luego de suponer 50% de carbono en la biomasa. La línea continua corresponde a las estimaciones realizadas empleando el modelo de von Bertalanffy.

En cuanto al periodo de residencia media del carbono contenido en la biomasa en este tipo de sabanas es de 10 años cuando no es alterado, y autores como Trumbore (1995) han estimado que las tasas anuales de acumulación de carbono a los 20 años disminuyen cerca del 10% de la acumulación neta observada durante los tres primeros años de crecimiento. Las evidencias mencionadas sugieren entonces que la incorporación del carbono en sabanas alcanza valores constantes, o incluso negativos, tanto para sabanas como para pasturas introducidas.

De esta manera, se asume que el carbono incorporado en la línea base para la iniciativa de proyecto **Forestal Redentoristas**, se encuentra entre los valores extremos de contenidos mencionados es decir 1.8 y 2.9 tC ha^{-1} , y está dentro de los valores de biomasa aérea y radical incorporada en diferentes pasturas de la región tropical (1.8 y 5.0 t C ha^{-1}) reportados IPCC (2003).

Finalmente, acogiendo las recomendaciones de la herramienta AR-Tool14 "Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities", en su literal 5, párrafo 12, consideración f, recomienda asumir las remociones de la línea base como cero cuando:

- e) Los suelos son sujetos a periodos cíclicos de corta y quema, haciendo que los contenidos de la biomasa oscilen entre un mínimo y un máximo valor de la línea base.

Tal como se ha detallado, la actividad de quemas en los pastizales de la llanura colombiana es una práctica cultural que se ha desarrollado por décadas e incluye las zonas del proyecto. Estas quemas han sido documentadas, y han sido centro de discusión para su prohibición o manejo⁷², y sobre las mismas se han desarrollado recomendaciones para evitar su presencia y propagación. Acorde a lo anterior, se asume como **CERO** los cambios en las remociones de la línea base.

5.6.3 Remociones actuales netas de Gases de Efecto Invernadero por los sumideros en la propuesta de proyecto.

El balance de las remociones netas se define por la relación existente entre los cambios en las remociones netas de la actividad de proyecto y las emisiones que se generan con motivo de su implementación.

La norma técnica NTC6208, para términos de balances de carbono por el establecimiento de sistemas forestales asume que la contabilidad estará soportada por los aportes individuales de los sumideros de la biomasa aérea y subterránea, la hojarasca, la madera muerta, los arbustos y el carbono orgánico del suelo (sección 5.5.1.4 de la NTC6208).

Así mismo, la norma establece en su literal 5.5 que las emisiones derivadas por la remoción de vegetación herbácea, quema de combustibles fósiles, aplicación de fertilizantes entre otras fuentes, no relacionadas con la eliminación de componente arbóreo o arbustivo para la preparación de los suelos, puede considerarse **NO** significativa y por tanto se valora como CERO. La metodología AR-ACM0003, en su herramienta *Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities*, define los pasos metodológicos para el respectivo cálculo, los cuales son aplicados en las siguientes estimaciones de reducciones de GEI del proyecto propuesto.

Por tanto, el cálculo de las remociones netas antropogénicas con la propuesta de proyecto se define por:

$$- \Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{P,t} - GHG_{E,t} \quad \text{Equation (2), de la metodología}$$

Donde:

$\Delta C_{ACTUAL,t}$	=	Remociones netas actuales de GHG por los sumideros en el año t ; t CO ₂ -e
$\Delta C_{P,t}$	=	Cambios en los contenidos de carbono en el Proyecto y que ocurren en los depósitos seleccionados en el año t ; t CO ₂ -e
$GHG_{E,t}$	=	Incrementos en las emisiones de GHG, diferentes al CO ₂ , en el área de Proyecto como resultado de la implementación, en el año t . Se estima con la herramienta " <i>Estimation of non-CO₂ GHG emissions resulting from burning of biomass attributable to an A/R CDM project activity</i> "; t CO ₂ -e

Los cambios en los contenidos de carbono están definidos por:

⁷² Tierra, fuego, agua... vida en el Bitá. <http://www.humboldt.org.co/images/pdf/notibita/notibita-06-web.pdf>

- <https://elmorichal.com/tag/incendio-forestal-vichada/>
- <https://es.mongabay.com/2019/07/incendios-norte-amazonia-deforestacion-colombia/>
- <http://www.corporinoquia.gov.co/index.php/pages/2015-02-02-15-01-12/1069-foro-ambiental-busca-dar-a-conocer-que-impactos-tienen-las-quemas-para-el-medio-ambiente.html>
- <https://www.contextoganadero.com/regiones/quemas-reducen-el-carbono-organico-del-suelo-en-la-orinoquia>

$$\Delta C_{P,t} = \Delta C_{TREE_PROJ,t} + \Delta C_{SHRUB_PROJ,t} + \Delta C_{DW_PROJ,t} + \Delta C_{LI_PROJ,t} + \Delta SOC_{AL,t}$$

Equation (3)
de la
metodología.

Donde:

- $\Delta C_{P,t}$ = Cambios en los contenidos de carbono en el Proyecto que ocurren en los depósitos seleccionados, en el año t ; t CO₂-e
- $\Delta C_{TREE_PROJ,t}$ = Cambios en los contenidos de carbono en la biomasa de los árboles en el Proyecto en el año t , se estima con la herramienta "Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities"; t CO₂-e
- $\Delta C_{SHRUB_PROJ,t}$ = Cambios en los contenidos de carbono en la biomasa de los arbustos en el Proyecto en el año t , se estima con la herramienta "Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities"; t CO₂-e
- $\Delta C_{DW_PROJ,t}$ = Cambios en los contenidos de carbono en la madera muerta sobre el suelo en el año t , se estima con la herramienta, "Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities"; t CO₂-e
- $\Delta C_{LI_PROJ,t}$ = Cambios en los contenidos de carbono en la hojarasca sobre el suelo en el año t , se estima con la herramienta, "Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities"; t CO₂-e
- $\Delta SOC_{AL,t}$ = Cambios en los contenidos de carbono orgánico del suelo en el año t , en áreas de tierra que cumplen con las condiciones de aplicabilidad de la herramienta "Tool for estimation of change in soil organic carbon stocks due to the implementation of A/R CDM project activities"; t CO₂-e

5.6.4 Fugas.

Estas se relacionan con el desplazamiento de actividades que se ejecutan en el ámbito del proyecto hacia áreas por fuera de este. El proyecto tal como está concebido, no prevé la producción de fugas por desplazamiento de actividades, pues se enfoca en un modelo de cambio de usos de suelo en áreas dedicadas a la ganadería extensiva, con muy bajas unidades de ganado por cada hectárea. La región del proyecto se caracteriza por amplias zonas de llanuras de pastos nativos e introducidos que continuamente son quemados con el objeto de ser renovados, agotando la fertilidad de este y promoviendo a la degradación del suelo. Se estima que la actividad no conduce a la generación de fugas, pues la región está en capacidad de soportar las posibles cabezas de ganado desplazada, si fuera del caso. Así mismo, los dueños de proyecto no están interviniendo la totalidad de las áreas de los predios, permitiendo tener zonas de rotación del ganado a medida que se venden las cabezas remanentes. Para este ganado no se prevé su reemplazo en el futuro en las áreas de proyecto.

Una demostración de la capacidad de carga queda demostrada en el análisis de fugas desarrollado para el proyecto *CDM Project for Forestry Restoration in Productive and Biological Corridors in the Eastern Plains of Colombia* (ID:9199), del cual la actual propuesta de proyecto se derivó.

Ahora. Es de resaltar que la NT6208, no considera contabilidad potencial emisiones por este concepto, por lo cual se considera estas emisiones por fugas como **CERO**.

5.7 BALANCE DE LAS REMOCIONES NETAS ANTROPOGÉNICAS DERIVADAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO.

Este balance está determinado por:

$$- \Delta C_{AR-CDM,t} = \Delta C_{ACTUAL,t} - \Delta C_{BSL,t} - LK_t \quad \text{Equation (4) de la metodología}$$

Donde:

$\Delta C_{AR-CDM,t}$	=	Remociones de GHG netas antropogénicas por los depósitos seleccionados, en el año t ; t CO ₂ -e
$\Delta C_{ACTUAL,t}$	=	Remociones netas de GHG actuales por los depósitos, in el año t ; t CO ₂ -e
$\Delta C_{BSL,t}$	=	Remociones de la línea base, en el año t ; t CO ₂ -e
LK_t	=	Emisiones de GHG derivadas de las fugas, en el año t ; t CO ₂ -e

5.7.1 Estimación de las remociones de GHG actuales netas.

Aplicación de las herramientas metodológicas.

- *AR-TOOL14 Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities.*
- *A/R Methodological tool, "tool for estimation of change in soil organic carbon stocks due to the implementation of A/R CDM project activities"*
- *Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project Activities.*

5.7.1.1 Biomasa aérea.

Está determinada por:

$$- \Delta C_{Above_{ground,proj,t}} = \Delta C_{TREE_PROJ,t} + \Delta C_{SHRUB_PROJ,t}$$

Donde

$\Delta C_{Above_{ground,proj,t}}$	=	Cambios en el carbono de la biomasa aérea en el año t . t CO ₂ -e
$\Delta C_{TREE_PROJ,t}$	=	Cambios en el carbono de la biomasa del componente arbóreo en el año t . t CO ₂ -e.
$\Delta C_{SHRUB_PROJ,t}$	=	Cambios en el carbono de la biomasa del componente arbustivo en el año t . t CO ₂ -e.

5.7.1.1.1 Estimación para los Árboles.

Para determinar la acumulación de carbono de una especie forestal se asume como una buena práctica (IPCC, 2003) desarrollar proyecciones a partir de su incremento medio anual (IMA), o partir de las curvas de crecimiento por especie forestal y modelo de rodal en volumen (m³ha⁻¹año⁻¹), el cual es convertido, mediante factores de expansión a carbono. El ajuste de modelos asintóticos de crecimiento, generalmente se obtienen a través de información tomada en parcelas permanentes ubicadas en rodales donde crece la especie estudiada, procurando que cubran un amplio rango de edades y calidades de sitio (Zeide *et al.* 1993). Para las del proyecto Forestal Redentoristas, se desarrollaron estimaciones con fuentes de información para IMA (m³ha⁻¹año⁻¹) y densidad de la madera (Tabla 24) a partir de: Roncancio *et al* (1998),

Tabla 24. Incrementos medios anuales (IMA) en volumen (V) y en Carbono (C), reportados y calculados para las especies propuestas y la regeneración natural asistida utilizando factores de expansión. P: densidad de la madera.

Especie	P	IMA	Rendimiento total	Rendimiento total (Biomasa)	Fuente consultada
	Promedio (g/cm ³)	V (m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	V (m ³ ha ⁻¹)	Biomasa (t ha ⁻¹ año ⁻¹)	
<i>Pinus caribaea</i>	0.585	13.0	234		Trujillo, 2007 y - 2011 CONIF, 1998.
<i>Acacia mangium</i>	0.520	20	3000		Forestal maderero ⁷³ ,
<i>Eucalytus pellita</i>	0.640	25	450		Nieto <i>et al</i> , 2010
Regeneración natural	0.613			231	Phillips <i>et al</i> . IDEAM 2014
<i>S. amara</i>	0.360	6.84	120		Zane, <i>et al</i> . 2009 ⁷⁴ . https://www.forestmaderero.com/articulos/item/aceituno.html

A partir de la información, se generaron las curvas de acumulación de carbono para cada una de ellas luego de suponer que el 47% de la biomasa está representada por dicho elemento (IPCC 2003). Se dio prioridad a la información resultante de estudios realizados en Colombia, específicamente en la región de los Llanos Orientales. En otros casos, se utilizaron factores de expansión del volumen, la biomasa u otras variables de carácter dendrométrico, que fueron obtenidos directamente de la literatura o, calculados a partir de las ecuaciones generadas para el cálculo del carbono en especies o modelos de rodal forestales tomando el crecimiento como punto de partida (Método indirecto recomendado y acogido por la NTC 6208, pág. 13).

Empleando la información de carácter dendrométrico (e.g. diámetro, altura, densidad de la madera y volumen) encontrada para cada especie (Tabla 25), se procedió a estimar el contenido de carbono almacenado por las mismas en diversas edades. Se parametrizó el modelo de von Bertalanffy que se encuentra explícito en la Ecuación 1 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** (von Bertalanffy 1976, Zeide 1993, Lei & Zhang 2004) utilizando el método de la aproximación matemática.

Ecuación 1.
$$C = A[1 - \exp(-bt)]^{1/(1 - m)}$$

Donde,

C es el carbono (t ha⁻¹),

t es el tiempo (años)

A, b y m son parámetros de la ecuación.

⁷³ <https://www.forestmaderero.com/articulos/item/acacia-mangium.html>

⁷⁴Zanne, A.E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C., and Chave, J. 2009. Global wood density database. https://www.researchgate.net/publication/233743277_GlobalWoodDensityDatabase

El término exp denota el operador exponencial y A es la asíntota o cantidad máxima que puede alcanzar el organismo con el avance del tiempo, la cual controla la tasa máxima de crecimiento de las especies.

Este modelo plantea que las tasas de anabolismo del organismo son proporcionales a su masa elevada a la potencia $2/3$, mientras que el catabolismo es solo proporcional a la masa. Por tanto, el parámetro m en el modelo de Bertalanffy es $2/3$ (Zeide 1993). En los casos en los que empleó dicho modelo, trató de asumirse esta constante puesto que se ha observado de manera empírica, que este valor permite estimar valores asíntóticos conservadores, de esta manera se facilita el proceso de iteración de los demás parámetros y hace que el término $1/1-m$, se convierta en un término constante $c = 3$.

La aproximación matemática, consiste en utilizar un sistema de ecuaciones a partir de valores asíntóticos e incrementos medios anuales de carbono, con el fin de obtener un modelo del tipo *von Bertalanffy* (Ecuación 1). Para tal caso, se disponía de las asíntotas correspondientes a la cantidad máxima de carbono almacenado que se encontró en la literatura para las especies, los incrementos medios anuales (IMAs) en carbono y el contenido de carbono inicial calculado como $1/3$ de la asíntota.

Las funciones ajustadas estiman las tendencias de acumulación de carbono en los escenarios potenciales y, en consecuencia, los modelos mencionados constituyen las funciones de adición del proyecto.

Los resultados para el modelo de rodal productivo basado en *P. caribaea* y *E. pellita*, para el modelo de restauración pasiva y restauración con *S. amara* se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25. Parámetros de regresión de las funciones de volumen (m^3ha^{-1}) para los modelos de rodal comercial con las especies *P. caribaea*, *E. pellita*, *A. mangium* y *S. amara*, *para regeneración natural se muestran los valores para la biomasa en función del tiempo para las especies. Las letras A y b son los parámetros de la regresión, $c = 1/1-m$, donde $m = 2/3$.

Especie	Modelo			Fuente de bases de datos
	A	b	c	
<i>Pinus caribaea</i>	234.0	0.1256	3.00	Roncancio et al, 1998
<i>Eucalytus pellita</i>	450	0.1256	3.00	Nieto et al, 2010
<i>Acacia mangium</i>	300	0.15	3.00	Forestal maderero ⁷⁵
<i>Simaruba amara</i>	120	0.1289	3.00	Sinchi, 2003 ⁷⁶
Regeneración Natural	231*	0.098	3.00	*Biomasa aérea. Phillips et al. IDEAM 2014, IPCC 2003

En las FIGURA 8, FIGURA 9 y FIGURA 10, se observan las curvas de acumulación de volumen ($m^3 ha^{-1} año^{-1}$) en el tiempo. En estas no se incluyen cambios por entresacas o mortalidad, dicho análisis se hace en la proyección final del cambio en tC $año^{-1}$.

Basados en los planes de establecimiento anual por especie y su respectiva área se desarrolla la estimación de la acumulación de carbono para el componente aéreo y subterráneo de la siguiente manera:

⁷⁵ <https://www.forestalmaderero.com/articulos/item/acacia-mangium.html>

⁷⁶ Giraldo B; Zubieta, M; Vargas, G; Barrera, J. 2013. Bases técnicas para el desarrollo forestal en el departamento del Guaviare, Amazonia colombiana. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi. 2013.

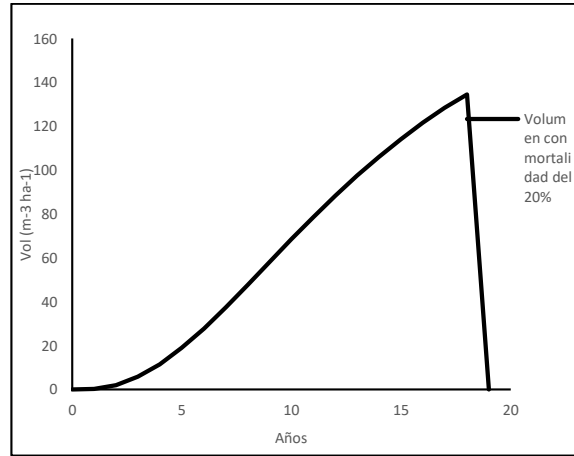


FIGURA 8. Modelación del crecimiento del volumen ($m^3 ha^{-1} año^{-1}$) de la especie *P. caribaea var. hondurensis*, empleando el modelo de crecimiento de von Bertalanffy.

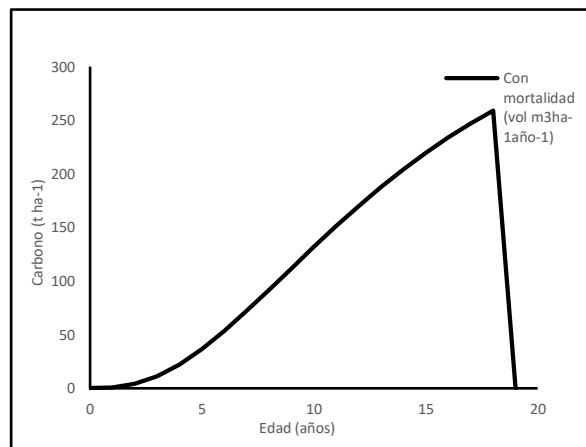


FIGURA 9. Modelación del crecimiento del volumen ($m^3 ha^{-1} año^{-1}$) de la especie *E. pellita* empleando el modelo de crecimiento de von Bertalanffy.

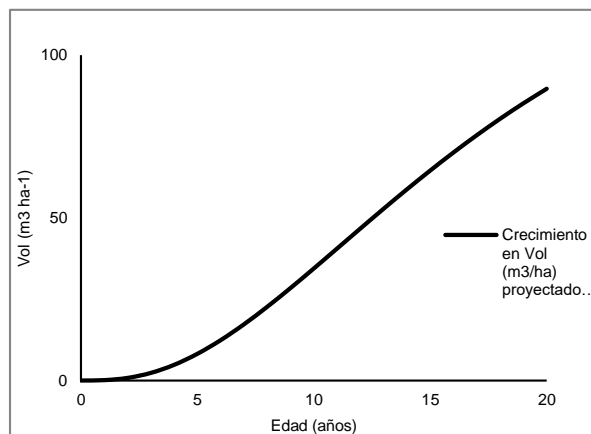


FIGURA 10. Funciones de adicionalidad ($m^3 ha^{-1} año^{-1}$) para el modelo de **regeneración natural** considerada en el proyecto; el modelo se obtuvo luego de ajustar ecuaciones de von Bertalanffy.

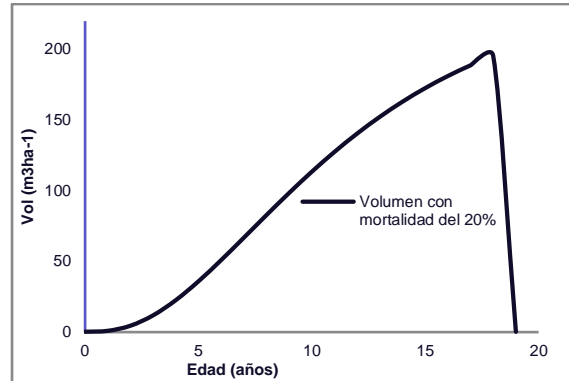


FIGURA 11. Funciones de adicionalidad ($m^3 ha^{-1} año^{-1}$) para el modelo de **A. mangium** considerada en el proyecto; el modelo se obtuvo luego de ajustar ecuaciones de von Bertalanffy.

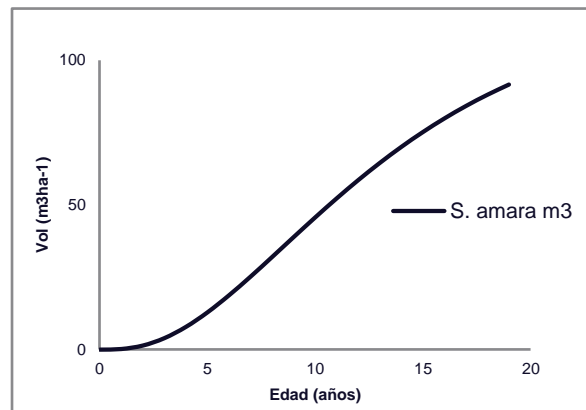


FIGURA 12. Funciones de adicionalidad ($m^3 ha^{-1} año^{-1}$) para el modelo de **S. amara** considerada en el proyecto; el modelo se obtuvo luego de ajustar ecuaciones de von Bertalanffy.

Así mismo, con el objeto de desarrollar modelaciones en función de las intervenciones silvícolas como es la reducción de volumen y por ende de carbono como consecuencia de entresacas, se desarrollaron los modelos con intervenciones del 25% (reducción en la cobertura del 25% de los árboles totales) en cada modelo de rodal comercial en los años 10 y 14 con una cosecha final al año 18. Esta modelación asume mortalidad del 20%.

El modelo de regeneración natural permanece sin intervenciones. Los resultados del comportamiento de las proyecciones para el modelo de rodal comercial con *P. caribaea* y *E. pellita* especies dominantes del sistema para una primera rotación se aprecian en las FIGURA 13 y FIGURA 14.

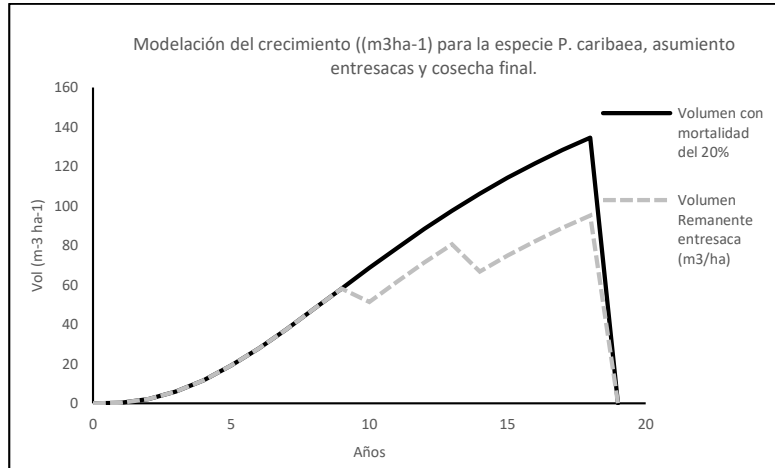


FIGURA 13. Comportamiento de acumulación de carbono con intervenciones de entresacas en los modelos de rodas forestal comercial de *P. caribaea*. La línea continua es la proyección modelada y la punteada hace referencia al cambio con las entresacas y cosecha final.

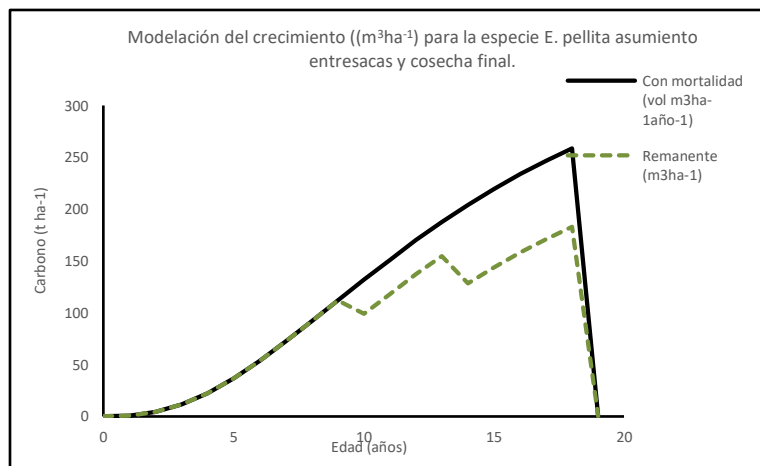


FIGURA 14. Comportamiento de acumulación de carbono con intervenciones de entresacas en los modelos de rodas forestal comercial de *E. pellita*. La línea continua es la proyección modelada y la punteada hace referencia al cambio con las entresacas y cosecha final.

5.7.1.1.2 Arbustos.

Acorde a la herramienta AR_Tool14, *Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities*, este sumidero es considerado positivo cuando los valores de biomasa arbustiva están por encima de los identificados en la línea base.

De otro lado, este componente en las actividades AR, el bosque considera los arbustos como parte integral de la definición para Colombia. Por tanto, sus cambios al ser significativos frente a los valores de la línea base se contabilizan en el balance de carbono neto antropogénico.

Tal como se señaló en párrafos anteriores, debido a las actividades de quemadas periódicas, las zonas elegibles solo consideraron pastos limpios sin presencia de árboles dispersos o arbustos. Estas zonas, al estar sometidas a quemadas periódicas, restringen la presencia de este componente en las condiciones de línea base. Por tanto, estas son asumidas como cero.

Ahora la estimación de este componente para las condiciones de proyecto se realiza siguiendo las recomendaciones del literal 11, de la herramienta AR-Tool 14.

Su aplicación se hace en estratos donde la dominancia en la cobertura de las copas de los arbustos este por encima del 5%.

$$- \Delta C_{SHRUB,t} = \frac{44}{12} \times CF_s \times (1 + R_s) \times \sum_i A_{SHRUBS,i} \times b_{SHRUBS,i} \quad \text{Ecuación 26 herramienta.}$$

$$- b_{SHRUBS,i} = BDR_{SF} \times b_{FOREST} \times CC_{SHRUBS,i} \quad \text{Ecuación 27 herramienta.}$$

Donde:

- $\Delta C_{SHRUB,t}$ = Cambios en el carbono de la biomasa arbustiva en el año t. t CO₂-e
- CF_s = Fracción de carbono presente en los arbustos C (t.d.m.)⁻¹. Valor por defecto de 0.47.
- R_s = Relación raíz-fuste o biomasa raíces-biomasa aérea. Valor por defecto de 0.40.
- $A_{SHRUB,t}$ = Área que cubren los arbustos en el estrato *i*, ha.
- $b_{SHRUB,t}$ = Biomasa de arbustos por hectárea en el estrato *i*, *td.m.ha*⁻¹
- BDR_{SF} = Relación de biomasa de arbustos por hectárea que tiene una cobertura de copa de 1.0 (ej: 100% de cobertura) con el valor por defecto de la biomasa aérea por hectárea de los bosques naturales de la región/país donde se localiza la actividad AR. Un valor de **0.10** puede ser usado a menos que información transparente y verificable sea provista.
- b_{FOREST} = Contenido de biomasa aérea de los bosques presentes en la región/país donde se desarrolla el proyecto, valor por defecto a partir de información nacional. *td.m.ha*⁻¹
- $CC_{SHRUBS,i}$ = Cobertura de copa de los arbustos, en la estimación de la biomasa de arbustos del estrato *i* en el tiempo de estimación, se expresa como un factor (Ej: 10% de cobertura de copa implica $CC_{SHRUBS,i} = 0.10$)

- Parámetros usados en la estimación (acorde a las tablas 1, a y 3 de la herramienta metodológica.)

- $A_{SHRUB,t}$ = Área de cada estrato de la propuesta de proyecto en el momento *t* (2019).
Estratos
 - siembras año 2015 0 ha.
 - siembras año 2014 40.51 ha.
 - siembras año 2013 221.14 ha
 - siembras año 2012 1,042.06 ha.

No se consideran las áreas de regeneración natural pasiva.

BDR_{SF} **0.10** Valor por defecto de la herramienta metodológica. Pág. 20 de la herramienta AR-Tool14.

BDR_{SF} = Ratio of shrub biomass per hectare in land having a shrub crown cover of 1.0 (i.e. 100 per cent) and the default above-ground biomass content per hectare in forest in the region/country where the A/R CDM project activity is located; dimensionless.

A default value of 0.10 should be used unless transparent and verifiable information can be provided to justify a different value.

$CC_{SHRUBS,i}$ = 0.5 Valor por defecto recomendado por la herramienta metodológica (ver Tabla 2 de datos y parámetros de la herramienta)

AR-TOOL14 Methodological tool: Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities Version 04.2	
Data / Parameter table 2. Shrub crown cover	
Data / Parameter:	$CC_{SHRUBS,i}$
Data unit:	Dimensionless
Description:	Crown cover of shrubs in shrub biomass stratum <i>i</i>
Source of data:	Field measurement
Measurement procedures (if any):	Considering that the biomass in shrubs is smaller than the biomass in trees, a simplified method of measurement may be used for estimating shrub crown cover. Ocular estimation of crown cover may be carried out or any other method such as the line transect method or the relascope method may be applied
Monitoring frequency:	At every verification
QA/QC procedures:	Quality control/quality assurance (QA/QC) procedures prescribed under national forest inventory are applied. In the absence of these, QA/QC procedures from published handbooks, or from the IPCC GPG LULUCF 2003, are applied
Comment:	When land is subjected to periodic cycles (e.g. slash-and-burn, or clearing-regrowing cycles) so that the shrub crown cover oscillates between a minimum and maximum values in the baseline, an average shrub crown cover equal to 0.5 is used unless transparent and verifiable information can be provided to justify a different value

b_{Forest} = Biomasa presente en las coberturas de bosque húmedo tropical referente para las áreas de proyecto. Este valor se asume como 231.7 td.m.ha⁻¹. La fuente de información es nacional Phillips et al, IDEAM, 2014⁷⁷.

5.7.1.2 Biomosas subterráneas.

Se estima mediante factores de expansión definidos por defecto en el IPCC 2003 y 2006.

ROOT-SHOOT RATIO	Valor	Fuente
<i>Pino sp</i>	0.46 (<50 t.ha de biomasa aérea) 0.32 (50-150 t.ha de biomasa aérea) 0.23 (>150 t.ha de biomasa aérea)	IPCC 2003 Tabla 3A.1.8
<i>Eucalipto sp</i>	0.45 (<50 t.ha de biomasa aérea) 0.34 (50-150 t.ha de biomasa aérea) 0.2 (50-150 t.ha de biomasa aérea)	IPCC 2003 Tabla 3A.1.8
<i>A. mangium</i> <i>S. amara</i>	0.20 (<125 t.ha de biomasa aérea)	IPCC 2003 Tabla 3A.1.8
Regeneración natural	0.24	IPCC 2003 Tabla 3A.1.8
Arbustos	0.40	IPCC 2006 Tabla 4.4

⁷⁷ Phillips, J.F., Duque, A.J., Scott, C., Peña, M.A., Franco, C.A., Galindo, G., Cabrera, E., Álvarez, E. & Cárdenas, D. 2014. Aportes técnicos del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono a la propuesta de preparación de Colombia para REDD+: datos de actividad y factores de emisión. Memoria técnica. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales (IDEAM). Bogotá D.C., Colombia. 45 pp.

5.7.1.3 Hojarasca, detritos finos y madera muerta sobre el suelo.

La estimación de este componente hace uso de la herramienta metodológica, AR-TOOL12 “*Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities*”.

Para la línea base, parte el mismo concepto de la no presencia o acumulación de **hojarasca**, debido a los procesos de quemas periódicos. En cambio, las actividades de proyecto promueven la formación de un manto de hojarasca que permanece por largos periodos sobre el suelo. Algunos estudios en plantaciones de pinos han mostrado aportes de hasta el 29% de biomasa en el balance general de los sumideros de carbono. Este valor comparado contra acumulación de **cerro** en la línea base, muestra la importancia de ese depósito en los balances generales de carbono para el proyecto.

La herramienta metodológica recomienda dos formas de estimar el contenido de carbono en los componentes de hojarasca y madera muerta. Para el actual cálculo se acogerá el método conservador de factores por defecto.

Este proceso metodológico asume que la **madera muerta** no es removida y permanece sobre el suelo de las plantaciones. Esto es lo que efectivamente sucede en las actividades de proyecto, no se remueve la materia orgánica derivada por podas o auto podas (ej: eucalipto) y por mortalidad natural de algunos individuos. Esta materia se deja dentro de las plantaciones durante el ciclo de rotación. Su forma de calcular para la madera muerta se define por:

$$- \Delta C_{DW,i,t} = C_{TREE,i,t} \times DF_{DW} \quad \text{Ecuación 9 de la herramienta metodológica.}$$

Donde:

- $C_{DW,t}$ = Contenido de carbono presente en la madera muerta en el área de proyecto en un punto del tiempo, t CO₂-e
- $C_{TREE,i,t}$ = Contenido de carbono en la biomasa de los árboles en el estrato i en un punto del tiempo t , en el año t . tCO₂-e
- DF_{DW} = Valor conservador por defecto que expresa el contenido de carbono en la madera muerta como un porcentaje de biomasa de árboles, %.
- i = 1,2,3,... Estratos del proyecto en el área de proyecto
- t = 1,2,3,... lapso de años transcurridos dese el inicio del proyecto

Valores aplicados:

Biome	Elevation	Precipitation	DF _{DW}
Tropical	<2000m	<1000 mm yr ⁻¹	2%
Tropical	<2000m	1000-1600 mm yr ⁻¹	1%
Tropical	<2000m	>1600 mm yr ⁻¹	6%
Tropical	>2000m	All	7%
Temperate/ boreal	All	All	8%

Se asume el 6% acorde a la herramienta metodologica.

5.7.1.3.1 Hojarasca y detritos finos.

Se estima de manera conservadora con factores por defecto para la estimación de contenido de carbono de este depósito.

$$- C_{LI,i,t} = C_{TREE,i,t} \times DF_{LI} \quad \text{Ecuación 15 de la herramienta metodológica.}$$

Donde:

$C_{LI,i,t}$	=	Contenido de carbono presente en la hojarasca en el área de proyecto en un punto del tiempo, t CO ₂ -e
$C_{TREE,i,t}$	=	Contenido de carbono en la biomasa de los árboles en el estrato i en un punto del tiempo t , en el año t . tCO ₂ -e
DF_{LI}	=	Valor conservador por defecto que expresa el contenido de carbono en la hojarasca como un porcentaje de biomasa de los árboles, %.
i	=	1,2,3,... Estratos del proyecto en el área de proyecto
t	=	1,2,3,... lapso de años transcurridos desde el inicio del proyecto

Valores aplicados:

DF_{LI}	=	Se asume el 10% como valor por defecto, analizado a partir de literatura científica para <i>Pinos. sp</i> en zonas tropicales. Ver análisis Anexo G. Balances de carbono 2012-2019. DF_{LI}_Hojarasca.
-----------	---	---

5.7.1.4 Carbono Orgánico del suelo.

En las condiciones de línea base (ver párrafos de generalidades), por las características de los suelos y su manejo, han llevado a contenidos significativamente bajos de carbono orgánico del suelo.

Para desarrollar los balances de carbono y sus cambios en el componente suelo se aplicará la herramienta metodológica “*Tool for estimation of change in soil organic carbon stocks due to the implementation of A/R CDM project activities*”.

Las condiciones de aplicabilidad se centran en:

- a)
 - Las áreas de proyecto no consideran humedales.
 - Los suelos NO están definidos como suelos orgánicos.
 - Los suelos NO fueron sujetos de prácticas de manejo o aplicación de enmiendas de fertilizantes que mejoraran las condiciones productivas y orgánicas, por lo contrario, fueron sometidas a quemas periódicas.
- b)
 - Las zonas del proyecto son zonas planas, y las actividades sobre estos, ayudan a mejorar las condiciones físicas y químicas frente al estado de degradación que descrito en la línea base, y las actividades forestales garantizan un buen manejo y conservación de los suelos en el largo plazo. El arado del suelo no es desarrollado, solo actividades de cincelado para apertura de líneas de siembra, que permite romper los suelos duros y encostrados como resultado de las quemas sobre los oxisoles.
 - Las actividades de preparación del suelo se desarrollan en la etapa de establecimiento. Posterior a esto, los suelos no serán alterados ni intervenidos. Las resiembras, que se esperan desarrollar luego del año 18, no requieren alteraciones a los suelos. Todo el material hojarasca y detritos menores se dejan como una forma de proteger y recircular nutrientes al suelo.

Los cambios en los contenidos de carbono orgánico están definidos por:

$\Delta SOC_{AL,i}$ Cambios en el contenido de carbono orgánico tCO₂-e

$SOC_{INITIAL,i} = SOC_{REF,i} \times f_{LU,i} \times f_{MG,i} \times f_{IN,i}$ Ecuación 1 de la herramienta metodológica.

Donde:

$SOC_{INITIAL,i}$	=	Contenido de carbono orgánico del suelo presente al inicio del proyecto en el estrato i en las áreas del proyecto, tC ha ⁻¹
-------------------	---	--

$SOC_{REF,i}$	=	Contenido de carbono orgánico del suelo en las coberturas de referencia nativas, las cuales esta definidas por condiciones climáticas regionales y tipo de suelos aplicable al estrato i en las áreas de proyecto tC ha ⁻¹
$f_{LU,i}$	=	Factor de cambio relativo de los contenidos de carbono para las condiciones de la línea base del estrato i en las áreas de proyecto.
$f_{MG,i}$	=	Factor de cambio relativo de los contenidos de carbono el régimen de manejo aplicado en las condiciones de la línea base del estrato i en las áreas de proyecto.
$f_{IN,i}$	=	Factor de cambio relativo de los contenidos de carbono el régimen de manejo aplicado para la línea base aplicado como ingresos en fertilización u otros en el estrato i en las áreas de proyecto.
i	=	1, 2, 3, Estratos de las áreas de proyecto.

Para la estimación de este componente, haciendo uso de factores por defecto y siguiendo las recomendaciones metodológicas de valores conservadores y manteniendo transparencia de los resultados, se hace uso de la herramienta ARWG SOC tool Multizone en formato *Excel* “*The approved spreadsheet to facilitate the calculation of changes in soil organic carbon stocks*”⁷⁸.

Este proceso se aplica de manera conservador apara las estimaciones ex ante y ex post del proyecto.

5.8 BALANCE GENERAL EX ANTE.

Los resultados del análisis ex ante se desarrollaron para todos los sumideros considerados con proyección a 30 años de implementación.

La herramienta de cálculo *Proyecciones_exante_V05_ene_04_2021_RED* vinculado a los anexos del proyecto.

⁷⁸ https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-16-v1.1.0.pdf/history_view

Tabla 26. Relación de emisiones reducidas para el componente aéreo y subterráneo. Biomasa aérea y subterránea Modelos de rodal.

Year	<i>P. caribaea</i>		<i>E. pellita</i>		<i>A. mangium</i>		Reg. N		<i>S. amara</i>		Total (por año)			Total (acumulado)		
	Aéreo	Subterráneo	Aéreo	Subterráneo	Aéreo	Subterráneo	Aéreo	Subterráneo	Aéreo	Subterráneo	Aéreo	Subterráneo	Total AB+BB	Aéreo	Subterráneo	Total AB+BB
	$dC_{AB,k,t}$	$dC_{BB,k,t}$	$dC_{AB,k,t}$	$dC_{BB,k,t}$	$dC_{AB,k,t}$	$dC_{BB,k,t}$	$dC_{AB,k,t}$	$dC_{BB,k,t}$	$dC_{AB,k,t}$	$dC_{BB,k,t}$	dC_{AB}	dC_{BB}	dC	C_{AB}	C_{BB}	C
	t CO ₂ (yr) ⁻¹	t CO ₂ (yr) ⁻¹	t CO ₂ (yr) ⁻¹	t CO ₂ (yr) ⁻¹	t CO ₂ (yr) ⁻¹	t CO ₂ (yr) ⁻¹	t CO ₂ (yr) ⁻¹	t CO ₂ (yr) ⁻¹	t CO ₂ (yr) ⁻¹	t CO ₂ (yr) ⁻¹	t CO ₂ (yr) ⁻¹	t CO ₂ (yr) ⁻¹	t CO ₂ (yr) ⁻¹	t CO ₂	t CO ₂	t CO ₂
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	500.7	230.3	108.6	48.9	1.5	0.3	6.7	1.6	0.4	0.1	617.9	282.4	900.3	617.9	282.4	900.3
2	2,956.6	1,360.0	615.5	277.0	7.9	1.6	39.9	9.6	2.0	0.4	3,621.8	1,655.7	5,277.6	4,239.8	1,938.1	6,177.9
3	6,784.9	3,121.0	1,320.1	594.1	16.2	3.2	90.0	21.6	4.3	0.9	8,215.4	3,757.0	11,972.4	12,455.2	5,695.1	18,150.3
4	10,911.8	5,019.4	2,024.8	911.2	23.7	4.7	145.3	34.9	6.5	1.3	13,112.1	5,997.7	19,109.8	25,567.3	11,692.8	37,260.1
5	14,623.4	6,726.8	2,630.7	1,183.8	29.5	5.9	198.6	47.7	8.4	1.7	17,490.5	8,001.5	25,492.1	43,057.8	19,694.3	62,752.1
6	17,586.3	8,089.7	3,097.8	1,394.0	33.2	6.6	245.8	59.0	9.8	2.0	20,973.0	9,595.6	30,568.6	64,030.8	29,289.9	93,320.7
7	19,706.8	9,065.1	3,419.6	1,196.9	35.1	7.0	285.0	68.4	10.8	2.2	23,457.3	10,390.9	33,848.2	87,488.2	39,680.8	127,168.9
8	21,021.2	9,669.8	3,607.4	1,262.6	35.5	7.1	315.5	75.7	11.3	2.3	24,990.9	11,074.2	36,065.2	112,479.1	50,755.0	163,234.1
9	21,630.0	9,949.8	3,680.5	1,288.2	34.8	7.0	337.5	81.0	11.5	2.3	25,694.2	11,389.0	37,083.2	138,173.3	62,144.0	200,317.3
10	18,873.1	8,681.6	3,056.6	1,069.8	26.9	5.4	351.7	84.4	12.5	2.5	22,320.8	9,907.0	32,227.8	160,494.1	72,051.0	232,545.1
11	20,564.2	9,459.5	3,569.5	1,249.3	31.1	6.2	358.9	86.1	17.5	3.5	24,541.2	10,869.3	35,410.5	185,035.3	82,920.3	267,955.6
12	20,341.5	7,146.5	3,425.9	1,199.1	28.8	5.8	360.1	86.4	24.4	4.9	24,180.6	8,507.4	32,688.0	209,215.9	91,427.8	300,643.7
13	16,375.8	4,909.6	3,246.1	1,136.1	26.2	5.2	356.5	85.6	31.0	6.2	20,035.6	6,206.9	26,242.5	229,251.5	97,634.7	326,886.2
14	17,560.2	5,516.1	2,374.8	831.2	17.3	3.5	348.9	83.7	36.5	7.3	20,337.6	6,504.5	26,842.2	249,589.2	104,139.2	353,728.4
15	16,913.0	5,393.3	2,828.8	990.1	21.3	4.3	338.2	81.2	40.5	8.1	20,141.8	6,537.7	26,679.6	269,731.0	110,677.0	380,408.0
16	15,762.4	5,044.0	2,610.1	913.5	19.0	3.8	325.2	78.1	42.9	8.6	18,759.6	6,106.5	24,866.1	288,490.6	116,783.4	405,274.0
17	14,479.8	4,633.5	2,393.5	478.7	16.8	3.4	310.6	74.5	44.0	8.8	17,244.6	5,254.8	22,499.4	305,735.2	122,038.2	427,773.4
18	13,228.8	4,233.2	2,183.5	436.7	14.8	3.0	294.8	70.8	43.8	8.8	15,765.7	4,805.4	20,571.1	321,500.8	126,843.7	448,344.5
19	2,890.0	924.8	0.0	0.0	0.0	0.0	278.4	66.8	42.8	8.6	3,211.2	1,050.3	4,261.5	324,712.1	127,894.0	452,606.1
20	941.6	371.4	108.6	48.9	1.5	0.3	261.7	62.8	41.1	8.2	1,354.6	538.8	1,893.4	326,066.7	128,432.7	454,499.4
21	2,956.6	1,360.0	615.5	277.0	7.9	1.6	245.1	58.8	39.0	7.8	3,864.1	1,749.3	5,613.4	329,930.8	130,182.1	460,112.8
22	6,784.9	3,121.0	1,320.1	594.1	16.2	3.2	228.8	54.9	36.5	7.3	8,386.5	3,821.7	12,208.2	338,317.2	134,003.8	472,321.0
23	10,911.8	5,019.4	2,024.8	911.2	23.7	4.7	212.8	51.1	33.9	6.8	13,207.1	6,031.5	19,238.6	351,524.3	140,035.3	491,559.6
24	14,623.4	6,726.8	2,630.7	1,183.8	29.5	5.9	197.5	47.4	31.2	6.2	17,512.3	8,005.7	25,518.0	369,036.6	148,041.0	517,077.6
25	17,586.3	8,089.7	3,097.8	1,394.0	33.2	6.6	182.8	43.9	28.6	5.7	20,928.8	9,572.9	30,501.7	389,965.4	157,613.9	547,579.3
26	19,706.8	9,065.1	3,419.6	1,196.9	35.1	7.0	168.9	40.5	26.0	5.2	23,356.4	10,345.1	33,701.6	413,321.9	167,959.0	581,280.9
27	21,021.2	9,669.8	3,607.4	1,262.6	35.5	7.1	155.7	37.4	23.6	4.7	24,843.4	11,009.6	35,853.0	438,165.3	178,968.6	617,133.8
28	21,630.0	9,949.8	3,680.5	1,288.2	34.8	7.0	143.3	34.4	21.3	4.3	25,509.8	11,309.4	36,819.2	463,675.1	190,277.9	653,953.1
29	18,873.1	8,681.6	3,056.6	1,069.8	26.9	5.4	131.7	31.6	19.1	3.8	22,107.5	9,816.0	31,923.5	485,782.6	200,093.9	685,876.5
30	20,564.2	9,459.5	3,569.5	1,249.3	31.1	6.2	120.9	29.0	17.2	3.4	24,302.9	10,769.3	35,072.2	510,085.6	210,863.2	720,948.8
	428,310.3	180,688.3	73,325.1	26,936.8	695.1	139.0	7,036.8	1,688.8	718.2	143.6			720,948.78			720,948.78

Tabla 27. Relación de emisiones reducidas por los sumideros arbustos, hojarasca, madera muerta y carbono orgánico del suelo.

Año	Arbustos		Hojarasca y madera muerta				Carbono Orgánico del Suelo. GHG removals by soil.	
	C _{SHRUB, t}		CL (hojarasca)		CDW (madera muerta)		Año	Acumulado
	Año	Acumulado	Año	Acumulado	Año	Acumulado		
	t CO ₂ año	t CO ₂	t CO ₂ año	t CO ₂	t CO ₂ año	t CO ₂	t CO ₂ /year	t CO ₂
0	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0
1	2,526	2,526	61.8	61.8	37.1	37.1	3,056.7	3,056.7
2	3,071	5,597	362.2	424.0	217.3	254.4	3,705.4	6,762.1
3	3,169	8,765	821.5	1,245.5	492.9	747.3	3,824.2	10,586.3
4	3,169	11,934	1311.2	2,556.7	786.7	1,534.0	3,824.2	14,410.5
5	3,157	15,091	1749.1	4,305.8	1049.4	2,583.5	3,824.2	18,234.7
6	3,145	18,236	2097.3	6,403.1	1258.4	3,841.8	3,824.2	22,058.9
7	3,145	21,382	2345.7	8,748.8	1407.4	5,249.3	3,824.2	25,883.2
8	3,145	24,527	2499.1	11,247.9	1499.5	6,748.7	3,824.2	29,707.4
9	3,145	27,672	2569.4	13,817.3	1541.7	8,290.4	3,824.2	33,531.6
10	3,145	30,818	2232.1	16,049.4	1339.2	9,629.6	3,824.2	37,355.8
11	3,145	33,963	2454.1	18,503.5	1472.5	11,102.1	3,824.2	41,180.0
12	3,145	37,109	2418.1	20,921.6	1450.8	12,553.0	3,824.2	45,004.2
13	3,145	40,254	2003.6	22,925.2	1202.1	13,755.1	3,824.2	48,828.4
14	3,145	43,399	2033.8	24,958.9	1220.3	14,975.3	3,824.2	52,652.7
15	3,145	46,545	2014.2	26,973.1	1208.5	16,183.9	3,824.2	56,476.9
16	3,145	49,690	1876.0	28,849.1	1125.6	17,309.4	3,824.2	60,301.1
17	3,145	52,836	1724.5	30,573.5	1034.7	18,344.1	3,824.2	64,125.3
18	3,145	55,981	1576.6	32,150.1	945.9	19,290.1	3,824.2	67,949.5
19	3,157	59,138	321.1	32,471.2	192.7	19,482.7	3,824.2	71,773.7
20	3,180	62,318	135.5	32,606.7	81.3	19,564.0	3,824.2	75,597.9
21	3,180	65,498	386.4	32,993.1	231.8	19,795.8	767.5	76,365.5
22	3,157	68,655	838.6	33,831.7	503.2	20,299.0	118.8	76,484.3
23	3,145	71,801	1320.7	35,152.4	792.4	21,091.5	0.0	76,484.3
24	3,145	74,946	1751.2	36,903.7	1050.7	22,142.2	0.0	76,484.3
25	3,145	78,092	2092.9	38,996.5	1255.7	23,397.9	0.0	76,484.3
26	3,145	81,237	2335.6	41,332.2	1401.4	24,799.3	0.0	76,484.3
27	3,145	84,383	2484.3	43,816.5	1490.6	26,289.9	0.0	76,484.3
28	3,145	87,528	2551.0	46,367.5	1530.6	27,820.5	0.0	76,484.3
29	3,145	90,673	2210.8	48,578.3	1326.5	29,147.0	0.0	76,484.3
30	3,145	93,819	2430.3	51,008.6	1458.2	30,605.1	0.0	76,484.3

Tabla 28. Balance entre las remociones de carbono, las emisiones, las fugas y descuento por buffer del 15%.

Año	Remociones de carbono estimado para la línea base		Remociones de carbono proyecto.	Emisiones de Carbono	Remociones netas de carbono por el proyecto		Fugas		Buffer (15%)	Balance final
	t CO ₂	t CO ₂ /año			t CO ₂	t CO ₂	t CO ₂	t CO ₂ /año		
0	8.7	8.7	0	0	-8.7	-8.7	0	0	-1	-7
1	8.7	0.0	6,582	0	6,572.9	6,581.6	0	0	986	5,587
2	8.7	0.0	19,215	0	19,206.2	12,633.3	0	0	2,881	16,325
3	8.7	0.0	39,495	0	39,485.9	20,279.7	0	0	5,923	33,563
4	0.0	-8.7	67,695	0	67,695.1	28,209.2	0	0	10,154	57,541
5	0.0	0.0	102,967	0	102,966.9	35,271.8	0	0	15,445	87,522
6	0.0	0.0	143,861	0	143,860.8	40,893.9	0	0	21,579	122,282
7	0.0	0.0	188,432	0	188,431.8	44,571.0	0	0	28,265	160,167
8	0.0	0.0	235,465	0	235,465.1	47,033.4	0	0	35,320	200,145
9	0.0	0.0	283,629	0	283,629.0	48,163.9	0	0	42,544	241,085
10	0.0	0.0	326,398	0	326,397.8	42,768.8	0	0	48,960	277,438
11	0.0	0.0	372,705	0	372,704.5	46,306.7	0	0	55,906	316,799
12	0.0	0.0	416,231	0	416,231.1	43,526.6	0	0	62,435	353,796
13	0.0	0.0	452,649	0	452,649.0	36,417.9	0	0	67,897	384,752
14	0.0	0.0	489,715	0	489,714.8	37,065.8	0	0	73,457	416,258
15	0.0	0.0	526,587	0	526,586.7	36,871.9	0	0	78,988	447,599
16	0.0	0.0	561,424	0	561,423.9	34,837.3	0	0	84,214	477,210
17	0.0	0.0	593,652	0	593,652.1	32,228.1	0	0	89,048	504,604
18	0.0	0.0	623,715	0	623,715.3	30,063.3	0	0	93,557	530,158
19	0.0	0.0	635,472	0	635,471.9	11,756.6	0	0	95,321	540,151
20	0.0	0.0	644,586	0	644,586.4	9,114.5	0	0	96,688	547,898
21	0.0	0.0	654,766	0	654,765.7	10,179.3	0	0	98,215	556,551
22	0.0	0.0	671,592	0	671,591.6	16,825.8	0	0	100,739	570,853
23	0.0	0.0	696,089	0	696,088.7	24,497.2	0	0	104,413	591,675
24	0.0	0.0	727,554	0	727,554.1	31,465.4	0	0	109,133	618,421
25	0.0	0.0	764,550	0	764,549.8	36,995.7	0	0	114,682	649,867
26	0.0	0.0	805,134	0	805,133.8	40,584.0	0	0	120,770	684,364
27	0.0	0.0	848,107	0	848,107.1	42,973.3	0	0	127,216	720,891
28	0.0	0.0	892,153	0	892,153.3	44,046.2	0	0	133,823	758,330
29	0.0	0.0	930,759	0	930,759.5	38,606.1	0	0	139,614	791,146
30	0.0	0.0	972,866	0	972,865.6	42,106.1	0	0	145,930	826,936
Suma		0							145,930	826,936
Años		30							30	30
Promedio año	0.10	0.10							4,864	27,564

Se estima una reducción total de emisiones para un ciclo de proyecto de 30 años en **972,865.6** toneladas de CO₂ de las cuales el 15% se va a la reserva o Buffer quedando libre a ser llevadas a mercado un total de **826,936** toneladas de CO₂.

5.9 PLAN DE MONITOREO.

Para implementar el proyecto de carbono forestal **Redentoristas**, la metodología implementada han establecido una serie de procedimientos para garantizar una clara contabilidad de los gases con efecto invernadero que se estarían mitigando, en este caso el CO₂ capturado y fijado coberturas boscosas que se encuentran en crecimiento. Por tanto, la implementación del monitoreo luego de aprobado y establecido el proyecto se basa en:

5.9.1 *Monitoreo de límites físicos del proyecto.*

Estos comprenden las áreas que efectivamente hacen parte del proyecto. En ellas se deben incluir las que se han sembrado y se sembrarán, y que están bajo control. Así mismo, muchas áreas posiblemente no serán sembradas por condiciones de suelo, inundación, entre otras y se busca que se incluyan dentro de la contabilidad de la regeneración natural pasiva. Otro aspecto es controlar las áreas donde se presenten anomalías que afectan la acumulación y conservación de CO₂ capturado, como son los incendios, plagas, etc. Finalmente, se debe tener en cuenta que las áreas de control son las efectivamente sembradas, es decir que áreas que no tienen cobertura de bosque como corredores corta fuegos o vías, no se deben considerar en la contabilidad, aunque hagan parte del proyecto, además de aquellas áreas que sean sembradas y que se encuentren por fuera del análisis de elegibilidad desarrollado en la fase ex ante.

5.9.2 *Monitoreo del establecimiento forestal.*

Acá se quiere dar garantía en la calidad de los rodales que se siembra, dando cuenta de que cumplen con los procedimientos detallados en el proyecto propuesto. Este monitoreo se debe desarrollar por lo menos durante los tres primeros años de establecido cada lote y con periodos más amplios en especial cuando se hacen actividades de podas, entresacas y cosechas finales por cada lote.

Los componentes para tener en cuenta son:

Especie efectivamente sembradas: en muchos casos, a pesar de las especies tener los debidos paquetes tecnológicos, su desarrollo para la región del proyecto no es la esperada conduciendo a altas mortalidad y pobre desarrollo de los rodales, afectando las proyecciones de captura de CO₂, para lo cual el cambio de especie es necesario para dar continuidad al proyecto forestal comercial.

Seguimiento de la mortalidad y resiembras. Es importante en el primer año de establecimiento, mantener una homogeneidad de los rodales en densidades optimas por hectárea. Este monitoreo permite hacer resiembras de manera oportuna, puesto que resiembras tardías dentro de un mismo lote, generan en muchos casos, asincronía en el desarrollo de los árboles y requerirían planes de manejo diferente en esos espacios con resiembras.

5.9.3 *Monitoreo del manejo forestal.*

Estas actividades sin duda alguna igualmente afectan los balances en los gases de efecto invernadero que se quieren mitigar, dado que un mal desarrollo de los rodales afecta su crecimiento y captura de carbono atmosférico. Los aspectos por monitorear están asociados actividades desarrolladas por especie, lote, área intervenida y finca. Estos son: Limpias de lotes después de sembrados (biomasa eliminada y dejada dentro de los lotes), podas (intensidad, biomasa o volumen removido), raleos o entresacas, cosecha (intensidad, biomasa o volumen removido), resiembra de rodales que sean de varias rotaciones en el tiempo de duración del proyecto, monitorear disturbios como quemas, enfermedades y pérdidas de biomasa a consecuencia de dicha afección. Finalmente se evalúa el desarrollo de los árboles mediante parcelas de monitoreo de crecimiento.

Para el monitoreo del desarrollo del proyecto se hace necesaria la estratificación de los rodales.

Estratificación de los rodales: La estratificación es clave al momento de realizar las valoraciones de emisiones reducidas. Se recomienda desarrollar estratificaciones basadas en aspectos como: especie, fecha de siembra, manejo silvícola, entre otros, pues se presume que estos aspectos permitirán unificar lotes que presenten condiciones de remociones y contenidos de carbono similares. No obstante, se resalta que la estratificación busca unificar áreas con similares contenidos de carbono, independiente del manejo o de la especie, pues estos pueden tener afectaciones como, plagas, incendios, calidades de sitios, entre otros que hacen reformular la estratificación. Para la actual propuesta de proyecto se desarrollará la estratificación discriminada inicialmente en dos tipos de rodal:

- **Modelo de rodal comercial:** compuesto por las especies de interés comercial y que serán sometidas a manejo silvícola.
- **Regeneración natural pasiva:** áreas que fueron destinadas para protección, donde no se realizan intervenciones productivas y su proceso de recuperación se hará median procesos sucesiones naturales sin intervención antrópica. Estas áreas corresponden a zonas de retiros a fuentes de agua, lugares de protección, o áreas no aptas para el cultivo de especies forestales.

A su vez estos dos modelos de rodal tendrán estratificaciones basadas en su desarrollo y acumulación de biomasa – carbono, que será evaluada inicialmente con procesos de imágenes satelitales, mediante indicadores como el El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, que permite estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético de ciertas imágenes satelitales

Para esta estratificación se proponen cuatro niveles en cada tipo de rodal:

- Bajo
- Regular
- Medio
- Alto.

A continuación, se presenta el listado de variables más importantes de monitorear y que será aplicada en el proyecto forestal, en los tres aspectos señalados anteriormente.

Tabla 29. Variables para monitoreo de las áreas del proyecto.

Variable	Observación
Estrato ID	<i>Estrato, considerando los inicialmente establecidos y los cambios que se puedan producir con el avance del proyecto.</i>
Coordenadas de polígonos o lotes.	<i>Para controla áreas sembradas. Deberán estar en longitud y latitud.</i>
A_{it}	<i>Polígonos de áreas sembradas, en un tiempo t, y dentro de un estrato definido j.</i>
A_T	<i>Área total que corresponde a la sumatoria de todos los lotes que hacen parte del proyecto.</i>
$Adist$	<i>Áreas alteradas por disturbios naturales o humanos (cosechas, entresacas).</i>

Tabla 30. Variables para monitoreo del establecimiento forestal.

Variable	Observación
Localización	<i>Posición geográfica donde se desarrolla cada actividad.</i>
Aikt	<i>Área intervenida por actividad</i>
Preparación de sitios	<i>Preparación de sitios al inicio del proyecto en ha.</i>
Biomasa eliminada antes del establecimiento.	<i>Solamente la biomasa arbórea es considerada para las emisiones por preparación de los sitios.</i>
Especies	<i>Especies que realmente se plantan por estrato.</i>
Chequeo de supervivencia l, j, k.	<i>Supervivencia luego de la siembra.</i>
Plantación	<i>Fecha de plantación de los lotes.</i>

Tabla 31. Variables para monitoreo del manejo forestal

Variable	Observación
Área preparada$_{i,j,t}$	<i>Área sometida a limpia antes del establecimiento. Estas áreas generalmente corresponden a las mismas que son sembradas.</i>
Biomasa retirada en la preparación de los suelos.	<i>Biomasa eliminada durante la limpieza.</i>
Área sembrada $(i),j,t$	<i>Áreas bajo control que son efectivamente sembradas</i>
Área fertilizada	<i>Área fertilizada, con el objeto de establecer buenos procedimiento del manejo, mas no es considerado como emisiones.</i>
Áreas sometidas a limpias	<i>Área que sometida a limpias donde están establecidos los rodales.</i>
Área podada	<i>Área donde los rodales son sometidos a podas.</i>
Área con entresaca	<i>Área entresacada</i>
Biomasa removida por entresaca o su porcentaje	<i>Puede afectar los contenidos de carbono de los rodales y es necesario su seguimiento.</i>
Área cosechada	<i>Áreas que cumplen su ciclo de rotación.</i>
Volumen cosechado	<i>Volúmenes reportados en las cosechas por especie.</i>
Áreas reestablecidas	<i>Cantidad de área replantada y año, para dar inicio a una nueva rotación.</i>
Área disturbios	<i>Área con afectación por disturbios como incendios, plagas, mortalidad, etc. El levantamiento se realiza con GPS.</i>

Otros elementos para monitorear y que están en concordancia con la NTC6208, son aspectos relacionados con el componente social y de biodiversidad.

Básicamente estos elementos se fundamentan en:

-**Social:** impacto en la generación de empleos en el área de proyecto y su cumplimiento con las normas nacionales de contratación, y capacitación para la cualificación del personal. Así mismo, no afectar territorios con presencia de comunidades étnicas.

Para este componente el seguimiento a los indicadores de empleo por año se hace los más importantes, puesto que como se señaló en párrafos anteriores se demostró la no presencia de comunidades étnicas en las áreas de proyecto.

-**Biodiversidad:** Este seguimiento se articula a las exigencias desarrolladas por la corporación autónoma regional, la cual dentro de sus políticas establece un seguimiento y control de los impactos que la actividad de proyecto pueda generar al componente biótico en especial a la biodiversidad y específicamente a las especies vulnerables, o Valores Objeto de Conservación (VOC). Para este componente se actualizarán el listado de especies presentes en la región y su estado de conservación partiendo de estudios regionales actualizados y complementado con monitoreos que desarrolle el proyecto. Para el proyecto y siguiendo con las exigencias ambientales de la corporación ambiental Corporinoquia, mediante expediente número 800.44.2.12.004 de la corporación, se hace seguimiento periódico al cumplimiento al componente de biodiversidad en las áreas de influencia del proyecto.

Finalmente, se prevé desarrollar procesos relacionados con la Calidad de la información. En esta se prevé la optimización del control y la calidad de la información acopiada. El proceso se enfoca en un plan de control en la toma de la información, archivado, verificación y auditoría interna de la información resultante, garantizando la integridad de los datos acumulados para cada periodo de monitoreo y a lo largo de ejecución de la actividad de proyecto propuesta

5.9.4 Propuesta para la implementación del plan de monitoreo en los cambios de los contenidos de carbono en los rodales establecidos.

- **Verificación de especies y estratos:** Los rodales involucrados en el proyecto son verificados frente a las especies y estratos predefinidos en el proyecto y serán almacenados en la base de datos, según el modelo de rodal al cual pertenezcan
- **Supervivencia:** Esta se cuantifica en campo mediante un muestreo en parcelas temporales circulares de supervivencia, con un área de 200 m² (FIGURA 15) El monitoreo de la supervivencia se realiza aproximadamente a los tres meses de sembrados los lotes. Se establece que, si se detecta una supervivencia menor del 90% de la cantidad inicial sembrada, se deberá realizar resiembra del material faltante con la misma especie, buscando mantener los lotes homogéneos en edad y desarrollo. La estimación se realiza mediante un conteo sencillo de los individuos dentro de cada parcela, verificando su estado de vitalidad; luego se determina la densidad de individuos vivos y finalmente se compara con la densidad inicial de establecimiento.

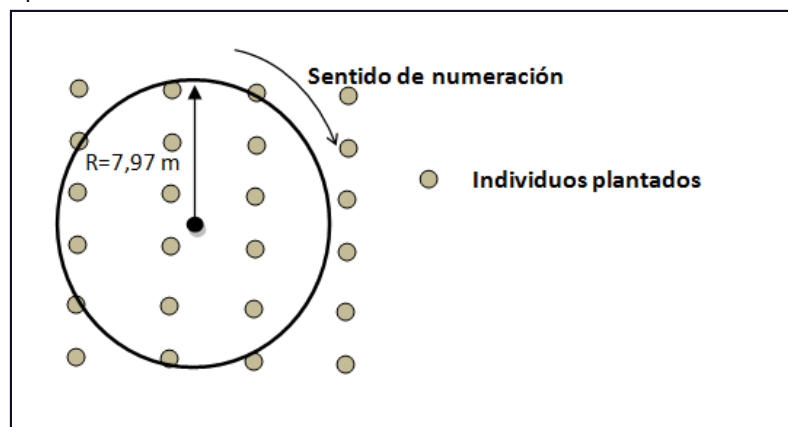


FIGURA 15. Esquema de la parcela temporal de monitoreo de supervivencia.

5.9.5 Monitoreo de las remociones netas por los sumideros y adquisición de datos.

El monitoreo de este componente se realiza mediante parcelas temporales o permanentes, en las cuales se evalúa el proceso dinámico de crecimiento de la plantación, para poder estimar así los contenidos de carbono presente en la biomasa arbórea aérea y subterránea del proyecto. El inventario de las parcelas permite evaluar la correspondencia de las especies sembradas con las planteadas en el proyecto, además, de las densidades de siembra.

Se seguirá el protocolo de establecimiento de parcelas y medición de variables dendrométricas para la estimación de los incrementos volumétricos en cada rodal, dicha información servirá de insumo para validar las ecuaciones volumétricas por especie, o para reformular nuevas ecuaciones que permitan modelar con mayor realidad el volumen alcanzado por las especies sembradas para la zona del proyecto.

A continuación, se describen algunos de los parámetros de mayor importancia a monitorear:

Estratificación.

Los estratos definidos, serán monitoreados en una base de datos donde figure especie, área, lote, fecha de plantación, etc. el cual será almacenado en formato físico y digital. Dicha base de datos será soportada adicionalmente con la cartografía respectiva. La actualización de áreas que se incorporan al proyecto se sugiere hacerla trimestral, permitiendo hacer un control y monitoreo permanente de las áreas por estrato.

Monitoreo de los estratos.

Las áreas de los estratos anteriormente definidos serán periódicamente monitoreados acordes a los criterios establecidos en el monitoreo del ámbito del proyecto (párrafos anteriores), procurando identificar parámetros de cambios en las áreas inicialmente establecidas, y promoviendo la unificación de estratos considerados como disímiles en la fase *ex ante*. Acorde a los cambios en la acumulación de carbono en cada periodo de monitoreo, se podrá plantear una nueva estratificación que agrupe rodales con acumulaciones similares y otros aspectos en común. Si se desarrolla un pre-muestreo antes del primer monitoreo, entonces los resultados de este permitirán hacer una re-estratificación, basado en cambios como:

- Edad
- Manejo silvicultural
- Posible variación en la captura de carbono
- Costo efectividad en el proceso de monitoreo
- Disturbios (plagas, fuegos, patologías, etc.)

Algunos cambios en los parámetros definidos anteriormente, solo se detectan posterior al desarrollo del primer monitoreo como es la captura de carbono.

Monitoreo de los cambios en los contenidos de carbono.

Cartografía

Se podrán emplear mapas de diferente escala, no obstante, se recomiendan mapas a escalas grandes como son 1:10,000 que faciliten la distinción entre modelos y lotes. Es aconsejable poseer una serie de mapas de este tipo por estratos y se evitara la generación de un único mapa para el monitoreo en campo. De esta forma los grupos encargados del inventario dispondrán de facilidades para hacer recorridos y ubicación de sitios distinguibles en campo para acceder en los subsiguientes monitoreos o para facilitar el acceso del grupo interventor del monitoreo. Esta cartografía

documentara referencias altimétricas, accidentes geográficos (como son los drenajes), infraestructura vial (acá se incluyen vías primarias y secundarias, caracterizando su tipo, es decir pavimentada ó no), posible división de los lotes, caracterizando la ubicación de los modelos de rodal con colores disimiles entre sí. Se dispondrá de un mapa general de los lotes y modelos que resumen los mapas generados para el monitoreo en campo, este puede ser de una escala superior (1:50,000, 1:100,000) y servirá como soporte para la planificación del monitoreo. Para cada periodo de monitoreo se actualizarán la base de mapas del proyecto, y se incluirán los datos de áreas plantadas y bajo control para dicho periodo. Como apoyo a la cartografía se podrá contar con fotografías aéreas para los procedimientos de ubicación de las parcelas.

Tamaño de muestra.

Se establecerán una serie de parcelas de muestreo que permitan identificar los cambios y evolución de acumulación de carbono en los rodales. Estas parcelas se establecerán teniendo criterios de costo efectividad, manteniendo un nivel de precisión del $\pm 10\%$ de la media, con nivel de confianza del 95%.

El procedimiento para calcular el tamaño de muestra se sigue el método I de la herramienta metodológica para el cálculo de tamaño de muestra⁷⁹:

Pasos:

- Identificar los parámetros según la propuesta de proyecto, para estimar la cantidad de muestra necesaria.

Parámetros:

A: Área total del proyecto; ha

I: Estrato

A_i: Área de cada estrato i; ha

AP: Área de la parcela de monitoreo; ha

st_i: desviación estándar de la estimación por estrato i

- Calcular la totalidad de parcelas del tamaño definido para la totalidad de área de proyecto:

$$N = \frac{A}{AP}; \quad N_i = \frac{A_i}{AP}, \quad (\text{Ecn 1 de la herramienta})$$

donde:

N: número máximo de parcelas posibles en el área de proyecto

N_i: número máximo de parcelas posibles en el área del estrato i.

⁷⁹ Calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM Project activities. ver 02. (EB 46 Report Annex 19).

- Estimar el error permisible, basados en los niveles de precisión deseada y mediante la estimación de volumen (ó biomasa) promedio.

$$E_1 = Q_1 * P \quad (\text{Ecn 2 de la herramienta})$$

Donde:

Q_1 : Valor promedio estimado para cantidad de volumen o biomasa en el proyecto. Q , $t \text{ ha}^{-1}$, $m^3 \text{ ha}^{-1}$.

P : Nivel de precisión (e.g. 10%)

E_1 : Error permisible ($\pm 10\%$ de la media)

- Estimar la cantidad de parcelas para la totalidad del proyecto asumiendo costos iguales de establecimiento de las parcelas, mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{\left(\sum_{i=1}^{m_{PS}} N_i \cdot st_i \right)^2}{\left(N \cdot \frac{E}{z_{\alpha/2}} \right) + \left(\sum_{i=1}^{m_{PS}} N_i \cdot (st_i)^2 \right)} \quad (\text{Ecn 5 de la herramienta})$$

Donde:

n : número total de parcelas en todos los estratos del proyecto

$z_{\alpha/2}$: valor del estadístico z, para un $\alpha = 0.05$ (indicado para un 95% de nivel de confianza), $z_{\alpha/2} = 1,9599$

- Estimar cantidad de parcelas por estrato asumiendo iguales costos de establecimiento:

$$n_i = \frac{\sum_{h=1}^{m_{PS}} N_h \cdot st_h}{\left(N \cdot \frac{E}{z_{\alpha/2}} \right) + \left(\sum_{i=1}^{m_{PS}} N_i \cdot (st_i)^2 \right)} \cdot N_i \cdot st_i \quad (\text{Ecn 6 de la herramienta})$$

donde:

st_i : desviación estándar de la estimación para el estrato i

i : 1, 2, 3, ... L estratos del proyecto

n_i : número de parcelas en el estrato i .

La cantidad de parcelas por estrato para el proyecto se puede determinar haciendo uso de la herramienta generada por *Winrock International*⁸⁰.

⁸⁰ *Winrock Terrestrial Sampling Calculator*. www.winrock.org/ecosystems/files/Winrock_Sampling_Calculator.xls

Tipo de parcelas

La forma de las parcelas de monitoreo es rectangular contando con un tamaño de 500 m² de área (20 x 25 m) en todos los sistemas (FIGURA 16). En caso de presentarse situaciones en la cuales la parcela de estas dimensiones no pueda ser establecida, se ajustará la forma de la parcela garantizando mantener el área de 500 m².

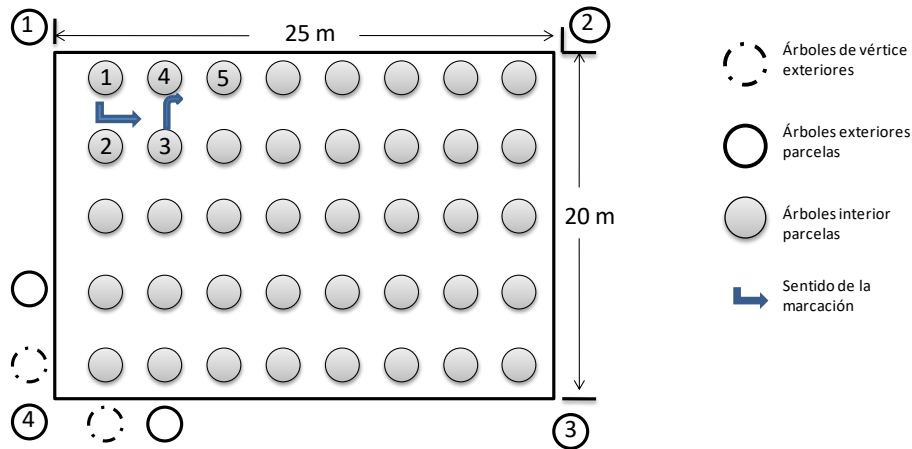


FIGURA 16. Levantamiento de las parcelas de monitoreo. Las dimensiones corresponden a 25m x 20m, para un área de 500 m².

Ubicación y levantamiento de las parcelas

Luego de haber realizado la distribución de las parcelas de manera sistemática sobre un mapa de las coberturas establecidas, con los puntos geográficos se procede a ubicar el centro punto de la parcela en campo con ayuda de GPS. La ruta de ingreso a la parcela debe ser marcada para facilitar su posterior ubicación en otros monitoreos o en el proceso de auditoría. A este punto se le denominara vértice uno y en sentido de las manecillas del reloj se establece el corredor lateral inicial de 25m, hasta ubicar el vértice 2 y así sucesivamente (ver FIGURA 16). Luego se marcan (con el respectivo número del vértice) los tres árboles exteriores que me determinan cada uno de los vértices. De esta manera queda delimitada la parcela. Luego se procede a marcar cada uno de los árboles con numeración sucesivas. Se debe procurar tener marcaciones permanentes, con placas que no dañen el árbol y pintura. Finalmente, al árbol 1 se le coloca información con pintura que detalle el código de la parcela, fecha de plantación. Estos procedimientos se muestran con más detalle en los protocolos diseñados para tal fin.

Medición y estimación de los contenidos de carbono en el tiempo

Las estimaciones de las remociones se harán mediante las ecuaciones disponibles en la literatura científica para las condiciones ambientales similares a las del proyecto, ecuaciones propuestas por las guías de buenas prácticas del IPCC para los modelos rodal y sus especies, y se podrán seguir algunas de las recomendaciones del tool "Demonstrating appropriateness of allometric Ecuacións for estimation of aboveground tree biomass in AVR CDM project activities" para definir ecuaciones a aplicar expost. Finalmente, en caso de ser posible se construirán ecuaciones con información primaria del proyecto.

Por tanto, de las parcelas de monitoreo las variables dendrometricas son diámetro altura de pecho (dbh, a 1.3 m sobre la base del suelo) y la altura (h) total.

Los factores de expansión de la biomasa aérea son los sugeridos por la *Guía de buenas prácticas*, además de las relaciones raíces – fuste para la estimación de la biomasa subterránea. No obstante, se podrá hacer uso de nuevos

valores reportados por la literatura o estimados en condiciones y especies similares a las del proyecto, dando prioridad a información nacional.

De la información acopiada en el primer periodo de monitoreo se podrán ajustar nuevas ecuaciones de volumen y realizar estimaciones apropiadas para el proyecto propuesto y las especies consideradas.

Los procedimientos detallados para tal fin se encuentran detallados en el protocolo del plan de muestreo de campo (Anexo N. Plan de monitoreo)

Aseguramiento y control de la calidad en los procedimientos de monitoreo.

Se seguirán los procedimientos establecidos por el proyecto, que garanticen la calidad de la información que se toma y su debido archivado.

Los procedimientos consisten inicialmente en la capacitación del personal encargado de tomar, acopiar y archivar la información. Como segunda instancia, se evaluará la real capacidad del personal encargado de hacer análisis y estimaciones, a partir de la información de monitoreos realizado. Así mismo, se contará con técnicos forestales que apoyaran las actividades de ejecución de establecimiento de los rodales, a modo que estén acordes a los planteamientos descritos y los objetivos trazados por el proyecto.

Se establece una estructura directiva que permite visualizar una escala de mando y responsables para garantizar el control en la calidad de la información.

Para la capacitación del personal se contará con una serie de protocolos, formatos y planillas que permiten estandarizar los procesos de establecimiento de parcelas de monitoreo, toma de la información en campo (variables dendrométricas), incorporación de la información acopiada, análisis etc. Por tanto. De acuerdo con la metodología se consideran cuatro etapas fundamentales para garantizar de manera transparente y precisa las estimaciones de remociones de GEI aportadas por el proyecto:

- Confiabilidad en las mediciones de campo.

Los protocolos diseñados para la capacitación del personal encargado del establecimiento de parcelas y encargados de las mediciones de variables dendrométricas (altura, diámetros, circunferencia a la altura de pecho), garantizan la estandarización de los procedimientos. La capacitación de dicho personal estará a cargo de un ingeniero forestal y apoyado por técnicos, quienes se encargarán de dirigir las cuadrillas de monitoreo.

Se evaluará periódicamente, la necesidad de realizar ajustes a dichos protocolos, sin generar alteraciones en los valores de mediciones realizadas con anterioridad. Esto con el fin de ajustar cada vez el protocolo a la condición de la región, dinámica de siembra e incorporación de áreas bajo control que entraran al proyecto.

El tiempo de capacitación será el necesario que garantice el conocimiento suficiente en el manejo de equipos e instrumentos de medición. Por tanto, la capacitación deberá contar con procedimientos teóricos y prácticos de medición y evitar errores de medición y digitación de la información.

Procedimiento para la identificación de errores de medición.

Este procedimiento de auditoría consiste en realizar una verificación posterior de los datos obtenidos del inventario forestal o monitoreo y tendrá las siguientes características y pasos:

- Lo realizará un personal diferente a quienes realizaron el inventario y que se caracterizará por tener una amplia experiencia en procedimientos de inventarios forestales y estimaciones de volúmenes de madera para

diversas especies. De especial consideración, el encargado de esta medición debe desconocer los resultados de las mediciones a auditar.

- Se deberá tomar entre el 10 y 20% del total de las parcelas establecidas en el inventario forestal.
- Los instrumentos usados deberán presentar características similares a los usados en el inventario inicial.
- Los procedimientos de medición se ajustarán acordemente a los pasos establecidos manuales o protocolos de medición con el cual se capacito el personal
 - Ubicación de las parcelas
 - Levantamiento de parcelas
 - Medición de diámetros a la altura del pecho (dap) y Alturas totales.
- Comparar la información obtenida con la información original toma por las cuadrillas de inventario forestal.
- Identificación de errores. Esto se realiza al comparar ambas informaciones (inventario original y auditoria) de manera pareada.
- Si se identifican errores, estos se corrigen y se registran, expresados como un porcentaje de todas las parcelas que fueron remedidas, para proveer de un estimado del error de medición. El error de estimación esta dado por:

$$\text{Error de medición (\%)} = \frac{\text{Dato}_1 - \text{Dato}_2}{\text{Dato}_2} \cdot 100\%$$

El error permisible no debe superar el 5%.

- **Verificación de los datos de entrada y análisis.**

La fase de digitación de la información, para llevar la información a hojas de cálculo digital, lo hará personal calificado para dicha labor y su análisis lo desarrollar personal capacitado en la estimación de contenidos de carbono en la biomasa.

Para detectar errores en el ingreso de los datos en las hojas de cálculo digital, una persona diferente a la encargada inicialmente de ingresar los datos digitara entre el 10 y 15% de los formularios de campo una hoja de cálculo adicional, Los resultados de los dos cálculos (original y de auditoria) son comparados para detectar errores. Cualquier error observado será corregido en el archivo original.

Estimación del error de digitación:

$$\text{Erro de medición (\%)} = \frac{(\text{Número de errores identificados})}{\text{Numero total de la muestra chequeada}} \times 100$$

Cuando se identifican errores por ajustes a valores enteros en las mediciones de decimales, estos deberán ser ajustados al entero de orden menor para garantizar valoraciones conservadoras de las mediciones.

Conservación de la información

Los datos obtenidos en campo serán conservados por lo menos para el subsiguiente periodo de monitoreo. Los formularios deberán ser escaneados y guardados en formatos digitales, junto con los archivos digitalizados. Así mismo, el seguimiento y monitoreo a las demás variables deberán ser conservados de manera digital, en varios soportes como

archivos en la nube, discos duros y memorias USB. Se implementará un medio fijo y seguro para el archivado de la información y evitar su pérdida.

5.10 VARIABLES A SER MONITOREADAS.

Las siguientes tablas describen algunos de los datos y parámetros utilizados en las herramientas metodológicas AR_AM_TOOL 12 y AR_AM_TOOL 14. Las pautas contenidas en estas tablas con respecto a la selección de fuente de datos, y los procesos a seguir en la medición, cuando corresponda, deben tratarse como parte integral de las herramientas aplicadas.

Datos/Parámetros:	$A_{PLOT, i}, A_{SHRUB, i}, A_i$
Unidad de los datos:	ha
Descripción:	Área de la parcela muestreada; área del estrato
Fuente de los datos:	Medición en campo
Procedimientos de medición (si los hay):	Se aplican los procedimientos operativos estándar prescritos en el inventario forestal nacional. En ausencia de éstos, se aplicará el manual publicado por SOPs, o el de IPCC GPG LULUCF 2003.
Frecuencia del monitoreo	En cada verificación
Procedimientos QA/QC	Procedimientos de control de calidad/garantía de calidad (QA/QC) prescritos sobre el inventario nacional forestal son aplicados. En ausencia de éstos, el manual publicado de los procedimientos de control de calidad/garantía de calidad, o del IPCC GPG LULUCF 2003, podrán ser aplicados

Datos/Parámetros:	A_i
Unidad de los datos:	ha
Descripción:	Área del estrato i
Fuente de los datos:	Medición en campo
Procedimientos de medición (si los hay):	Se aplican los procedimientos operativos estándar prescritos en el inventario forestal nacional. En ausencia de éstos, se aplicará el manual publicado por SOPs, o el de IPCC GPG LULUCF 2003.
Frecuencia del monitoreo	Cada verificación (mínimo cada 2 años, máximo 5 años)
Procedimientos QA/QC	Procedimientos de control de calidad/garantía de calidad (QA/QC) prescritos sobre el inventario nacional forestal son aplicados. En ausencia de éstos, el manual publicado de los procedimientos de control de calidad/garantía de calidad, o del IPCC GPG LULUCF 2003, podrán ser aplicados
Comentarios:	-

Datos/Parámetros:	$A_{PLOT, i}$
Unidad de los datos:	ha
Descripción:	Área total de las parcelas del muestreo en el estrato i
Fuente de los datos:	Medición en campo

Procedimientos de medición (si los hay):	Se aplican los procedimientos operativos estándar prescritos en el inventario forestal nacional. En ausencia de éstos, se aplicará el manual publicado por SOPs, o el de IPCC GPG LULUCF 2003.
Frecuencia del monitoreo	Cada verificación (mínimo cada 2 años, máximo 5 años)
Procedimientos QA/QC	Procedimientos de control de calidad/garantía de calidad (QA/QC) prescritos sobre el inventario nacional forestal son aplicados. En ausencia de éstos, el manual publicado de los procedimientos de control de calidad/garantía de calidad, o del IPCC GPG LULUCF 2003, podrán ser aplicados
Comentarios:	-

Datos/Parámetros:	$a_{p,i}$
Unidad de los datos:	m ²
Descripción:	Área de muestreo de la hojarasca seleccionada en la parcela p en el estrato i
Fuente de los datos:	Medición
Procedimientos de medición (si los hay):	Se aplican los procedimientos operativos estándar prescritos en el inventario forestal nacional. En ausencia de éstos, se aplicará el manual publicado por SOPs, o el de IPCC GPG LULUCF 2003.
Frecuencia del monitoreo	Cada verificación (mínimo cada 2 años, máximo 5 años)
Procedimientos QA/QC	Procedimientos de control de calidad/garantía de calidad (QA/QC) prescritos sobre el inventario nacional forestal son aplicados. En ausencia de éstos, el manual publicado de los procedimientos de control de calidad/garantía de calidad, o del IPCC GPG LULUCF 2003, podrán ser aplicados
Comentarios:	A menudo se utiliza un referente de 0,50 a 1 m ² para el muestreo de la hojarasca seleccionada. En caso de no contar con información primaria se podrá hacer uso de información de literatura científica para las condiciones similares del proyecto

Datos/Parámetros:	$CC_{SHRUB, i}$
Unidad de los datos:	Sin dimensiones
Descripción:	Cobertura arbustiva en el estrato i de la biomasa del arbusto
Fuente de los datos:	Medición en campo
Procedimientos de medición (si los hay):	Considerando que la biomasa en arbustos es más pequeña que la biomasa en árboles, se podría utilizar un método simplificado para estimar la cobertura de copa en arbustos. Una estimación visual de la cobertura podría ser llevada a cabo o cualquier método tal como el método del transecto o utilizando el método de relascopio.
Frecuencia del monitoreo	Cada verificación (mínimo cada 2 años, máximo 5 años)

Procedimientos QA/QC	Procedimientos de control de calidad/garantía de calidad (QA/QC) prescritos sobre el inventario nacional forestal son aplicados. En ausencia de éstos, el manual publicado de los procedimientos de control de calidad/garantía de calidad, o del IPCC GPG LULUCF 2003, podrán ser aplicados
Comentarios:	Cuando el terreno es sujeto a un ciclo periódico (por ejemplo, tala y quema o limpiezas - regeneración) la cobertura arbustiva oscila entre valores máximos y mínimos en la línea base, en promedio la cobertura arbustiva es igual a 0,5 de la biomasa estimada, a menos que la información proporcionada sea verificable y transparente para justificar un valor diferente.

Datos/Parámetros:	$B_{LL_WET,p,i}$
Unidad de los datos:	Kg
Descripción:	Peso húmedo de la muestra de hojarasca colectada de la parcela p del estrato i ; kg
Fuente de los datos:	Medición en campo en parcelas de muestreo
Procedimientos de medición (si los hay):	Se aplican los procedimientos operativos estándar prescritos en el inventario forestal nacional. En ausencia de éstos, se aplicará el manual publicado por SOPs, o el de IPCC GPG LULUCF 2003.
Frecuencia del monitoreo	Cada verificación (mínimo cada 2 años, máximo 5 años)
Procedimientos QA/QC	Procedimientos de control de calidad/garantía de calidad (QA/QC) prescritos sobre el inventario nacional forestal son aplicados. En ausencia de éstos, el manual publicado de los procedimientos de control de calidad/garantía de calidad, o del IPCC GPG LULUCF 2003, podrán ser aplicados.
Comentarios:	-

Datos/Parámetros:	DAP
Unidad de los datos:	cm o cualquier unidad de longitud como se especifica
Descripción:	Diámetro a la altura de pecho de un árbol. Para determinarlo se proponen las ecuaciones (1) y (2), DBH podría ser cualquier medida de diámetro o de dimensión (por ejemplo, diámetro basal, diámetro del cuello de raíz, área basal, etc) utilizadas como fuente de datos para el modelo.
Fuente de los datos:	Medición en campo en parcelas de muestreo
Procedimientos de medición (si los hay):	Se aplican los procedimientos operativos estándar prescritos en el inventario forestal nacional. En ausencia de éstos, se aplicará el manual publicado por SOPs, o el de IPCC GPG LULUCF 2003.
Frecuencia del monitoreo	Cada verificación (mínimo cada 2 años, máximo 5 años)

Procedimientos QA/QC	Procedimientos de control de calidad/garantía de calidad (QA/QC) prescritos sobre el inventario nacional forestal son aplicados. En ausencia de éstos, el manual publicado de los procedimientos de control de calidad/garantía de calidad, o del IPCC GPG LULUCF 2003, podrán ser aplicados
Comentarios:	-

Datos/Parámetros:	<i>D_n</i>
Unidad de los datos:	cm
Descripción:	Diámetro de la <i>n</i> pieza de madera muerta (caída) que se intercepta (o cae) con el Transecto. Esto se aplica para muestreo de detritos
Fuente de los datos:	Medición en campo a lo largo de los transectos lineales en parcelas de muestreo
Procedimientos de medición (si los hay):	Se aplican los procedimientos operativos estándar prescritos en el inventario forestal nacional. En ausencia de éstos, se aplicará el manual publicado por SOPs, o el de IPCC GPG LULUCF 2003.
Frecuencia del monitoreo	Cada verificación (mínimo cada 2 años, máximo 5 años)
Procedimientos QA/QC	Procedimientos de control de calidad/garantía de calidad (QA/QC) prescritos sobre el inventario nacional forestal son aplicados. En ausencia de éstos, el manual publicado de los procedimientos de control de calidad/garantía de calidad, o del IPCC GPG LULUCF 2003, podrán ser aplicados
Comentarios:	-

Datos/Parámetros:	<i>H</i>
Unidad de los datos:	Metros (m)
Descripción:	Altura del árbol
Fuente de los datos:	Medición en campo en parcelas de muestreo
Procedimientos de medición (si los hay):	Se aplican los procedimientos operativos estándar prescritos en el inventario forestal nacional. En ausencia de éstos, se aplicará el manual publicado por SOPs, o el de IPCC GPG LULUCF 2003.
Frecuencia del monitoreo	Cada verificación (mínimo cada 2 años, máximo 5 años)
Procedimientos QA/QC	Procedimientos de control de calidad/garantía de calidad (QA/QC) prescritos sobre el inventario nacional forestal son aplicados. En ausencia de éstos, el manual publicado de los procedimientos de control de calidad/garantía de calidad, o del IPCC GPG LULUCF 2003, podrán ser aplicados
Comentarios:	-

Datos/Parámetros:	<i>T</i>
Unidad de los datos:	Año

Descripción:	Período de tiempo transcurrido entre las estimaciones sucesivas de almacenamiento de carbono.
Fuente de los datos:	Tiempo registrado
Procedimientos de medición (si los hay):	N/A
Frecuencia del monitoreo	-
Procedimientos QA/QC	-
Comentarios:	Si dos de las estimaciones sucesivas de almacenamiento de carbono son llevadas a puntos diferentes en un tiempo de un año t2 y t1 (por ejemplo, en el mes de abril en el año t1 y en el mes de septiembre en el año t2), posterior a ello, se podría asignar una fracción de valor al T

5.11 . ACCIONES PARA EL LOGRO DE LAS REMOCIONES ESTIMADAS.

Tal como se ha detallado, la región de la Orinoquia alta colombiana, presente una serie de limitantes ambientales para el desarrollo de actividades agropecuarias, así mismo la cultura de la quema hace aún más vulnerables a los cultivos agrícolas comerciales, cuando estas faenas de quema se hacen sin control.

Frente a estos dos aspectos claves, que amenazarían la efectividad de las remociones de carbono por parte del proyecto, se proponen las siguientes acciones:

Riesgo por no adaptación de las especies a las condiciones regionales.

- Establecer especies con paquetes tecnológico-conocidos y recomendados para la región. Esta actividad esta respaldada por los conceptos técnicos que se emiten desde FINAGRO para la financiación de las plantaciones forestales con especies comerciales, basados en los requerimientos técnicos impuestos por el certificado de incentivo forestal nacional.
- Se propone hacer seguimiento del desarrollo de las plantaciones, haciendo las debidas intervenciones de resiembras en los estados iniciales de la plantación, tratando de mantener un equilibrio en la densidad de individuos por hectárea.
- Tomar las medidas necesarias y de manera oportuna cuando una especie establecida, no presente los desarrollos esperados (ejemplo: supervivencia menor al 40%, incremento medio anual menor al 50% de lo reportado, altos índices de incidencia en problemas fitosanitarios o genéticos). En estos casos se recomienda hacer la valoración de la limitante, y hacer un cambio de especie para el área identificada, la cual deberá contar con su debido paquete tecnológico.
- Hacer la consecución de semillas certificadas, que cumplan con altos estándares de calidad y en especial que provengan de rodales bajo las mismas condiciones de oferta ambiental que las de la Orinoquia.
- Implementar de manera oportuna las actividades de manejo silvícola.

Riesgo por pérdidas debido a quemas.

Estas cuando tienen un origen antrópico y que hacen parte de la cultura de la quema para renovar pastos, se reduce su ocurrencia manteniendo un dialogo con los vecinos cercanos de los predios. Es de resaltar que, dentro de los predios, no hay presencia de ganado, pero los vecinos aún continúan con esta actividad.

- Se implementará un esquema de prevención y mitigación de incendios forestales, para evitar pérdidas en los rodales y en las áreas del bosque natural. Intensificar las labores de monitoreo de incendios en los periodos de mayor sequía en la región y épocas de mayor ocurrencia de rayos en la región. El proyecto cuenta con un esquema de seguimiento basado en la información oficial del país⁸¹. Esta permite evaluar el grado de ocurrencia de un potencial incendio acorde a las condiciones ambientales identificadas, que sumadas a las actividades de quema antrópica maximizan la posibilidad de ocurrencia del incendio en los rodales.
- Se deberá tener una alta capacidad de resiliencia frente a la ocurrencia de un incendio, basados en información que se monitoreo cuando un caso de estos ocurra. De los resultados de un incendio, su intensidad y fuerza, pueden hacer que se pierda un lote, o que simplemente se afecte el desarrollo de manera temporal y la plantación se logre recuperar. Frente a una evaluación que demuestren la pérdida total, se recomienda reacondicionar el sitio y llevar una resiembra en el menor tiempo posible, y desarrollar una evaluación frente a lo sucedido para implementar acciones correctivas cuando sea necesario.
- Control de los residuos derivados de podas, entresacas y limpias. Evitar que estén expuestas a posible incineración, que resulten en incendios sin control (se resalta que la quema de este material no está permitida por la legislación nacional ambiental y no hace parte de las actividades de preparación y manejo de las plantaciones).

Todas estas acciones son sujetas de monitoreo y reporte, y deberán ser reportadas a las autoridades ambientales cuando las pérdidas sean derivadas por incendios.

Cuando son pérdidas por plagas, enfermedades o falta de adaptación de las especies, se documentará y dará informe a la unidad control de calidad del proyecto (equipo técnico) y a las entidades que promueven el desarrollo forestal en Colombia como el ICA, FINAGRO, Ministerio de Agricultura.

⁸¹ ([http://puntosdecalor.ideam.gov.co/?from_date=2021-01-07&to_date=2021-01-08&extent=\(17.26672782352052_-96.94335937500001_-8.146242825034385_-48.82324218750001\)®ion=colombia](http://puntosdecalor.ideam.gov.co/?from_date=2021-01-07&to_date=2021-01-08&extent=(17.26672782352052_-96.94335937500001_-8.146242825034385_-48.82324218750001)®ion=colombia))

B. REPORTE DE MONITOREO DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS Y ESTIMACIONES DE LAS REMOCIONES EXPOST 2012-2019.

6 ESTRUCTURA DEL EQUIPO DE MONITOREO CARBONO.

Para las actividades del primer monitoreo se mantuvo la estructura considera para la implementación del proyecto la cual fue presentada en el capítulo anterior.

La fecha del presente reporte considera el desarrollo de actividades de **Septiembre 10 del 2012 – Diciembre 01 del 2019**.

6.1 MATRIZ DE ACTIVIDADES SILVICOLAS IMPLEMENTADAS.

En general las actividades de manejo se desarrollaron de manera periódica acorde a los requerimientos de la plantación y según su desarrollo. Las actividades más recurrentes se enfocaron al control de malezas, plagas y fertilizaciones, pues fueron desarrolladas todos los años. Algunas actividades como las entresacas aun no son consideradas pues no se cumplen los tiempos para dicha actividad. Sin embargo, debido a la alta mortalidad que se presentó en los estados iniciales de la plantación, se considera que los rodales se auto regularon en densidad (entre 500-800 árboles ha⁻¹) y las entresacas deberán ser reevaluadas.

Frente al componente social las actividades de manejo lograron generar empleo constante durante cada año, con un total de **89,156** jornales que equivalen a **2,971.9** empleos mensuales para el periodo de monitoreo.

Tabla 32. Relación de seguimiento de las actividades de manejo silvícola para el núcleo Redentoristas para los años 2012 – 2019. En recuadros verdes se detallan los años de implementación de la actividad y en valor números se relacionan los empleados generados.

Actividad de Manejo	Jornales generados en la actividad por cada año núcleo Redentoristas						Total, general
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
BORO (Fertilización 1)	96	283	38			20	436
CAL (Correcciones suelo)				4	42		46
Fertilización COMPUESTO	365	1003	707	131	77,071	123	79,400
Fertilización Pino			223				223
PLATEO	250	1261	763	658	572	162	3,666
PODA			38	458	888	1,466	2,851
RESIEMBRA	244	489	150	65			949
SIEMBRA	956	564	66				1,585
Total, general	1,911	3,600	1,985	1,316	78,573	1,771	89,156

Los soportes de estas actividades y actas de labores desarrolladas se encuentran en el *anexo J. Seguimiento de actividades*.

6.2 COMPONENTE SOCIAL.

Acorde con los requerimientos de la corporación, se desarrolló un análisis de la estructura y funcionalidad social poblacional en el área de influencia del proyecto, destacando que dicho análisis cubre años anteriores a la fecha de

inicio del proyecto y sirven como base referente para la valoración en el mejoramiento a los indicadores sociales del proyecto. Con esto se van implementando las acciones de seguimiento en el mejoramiento de las condiciones sociales. Este archivo de análisis que hace parte de los archivos de seguimiento a este componente presentado a la corporación se encuentran en el anexo *P.Componente_Biotico_Social_RED*. Los empleados generados por las actividades silvícolas se describieron en los párrafos anteriores.

6.3 COMPONENTE BIOTICO.

El proyecto implemento acciones tendientes a evaluar el estado biótico en los ecosistemas terrestres identificados en el área del proyecto. Para esto, se presenta a la corporación ambiental un Plan de Manejo Ambiental previo al inicio del proyecto, que incluye aspectos relacionados con monitoreo y seguimiento (Anexo P) de los componentes bióticos. Con esto se permite tener una evaluación de su estado en la línea base y como las actividades de proyecto pueden generar impactos positivos o negativos a este entorno y específicamente a las áreas boscosas preexistentes. Mecanismos como parcelas temporales de muestreo sirvieron para hacer estas evaluaciones en ecosistemas como son los bosques de galería. Mediante el expediente 800.44.2.12.004 de la corporación se evalúa y actualizan las medidas de acción ambiental ante la corporación.

El Mapa 17, muestra la ubicación de las parcelas para la evaluación de la flora en bosques de galería.



Mapa 17. Puntos de muestreo mediante parcelas para la evaluación de la flora en bosques de galería.

Colombia aprobó la convención CITES mediante la Ley 17 de 1981, la autoridad administrativa es el Ministerio del Medio Ambiente, las autoridades científicas fueron nombradas mediante los decretos 1420 de 1997 y 125 del 3 de Febrero de 2000 y son: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Instituto de investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

Las especies amparadas por la CITES se incluyen en tres apéndices, y se ubican en estos según el grado de protección que necesiten. El apéndice I incluye las especies que se encuentran en peligro de extinción, el comercio de estas se autoriza únicamente bajo circunstancias excepcionales. El apéndice II incluye especies que no necesariamente están catalogadas como en peligro de extinción, pero su comercio debe ser controlado para evitar que su utilización amenace su supervivencia. En el apéndice III se incluyen especies que se encuentran protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras partes de la CITES para el control de su comercio.

Paralelamente, se realizó un inventario preliminar de fauna en el área donde se desarrollará el proyecto de Reforestación, a partir de encuestas realizadas a personas nativas de zonas aledañas al proyecto, así como también a los trabajadores de la finca, a partir del cual se registraron siete especies de aves, 13 especies de mamíferos y cinco especies de reptiles.

Tabla 33. Inventario preliminar de Fauna. Fuente: proyecto Redentoristas

No.	Grupo	Nombre Común	Especie	Categoría de amenaza UICN	CITES
1	Aves	Pajuil	<i>Crax alector</i>	LC	No
2		Pato siriri	<i>Dendrocygna viduata</i>	LC	III (Dinamarca)
3		Mirila	<i>Columba sp.</i>	LC	No
4		Loros	<i>Especie sin identificar</i>	-	-
5		Águila	<i>Spizaetus ornatus</i>	LC	II
6		Garza común	<i>Ardea alba</i>	LC	III (Dinamarca)
7		Arrendajo	<i>Cacicus cela</i>	LC	No
1	Mamíferos	León	<i>Puma concolor</i>	NT	I
2		Chigüiro	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	LC	No
3		Venado	<i>Mazama americana</i>		
4		Armadillos	<i>Dasybus novemcinctus</i>	LC	No
5		Oso hormiguero	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	VU	II
6		Danta	<i>Tapirus terrestris</i>	EN (Colombia), VU (En	II
7		Araguatos	<i>Alouatta seniculus</i>	LC	II
8		Mico maicero	<i>Cebus apella</i>	LC	II
9		Puerco espín	<i>Coendou prehensilis</i>	LC	No
10		Conejo silvestre	<i>Sylvilagus sp.</i>	LC	No
11		Lapa	<i>Cuniculus paca</i>	LC	III (Austria, Honduras)
12		Ñeque o guatín	<i>Dasyprocta punctata</i>	LC	III (Austria, Honduras)
13		Chuchas o martejas	<i>Metachirus nudicaudatus</i>	LC	No
1	Reptiles	Guio negro	<i>Eunectes murinus</i>	DD	II
2		Guio perdicero	<i>Boa constrictor</i>	EN	II
3		Cuatro nariz	<i>Bothrops atrox</i>	-	No
4		Cascabel	<i>Crotalus durissus</i>	LC	III (Austria, Honduras)
5		Coral	<i>Micrurus sp.</i>	-	No

A continuación, se presenta una muestra del registro fotográfico obtenido a partir de la elaboración del inventario de fauna.



Imagen 31. a) Ejemplares de *Dendrocygna viduata* b) Ejemplar de *Cebus apella*, c) Huella de Danta, d) Huella de Venado. Fuente: Proyecto Redentoristas.

La sabana intertropical, como la que se presenta en los llanos orientales es un ecosistema muy frágil ya que tiene una reducida disponibilidad de nutrientes minerales tanto en el suelo como en la vegetación lo cual repercute en que las especies que habitan allí estén adaptadas a vivir bajo estas limitaciones nutricionales lo cual hace que sean especies exclusivas de estas condiciones y que por lo tanto sean muy frágiles a cambios bruscos en el ambiente (Hernández *et al*, 1994).

Los árboles típicos son el alcornoque (*Bowdichia virgiliodes*) y el chaparro (*Curatella americana*). En algunas sabanas predomina el *Thachypogan sp*, gramínea de color verde grisáceo, que se adapta muy bien a suelos de baja fertilidad. Otra característica de la sabana en los llanos orientales es la presencia de manchas amplias de matorrales densos (matas de monte), debido al grado de retención de nutrientes minerales en el suelo y en las plantas.

- **Morichal:** Comunidad vegetal dominada por la palma Moriche (*Mauritia flexuosa*), muy abundante en la Orinoquia, cuando esta se desarrolla se crea una fuente de agua permanente, fundamental para el equilibrio de este ecosistema estacional.

En el área del proyecto de reforestación de la Fundación Obra Social Redentorista Señor de los Milagros se encuentran amplias y numerosas áreas correspondientes a bosques de galería que cuentan con una gran variedad de especies vegetales. Los ecosistemas presentes en estos bosques son de gran importancia para la región, por lo cual es necesario realizar un diagnóstico de la composición y estado en los que estos se encuentran, para con esto monitorear y promover la conservación de estos.

Es por esta razón, que, como primer elemento para la identificación de la composición, se realizó un inventario preliminar de especies de flora en un Bosque de Galería con un área aproximada de 100 Has, siguiendo la metodología propuesta por Gentry (1982) subdividiendo el área en parcelas de 0.1 Has, donde se identificaron las especies presentes y la abundancia de estas. La Tabla 34, presenta un listado preliminar y algunos índices biológicos. Para calcular la riqueza se empleó el número total de especies por unidad de área a partir del índice de diversidad de

Shannon (H') el cual mostró que el bosque inventariado presenta una riqueza baja de especies (índices de diversidad de *Shanon* cercanos a cero sugiere valore bajos de especies). En efecto, la mayor cantidad de individuos se concentra en 4 especies que son el saladillo, el congrio, la Simaruba y el Malagueto, especies nativas de la región y con gran capacidad de adaptabilidad y establecimiento en las condiciones de la región.

Tabla 34. Inventario preliminar de flora en los bosques circundantes al área de proyecto.

No.	Nombre Común	Especie	Familia	Individuos	Ind/Ha
1	Saladillo	<i>Vochysia Lehmannii Hier</i>	Vochysiaceae	35	350
2	Congrio	<i>Acosmium nitens</i>	Fabaceae	30	300
3	Simarua	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	20	200
4	Gualanday	<i>Jacaranda obtusifolia</i>	Bignoniaceae	1	10
5	Yarumo	<i>Cecropia engleriana</i>	Cecropiaceae	2	20
6	Malagueto	<i>Xylopia aromatica</i>	Annonaceae	30	300
7	Majaguillo	<i>Xylopia ligustrifolia</i>	Annonaceae	1	10
8	Alcornoco	<i>Bowdichia virgilioides</i>	Fabaceae	3	30
9	Aceite	<i>Copaifera pubiflora</i>	Caesalpinaceae	10	100
10	Moriche	<i>Mauritia flexuosa</i>	Arecaceae	-	-
11	Palma araco	<i>Socratea exorrhiza</i>	Arecaceae	-	-
12	Palma cucurita	<i>Attalea maripa</i>	Arecaceae	-	-
13	Palma de cubarro	<i>Bactris brongniartii</i>	Arecaceae	-	-
			Total		1.320
			<i>Diversidad Margalef (d)</i>		1.67
			<i>Diversidad de Shannon (H')</i>		1.73

Además, se estimó el índice de diversidad de Shannon-Winner (H'), el cual indicó que el bosque presenta una diversidad baja de especies⁸². Este índice considera que los individuos son muestreados al azar a partir de una población indefinidamente grande, además, asume que todas las especies están representadas en la muestra, y entre más equitativa sea la distribución de las abundancias en las especies, más alto será el valor del índice, es decir más diversa será la comunidad en estudio (Magurran, 1988).

A continuación, se presenta una muestra del registro fotográfico obtenido a partir de la elaboración del inventario de flora.

⁸² Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies.



Imagen 32. a. Ejemplar de Aceite. b. Ejemplar de Palma de Araco.

Ecología del Paisaje

Los felinos se catalogan como una especie sombrilla, lo cual hace referencia que a partir de la presencia de poblaciones de felinos en un área se puede inferir que existen presas suficientes para alimentar a estos carnívoros y una biodiversidad asociada en condiciones favorables. Los felinos grandes generalmente son los primeros en desaparecer de los ecosistemas, debido a sus requerimientos (Grandes áreas para desplazamiento, numerosas presas) y a su baja tasa reproductiva, por esta razón su presencia puede indicar el buen estado de conservación de los ecosistemas.

Debido a la gran importancia de esta especie, se han identificado zonas donde esta se localiza y a través de las cuales se moviliza, denominado: **El corredor Jaguar**. La zona más importante de este corredor se encuentra en el Magdalena medio y norte de la Orinoquia. El corredor corresponde a una línea tenue en estas zonas de Colombia y requiere de un gran esfuerzo de conservación por parte de las autoridades competentes y de los pobladores, la no protección de las zonas del corredor puede llevar a la pérdida de la conectividad, no solo de las poblaciones del norte y el oriente del país, sino también, entre corredores de jaguares de Centro América y Sur América.

El corredor oriental se identifica y monitorea a partir de múltiples muestreos con entrevistas y cámaras trampa para detectar la presencia de jaguar y delimitar el límite de extinción local. Los corredores más importantes en los llanos los constituyen los bosques de galería a lo largo de los ríos Meta, Casanare y Arauca. Teniendo en cuenta este, y muchos otros atributos de la biodiversidad del área en la cual se desarrolla el proyecto de Reforestación, está prohibida la caza de CUALQUIER especie de fauna como medida de protección de la biodiversidad y aporte a la conservación del corredor Jaguar

7 MONITOREO DE LAS EMISIONES REDUCIDAS.

Con el objeto de someter el proyecto al proceso de verificación de emisiones reducidas, se desarrollan las actividades que permitan determinar las emisiones reducidas por el establecimiento de las plantaciones forestales y el desarrollo de la regeneración natural (modelos de rodal) dentro de las áreas elegibles.

Como primer paso, se realizó un análisis de las áreas establecidas y su desarrollo. Sobre estas áreas, para aplicar los procesos definidos por la metodología AR-ACM0003⁸³ en la estimación de carbono capturado por las actividades de reforestación, se desarrolló una estratificación con lo cual se separan las áreas según sus contenidos de biomasa/carbono en las áreas establecidas. Así mismo, se realizó un análisis de avance de la cobertura de regeneración natural pasiva para los respectivos análisis de captura de carbono. Sin embargo, este estrato no ha presentado un avance significativo frente a los contenidos de la línea base (pastizales de sabana).

Frente a las hectáreas de establecidas por cada modelo de rodal, solo se caracterizó el comercial con presencia de cobertura de bosques para las dos especies consideradas, *P. caribaea*, *E. pellita* y *A. mangium*. Para el componente de regeneración natural no se identificaron incrementos importantes en la cobertura y por ende en la acumulación de carbono, por lo cual este estrato no se contabiliza para el presente periodo de monitoreo.

7.1 RESULTADOS DE LA ESTRATIFICACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE CARBONO.

Este proceso se desarrolla, para separar áreas que presentan diferencias entre sus contenidos de biomasa. Dado que la función de estratificación se basa en la capacidad de captura de carbono y como este se mantiene en los reservorios que presenta el bosque (Biomasa aérea, Biomasa Subterránea y carbono orgánico del suelo), es importante hacer esta diferenciación enfocado a tener balances coherentes y precisos de las remociones de CO₂. Si bien, el proyecto presenta diferencias entre especies, años de siembra y modelos de rodal (Comercial y Regeneración natural), condiciones como el suelo, oferta ambiental, tipo de semillas, entre otros.

El proceso de estratificación tuvo como insumo base imágenes satelitales recientes, que permitieron hacer clasificaciones acordes a la respuesta espectral según cantidad de cobertura asociada. Así mismo, para dar un mayor ajuste al proceso de estratificación, se tomaron los resultados de una grilla de parcelas establecidas en los lotes de los proyectos, de esta manera se pudo hacer una validación en campo de las coberturas interpretadas. A continuación, se presenta dicho proceso y sus resultados.

7.2 PROCESO PARA LA CUANTIFICACIÓN DE ÁREAS Y ESTRATOS DE DESARROLLO DE PLANTACIONES FORESTALES

Con el fin de cuantificar las cantidades de carbono retenidas en las plantaciones forestales establecidas en cuatro proyectos ubicados en La Primavera, Vichada, Colombia; se utilizan herramientas de geomática para determinar las coberturas de la tierra identificadas con áreas de plantación forestal y adicionalmente se establece una estratificación entre los estados de desarrollo de los diferentes cultivos, ya que, la cantidad de carbono retenido es proporcional al volumen de biomasa encontrada en los árboles. Este proceso se corroboró con los datos adquiridos en campo, a través del establecimiento de parcelas de monitoreo, en las cuales se midieron aspectos básicos de la plantación como altura, diámetro a la altura de pecho (DAP), especie, ubicación, entre otros.

7.2.1.1 Descripción del proceso para determinar las áreas sembradas

El proceso de cuantificación de áreas y determinación de estados de desarrollo se puede resumir en cinco grandes pasos, como se describe en el siguiente diagrama:

⁸³ Afforestation and reforestation of lands except wetlands - Version 2.0

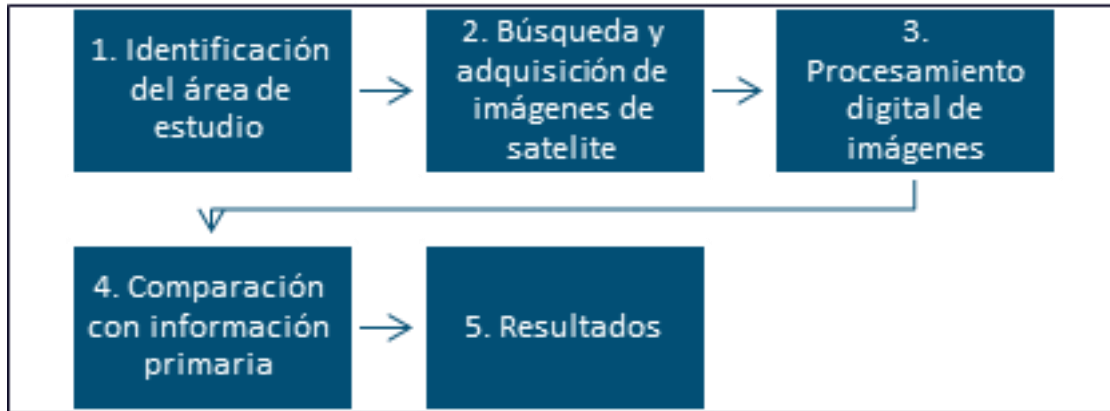


Ilustración 1. Flujo de proceso

7.2.2 Identificación del área de estudio

La primera medida de todo análisis espacial es la identificación del área de estudio. Para este caso, y tal como se desarrolla la iniciativa de carbono forestal, se determinó hacer los análisis en conjunto para cuatro núcleos que desarrollan la iniciativa de carbono forestal, que si bien se tipifican como un proyecto sombrilla regional y comparten aspectos relacionados al manejo silvícola, pues son cubierta por la misma asistencia técnica del núcleo forestal La Primavera, deciden desarrollar sus propios documentos de proyectos y reportes de monitoreo de manera separada, pero con los análisis unificados para los cuatro, con el objeto de facilitar procesos y generar economías de escala del proyecto de carbono.

De esta manera, se define el área de proyecto como los predios que conforman cada uno de los proyectos desarrollados en el municipio de La Primavera, Vichada, Colombia (Mapa 18).



Mapa 18. Ubicación general de las iniciativas de carbono forestal en el núcleo La Primavera.

Es de resaltar, que la región tiene condiciones muy similares en toda su extensión, características como, alturas sobre el nivel medio del mar, pendientes de poco gradiente, drenajes meándricos, relictos de bosques de galería ubicados a lo largo de los nacedores y drenajes sencillos que alimentan progresivamente los drenajes de mayor tamaño, la

composición de suelos y los paisajes y ecosistemas de sabana; describen las particularidades de la llanura del este del país.

7.2.3 Búsqueda y adquisición de imágenes de satélite

Una vez determinada la zona de estudio, se procede a adquirir las imágenes de satélite que cubran la zona y que además cumplan con los requerimientos de escala y área cartografiable. Para este caso, se eligió las imágenes de satélite ofrecidas por el programa *Sentinel*, de su plataforma *Sentinel 2*, que es una misión de imágenes de alta resolución, multiespectrales y de órbita polar para el monitoreo de la tierra.

Cuentan con una resolución espacial de 10 metros, es decir, cada pixel representa el promedio de energía reflectada de un área de 200 metros cuadrados, resolución radiométrica de 16 bits y es administrado por la *Agencia Espacial Europea* (ESA por sus siglas en inglés) y son de distribución libre a través de las diferentes plataformas de repositorio de imágenes habilitadas para tal fin⁸⁴.

Para cubrir el área de los cuatro proyectos, se descargaron tres imágenes (Imagen 33), que se adquirieron mediante el portal del USGS⁸⁵, tienen una temporalidad entre febrero y abril de 2019. Esta fecha coincide con la época seca de la región, permitiendo gran calidad de la imagen y pocas zonas de cobertura de nubes que dificulte o modifique los valores registrados por los sensores de la cámara espectral montada en el satélite.

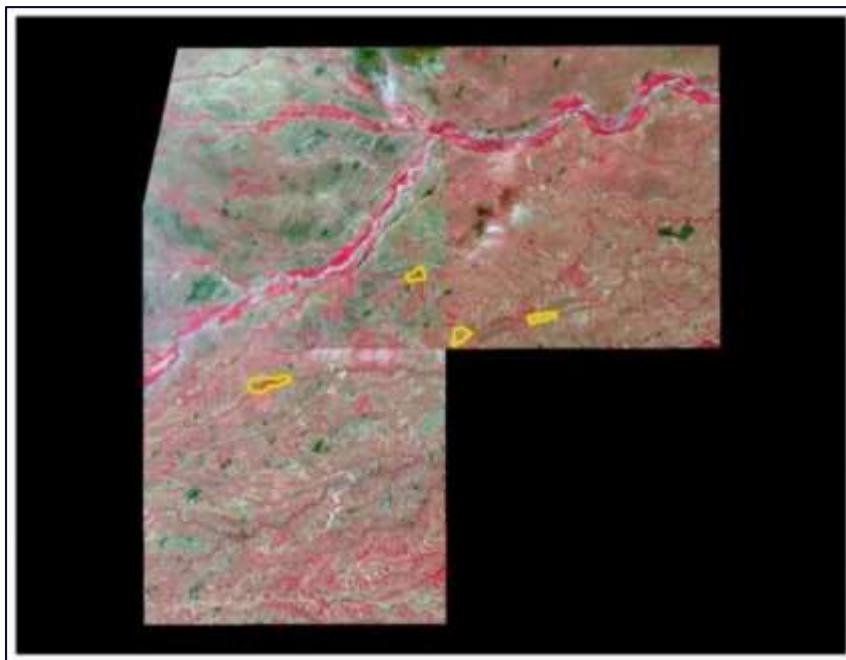


Imagen 33. Mosaico a partir de las imágenes adquiridas para el análisis de las reducciones de emisiones en las iniciativas de proyectos en el Municipio de la Primavera Vichada.

⁸⁴ www.esa.int

⁸⁵ www.earthexplorer.usgs.gov

7.3 PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Este es el primer paso en que se comienza a obtener información de las imágenes, consiste en adjudicar a cada pixel de las zonas de interés una clase determinada en la leyenda establecida. En este estudio se definió una leyenda partiendo de estratos de desarrollo de la vegetación presente en las plantaciones de cada predio. Se definieron 4 clases: Estrato Alto, Estrato Medio, Estrato Regular y Estrato Bajo; estos estratos se definieron teniendo en cuenta el estado de desarrollo de la vegetación en todos los cuatro proyectos, esto con el fin de homogenizar el criterio de separación entre los estratos y garantizar la consistencia en la información.

Una vez definida la leyenda resultada, se procede a elaborar la clasificación, para este caso se utilizó la técnica de clasificación supervisada a través de semilleo y como algoritmo de asociación se utilizó el de máxima verosimilitud con clase nula, ya que por las condiciones en la que se presenta la información (cultivos), tienen una asociación espacial definida y se diferencian principalmente por su respuesta espectral⁸⁶.

El proceso de semilleo consiste en tomar muestras representativas de cada una de las clases que conforman la leyenda, estas muestras deben ser secciones de cobertura pura, sin mezclas, sin presencia de nubes, sombras o cualquier otro factor que modifique la respuesta espectral capturada por el sensor presente en la cámara del satélite. Se deben tomar muestras aleatoriamente sobre toda la imagen, donde entre cada muestra no se incremente la desviación estándar a más de 8 puntos⁸⁷.

Para apoyar la clasificación se decidió realizar un índice de vegetación (Imagen 34), el NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), este índice realza la información de la banda del infrarrojo cercano (en esta longitud de onda, la vegetación presenta niveles de reflexión particulares que ayudan con el análisis de estado de las plantas)⁸⁸.

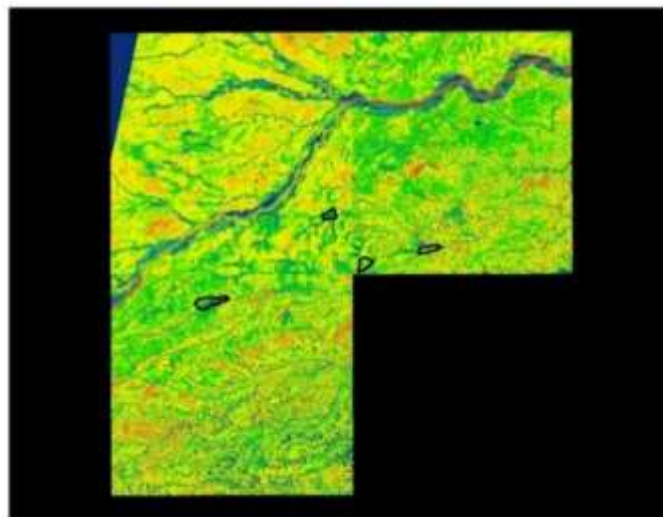


Imagen 34. Ejemplo del Normalized Difference Vegetation Index, NDVI.

⁸⁶ Fundamentos de Teledetección, Emilio Chuvieco. 1996

⁸⁷ Universidad de Murcia. (s.f.). Universidad de Murcia. Obtenido de Fotointerpretación y Teledetección: <http://www.um.es/geograf/sigmur/teledet/tema09.pdf>

⁸⁸ Yengoh et al 2016.

Una vez se tienen todos los insumos listos y el semilleo realizado se procede a correr el algoritmo, logrando asignar a cada pixel del área de interés un respectivo valor cualitativo según la leyenda elaborada.

Como todos los procesos semiautomatizados, la clasificación supervisada puede presentar errores al momento de asignar los pixeles a cada una de las clases. Este proceso consiste en una revisión visual por toda el área de estudio e ir cambiando la clase de cada uno de los pixeles que a criterio del intérprete deben ser reclasificados. Este proceso es el más dispendioso al requerir mucho tiempo de trabajo hombre-máquina.

7.3.1.1 Comparación con información primaria

Para aumentar los criterios de calidad del proceso y ajustar aún más la información a la realidad encontrada en campo, los datos obtenidos en los levantamientos de parcelas, se sumaron como muestras al proceso de semilleo, y se tuvieron en cuenta en la fase de edición manual de la clasificación, así, se aumenta la muestra estadística sin errores sistemáticos, reduciendo las variancias entre las clases a clasificar, que cabe aclarar, al responder todas a coberturas de plantación, pueden presentar similitudes en sus respuestas espectrales, y así lograr correlaciones bajas entre las áreas de entrenamiento y las clases resultantes.

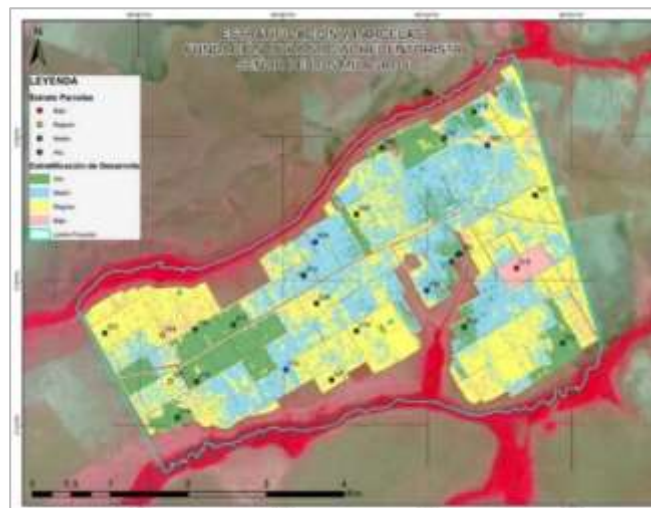
Las parcelas de campo se clasificaron teniendo en cuenta su cantidad de carbono retenido, calculado en función de la cantidad de biomasa encontrada.

7.4 RESULTADOS

Una vez realizado todos los procesos descritos anteriormente, se tiene como resultado la estratificación en cuatro estados de desarrollo de las plantaciones forestales establecidas en los proyectos.

- Bajo
- Regular
- Medio
- Alto

Estos estratos se pueden identificar en los siguientes mapas temáticos para los cuatro núcleos en los cuales se desarrolló de igual forma la distribución de la muestra y el trabajo de inventario de campo.



Mapa 19. Estratificación y parcelas Fundación Obra Social Redentorista Señor de los Milagros

7.4.1 Estratificación.

Proyecto Forestal Organización Redentoristas	
ESTRATO	ÁREA (ha)
Bajo	64.60
Regular	544.97
Medio	486.41
Alto	207.73
Total, general	1,303.71

7.5 RESULTADOS DEL INVENTARIO DE CAMPO.

A partir de la estratificación y sus áreas, se desarrolló una distribución de tamaño de muestra siguiendo las recomendaciones metodológicas de la UNFCCC para proyecto de reforestación MDL.

En total se establecieron 154 parcelas distribuidas en los cuatro estratos de la siguiente manera.

Tabla 35. Numero de muestra inventariada por estrato.

Estrato	Parcelas establecidas
Bajo	82
Regular	20
Medio	38
Alto	14
Total	154

La cantidad de parcelas según estrato se presentan para cada uno de los núcleos en las Tabla 36.

Tabla 36. Parcelas Fundación Obra Social Redentorista Señor de los Milagros

PARCELA	ESTRATO	PARCELA	ESTRATO
1	Medio	14	Alto
2	Alto	15	Medio
3	Alto	16	Alto
4	Regular	17	Alto
5	Alto	18	Medio
6	Medio	19	Bajo
7	Alto	20	Alto
8	Alto	21	Medio
9	Medio	22	Regular
10	Alto	23	Medio
11	Medio	24	Medio
12	Alto	25	Alto

7.6 ESTIMACIONES DE CARBONO ÁEREO Y SUBTERRÁNEO

Para las estimaciones de carbono acumulado por hectárea, se hizo uso de ecuaciones disponibles en la literatura, que fueran para la especie y variedad (en los posible) de árboles considerados en la plantación, y siguiendo los valores y

procedimientos por defecto establecidos por el IPCC (2003, 2006) cuando fuera el caso. Todos los resultados acá descritos se encuentran en la herramienta de Excel *Balances de carbono_2012-2019_V03_feb_04_2021_RED del Anexo G. Balances de carbono_2012-2019_R*.

Tabla 37. Las ecuaciones aplicadas fueron las siguientes. Tomado de IPCC 2003. Cuadros 4.A.1 y 4.A.3.

<i>Pinus Caribaea</i>	Plántulas o arboles menores a 2 cm de DAP o sin DAP.	Se aplica un valor de 0.1125 kg de biomasa por árbol. Este valor fue obtenido mediante muestreo destructivo en las mismas plantaciones.
	Árboles de 0.6 cm a 56 cm de DAP.	$BA=0.887+[(10486*DAP^{2.84})/(DAP^{2.84})+376907]$ Ecuación citada por IPCC 2003 ⁸⁹ .
<i>E. pellita</i>	Para todos los diámetros.	$BA=1.22*(DAP^2)*ht*0.01$ Ecuación citada por IPCC 2003.

DAP: Diámetro a la altura de Pecho (1.3 m) sobre el suelo. BA: Biomasa (kg), ht: altura total del árbol.

El contenido de carbono en el componente subterráneo se estimó siguiendo las recomendaciones metodológicas del IPCC 2003, que determina diferentes factores a aplicar acorde a los contenidos de biomasa por hectárea y por cada especie. Es importante aclarar que solo en las Guías de Buenas Prácticas del IPCC 2003, hace referencia específica sobre qué factores hacer uso para las biomásas de raíces en plantaciones de coníferas y plantaciones de eucaliptos y otras especies de hoja ancha (Tabla 38).

Tabla 38. Valores de R para las especies de *P. caribaea* y *E. pellita* acorde al IPCC 2003. Tomado del IPCC 2003, cuadro 3A.1.8.

Cobertura	Biomasa aérea referencia (tha ⁻¹)	Factor R. (Relación raíz-fuste)
Plantaciones de Coníferas	<50	0.46
	50-150	0.32
	>150	0.23
Plantación de Eucalipto	<50	0.45
	50-150	0.35
	>150	0.2

7.6.1 Estimación de la cantidad de muestra.

Para su estimación, se usó la herramienta *Winrock's CDM A/R Sample Plot Calculator Spreadsheet Tool*, que aplica las ecuaciones y estadísticos para estimación tamaño de muestra. La herramienta hace uso de un nivel de error del 10% como máximo y un nivel de confianza del 90% como mínimo.

La siguiente tabla muestra los resultados de parcelas mínimas para cada proyectos y estrato, y la cantidad de parcelas real establecidas.

⁸⁹ IPCC. 2003. Anexo 4. Sección 4.2. Ejemplos de ecuaciones alométricas para estimar la biomasa de los árboles sobre el suelo y bajo el suelo.

Tabla 39. Relación de unidad muestral (parcelas) establecidas en la iniciativa de proyecto de carbono forestal Redentoristas, en La Primavera, Vichada.

Estrato	Parcelas por estrato necesarias en cada proyecto (como mínimo se define 3 por estrato)	Parcelas establecidas
	<i>Redentorista</i>	
Bajo	3	82
Regular	3	21
Medio	8	38
Alto	3	13
Total		154

En total se montaron 154 parcelas rectangulares, cada una con un área de 500 m² en las zonas que donde se ha establecido el modelo de rodal comercial o las plantaciones forestales. En este periodo de monitoreo y verificación, a pesar de que se consideró el modelo de rodal de regeneración natural pasiva, este no será cuantificado debido al bajo desarrollo que se ha identificado mediante las imágenes satelitales, asumiendo para este estrato y para la presente verificación, una posición conservadora en cuanto a la remoción de carbono derivado de este modelo de rodal o estrato.

Acorde a la tabla anterior, se cumple con el tamaño de muestra mínimo establecido por la metodología.

Tal como se describió en párrafos anteriores se usó la información de 154 parcelas en los cuatro estratos (ver anexo análisis estadístico de las parcelas). La cantidad de parcelas, así como su debida codificación, resultados y estadísticos generales se muestran en Tabla 40.

Cabe resaltar que acorde a la herramienta metodológica se hacen las estimaciones con descuento al promedio cuando la incertidumbre de los análisis supera el 10%, por estrato.

Tabla 40. Resultado de las estimaciones de carbono (tCO_2ha^{-1}) en los depósitos aéreo y subterráneo por parcela y estrato.

Bajo		Regular		Medio		Alto	
Parcela Cod	CO ₂ ha ⁻¹	Parcela	CO ₂ ha ⁻¹	Parcela Cod.	CO ₂ ha ⁻¹	Parcela	CO ₂ ha ⁻¹
dor007	5.721	dor002	35.183	dor001	98.589	olp_006	268.879
dor008	3.662	dor009	48.877	dor003	135.438	red_002	163.315
dor014	5.464	dor011	45.560	dor004	83.037	red_003	225.059
dor015	2.304	dor023	47.810	dor005	107.714	red_005	178.337
dor016	2.784	dor026	44.292	dor006	116.960	red_007	213.281
dor017	4.120	dor028	34.385	olp_001	165.040	red_008	206.561
dor018	5.883	dor029	42.772	olp_002	157.603	red_010	211.318
dor019	0.106	dor039	63.015	olp_003	129.160	red_012	206.223
dor020	0.198	dor040	65.563	olp_003A	86.629	red_013	209.347
dor021	2.104	dor041	64.148	olp_004	151.459	red_014	175.907
dor022	0.923	dor048	56.768	olp_005	144.782	red_016	182.853
dor025	2.341	FID002	31.901	olp_007	153.054	red_017	202.526
dor030	1.129	FID021	45.978	olp_008	195.450	red_020	191.791
dor031	1.027	olp_001A	51.776	olp_009	166.991	red_025	147.263
dor032	2.083	olp_002A	39.890	olp_010	86.527		
dor033	6.822	olp_004A	44.096	olp_011	138.044		
dor034	1.893	olp_005A	54.780	olp_012	70.876		
dor035	1.810	olp_021	27.500	olp_013	138.510		
dor036	7.276	red_004	52.169	olp_014	153.882		
dor037	0.167	red_022	72.726	olp_015	153.797		

Bajo		Regular		Medio		Alto	
dor038	3.550			olp_016	111.130		
dor042	19.248			olp_017	124.099		
dor043	2.994			olp_018	138.503		
dor044	7.635			olp_019	152.883		
dor045	4.633			olp_023	103.025		
dor046	5.135			olp_024	124.288		
dor047	1.337			olp_025	119.593		
dor049	0.849			olp_026	112.988		
dor051	0.152			olp_027	144.863		
dor052	2.362			red_001	155.360		
dor053	0.192			red_006	124.283		
dor054	2.471			red_009	154.573		
dor055	5.337			red_011	135.746		
FID001	7.481			red_015	112.343		
FID003	3.942			red_018	99.873		
FID004	2.435			red_021	80.531		
FID005	6.042			red_023	87.375		
FID006	13.984			red_024	161.189		
FID007	17.372						
FID008	4.701						
FID009	8.426						
FID010	9.971						
FID011	13.587						
FID012	10.583						
FID013	7.587						
FID014	2.544						
FID015	8.520						
FID016	13.904						
FID018	12.885						
FID019	9.038						
FID020	13.253						
FID022	6.528						
FID023	6.278						
FID024	6.780						
FID025	12.577						
FID028	7.074						
FID029	12.760						
FID030	8.281						
FID031	18.573						
FID032	14.149						
FID033	5.160						
FID034	14.951						
FID035	12.298						
FID036	10.503						
FID037	5.398						
FID038	4.387						
FID039	12.721						
FID040	8.741						
FID041	9.512						

Bajo		Regular		Medio		Alto		
FID042	9.118							
FID043	4.830							
FID044	1.912							
FID045	2.782							
FID046	7.130							
FID047	5.148							
FID048	16.172							
olp_007A	1.057							
olp_008A	3.290							
olp_009A	4.664							
olp_020	7.666							
olp_022	7.092							
red_019	21.236							
Estadísticos Bajo	Promedio	6.692	Estadísticos Regular	48.459	Estadísticos Medio	128.321	Estadísticos Alto	198.761
	Promedio ajustado	6.461		48.459		128.321		198.761
	Stand Desv	5.017		11.961		29.089		29.573
	Varianza	25.174		143.069		846.197		874.537
	N	82		20		38		14
	Error estándar Medio	0.55		2.67		4.72		7.90
	Incertidumbre	13.8%		9.5%		6.2%		7.0%
	Descuento al promedio.	0.230		0		0		0
	T student (90%)	1.664		1.729		1.687		1.771

7.6.2 Carbono Orgánico del Suelo.

Para su estimación, se hizo uso de la herramienta "Tool for estimation of change in soil organic carbon stocks due to the implementation of A/R CDM project activities".

Esta herramienta, según las condiciones del material de suelo preexistente en el área de proyecto, su manejo y estado de degradación, fija un valor por cada hectárea que hace parte del proyecto definido por la siguiente ecuación.

$$\Delta SOC = \frac{44}{12} \sum A_i * dSOC_{t,i} * 1year$$

Ecuación 8 de la herramienta metodológica.

$\Delta SOC_{AL,t}$: Cambio en los contenidos de carbono orgánico del suelo t C ha⁻¹ yr⁻¹.

dSOC: Tasa de cambio anual de contenido de carbono orgánico del suelo. t C ha⁻¹ yr⁻¹.

A_i : Área de cada estrato del proyecto ha.

l : Estrato i

Para dicha estimación, se hizo uso de la herramienta de Excel "ARWG30_SOC_Tool_Multizones.xls" que aplica los procedimientos establecidos mencionadas en el "Tool for estimation of change in soil organic carbon stocks due to the implementation of A/R CDM project activities".

Bajo las condiciones de las áreas de proyecto $dSOC = 0.8$ por hectárea año. Este valor, multiplicado por 44/12 da como resultado un cambio de 2.93333 tCO₂ anual por hectárea en el sumidero de carbono del suelo. Los resultados para las áreas acumuladas al 2019 se muestran en la Tabla 41.

Tabla 41. Estimación del carbono orgánico del suelo.

t	Año	Área (ha)	Área acumulada (ha)	CO ₂ (t)
0	2012	1,042.06	1,042.06	0.00
1	2013	221.14	1,263.20	3,056.70
2	2014	40.51	1,303.71	3,705.38
3	2015	0.00	1,303.71	3,824.21
4	2016	0.00	1,303.71	3,824.21
5	2017	0.00	1,303.71	3,824.21
6	2018	0.00	1,303.71	3,824.21
7	2019	0.00	1,303.71	3,824.21
				25,883.16

7.6.3 Otros sumideros.

Arbustos.

Se estimaron siguiendo las recomendaciones metodológicas y haciendo uso de los factores por defecto determinador por las herramientas metodológicas. Este componente asume una relación de contenido de biomasa aérea para los tipos de bosques naturales presentes en el área del proyecto y relacionado con las áreas establecidas por cada año de intervención. Los balances para este componente se muestran en la Tabla 42.

Tabla 42. Estimaciones de contenido de carbono para el sumidero arbustos del proyecto.

	Siembras ha	2012	2013	2014	2015	Suma
		1,042.06	221.14	40.51	0.00	1,303.71
Año	2012	0				0.0
	2013	2526	0			2,525.7
	2014	2526	545	0		3,070.8
	2015	2526	545	109	0	3,180.2
	2016	2526	545	109	0	3,180.2
	2017	2526	545	109	0	3,180.2
	2018	2526	545	109	0	3,180.2
	2019	2526	545	109	0	3,180.2
						21,497.4

Hojarasca

Para la hojarasca, si bien en la presente verificación este componente no fue medido de manera directa, se usaron los procesos indirectos considerados por la herramienta metodológica *Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities V. 03.1*. Las estimaciones son asumidas a partir de los resultados del contenido de carbono de los árboles presentes en cada estrato ($C_{tree,t}$), multiplicando por un factor de conversión, DF_L , que expresa el contenido de carbono presente en la hojarasca como un porcentaje del contenido identificado en la biomasa de los árboles. Si bien la herramienta metodológica recomienda un factor general, sugiere aplicar otros valores cuando estos parten de análisis realizados específicos para la especies del proyecto en condiciones similares. Para la hojarasca se asumió el factor de 10%, el cual es el resultado de los valores promedios identificados en otros estudios para la especie de *Pinus, sp* en la región tropical (ver anexo G, Balances de

carbono_2012-2019/Sustentos del aporte de la biomasa de hojarasca a los contenidos totales en sistemas boscosos en *Pinus* sp).

Tabla 43. Estimaciones de remociones de carbono ($tCO_2 ha^{-1}$) del componente hojarasca en el presente periodo de monitoreo.

DF_{LI}	10%	
ESTRATO	ÁREA (ha)	Hojarasca $C_{LI,t}$ (tCO_2)
Bajo	64.60	41.74
Regular	544.97	2,640.92
Medio	486.42	6,241.76
Alto	207.73	4,128.88
Total		13,053.30

Madera muerta.

Se estima a partir de valores por defecto recomendados por la herramienta metodológica. Esta herramienta sugiere un factor de expansión de 6%, que relaciona la madera muerta sobre el suelo con referencia al carbono aéreo en cada estrato. Este valor promedio fue multiplicado por las áreas de cada estrato en el área de proyecto monitoreada.

Los resultados de carbono en la madera muerta por hectárea estimado se muestran en la Tabla 44.

Tabla 44. Estimados de carbono por hectárea en el componente de la biomasa madera muerta sobre el suelo.

DF_{DW}	6%
Estrato	$C_{DW,i,t} ha^{-1}$
Bajo	0.39
Regular	2.91
Medio	7.70
Alto	11.93

7.7 BALANCE FINAL DE EMISIONES REDUCIDAS.

Tabla 45. Balance general de CO_2 reducido, al considerar todos los depósitos de carbono, estratos y áreas del proyecto.

ESTRATO	ÁREA estrato (ha)	tCO_2 Biomasa aérea+subterra (tCO_2)	Arbustos CSHRUBS (tCO_2)	Madera muerta CDW (tCO_2)	Hojarasca CLI (tCO_2)	COS (tCO_2)	Balance final (tCO_2)	n	n estimado
Bajo	64.60	417.44	21,497.43	25.05	41.74	25,883.16	198,799	82	3
Regular	544.97	26,409.17		1,584.55	2,640.92			20	3
Medio	486.42	62,417.58		3,745.06	6,241.76			38	15
Alto	207.73	41,288.83		2,477.33	4,128.88			14	3
Total, general	1,303.7	130,533.02	21,497.43	8,203.78	13,672.97	25,883.16		154	23.00
		65.7%	10.8%	3.9%	6.6%	13.0%	100.0%		

7.8 REMOCIONES NETAS PERIODO DE MONITOREO.

Buffer o reservas de carbono.

Acorde al análisis de riesgo desarrollado para el proyecto, que muestra estar por cercano al 10%, para el balance final se asume un valor del 15% de este Buffer manteniendo posiciones conservadoras frente a la cantidad de carbono y

bonos de carbono que podrían salir al mercado. Este 15% se ajusta de igual manera a los requerimientos de las entidades certificadoras nacionales, con las cuales se acogerá el proceso de registro.

Desarrollo de las estimaciones para cada año de verificación.

Si bien el periodo de análisis de monitoreo comprende los años 2012-2019, se hace necesario establecer valores de remociones asignada para cada año. Para esto, se tomaron los valores de aporte porcentual en las curvas de acumulación ajustadas para cada especie con corte a los siete primeros años de la plantación. Este proceso se realizó para cada especie en el modelo de rodal comercial. Luego con estos valores porcentuales se hallaron los valores ponderados de aporte anual acorde a las hectáreas sembradas por cada año y especie.

Los resultados para cada especie acorde al área sembrada se encuentran en la Tabla 46.

Tabla 46. Aporte ponderado por modelo de rodal y especie a los balances de carbono para el periodo 2012-2019 del actual reporte de monitoreo. Estos valores serán asignados para las remociones netas anuales.

Ponderado Cto Especie y total (%)							
Año	<i>P. caribaea</i>	<i>E. pellita</i>	<i>A. mangium</i>	Reg. N	<i>S. amara</i>	Suma (%)	Total, ponderado de desarrollo año 2019
2012	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2013	0.6%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%	0.7%
2014	3.3%	0.4%	0.0%	0.1%	0.0%	3.9%	4.1%
2015	7.7%	0.9%	0.0%	0.3%	0.0%	8.9%	9.4%
2016	12.3%	1.4%	0.0%	0.4%	0.0%	14.2%	15.1%
2017	16.5%	1.8%	0.0%	0.6%	0.0%	19.0%	20.1%
2018	19.9%	2.1%	0.0%	0.7%	0.0%	22.8%	24.2%
2019	22.3%	1.7%	0.0%	0.8%	0.0%	24.9%	26.4%
	82.7%	8.5%	0.1%	2.8%	0.1%	94.2%	100.0%

*Este valor no alcanza el 100% de desarrollo de los siete primeros años, puesto que algunos rodales al corte del 2019 presentan desarrollos menores a siete años (ej: siembras del 2014 y 2015). Este valor él es 100% del cual se sacan los valores ponderados para cada año.

Balance Final.

Se estima una reducción neta antropogénica de 198,799 tCO₂eq. Las reservar o unidades de emisiones reducidas que se destinan al buffer son 29,820tCO₂eq, que equivalen al 15% del total. Finalmente se estima un total de 168,979 tCO₂eq que pueden ser transadas en mercados. Es de anotar, que el Buffer o las unidades reservadas periódicamente son liberadas y también puestas en los mercados.

Tabla 47. Balance final de emisiones reducidas para el periodo de monitoreo 2012-2019.

Remociones por año (tCO ₂ eq).			
Año	Buffer	tCO ₂ Net	Total
2012	0	0	0
2013	210	1,188	1,398
2014	1,232	6,982	8,214
2015	2,805	15,896	18,701
2016	4,490	25,441	29,930
2017	6,001	34,006	40,007
2018	7,208	40,845	48,053
2019	7,874	44,622	52,496
	29,820	168,979	198,799

El archivo en formato *Excel* de los balances de remociones de gases con efecto invernadero desarrollado por para el proyecto se encuentran en el anexo G. *Balances de carbono_2012-2019/Balances de carbono_2012-2019_V03_feb_04_2021_RED*.

8 ASEGURAMIENTO CONTROL Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN.

PROTOCOLO DE TOMA Y RESGUARDO DE INFORMACIÓN.

ES UN PROCESO DE 7 PASOS

- ▶ Identificación de la necesidad
- ▶ Levantamiento de información
- ▶ Revisión de información en oficina
- ▶ Organización de información
- ▶ Archivo físico
- ▶ Archivo digital
- ▶ Back up

IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD

- ▶ En este punto se establece la mejor forma de toma de información para la solución a una necesidad que puede ser de diversos tipos y responder a diferentes áreas de la organización, como contable, SIG, SST, Ambiental, Comercial, Legal:
 - ▶ físico o de campo; fotos, levantamientos gps, toma de muestras, elaboración de estudios, entre otros, levantamiento de parcelas.
 - ▶ información externa; como certificaciones, actas de trabajos realizados, imágenes de satélite, documentos de contratistas, soportes de compras.
 - ▶ Información interna; balances, informes, análisis, estudios, entre otros.

LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- ▶ Una vez se establece como se satisface la necesidad, se procede a identificar los recursos necesarios:
 - ▶ Económicos
 - ▶ Equipos
 - ▶ Recurso humano idóneo
 - ▶ Logístico
 - ▶ Medio de entrega

REVISIÓN DE INFORMACIÓN EN OFICINA

- ▶ Toda la información es centralizada en las instalaciones de la empresa en Bogotá después de su consecución, esto debido a que en dichas instalaciones es donde se cuentan con los recursos de revisión y almacenamiento de la misma.
- ▶ Toda información relacionada con el funcionamiento de los proyectos, es admitida por la dependencia correspondiente para su análisis y revisión
 - ▶ Esta revisión se hace por el personal especializado en el manejo de la misma aplicando conceptos apropiados a la naturaleza de la información.
 - ▶ Se realiza con el fin de determinar que responda con las necesidades identificadas.

REVISIÓN DE INFORMACIÓN EN OFICINA

- ▶ Toda la información es centralizada en las instalaciones de la empresa en Bogotá después de su consecución, esto debido a que en dichas instalaciones es donde se cuentan con los recursos de revisión y almacenamiento de la misma.
- ▶ Toda información relacionada con el funcionamiento de los proyectos, es admitida por la dependencia correspondiente para su análisis y revisión
 - ▶ Esta revisión se hace por el personal especializado en el manejo de la misma aplicando conceptos apropiados a la naturaleza de la información.
 - ▶ Se realiza con el fin de determinar que responda con las necesidades identificadas.

REVISIÓN DE INFORMACIÓN EN OFICINA

- ▶ Toda la información es centralizada en las instalaciones de la empresa en Bogotá después de su consecución, esto debido a que en dichas instalaciones es donde se cuentan con los recursos de revisión y almacenamiento de la misma.
- ▶ Toda información relacionada con el funcionamiento de los proyectos, es admitida por la dependencia correspondiente para su análisis y revisión
 - ▶ Esta revisión se hace por el personal especializado en el manejo de la misma aplicando conceptos apropiados a la naturaleza de la información.
 - ▶ Se realiza con el fin de determinar que responda con las necesidades identificadas.

ORGANIZACIÓN DE INFORMACIÓN

- ▶ La información se organiza diferenciada por proyecto elaborado en cada dependencia, creando las subcarpetas por temática en los ordenadores disponibles en la oficina de Bogotá para cada dependencia. Esto relacionando en los nombres de los archivos las versiones creadas y eliminando las anteriores que no tengan validez.
- ▶ Una vez organizada la información se procede a archivar en dos componentes, físico y digital.

ARCHIVO FÍSICO

- ▶ El archivo físico se encuentra ubicado en la oficina de Bogotá de la organización, en donde se relaciona cada documento por temática y proyecto con fiel copia del insumo o documento elaborado, respetando en orden de archivo la vigencia del documento.

ARCHIVO DIGITAL

- ▶ Para complementar la integridad del archivo físico, ya que algunos datos son de origen digital, en cada dependencia se hace una completa custodia de la información diferenciada por proyecto y con sub-clasificación temática. Este es el archivo mas completo que sirve como soporte y consulta de información.



BACK UP

- ▶ El respaldo de información se realiza de dos maneras
 - ▶ Copia en disco de externo: Cada mes se realiza copia de seguridad en un disco de gran capacidad externo, que se custodia en una locación externa a las instalaciones de las oficinas en Bogotá, cuya custodia esta encargada directamente de la Gerencia del establecimiento.
 - ▶ Copia en la nube: En servidores en la nube, se respaldan temporalmente los datos de los proyectos durante su ejecución. Una vez se finalizan los procesos se respalda en oficina y en medios magnéticos externos y se dan de baja en el servidor.

Con en este proceso, el proyecto construyó una base de datos de la información extractada de los componentes Técnicos, Jurídicos y de Carbono, que fue separada en carpetas para asociarla con los indicadores de monitoreo del actual proyecto. Esta información ha sido separada por carpetas, con las últimas versiones (ver imagen). No obstante, información complementaria reposa en los archivos digitales de las compañías que hacen parte del proyecto y que se encuentra debidamente resguardada y respaldada para evitar su pérdida. Las carpetas y anexos se encuentren en la nube, compartida en archivos *GOOGLE DRIVE*, para el acceso cuando sea requerido por la auditoria. El uso de esta herramienta de archivo, permite dar permisos diferenciados a quien acceda a la información, además genera informes de los archivos modificados, agregados dando un reporte de quien realizó el cambio, y salvaguardado un archivo temporal hasta que el administrador apruebe los cambios o eliminación de archivos o carpetas.

A. Titularidad_R	15/10/2020 9:32 a. m.	Carpeta de archivos
B. Registros Forestales_R	15/10/2020 9:32 a. m.	Carpeta de archivos
C. Normas Nacionales_R	4/12/2020 8:18 a. m.	Carpeta de archivos
D. Analisis de NO Permanencia_R	15/10/2020 9:32 a. m.	Carpeta de archivos
E. Estimaciones Ex-ante_R	4/01/2021 12:06 p. m.	Carpeta de archivos
F. Análisis Espaciales	15/10/2020 9:32 a. m.	Carpeta de archivos
G. Balances de carbono_2012-2019_R	15/10/2020 9:32 a. m.	Carpeta de archivos
H. Herramientas metodológicas_R	7/01/2021 9:47 p. m.	Carpeta de archivos
I. Planes de manejo forestal_R	15/10/2020 9:32 a. m.	Carpeta de archivos
J. Seguimiento Actividades Forestales_R	15/10/2020 9:32 a. m.	Carpeta de archivos
K. Literatura Complementaria_R	15/10/2020 9:32 a. m.	Carpeta de archivos
L. Analisis d significancia de sumideros_R	15/10/2020 9:32 a. m.	Carpeta de archivos
M.Incio de Actividades_R	15/10/2020 9:32 a. m.	Carpeta de archivos
N.Plan de Monitoreo_R	15/10/2020 9:32 a. m.	Carpeta de archivos
O.Presencia de comunidades_R	15/10/2020 9:32 a. m.	Carpeta de archivos
P.Componente_Biotico_Social_Redentoristas_R	7/01/2021 10:46 p. m.	Carpeta de archivos
Reporte_RED	7/01/2021 11:08 p. m.	Carpeta de archivos

Imagen 35. Disposición de la información y aseguramiento y control de calidad.

En este sistema de carpetas, se encuentran los documentos legales escaneados, información de obra técnica y formularios de campo diligenciados y debidamente escaneados en formatos digitales. Así mismo se dispuso de:

- *Análisis espaciales para verificar las áreas del proyecto que son sembradas que reciben mantenimiento o intervenciones como podas, entresacas, entre otros. Con fecha y versiones actualizadas. La unidad de MDL, de Proyecto Forestales La Primavera es la que se encarga de los procesos de análisis y custodia de la información base. Que pasa a alimentar las bases de datos relacionados con aspectos Técnicos Forestales Productivos, Técnicos de Carbono y sustentos necesarios para garantizar los acuerdos de Financiación como el CIF.*
- *Análisis de las estimaciones y balances de carbono: incluyen los análisis estadísticos por estrato.*
- *La base de datos entregadas para el proyecto serán las mismas que continuamente se actualizarán y se alimentarán bajo la NORMA NTC 6208.*

Definición de ajustes en la medición de DAP.

Durante la evaluación en frío que se desarrolló al inventario forestal, solo se identificó el cambio en la herramienta de medición de ellos diámetros a la altura de pecho. Originalmente se recomendó el uso de cintas diamétricas, sin embargo, por problemas logísticos se debió realizar las mediciones con cintas métricas normales, las cuales tienen una precisión de 1 mm y están construidas en material de nylon. Para hacer un ajuste por lo bajo de esta medición debido al NO uso de la herramienta

recomendada, los valores de DAP de ajustaron a valores enteros hacia debajo de la medida original en valor de circunferencia (ej: si el valor de circunferencia estaba entre 15.1 a 15.9, se dejaba en valor de 15.0, siempre el valor entero hacia abajo). El valor original del DAP se encuentra en la *columna G* del Archivo *Balances de carbono* hoja *Base_Datos_Parcela_Invent_bioma* y su valor corregido y aplicado en los análisis está en la columna H del mismo archivo.

No se identificaron errores adicionales de medición o mal uso de equipos.

Análisis de la información digitada.

Todos los datos fueron verificados y corregidos antes de hacer los análisis de la información. Entre errores identificados, aunque con poca frecuencia, fue el uso indiferente de la coma como separado de decimales, cuando debería ser punto en la base de datos. Esto fue corregido.

Análisis estadísticos.

No se identificaron valores atípicos por estrato y se valoró la diferencia significativa entre ellos mediante el uso de paquetes estadísticos (ver anexo G. *Balances de carbono 2012-2019*). Se aplicaron los debidos análisis de incertidumbre asociado a los análisis y se realizaron los descuentos recomendados por la herramienta metodológica.

Las Unidades encargadas de resguardar la información fueron divididas en tres:

1- Unidad técnica de campo y actividades silvopastoriles:

Son los encargados se hacer el seguimiento a las labores silvícolas, implementar los inventarios forestales y monitoreo de la biodiversidad acorde a las normas de la corporación, con esto documenta las acciones y deja soporte de los mismos.

Esta unidad y su equipo, hacen salvaguardas de la información en formato físico y digital, que es compartido a la unidad central en Bogotá.

2- Unidad jurídica:

Encargada de contratos y aspectos legales relacionadas con el proyecto. En esta unidad se centrarán los acuerdos o contratos para las transacciones de las emisiones reducidas. Vincula la información para los registros transaccionales (Proclima) siguiendo los debidos protocolos del registro y entregara la información para la plataforma RENARE.

3- Unidad técnica de carbono:

Es la encargada de hacer los análisis espaciales relacionados con las áreas, coberturas forestales, y especializar las áreas del proyecto.

- *Con el objeto de evitar dobles contabilidad sobre las emisiones reducidas y comercializadas, se ha firmado un acuerdo con la Plataforma de Registro Proclima que garantizara una debida codificación de cada transacción desarrollada y velara por la contabilidad. Así mismo, el proyecto se ajustará a la normativa Nacional específicamente la resolución 1447 del 2018, donde se requiere no solo registrar el proyecto en sus condiciones genérale, si no que velara por cada transacción desarrollada, el cual es el Principio base del RENARE*

HISTORICO DEL DOCUMENTO

<i>Versión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Descripción</i>
03	01 marzo del 2021	<p>Versión 04. Se ajustaron las tablas de balances ex ante acorde a los ajustes recomendados por el auditor y con respecto a las áreas determinadas para el proyecto.</p> <p>Se incluye el capítulo de definición de la línea base acorde a la herramienta metodológica <i>Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality in A/R CDM project activities, V01</i>.</p>
02	04 enero del 2021	<p>Versión 02 del documento en general.</p> <p>Se incluyen los ajustes recomendados por el auditor los más relevantes son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se actualizan ecuaciones para la estimación de reducciones de emisiones reducidas por el <i>P. caribaea</i> en especial para el periodo de monitoreo 2012-2019. • Factores por defecto de las guías de las herramientas metodológicas para hojarasca, y madera muerta. • Se ajustan las estimaciones de biomasa de arbustos a partir del valor de la biomasa aérea y aplicando los factores por defecto de la herramienta metodológica. • Se recalcularon las estimaciones de proyección al periodo de implementación del proyecto. <p>Se recalcularon las reducciones de emisiones para el periodo 2012-2019 a partir de los ajustes de ecuaciones y factores de emisión.</p>
01	07 octubre del 2020	<p>Versión 01 del documento de proyecto y reporte de actividades.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se incluyen sección ex ante del Documento del Proyecto. • Se incluye reporte de actividades del periodo de monitoreo y estimaciones de remociones netas. • Lo anexos son compartidos a la entidad auditora y el registro transaccional y se consideran de tipo confidencial.

9 LITERATURA ADICIONAL CONSULTADA.

- ALVARADO, P., VÁSQUEZ, C., Y APONTE, M. 1991. ESTUDIO SEMIDETALLADO DE SUELOS SECTOR CARIMAGUA – GAVIOTAS (DEPARTAMENTOS DEL META Y VICHADA). INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. BOGOTÁ D.C., COLOMBIA. 336
- CASTRO-LIMA, F. 2010. AVANCE DEL CONOCIMIENTO DE LA FLORA DEL ANDÉN ORINOQUÉS EN EL DEPARTAMENTO DEL VICHADA, COLOMBIA. ORINOQUIA, VOL. 14, NÚM. 2 SUP (2010).
- CHUVIECO E. 1996. FUNDAMENTOS DE TELEDETECCIÓN ESPACIAL. MADRID.
- CONIF. 1998. GUÍA PARA PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES ORINOQUIA. CONIF-MINAMBIENTE-OIMT. COLOMBIA 47 PÁG.
- CORPORINOQUIA. 2017. RESOLUCIÓN NO. 300.41.17.2193 DEL 26 DE DICIEMBRE DE 2017 POR LA CUAL SE ESTABLECEN LAS DETERMINANTES AMBIENTALES Y SE DEROGA LA RESOLUCIÓN NO. 300.41.13.0191 DEL 27 DE FEBRERO DE 2013.
- CORPORINOQUIA. 2013.PGAR. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL REGIONAL. 2013-2025. [HTTP://WWW.CORPORINOQUIA.GOV.CO/FILES/PGAR/DOC_FINAL_%20PGAR_2013_2025.PDF](http://www.corporinoquia.gov.co/files/pgar/doc_final_%20PGAR_2013_2025.pdf)
- DAVIDSON E. A., D. C. NEPSTAD, C. KLINK AND S. E. TRUMBORE. 1995. PASTURE SOILS AS CARBON SINK. NATURE 376: 472-473.
- FISHER, M. J., I. M. RAO, M. A. AYARZA, C. E. LASCANO, J. I. SANZ, R. J. THOMAS, AND R. R. VERA. 1994. CARBON STORAGE BY INTRODUCED DEEP-ROOTED GRASSES IN THE SOUTH AMERICAN SAVANNAS. NATURE 371: 236-238.
- GIRALDO B, ZUBIETA M, VARGAS G, Y BARRERA J. 2013. BASES TÉCNICAS PARA EL DESARROLLO FORESTAL EN EL DEPARTAMENTO DEL GUAVIARE, AMAZONIA COLOMBIANA. BOGOTÁ: INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS – SINCHI. MINAMBIENTE. 230 PÁG.
- GIRALDO B., ZUBIETA M., VARGAS G. Y BARRERA J. 2013. BASES TÉCNICAS PARA EL DESARROLLO FORESTAL EN EL DEPARTAMENTO DEL GUAVIARE, AMAZONIA COLOMBIANA. BOGOTÁ: INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS – SINCHI. 2013
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. ECOLOGÍA BASADA EN ZONAS DE VIDA. INSTITUTO INTERAMERICANO. CIENCIAS AGRÍCOLAS, SAN JOSÉ, COSTA RICA. 216 P
- INCODER - MISIÓN RURAL. 2012. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA, AMBIENTAL Y DE TENENCIA DE LA TIERRA. INFORME FINAL, CONVENIO 0067 DEL 2011. 114 P.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). 2003. GOOD PRACTICE GUIDANCE FOR LAND USE, LAND – USE CHANGE AND FORESTRY. INSTITUTE FOR GLOBAL ENVIRONMENTAL STRATEGIES OF IPCC, HAYAMA.
- LA PRIMAVERA. 2000. ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. MUNICIPIO DE LA PRIMAVERA VICHADA.
- LA PRIMAVERA. 2016. PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2016 – 2019. MUNICIPIO DE LA PRIMAVERA VICHADA.
- LEI, Y. C., AND S. Y. ZHANG. 2004. FEATURES AND PARTIAL DERIVATIVES OF BERTALANFFY-RICHARDS GROWTH MODEL IN FORESTRY. NONLINEAR ANALYSIS: MODELLING AND CONTROL 1(9): 65-73.
- LIMA, MÁIDA CYNTHIA DUCA DE ET AL. BIOMASS AND CARBON STOCK FROM *PINUS CARIBAEA* VAR. HONDURENSIS UNDER HOMOGENOUS STANDS IN SOUTHWEST BAHIA, BRAZIL. CIENC. RURAL [ONLINE]. 2016, VOL.46, N.6 [CITED 2020-01-

- 13], pp.957-962. AVAILABLE FROM: <[HTTP://WWW.SCIELO.BR/SCIELO.PHP?SCRIPT=SCI_ARTTEXT&PID=S0103-84782016000600957&LNG=EN&NRM=ISO](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782016000600957&lng=en&nrm=iso)>. EPUB APR 30, 2016. ISSN 0103-8478. [HTTP://DX.DOI.ORG/10.1590/0103-8478CR20150493](http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478CR20150493).
- MADERO, E., MALAGÓN C., D., & GARCIA O., A. (2004). UNA MIRADA AL ORIGEN Y LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS MAGNÉSICOS EN EL VALLE DEL CAUCA-COLOMBIA. ACTA AGRONÓMICA, 53(3), 1-21. RECUPERADO A PARTIR DE [HTTPS://REVISTAS.UNAL.EDU.CO/INDEX.PHP/ACTA_AGRONOMICA/ARTICLE/VIEW/95](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/95).
- NIETO, ET AL. 2010. EXPERIENCIAS Y AVANCES EN EL MANEJO SULVICULTURAL DE *E. PELLITA* F. MUELL EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA. CONIF. MADR REFOCOSTA 98 PÁG.
- PHILLIPS, J.F., DUQUE, A.J., SCOTT, C., PEÑA, M.A., FRANCO, C.A., GALINDO, G., CABRERA, E., ÁLVAREZ, E. & CÁRDENAS, D. 2014. APORTES TÉCNICOS DEL SISTEMA DE MONITOREO DE BOSQUES Y CARBONO A LA PROPUESTA DE PREPARACIÓN DE COLOMBIA PARA REDD+: DATOS DE ACTIVIDAD Y FACTORES DE EMISIÓN. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA, Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). BOGOTÁ D.C., COLOMBIA. 70 PP.
- RAO, I., G. RIPPSTEIN, G. ESCOBAR Y F. MOTTA. 2001. PRODUCCIÓN DE BIOMASA VEGETAL EPÍGEA E HIPÓGEA EN LAS SABANAS NATIVAS. EN: G. RIPPSTEIN, G. ESCOBAR Y F. MOTTA (EDS.). AGROECOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD DE LAS SABANAS EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA. PP: 198-222. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL.
- RIPPSTEIN, G. ; ESCOBAR, E. ; TOLEDO, J. ; FISHER, M. ; MESA, E. . 2001. CARACTERIZACIÓN DE COMUNIDADES VEGETALES DE LA ALTILLANURA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA CARIMAGUA, EN META, COLOMBIA . EN: RIPPSTEIN, G.; ESCOBAR, G. ; MOTTA, F. (EDS) . AGROECOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD DE LAS SABANAS DE LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. (CALI) . P .22-45.
- RONCANCIO D, VEGA E, Y HERRERA G. 1998. GUÍA PARA PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES ORINOQUIA. CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN FORESTAL CONIF SERIE DE DOCUMENTACIÓN NO 38. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE LAS MADERAS TROPICALES OIMT. 47 PÁG.
- TRUJILLO, 2007. GUÍA DE REFORESTACIÓN. EL SEMILLERO. COLOMBIA 278 PÁG.
- TRUMBORE, S. E., E. A. DAVIDSON, P. B. DE CAMARGO, D. C. NEPSTAD, AND L. A. MARTINELLI. 1995. BELOWGROUND CYCLING OF CARBON IN FORESTS AND PASTURES OF EASTERN AMAZONIA. GLOBAL BIOCHEMICAL CYCLES 9(4): 515-518.
- UNAL. 2018. DIAGNÓSTICO DEPARTAMENTO DE VICHADA. PROYECTO BPUN 300: ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN REGIÓN LLANOS UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE ORINOQUIA VICHADA, OCTUBRE 2018. 30 PÁG.
- VON BERTALANFFY, L. 1976. GENERAL SYSTEM THEORY. GEORGE BRAZILLER. NEW YORK.
- YENGOH, G. T., DENT, D., OLSSON, L., TENGBERG, A. E., & TUCKER III, C. J. (2016). USE OF THE NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI) TO ASSESS LAND DEGRADATION AT MULTIPLE SCALES. SPRINGER BRIEFS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE. DOI:10.1007/978-3-319-24112-8
- ZEIDE, B. 1993. ANALYSIS OF GROWTH EQUATIONS. FOREST SCIENCE 39(3): 594-616.