

FORMULACION DE MEDIDAS DE REHABILITACION ECOLOGICA POR EFECTOS DE LA
AMPLIACION DEL CORREDOR VIAL VILLAVICENCIO-YOPAL, UNIDAD
FUNCIONAL 2, CUMARAL



JHONATHAN GONZALEZ MAHECHA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO
2022

FORMULACION DE MEDIDAS DE REHABILITACION ECOLOGICA POR EFECTOS DE LA
AMPLIACION DEL CORREDOR VIAL VILLAVICENCIO-YOPAL, UNIDAD FUNCIONAL 2,
CUMARAL

JHONATHAN GONZALEZ MAHECHA

Concepto técnico presentado como práctica profesional como requisito para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Director:

RODRIGO ISAAC VELOSA CAICEDO, Biól.M.Sc.

Co-Director:

LUIS ENRIQUE GUEVARA

Ingeniero forestal

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2022

Autoridades Académicas.

P. JOSÉ GABRIEL MESA ANGULO, O.P

Rector General

P. EDUARDO GONZÁLEZ GIL, O.P

Vicerrector Académico General

P. JOSÉ ANTONIO BALAGUERA CEPEDA, O.P

Rector Sede Villavicencio

P. RODRIGO GARCÍA JARA, O.P

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria De División Sede Villavicencio

Mg. WILLIAM PEÑARANDA ZARATE

Decano De La Facultad de Ingeniería Ambiental

Contenido

1.	Introducción.....	9
2.	Planteamiento del problema	10
2.1	Formulación del problema.....	10
3.	Justificación y Metodología	11
4.	Objetivos.....	13
4.1	Objetivo general.....	13
4.2	Objetivos específicos.....	13
5.	Descripción y análisis de las actividades realizadas.....	14
5.1	Diagnostico biofísico del área de estudio.	14
5.1.1	Caracterización de la zona municipal.	14
5.1.2	Superficie de divisiones territoriales.....	15
5.1.3	Municipio de Cumaral.....	16
5.1.4	Áreas de conservación.	17
5.1.5	Áreas de protección.	17
5.1.6	Áreas de reserva identificadas en el municipio de Cumaral.....	17
5.1.7	Áreas Turísticas:	17
6.	Selección de especies y establecimiento de la plantación.	19
6.1	Material vegetal seleccionado y sembrado.	19
6.2	Inicio de actividades de siembra.....	20
6.3	Materiales e insumos utilizados en fase de establecimiento.....	21
6.4	Actividades de establecimiento realizadas.	21
7.	Monitoreo de la rehabilitación implementada	22
7.1	Ubicación de los núcleos de rehabilitación implementados en los predios, incluyendo el área total en rehabilitación.....	22
7.2	Metodología utilizada para la ejecución de la compensación forestal.....	22
7.3	Caracterización de las áreas establecidas.....	23
7.4	Caracterización predio el porvenir.....	24
7.4.1	Coordenadas predio el porvenir.....	26

7.5	Caracterización del predio la esperanza.	26
8.	Seguimiento de las actividades de implementación de la rehabilitación en los predios.	28
8.1	Plateo	28
8.2	Abonado y enmiendas	28
8.3	Control fitosanitario.	29
8.4	Aislamiento o cercado instalado en los predios establecidos.	29
8.5	Trazo	29
8.6	Ahoyado	30
9.	Inducción de salud ocupacional y medio ambiente	31
9.1	Actividades de seguridad y salud en el trabajo	31
9.2	Actividades ambientales	32
9.3	Actividades de seguimiento y monitoreo propuestas a futuro para el área compensada	32
9.3.1	Instalación de parcelas de evaluación.....	32
9.3.2	Reconocimiento del área y los procesos de rehabilitación	32
9.3.3	Marcación de individuos	33
9.3.4	Instalación de cuadrantes para el monitoreo permanente de la regeneración	34
9.3.5	Toma de datos.....	34
9.4	Formulación de un diseño de un proceso de rehabilitación ecológica	35
10.	Impacto social y humanístico	38
11.	Conclusiones.....	42
12.	Recomendaciones	43
13.	Referencias bibliográficas	44
14.	Anexos	46

Lista de tablas.

Tabla 1. Ficha técnica municipal.	15
Tabla 2. División territorial.....	15
Tabla 3. Material vegetal establecido.	20
Tabla 4. Materiales e Insumos utilizados.....	21
Tabla 5. Areas establecidas.....	23
Tabla 6. Coordenadas predio	26
Tabla 7. Coordenadas predio la esperanza.....	27
Tabla 8. Especies	36
Tabla 9. Lista de especies potenciales	37
Tabla 10. Coordenadas camellón con cercado de alambre de púa instalado predio El porvenir..	40
Tabla 11. Coordenadas camellón con cercado de alambre de púa instalado predio La Esperanza.	41

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa división política	16
Figura 2, localización predio.....	24
Figura 3. Mapa predio el porvenir.	25
Figura 4. Localización predio la	26
Figura 5. Mapa predio la esperanza	27
Figura 6. Registró fotográfico estado de la Vía vereda San Joaquín alto después de la perdida de la bancada.....	38
Figura 7. Registró fotográfico estado de la Vía vereda San Joaquín alto y transporte mular realizado.....	38
Figura 8. Proyección de camellón para paso de ganado instalado predio El porvenir.	39
Figura 9. Proyección de camellón para paso de ganado instalado predio La Esperanza.....	40

Lista de Anexos

Anexo 1. Material vegetal seleccionado y sembrado.....	46
Anexo 2. Materiales e insumos utilizados en fase de establecimiento.	48
Anexo 3. Actividades de establecimiento realizado.	50
Anexo 4. plateo	52
Anexo 5. Abono y enmiendas.....	53
Anexo 6. Trazos de poca pendiente, alta pendiente, y secundario intervenido	54
Anexo 7. Ahoyado	56
Anexo 8. Inducción de salud ocupacional y medio ambiente.....	57
Anexo 9. Materiales que se requieren para la toma de campo.....	63

1. Introducción

En el marco de la ejecución de obras de mejoramiento de la infraestructura vial de la región Orinoquia, se encuentra en proceso de ejecución el corredor vial Villavicencio – Yopal. Esta obra tiene un gran impacto sobre la movilidad regional y, dada su dinámica constructiva, genera unos impactos calculados, los cuales requieren del otorgamiento de algunos permisos de emisiones atmosféricas; permisos de ocupación de cauce y aprovechamientos forestales entre otros, los cuales son susceptibles de medidas compensatorias establecidas por las Corporaciones Ambientales como el ANLA y las CAR.

El presente documento detalla e ilustra cada una de las labores ejecutadas correspondientes a la fase de siembra o establecimiento realizada en la implementación de la medida de compensación forestal de 40,81 ha en el municipio de Cumaral, departamento del Meta. Esta medida fue dictada en el marco de la resolución 0366 del 6 de abril de 2017 de la ANLA y la Resolución 02041 del 10 de octubre de 2019 de la ANLA.

La medida de compensación por pérdida de biodiversidad en 40,81 Ha. se realizó en los predios de propiedad de la alcaldía de Cumaral ubicados en la parte alta del municipio, en zonas de captación hídrica del río Guacavía, exactamente en la vereda San Joaquín Alto; los predios establecidos fueron el predio El Porvenir y predio La Esperanza.

Las actividades realizadas en esta fase para la implementación de la medida de compensación forestal por pérdida de biodiversidad fueron las siguientes: Establecimiento y resiembra de especies nativas y la instalación de cercado de protección; cabe resaltar que durante la ejecución del proyecto fueron propuestas actividades de mantenimiento durante un periodo de 3años.

2. Planteamiento del problema

2.1 Formulación del problema

Según INVIAS & MAVDT (2011) en el proceso de construcción, rehabilitación, mejoramiento y adecuación de infraestructura vial existen múltiples impactos ambientales negativos, entre los cuales se encuentra cambios en la cobertura vegetal, afectación de áreas ambientalmente sensibles, cambios en la calidad y cantidad del recurso hídrico, pérdida de suelos, afectación del paisaje y aspectos socioeconómicos que son importantes de analizar.

Luego de iniciadas las obras y como consecuencia del seguimiento de la autoridad ambiental, se evidenció disposición inadecuada de estériles y de material de desechos, que son arrojados sobre las laderas y corrientes de agua, sumado a la falta de mantenimiento y construcción de cunetas, alcantarillas y obras de drenaje, lo que está produciendo un desvío de las aguas sobre la vía. Adicionalmente no se efectuó el manejo técnico correcto del desmonte, remoción y disposición final de la capa vegetal y material sobrante, algunos cauces y zonas de protección han sido interrumpidos y afectados por la sedimentación del material estéril que continúa arrojado en ese sitio y no ha recibido ningún tratamiento.

El área de estudio, por tratarse de un sistema montañoso con pendientes pronunciadas, se encuentra vulnerable a presentar deslizamientos y derrumbes de tierra. Una vez se cuente con la identificación y evaluación de impactos, se pueden formular actividades de rehabilitación ecológica, partiendo de los disturbios generados y los posibles tensionantes para cada caso y así intentar recuperar los servicios ecosistémicos afectados por el proyecto.

Se hace necesario entonces formular actividades para el proyecto de mejoramiento, rehabilitación y reconstrucción de la vía Villavicencio - Yopal teniendo en cuenta que luego del otorgamiento de la licencia ambiental no se ha puesto en práctica ningún tipo de actividad tendiente a rehabilitar y recuperar las condiciones ecológicas de la zona de estudio.

3. Justificación y Metodología

Es ampliamente conocido que la gestión ambiental busca la integración de programas y proyectos que se enfocan al manejo de los recursos naturales partiendo del concepto del desarrollo sostenible; es decir de lo que se trata es de elaborar proyectos ecológicamente sustentables, económicamente sostenibles y socialmente viables.

Para el proyecto de mejoramiento, rehabilitación y reconstrucción de la vía Villavicencio –Yopal es esencial proyectar actividades de rehabilitación ecológica que permitan recuperar los servicios ecosistémicos, limitando impactos como la erosión, fragmentación del bosque, lo que conlleva a su degradación, pérdida de biodiversidad y de cantidad y calidad del recurso hídrico entre otras. También se espera que estos proyectos hagan compatible la integración social y económica de la región con la conservación y recuperación de los recursos naturales. (Fuente: Ruíz Cobos, J. M. (2016)).

Con referencia a las problemáticas presentadas en el área de influencia del corredor vial, se realizó una siembra técnica para la compensación forestal con diferentes especies de plantas que cumplen con los estándares de calidad del ICA. Se usó un tipo de siembra con métodos de propagación por semillas y por estacas. Todo el terreno fue cercado con postes de *Eucalyptus* y alambre de púa, para evitar daños en las plantas sembradas, ya sea por animales o humanos que visiten la zona. De igual manera, la compensación forestal en el municipio de Cumaral es esencial, ya que hay diversos sitios turísticos que ayudan a la economía de la comunidad, siendo la siembra no solo el único sustento, sino también el ecoturismo. Por consiguiente, se está ayudando con la siembra de árboles nativos del piedemonte llanero, como lo son el yopo, samán y otras especies, ejerciendo también un control y monitoreo de estas zonas de protección.

El proyecto dio inicio con la caracterización de la zona de compensación en el municipio de Cumaral, localizado en la parte noroccidental del departamento del Meta. Se realizó la selección de especies y la siembra de plantas nativas, teniendo un monitoreo de la rehabilitación implementada. Las especies de plantas se ubicaron a manera de núcleos de vegetación que pudieran facilitar posteriormente la llegada de otras especies al sitio. Ya finalizando, se hizo el seguimiento a las actividades de reconocimiento, cercado de lotes, limpieza, ahoyado, sembrado, fertilización y los mantenimientos con control fitosanitario y de malezas.

Cabe resaltar que la rehabilitación ecológica es vital para los ecosistemas terrestres y para las personas, pues ayuda a la recuperación de cuencas hidrográficas, crea barreras contra el viento, protegiendo los cultivos, y detiene la erosión de los suelos debido a que mantiene estables los niveles de humedad y nutrientes en el suelo. (Fuente: Ruíz Cobos, J. M. (2016)).

La caracterización de la zona fue fundamental para dar inicio al proyecto; en esta etapa se describen las condiciones ambientales del lugar, lo cual es importante ya que estas características van a influir en el arraigo y desarrollo de las plantas. En la actividad de sembrado fue fundamental que las personas voluntarias contaran con una capacitación técnica en la siembra, en la que se enfatizó la importancia de las condiciones climáticas, el suelo y la topografía para el crecimiento sano de la planta.

El plateo realizado consistió en eliminar las plantas arvenses que puedan competir por nutrientes y agua con la planta sembrada. El abonado consistió en la preparación de una mezcla de 500 gr de abono orgánico, 250 gr de Cal Dolomita y 100 gramos de Roca fosfórica aplicados en cada hoyo, 5 días antes de realizar la siembra de la planta. El control fitosanitario inicio con la identificación y georreferenciación de hormigueros y su posterior control a través de cebos preparado con el uso de Fipronil (Regen), para así no tener un individuo externo que afecte el crecimiento de las plantas. Se realizó un aislamiento perimetral de los lotes a reforestar, con poste de madera rolliza de la especie *Eucalyptus*, inmunizada y altura de 2,10 metros. Los postes se ubicaron a una distancia de 2,5 metros del uno al otro; cada 30 metros se instaló un pie de amigo, para facilitar el templado del alambre.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Proponer estrategias de rehabilitación ecológica en áreas afectadas por la ampliación de la infraestructura vial Villavicencio-Yopal desarrolladas por las empresas contratistas y operantes en el tramo de la unidad funcional 2, Cumaral.

4.2 Objetivos específicos

- Identificar áreas o zonas verdes alteradas por el proceso de ampliación de la malla vial.
- Realizar un diagnóstico biofísico del área de estudio teniendo en cuenta algunas variables como clima, suelos, geología, geomorfología, vegetación, fauna.
- Diseñar y validar de manera preliminar metodologías, estrategias y actividades para la rehabilitación ecológica de áreas verdes afectadas por la ampliación vial.

5. Descripción y análisis de las actividades realizadas

5.1 Diagnostico biofísico del área de estudio.

5.1.1 *Caracterización de la zona municipal*

El propósito de la planificación del uso de recursos naturales es el de separar áreas con similares potencialidades y limitaciones para el desarrollo. Los programas específicos pueden, entonces, formularse para proporcionar el apoyo más efectivo para cada zona.

La zonificación agroecológica (ZAE), de acuerdo con los criterios de FAO, define zonas en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Los parámetros particulares usados en la definición se centran en los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos y en los sistemas de manejo bajo los que éstos se desarrollan. Cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras, y sirve como punto de referencia de las recomendaciones diseñadas para mejorar la situación existente de uso de tierras, ya sea incrementando la producción o limitando la degradación de los recursos. (FAO (2016).

Una vez analizado el E.O.T se determina que el municipio de Cumaral se localiza en la parte noroccidental del departamento del Meta; su localización Geográfica es:

4° 16' 08"

Latitud Norte

73° 28' 59"

Longitud Oeste

Se ubica, en la zona del piedemonte llanero al lado de la cordillera oriental, con una extensión de 618,62 kilómetros cuadrados, a una altitud de 452 msnm.

Tabla 1. Ficha técnica municipal.

Continente	Suramérica
País	Colombia
Departamento	Meta
Municipio	Cumaral
Temperatura promedio	21° centígrados.
Piso térmico	Cálido
Topografía	Plana
Paisaje	Piedemonte Llanero
Precipitaciones pluviales	2.500 a 3.500 mm./año
Periodo de lluvia	Abril, mayo, junio, octubre
Periodo de verano	Diciembre, Enero y Febrero
Humedad relativa	84%
Brillo solar	1.450 horas
Vientos dominantes	Dirección del Sureste al Noreste
Ríos	Guacavía, Guatiquía, Caney y Humea
Caños	Caiibe, Pecuca, Mayuga, Curimape
Población	17.328 habitantes
Gentilicio	Cumaraleño
Fundación	Año 1.901
Elevado a municipio	Año 1.955 ¹

5.1.2 Superficie de divisiones territoriales

En cuanto a la división político-administrativa el municipio de Cumaral, en el área rural cuenta con (8) Inspecciones y (11) Veredas que se describen en la siguiente Tabla

Tabla 2. División territorial.

INSPECCIÓN	HECTÁREAS	%
Veracruz	9.924,99	16.1
Guacavía	1.255,04	2.03
Montebello	3.505,55	5.68
Caney Medio	647,56	1.05
Presentado	7.803,99	12.65
Varsovia	2.078,95	4.39
San Nicolás	7.149,75	11.6
El Caiibe	4.194	6.8
VEREDA	HECTÁREAS	%
Venturosa	2.969,19	4.81
Cuarteles	1.867,42	3.02
Cruce de Guacavía	142,74	0.23
San Joaquín Alto	748	1.21
San Joaquín Bajo	467,18	0.75
Juan Pablo II	402,29	0.65
El Palmar	4.095,61	6.64
Chepero	4.327,44	7.01
San Antonio	610,55	0.1
El Yará	1.326,42	2.15

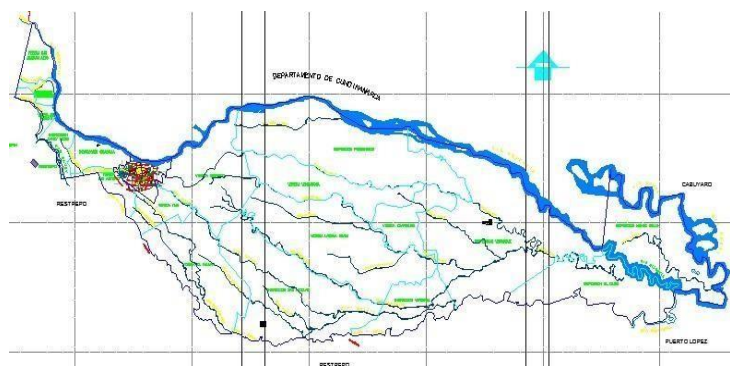
Tabla 2. Continuación

Laguna Brava	6.820,83	11.06
Subtotal Area Rural	61.559.98	99.81%
Área Urbana	115	0.19 %
TOTAL	61.674,98	100%

Nota. Adaptado del Acuerdo No. 017 junio 30 – 2000 EOT municipio de Cumaral Meta. Unidad Municipal de Asistencia Técnica Municipal. “UMATA”

5.1.3 Municipio de Cumaral

Figura 1. Mapa división política



Nota. Adaptado de: Plano división política Acuerdo No. 017 junio 30 – 2000 EOT municipio de Cumaral Meta

La temperatura del municipio de Cumaral oscila de 21°C a 32°C, posee precipitaciones entre 2500 a 3500 mm anuales, su período invernal inicia en el mes de abril y el verano va desde el mes de diciembre hasta febrero; posee una humedad relativa del 84%, brillo solar de 1450 horas y predominan los vientos dirección sureste al noreste. Se encuentra dentro de la zona de vida, bosque húmedo tropical según clasificación Holdridge.

El sistema hidrográfico, perteneciente a la gran cuenca del río Meta, la cual es la más extensa de la Orinoquia y en donde se emplazan los fenómenos socio económicos y ambientales más críticos de la región. Está surcado por límites del río Guacavía, posee una gran variedad en flora y fauna; dentro sus unidades geomorfológicas paisajísticas se hallan terrazas aluviales, abanicos, valles secundarios, vertientes.

En cuanto a la hidrología del municipio se destacan los ríos Guacavía, Guatiquía, Caney,

Humea, caño Caibe, Pecuca y Mayuga.

5.1.4 Áreas de conservación.

Cumaral en su parte Noroccidental en límites con el municipio de San Juanito, hace parte del Parque Nacional Chingaza con una extensión aproximada de 70 hectáreas determinada por el municipio como área de conservación. El arreglo bosque natural secundario y de galería ocupa el 0,03% del área del municipio y el bosque plantado representa el 5.67%.

5.1.5 Áreas de protección.

En el área del municipio se encuentran lagunas, morichales, esteros, humedales, nacederos y las áreas de protección de los caños y ríos existentes, que forman parte de las áreas de protección; cabe resaltar que estas áreas en el documento EOT su delimitación y ubicación no está definida técnicamente.

5.1.6 Áreas de reserva identificadas en el municipio de Cumaral

Corredor Turístico Marginal De La Selva. Es el área que corresponde a la franja del margen derecho e izquierdo de la zona comprendida a lo largo de la vía Nacional de la marginal de la selva que de Villavicencio conduce a Arauca en el recorrido que atraviesa el municipio de Cumaral.

5.1.7 Áreas Turísticas:

Puente Guacavia; Ubicado por la vía marginal de la selva, que de Cumaral conduce al municipio de Paratebueno a 12 Kilómetros de la cabecera municipal.

Sitio Turístico Cuatro Tubos: Ubicado en la parte noroccidental del municipio en el nacimiento del caño El Caibe, vía vereda San Antonio a tres kilómetros de la cabecera municipal.

Río Guacavia: Ubicado en la parte norte del municipio y cubre un área de 15 kilómetros aproximadamente desde el poblado denominado Guacavia hasta el puente Guacavia sobre la vía marginal de la selva.

Caño Pecuca: Ubicado en la parte sur oriente del municipio en la Inspección de Veracruz en una extensión aproximada de 10 kilómetros.

6. Selección de especies y establecimiento de la plantación.

6.1 Material vegetal seleccionado y sembrado.

El material vegetal utilizado en el momento que se realizó la siembra se encontraba en perfecto estado sanitario (libre de insectos y enfermedades) y presentó una buena conformación física (buen tamaño, tallo debidamente rusificado, buen enraizamiento y follaje abundante). También cabe resaltar que según el estudio del suelo se identificaron las plantas que podrían crecer de una manera más eficiente. Las 28.000 plántulas (incluida resiembra) adquiridas tenían una altura media de 30 cms, se compraron lignificadas y libres de enfermedades y deformaciones físicas. El material vegetal fue adquirido en el vivero Maderables el Nativo, el cual cuenta con el Registro ICA Código 50226-78 y resolución 00022098 del 21 de marzo de 2018, como productor y distribuidor de plantas de especies forestales.

Este vivero cuenta con gran experiencia en el manejo de especies nativas de la región, usando métodos de propagación por semilla y por estacas, por lo que se garantizó que el material vegetal usado para esta siembra se encontrara en perfecto estado (véase anexo 1) El vivero se encuentra ubicado en la vereda Guacavia del municipio de Cumaral. Las especies seleccionadas, cumplen con los requerimientos definidos en la resolución 0366 del 6 de abril de 2017 de la ANLA y Resolución 02041 del 10 de octubre de 2019 de la ANLA.

Tabla 3. Material vegetal establecido.

Material vegetal establecido				
N o.	Especie	Nombre científico	Cantidad sembrada	Altura de siembra
1	Yopo	<i>Anadenanthera peregrina</i>	7200	35 cm
2	Caño fistol	<i>Cassia moschata</i>	1485	35 cm
3	Flor amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>	660	30 cm
4	Gualanday	<i>Jacaranda copaia</i>	4600	35 cm
5	Maraco	<i>Couroupita guianensis</i>	1815	30 cm
6	Cajeto	<i>Trichanthera gigantea</i>	550	35 cm
7	Ocobo	<i>Tabebuia rosea</i>	420	30 cm
8	Cachimbo	<i>Erythrina fusca</i>	870	30 cm
9	Igua	<i>Albizia guachapele</i>	935	30 cm
10	Saman	<i>Samanea saman</i>	605	35 cm
11	Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	385	35 cm
12	Hobo	<i>Spondias mombin</i>	660	35 cm
13	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	750	30 cm
14	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	935	35 cm
15	Guamo	<i>Inga edulis</i>	2255	40 cm
16	Nogal	<i>Cordia alliodora</i>	1155	35 cm
17	Nocuito	<i>Vitex orinocensis</i>	715	35 cm
18	Cambulo	<i>Erythrina poeppigiana</i>	1265	35 cm
19	Cabo dehacha	<i>Eschweilera bogotensis</i>	730	35 cm
20	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	10	35 cm
		TOTAL	28000	

6.2 Inicio de actividades de siembra

En la región se presenta dos temporadas marcadas durante el año (temporada seca y temporada de lluvias); la temporada seca se extiende desde el mes de diciembre hasta el mes de marzo, donde se registran entre 10 y 14 sucesos de lluvia en el mes, mientras que entre abril a noviembre se presentan las mejores temporadas de lluvia, con una frecuencia de 22 a 26 días por mes (IDEAM, 2018).

La siembra o establecimiento de la medida de compensación forestal se efectuó en época de lluvias, iniciando el aislamiento el lunes 08 de agosto de 2021 y finalizando la siembra el día 20 de septiembre de 2021.

6.3 Materiales e insumos utilizados en fase de establecimiento

Para realizar las diferentes actividades y lograr el éxito de la compensación forestal se usaron los materiales (véase anexo 2) descritos a continuación:

Tabla 4. Materiales e Insumos utilizados.

ACTIVIDAD	MATERIAL
AISLAMIENTO	POSTES DE MADERA INCLUIDO PIEDE AMIGOS
	GRAPAS
	ALAMBRE
SIEMBRA	PLANTAS
	CALDOLOMITA
	ROCA FOSFORICA
	ABONO ORGANICO
	HIDRORETENEDOR
	FERTILIZANTE QUIMICO
	INSECTICIDAS

6.4 Actividades de establecimiento realizadas.

Al momento de la siembra se retiró la bolsa conservando el pan de tierra; las plántulas se ubicaron en forma vertical cuidando no maltratar las raíces, las cuales fueron cubiertas con la tierra debidamente mezclada con el abono, la cual fue dispuesta en el fondo del hoyo hasta una altura tal que el pan de tierra de la plántula quedara aproximadamente a 2 cm por debajo del nivel del suelo; posteriormente se cubrió con la tierra restante (**véase anexo 3**), la cual fue apisonada suavemente alrededor del tallo, para así eliminar las posibles bolsas de aire que hubiesen quedado y darle estabilidad a la planta. Además, se realizó una fertilización química después de siembra (mezcla de triple 15 y Agrimins, aplicada a 25 cm de cada planta).

7. Monitoreo de la rehabilitación implementada

7.1 Ubicación de los núcleos de rehabilitación implementados en los predios, incluyendo el área total en rehabilitación

Actividades desarrolladas

7.2 Metodología utilizada para la ejecución de la compensación forestal

A través de la restauración pasiva y activa y teniendo en cuenta el proceso Licitatorio No. 001 de 2021 Compensaciones Ambientales, Covioriente solicito dar cumplimiento a la medida compensatoria y requerimientos impuestos en el acto administrativo No. 0366 expedido por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA; se tiene también en cuenta el ajuste presentado por 4Gllanos en el oficio 4GLE-02-20210218000475 del 18 de febrero de 2021, Ref. Proceso Licitatorio No, 001 de 2021 Compensaciones Ambientales.

Con base en el Plan de Compensación por pérdida de biodiversidad elaborado por COVIORIENTE en noviembre de 2019 donde se plantean acciones dirigidas a resarcir y/o retribuir a la biodiversidad, debido a los impactos negativos que no pueden ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos, y que conlleven pérdida en la biodiversidad en los ecosistemas naturales terrestres y/o vegetación secundaria, a causa de las actividades derivadas de la ejecución del proyecto vial en la UF1, corredor Villavicencio – Cumaral, se proyectan áreas y tipo de manejo a implementar en esta compensación ambiental.

Con la visita de campo y la información presentada por la Concesionaria Vial del Oriente -Covioriente, se proyectó la identificación de áreas de compensación y de esta manera se determinó en cuales se establecería restauración activa y en cual restauración pasiva. Para lo anterior, con base a sistemas satelitales y cartografía y considerando la conectividad de un ecosistema, la identificación de coberturas vegetales existentes (pastos enmalezados, pastos arbolados y pastos limpios), y a la necesidad de mantener y mejorar la conectividad en los corredores biológicos existentes, se definió el área para establecer restauración activa como correspondiente a 12,91 hectáreas y para el establecimiento de la restauración pasiva 27,9 hectáreas, para un total de 40,81 hectáreas. Ubicados en los predios el porvenir y la esperanza en el municipio de Cumaral.

El planteamiento de alternativas desarrollado se fundamenta en los lineamientos definidos por el MADS mediante el Manual para la Asignación de Compensaciones del Componente Biótico adoptado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS. Para la presente medida se llevó a cabo la medida de PPBD para un área de 40,81 has.

Las actividades desarrolladas se centraron en la caracterización del área seleccionada, que incluye una georreferenciación, análisis de cobertura y uso actuales. Luego se procedió a realizar el aislamiento mediante la instalación de cerca de alambre de púa por el perímetro para garantizar el no ingreso de animales al predio y para finalizar la fase de establecimiento con cada una de sus actividades descritas en este informe.

7.3 Caracterización de las áreas establecidas

La medida de compensación forestal por pérdida de biodiversidad implementada se realizó en los predios El Porvenir y La Esperanza, ubicados en la vereda San Joaquín Alto del municipio de Cumaral, en el departamento del Meta. El número catastral y el área compensada por predio se distribuyeron de la siguiente manera:

Tabla 5. Areas establecidas

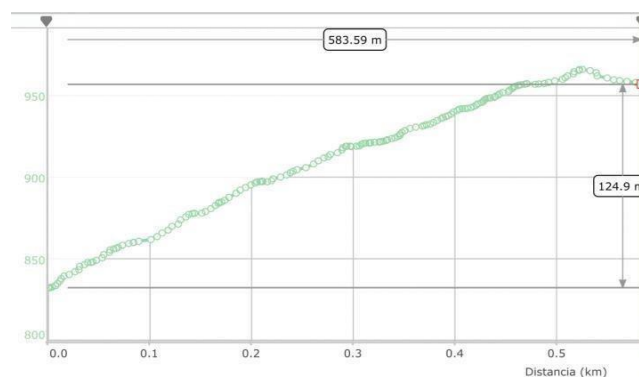
Nombre	Cod. Catastral	No. Matricula	Propietario	Área del predio (Ha)
<u>El Porvenir</u>	502260001 000100250 00	230- 32025	MUNICIPIO DE CUMARAL	14,27
<u>La Esperanza</u>	502260001 000100100 00	230- 27580	MUNICIPIO DE CUMARAL	26,54
			AREA TOTAL CON COMPENSACION FORESTAL	40,81

Nota. Adaptado del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC

7.4 Caracterización predio el porvenir.

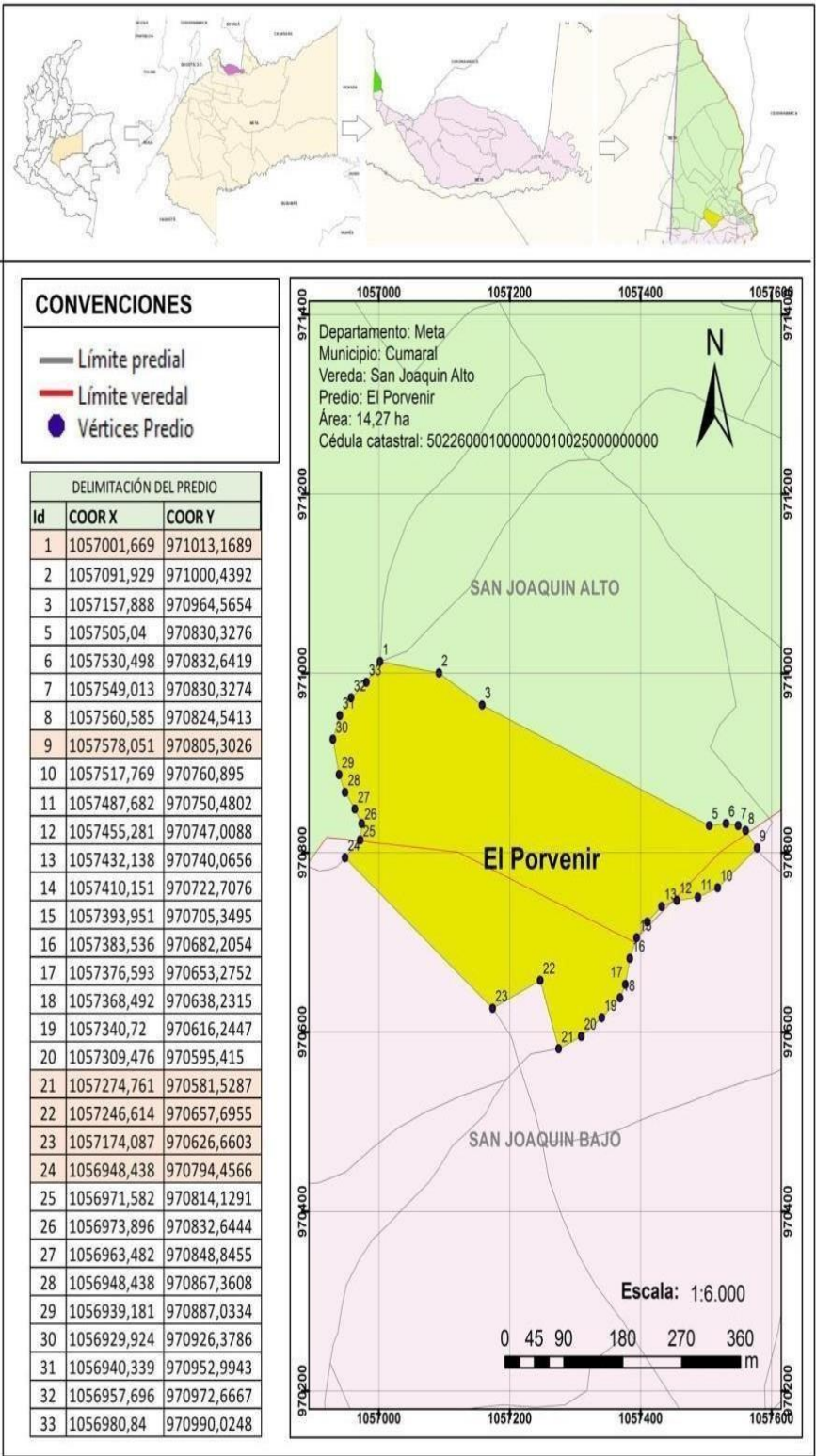
El predio El Porvenir donde se ejecutó el establecimiento con árboles nativos, posee un área de 14,27 hectáreas; el área establecida con compensación forestal posee un relieve inclinado a fuertemente inclinado con pendientes que oscilan entre el 3 al 20%; la cobertura vegetal se distribuye entre potreros con pastos introducidos de la especie pasto amargo (*Brachiaria decumbens*) y pasto llanero (*Brachiaria dictyoneura*) y zonas de bosque secundario intervenido, con especies identificadas como Saladillo (*Vochysia lehmannii*); Lacre (*Vismia macrophylla*); Guayabo de monte (*Bellucia pentámera*), Tuno (*Miconia sp.*), Saman (*Samanea saman*) *sp.*), Guamo (*Inga sp.*) Cambulo (*Erythrina poeppigiana*), Cecropia (*Cecropia engleriana*) y Yopo (*Anadenanthera peregrina*) entre otros. El predio El Porvenir se encuentran en una altura que va desde los 780 hasta 955 M.S.N.M.

Figura 2, localización predio



Nota. Adaptado del Consorcio Forestal 4g Llanos 2021.

Figura 3. Mapa predio el porvenir.



Nota. Adaptado del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC

7.4.1 Coordenadas predio el porvenir

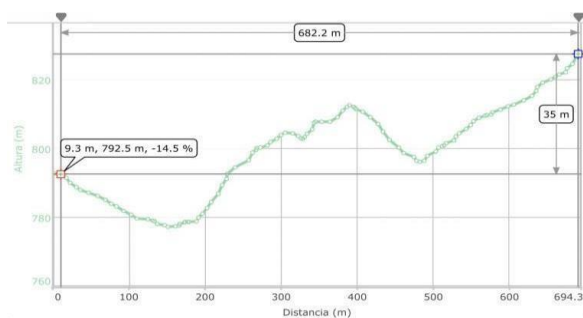
Tabla 6. Coordenadas predio

Sistema de coordenadas:	MAGNA_Colombia_Bogota
Este Falso:	1000000
Norte Falso:	1000000
Meridiano central:	-74,07750792
Scale_Factor:	1
Latitud de origen:	4,59620042
Unidad linear	Metro

7.5 Caracterización del predio la esperanza.

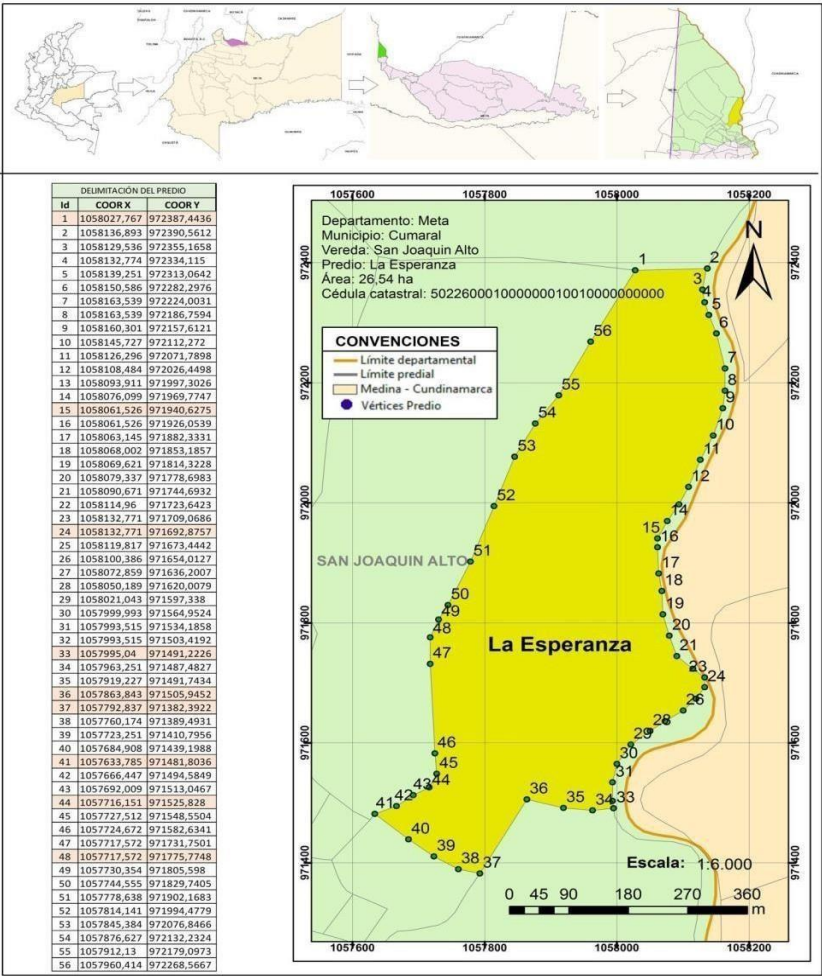
El predio La Esperanza donde se ejecutó el establecimiento con árboles nativos, posee un área de 26,54 hectáreas; el área establecida con compensación forestal posee un relieve plano, inclinado a fuertemente inclinado con pendientes que oscilan entre el 2 al 18%; la cobertura vegetal se distribuye en potreros con pastos introducidos de la especie Pasto amargo (*Brachiaria decumbens*) y Pasto llanero (*Brachiaria dictyoneura*) y zonas de bosque secundario intervenido, con especies identificadas como Cambulo (*Erythrina poeppigiana*); Yopo (*Anadenanthera peregrina*) Lacre (*Vismia macrophylla*); Tuno (*Miconia sp.*), Guayabo de monte (*Bellucia pentámera*), Saman (*Samanea saman sp.*), Guamo (*Inga sp.*) y Cecropia (*Cecropia engleriana*) entre otros. El predio La Esperanza se encuentran en una altura que va desde los 770 hasta 810 M.S.N.M

Figura 4. Localización predio la



Nota. Adaptado del Consorcio Forestal 4g Llanos 2021.

Figura 5. Mapa predio la esperanza



COORDENADAS PREDIO LA ESPERANZA

Tabla 7. Coordenadas predio la esperanza.

Sistema de coordenadas:	MAGNA_Colombia_Bogota
Este Falso:	1000000
Norte Falso:	1000000
Meridiano central:	-74,07750792
Scale_Factor:	1
Latitud de origen:	4,59620042
Unidad linear	Metro

8. Seguimiento de las actividades de implementación de la rehabilitación en los predios.

8.1 Plateo

El plateo realizado consistió en eliminar las plantas arvenses que puedan competir por nutrientes y agua con el individuo sembrado; esta labor se realizó (véase anexo 4) con azadones en un radio de 1 metro, y se hará un nuevo plato con azadón en el primer mantenimiento.

8.2 Abonado y enmiendas

Consistió en la preparación de una mezcla de 500 gr de abono orgánico, 250 gr de Cal Dolomita y 100 gramos de Roca fosfórica (véase anexo 5) aplicados en cada hoyo, 5 días antes de realizar la siembra de la planta. Cabe resaltar que las cantidades se aumentaron por planta, ya que, por experiencia de la empresa en este tipo de proyectos, la respuesta de las plantas a una cantidad mayor de cal y roca es muy positiva, acelerando su crecimiento.

- **Cal dolomita:** Mineral calcáreo compuesto de Calcio y magnesio, se utiliza para la corrección de acidez en suelos y la deficiencia de Magnesio y Calcio, actúa como fertilizante. composición 55% CaCO_3 – 33 % MgCO_3 + menores.
- **Abono orgánico:** es un Fertilizante y Acondicionador Orgánico de lenta liberación, formulado para aplicaciones generales en agricultura orgánica o convencional. Contiene NPK derivados de fuentes orgánicas y naturales, e incluye bacterias benéficas de la rizosfera, hongos benéficos y hongos entomopatógenos, para estimular e incrementar la fertilidad biológica del suelo.
- **Roca fosfórica:** es una enmienda cuyo elemento primordial es el fósforo que actúa como fertilizante. Posee además calcio que corrige la acidez del suelo. El fósforo posee ácidos nucleicos y fosfolípidos indispensables en los procesos donde hay transformación de energía. La asimilación de sus componentes es lenta lo que le permite a la planta tomar las dosis correctas de acuerdo con sus necesidades.

- **Fertilizante químico:** después de siembra, se aplicó en cada plato una mezcla física de elementos mayores y menores (85 gramos) como ayuda nutricional de rápida asimilación. (Triple 15 + Agrimins). Antes de la aplicación de la mezcla de abono y correctivos en cada hoyo, se aplicó una cantidad de 5 gramos de hidroretenedor no hidratado, como medida preventiva y de disponibilidad de agua en la época de verano.

8.3 Control fitosanitario.

Antes de iniciar las actividades siembra, se desarrollaron actividades de control de hormiga arriera, las cuales iniciaron con la identificación y georreferenciación de hormigueros y su posterior control a través de cebos preparado con el uso de Fipronil (Regen).

8.4 Aislamiento o cercado instalado en los predios establecidos.

Se realizó un aislamiento perimetral de los lotes a reforestar, con poste de madera rolliza de 8 a 10 cm de diámetro de la especie de eucalipto (*Eucalyptus pellita*) inmunizada y con altura de 2,10 metros. Los postes se ubicaron a una distancia de 2,5 metros; cada 30 metros se instaló un pie de amigo, para permitir las actividades de templado del alambre. El cercado se realizó con alambre de púa calibre 12. Los postes fueron enterrados a una profundidad de 0.60 m, quedando debidamente anclados mediante la compactación del material de relleno. Se colocan 4 hilos de alambre de púa calibre 12 a lo largo del aislamiento, debidamente templados y grapados, con el fin de garantizar el aislamiento frente a semovientes. El templado del alambre se realiza teniendo en cuenta una distribución uniforme de las 4 cuerdas a una distancia aproximada de 40 cm. La madera legal utilizada contó con registro ICA No. 8001258757-50-20-56986 y permiso de movilización No. 1118800 adquirida en el establecimiento de comercio Maderas Royal SAS.

8.5 Trazo

El trazo de siembra para el establecimiento de la medida de compensación forestal se ejecutó utilizando dos sistemas de siembra para las áreas con cobertura de pastos introducidos y rastros bajos así;

(véase anexo 6) en las zonas con poca pendiente el trazo realizado fue en rectángulo con distancia entre plantas de 2.0 metros y 3.0 metros entre surcos de siembra. Con este trazo utilizado en siembra, se obtuvo una densidad de **1667 árboles por hectárea**. Cumpliendo con los términos definidos en la resolución 0366 del 6 de abril de 2017 de la ANLA y Resolución 02041 del 10 de octubre de 2019 de la ANLA.

En las zonas fuerte pendiente (véase anexo 6) el trazo realizado fue en triángulo con distancia entre plantas de 2.5 metros. Con este trazo utilizado en siembra, se obtuvo una densidad de **1848 árboles por hectárea**, igualmente se cumple con los términos definidos en la resolución 0366 del 6 de abril de 2017 de la ANLA y Resolución 02041 del 10 de octubre de 2019 de la ANLA.

Para el desarrollo correcto de la actividad se utilizó una guaya metálica pernada y fibracada 2.5 metros para marcar el sitio definitivo de siembra del árbol.

En los predios El Porvenir y La Esperanza cuyas zonas presentaban coberturas de bosque secundario intervenido y rastrojos altos, se utilizó un sistema de siembra de 10 x 10 metros (véase anexo 6) con especies como Cedro (*Cedrela odorata*) y Cabo de hacha (*Eschweilera bogotensis*) para realizar un enriquecimiento vegetal de estas áreas.

Cabe resaltar que, en este enriquecimiento vegetal realizado, también se ejecutó la siembra de algunos claros identificados en el bosque secundario; usando unas densidades de siembra mayores (7 x 7 metros y 8 X 8 metros), siempre verificando las condiciones ecológicas que aseguraran la supervivencia de las plantas sembradas.

La densidad de siembra usada para el enriquecimiento de las áreas de los predios el Porvenir y la Esperanza con cobertura de bosque secundario intervenido fue de 100 árboles por hectárea.

8.6 Ahoyado

En el momento del establecimiento de la medida de compensación forestal, se hizo un hoyo (véase anexo 7) de acuerdo con las dimensiones del pan de tierra del árbol a plantar (para este caso de 30 cm de diámetro con una profundidad de 30 cm), en el centro del punto definido en el trazado, con la ayuda de paladragas, el material extraído fue ubicado al lado del hueco para ser utilizado en el momento de la siembra.

9. Inducción de salud ocupacional y medio ambiente

9.1 Actividades de seguridad y salud en el trabajo

Se realizó inducción del personal empleado con las directrices dadas por Covioriente, el día 30 agosto de 2021; así como inducción del Protocolo de Bioseguridad. De igual forma, se realizó por parte de la empresa charlas de salud ocupacional a los trabajadores involucrados (véase anexo 8) en el desarrollo de las actividades realizadas, en temas como:

- Objetivos de calidad.
- Política de salud ocupacional.
- Política de medio ambiente.
- Política no fumadores.
- Política de no alcohol y no drogas.
- Proyecto para ejecutar.
- Actividades del proyecto.
- Bajo que leyes y normas trabajamos.
- Cuales son la responsabilidad de nuestra empresa.
- Cuáles son mis responsabilidades.
- A que riesgos nos exponemos y cómo prevenirlos.
- Elementos de protección personal (EPP).
- Entrega, uso y reposición de epp.
- Procedimiento aislamiento con postes de madera y alambre de púas.
- Nuestro aporte a la protección del medio ambiente desde nuestro trabajo.
- Entrega de dotación y EPP.

9.2 Actividades ambientales

- La madera empleada proviene de plantaciones forestales con fines comerciales, amparadas con los documentos pertinentes, La madera legal utilizada contó con registro ICA No. 8001258757-50-2056986 y permiso de movilización No. 1118800 adquirida en el establecimiento de comercio Maderas Royal SAS.
- El material vegetal fue adquirido en el vivero Maderables el Nativo, el cual cuenta con el Registro ICA Código 50226-78 y resolución 00022098 del 21 de marzo de 2018, como productor y distribuidor de plantas de especies forestales; éste cuenta con gran experiencia en el manejo de especies nativas de la región
- Los colaboradores utilizaron los baños de las viviendas de los predios donde se llevó a cabo el proyecto, para realizar sus necesidades fisiológicas.
- Los residuos ordinarios generados corresponden a las bolsas que contenían los árboles, los cuales fueron recolectados y dispuestos por Bioagricola del Llano una vez se culminó el primer mantenimiento, con el fin de unificar los materiales (bolsas de resiembra) debido al poco peso de estos.
- Para el control de hormiga se utilizó fungicida, el cual fue utilizado en el transcurso de las labores subsiguientes de mantenimiento de la plantación, por lo que no se generaron residuos.

9.3 Actividades de seguimiento y monitoreo propuestas a futuro para el área compensada

9.3.1 Instalación de parcelas de evaluación

Para evaluar los procesos de rehabilitación realizados en las diferentes áreas objeto de intervención, es conveniente levantar **(2) parcelas** permanentes de monitoreo, como se describe a continuación:

9.3.2 Reconocimiento del área y los procesos de rehabilitación

A partir de la cartografía disponible de las áreas de intervención y de las visitas iniciales al área de trabajo, se realizó un reconocimiento de cada proceso de rehabilitación, así como la

identificación de los ensayos que fueron propuestos para recuperar las áreas degradadas. Se establecen parcelas de 100 cm x 100 cm para el monitoreo de la vegetación.

9.3.3 *Marcación de individuos*

Al interior de cada parcela de monitoreo permanente se identifican todos los individuos vegetales, tanto plantados como asociados, respectivos a los estratos establecidos por Rangel y Lozano (1986) (rasante: <0.3 m de altura, herbáceo: 0.3-1.5 m, arbustivo: 1.5-5 m, arboles bajos: 5-12 m, arbóreo inferior 12-25 m y arbóreo superior >25 m). A cada individuo se le marcará la circunferencia del tallo más grueso con pintura asfáltica (tráfico pesado) color amarillo, teniendo en cuenta que si el individuo pertenece al estrato rasante la marcación de esta circunferencia se realizará a 10 cm desde el suelo, si pertenece al estrato herbáceo se marca la circunferencia 10 cm debajo de la primera rama (primera bifurcación) o 10 cm desde el suelo si el individuo presenta varias ramificaciones (<30 cm). Finalmente, si el individuo pertenece a los estratos arbustivos, de arbolitos y arbóreo se marca la circunferencia a la altura del pecho cuando presenta 10 cm de diámetro (a una altura de 130 cm desde el suelo).

Cada individuo es marcado con un único identificador numérico o alfanumérico único al ensayo que pertenece, utilizando números consecutivos por cada ensayo.

9.3.4 *Instalación de cuadrantes para el monitoreo permanente de la regeneración*

Al interior de cada área de monitoreo se establece un cuadrante de 100 x 100 cm, donde se instalan de manera permanente los vértices del cuadrante, de tal forma que permitan la localización de la grilla de monitoreo de estratos herbáceos y rasantes de la vegetación

9.3.5 *Toma de datos*

En las unidades de muestreo de 10 x 10 m se registran las siguientes variables, siguiendo la metodología de Aguilar-Garavito y Ramírez (eds.), 2015:

Diámetro de tallo (cm): a cada individuo vegetal se le mide la circunferencia del tallo (marcada con pintura), con la ayuda de un calibrador (individuos con diámetro < 1 cm, se toma el diámetro mayor y menor, estos se promedian para obtener el diámetro definitivo) y cinta métrica (individuos con diámetro $\geq$ 1 cm), en este último caso se calcula el diámetro dividiendo la circunferencia por π (3.1416). La precisión tanto del calibrador como de la cinta métrica es la primera cifra decimal (1.1 cm), por lo tanto, los cálculos realizados se aproximan a esta cifra.

Diámetro de copas (m): la medición de las copas se realiza con un flexómetro, tomando los extremos de la copa mayor y los extremos ortogonales de esta copa. Estos valores se promedian obteniendo el diámetro de copa definitivo. La precisión de medición es el centímetro, por lo tanto, los cálculos se aproximarán al centímetro.

Altura (m): con un flexómetro se toma la altura de cada individuo, desde la base hasta la terminación de la rama más apical, a los individuos con alturas superiores a 3 m se les estima la altura con la ayuda de una vara graduada a 1,5 m, o utilizando un Hipsómetro.

Fenología: se incluye en la base de datos información sobre la presencia de estructuras reproductivas (e.i. flores, frutos, brácteas) de los individuos registrados en campo, para cada monitoreo, así como la fecha de ocurrencia.

Origen: finalmente con la ayuda de literatura especializada se incorporará en la base de datos información asociada con el origen de las especies en dos categorías: nativa e introducida.

Especialización de los individuos: teniendo en cuenta que el error de georreferenciación del GPS es de ± 3 m en relación con el punto capturado, el georreferenciar cada individuo vegetal inventariado incurriría en la propagación de este error, una vez por cada individuo. Por lo tanto, con el fin de mantener constante esta variación, cada individuo se debe espacializar con coordenadas x, y en un plot (Figura 3) coordenado desde el vértice principal. Posteriormente, estas coordenadas (x, y) se transformaron a las coordenadas reales con base en los puntos georreferenciados en campo.

Regeneración. Siguiendo la metodología propuesta por Barrera et al. (2010), la regeneración o vegetación asociada en los diferentes ensayos se registra tomando la cobertura ocupada por las morfo especies en 100 cuadrantes de 10 x 10 cm (cuadrícula de 100 x 100 cm). En un esquema tipo plano cartesiano se ubicará la vegetación monitoreada. El porcentaje de cobertura por especie se estimará de acuerdo con el número de cuadros que ocupen en la cuadrícula de 10 X 10 cm. Adicionalmente en cada cuadrante (1 m^2) se registra la altura promedio de cada una.

9.4 Formulación de un diseño de un proceso de rehabilitación ecológica

Los diseños de restauración se orientan hacia la organización espacial y temporal de las especies seleccionadas para las actividades de trazado y plantación, a fin de optimizar el proceso y favorecer la adaptación. Es claro entonces que las especies tienen diferentes especificidades y que esto hay que tenerlo en cuenta en los ejercicios de rehabilitación y restauración ecológica.

En el área de influencia del proyecto entre las especies que se encuentran creciendo en áreas de bosque fragmentadas y que por tanto podrían crecer de forma exitosa en áreas compensadas dentro de un proceso de rehabilitación ecológica en la malla vial Villavicencio – Yopal, se encuentran las siguientes:

Tabla 8. *Especies*

Grupo de especies	Familia	Especie
Árboles nativos anemócoros	Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>
	Bignoniaceae	<i>Jacaranda obtusifolia</i>
	Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i>
Árboles nativos zoócoros	Euphorbiaceae	<i>Alchornea discolor</i>
	Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i>
	Apocynaceae	<i>Lacmellea edulis</i>
	Lacistemataceae	<i>Lacistema agregatum</i>
	Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i>
	Euphorbiaceae	<i>Sapium jenmanii</i>
	Melastomataceae	<i>Miconia dolichorrhyncha</i>
	Melastomataceae	<i>Miconia elata</i>
	Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>
	Leguminosae	<i>Stryphnodendron guianense</i>
Arbustos nativos zoócoros	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>
	Melastomataceae	<i>Henriettea ovata</i>
	Melastomataceae	<i>Miconia trinervia</i>

En las zonas de compensación muy modificadas se propone la introducción de las especies colonizadoras – inductoras de la tabla anterior. Dentro de estas es importante priorizar especies propias de la sucesión inicial como *Miconia trinervia*, *Miconia dolichorrhyncha* y *Miconia elata* de la familia de las melastomataceas que podrían crecer bien ya sea por regeneración natural o plantadas.

El diseño de módulos de restauración que se propone incluye la ubicación en arreglos florísticos de diez (10) individuos por módulo o núcleo distribuidos así en forma de anillos concéntricos.: 2 plantas en el núcleo central, 4 plantas en el anillo 1, y 4 plantas en el anillo 2. Estos arreglos incluyen una combinación de especies seleccionadas por sus Rasgos de Historia de Vida (especies en fases tardías de la sucesión) y de especies colonizadoras inductoras seleccionadas y que aparecen en las fases iniciales de la sucesión ecológica. Una lista aproximada de las especies con potencial para conformar arreglos florísticos específicos son las siguientes (se incluye la función ecológica de la misma).

Tabla 9. Lista de especies potenciales

Nombre científico	Función
<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague & Sandwith	Enriquecimiento del dosel arbóreo. Especie inductora preclimática.
<i>Matisia ocrhocalyx</i>	Enriquecimiento del dosel arbóreo. Especie inductora preclimática.
<i>Ciliosemina pedunculata</i> (H. Karst.) Antonelli	Enriquecimiento del dosel subarbóreo medio. Especie precursoraleñosa intermedia.
<i>Euterpe precatoria</i> mart. Var <i>precatoria</i>	Enriquecimiento del dosel subarbóreo medio. Especie precursora leñosa intermedia
<i>Casearia javitensis</i>	Enriquecimiento del dosel subarbóreo medio. Especie precursoraleñosa intermedia
<i>Pouteria</i> sp.1	Enriquecimiento del dosel subarbóreo medio. Especie precursoraleñosa intermedia
<i>Acalypha cuneata</i>	Enriquecimiento del dosel arbustivo medio. Especie precursoraleñosa inicial
<i>Miconia elata</i>	Enriquecimiento del dosel arbustivo medio. Especie precursora leñosa inicial
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	Enriquecimiento del dosel arbustivo medio. Especie precursora leñosa inicial.
<i>Tapirra guianeasis</i>	Enriquecimiento del dosel arbustivo medio. Especie precursora leñosa inicial.

10. Impacto social y humanístico

Durante el proceso del proyecto hubo cambios e impactos que sin duda marcaron la ejecución de esta, pero hubo 2 que en este caso se tuvo que tomar medidas para su ejecución, el de mayor impacto que vivió el proyecto y la población en el momento de la ejecución del proyecto fue sin duda el de las Actividades de transporte mayor de materiales e insumos. Cabe resaltar que, durante la visita técnica de verificación de áreas, realizada con COVIORIENTE a las zonas a establecer la compensación forestal, la vereda San Joaquín alto donde se ubica los predios El Porvenir y la esperanza, contaba con una vía sin pavimento para paso vehicular; pero luego del pico de lluvias de los meses de Junio y julio de 2021, las fuertes precipitaciones registradas en la zona generaron la pérdida total de la banca de la vía, con lo cual toda la vereda quedo incomunicada.

Antes esta eventualidad el equipo técnico del CONSORCIO FORESTAL 4G LLANOS 2021, tuvo que realizar unos trabajos de conformación del terreno y alquilar un servicio de transporte mular adicional que no estaba incluido en el presupuesto inicial.

Estas actividades adicionales, aunque generaron un impacto económico al proyecto no generaron ningún retraso o impacto en la ejecución técnica del mismo.

NOTA: Cabe resaltar que, debido a este impacto generado de manera natural por la pérdida total de la vía principal, la comunidad se vio totalmente damnificada a lo que se tomó la decisión de abandonar sus predios de manera provisional por lo cual se hizo imposible la capacitación a la población (uno de los indicadores del plan de trabajo).

Figura 6. Registró fotográfico estado de la Vía vereda San Joaquín alto después de la perdida de la bancada



Figura 7. Registró fotográfico estado de la Vía vereda San Joaquín alto y transporte mular realizado.



A medida que el proyecto iba tomando su rumbo hubo un segundo impacto a nivel socio ambiental y posteriormente de revisar los perímetros de los predios El porvenir y la Esperanza, donde se requería la instalación del cercado de protección y después de una reunión con el presidente de la J.A.C de la vereda San Joaquín Alto, se determina que la comunidad y los predios tienen unas servidumbres y caminos veredales que están en uso y cruzan los predios a establecer; estos caminos son usados para trasladar y sacar el ganado de predios vecinos. Por tal motivo se realizó una reunión y visita con el técnico de la alcaldía de Cumaral y el presidente de la junta, la cual definió la necesidad de implementar un camellón (**véase anexo 9**) para el paso del ganado dentro de los predios El Porvenir y La Esperanza.

Figura 8. Proyección de camellón para paso de ganado instalado predio El porvenir.

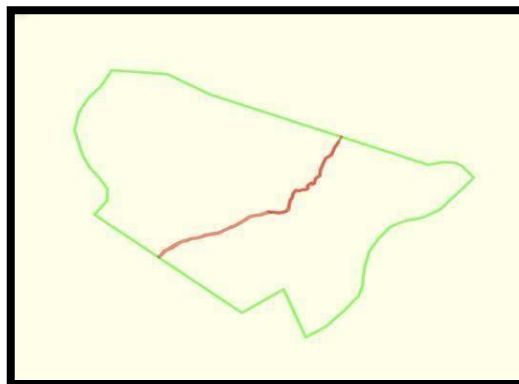


Tabla 10. Coordenadas camellón con cercado de alambre de púa instalado predio El porvenir.

Waypoint	Altura	Posición	Waypoint	Altura	Posición
1	876 m	1057361 970876	34	890 m	1057238 970777
2	876 m	1057355 970868	35	890 m	1057235 970778
3	878 m	1057349 970860	36	888 m	1057239 970778
4	878 m	1057348 970857	37	896 m	1057244 970777
5	880 m	1057338 970852	38	893 m	1057251 970775
6	880 m	1057334 970847	39	888 m	1057257 970776
7	879 m	1057331 970842	40	896 m	1057262 970777
8	878 m	1057327 970836	41	888 m	1057263 970777
9	877 m	1057325 970826	42	896 m	1057267 970782
10	876 m	1057317 970822	43	896 m	1057272 970795
11	877 m	1057314 970815	44	888 m	1057274 970796
12	875 m	1057311 970814	45	893 m	1057276 970803
13	876 m	1057310 970816	46	888 m	1057282 970808
14	879 m	1057305 970814	47	888 m	1057288 970807
15	881 m	1057303 970811	48	896 m	1057293 970808
16	880 m	1057304 970809	49	896 m	1057299 970808
17	883 m	1057300 970807	50	896 m	1057302 970809
18	885 m	1057295 970807	51	893 m	1057301 970812
19	887 m	1057287 970806	52	888 m	1057303 970814
20	888 m	1057283 970807	53	893 m	1057310 970818
21	890 m	1057278 970803	54	896 m	1057312 970815
22	890 m	1057278 970802	55	893 m	1057314 970816
23	892 m	1057276 970795	56	896 m	1057316 970823
24	893 m	1057274 970794	57	893 m	1057324 970827
25	895 m	1057271 970789	58	888 m	1057325 970836
26	895 m	1057269 970781	59	896 m	1057330 970844
27	896 m	1057268 970779	60	888 m	1057337 970853
28	896 m	1057267 970777	61	888 m	1057347 970858
29	890 m	1057267 970777	62	888 m	1057352 970868
30	890 m	1057263 970775	63	893 m	1057364 970881
31	888 m	1057256 970774	64	888 m	1057365 970882
32	893 m	1057250 970774	65	896 m	1057367 970884
33	888 m	1057244 970775	66	896 m	1057366 970883

Figura 9. Proyección de camellón para paso de ganado instalado predio La Esperanza.

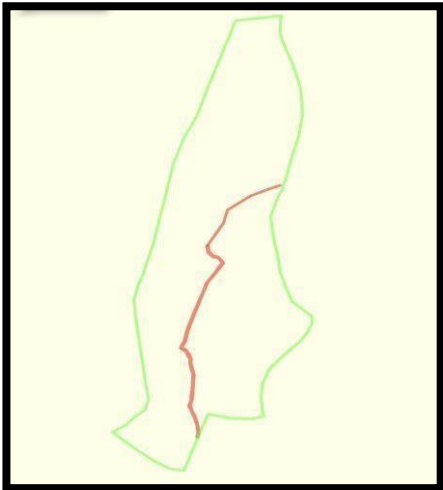


Tabla 11. Coordenadas camellón con cercado de alambre de púa instalado predio La Esperanza.

Waypoint	Posición	Waypoint	Posición
1	1057834 971478	37	1057906 971883
2	1057834 971484	38	1057906 971878
3	1057832 971493	39	1057907 971870
4	1057830 971500	40	1057916 971861
5	1057826 971510	41	1057925 971859
6	1057824 971518	42	1057936 971847
7	1057819 971528	43	1057937 971842
8	1057826 971539	44	1057896 971803
9	1057828 971551	45	1057882 971780
10	1057832 971563	46	1057844 971711
11	1057835 971583	47	1057834 971690
12	1057837 971597	48	1057828 971674
13	1057833 971621	49	1057817 971660
14	1057834 971634	50	1057827 971654
15	1057830 971640	51	1057835 971641
16	1057829 971646	52	1057837 971633
17	1057826 971651	53	1057835 971623
18	1057819 971656	54	1057840 971601
19	1057815 971659	55	1057840 971595
20	1057819 971667	56	1057834 971562
21	1057824 971673	57	1057831 971544
22	1057829 971685	58	1057823 971529
23	1057835 971699	59	1057828 971514
24	1057844 971717	60	1057828 971511
25	1057856 971739	61	1057832 971505
26	1057869 971761	62	1057833 971500
27	1057882 971783	63	1057836 971486
28	1057892 971801	64	1057837 971477
29	1057908 971816	65	1057838 971470
30	1057923 971832	66	1057836 971462
31	1057935 971844	67	1057835 971459
32	1057927 971855	68	1057834 971456
33	1057914 971859	69	1057831 971456
34	1057903 971869	70	1057833 971461
35	1057902 971884	71	1057835 971468
36	1057903 971885	72	1057834 971479

11. Conclusiones

La zona del proyecto se caracteriza por presentar una gran diversidad ambiental, debido a sus atributos hídricos, climáticos y bióticos. Sin embargo, dadas sus condiciones topográficas esta zona es muy sensible de degradación por factores antrópicos.

La fase del proyecto que requiere de un mayor número de acciones es la de reconstrucción y rehabilitación ecológica; en este sentido la gestión ambiental debería estar más orientada hacia este aspecto con la consiguiente reducción de los impactos sobre el recurso flora y vegetación.

Aun cuando en este estudio se identifican un grupo de especies de plantas con características adecuadas para propósitos de rehabilitación, es necesario identificar un mayor número de estas especies y masificar su propagación en viveros locales y regionales.

Identificar las especies vegetales con gran potencial de regeneración, características morfológicas y adaptación a las condiciones ambientales son aspectos muy relevantes en el proceso, ya que de lo contrario podrían existir altas tasas de mortalidad.

La restauración ecológica requiere intervención sobre el ecosistema a través del tiempo, inicialmente con la plantación y posteriormente con enriquecimientos periódicos a medida que avanza su estado sucesional, siendo un proceso que necesita constante seguimiento y voluntad institucional.

12. Recomendaciones

Para la clasificación de materiales se tuvieron en cuenta plantas que cuya característica no estaba de acuerdo con el tipo de tierra que se estaba empleando, por lo cual su crecimiento fue demasiado lento en comparación a otras especies como por ejemplo la flor amarilla (*Tabebuia chrysantha*) con respecto al Yopo (*Anadenanthera peregrina*).

- La selección de especies debía estar de acuerdo con las características físicoquímicas del suelo, debido a esto hubo retrasos en algunos linderos principalmente en las entradas principales a los predios ya que por introducir arboles como el cedro, se evidencio que su proceso de crecimiento era menor en comparación a otras especies. Este problema derivó a más gastos y tiempo en su reubicación.
- Debido a los problemas derivados por los derrumbes de la carretera principal la cual es la única vía de acceso a los predios intervenidos, la empresa debió tener en cuenta estos acontecimientos y activar un plan de contingencia para de esta manera no atrasar los tiempos de siembra y entrega de los establecimientos.

13. Referencias bibliográficas

- American Society of Plant Biologist. (2022). Journal of Plant Physiology. Editorial. 188(1). 1–11.
<https://doi-org.craiustadigital.usantotomas.edu.co/10.1093/plphys/kiab522>
- Cordoba Achury, M. (2015). Caracterización de las Especies Forestales Maderables Bajo Mayor Presión en el Departamento del Caquetá. [Monografía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/3755>.
- Finck, A. (1988). Fertilizantes y fertilización: fundamentos y métodos para la fertilización de los cultivos.. Editorial Reverté. <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/183499>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2019). Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica. IGAC. <https://ciaf.igac.gov.co/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1997). Capítulo 2: Conceptos y definiciones. En. Zonificación agro-ecológica.
<https://www.fao.org/3/w2962s/w2962s04.htm>
- Rozas, C. (2006). Secado de eucalyptus nitens y globulus y su aprovechamiento en blocks; pisos y muebles. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/12348>.
- Ruíz Cobos, J. M. (2016). Operaciones auxiliares de preparación del terreno, plantación y siembra de cultivos agrícolas (MF0517_1).. IC Editorial. <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/43825>
- Santos González, L. M. (2018). Aplicación de métodos de control fitosanitarios en plantas, suelo e instalaciones. UF0007 (2a. ed.).. IC Editorial. <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/59210>
- Seguí Simarro, J. M. (2013). Biología y biotecnología reproductiva de las plantas.. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/54066>
- Vargas Gaitán, K. V. (2015, 20 agosto). La importancia de reforestar. Periódico El Campesino.
<https://elcampesino.co/la-importancia-de-reforestar/#:~:text=Reforestar%20es%20vital%20para%20los,en%20el%20suelo%3B%20absorbe%20las>
- Vergara Ruiz, R. (2011). Manejo integrado de plagas en cultivos de Colombia. alternativas para reducir el uso de plaguicidas.

<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4795/1/066.pdf>

Villalobos, S. J. (2021). Diccionario de conciencia medioambiental. Dictionary of environmental awareness.. RIL editores. <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/188609>

14. Anexos

Anexo 1. Material vegetal seleccionado y sembrado.



Registro fotográfico plantas adquiridas.



Registro fotográfico plantas adquiridas.



Registro fotográfico plantas adquiridas.



Registro fotográfico plantas adquiridas.



Registro fotográfico plantas adquiridas.

Anexo 2. Materiales e insumos utilizados en fase de establecimiento.



Registro fotográfico materiales e insumos.



Registro fotográfico materiales e insumos.



Registro fotográfico materiales e insumos.



Registro fotográfico materiales e insumos.

Anexo 3. Actividades de establecimiento realizado.



Registro fotográfico plantas sembradas y abonadas.



Registro fotográfico plantas sembradas y abonadas con verificación de funcionarios alcaldía de Cumaral.



Registro fotográfico plantas sembradas y abonadas con verificación de funcionarios alcaldía de Cumaral.



Registro fotográfico plantas sembradas y abonadas.



Anexo 4. plateo



Registro fotográfico actividades de plateo realizadas.



Registro fotográfico actividades de plateo realizadas.



Registro fotográfico actividades de plateo realizadas.

Anexo 5. Abono y enmiendas



Registro fotográfico actividades de Abonado.



Registro fotográfico actividades de Abonado.

Anexo 6. Trazos de poca pendiente, alta pendiente, y secundario intervenido

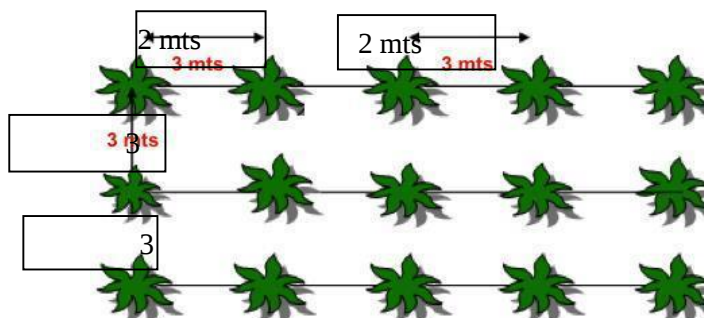


Gráfico del trazo realizado, siembra áreas de potreros con poca pendiente.

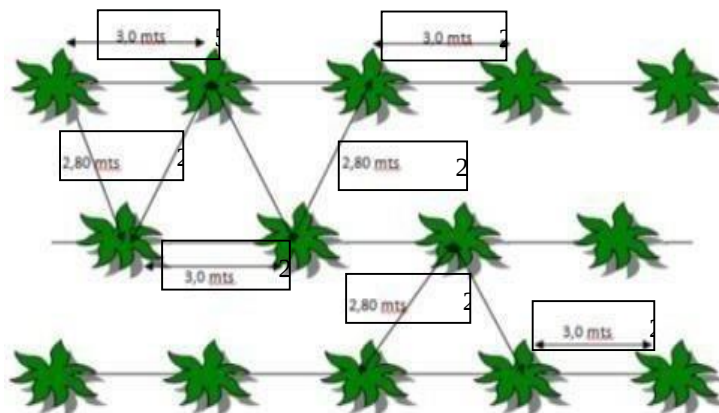


Gráfico del trazo realizado, siembra áreas de potreros con alta pendiente.

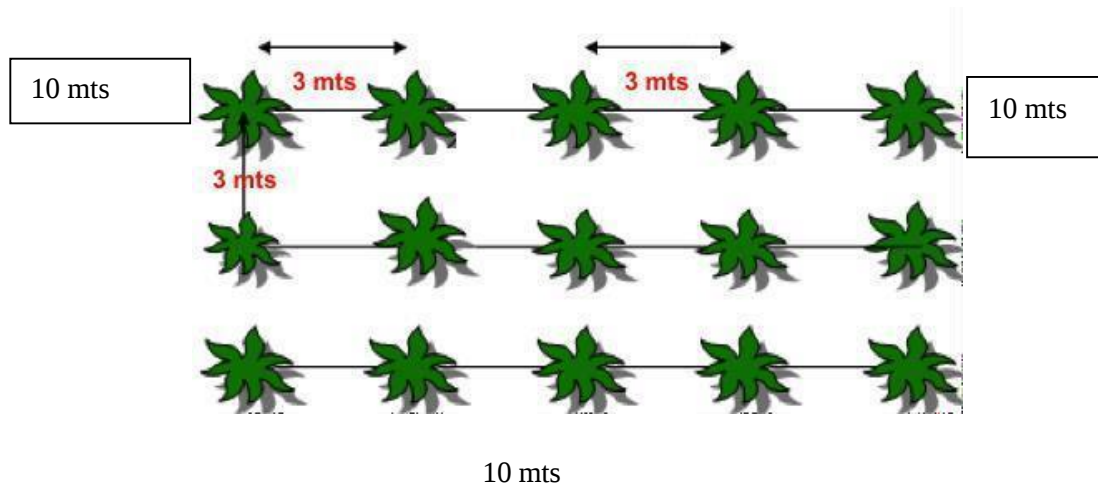


Gráfico del trazo realizado, siembra de áreas de bosque secundario intervenido.



Registro fotográfico actividades de trazo realizadas.



Registro fotográfico actividades de trazo realizadas.

Anexo 7. Ahoyado



Registro fotográfico actividades de Ahoyado realizadas.



Registro fotográfico actividades de Ahoyado realizadas.

Anexo 8. Inducción de salud ocupacional y medio ambiente

Cuáles son mis responsabilidades?



1. Procurar el cuidado integral de su salud y de sus compañeros.
2. Suministrar información clara, veraz y completa sobre su estado de salud y **reportar a la ingeniera residente cualquier incidente o accidente que se presente de manera inmediata.**
3. Cumplir las normas, reglamentos instructivos e instrucciones de los P.S.O.
4. Participar en la prevención de los riesgos profesionales a través del COPASO o VIGÍA
5. Prestar atención y aprender durante las charlas de 5 minutos diarias.
6. Utilizar los Elementos de Protección Personal –EPP– que se les brinda de manera correcta y permanente.

A QUE RIESGOS NOS EXPONEMOS Y CÓMO PREVENIRLOS?

ACTIVIDAD / AREA	FACTOR DE RIESGO	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	FUENTE	EFECTOS	SISTEMAS DE CONTROL			RECOMENDACIONES
					FUENTE	MEDIO	PERSONA	
Toda la actividad	contacto con animales infectados	BIOLÓGICO	Presencia de serpientes	Muerte	NA	Controlar en puntos de ingreso al sitio de trabajo	Uso de Tapa bucal, guantes, pantalón largo, botas de caucho.	Realizar limpieza e inspección previa del área a ser revisada. Usar vestimenta adecuada con disponibilidad de agua antiséptica y antiesporigénica.
Toda la actividad	contacto con microorganismos	BIOLÓGICO	Moho, hongos y bacterias	Enfermedades comunes de la piel y del sistema respiratorio	NA	NA	Protección respiratoria para evitar exposición y inhalación	Promover actividades de higiene y uso de EPPs.
Toda la actividad	Carga estática	ERGONÓMICO	Manipulación pesada de los materiales a través del transporte manual y en equipo y/o maquinaria	Fatiga muscular, problemas de circulación y osteomusculares	NA	NA	Asistencia de colegas, apoyo, pausas activas	Seleccionar personal con experiencia en actividades agrícolas. Prestar atención de los accidentes. Atender a los síntomas de fatiga y promover las pausas activas.
Asistencia, limpieza y mantenimiento de instalaciones	carga dinámica	ERGONÓMICO	Carga de los materiales en puntos fijos, paredes	Lesiones de espalda, hernias	NA	Orden y uso de áreas de trabajo, almacenamiento y manipulación	Capacitación técnica práctica, seguir normas de seguridad	Realizar ejercicios prácticos de fortalecimiento de cargas antes del inicio de la actividad que implique el riesgo.
Riesgos: Puntos de Control	Obstrucción por el viento	MEDICNO	Manipulación de materiales pesados, almacenamiento y transporte de cargas	Concusiones, contusiones, laceraciones, golpes	Mantenimiento de herramientas	Orden y uso de áreas	Capacitación en el uso seguro de herramientas (uso EPPs, Control)	Realizar inspección y mantenimiento de herramientas. Planificar actividades de acuerdo a las condiciones de seguridad de cada actividad.

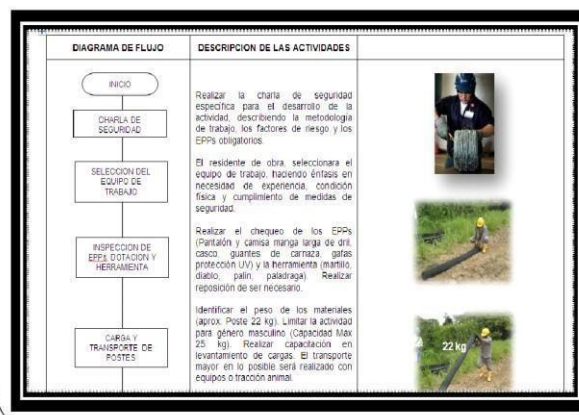
Elementos de Protección Personal



Entrega, Uso y Reposición de EPP



ASLAMIENTO CON PESQUERA DE MADERA Y ALAMBRE DE





Registro fotográfico proceso de inducción y capacitación.



Registro fotográfico proceso de inducción y capacitación.



Registro fotográfico entrega de dotación.



Registro fotográfico cercado perimetral con alambre de púa instalado.



Registro fotográfico cercado perimetral con alambre de púa instalado.



Registro fotográfico camellón adicional requerido con alambre de púa instalado.



Registro fotográfico camellón adicional requerido con alambre de púa instalado.

Anexo 9. Materiales que se requieren para la toma de campo.

- Tubos PVC (1 1/2") color naranja (1m)
- Tubos PVC (1/2") color blanco (1m)
- Tubos PVC (1/2") color blanco (40cm)
- Cinta demarcación
- Hilo de polipropileno
- Placas de aluminio
- Marcadores de golpe
- Pintura asfáltica (tráfico pesado) color amarillo
- Brocha
- Alambre Niquelado o Alambre de cobre espiralado
- Clavos para madera
- Martillo
- Alicates
- Tijeras
- GPS
- Calibrador
- Cinta métrica /flexómetro
- Vara graduada a 1.5 m
- Regla 30cm
- Papelería
- Formatos
- Esferos
- Lápices
- Borrador
- Tajalápiz
- Tabla apoyador

Tabla 12. Criterios, indicadores, cuantificadores de toma directa en campo, topología y relevancia frente a los análisis estadísticos. Cuantificadores basados en las descripciones de *Clifford y Taylor (2008)*.

CRITERIO	INDICADOR	CUANTIFICADORES
Composición	Número de especies	Taxonomía: familia, género, especie (f,g,e)#
	Origen	Nativa, exótica
Estructura	Densidad de individuos	Número de individuos por unidad de área (#ind)
	Desarrollo del tallo	Incremento dimétrico (cm)
	Crecimiento Vertical	Incremento en altura (m)
	Ocupación del espacio	Incremento en cobertura de la copa (m)
Función	Estado Fitosanitario	Síntomas sanitarios; o afecciones físicas
	Forma de Crecimiento	Valor de existencia
	Fenología	Valor de existencia

Índice de Valor de Importancia (I.V.I)

Este índice se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia y la dominancia relativas. Con este índice es posible comparar, el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. La obtención de índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, estructuras, sitio y dinámica (*Lamprecht, 1990*).

Medida de diversidad de especies – Índice de Simpson (D)

Es una medida de la dominancia que se enfatiza en las especies más comunes y reflejan más riqueza de especies. El índice de Simpson se refiere a la probabilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie.