

Guaduas: Cárcel de mediana y alta seguridad **Plan de aprovechamiento forestal único**



Foto: L. C. García Lozano, „neotrópicos”, 11.10.2007

Contraste de los dos biotopos principales de la finca La Esperanza, vereda Río seco, en donde se desarrolla la construcción de la *Cárcel de Alta y Mediana Seguridad de Guaduas*. El plano anterior y medio corresponden al *potrero arbolado* mientras que el fondo corresponde a restos de bosque secundario, dominado por especies pioneras dispersadas por el ganado y por el viento. Las estacas con banderines naranja demarcan la alineación del eje de la conducción de aguas lluvias que atraviesa los dos biotopos.

Trabajo realizado bajo contrato con **CONSORCIO ALFA** de Bogotá, Colombia
por **Fundación Neotrópicos**, de Medellín, Colombia

Equipo de trabajo

Dr. Luis Carlos García Lozano
coordinador del estudio, metodología, diseño de PRF, edición
Biol., esp. ciencias ambientales Miguel Ángel Díaz Rubiano
supervisión de campo, documentación fotográfica, diseño de programa de conservación
Ing. forestal Jaime Pinzón Villamor
evaluación de recurso forestal, programa de aprovechamiento forestal
Geol., M. Sc. Ciencias de la Tierra Pedro de Greiff Gautier
cartografía
Tecn., Rocío Pacheco Valbuena
mediciones y registro en campo

Medellín, noviembre 21 de 2007

Neotrópicos es una entidad privada, sin ánimo de lucro, con sedes en Medellín y Mompox, creada para llevar a cabo un programa a largo plazo de restauración y conservación de la planicie aluvial del Magdalena. Este se adelanta conjuntamente con educación ambiental y otras actividades de extensión, desde 1990 en la reserva natural El Garcerero, ca. 800 ha de bosques caños y playones sobre el brazo de Mompox, en jurisdicción de Hatillo de Loba y Margarita (Bolívar).

<http://www.neotropicos.org>



Contenido

		6.5.3.2 Fase de operación (gastos recurrentes)	29
1	Introducción	4	
1.1	Objetivos	4	Bibliografía 30
1.2	Objetivo general	4	
1.3	Objetivos específicos	4	Anexos
2	Descripción del proyecto	5	I Planos
2.1	Localización de La Esperanza	5	II Formulario único nacional de solicitud de aprovechamiento forestal árboles aislados, diligenciado
2.2	Obras civiles	5	III Documentos que acrediten la personería jurídica del solicitante
2.3	Justificación técnica para el cambio de uso del suelo	8	IV Documentos que acrediten la calidad del solicitante frente al predio
2.4	Ubicación geográfica de las áreas a intervenir	9	V Memoria de cálculo de la evaluación del recurso forestal de la finca La Esperanza (copia digital únicamente)
3	Caracterización del área del proyecto carcelario	10	VI Aspectos a destacar de las especies forestales del proyecto y criterios para su establecimiento y manejo
3.1	Fisiografía de la finca La Esperanza	10	
3.2	Geomorfología de La Esperanza	10	
3.3	Fisonomía de la vegetación forestal	10	
3.4	Diversidad	10	
4	Evaluación del recurso forestal	13	
4.1	Inventario al 100% - censo	13	
4.2	Inventario mediante muestreo estadístico	13	
4.3	Registros de campo	13	
4.4	Cálculo del error de muestreo	13	
5	Plan de aprovechamiento forestal	17	
5.1	Condiciones del área de aprovechamiento	17	
5.2	Especies	17	
5.3	Cálculo del volumen a cortar	17	
5.4	Condiciones de aprovechamiento	18	
5.4.1	Clasificación de la vegetación a extraer	19	
5.4.2	Extracción de la vegetación leñosa aprovechable menor	19	
5.4.3	Extracción de la vegetación de aserrío	19	
5.4.4	Extracción de latizales	21	
5.5	Disposición final del material vegetal	21	
5.5.1	Producción de carbón	21	
5.5.2	Enterrar la vegetación cortada	21	
5.6	Especies con restricciones	22	
5.7	Vegetación a trasplantar	22	
6	Plan de reposición forestal (compensación)	24	
6.1	Objetivos	24	
6.2	Actividades de reposición y enriquecimiento	25	
6.2.1	Delimitación de áreas a reponer	25	
6.2.2	Selección de las especies y vegetación a establecer	25	
6.2.3	Medidas de manejo	26	
6.2.3.1	Aislamiento y control de áreas a restaurar (restauración pasiva)	26	
6.2.3.2	Proceso de vivero a siembra final (restauración activa)	27	
6.3	Sensibilización ambiental	27	
6.4	Administración y funcionamiento a largo plazo	28	
6.4.1	Administración y operación	28	
6.4.2	Comité de evaluación	28	
6.5	Costos y presupuesto	29	
6.5.1	Personal fase de obras	29	
6.5.2	Personal fase de operación	29	
6.5.3	Presupuesto	29	
6.5.3.1	Fase de obras (inversiones)	29	

Guaduas: Cárcel de mediana y alta seguridad Plan de aprovechamiento forestal único

1 Introducción

El CONSORCIO ALFA contrató con Neotrópicos en 2005 los estudios ambientales y la formulación del plan de manejo ambiental de la construcción y puesta en funcionamiento de instalaciones penitenciarias en la propiedad La Esperanza (EIA+PMA), vereda Río-seco, municipio de Guaduas. Estos estudios terminaron antes de que FONADE hubiese tomado una decisión sobre los diseños finales del proyecto. Por esta razón y de acuerdo con la interventoría, el informe ambiental sólo incluyó el inventario forestal de toda la propiedad elaborado con base en muestreos.

Con posterioridad a los estudios citados, el Congreso de Colombia expidió la *Ley General Forestal* (Ley 1021 de abril 20 de 2006), la cual modifica aspectos pertinentes a la normatividad vigente entonces (decretos 877 del 10 de mayo de 1976 y 1791 del 4 de octubre de 1996)..

Para atender estos cambios y contando con un proyecto de obras civiles ya definido, aprobado y en desarrollo, el CONSORCIO ALFA contrató el desarrollo de las actividades requeridas para gestionar ante la Corporación Autónoma de Cundinamarca (CAR) la expedición del *Permiso de aprovechamiento forestal único*. En el presente documento se detalla la información requerida por la CAR para este fin.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Evaluar cualitativa y cuantitativamente el recurso forestal existente actualmente en el predio La Esperanza¹ que requiere ser aprovechado para el desarrollo de las obras de la *Cárcel de máxima y mediana seguridad de Guaduas* y establecer la forma de aprovechamiento y los mecanismos de compensación para gestionar ante la CAR, a nombre del MINISTERIO DE INTERIOR Y JUSTICIA, entidad propietaria del proyecto carcelario, la expedición del *Permiso de aprovechamiento forestal único* (PAFU), con base en el diseño del *plan de reposición*² de la vegetación a ser removida para adelantar las obras civiles de las instalaciones penitenciarias y del *inventario forestal* de dichas áreas.

1.1.2 Objetivos específicos

Identificar taxonómicamente las especies existentes en el predio (composición florística), determinar -en los lotes y fajas de terreno requeridos por las obras civiles temporales y permanentes- el número de árboles a talar y su volumen.

Confrontar la lista de especies determinadas en el predio La Esperanza, contra las listas oficiales de status de conservación de especies forestales, publicadas por la CAR y el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

Diseñar el *Plan de reposición* (PRF) de acuerdo con la normatividad ambiental vigente, la orientación de la autoridad ambiental, el espacio disponible, las restricciones de seguridad definidas por el Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario de Colombia (INPEC) o el Ministerio de Interior y Justicia (MINIJUSTICIA), así como el material vegetal disponible en la zona.

Diligenciar el *Formulario Único Nacional* para tramitar el PAFU ante la CAR, efectuar seguimiento periódico del trámite y atender los requerimientos de aclaraciones, adendos o explicaciones que la autoridad ambiental pueda requerir.

Establecer las normas y procedimientos para implementación del PRF en las áreas de obras de La Esperanza.

¹ El proyecto carcelario se lleva a cabo en el predio *La Esperanza*, vereda *Río-seco*, municipio de Guaduas, Cundinamarca. Éste es propiedad del Ministerio del Interior y de Justicia - Fondo de Infraestructura Carcelaria, el cual fue adquirido por el estado el 7 de enero de 2005..

Radicado: 00015- Resolución N° 0008 del 25 de julio de 2004 **Oficina de origen:** Consejo Nacional de Estupefacientes, Bogotá.

Transferido a: Ministerio del Interior y de Justicia- Fondo de Infraestructura Carcelaria.

Escritura Pública N° 3688 del 1 de agosto de 1994

Matrícula Inmobiliaria: N° 162-0002408, Notaría 25, Círculo de Bogotá

² De acuerdo con la Ley General Forestal, la vegetación leñosa ornamental u otra *sembrada*, i. e., no derivada de regeneración natural, constituye una plantación forestal y por tanto los PAFU se gestionan ante el Instituto Colombiano Agropecuario (Ica), previo su registro.

2 Descripción del proyecto

2.1 Localización de *La Esperanza*

Este plan obedece al cumplimiento de las disposiciones legales (Ley 1021 de abril 20 de 2006, General Forestal y otras anteriores como los decretos 877 del 10 de mayo de 1976 y 1791 del 4 de octubre de 1996), relacionadas con el proyecto de obras civiles de la construcción y puesta en funcionamiento de instalaciones penitenciarias en el predio denominado La Esperanza, localizado en la vereda Río seco, en jurisdicción del corregimiento de Puerto Bogotá, municipio de Guaduas (Cundinamarca), a 9,3 km (10 minutos) de Honda y sobre la nueva vía a Cambao, por la vertiente izquierda del río Seco. Véase mapa 1.



Mapa 1. Localización de la finca La Esperanza.

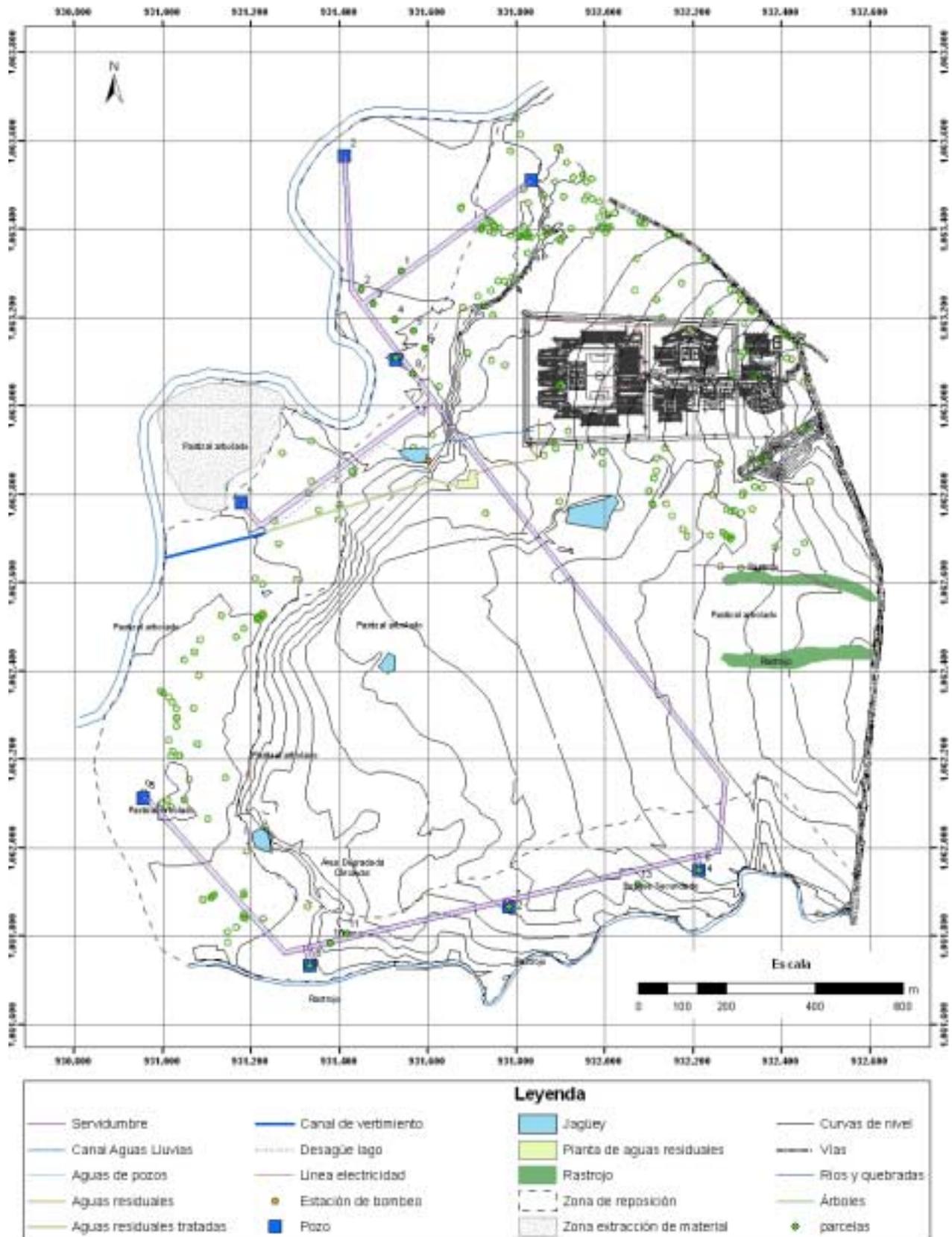
Fuente: Mapa base tomado de <http://www.expedia.com>

2.2 Obras civiles

La finca La Esperanza tiene un área ca. 310 ha, desde las orillas del río Seco hasta el piedemonte del cerro del Águila y se encuentra en una zona muy seca, estacional sobre suelos calcáreos en las paleoterrazas del Magdalena, aguas arriba del raudal de Honda.

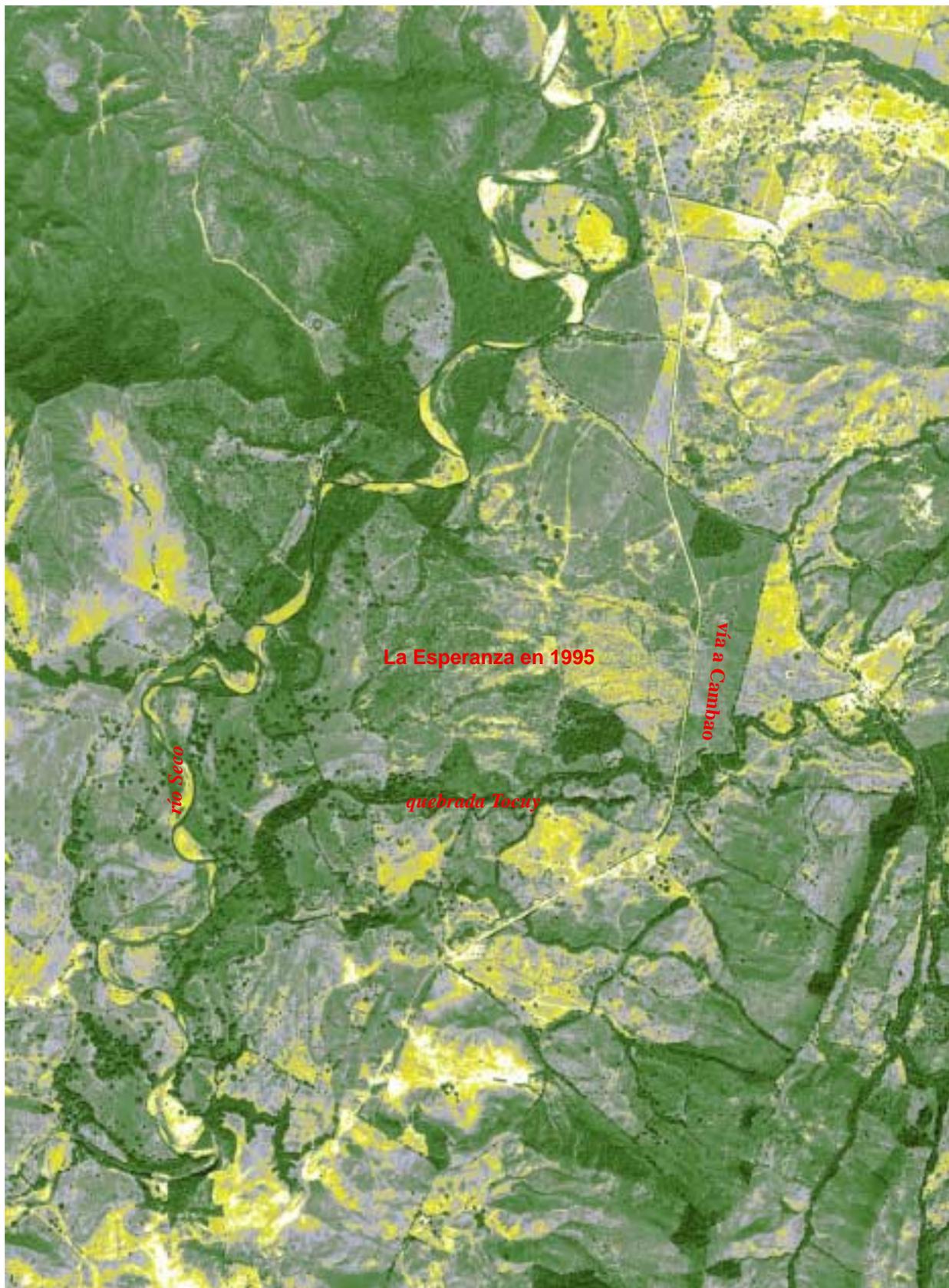
Las obras civiles principales (pabellones de mediana y alta seguridad, talleres, oficinas, guardia, instalaciones deportivas, etc.) cubren un área ca. 21 ha, en un solo bloque (área actual cercada con una pantalla de polisombra verde), delimitada en parte por la carretera a Cambao y la servidumbre carretable de entrada a la casa de la finca. Ésta área se localiza a una distancia entre 0,6 y 1 km del río Seco al noroeste y del arroyo Tocuy al sur. Los terrenos hacen parte de una terraza y aunque son planos, presentan una leve pendiente hacia el río Seco. Véase mapa 2.³

³ Tomado de Plano N° 1 HIS, Localización general, febrero de 2006 (anulado), base cartográfica de referencia para el presente plan.



Mapa 2. Localización de obras civiles de la Cárcel de alta y mediana seguridad de Guaduas en la finca La Esperanza, vereda Río seco.

Base cartográfica: Plano N° 1 HIS, Localización general, febrero de 2006 (anulado), suministrado por Ponde de León Asociados, interventores de las obras



Aerofotografía 1. Ventana de la fotografía aérea Guaduas vuelo C2549 foto 0231, escala 1:21.000 IGAC, 1995 , falso color obtenido mediante la manipulación de los canales RGB.
Fuente: Neotrópicos, 2005

Otras obras civiles secundarias se ubican por fuera de la zona demarcada por la polisombra, corresponden a pozos perforados profundos, líneas de conducción de aguas de los pozos, canales de aguas lluvias, tuberías de aguas residuales y de la planta de tratamiento para éstas, así como algunas posibles servidumbres carretables para movilización de maquinaria y materiales para dichas obras. Es necesario anotar que a la fecha del trabajo de campo para este plan de aprovechamiento forestal (mediados de octubre de 2007), aún no se precisa si todos los pozos y líneas de conducción asociadas serán construidos ni si ellos serán finalmente los demarcados en el mapa 2.

Se estima que los 8 pozos previstos, cubrirán un área directa total de 0,4 ha, las líneas de conducción entre ellos, con sus servidumbres paralelas, 4,7 ha, la planta de tratamiento de aguas residuales cerca de 0,3 ha, otras servidumbres carretables de acceso aproximadamente 0,8 ha más, para un gran total de 6,2 ha.⁴



Foto 1. Área de obras principales (al interior de la polisombra). Antiguos pastizales para ganado, hoy en gran parte con una cobertura de arbustos y arbolitos, con predominio de doncello (*Pithecellobium* sp1) y gomo o pega-pega (*Cordia dentata*). Foto M. A. Díaz 13.10.2007



Foto 2. Área obras secundarias (por fuera de polisombra). Servidumbre carretable sobre terraza baja, bordeando relictos de bosque natural secundario formando una faja sobre la margen izquierda del río Seco. Foto M. A. Díaz 13.10.2007

2.3 Justificación técnica para el cambio de uso del suelo

A estas tierras se les hizo cambio de uso del suelo hace mucho tiempo, cuando se eliminó el bosque nativo para dar paso a la ganadería extensiva. En un tiempo los recursos forestales representaron un ingreso familiar, pero hoy en día si se necesita de madera fina se debe comprar en otra parte porque los bosques ya no tienen.

Luego con el pasar del tiempo hubo abandono de algunos potreros del predio y estos empezaron a ser minados por una vegetación pionera de segundo crecimiento típica de la zona de vida bosque seco tropical (bs-T) con individuos de porte arbustivo y algunos árboles del bosque original que no fueron talados en la primera intervención de cambio de uso del suelo. Hoy en día en el predio todavía hay ganadería pero no alcanza a estar en su punto óptimo.

La vegetación presente en el área de construcción presenta muy poca variedad con presencia en más del 90% por la especie doncello, el cual por estar desarrollándose prácticamente sin ninguna competencia, se ramifica desde casi la base del fuste con hasta siete ramas, y a un metro de altura presenta hasta 12 ramas. Con gran cantidad de espinas en las ramas jóvenes, las cuales desaparecen al ir engrosando el árbol.

Prácticamente no hay justificación técnica para el cambio de uso del suelo. La razón primordial es el interés del gobierno nacional en la construcción de una cárcel de mediana y alta seguridad la cual albergará 3.500 reclusos, lo cual implica una edificación bastante compleja en tamaño y estructura para su funcionamiento.

2.4 Ubicación geográfica de las áreas a intervenir

La construcción de las obras civiles principales se hará en un área de 21 ha actualmente está delimitada por una malla plástica ó polisombra.

⁴ Datos medidos en el Plano N° 1 HIS

Las conducciones de aguas lluvias, aguas negras, tuberías para el agua potable de pozos (8), intercomunicados y las vías de acceso para la construcción de las obras antes mencionadas, las cuales no están claramente especificadas por los consorcios a cargo de la obra, pero con algunos lineamientos suministrados a este consultor, afectan un corredor de 2.469 m de anchura variable (20 a 30 m) pero en general inferior a 25 m, el cual equivale a un área ca. 6,2 ha adicionales con cobertura leñosa (arborescente y arbórea). Véase mapa 2. Las coordenadas geográficas y planas de La Esperanza se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas geográficas y planas de las áreas a intervenir.

n°	latitud	longitud	coordenada este	coordenada norte
1	5,1669914	74,6868236	932.822	1.062.837
2	5,1552969	74,6857882	932.935	1.061.543
3	5,1508607	74,6896832	932.503	1.061.053
4	5,144847	74,6958143	931.823	1.060.389
5	5,140636	74,6980996	931.569	1.059.923
6	5,1386994	74,6993924	931.425	1.059.709
7	5,1362747	74,702713	931.057	1.059.441
8	5,1374763	74,7065432	930.632	1.059.575
9	5,1383507	74,7093166	930.325	1.059.672
10	5,1381147	74,7090752	930.351	1.059.646
11	5,1379591	74,7089196	930.369	1.059.628
12	5,1377767	74,7088606	930.375	1.059.608
13	5,1374012	74,7089518	930.365	1.059.567
14	5,137192	74,7091717	930.341	1.059.543
15	5,1371759	74,7093917	930.316	1.059.542
16	5,1372188	74,7094239	930.313	1.059.546
17	5,1371706	74,7090859	930.350	1.059.541
18	5,1570565	74,6768887	933.922	1.061.737
19	5,1563591	74,6764273	933.973	1.061.660
20	5,1563001	74,6764649	933.969	1.061.653
21	5,1565737	74,6765936	933.955	1.061.683
22	5,1567078	74,6766151	933.953	1.061.698
23	5,1568955	74,6766205	933.952	1.061.719
24	5,1569545	74,676953	933.915	1.061.726
25	5,1569867	74,6770979	933.899	1.061.729
26	5,1824784	74,6887655	932.608	1.064.549
27	5,1915604	74,6959645	931.811	1.065.555
28	5,1817113	74,6884275	932.645	1.064.465
29	5,1475614	74,6550555	936.342	1.060.685
30	5,1132399	74,6319992	938.895	1.056.887

Datos GPS III Plus en coordenadas geográficas y planas. Latitud - longitud en grados decimales y datum WGS84. Coordenadas planas en metros

Fuente: Neotrópicos, 1995.

http://wiki.neotropicos.org/index.php/Cartografia_Guaduas

3 Caracterización del área del proyecto carcelario

3.1 Fisiografía de la finca La Esperanza

Ésta está ubicada en un amplio valle en U y conformada por terrazas aluviales. En su parte central se encuentra la terraza más antigua, constituida por materiales duros, sin determinar. Hace parte de terrazas aluviales antiguas, pero se puede ser parte de una mesa estructural compuesta por areniscas y lutitas rojas, sepultada en su mayoría por terrazas aluviales. Los materiales duros de esta terraza (areniscas) han impedido el avance de la reptación del río Seco en dirección este, sirviendo como control tectónico.

Hacia el lindero oeste, en el río Seco, constituido principalmente por aluviones recientes, se encuentran zonas en las cuales se diferencian entre dos y tres terrazas y cicatrices de la reptación del río Seco. El lindero sur está definido principalmente por la quebrada Tocuy, ésta también presenta formación de terrazas a lado y lado de su cauce.

3.2 Geomorfología de La Esperanza

Río Seco, lecho actual y pequeña terraza sobre un talud variable entre 1 y 2 m de altura. Terrazas, sobre un talud de entre 6 y 8 m de altura, son varias terrazas de diferente edad, escalonadas, sujetas a erosión por re-invasión del paleocauce. Colinas bajas, (< 20 m), estribaciones de las laderas de la vertiente oeste de los cerros Morrocoyal y Pico de Águila. Algunas colinas más cercanas al eje del río son resultantes de la erosión de las terrazas más antiguas y no hacen parte este paisaje.

3.3 Fisonomía de la vegetación forestal

La finca la Esperanza, donde se construirá el centro penitenciario, se ubica en una zona de terrazas sucesivas que descienden de nivel desde una serie de cerros, estribaciones de la parte baja de la cordillera oriental, hacia el río Seco, en la margen derecha del río Magdalena. Según la clasificación de formaciones vegetales para Colombia, La Esperanza se localiza en la formación ecológica bosque seco Tropical bs-T (IGAC, 1977).

La cobertura vegetal de la región está definida en gran parte por la presencia de una gran matriz de pastos, con árboles aislados (*pastizales arbolados*), como áreas de pastoreo de ganado; franjas de *rastrojos* a lo largo de pequeños arroyos, alrededor de algunos jagüeyes, carcavas y en donde se da el cambio de pendiente entre terrazas; franjas y parches de *bosque secundario* a lo largo de las márgenes del río Seco y cercanos a la quebrada Tocuy (terrazas más bajas).

3.4 Diversidad

En el presente inventario se registraron un total de 36 morfoespecies (seis no determinadas dado su estado vegetativo), dentro de 21 familias (15 familias y 6 sin identificar), con un predominio de las leguminosas (véase tabla 2.). Dentro de la polisombra o área de obras principales se registraron 19 morfoespecies, en tanto que en las parcelas de las posibles servidumbres por fuera del área de polisombra se registraron 26 morfoespecies.

Como referencia, se puede anotar que en los muestreos realizados en el 2005 (Neotrópicos, 2005), se registraron en el predio La Esperanza un total de 36 morfoespecies, que incluyen muchas de las aquí registradas además de algunos bejucos. Con referencia a especies arbóreas, para la región la región biogeográfica de bosque seco tropical del Alto Magdalena, se reportan 40 especies (Neotrópicos, 2005), entre las cuales se encuentra las identificadas en este inventario.

Dentro del área de polisombra cerca del 91% de los individuos inventariados son de doncello (*Pithecellobium* sp1), un 3% gomo o pega pega (*Cordia dentata*) y 1% payande (*Pithecellobium dulce*), las restantes 16 morfoespecies estuvieron representadas por 1 a 9 individuos (menos del 1% del total de individuos).

En las parcelas en general, hay una dominancia del guácimo (*Guazuma ulmifolia*), 37% de los individuos registrados, seguido de gomo (*Cordia dentata*), 16% de los individuos, menos abundantes fueron el doncello (*Pithecellobium* sp1) y el dinde (*Maclura tinctoria*), cada uno 13% de los individuos, las restantes 23 morfoespecies estuvieron representadas por 1 a 6 individuos.

A nivel individual, en las parcelas se presentaron entre 3 y 19 individuos y entre 2 y 5 especies (salvo la parcela 13 donde se registraron 10). El dinde (*Maclura tinctoria*), el doncello (*Pithecellobium* sp1), el gomo (*Cordia dentata*) y el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), son las especies que en más parcelas se presentan y con mayor número de individuos.

Se observa una dominancia de especies pioneras en formas arbustivas, resultado de cohortes o generaciones favorecidas por distintos tiempos de manejo (mantenimiento de pastos para ganado) y la presencia de algunos grandes árboles, como consecuencia de

procesos de entresacas a relictos de bosques o favorecimiento de especies de sombrio e individuos altos dejados en áreas transformadas en potreros, que hoy presentan también avance de la regeneración natural por falta de manejo.



Foto 3. Áreas de posibles obras secundarias, relikto de bosque natural secundario sobre la margen derecha de la quebrada Tocuy. Predominan los arbustos y arbolitos menores a 12 m, con árboles emergentes. Interior o sotobosque poco denso, con trillas por caminos por ganado, entresaca, bordes con arbustos cubiertos por densos bejucos y lianas.
Foto M. A. Díaz 13.10.2007



Foto 4. Áreas de posibles obras secundarias, relikto de bosque natural secundario sobre la margen izquierda del río Seco. Predominan los arbustos, con árboles emergentes. Presencia de claros interiores con arbustos cubiertos por bejucos y lianas..
Foto M. A. Díaz 13.10.2007

Tabla 2. Especies registradas durante el inventario de vegetación leñosa con DAP>10 cms (octubre de 2007). Finca La Esperanza, en área de obras principales (polisombra) y parcelas por fuera de área de polisombra.

nº spp	nombre común	familia	género	especie	autor	nº ind
1	angarillo, carbonero	nn	<i>nn</i>	<i>nn</i>		9
2	bao, trebol	Fabaceae	<i>Platimiscium</i>	<i>pinnatum</i>	(Javq.) Benth.	7
3	cacho de venao	Bigoniaceae	<i>Godmania</i>	sp		2
4	caimo	Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	sp		1
5	cambuco, ambuco	Mimosaceae	<i>Acacia</i>	sp		1
6	camula, comula	nn	<i>nn</i>	<i>nn</i>		2
7	capote	Fabaceae	<i>Machaerium</i>	<i>capote</i>	Triana ex. Dugand	5
8	carbonero	Mimosaceae	<i>Calliandra</i>	sp		1
9	chicala	nn	<i>nn</i>	<i>nn</i>		3
10	crucito, costeña	Mimosaceae	<i>nn</i>	<i>nn</i>		2
11	dinde, mora *	Moraceae	<i>Maclura</i>	<i>tinctorea</i>	(L.) D. Don ex Steud.	13
12	diomate, gusanero *	Anacardiaceae	<i>Astronium</i>	<i>graveolens</i>	Jacq.	8
13	doncello	Mimosaceae	<i>Pithecellobium</i>	sp1		1179
14	frisol	Papilionaceae	<i>Swartzia cf</i>	sp		1
15	gomo, pega pega	Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>dentata</i>	Poir	60
16	guácimo	Sterculiaceae	<i>Guazuma</i>	<i>ulmifolia</i>	Lamb.	54
17	higuerón	Moraceae	<i>Ficus</i>	sp		1
18	igüa	Mimosaceae	<i>Pseudosamanea</i>	<i>guachapele</i>	(H.B.K.) Harms	5
19	mamoncillo	Sapindaceae	<i>Melicocca</i>	<i>bijuga</i>		1
20	mata ratón	Papilionaceae	<i>Gliricidia</i>	sp		7
21	Meliaceae sp3	Meliaceae	<i>nn</i>	sp3		3
22	mimosacea sp4	Mimosaceae	<i>nn</i>	sp4		4
23	nn sp1	nn	<i>nn</i>	<i>nn</i>		2
24	nn sp2	nn	<i>nn</i>	<i>nn</i>		1
25	nogal	Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>alliodora</i>		2
26	orejero, piñon de oreja	Mimosaceae	<i>Enterolobium</i>	<i>cyclocarpum</i>	Griseb	1
27	palma real	Palmae	<i>Scheelea</i>	sp		1
28	payande	Mimosaceae	<i>Pithecellobium</i>	<i>dulce</i>	(Roxb.) Benth	20
29	pelá, aroma, acacia	Mimosaceae	<i>Acacia</i>	<i>farnesiana</i>	Willid.	6

Tabla 2. Especies registradas durante el inventario de vegetación leñosa con DAP>10 cms (octubre de 2007).
Finca La Esperanza, en área de obras principales (polisombra) y parcelas por fuera de área de polisombra.

n° spp	nombre común	familia	género	especie	autor	n° ind
30	samán	Mimosaceae	<i>Pithecellobium</i>	<i>saman</i>	(Jacq.) Benth.	12
31	tablero, tablón	Capparaceae	<i>Capparis</i>	<i>odoratissima</i>	Jacq	4
32	totumo	Bignoniaceae	<i>Crescentia</i>	<i>cujete</i>	Linnaeus	3
33	vara blanca	Flacourtiaceae	<i>Casearia</i>	<i>corimbosa</i>	H.B.K	2
34	vara negra	nn	<i>nn</i>	<i>nn</i>		1
35	vara santa, varasanta	Polygonaceae	<i>Triplaris</i>	<i>americana</i>	Bertol	1
36	velero	Caesalpiniaceae	<i>Cassia</i>	<i>spectabilis</i>		2

* Especie reportada en 2005 (Neotrópicos, 2005), entre *menor riesgo* y *vulnerable* según UICN (1994), según categoriaas más recientes correspondería a *casi amenazada*, es decir que podría ser *vulnerable* en un futuro cercano.

4 Evaluación del recurso forestal

Se realizaron dos inventarios forestales el primero que fue al 100% en la parte de la construcción, y un muestreo estadístico a lo largo de los corredores de las líneas de conducción de las tuberías de los pozos.

4.1 Inventario al 100% - censo

En este caso se midieron todos los arbustos con circunferencia en la base del tronco mayores o iguales a 30cm. principalmente para las especies pioneras tales como doncello, angarillo, pelá, payandé entre otras, las cuales presentan ramificaciones muy bajas y a la altura del pecho no tienen los 30cm. de circunferencia.

Debido a esto, la altura se determinó tenerla en cuenta hasta donde se presentan ramas muy delgadas, pensando el posible producto que pueden dar estos arbustos, que es el carbón.

Para la medida de los arbustos se hizo una limpieza con machete de ramas laterales muy delgadas con presencia de espinas para facilitar la medida. Esa información se consignó en planillas de campo y luego se digitó en Excel para el cálculo del volumen (véase Anexo V, hojas de cálculo *Planillas Censo y Censo*).

4.2 Inventario mediante muestreo estadístico

Para este inventario se hizo un muestreo de 14 parcelas de 200 metros cuadrados de área con un radio de 7,98 metros.

Las parcelas se localizan siguiendo las líneas de las tuberías de intercomunicación de los pozos de agua subterránea, distanciadas 50m de centro a centro de parcela. Como las distancias entre algunos pozos son considerablemente largas, la localización de parcelas cada cincuenta metros arrojaría una muestra numerosa unidades de registro, que no son necesarias teniendo en cuenta que ésta área es de apenas 5 hectáreas, se optó por ubicar los pozos y tomar como centro de parcela las estacas que identifican los mismos, esto se hizo en los pozos 3, 6, 7 y 8.

La estratificación se hizo teniendo en cuenta tres estratos, diferenciados por los tipos de vegetación presente, que se han venido conformando naturalmente en la zona de vida bosque seco tropical (bs-T) a lo largo de las conducciones hidráulicas:

- Bosque natural remanente (estrato bosque natural)
- Bosque natural pionero secundario (estrato bosque pionero)
- Bosque natural en potreros arbolados (estrato pasto arbolado)

Cada uno definido principalmente por las especies presentes o reportadas en las parcelas y en segundo lugar por el tamaño de los individuos (ver Inventario estadístico estratificado en archivo Excel), con esta clasificación se realizó la rutina de cálculos para inventarios estratificados. El error de muestreo o precisión es del 14,38% con una probabilidad de 95%. (véase hoja de cálculo *Error de muestreo* en Anexo V).

4.3 Registros de campo

La información se consignó en planillas de campo, una por cada parcela, estas mismas planillas se utilizaron para el reporte de la información del censo en la polisombra (véase Planillas censo y *Planillas parcela*, Anexo V).

4.4 Cálculo del error de muestreo

Para cada uno de los tres estratos se calculó la media (\bar{x}), desviación estándar (S_j) y error estándar (S_{xj}), donde las observaciones (n_i) son los volúmenes por parcela. Dichos volúmenes fueron calculados con la siguiente fórmula:

$$V = 0,7Ah_c$$

Donde:

V = volumen

0,7 = factor de corrección por conicidad

A = área basal

h_c = altura comercial

Las fórmulas empleadas fueron:

Para la media muestral por estrato

$$\bar{x}_j = \sum x/n$$

Donde:

\bar{x}_j = media muestral del j-ésimo estrato

n = número de parcelas por estrato

x = observaciones del j-ésimo estrato

Para la desviación estándar por estrato

$$S_j = ((\sum x^2 - (\sum x)^2/n)/(n-1))^{1/2}$$

Donde:

S_j = desviación estándar del j-ésimo estrato

x = observaciones del j-ésimo estrato

n = número de parcelas del estrato j

Para el error estándar de la media por estrato

$$S_{\bar{x}_j} = (S_j/n^{1/2})$$

Donde:

$S_{\bar{x}_j}$ = error estándar de la media del estrato j

S_j = desviación estándar del j-ésimo estrato

x = observaciones del j-ésimo estrato

n = número de parcelas del estrato j

Para el coeficiente de variación

$$C_j = 100 (S_j/\bar{x}_j)$$

Donde:

C_j = coeficiente de variación del j-ésimo estrato

Para número calculado de parcelas

$$n_c = (C_j^2 t_j^2)/(a^2 + (C_j^2 t_j^2)/N)$$

Donde:

n_c = número de parcelas (calculado)

t_j = t de student para el j-ésimo estrato, con grados de libertad correspondiente

a = error de muestreo deseado

N = número total de parcelas en el área ocupada por el j-estrato

Para el error estándar

$$S_x = (S_j/n_i^{1/2})(1 - (n_i/N))^{1/2}$$

Donde:

S_x = error estándar

n_i = número de parcelas inventariadas

Para el cálculo del *área basal* se utilizó la fórmula:

$$A = \pi d^2/4$$

d = Ø ap o *diámetro a la altura del pecho*, i. e., diámetro medido a 1,3 m del suelo

Tabla 3. Cálculo de error de muestreo

parcela	área (ha)	volumen m ³	m ³ /ha		
Bosque secundario					
9	0,02	2,43	121,67		
11	0,02	2,38	119,11		
13	0,02	3,01	150,43	n	14
3	0,06	7,82	391,21	suma	área bosque 5
		2,61	130,4	X media	área estrato 1,07
		0,35	17,39	S Desviación estandar	área parcela 0,02
		4,3	4,3	t student 3 gl y 95% de probabilidad	
		0,15	0,15	a error de muestreo deseado	
	53,57	53,57		N número total de parcelas en 1,33 ha	
	0,13	0,13		CV% Coeficiente de Variación	
	11,5	11,5		n número de parcelas calculado	
		3		3 n número de parcelas inventariadas	
Error estandar (S_x)	0,2	9,7571			
Límite de confianza superior=	172,39	m ³ /ha			
Límite de confianza inferior=	88,42	m ³ /ha			
Estrato bosque pionero					
4	0,02	1,08	53,84		
5	0,02	1,64	81,76		
6	0,02	1,95	97,63	n	14
7	0,02	0,95	47,5	suma	área bosque 5
4	0,08	5,61	280,73	X media	área estrato 1,43
		1,4	70,18	S Desviación estandar	área parcela 0,02
		0,47	23,58	t student 3 gl y 95% de probabilidad	
		3,18	3,18	a error de muestreo deseado	
		0,15	0,15		
	71,43	71,43		N número total de parcelas en 1,33 ha	
	0,336	0,336		CV% Coeficiente de Variación	
	29,69	29,69		n número de parcelas calculado	
		4		4 n número de parcelas inventariadas	
Error estandar (S_x)	0,23	11,4568			
Límite de confianza superior=	106,64	m ³ /ha			
Límite de confianza inferior=	33,73	m ³ /ha			
Estrato pasto arbolado					
1	0,02	0,77	38,49		
2	0,02	0,65	32,73		
3	0,02	0,51	25,36		
8	0,02	0,42	21,12		
10	0,02	0,7	34,79		
12	0,02	0,14	6,94		
14	0,02	0,87	43,41	n	14
7	0,14	4,06	202,83	suma	área bosque 5
		0,58	28,98	X media	área estrato 2,5
		0,25	12,3	S Desviación estandar	área parcela 0,02
		2,45	2,45	t student 3 gl y 95% de probabilidad	
		0,15	0,15	a error de muestreo deseado	
	125	125		N número total de parcelas en 2,33 ha	
	0,42	0,42		CV% Coeficiente de Variación	
	34,65	34,65		n número de parcelas calculado	
		7		7 n número de parcelas inventariadas	
Error estandar (S_x)	0,09	4,5159			
Límite de confianza superior=	40,03	m ³ /ha			
Límite de confianza inferior=	17,93	m ³ /ha			

Tabla 3. Cálculo de error de muestreo

Cálculos utilizando los datos de volumen por parcela							
estrato	área	N _j	X _j (media)	S _j	S _{xj}	N _j X _j	N _j ² S _{xj} ²
bosque natural	1,07	53,57	2,61	0,35	0,2	139,72	109,29
bosque pionero	1,43	71,43	1,4	0,47	0,23	100,26	267,88
pasto arbolado	2,5	125	0,58	0,25	0,09	72,44	127,46
		250				312,42	504,62
media estratificada X est. =		1,25					
error estándar de la media estratific. Sx est. =	0,09						

estrato	área	N _j	X _j (media)	S _j	P _j	P _j S _j ²
bosque natural	1,07	53,57	2,61	0,35	0,21	0,03
bosque pionero	1,43	71,43	1,4	0,47	0,29	0,06
pasto arbolado	2,5	125	0,58	0,25	0,5	0,03
		250				0,12
Error deseado =		0,15				
error deseado por la media de los estratos E =		0,19	precisión=	14,38		
Límite de confianza superior	28,59	m ³ /ha				
Límite de confianza inferior	21,4	m ³ /ha				

Cálculo del tamaño de la muestra para el diseño estratificado		
t =	2	P/estrato
n =	12,93	15
bosque natural	2,77	3
bosque pionero	3,69	4
pasto arbolado	6,46	7



Foto 5. Pastizales arbolados con una avanzada cobertura de arbustos y arbolitos fundamentalmente de doncello (*Pithecellobium* sp1) y gomos (*Cordia dentata*). Foto M. A. Díaz 13.10.2007



Foto 6. Areas de posibles obras secundarias, interior de rastrojos con abundancia de bejucos, predominio de arbustos
Foto M. A. Díaz 13.10.2007

5 Plan de aprovechamiento forestal

A continuación se describen las condiciones del área, los sistemas, métodos y equipos a utilizar en el aprovechamiento del bosque, así como las medidas de compensación.

5.1 Condiciones del área de aprovechamiento

La zona de vida a la que pertenece el área a intervenir es el bosque seco tropical (bs - T), es un paisaje de terrazas aluviales muy plano, fácilmente mecanizable, con presencia de vegetación arbustiva medianamente dispersa, en algunos sectores como la polisombra y sus alrededores, se observa un alto grado de agregación típica del bosque secundario de esta zona de vida.

5.2 Especies

El área presenta vegetación de tamaño arbustivo en más del 90%, hay presencia de árboles aislados en medio de esos arbustos que debieron haber quedado de la potrerización como sombrío para el ganado. La lista de especies reportadas se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Especies registradas durante el inventario de vegetación leñosa con Ø a p >10 cm (octubre de 2007).

nº spp	nombre común	familia	género	especie	en polisombra	en parcelas
1	angarillo, carbonero	nn	<i>nn</i>	nn	+	
2	bao, trebol	Fabaceae	<i>Platimiscium</i>	<i>pinnatum</i>	+	
3	cacho de venao	Bignoniaceae	<i>Godmania</i>	sp		+
4	caimo	Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	sp		+
5	cambuco, ambuco	Mimosaceae	<i>Acacia</i>	sp		+
6	camula, comula	nn	<i>nn</i>	nn	+	
7	capote	Fabaceae	<i>Machaerium</i>	<i>capote</i>	+	+
8	carbonero	Mimosaceae	<i>Calliandra</i>	sp	+	
9	chicala	nn	<i>nn</i>	nn		+
10	crucito, costeña	Mimosaceae	<i>nn</i>	nn	+	
11	dinde, mora	Moraceae	<i>Maclura</i>	<i>tinctorea</i>		+
12	diomate, gusanero	Anacardiaceae	<i>Astronium</i>	<i>graveolens</i>	+	
13	doncello	Mimosaceae	<i>Pithecellobium</i>	sp1	+	+
14	frisol	Papilionaceae	<i>Swartzia cf</i>	sp		+
15	gomo, pega pega	Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>dentata</i>	+	+
16	guácimo	Sterculiaceae	<i>Guazuma</i>	<i>ulmifolia</i>	+	+
17	higuerón	Moraceae	<i>Ficus</i>	sp		+
18	igüa	Mimosaceae	<i>Pseudosamanea</i>	<i>guachapele</i>	+	+
19	mamoncillo	Sapindaceae	<i>Melicocca</i>	<i>bijuga</i>	+	
20	mata ratón	Papilionaceae	<i>Gliricidia</i>	sp	+	
21	Meliaceae sp3	Meliaceae	<i>nn</i>	sp3		+
22	mimosacea sp4	Mimosaceae	<i>nn</i>	sp4		+
23	nn sp1	nn	<i>nn</i>	nn		+
24	nn sp2	nn	<i>nn</i>	nn		+
25	nogal	Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>alliodora</i>	+	+
26	orejero, piñon de oreja	Mimosaceae	<i>Enterolobium</i>	<i>cyclocarpum</i>		+
27	palma real	Palmae	<i>Scheelea</i>	sp		+
28	payande	Mimosaceae	<i>Pithecellobium</i>	<i>dulce</i>	+	+
29	pelá, aromo, acacia	Mimosaceae	<i>Acacia</i>	<i>farnesiana</i>	+	+
30	samán	Mimosaceae	<i>Pithecellobium</i>	<i>saman</i>	+	+
31	tablero, tablón	Capparaceae	<i>Capparis</i>	<i>odoratissima</i>	+	
32	totumo	Bignoniaceae	<i>Crescentia</i>	<i>cujete</i>	+	
33	vara blanca	Flacourtiaceae	<i>Casearia</i>	<i>corimbosa</i>		+
34	vara negra	nn	<i>nn</i>	nn		+
35	vara santa, varasanta	Polygonaceae	<i>Triplaris</i>	<i>americana</i>		+
36	velero	Caesalpinaceae	<i>Cassia</i>	<i>spectabilis</i>		+

5.3 Cálculo del volumen a cortar

Este cálculo se encuentra en el hoja C. Diam del Anexo V, en el cuadro de totales, columna VOL/ha, es el resultado de sumar todos los volúmenes de cada uno de los árboles y arbustos de las especies presentes en las parcelas localizadas en el sector de conduccio-

nes hidráulicas, divididas en el área total de las 14 parcelas (0,28 ha), el volumen total por hectárea es **62,49 m³/ha**, para las **6,2 hectáreas es 387,44 m³**.

$$V_{total} = \sum V_i$$

Donde::

- V_{total} = Volumen de madera de árboles grandes y pequeños de todas las especies.
- V_i = Volumen de cada uno de las especies reportadas.

5.4 Condiciones de aprovechamiento

Los pasos a seguir para el adecuado aprovechamiento del recurso forestal se presentan en el diagrama 1. El dueño del proyecto penitenciario no está interesado en realizar una comercialización de la madera, más del 90 % de los árboles no tienen medida comercial, pero se debe hacer una tala rasa para poder realizar la construcción de las obras requeridas.

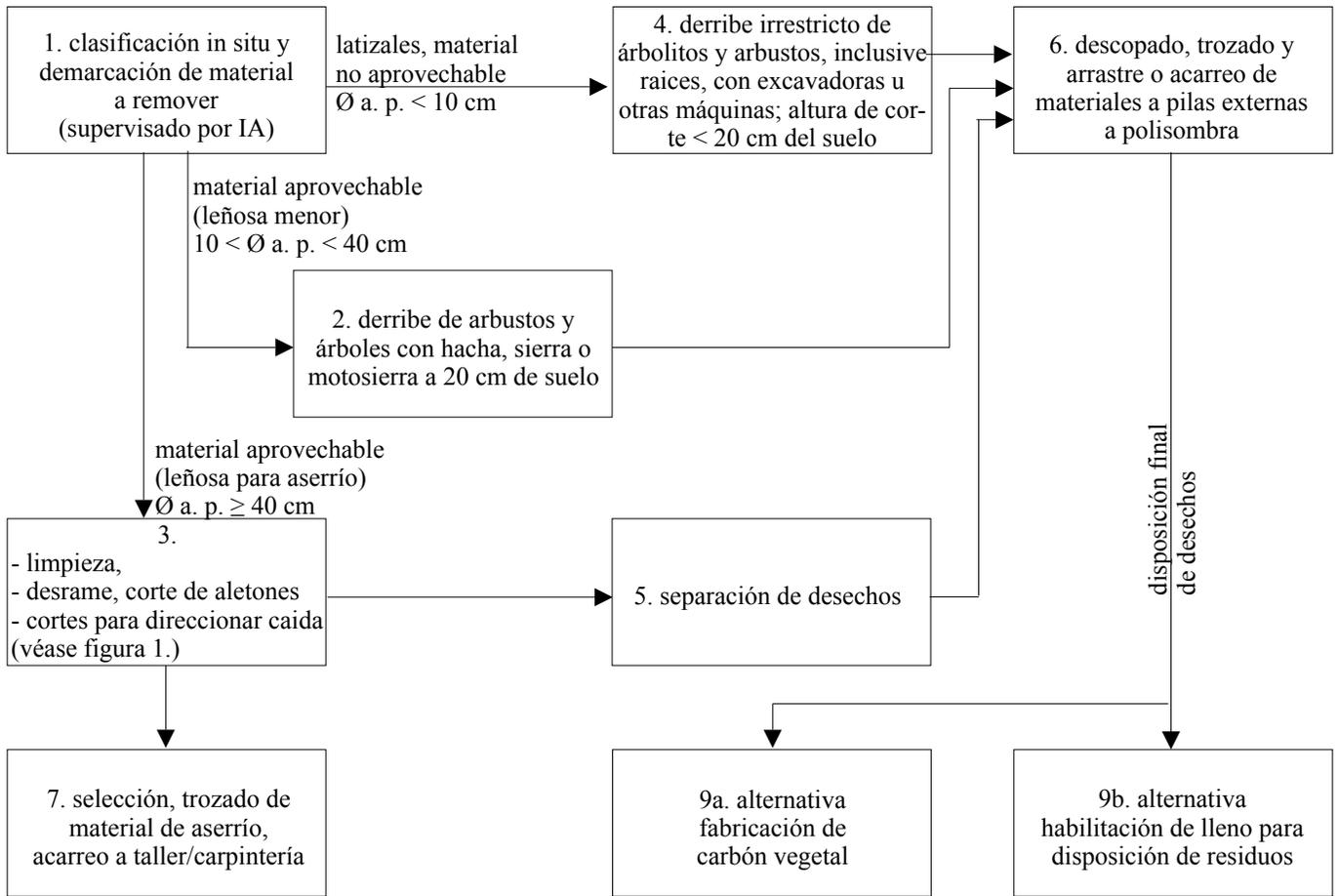


Diagrama 1. Pasos a seguir para el aprovechamiento forestal

Las labores aquí descritas son exclusivas de la tala de árboles y arbustos en los sectores requeridos para la construcción de las instalaciones y las obras para las conducciones hidráulicas; las labores de remoción de raíces y tocones corresponden ya a la adecuación del terreno para el montaje de las instalaciones programadas por el Consorcio Río Seco.

Los arbustos se talarán con hacha o motosierra y se hará un arrastre de los mismos, o bien pueden ser transportados en trailer hasta un área aledaña a las construcciones, ya puesta en ese lugar, se procede a picar las copas dejando limpios los tallos más gruesos.

Para el área de las construcciones (polisombra), el volumen total incluyendo arbustos y árboles es de 127,42 m³ en bruto, de éste el volumen de vegetación leñosa es de **79,61 m³ en bruto** y el volumen de la madera de aserrío es de **47,81 m³ en bruto**.

5.4.1 Clasificación de la vegetación a extraer

De acuerdo con su tamaño y posibilidades de uso, la vegetación existente en el sector de la polisombra debe ser clasificada, bajo supervisión de la Interventoría ambiental (IA), en los siguientes tres tipos:

1. Vegetación leñosa aprovechable menor, marcada con pintura y numeración, árboles y arbustos con diámetros mayores de 10 cm e inferiores a 40cm.
2. Vegetación leñosa para aserrío, marcada con pintura y numeración, árboles con diámetros iguales ó mayores a 40 cm (véase lista Tabla 5.).
3. Vegetación no marcada con pintura ni numeración, no es aprovechable (latizales inferiores a 10 cm de diámetro).

La extracción de estos tipo de vegetación se debe hacer estrictamente en el orden de los numerales precedentes.

5.4.2 Extracción de la vegetación leñosa aprovechable menor

- Se realiza tala con hacha y motosierra de la vegetación arbustiva, el corte no debe ser mayor a los 20 cm del nivel del suelo.
- Descope de las ramas más delgadas en el mismo punto de tala.
- Arrastre y carga a trailer.
- Transporte a la parte externa de la polisombra.

5.4.3 Extracción de la vegetación de aserrío

Los árboles grandes se derribarán de la siguiente manera:

- Al llegar a cada árbol apto para aprovechamiento mayor de 40 cm de diámetro, se hará una limpieza de bejucos y plantas adheridas al fuste.
- Eliminación de bambas o aletones; esto con el fin de darle una mayor longitud al fuste y facilitar las operaciones de apeo.
- El primer corte, perpendicular a longitud del fuste hasta más de la mitad del diámetro, y a una altura no mayor de 50 centímetros. (Véase figura 1)
- El segundo corte que es el de dirección de caída, buscando siempre que esta sea, en lo posible, hacia las partes más des pobladas de vegetación y facilitar así las labores de descope y troceado. La inclinación (45°) de este corte es a criterio del operario de la motosierra. (Véase figura 1)
- El tercer corte, es el de caída, deberá ser en el lado opuesto del primero y del segundo y a una altura mayor del primer corte, diferencia mínima de 2,5 a 6 cm (1-2") y se hará hasta donde empiece la caída del árbol. (Véase figura 1).
- Labores de descope, se separan las ramas más gruesas.
- Trozado, que consiste en fraccionar el tronco en secciones de tres metros.
- Aserrado in situ de las trozas, es la elaboración de bloques mediante cortes longitudinales de las fracciones del tronco, por lo general de 3 m de longitud y con sección de 25,4 por 10,2 cm (10" x 4" según unidades utilizadas en mercado al detal). Con los sobrantes que no puedan ser cortados en estas dimensiones, se sacarán piezas más pequeñas o más grandes, según acuerdo el caso, a fin de optimizar la utilización del recurso.
- El transporte se hará por tracción humana, desde el punto donde sea derribado y aserrado el árbol hasta el punto donde se encuentre trailer y desde ahí, hasta un aserrío o carpintería para elaborar productos tales como tablas, tablones, estantillos que pueden ser muy útiles para la construcción de la cárcel ya sea en formaletas para columnas, vigas, muros en concreto, en fin la industria de la construcción requiere madera.
- Las copas, ramas gruesas y orillos de los árboles de aserrío se trasladarán también al mismo sitio de acopio por fuera de la polisombra.

Los operarios con motosierra deberán disponer de botas de seguridad con punta de acero, mono u overol de seguridad con perneras anticorte, guantes, casco, auriculares y anteojos de protección.

Otras recomendaciones para el operario son:

- No trabajar solo, tener vehículo disponible, seguir las instrucciones técnicas según manual de manejo de la motosierra (revisar funcionamiento del freno de la cadena y lubricación), al moverse apagar la motosierra o poner el freno de la cadena.
- Antes de comenzar la tala debe cerciorarse de que no haya personal ajeno en la zona de trabajo.
- La tala debe realizarse únicamente en horas del día para garantizar buena visibilidad.
- Debe tenerse en cuenta la velocidad del viento que puede impedir el control de la caída del árbol.
- Revisar estado del árbol, que no este hueco, seco ni tenga ramas que puedan caer o esté enganchado a otros árboles cercanos.

- Limpiar la base del árbol, es decir, quitar ramas en la parte baja para despejar el lugar de cortes.
- Elegir la dirección de caída (pendiente, ramas, inclinación, dirección del viento, dirección de arrastre y saca, obstáculos, árboles vecinos...).
- Definir dos vías de escape, una zona de seguridad (mayor a dos veces la altura del árbol).
- El ayudante debe estar siempre a la vista del cortador y en zona de seguridad.
- Si un árbol derribado se engancha a otro vecino, *no se debe: trabajar por debajo del árbol enganchado*, cortar el árbol que lo sostiene, trepar por el árbol, volver a hacer cortes en la base, tumbar otro árbol sobre él. Debe usarse un torno o malacate (*winch*) manual o con motor o garfios volteadores dotados con cables para moverlos.

Finalmente, tener siempre presente situaciones de inestabilidad del árbol para hacer cortes de desrame, tronzado y movilización de madera que pueden facilitar un accidente. La mayoría de los accidentes se producen por lo general durante el desrame, le siguen el apeo o derribado, el movimiento de madera y por último en el tronzado.

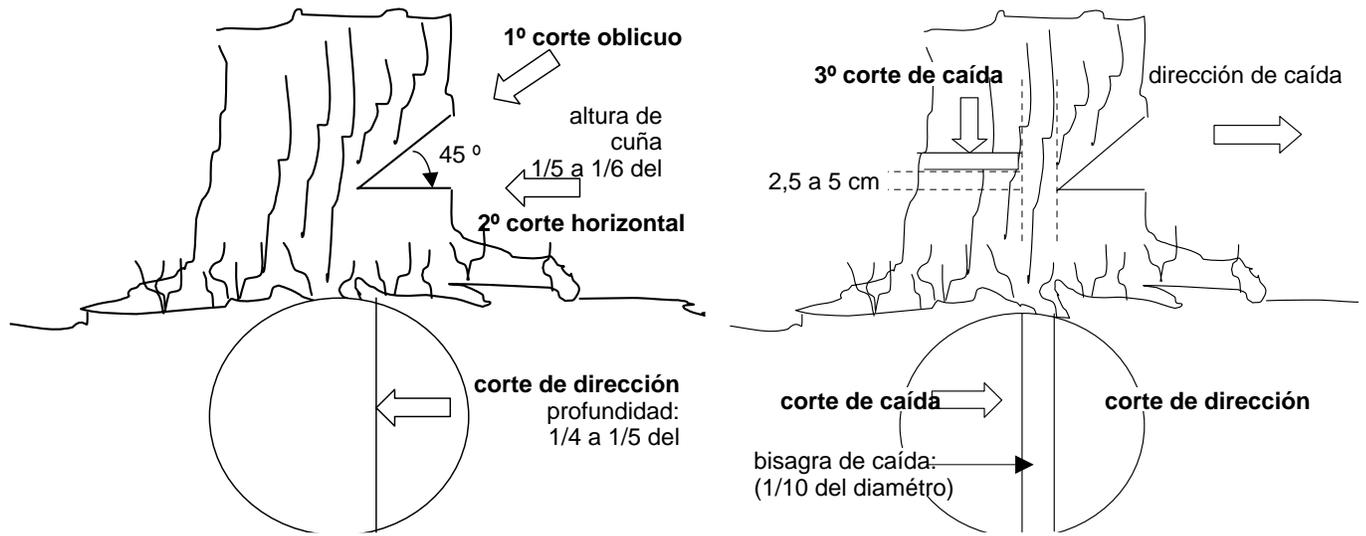


Figura 1. Esquema de cortes para derribo de árboles

A continuación se listan los individuos de aserrío identificados, registrados y marcados en el área de obras principales (área de polisombra) (Tabla 5.).

Tabla 5. Lista de individuos de aserrío en el área de obras principales (área de polisombra)

Nº	especie	circunferencia (cm)	diámetro (m)	Nº	especie	circunferencia (cm)	diámetro (m)
85	gomo	156	0,50	844	diomate	140	0,45
86	gomo	172	0,55	855	diomate	183	0,58
114	samán	448	1,43	856	diomate	155	0,49
218	samán	187	0,60	858	diomate	198	0,63
219	samán	324	1,03	944	angarillo	150	0,48
391	iguá	172	0,55	960	diomate	167	0,53
436	samán	247	0,79	962	capote	205	0,65
463	tablero	150	0,48	992	tablero	129	0,41
509	mamoncillo	179	0,57	1061	diomate	192	0,61
529	gomo	130	0,41	1179	bao	173	0,55
815	bao	130	0,41	1184	payandé	140	0,45
843	diomate	174	0,55	1197	bao	182	0,58

5.4.4 Extracción de latizales

Una vez extraída la vegetación leñosa y de aserrío, marcada con pintura y numeración, el constructor puede eliminar la vegetación restante de herbáceas, brinzales y latizales remanentes, así como los residuos de los descope de los arbustos y árboles, mediante el bulldózer, junto con la remoción de raíces y tocones.

5.5 Disposición final del material vegetal

Como ya se explicó en punto anterior la madera de aserrío puede ser utilizada para la construcción de las instalaciones y obras del penal.

Previa autorización de la CAR, el material vegetal de pequeñas dimensiones (leñosa y residuos de descope y aserrío), proveniente tanto del área polisombra como de otras áreas de obras por fuera de ella, será transformado en carbón o enterrado.

5.5.1 Producción de carbón

La empresa encargada de la construcción contratará con otra persona jurídica o natural para que adelante el proceso de transformación de todo el material vegetal de pequeñas dimensiones, un total de 415m³ en bruto que equivalen 1.245m³ esteros (unidades de volumen al apilar). Las medidas del metro estero son 3m de largo por 1m de alto por 1m ancho, organizados simplemente en montones sin ramas de las copas. El proceso debe desarrollarse de acuerdo con los siguientes pasos:

- Limpieza de las ramas mayores o iguales a 4cm de diámetro
- Picado en trozos de un metro de longitud.
- Conformación de la pila, se inicia con un centro hueco que contiene una antorcha, alrededor del cual se amontonan inclinados los trozos de 1m, se va dejando un túnel para extender una mecha que pueda encender la antorcha central.
- Tapado de la pila con las ramas con hojas de los mismos arbustos y una capa más de tierra (proveniente del área de construcción), con el fin que no hayan fugas de calor.
- Encendido de la mecha y la antorcha al interior, se verifica que sí esté en llamas y se procede a tapar la boca del pequeño túnel.
- Carbonización, este proceso demora un mes, por lo cual siempre debe haber una ó dos personas encargadas de vigilar que no hayan fugas de humo. A medida que se va carbonizando la madera, el cono va perdiendo altura y por ende se producen fisuras en la capa de tierra externa, inmediatamente hay que proceder a tapar las referenciadas fisuras, de lo contrario se generaría un combustión y la pérdida del producto que se está fabricando.
- Final del proceso: se descubre la pila y se extrae el carbón resultante para su empaclado en costales.

Como la madera para producir carbón es mucha, se deben hacer varias pirámides o pilas, distanciadas por lo menos treinta metros desde el extremo de sus bases, se deben hacer tantas como madera resulte.

La pérdida de volumen de madera a carbón es de aproximadamente un 20%, por lo que se puede estar pensando de unos 1.000 metros esteros del producto y una producción neta de 8.000 bultos de carbón comercial.

Las ventajas de producir carbón es que los costos son bajos, se logra el objetivo de desaparecer el material vegetal, sin transportarlo, sin contaminación por quema al aire libre, hay creación de algunos empleos temporales y se genera una ganancia económica con la comercialización del carbón. El transporte de este producto requiere de salvoconductos expedidos por la Corporación Autónoma, con base en el trámite y autorización del permiso de aprovechamiento forestal especial correspondiente.

Las desventajas, alteración temporal del paisaje, monitoreo permanente de las pirámides.

5.5.2 Enterrar la vegetación cortada

Otra forma de desaparecer todo el material vegetal de pequeñas dimensiones es enterrándolo. Para tal efecto y teniendo en cuenta los volúmenes calculados, se deben cumplir los siguientes pasos:

- Excavación de una fosa de compost para depositar toda la vegetación leñosa y residuos de los árboles de aserrío provenientes del área de la polisombra, con una capacidad de 92m³ (20m de largo por 4m de ancho y 1,15m de profundidad).
- Limpieza de las ramas mayores o iguales a 4cm de diámetro.
- Picado en trozos de 1,0 m de longitud.
- Llenado de la fosa, por capas de material vegetal de 50 cm, con una capa intermedia de tierra de 10 cm.
- Cubierta de tierra de las elevaciones producto de este relleno.

- Recubrimiento exterior con *biotextil* que consiste en una malla de trama mixta de fibras biodegradables y material sintético resistente a la abrasión, a la erosión y de muy lenta descomposición. La tela lleva adheridas semillas de pasto y leguminosas, las cuales al entrar en contacto con la capa de tierra empiezan su proceso germinativo, el cual da como resultado una capa de vegetación herbácea protectora contra la erosión. El biotextil se puede obtener comercialmente⁵.

Para el material vegetal leñoso producido en otras áreas diferentes a la polisombra se excavarán 8 fosas -una por cada sector de alteración, localizadas de tal foirma que se minimice el transporte de materiales- cada una con una capacidad de 46 m³ (10 m de longitud por 4 m de anchura y 1,15 de profundidad), en las cuales se depositará toda la madera de pequeñas dimensiones. Para el llenado de estas 8 fosas se seguirán los mismos pasos ya mencionados.

Las ventaja de enterrar el material de pequeñas dimensiones es que se logra la disposición de los restos de material vegetal sin transportar a grandes distancias, sin contaminación por quema al aire libre y no requiere monitoría. Tiene como desventajas, los altos costos de excavación y recubrimiento final del suelo y alteración permanente del paisaje.

5.6 Especies con restricciones

Dentro de las especies registradas en este inventario el dinde o mora (*Maclura tinctoria*) y el diomate o gusanero (*Astronium graveolens*), son las únicas dos reportadas con un estatus de conservación entre *menor riesgo* y *vulnerable*, según las categorías establecidas por la UICN en 1994; (Neotrópicos, 2005). Según categorización más recientes (IUCN, 2001), *menor riesgo* correspondería a la categoría *casi amenazada*, es decir que podrían ser vulnerables en un futuro cercano. (Neotrópicos, 2005).

El diomate o gusanero (*Astronium graveolens*), sólo se registró en el área de polisombra, un total de 8 árboles grandes, mientras que del dinde o mora (*Maclura tinctoria*), sólo se registró en las parcelas 4, 5, 6 y 8 por fuera del área de polisombra, todas en alrededores del pozo #3, un total de 13 individuos juveniles.

5.7 Vegetación a transplantar

Palmas: se ubica una sola palma real (*Scheelea* sp), en la parcela 9, dentro del área del pozo #6.

Árboles: de confirmarse el status de conservación para el dinde y el diomate, se sugiere mantenerlos en sus sitios, siendo opción última el transplante.

Tabla 5. Especies registradas durante el inventario de vegetación leñosa con DAP>10 cms (octubre de 2007). Finca La Esperanza, en área de obras principales (polisombra) y parcelas por fuera de área de polisombra.

n° spp	nombre común	familia	género	especie	autor	n° individuos
1	angarillo, carbonero	nn	<i>nn</i>	<i>nn</i>		9
2	bao, trebol	Fabaceae	<i>Platimiscium</i>	<i>pinnatum</i>	(Javq.) Benth.	7
3	cacho de venao	Bigoniaceae	<i>Godmania</i>	sp		2
4	caimo	Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	sp		1
5	cambuco, ambuco	Mimosaceae	<i>Acacia</i>	sp		1
6	camula, comula	nn	<i>nn</i>	<i>nn</i>		2
7	capote	Fabaceae	<i>Machaerium</i>	<i>capote</i>	Triana ex. Dugand	5
8	carbonero	Mimosaceae	<i>Calliandra</i>	sp		1
9	chicala	nn	<i>nn</i>	<i>nn</i>		3
10	crucito, costeña	Mimosaceae	<i>nn</i>	<i>nn</i>		2
11	dinde, mora *	Moraceae	<i>Maclura</i>	<i>tinctoria</i>	(L.) D. Don ex Steud.	13
12	diomate, gusanero *	Anacardiaceae	<i>Astronium</i>	<i>graveolens</i>	Jacq.	8
13	doncello	Mimosaceae	<i>Pithecellobium</i>	sp1		1179
14	frisol	Papilionaceae	<i>Swartzia cf</i>	sp		1
15	gomo, pega pega	Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>dentata</i>	Poir	60
16	guácimo	Sterculiaceae	<i>Guazuma</i>	<i>ulmifolia</i>	Lamb.	54
17	higuerón	Moraceae	<i>Ficus</i>	sp		1
18	igüa	Mimosaceae	<i>Pseudosamanea</i>	<i>guachapele</i>	(H.B.K.) Harms	5
19	mamoncillo	Sapindaceae	<i>Melicocca</i>	<i>bijuga</i>		1
20	mata ratón	Papilionaceae	<i>Gliricidia</i>	sp		7

⁵ Véase por ejemplo Tela Sintemax http://www.deflor.com.br/espanol/pdf/espec_tecnicas_Espa%F1ol.doc

Tabla 5. Especies registradas durante el inventario de vegetación leñosa con DAP>10 cms (octubre de 2007).
Finca La Esperanza, en área de obras principales (polisombra) y parcelas por fuera de área de polisombra.

n° spp	nombre común	familia	género	especie	autor	n° individuos
21	Meliaceae sp3	Meliaceae	<i>nn</i>	sp3		3
22	mimosacea sp4	Mimosaceae	<i>nn</i>	sp4		4
23	nn sp1	nn	<i>nn</i>	nn		2
24	nn sp2	nn	<i>nn</i>	nn		1
25	nogal	Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>alliodora</i>		2
26	orejero, piñon de oreja	Mimosaceae	<i>Enterolobium</i>	<i>cyclocarpum</i>	Griseb	1
27	palma real	Palmae	<i>Scheelea</i>	sp		1
28	payande	Mimosaceae	<i>Pithecellobium</i>	<i>dulce</i>	(Roxb.) Benth	20
29	pelá, aroma, acacia	Mimosaceae	<i>Acacia</i>	<i>farnesiana</i>	Willd.	6
30	samán	Mimosaceae	<i>Pithecellobium</i>	<i>saman</i>	(Jacq.) Benth.	12
31	tablero, tablón	Capparaceae	<i>Capparis</i>	<i>odoratissima</i>	Jacq	4
32	totumo	Bignoniaceae	<i>Crescentia</i>	<i>cujete</i>	Linnaeus	3
33	vara blanca	Flacourtiaceae	<i>Casearia</i>	<i>corimbosa</i>	H.B.K	2
34	vara negra	nn	<i>nn</i>	nn		1
35	vara santa, varasanta	Polygonaceae	<i>Triplaris</i>	<i>americana</i>	Bertol	1
36	velero	Caesalpiaceae	<i>Cassia</i>	<i>spectabilis</i>		2

* Especie reportada en 2005 (Neotrópicos,2005), entre menor riesgo y vulnerable según UICN (1994), según categoriaas de más recientes correspondería a Casi amenazada, es decir que podría ser vulnerable en un futuro cercano.

6 Plan de reposición forestal (compensación)

A continuación se describen las actividades tendientes a cumplir con los requerimientos legales en términos de reponer cobertura vegetal en un área equivalente a la afectada por las obras principales y asociadas de la construcción del centro penitenciario de Guaduas y además otras actividades complementarias tendientes a restaurar ecológicamente de forma directa e indirecta los biotopos propios del *bosque seco tropical* (BsT), para su protección y conservación.

La coincidencia en el tiempo de aspectos legales y administrativos y de antecedentes naturales conforman un escenario oportuno de establecer un zona natural de protección y conservación. Algunos de ellos son:

- La existencia de predios del Estado, como la finca La Esperanza y otras de la zona, con poco o ningún manejo en los últimos años, permitió el crecimiento de una mayor cobertura vegetal.
- A pesar de la construcción del centro penitenciario en La Esperanza, habrá espacio disponible y recomendable por su topografía, ubicación, cobertura y hábitats para ser el epicentro de un proceso la restauración y conservación natural más activa.
- Predios próximos y de la región mantienen cobertura vegetal en parches, cercas vivas, bordes de ríos, quebradas y jagüeyes, vertientes y cimas circundantes.
- La existencia de fincas ganaderas que limitan asentamientos humanos y por tanto actividades de caza y extracción de madera.
- La existencia de bosques de galería a lo largo de drenajes (v. gr., quebrada Tocuy) con que funcionan como corredores integradores y amplían los hábitats para las especies animales.
- Desde el punto de vista ecológico, el bosque seco tropical se considera como la formación forestal más amenazada del país, bastante reducida y alterada por el avance de la ganadería, la agricultura y la extracción de maderas y otros productos (hojas, resinas...) (Gentry, citado por Lerdau et al., 1991, citados por Andrade et al., 1992; Hernández-Camacho & Sánchez-Páez, 1992; Salamanca, 2000, Ministerio del Medio Ambiente, 2002).
- Solo quedan seis relictos importantes en el país, tres hacia el norte, los Parques Nacionales Naturales Tayrona y Macuira y el Santuario de Fauna y Flora Los Colorados (Magdalena, Guajira y Bolívar); otros relictos corresponderían a los ubicados en el alto Magdalena (Tolima, Huila, Cundinamarca), el cañon del Chicamocha y en los enclaves secos del Dagua y del Patía (Ministerio del Medio Ambiente, 1997).
- La región misma es considera de importancia, ya que como remanente de uno de los refugios pleistocénicos reconocidos para Colombia (Hernández-Camacho et al., 1992a) y pese a su poca diversidad presenta gran endemismo a nivel de especies y subespecies (Terborgh & Winter, 1982, citado por Andrade et al, 1992, Ministerio del Medio Ambiente, 2002). Un ejemplo de ello es la avifauna notable en especies endémicas y amenazadas resaltada por Hernández-Camacho et al., (1992a) y Renjifo et al., (2002).
- Más locamente, la vereda Río Seco, debido a la cercanía de vertientes y cimas de los cerros Morrocoyal, Pico de Águila y El Zancudo, se considera como una zona potencial para forestería, protección y conservación de la vida silvestre, mediante el mantenimiento de la vegetación nativa, reforestación y la limitación de las actividades agropecuarias (Alcaldía Municipal de Guaduas, 2003).
- Pese a lo anterior y existiendo grandes limitaciones del recurso agua la cuenca del río Seco no se incluye aún en la lista de zonas de protección ambiental de fuentes hídricas del municipio de Guaduas (Alcaldía Municipal de Guaduas, 2003).

Por lo anterior es el propósito que las actividades planteadas a continuación, constituyan un punto de partida para la conservación de relictos de BsT, de flora y fauna, al facilitar la regeneración natural y recuperación de la cobertura vegetal y el establecimiento de la fauna silvestre para el desarrollo de actividades de sensibilización ambiental de niños y adultos.

6.1 Objetivos

El plan de reposición tiene entonces dos objetivos:

- Compensar la tala y remoción de cobertura vegetal requerida para el desarrollo de las obras principales y asociadas de construcción del Centro penitenciario de Guaduas, a través de la reposición de cobertura vegetal en una área similar a la afectada.
- Promover la adopción del área circundante al proyecto carcelario como área protegida regional para la restauración y conservación de relictos de BsT, con proyección regional y nacional como sitio de investigación y educación.

6.2 Actividades de reposición y enriquecimiento

6.2.1 Delimitación de áreas a reponer

La estimación de éstas áreas se basa en las dimensiones de las áreas de obras principales (área de polisombra), alrededor de 21,4 ha y de las áreas de los pozos perforados, sus líneas de conducción y servidumbres anexas necesarias para su construcción, 5,1 ha, para un total de **26,5 ha** (con base en el Plano N° 1 HIS, Localización general, Febrero de 2006).

De acuerdo con criterios como:

- (i) una distancia de las instalaciones penitenciarias que no interfiera con las actividades y medidas de seguridad.
- (ii) el uso actual del suelo, proceso sucesional temprano por abandono de actividades de manejo de pastos y pastoreo de ganado.
- (iii) beneficios ecológicos, como la conservación de aguas por la cobertura vegetal existente en sobre las orillas de corrientes de agua como el río Seco y la quebrada Tocuy.
- (iv) existencia de diferentes biotopos y topografía heterogénea: terrazas altas con pastizales arbolados, bien drenadas; carcavas y suelos desnudos aldeaños; fondo de taludes húmedos, carcavas grandes antiguas y orillas de desagües con rastros; terraza baja con planicie de desborde del río Seco; bajos inundables por aguas lluvias, algunos adecuados (jagüeyes).

Se definen como áreas para reponer cobertura vegetal, un total de **82,16 ha**, correspondientes a zonas aldañas a la margen izquierda del río Seco y la ubicada sobre la margen derecha de la quebrada Tocuy (véase mapa 1, p 6 y Aerofotografía 1. p 7). Se trata fundamentalmente de realizar las actividades de reforestación en los espacios con pastos y de enriquecimiento en claros y bordes de los parches de rastrojo y bosque secundario.

La definición de dichas áreas y su delimitación en campo, requieren y suponen la suspensión definitiva del pastoreo de ganado. Así, se requiere de cercas paralelas al los cauces de los cursos de agua referidos. Estas fajas o retiros no son uniformes ni en anchura ni en cobertura vegetal, debido a la topografía y antecedentes de mayor y menor uso, así como a la presencia de parches de vegetación de tamaños diferentes.

Insumos requeridos: personal (jornales de mano de obra), estacones de madera inmunizada, alambre de púas, grapas.

6.2.2 Selección de las especies y vegetación a establecer

La reposición de arbustos y árboles talados no solo contempla la reforestación con las especies registradas en las áreas de obras (un total de 22,5 ha), sino que se deben incluir otras especies características del *bosque seco tropical* (BsT), con el fin de enriquecer e incrementar la diversidad.

En general los bosques secos tropicales presentan una diversidad de especies que alcanza niveles intermedios entre las selvas tropicales y los bosques templados, con un promedio de 94 especies arbóreas por 0,10 ha. (Gentry, sin publicar, citado por Andrade et. al., 1992). Otros reportes citan entre 59 y 230 especies para relictos de diferentes edades de bosque seco (Rodríguez, 2001; Neotropicos 2002, Rodríguez, 2001, lavH, 2002, Marulanda et al., 2003).

Con el fin de establecer un banco de germoplasma y propiciar mayor diversidad de especies y usos, la selección de especies debe tener en cuenta:

- (i) Especies maderables con poblaciones ya muy reducidas tanto a nivel región como nacional.
- (ii) Especies usadas como fuentes de semillas y frutos, alimentos para la fauna.
- (iii) Especies con algún grado de amenaza a la extinción

Adicional a la siembra de especies arbóreas de las especies taladas, se debe estimular el establecimiento de variada vegetación, con un rápido desarrollo de un dosel cerrado, es decir además de grandes árboles, favorecer la mezcla con arbolitos, arbustos, herbáceas, palmas, bejucos, lianas y epífitas.

La Tabla 6. registra las especies más sobresalientes de bosque seco tropical reportadas para Colombia, su status de conservación e indicación sobre su existencia en La Esperanza y alrededores .

Tabla 6a. Principales especies reportadas para la región biogeográfica de bosque seco tropical del Alto Magdalena.

nº	nombre común	familia	género	especie	autor	categoría de conservación	La Esperanza
1	diomate	Anacardiaceae	<i>Astronim</i>	<i>graveolens</i>	Jacq. árbol	LR/VU	+
2	guayacán	Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i>	<i>chrysantha</i>	(Jacq.) Nich.	LC	+
3	carreto	Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i>	<i>dugandii</i>	Standl		
4	caracolí, espavé	Anacardiaceae	<i>Anacardium</i>	<i>excelsum</i>	Skeels	LC/NT	+
5	totumo	Bignoniaceae	<i>Crescentia</i>	<i>cujete</i>	Linnaeus		+
6	noro	Malphiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>	(L.)H.B.K.	DD	+
7	ceiba	Bombacaceae	<i>Ceiba</i>	<i>pentandra</i>	(Linnaeus) Gaertn.		+
8	tatamaco	Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>tomentosa</i>	(Jacq.) Tr. Pl.		+
9	gomo	Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>dentata</i>	Poir		+
10	indio desnudo	Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>simarouba</i>	(L.) Sarg.		+
11	acacia Girardot*	Caesalpinaceae	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	(Bojar) Raf		+
12	tablero	Capparaceae	<i>Capparis</i>	<i>odoratissima</i>	Jacq		+
13	garrapato	Fabaceae	<i>Lonchocarpus</i>	<i>sericeus</i>	(Poir) Kunth		+
14	cedrillo	Meliaceae	<i>Guarea</i>	<i>trichilodes</i>	Linnaeus		
15	cedro	Meliaceae	<i>Cedrela</i>	<i>odorata</i>	Linnaeus		+
16	algarrobo	Caesalpinaceae	<i>Hymenaea</i>	<i>courbaril</i>	Linnaeus	LR/VU	
17	piñon de oreja, orejero	Mimosaceae	<i>Enterolobium</i>	<i>cyclocarpum</i>	Griseb		+
18	guayacan rosado	Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i>	<i>rosea</i>	(Bertol) DC.		+
19	pelá, aroma	Mimosaceae	<i>Acacia</i>	<i>farnesiana</i>	Willd.		+
20	samán	Mimosaceae	<i>Pithecellobium</i>	<i>saman</i>	(Jacq.) Benth.		+
21	bálsamo	Fabaceae	<i>Myroxylum</i>	<i>balsamun</i>	L. Harms árbol		
22	trébol, bao	Fabaceae	<i>Platimiscium</i>	<i>pinnatum</i>	(Javq.) Benth.		+
23	iguá	Mimosaceae	<i>Pseudosamanea</i>	<i>guachapele</i>	(H.B.K.) Harms		+
24	dormilón, carbonero zorro?	Mimosaceae	<i>Pithecellobium</i>	<i>arboreum</i>	(L.) Urban		
25	sauce, palo verde	Mimosáceas	<i>Parkinsonia</i>	<i>aculeata</i>	Linnaeus		+
26	payandé	Mimosáceas	<i>Pithecellobium</i>	<i>dulce</i>	(Roxb.) Benth		+
27	dinde, mora	Moraceae	<i>Maclura</i>	<i>tinctoria</i>	(L.) D. Don ex Steud.		+
28	chichato	Elaeocarpaceae	<i>Muntingia</i>	<i>calabura</i>	Linnaeus		+
29	balso	Bombacaceae	<i>Ochroma</i>	<i>lagopus</i>	Sw.		+
30	hobo	Anacardiaceae	<i>Spondias</i>	<i>mombim</i>	Linnaeus		+
31	michú	Sapindaceae	<i>Sapindus</i>	<i>saponaria</i>	Linnaeus		+
32	guácimo	Sterculiaceae	<i>Guazuma</i>	<i>ulmifolia</i>	Lamb.		+
33	guayacán mariposo	Zigophillaceae	<i>Bulnesia</i>	<i>carrapo</i>	Killp et Dugand		+
34	gualanday	Bignoniaceae	<i>Jacaranda</i>	<i>caucana</i>	Pittier		+
35	dormidera	Mimosáceas	<i>Mimosa</i>	<i>pudica</i>	Linnaeus		+
36	varasanta	Polygonaceae	<i>Triplaris</i>	<i>americana</i>	Bertol		+
37	jagua, juaguüto	Rubiaceae	<i>Genipa</i>	<i>americana</i>	Linnaeus		+
38	capote	Fabaceae	<i>Machaerium</i>	<i>capote</i>	Triana ex. Dugand		+
39	palo cruz, arizá	Caesalpinaceae	<i>Brownea</i>	<i>ariza</i>	Benth.	VU/EN	+
40	nn	Lecythidaceae	<i>Gustavia</i>	<i>latifolia</i>	Miers	CR	

* Especie introducida

EX: extinto

EW: silvestre extinto

CR: crítico

EN: en peligro

VU: vulnerable

NT: cuasi-amenazado

LC: leve preocupación LR: Menor riesgo

DD: datos escasos

NE: no evaluado

6.2.3 Medidas de manejo

El proceso de reposición de arbustos y árboles talados y el enriquecimiento de las áreas a proteger y conservar, comprende las siguientes acciones de manejo:

6.2.3.1 Aislamiento y control de áreas a restaurar (restauración pasiva)

- aislamiento de las áreas seleccionadas mediante cercados para evitar el pastoreo y pisoteo por ganado, protección de bosques de galería y de parches de bosque.

- prevención y control de incendios forestales para resguardar plántulas y otras formas de vida.
- intervención en el proceso de sucesión secundaria (regeneración natural), para alejar especialmente bejucos y herbáceas (pastos) de arbolitos y plántulas y así permitir y acelerar el crecimiento de éstos.

Además de lo ya citado en el numeral 2.2.1, se requiere de mano de obra para recorridos de vigilancia, insumos para arreglos de cercas, machetes para limpieza de arbolitos y plántulas.

6.2.3.2 Proceso de vivero a siembra final (restauración activa)

- Adecuación de vivero con: diez eras, cada una de 10mX1m, con capacidad de total entre 9.000 y 10.000 bolsas y cuatro germinadores, cada uno de 10mX1m, para 4.000 plántulas obtenidas a partir de semillas. Requiere de mano de obra, tablas de madera, estacas, polisombra, bolsas, carreta, cajas o guacales para manejo, cernidora, palas, palines, tierra, regadera de espalda, canecas grandes para agua.
- Disponibilidad del material adecuado: de acuerdo con el listado de especies del bosque seco tropical, ubicación de los árboles padrones o semilleros en la zona.
- Recolección de semillas, plántulas, esquejes. Se requieren bolsas plásticas o de tela, cuerdas, varas y copos de tela.
- Obtención de arbolitos por siembra de semillas en germinadores y trasplantes a bolsas, siembra de esquejes y plántulas en bolsas, ubicación en sombra, riego. Se requieren bolsas plásticas, palines de mano.
- Obtención de palmas y arbolitos en viveros de la región (Mariquita), para reintroducción. Requiere transportes.
- Siembra final en terreno: plateo, apertura de hoyos, desembolso y siembra; en zonas abiertas entre parches erradicando pastos, en claros al interior de parches de bosque, en zonas de suelos erosionados y sobre pastoreados. Requiere cajas para transporte, medio de transporte, paladraga, palin, regadera manual.
- Manejo cultural o mantenimiento: limpieza (plateo, corte de lianas y bejucos), abono y riego (verano). Requiere de machete, abono o compost, regadera de espalda.
- Formación de corredores biológicos integradores (cercas vivas, con árboles fuente de frutos y semillas para alimento de fauna, aves y mamíferos principalmente).

Cuadro 6b. Especies e individuos del plan de reposición

especie	nombre vernáculo	n° individuos
<i>nn nn</i>	angarillo, carbonero	9
<i>Platimiscium pinnatum</i>	bao, trebol	7
<i>Godmania sp</i>	cacho de venao	2
<i>Pouteria sp</i>	caimo	1
<i>Acacia sp</i>	cambuco, ambuco	1
<i>nn nn</i>	camula, comula	2
<i>Machaerium capote</i>	capote	5
<i>Calliandra sp</i>	carbonero	1
<i>nn nn</i>	chicala	3
<i>nn nn</i>	crucito, costeña	2
<i>Maclura tinctoria</i>	dinde, mora *	13
<i>Astronium graveolens</i>	diomate, gusanero *	8
<i>Pithecellobium sp1</i>	doncello	1179
<i>Swartzia cf sp</i>	frisol	1
<i>Cordia dentata</i>	gomo, pega pega	60
<i>Guazuma ulmifolia</i>	guácimo	54
<i>Ficus sp</i>	higuerón	1
<i>Pseudosamanea guachapigüa</i>		5

Cuadro 6b. Especies e individuos del plan de reposición

especie	nombre vernáculo	n° individuos
<i>Melicocca bijuga</i>	mamoncillo	1
<i>Gliricidia sp</i>	mata ratón	7
<i>nn sp3</i>	Meliaceae sp3	3
<i>nn sp4</i>	mimosacea sp4	4
<i>nn nn</i>	nn sp1	2
<i>nn nn</i>	nn sp2	1
<i>Cordia alliodora</i>	nogal	2
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	orejero, piñon de oreja	1
<i>Scheelea sp</i>	palma real	1
<i>Pithecellobium dulce</i>	payande	20
<i>Acacia farnesiana</i>	pelá, aroma, acacia	6
<i>Pithecellobium saman</i>	samán	12
<i>Capparis odoratissima</i>	tablero, tablón	4
<i>Crescentia cujete</i>	totumo	3
<i>Casearia corimbosa</i>	vara blanca	2
<i>nn nn</i>	vara negra	1
<i>Triplaris americana</i>	vara santa, varasanta	1
<i>Cassia spectabilis</i>	velero	2

6.3 Sensibilización ambiental

Con el propósito de lograr la participación de los diferentes actores locales (ganaderos, futuros agricultores, visitantes, inmigrantes, etc), en actividades ambientales que contribuyan a procesos de recuperación, conservación y aprovechamiento del área protegida para la investigación, educación ambiental y uso sostenible de recursos, se plantea este componente.

Consiste en el desarrollo de actividades iniciales de promoción y difusión que permitan dar a conocer la existencia del área, sus recursos, servicios y utilidad. Algunas de ellas son:

- Mantenimiento del vivero como sitio para desarrollar clases escolares por parte de cursos de las escuelas y colegios de Honda y Puerto Bogotá y otras localidades cercanas.
- Elaboración de material pedagógico e informativo como:

- Reglamento y recomendaciones para la visita y recorrido del área.
- Plegables o folletos con la descripciones del bosque seco tropical
- Listas de especies vegetales
- Listados de especies de los principales grupos de fauna vertebrada terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos)
- Mapas de la región, del área en restauración y conservación con senderos, corrientes y cuerpos de agua, cambios de terrazas, zonas restringidas, zonas de peligro, etc.
- Adecuación de senderos señalizados a través de los diferentes biotopos y terrazas.
- Programación de visitas guiadas:
 - Para grupos de estudiantes de escuelas y colegios de los municipios y poblados cercanos (Honda, Puerto Bogotá, Guaduas, Mariquita, La Dorada, Puerto Salgar).
 - Para personas particulares, como los turistas que llegan a Honda y Puerto Bogotá.
- Programación de actividades de investigación:
 - Para prácticas de campo de alumnos universitarios (Universidad Nacional de Colombia tanto de Medellín como de Bogotá, Universidad de Antioquia, Universidad de Caldas...)
- Conteos de aves en días al año instituidos de acuerdo con las programaciones de las sociedades ornitológicas (SAO, ABO, GOAT, FUNDACIÓN PROAVES, GOA KOTSALA, UPTC, GECO, GOUN, GAICA, FOQ, CRQ, CALADRIS...),^{6,7}
- Jornadas de avistamientos y registro de huellas de mamíferos, programa semejante al anterior.
- Desarrollo de trabajos de grado en grupos de fauna y vegetación, apartir de grupos visitantes de universidades.

A largo plazo y luego de iniciar las actividades de restauración y conservación en los predios de la Finca La Esperanza y sus alrededores, se debe gestionar el reconocimiento legal de un área protegida municipal (cuenca del río Seco) o regional a lo largo de la margen derecha del río Magdalena, entre Cambao y Puerto Bogotá.

6.4 Administración y funcionamiento a largo plazo

6.4.1 Administración y operación

Inicialmente se requiere de un ente administrativo local, que puede estar en cabeza de una ESAL u ONG local o regional (v. gr., Fundación Proaves), en principio con la colaboración y supervisión de la CAR, dirección CAR, entidad propietaria, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Secretaria Ambiental Municipal Guaduas, ONG regional

6.4.2 Comité de evaluación

Al ente administrativo se sumaría el establecimiento de un **Comité de evaluación**, *ad hoc*, conformado por investigadores de la CAR, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá - Instituto de Ciencias Naturales (ICN); Herbario Nacional Colombiano, Herbario Joaquín Antonio Uribe (JAUM) de Medellín, Jardín Botánicos de Cartagena "Guillermo Piñeres" (Turbaco), del Santuario de fauna y flora Los Colorados (relicto de bosque seco tropical en Bolívar), de universidades que desarrollen trabajos en otras regiones con bosque seco topocal, como en los valles de los ríos Dagua y Patia (Universidad del Cauca, Universidad del Valle).

Este Comité asumiría una consejería sobre las políticas a seguir y el desarrollo de programas de sensibilización y educación ambiental, así como la implementación de cursos de educación formal de apoyo a universidades, institutos y grupos de investigación, consolidando el área a través del trabajo continuo.

⁶ Esta recomendación se inspira en el programa *Christmas bird count* (CBC), censos de aves observadas realizados por ornitólogos voluntarios, profesionales y aficionados, el 25 de diciembre (o en una fecha cercana al solsticio de invierno boreal) de todos los años, en diversas regiones del hemisferio occidental, desde 1900, cuando la National Audubon Society lo estableció. El objetivo es proveer información y datos útiles para la ciencia, en particular la biología de la conservación, aunque muchas personas participan con intereses puramente recreacionales. En Colombia la Audubon Society está asociada con la Red Nacional de Observadores de Aves (RNOA) y el Instituto Alexander von Humboldt.

⁷ Una posibilidad interesante -para no competir con la iniciativa del IAVH - RNOA- es asociar el conteo de aves a la celebración del *día de Santa Rosalía*, declarada como santa patrona de la biodiversidad por el ecólogo Evelyn G. Hutchinson (Hutchinson G. E. 1959. Homage to Santa Rosalia or Why are there so many kinds of animals? Amer. Nat. 93:145-159). Su fiesta la celebra la cristiandad en dos fechas: el 15 de julio que conmemora la "traslación de los restos" principalmente en Sicilia pues es también la santa patrona de Palermo y el 4 de septiembre en otras partes.

Tabla 7a. Cronograma de desarrollo e implementación del plan de reposición de recurso forestal Cárcel de alta y mediana seguridad de Guaduas

componente o actividad	meses																	
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
<i>organización</i>																		
diseño y montaje de instalaciones	■																	
revisión y actualización de PM	■		■			■			■			■			■			■
<i>programa de restauración (reposición)</i>																		
delimitación de áreas a reponer	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
selección de especies a establecer	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
control área a restaurar (restauración pasiva)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
proceso vivero - siembra (restauración activa)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>programa de sensibilización/educación ambiental</i>																		
reserva-aula, extensión escolar	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
visitas guiadas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
adecuación/mantenimiento senderos señalizados	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
observaciones de organismos y registro	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
elaboración materiales pedagógicos e informativos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
co-investigación con universidades	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

6.5 Costos y presupuesto

Tabla 7b. Costos de desarrollo e implementación del plan de reposición de recurso forestal Cárcel de alta y mediana seguridad de Guaduas

rubro	unidad	costo unitario	cantidad	$\sum 1 \cdot 10^3$ co\$
<i>Inversiones</i>				347.030
diseño y supervisión de construcción de instalaciones en campo	global	45.760	1	45.760
adecuación terrenos para estación, vivero, accesos, patios y obras menores	horas máquina	130	48	6.240
construcción estación de campo (oficina, servicios, aula, biblioteca)	m ²	1.180	115	135.700
dotación y amoblamiento estación de campo	global	27.452	1	27.452
construcción y montaje de vivero (capacidad 5.000 plántulas)	global	13.082	1	13.082
equipos de oficina (computadores, impresora, video beam, scanner...)	global	24.690	1	24.690
equipos de comunicaciones (radio-teléfono, celulares, modem...)	global	3.396	1	3.396
muebles de oficina (escritorios, mesas, sillas, estantes, archivadores, planoteca...)	global	4.510	1	4.510
vehículos terrestres	camión 4WD	80.000	1	80.000
	motocicleta	3.100	2	6.200
<i>Costos recurrentes (anuales)</i>				114.733
personal administrativo ¹ (administración, aseo y mantenimiento, celaduría)	mes·hombre	1.875	12	22.500
personal científico seguimiento y monitoría, divulgación ^{1,2}	mes·hombre	5.354	12	64.242
personal de apoyo (obreros a destajo)	jornales	27	720	19.080
vivero (operación y mantenimiento) y siembra	meses	139	12	1.664
operación oficina (papelería, servicios externos...)	meses	103	12	1.235
operación vehículos (combustibles, lubricantes, mantenimiento, seguros)	meses	501	12	6.012

¹. Incluye 15 semanas en tareas preparatorias durante año 1

². Un coordinador de campo (biólogo o ingeniero forestal o ambiental), apoyado por un tecnólogo ambiental, forestal o agrícola

6.5.1 Personal fase de obras

Director
Coodinador de campo
Auxiliares

6.5.2 Personal fase de operación

Director
Coodinador de campo
Auxiliares
Comite *Ad hoc*

6.5.3 Presupuesto

El presupuesto se detalla en la tabla 7.; para los tres años de manejo el costo total es de co\$691.227.858 (pesos de 2007), sin correcciones por inflación. El presupuesto considera un manejo independiente del proyecto de conservación. No contempla impuestos ni retenciones y no está optimizado, v. gr., como parte de la operación del complejo carcelario, esquema operativo que no se recomienda.

6.5.3.1 Fase de obras (inversiones)

Para la fase de obras se consideran básicamente las inversiones en el diseño y construcción de instalaciones mínimas: estación de campo, vivero y en maquinaria y equipos, determinados por las actividades a desarrollar: restauración, conservación y divulgación.

6.5.3.2 Fase de operación (gastos recurrentes)

La fase de operación tiene un carácter indefinido y puede eventualmente ser cedido para administración delegada o crearse una institución pública o privada para tal fin. Por lo pronto, se recomienda su supervisión y manejo como una dependencia de la CAR, como se explicó anteriormente. El manejo autónomo, ya sea por administración delegada o mediante una institución propia es conveniente para facilitar el acceso a recursos externos para su financiación.

6.5.4 Fuentes de financiación

Los costos de la fase de obras, básicamente inversiones, pueden ser cargados al proyecto de construcción; de hecho, en el presupuesto del PMA formulado en 2005 (Neotrópicos, 2005), se contempló este rubro por un valor de co\$ 637.220.000 para un proyecto con fines análogos aunque de mucho mayor envergadura que el aquí contemplado.

Los costos de operación pueden ser cargados también al presupuesto operativo del centro de reclusión, pero esta situación menoscabaría la autonomía operativa. No conviene tampoco cargar estos costos a la CAR o al Municipio de Guaduas pues se convertiría en una actividad no prioritaria y se expondría a recortes presupuestales frecuentes. Se recomienda la transferencia de una partida básica del Ministerio de Interior y Justicia (o del INPEC) a la CAR-Provincial de Guaduas y su complementación mediante (i) un % del impuesto predial del centro penitenciario (ii) mediante fondos no reembolsables de cooperación internacional y (iii) donaciones de fuentes filantrópicas privadas nacionales o internacionales. Estas consideraciones requieren la inclusión del área y del programa de restauración y conservación, dentro del *sistema de áreas protegidas* del estado. Además de los anteriores, el programa puede generar recursos por cobro a visitantes por su ingreso al área de conservación, por venta de material informativo o divulgativo.

Bibliografía

Calderón, E., G. Galeano & N. García (eds.). 2002. Libro rojo de plantas Fanerógamas de Colombia. Volumen 1: Chrysobalanaceae y Lecythidaceae. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. 220 pp. Bogotá, Colombia.

Neotrópicos, 2005. EIA + PMA establecimiento penitenciario de alta y mediana seguridad de Guaduas. Trabajo realizado bajo contrato con CONSORCIO ALFA de Bogotá para FONADE. Colombia. Medellín, 128.

Anexos

I Planos

II Formulario único nacional de solicitud de aprovechamiento forestal árboles aislados, diligenciado

III Documentos que acrediten la personería jurídica del solicitante

IV Documentos que acrediten la calidad del solicitante frente al predio

V Memoria de cálculo de la evaluación del recurso forestal de la finca La Esperanza (copia digital únicamente)

VI Aspectos a destacar de las especies forestales del proyecto y criterios para su establecimiento y manejo

