



UPME 04-2014

**REFUERZO SUROCCIDENTAL A 500 KV
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO ALFÉREZ SAN MARCOS**

**CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
NUMERAL 3.3.1.1 FLORA**



ESCALA SIN	FORMATO CARTA	CÓDIGO EEB EEB-U414-CT101223-L380-EST- 1003_3.1.1	CÓDIGO CONTRATISTA EEB-U414-CT101223- L380-EST-1003_3.1.1	HOJA Página 1 de 190	REV 0
-----------------------------	--------------------------------	--	--	--	------------------------

**UPME 04-2014
REFUERZO SUROCCIDENTAL A 500 KV
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO ALFÉREZ SAN MARCOS**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
3 CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	8
3.3 MEDIO BIÓTICO	8
3.3.1 Ecosistemas Terrestres	8
3.3.1.1 Flora	8
3.3.1.2 Áreas Naturales Protegidas e iniciativas de Conservación	94
3.3.1.3 Ecosistemas sensibles	139
3.3.1.4 Fragmentación	143
3.3.1.5 Epífitas	169

**UPME 04-2014
REFUERZO SUROCCIDENTAL A 500 KV
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO ALFÉREZ SAN MARCOS**

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3-1 Caracterización de los insumos utilizados para el proceso de interpretación de coberturas.....	10
Tabla 3-2 Área mínima cartografiada utilizada en mapas de Coberturas de la Tierra en Colombia	10
Tabla 3-3 Zonas de vida presentes en el área de influencia indirecta (AII)	12
Tabla 3-4 Provincias y distritos biogeográficos presentes en el AII	14
Tabla 3-5 Unidad de cobertura de la tierra en el AII	20
Tabla 3-6 Presencia de tejido urbano discontinuo en el AII	22
Tabla 3-7 Presencia de vivienda rural dispersa en el AII	22
Tabla 3-8 Zonas industriales en la AII	23
Tabla 3-9 Presencia de la avicultura en el AII	24
Tabla 3-10 Presencia de vías pavimentadas y vías sin pavimentar en el AII	25
Tabla 3-11 Presencia de vías pavimentadas y vías sin pavimentar en el AII	26
Tabla 3-12 Presencia de la Red ferroviaria y terrenos asociados en el AII.....	26
Tabla 3-13 Presencia de áreas deportivas en el AII	27
Tabla 3-14 Presencia de Fincas recreativas en el AII	28
Tabla 3-15 Presencia de otros cultivos transitorios en el AII	29
Tabla 3-16 Presencia de cultivo de maíz en el AII	29
Tabla 3-17 Presencia de cultivo de caña en el AII	30
Tabla 3-18 Presencia de pastos limpios en el AII	31
Tabla 3-19 Presencia de pastos arbolados en el AII	32
Tabla 3-20 Presencia de pastos enmalezados en el AII	33
Tabla 3-21 Presencia de mosaico de cultivos en el AII	34
Tabla 3-22 Presencia de mosaico de pastos y cultivos en el AII	35
Tabla 3-23 Presencia de mosaico de cultivos con espacios naturales en el AII	36
Tabla 3-24 Presencia de Guadual en el AII.....	37
Tabla 3-25 Presencia de Bosque fragmentado con vegetación secundaria en el AII	37
Tabla 3-26 Presencia de Bosque de galería y ripario en el AII	38
Tabla 3-27 Presencia de vegetación secundaria alta en el AII	39
Tabla 3-28 Presencia de ríos en el AII	41
Tabla 3-29 Presencia de canales en el AII	42
Tabla 3-30 Presencia de cuerpos artificiales en el AII	43
Tabla 3-31 Unidades de cobertura de la tierra en el AII	44
Tabla 3-32 Bioma presentes y su distribución por municipio y departamento en el área de influencia indirecta	47
Tabla 3-33 Presencia del Zonobioma alterno hígrico y/o subxerófito tropical del Valle del Cauca en el AII	49

Tabla 3-34 Presencia del Helobioma del Valle del Cauca en el AII	49
Tabla 3-35 Ecosistemas presentes en el AII	50
Tabla 3-36 Ecosistemas presentes en el AID del proyecto	54
Tabla 3-37 Distribución de los ecosistemas presentes en el AID	55
Tabla 3-38 Localización de unidades de muestreo para caracterización florística	56
Tabla 3-39 Localización de unidades de muestreo en el ecosistema 63231	59
Tabla 3-40 Composición florística fustales ecosistema 63231	59
Tabla 3-41 Índice de valor de importancia de fustales en el ecosistema 63231	61
Tabla 3-42 Coeficiente de mezcla para los fustales del ecosistema 63231	62
Tabla 3-43 Estructura vertical ecosistema 63231.....	63
Tabla 3-44 Relación de clases diamétricas con abundancia, volumen y Área basal ecosistema 63231.....	66
Tabla 3-45 Volumen total y comercial para fustales ecosistema 63231	68
Tabla 3-46 Volumen total y comercial por especie ecosistema 63231	68
Tabla 3-47 Índices de Diversidad para ecosistema 63231	69
Tabla 3-48 Grado de Agregación de ecosistema 63231	70
Tabla 3-49 Regeneración natural de las especies ecosistema 63231.....	70
Tabla 3-50 Composición florística regeneración natural ecosistema 63231	71
Tabla 3-51 Localización de unidades de muestreo en el ecosistema 7314.....	72
Tabla 3-52 Composición florística fustales ecosistema 7314	72
Tabla 3-53 Índice de valor de importancia de fustales en el ecosistema 7314	74
Tabla 3-54 Coeficiente de mezcla para los fustales del ecosistema 7314.....	75
Tabla 3-55 Estructura vertical ecosistema 7314.....	76
Tabla 3-56 Relación de clases diamétricas con abundancia, volumen y Área basal ecosistema 7314.....	78
Tabla 3-57 Volumen total y comercial para fustales ecosistema 7314	80
Tabla 3-58 Volumen total y comercial por especie ecosistema 7314	81
Tabla 3-59 Índices de Diversidad para ecosistema 7314	81
Tabla 3-60 Grado de Agregación de ecosistema 7314	82
Tabla 3-61 Regeneración natural de las especies ecosistema 7314.....	83
Tabla 3-62 Composición florística regeneración natural ecosistema 7314	84
Tabla 3-63 Clasificación taxonómica de la especie Guadua angustifolia	85
Tabla 3-64 Tabla de equivalencias	87
Tabla 3-65 Estado de desarrollo del guadua, en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca.	88
Tabla 3-66 Rasgos de historia de vida de las especies con mayor importancia ecológica en el estudio.	91
Tabla 3-67 Uso de las especies	93
Tabla 3-68 Especies amenazadas o vedadas presentes en el AID y AII del proyecto, registradas en la caracterización	94
Tabla 3-69 Sistema Nacional de áreas protegidas, estrategias de conservación y otros aspectos normativos	95
Tabla 3-70 Áreas Departamentales Protegidas (SIDAP) en AII	96
Tabla 3-71 Áreas Departamentales Protegidas (SIDAP) en AID	98
Tabla 3-72 Iniciativas de conservación Regional-CVC-Humedal el Estero.....	98
Tabla 3-73 Prioridades de conservación Nacional para el AII	100
Tabla 3-74 Reservas de Recursos Naturales en el área del proyecto.....	103
Tabla 3-75 Áreas del REAA en la zona del proyecto.....	103

Tabla 3-76 Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas en el área de estudio.....	105
Tabla 3-77 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Yumbo, áreas de especial significancia ambiental.....	106
Tabla 3-78 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Yumbo, áreas para la producción económica.....	107
Tabla 3-79 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Yumbo, áreas de asentamientos.....	108
Tabla 3-80 Áreas identificadas en el POMCH del río Yumbo para el Área de influencia indirecta (AII).....	109
Tabla 3-81 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime, áreas del sistema Nacional de Áreas protegidas.....	112
Tabla 3-82 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime, Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales.....	118
Tabla 3-83 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime, Áreas de amenaza y riesgos.....	118
Tabla 3-84 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime, Áreas compatibles con la Ley 388 de 1997.....	119
Tabla 3-85 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime para el Área de influencia indirecta (AII).....	120
Tabla 3-86 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Jamundí, Áreas de especial importancia ecosistémica y de producción económica.....	122
Tabla 3-87 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Jamundí, áreas de expansión.....	124
Tabla 3-88 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Jamundí, encontradas dentro del Área de influencia del proyecto (AII).....	124
Tabla 3-89 Zonificación ambiental en la cuenca del río Cali.....	127
Tabla 3-90 Áreas protegidas y de importancia ambiental dentro Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Santiago de Cali, interceptadas por el proyecto.....	129
Tabla 3-91 Áreas suelo de protección dentro Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Yumbo, interceptadas por el proyecto.....	131
Tabla 3-92 Áreas suelo de protección dentro Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Candelaria, interceptadas por el proyecto.....	132
Tabla 3-93 Áreas suelo de protección dentro Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Palmira, interceptadas por el proyecto.....	133
Tabla 3-94 Áreas de interés cercanas a la zona de estudio.....	135
Tabla 3-95 Áreas protegidas aledañas al AII.....	136
Tabla 3-96 Factores de compensación para los biomas identificados en el AII.....	138
Tabla 3-97 Distritos Biogeográficos para el proyecto.....	140
Tabla 3-98 Ecosistemas sensibles identificados en el área de estudio.....	140
Tabla 3-99 Ecosistemas de Bosque y áreas seminaturales analizadas en el Área de influencia indirecta (AII).....	146
Tabla 3-100 Índices de estado utilizados para la evaluación.....	149
Tabla 3-101 Métrica número de parches (fragmentos) de la clase.....	149
Tabla 3-102 Descripción de algoritmos de forma.....	150
Tabla 3-103 Descripción de algoritmos Área core.....	151
Tabla 3-104 Contexto paisajístico.....	153
Tabla 3-105 Rango de valores de fragmentación.....	153
Tabla 3-106 La ponderación de las diferentes categorías de fragmentación.....	153

Tabla 3-107 Índices de estado de área (ha) para el escenario sin proyecto.....	155
Tabla 3-108 Índices de estado de Forma para el escenario sin proyecto.....	158
Tabla 3-109 Índices de área Core para el escenario sin proyecto.....	159
Tabla 3-110 Contexto paisajístico (Conectividad) sin proyecto.....	161
Tabla 3-111 Área y porcentaje de fragmentación en el All sin proyecto.....	163
Tabla 3-112 Índices de estado de área (ha) para el escenario con proyecto	163
Tabla 3-113 Índices de estado de Forma para el escenario con proyecto.....	164
Tabla 3-114 Índices de área core para el escenario con proyecto	165
Tabla 3-115 Contexto paisajístico (Conectividad) con proyecto.....	166
Tabla 3-116 Área y porcentaje de fragmentación en el All con proyecto.....	167
Tabla 3-117 Parcelas realizadas para la caracterización de especies vasculares y no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos (EPSG 3116, Magna Sirgas / Colombia Bogotá Zone)	169
Tabla 3-118 Epífitas vasculares registradas en el área del proyecto Alférez – San Marcos	171
Tabla 3-119 Abundancia relativa de epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos	172
Tabla 3-120 Frecuencia relativa de epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos.....	173
Tabla 3-121 Preferencia de forófito de las epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos	173
Tabla 3-122 Especies de epífitas vasculares por cobertura en el área del proyecto Alférez – San Marcos	174
Tabla 3-123 Índices de diversidad para las epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos.....	174
Tabla 3-124 Resumen de los estimadores utilizados para evaluar la representatividad del muestreo en las diferentes coberturas evaluadas	179
Tabla 3-125 Cobertura relativa de epífitas no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos	181
Tabla 3-126 Frecuencia relativa de epífitas no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos	182
Tabla 3-127 Preferencia de forófito de las epífitas no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos.....	182
Tabla 3-128 Especies de epífitas no vasculares por cobertura en el área del proyecto Alférez – San Marcos	184
Tabla 3-129 Índices de diversidad para las epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos.....	184
Tabla 3-130 Resumen de los estimadores utilizados para evaluar la representatividad del muestreo en las diferentes coberturas evaluadas	189

**UPME 04-2014
REFUERZO SUROCCIDENTAL A 500 KV
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO ALFÉREZ SAN MARCOS**

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3-1 Cubrimiento de las imágenes en el proceso de fotointerpretación	11
Figura 3-2 Distribución de zonas de vida en el All	13
Figura 3-3 Distribución de distritos biogeográficos en el All	15
Figura 3-4 Distribución de distritos biogeográficos en el AID	17
Figura 3-5 Coberturas de la tierra identificadas en la All	19
Figura 3-6 Distribución de los biomas en el All	48
Figura 3-7 Ecosistemas identificados en el All	52
Figura 3-8 Leyenda ecosistemas identificados en el All	53
Figura 3-9 Distribución del tipo de ecosistema presente en el AID del proyecto	55
Figura 3-10 Puntos de localización de unidades de muestreo (idP)	58
Figura 3-11 Abundancia por familia para fustales ecosistema 63231	60
Figura 3-12 Abundancia por género para fustales ecosistema 63231	61
Figura 3-13 Índice de valor de importancia fustales ecosistema 63231	62
Figura 3-14 Posición sociológica fustales ecosistema 63231	64
Figura 3-15 Diagrama de dispersión de Ogawa ecosistema 63231	64
Figura 3-16 Distribución altimétrica fustales ecosistema 63231	65
Figura 3-17 Abundancia por clase diamétrica ecosistema 63231	66
Figura 3-18 Área basal por clase diamétrica ecosistema 63231	67
Figura 3-19 Volumen total y comercial por clase diamétrica ecosistema 63231	67
Figura 3-20 Volumen por especie, ecosistema 63231	68
Figura 3-21 Regeneración natural de las especies ecosistema 63231	71
Figura 3-22 Abundancia por familia para fustales ecosistema 7314	73
Figura 3-23 Abundancia por género para fustales ecosistema 7314	74
Figura 3-24 Índice de valor de importancia fustales ecosistema 7314	75
Figura 3-25 Posición sociológica fustales ecosistema 7314	76
Figura 3-26 Diagrama de dispersión de Ogawa ecosistema 7314	77
Figura 3-27 Distribución altimétrica fustales ecosistema 7314	78
Figura 3-28 Abundancia por clase diamétrica ecosistema 7314	79
Figura 3-29 Área basal por clase diamétrica ecosistema 7314	79
Figura 3-30 Volumen total y comercial por clase diamétrica ecosistema 7314	80
Figura 3-31 Volumen por especie, ecosistema 7314	81
Figura 3-32 Regeneración natural de las especies ecosistema 7314	84
Figura 3-33 Estado de desarrollo de la guadua, en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca	88
Figura 3-34 Estado fitosanitario de la guadua, en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca	89
Figura 3-35 Áreas departamentales Protegidas (SIDAP) en All	97

Figura 3-36 Prioridades de conservación Nacional (CONPES 3680)	101
Figura 3-37 Localización de las RNN en el área del proyecto	102
Figura 3-38 Registro único de Ecosistemas y Áreas ambientales - REAA	104
Figura 3-39 Localización en el área de influencia indirecta AII y unidades de manejo del POMCH del río Yumbo encontradas.	110
Figura 3-40 Localización en el área de influencia indirecta AII y unidades de manejo del POMCH del río Amaime.	121
Figura 3-41 Localización en el área de influencia indirecta AII y unidades de manejo del POMCH del río Jamundí.	126
Figura 3-42 Áreas protegidas o de importancia ambiental de acuerdo con la información de los documentos de ordenamiento territorial para el AII.	134
Figura 3-43 Áreas SIDAP y Prioridades de conservación en el AII del proyecto	137
Figura 3-44 Ecosistemas sensibles identificadas en el área de estudio	142
Figura 3-45 Ecosistemas presentes en el AII del proyecto.	147
Figura 3-46 Leyenda de ecosistemas	148
Figura 3-47 Conectividad y fragmentación ecológica sin proyecto	162
Figura 3-48 Conectividad y fragmentación ecológica con proyecto	167
Figura 3-49 Porcentaje de distribución de epífitas vasculares en los diferentes estratos del forófito en el área del proyecto Alférez – San Marcos	172
Figura 3-50 Índice de Shannon_H para las especies epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos	175
Figura 3-51 Índice de Margalef para las epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos	176
Figura 3-52 Índice de Dominance_D para las epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos	176
Figura 3-53 Curva de acumulación de especies en Bosque de galería y ripario en el área del proyecto Alférez – San Marcos	177
Figura 3-54 Curva de acumulación de especies en Vegetación secundaria alta en el área del proyecto Alférez – San Marcos	178
Figura 3-55 Curva de acumulación de especies en los Pastos arbolados en el área del proyecto Alférez – San Marcos	178
Figura 3-56 Distribución de las epífitas no vasculares por familias, géneros y especies en el área del proyecto Alférez – San Marcos	180
Figura 3-57 Porcentaje de distribución de epífitas no vasculares en los diferentes estratos del forófito	181
Figura 3-58 Índice de Shannon_H para las especies epífitas no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos	185
Figura 3-59 Índice de Margalef para las epífitas no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos	186
Figura 3-60 Índice de Dominance_D para las epífitas no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos	186
Figura 3-61 Curva de acumulación de especies en los Bosque de galería y ripario	187
Figura 3-62 Curva de acumulación de especies en Vegetación secundaria alta	188
Figura 3-63 Curva de acumulación de especies en los Pastos arbolados	188
Figura 3-64 Curva de acumulación de especies en los Pastos limpios	189

3 CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.3 MEDIO BIÓTICO

En el marco de los términos de referencia LI-TER-1 – 01 emitidos por el MAVDT en el año 2006 en el cual se desarrollan los aspectos para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental para el tendido de las líneas de transmisión del Sistema Nacional de Interconexión Eléctrica, se estructura y elabora el presente capítulo de caracterización del medio biótico.

Teniendo como referencia el Diagnostico Ambiental de Alternativas (DAA) y de acuerdo a la Alternativa 2 definida mediante Auto 1353 del 20 de abril de 2017 por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) así como la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010), la caracterización de la flora se realizó con la finalidad de complementar y ajustar la información referente a los ecosistemas terrestres naturales que se intervendrán con el proyecto. El manejo de la información secundaria de base, la cual se obtiene a partir de la consulta de los Entes privados y Gubernamentales, es catalogada y adecuada a las condiciones del área mediante la aplicación interacción multidisciplinaria y la aplicación de metodologías de detalle que permiten diagnosticar y evaluar el estado y los posibles impactos en la vegetación y fauna existente.

Para observar la afectación del proyecto a los ecosistemas, se identificaron las coberturas vegetales presentes en el área de estudio y se identificaron ecosistemas sensibles, con el fin de identificar a escala regional, aquellas áreas de mayor sensibilidad a perturbaciones o intervenciones. El análisis del estado inicial del área de estudio parte de la interpretación de imágenes de satélite que se detallarán más adelante, información secundaria de registros disponibles en bibliografía y documentos especializados, planes de ordenación municipal, planes de ordenación ambiental, publicaciones científicas realizadas para el área de estudio, entre otros.

3.3.1 Ecosistemas Terrestres

3.3.1.1 Flora

- **Introducción**

El documento que aquí se plantea describe a continuación la información referente a los ecosistemas terrestres naturales presentes en el área de estudio y se analizan y describen sus características mediante técnicas de evaluación ecológica rápida. A partir de su caracterización se contará con la información primaria de las áreas de influencia tanto directa como indirecta. Esta información permitirá contar con el conocimiento del área de estudio para la toma de decisiones frente a la puesta en marcha del Proyecto.

Como se mencionó anteriormente, el desarrollo de la caracterización realizada, se hizo de acuerdo a los términos de referencia LI-TER-1-01 emitidos por el MAVDT, 2006 y la metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT, 2010); en este sentido, los resultados del capítulo contarán con información primaria acerca de los ecosistemas terrestres presentes en el área de estudio.

- **Objetivos**

Con base en los términos de referencia expedidos por la autoridad competente para los estudios de impacto ambiental, específicamente para el tendido de líneas de transmisión del sistema nacional, LI-TER-1-01 de 2006 y a la metodología general para la presentación de estudios ambientales del MADS, se enmarcan los objetivos a saber:

Área de influencia indirecta:

- Identificar, sectorizar y describir las zonas de vida o formaciones vegetales.
- Identificar, sectorizar y describir los diferentes tipos de cobertura vegetal existente.
- Determinar con base en información secundaria las características de composición y estructura de los diferentes tipos de cobertura vegetal delimitadas.
- Identificar, delimitar y describir ecosistemas sensibles y áreas naturales protegidas.
- Identificar la presencia de especies vedadas, endémicas, amenazadas o en peligro crítico, con valor comercial, científico y cultural, teniendo en cuenta las categorías establecidas por la UICN y en los libros rojos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Área de Influencia Directa:

- Determinar la composición florística por cada tipo de ecosistema con identificación de endemismos, especies en veda, en peligro crítico, de importancia económica y cultural.
- Determinar el grado de sociabilidad, estructura espacial, cociente de mezcla e índice de diversidad de los diferentes tipos de cobertura vegetal delimitados.
- Calcular el Índice de Valor de Importancia (IVI), densidad y distribución por clase diamétrica y altimétrica de las diferentes especies encontradas.
- Determinar la dinámica sucesional y de regeneración natural.
- Determinar los efectos de la fragmentación
- Evaluar la capacidad de amortiguación o asimilación
- Indicar las tendencias de poblamiento o dispersión de las especies de importancia biológica.

- **Unidades de cobertura de la tierra**

Metodología para la Identificación de Unidades de Cobertura de la Tierra

El insumo primordial sobre el cual se basa la toma de decisiones dentro de las diferentes etapas de planeación del proyecto es el producto interpretativo o la identificación de las unidades de cobertura de la tierra. La identificación permite entre otros objetivos entender cuál es el uso actual que tiene la zona a intervenir y de manera inicial determinar el impacto del proyecto. El proceso de fotointerpretación se realizó conforme a la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia del (IDEAM, 2010) surtiendo dos fases a saber:

Fase previa

Para la fase de interpretación se usaron fuentes de Imágenes satelitales detallados en la Tabla 3-1.

El proceso de interpretación para la definición de las unidades de cobertura fue de tipo supervisada, a escala 1:25.000 a partir de la cual se definieron las coberturas vegetales existentes en el área de estudio. En la Figura 3-1, se observa el cubrimiento de las imágenes usadas en el área de estudio.

Tabla 3-1 Caracterización de los insumos utilizados para el proceso de interpretación de coberturas

Tipo de imagen	Resolución espacial	Resolución radiométrica	Resolución espectral	Año
PLEIADES	0,5 metros	16 bits/pixel	4	2015

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Área mínima cartografiable

El principio del área mínima cartografiable permite lograr coherencia en la representación espacial y eficiencia en la lectura y utilidad del mapa en formato impreso. Este principio indica que a partir de determinada área espacial, los polígonos y sus correspondientes contenidos deben ser generalizados, de lo contrario dificultarían la distinción por parte del usuario cuando se lea en formato análogo (Salitchev 1979).

En Colombia, para cartografía temática de cobertura de la tierra se tiene como marco de referencia los lineamientos establecidos en la leyenda nacional de coberturas de la tierra a través de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000 por el IDEAM, 2010 las cuales se relacionan en la Tabla 3-2 para cartografía a 1:25.000.

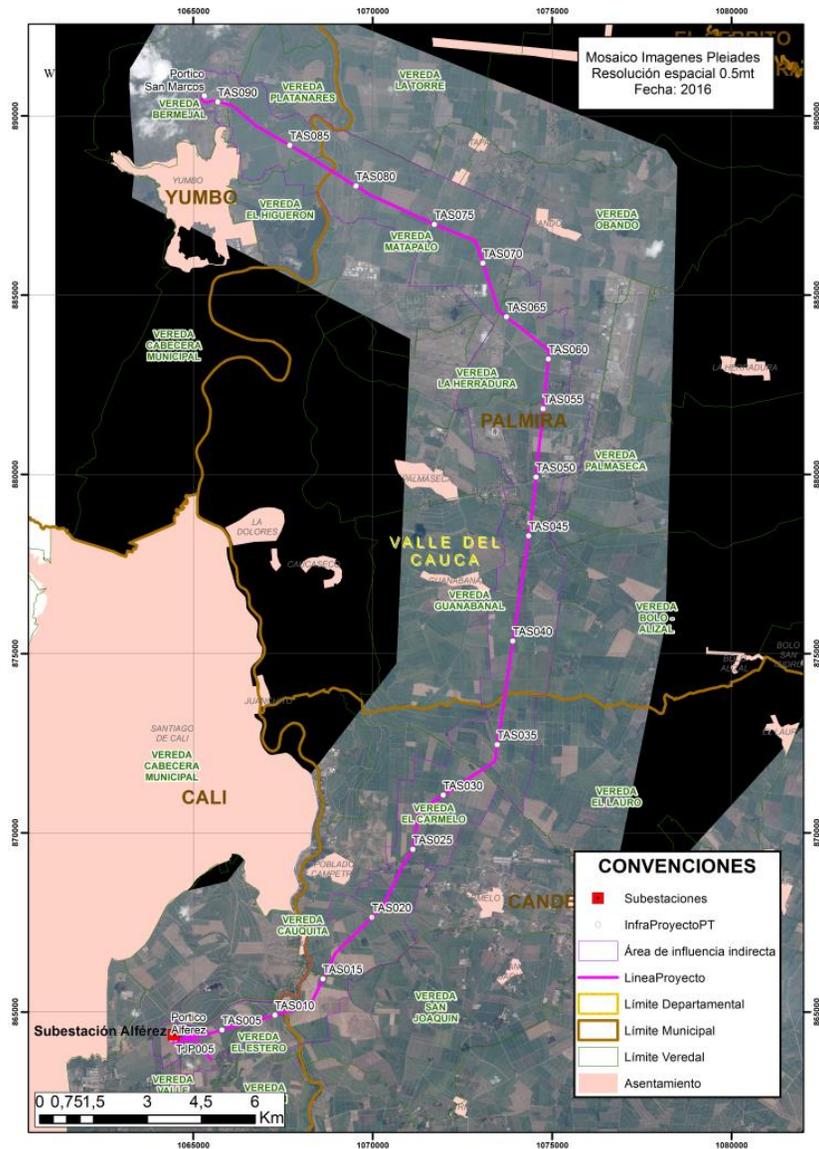
La calidad de las imágenes utilizadas para la interpretación de las coberturas permitió un alto nivel de detalle, logrando clasificar con mayor precisión las coberturas de bosques de galería, de esta forma se atendió lo establecido por la autoridad ambiental mediante el Auto 1353 del 20 de abril del 2017, en el cual restringe la afectación a estas coberturas.

Tabla 3-2 Área mínima cartografiable utilizada en mapas de Coberturas de la Tierra en Colombia

Escala	Territorios Artificializados (ha)	Territorios Naturales y Seminaturales (Área ha)	Elementos Lineales (Ancho m)
1:25.000	1	6,25	25

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Figura 3-1 Cubrimiento de las imágenes en el proceso de fotointerpretación



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Fases de campo

Durante esta fase se realizó el recorrido en campo a lo largo del área de influencia del Proyecto, con el fin de realizar la verificación de las coberturas identificadas en la fase previa del proceso. De acuerdo con la información colectada en campo se realizó la versión definitiva de las unidades de cobertura presentes en el área de influencia indirecta (AII) a escala 1:25.000, se realiza una descripción de cada una de las unidades de cobertura de la tierra localizadas en las áreas de influencia del proyecto.

- **Zonas de vida**

Las zonas de vida constituyen la primera categoría de la clasificación ambiental, que para el caso de este proyecto se identificaron siguiendo la metodología planteada por Holdridge, quien propone como punto de partida para identificarlas un sistema basado en dos variables independientes temperatura (°C) y precipitación (mm) y una dependiente evapotranspiración potencial (mm).

Las zonas de vida permiten realizar comparaciones a nivel general, sin embargo, su alcance es reducido, razón por la cual para realizar estudios más específicos se necesitan incluir sistemas de clasificación que involucren factores ambientales de segundo orden como suelos, drenaje, topografía, vientos y patrones de distribución (Crivelli & Dzendoletas, 2002).

El sistema de clasificación de Holdridge diferencia las áreas terrestres por su comportamiento global bio-climático. El sistema utiliza el concepto de zona de vida el cual se define como un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, las cuales tomando en cuenta las asociaciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo (Espinal, 1992). Recurre a 4 ejes, Bio-temperatura, precipitación, piso altitudinal y región latitudinal, para definir 30 provincias de humedad.

Bajo el sistema de clasificación de Holdridge en el área de estudio se presentan tres (3) zonas de vida, cuyos parámetros bioclimáticos, áreas y representatividad se presentan en la Tabla 3-3.

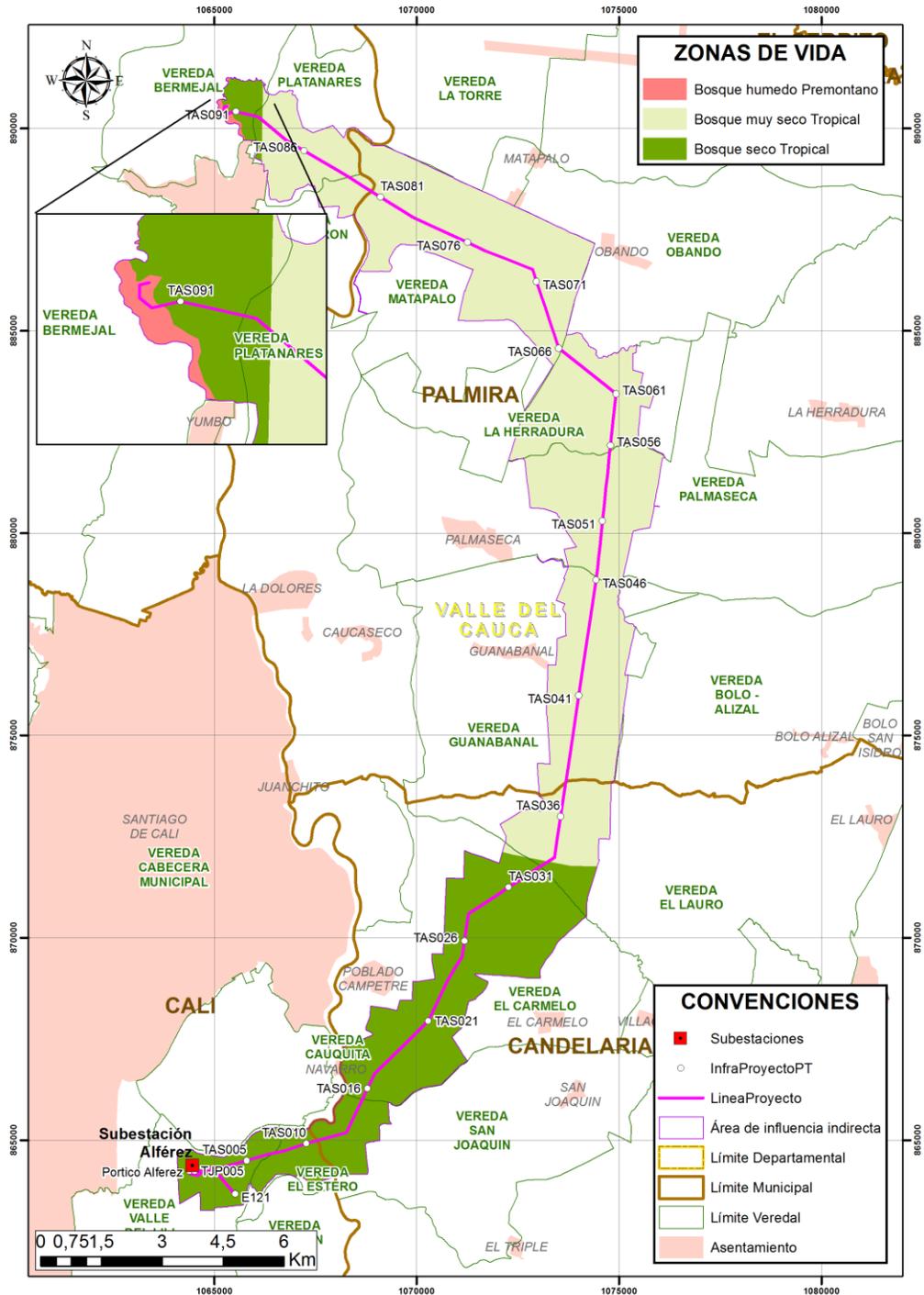
Tabla 3-3 Zonas de vida presentes en el área de influencia indirecta (All)

Nombre	Símbolo	Altitud (m.s.n.m)	Biotemperatura (°C)	Precipitación (mm.)	Área (ha)	Área (%)
Bosque húmedo Premontano	bh-PM	1.000 - 2.000	18 - 24	1.000-2.000	17,50	0,24
Bosque muy seco Tropical	bms-T	0 – 1.000	>24	500-1.000	4.764,19	66,21
Bosque seco Tropical	bs-T	0 – 1.000	>24	1.000-2.000	2.413,49	33,54
TOTAL					7.195,19	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En la **Figura 3-2** se puede observar la distribución espacial de zonas de vida en el área de influencia indirecta del proyecto.

Figura 3-2 Distribución de zonas de vida en el AII



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

- **Provincias y Distritos biogeográficos**

La biogeografía entendida como la ciencia que estudia la distribución de los seres vivos en la tierra y los procesos que han originado esa distribución como resultado de la evolución biológica, los cambios climáticos y la orogénesis entre otros, se ha convertido en un marco esencial para entender los patrones de distribución de las especies. Los patrones de distribución están relacionados con el medio abiótico donde las especies desarrollan sus ciclos vitales y los centros de origen de grupos de plantas y animales. (IDEAM, 2011).

Basado en lo anterior, la clasificación de Unidades Biogeográficas de Colombia propuesta (Hernández Camacho, et al, 1992), señala que el área de influencia indirecta se encuentra sobre la **Provincia biogeográfica Norandina**, como se puede observar en la Tabla 3-4. Los distritos presentes en el área de estudio son NorAndina Valle_Cauca Zonobioma alternohigrico y/o subxerofit que ocupa la mayor parte con 6.280,83 ha (87,29%), seguida de NorAndina Valle_Cauca Helobiomias del Valle del Cauca con 882,27 ha (12,26%) y posteriormente NorAndina Montano_Valle_CaOrobiomas bajos de los Andes que se encuentra en el área de estudio solo con 32,10 ha (0,45%).

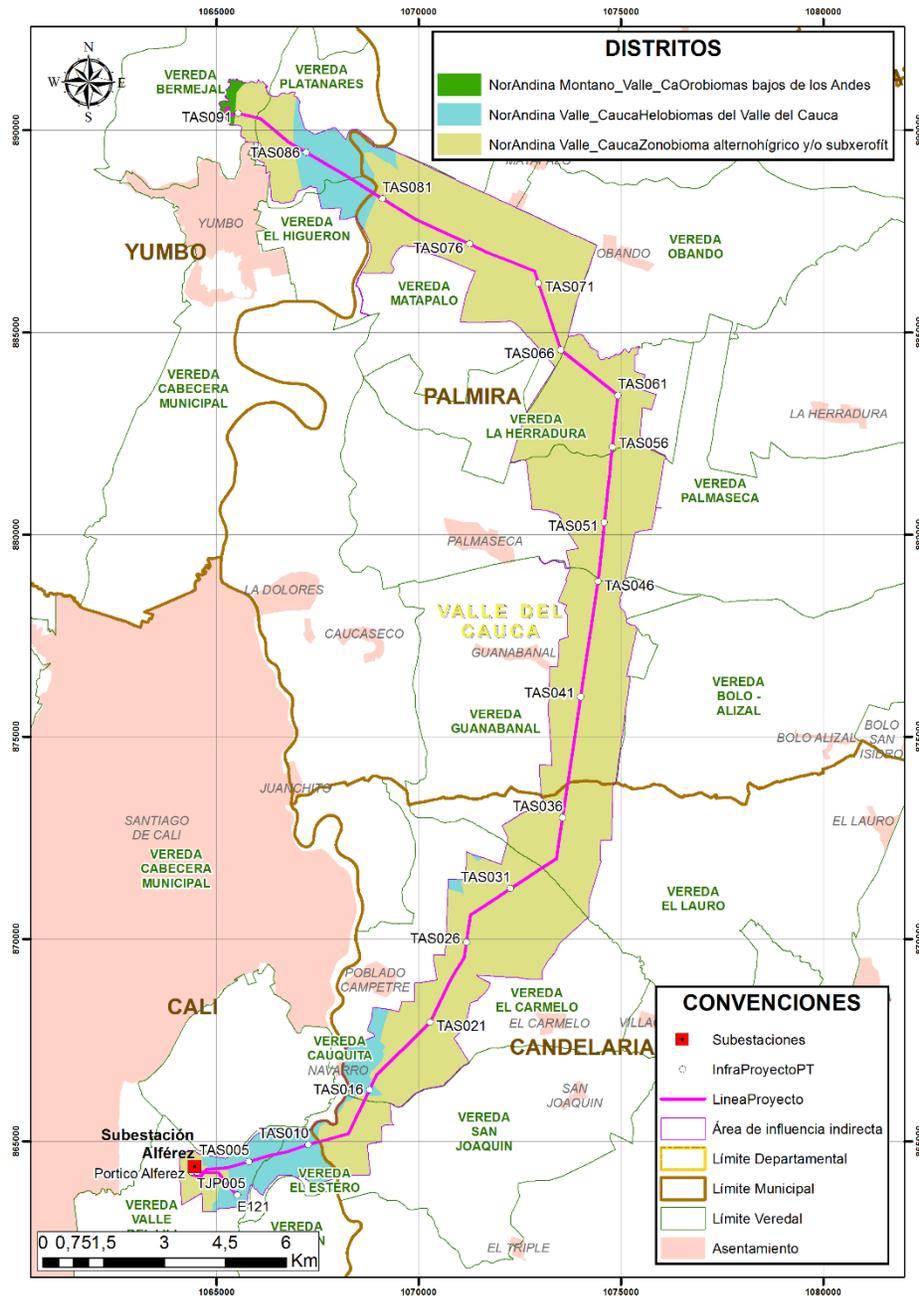
Tabla 3-4 Provincias y distritos biogeográficos presentes en el AI

Provincia	Distrito	Área (ha)	Área (%)
IX-Norandina	NorAndina Montano_Valle_CaOrobiomas bajos de los Andes	32,10	0,45
IX-Norandina	NorAndina Valle_Cauca Helobiomias del Valle del Cauca	882,27	12,26
IX-Norandina	NorAndina Valle_Cauca Zonobioma alternohigrico y/o subxerofit	6.280,83	87,29
TOTAL		7.195,19	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En la Figura 3-3 se observa la distribución de los distritos biogeográficos en el área de influencia indirecta.

Figura 3-3 Distribución de distritos biogeográficos en el AI



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Continuando con la clasificación de Unidades Biogeográficas de Colombia propuesta (Hernández Camacho, et al, 1992), señala que el área de influencia directa se encuentra sobre la **Provincia biogeográfica Norandina**, como se puede observar en la **Tabla 3-32**. Los distritos presentes en el área de estudio son NorAndina Valle_CaucaZonobioma alternohigrico y/o subxerofit que ocupa la mayor parte con 243,44 ha (84,60%), seguida de NorAndina Valle_CaucaHelobios del Valle del Cauca con 41,57 ha (14,45%) y

posteriormente NorAndina Montano_Valle_CaOrobiomas bajos de los Andes con 2,75 ha (0,96%).

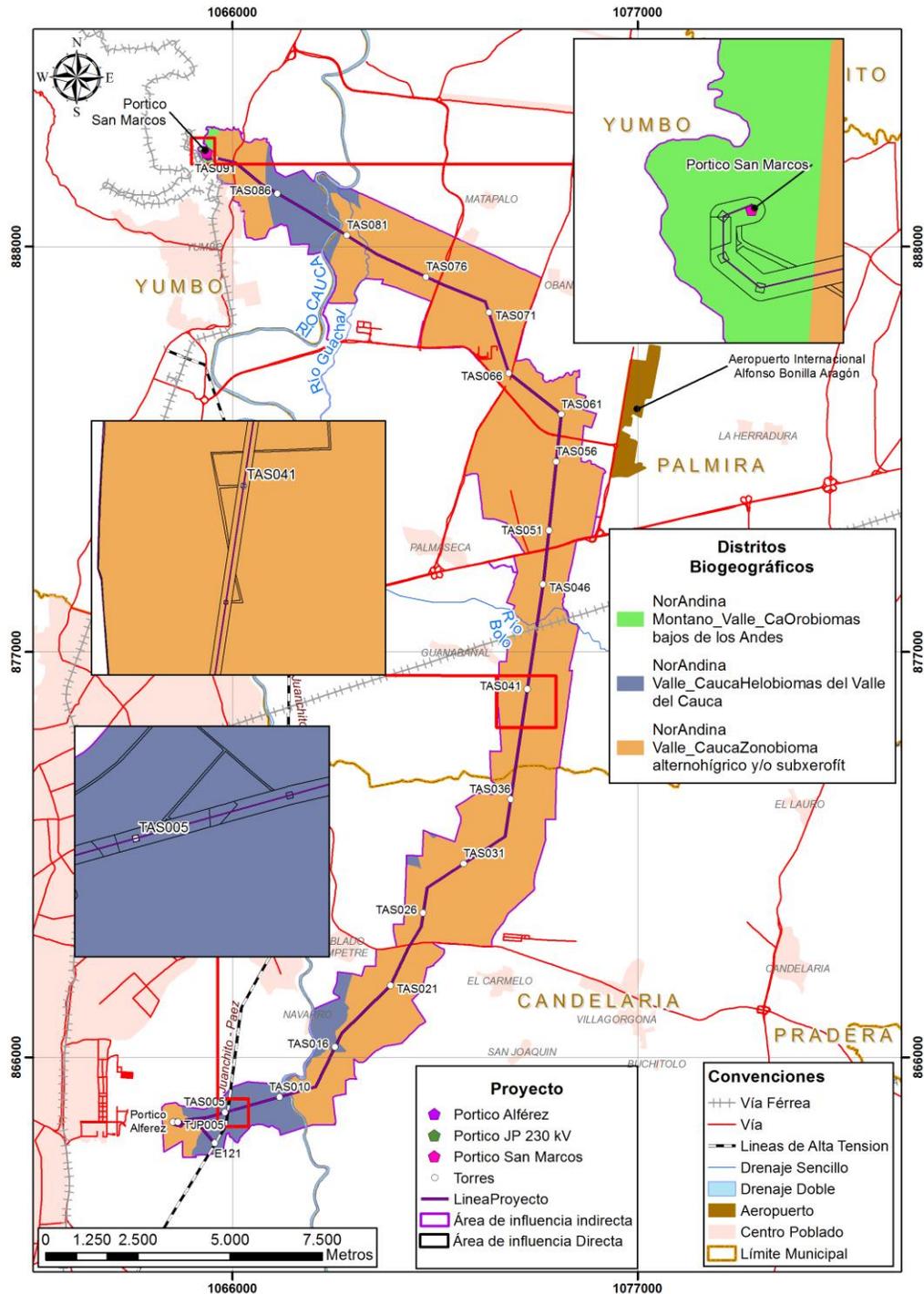
Tabla 3-32 Provincias y distritos biogeográficos presentes en el área de influencia directa (AID)

Provincia	Distrito	Área (ha)	Área (%)
IX-Norandina	NorAndina Montano_Valle_CaOrobiomas bajos de los Andes	2,75	0,96
IX-Norandina	NorAndina Valle_CaucaHelobiomas del Valle del Cauca	41,57	14,45
IX-Norandina	NorAndina Valle_CaucaZonobioma alternohígrico y/o subxerofít	243,44	84,60
TOTAL		287,76	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En la **Figura 3-4** se observa la distribución de los distritos biogeográficos en el área de influencia directa.

Figura 3-4 Distribución de distritos biogeográficos en el AID



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

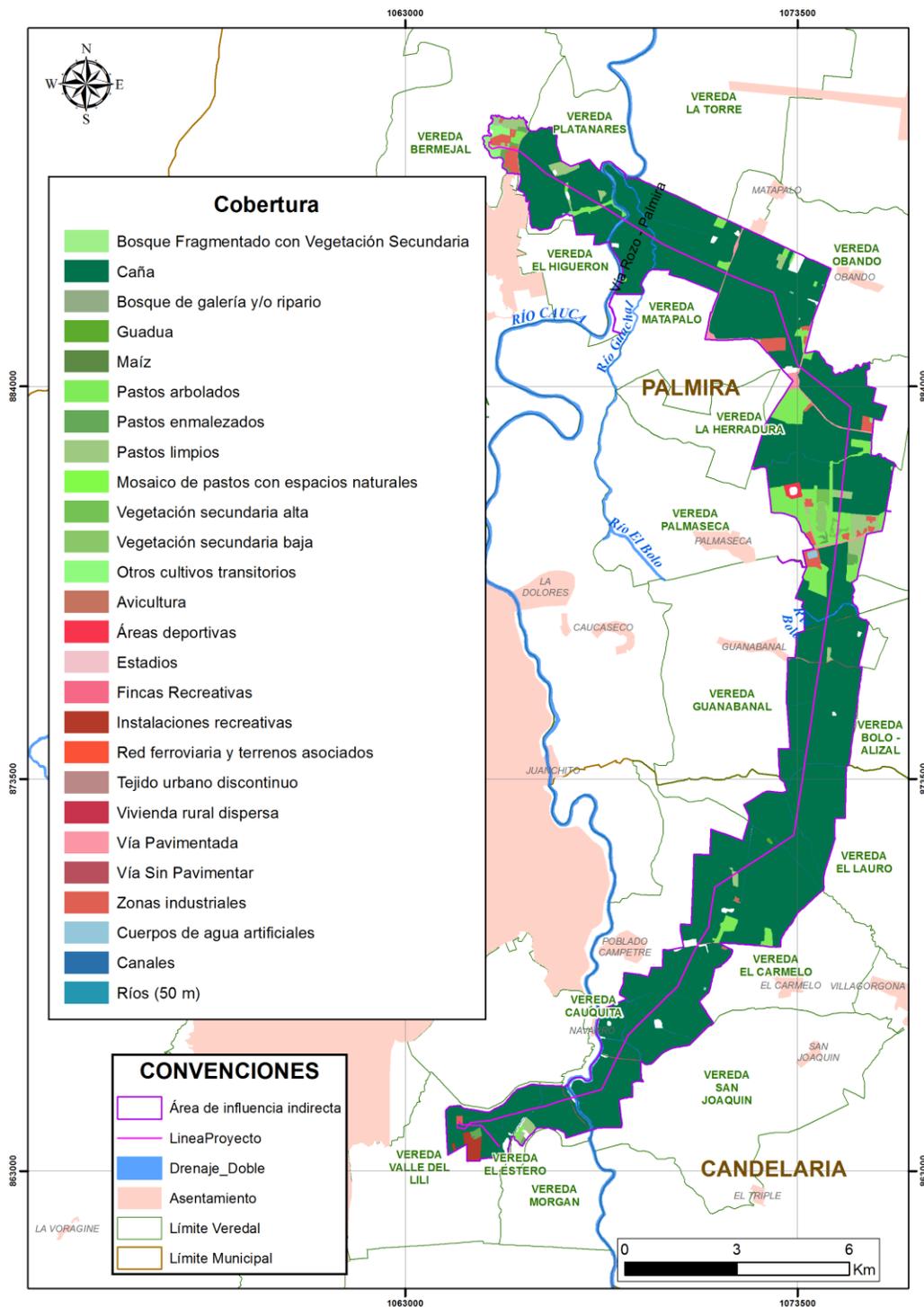
- **Resultados y análisis de cobertura de la tierra en el área de influencia indirecta (AII)**

El área de influencia indirecta (AII) comprende **7195.19ha**; a continuación se identifican los 28 tipos de coberturas de la tierra derivadas del proceso de interpretación de imágenes (**Tabla 3-5**) de acuerdo a la metodología de Corine Land Cover del IDEAM, 2010 así mismo se complementa su descripción y características funcionales.

Según los resultados obtenidos, la unidad de cobertura correspondiente a caña (2.2.1.2) predomina en el área de influencia indirecta (AII) con el **85,24% de la superficie**; sigue la **cobertura de pastos arbolados (2.3.2) con el 5,57%**; luego la **cobertura de pastos limpios (2.3.1) con 1,99%** y finalmente la **cobertura zonas industriales (1.2.1.1) con 1,61%**.

En la **Figura 3-5** se aprecian igualmente las coberturas de la tierra identificadas en el área de influencia indirecta con su respectiva leyenda.

Figura 3-5 Coberturas de la tierra identificadas en la AI



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

La **Tabla 3-5** detalla en su estructura jerárquica, los porcentajes y la distribución de las coberturas sobre el área de influencia indirecta (AI).

Tabla 3-5 Unidad de cobertura de la tierra en el AI

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	NIVEL V	NIVEL VI	Área (Ha)	Área (%)		
1. TERRITORIO ARTIFICIALIZADOS	1.1 Zonas urbanizadas	1.1.2. Tejido urbano discontinuo				1,90	0,03		
			1.1.3.1. Vivienda Rural Dispersa			31,86	0,44		
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1.2.1.1. Zonas industriales				116,06	1,61	
				1.2.1.1.1. Agroindustrial	1.2.1.1.1.2. Avicultura		4,61	0,06	
			1.2.2.1. Red vial y terrenos asociados	1.2.2.1.1. Red vial	1.2.2.1.1.1. Vía pavimentada			70,39	0,98
					1.2.2.1.1.2. Vía sin pavimentar			12,31	0,17
					1.2.2.2. Red ferroviaria y terrenos asociados			1,25	0,02
	1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.2. Instalaciones recreativas	1.4.2.2. Áreas deportivas				29,86	0,41	
				1.4.2.2.2. Estadio			12,58	0,17	
			1.4.2.3. Áreas turísticas	1.4.2.3.2. Fincas recreativas				4,09	0,06
							1,52	0,02	
2. TERRITORIO AGRÍCOLA	2.1. Cultivos transitorios	2.1.1. Otros Cultivos Transitorios y terreno en preparación	2.1.1.1. Otros cultivos transitorios			27,38	0,38		
		2.1.2. Cereales	2.1.2.2. Maíz			13,79	0,19		
	2.2. Cultivos permanentes	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.2.1.2. Caña			6133,07	85,24		
	2.3. Pasto	2.3.1. Pastos limpios				142,85	1,99		
		2.3.2. Pastos arbolados				400,65	5,57		
		2.3.3. Pastos enmalezados o enrastrados				38,11	0,53		
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos				2,50	0,03		
		2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos				3,86	0,05		
		2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales				4,92	0,07		

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	NIVEL V	NIVEL VI	Área (Ha)	Área (%)	
3. BOSQUE DE ÁREA SEMI NATURAL	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque Denso	3.1.1.2. Bosque Denso Bajo	3.1.1.2.1. Bosque Denso Bajo de Tierra Firme	3.1.1.2.1.1. Guadua	1,60	0,02	
		3.1.3 Bosque fragmentado	3.1.3.2 Bosque fragmentado con vegetación secundaria			6,59	0,09	
		3.1.4. Bosque de galería y ripario				9,12	0,13	
	3.2. Áreas con Vegetación Herbácea o Arbustiva	3.2.3 Vegetación secundaria o en transición	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta				20,35	0,28
			3.2.3.2. Vegetación secundaria baja				18,93	0,26
	5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)				42,42	0,59
5.1.3. Canales						33,53	0,47	
5.1.4. Cuerpos de agua artificial						9,09	0,13	
TOTAL						7.195,19	100	

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En los siguientes apartes se describe cada cobertura, relacionada en su orden según la **Tabla 3-5**. En las tablas específicas de cada cobertura se consigna el área de participación dentro de cada municipio y el total dentro del área de influencia indirecta (AII). El porcentaje relacionado es sobre la participación dentro de los municipios.

Territorios artificializados

Tejido urbano discontinuo (1.1.2)

Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto de área está cubierta por vegetación (IDEAM, 2010).

Esta cobertura se encuentra conformada por la infraestructura de las áreas de la cabecera municipal del municipio de Palmira, en el Dpto. del Valle del Cauca. La infraestructura física son áreas compuestas por viviendas e infraestructura vial que conecta con el centro poblado. Descriptivamente en estas áreas existen áreas inmersas no artificiales como áreas

verdes pero que no superan el 20% del área física. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno así mismo el suelo desnudo representa una baja proporción del área del tejido urbano. La superficie de la unidad debe ser superior a cinco hectáreas. (IDEAM, 2010).

Esta cobertura cubre el 0,03 % del área de influencia indirecta alcanzando 1,9 ha de extensión, tal y como se observa en la Tabla 3-6 y en la Fotografía 3.3.1-1.

Tabla 3-6 Presencia de tejido urbano discontinuo en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Palmira	1,90	0,03
TOTAL		1,90	0,03

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Fotografía 3.3.1-1 Tejido urbano discontinuo, cabecera municipal de Palmira



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

□ **Vivienda rural dispersa (1.1.3.1)**

La vivienda rural dispersa, son aquellas que se encuentran separadas unas de otras por áreas cultivadas, prados, bosques, potreros, caminos, etc., caracterizadas por la disposición dispersa de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ella. No cuenta con trazado o nomenclatura de calles, carreteras, etc., y tampoco dispone por lo general de servicios públicos y otro tipo de facilidades propias de las áreas urbanas (DANE).

En el área de influencia indirecta (AII) se encuentra esta cobertura representada con el 0,44% del total, distribuidos en 31,86 ha; en la Tabla 3-7 se presenta su especialización dentro de los municipios en los que se distribuye, presentándose en mayor proporción en el municipio de Palmira (48.61%).

Tabla 3-7 Presencia de vivienda rural dispersa en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Candelaria	11,85	37,20
	Palmira	15,48	48,61
	Yumbo	4,52	14,19

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
TOTAL		31,86	100,00

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

La Fotografía 3.3.1-2, muestra un conjunto de viviendas ligeramente dispersas que en éste caso se encuentran asociadas con las vías de acceso a los predios.

Fotografía 3.3.1-2 Vivienda rural dispersa en el All, municipio de Candelaria.



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

□ **Zonas Industriales (1.2.1.1)**

Son las áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales o industriales (IDEAM, 2010).

En el área de estudio se encuentran este tipo de obras referenciado con la Zona franca del Pacífico, ingenios azucareros y zonas agroindustriales como ITALCOL (Ver Fotografía 3.3.1-3). En el área de influencia indirecta (All) se encuentra esta cobertura con el 1,65% del total, distribuidos en 115,53 ha. En la Tabla 3-8 se presenta la distribución de esta cobertura en los municipios del All.

Tabla 3-8 Zonas industriales en la All

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Cali	3,78	3,27
	Palmira	74,60	64,57
	Yumbo	37,15	32,16
TOTAL		115,53	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Fotografía 3.3.1-3 Zona industrial, agroindustria Itacol, municipio de Palmira.



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

□ **Avicultura (1.2.1.1.2)**

La palabra “avicultura”, designa genéricamente a toda actividad relacionada con la cría y el cuidado de las aves, como así también el desarrollo de su explotación comercial, es por eso que en la leyenda de cobertura de la tierra, se clasifica dentro de las zonas industriales o comerciales, presentando un área de ocupación de 4,61 ha que representa el 0,06% del total del AII. Esta cobertura se encuentra localizada en los municipios de Candelaria y Yumbo, como se detalla en la Tabla 3-9 y Fotografía 3.3.1-4.

Tabla 3-9 Presencia de la avicultura en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Candelaria	3,03	65,72
	Yumbo	1,58	34,28
TOTAL		4,61	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Fotografía 3.3.1-4 Presencia de la avicultura, municipio de Candelaria.



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

□ **Vías Pavimentadas (1.2.2.1.1.1)**

Infraestructuras de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas; se incluye la infraestructura conexas y las instalaciones asociadas tales como: estaciones de servicios, andenes, terraplenes y áreas verdes. La superficie debe ser mayor a cinco hectáreas y el ancho de la vía debe ser superior a 50 metros.

El área que ocupa esta cobertura dentro del área de influencia indirecta (AII) es **de 70,39 ha que corresponden al 0,98%** del total del área, y se encuentra en los municipios de Candelaria, Palmira, y Yumbo como se ve en la Tabla 3-10. En la Fotografía 3.3.1-5 se observa esta cobertura en el municipio de Palmira.

Tabla 3-10 Presencia de vías pavimentadas y vías sin pavimentar en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	% Área
Valle del Cauca	Candelaria	3,01	4,27
	Palmira	64,69	91,90
	Yumbo	2,70	3,83
TOTAL		70,39	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Fotografía 3.3.1-5 Presencia de vías pavimentadas, municipio de Palmira



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

□ **Vías sin pavimentar (1.2.2.1.1.2)**

Infraestructuras de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas; se incluye la infraestructura conexas y las instalaciones asociadas tales como: estaciones de servicios, andenes, terraplenes y áreas verdes. La superficie debe ser mayor a cinco hectáreas y el ancho de la vía debe ser superior a 50 metros.

El área que ocupa esta cobertura dentro del área de influencia indirecta (AII) es **de 12,31 ha que corresponden al 0,17%** del total del área, y se encuentra en los municipios de Cali, Candelaria, y Palmira, como se ve en la Tabla 3-11. En la Fotografía 3.3.1-6 se observa esta cobertura en el municipio de Palmira.

Tabla 3-11 Presencia de vías pavimentadas y vías sin pavimentar en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	% Área
Valle del Cauca	Cali	2,56	20,81
	Candelaria	5,71	46,41
	Palmira	4,03	32,78
TOTAL		12,31	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Fotografía 3.3.1-6 Presencia de vías sin pavimentar, municipio de Palmira



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

□ **Red ferroviaria y terrenos asociados (1.2.2.2)**

Áreas cubiertas por la infraestructura férrea, tales como vías, intercambiadores y estaciones de abordaje. Incluye las áreas asociadas como zonas verdes y zonas de establecimiento conexas con las estaciones (IDEAM, 2010).

En el área de influencia indirecta (AII) presenta una ocupación de 1,25 ha, equivalente al 0,02% del área total, ubicada en el municipio de Palmira y atraviesa las veredas Bolo-alizal y Guanabanal como se observa en la Tabla 3-12 y en la Fotografía 3.3.1-7.

Tabla 3-12 Presencia de la Red ferroviaria y terrenos asociados en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Palmira	1,25	100
TOTAL		1,25	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Fotografía 3.3.1-7 Presencia de la Red ferroviaria y terrenos asociados, municipio de Palmira.



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

□ **Áreas deportivas (1.4.2.2)**

Son los terrenos dedicados a las actividades de camping, deporte, parques de atracción, golf, hipódromos y otras actividades de recreación y esparcimiento, incluyendo los parques habilitados para esparcimiento, no incluidos dentro del tejido urbano (IDEAM, 2010).

Esta cobertura en el área de influencia indirecta están compuestas por la cobertura Áreas Deportivas (1.4.2.2) y Estadio (1.4.2.2.2), cuenta con una superficie total de **12,58 ha, como se observa en la Tabla 3-13 y representa un porcentaje de 0,17%** del total. Esta cobertura se presenta en el municipio de Palmira incluyendo al Estadio Palmaseca, como se observa en la Fotografía 3.3.1-8.

Tabla 3-13 Presencia de áreas deportivas en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Palmira	12.58	100
TOTAL		12.58	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Fotografía 3.3.1-8 Áreas deportivas, municipio de Palmira



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Fincas recreativas (1.4.2.3.2)

Las fincas son sistemas con diferentes recursos, procesos y componentes de producción que los agricultores individuales o colectivamente, combinan para formar subsistemas. Estos convierten recursos en productos y productos en recursos mediante la asignación sistemática de recursos, la recolección sistemática de productos y el intercambio igualmente sistemático de ambos dentro del contexto socioeconómico del sistema de tal manera que este se sostiene como un todo (Har, 1990); citado por (Perilla & Muñoz, 2015)

En el AII, se localiza esta cobertura vegetal en el municipio de Candelaria, Valle del Cauca, como sitio turístico y presenta un área de 1,52 ha que representa el 0,02% del total del AII, como se observa en la Fotografía 3.3.1-9 y Tabla 3-14.

Tabla 3-14 Presencia de Fincas recreativas en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del cauca	Candelaria	1,52	100
TOTAL		1,52	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Fotografía 3.3.1-9 Fincas recreativas, municipio de Candelaria.



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Territorios agrícolas

Otros cultivos transitorios (2.1.1.1)

Comprende las áreas ocupadas con cultivos, cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, llegando incluso a ser de solo unos pocos meses, como por ejemplo cultivos de fresa, flores no confinadas en invernaderos y forraje o cultivos transitorios que representen más del 75% del área de la unidad.

Este tipo de cobertura tiene una ocupación en el área de influencia indirecta (AII) de 27,38 ha, correspondiente al 0,38%. En la Tabla 3-15 se muestra la presencia de esta cobertura en el municipio de Yumbo.

Tabla 3-15 Presencia de otros cultivos transitorios en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Yumbo	27,38	100
TOTAL		27,38	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En la Figura 3-10 se muestra las áreas con cultivos transitorios que por su baja temporalidad no predominan en el área de estudio.

Fotografía 3.3.1-10 Otros cultivos transitorios, municipio de Yumbo



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

□ **Maíz (2.1.2.2)**

Son tierras que presentan una cobertura vegetal compuesta por plantas herbáceas de la familia de las gramíneas, de altura muy variable (entre 60 cm a 3 m), hojas grandes, alternas y lineares, tallos rectos y flores agrupadas en panícula las masculinas y en espigas las femeninas (IDEAM, 2010). En el AII de estudio, se ubica este cultivo en el municipio de Palmira en un área de 13,79 ha que representan el 0,20% del área total (Ver Tabla 3-16).

Tabla 3-16 Presencia de cultivo de maíz en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Palmira	13,79	100
TOTAL		13,79	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

La Fotografía 3.3.1-11 muestra esta cobertura en el área de influencia indirecta.

Fotografía 3.3.1-11 Cultivo de maíz, municipio de Palmira



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

□ **Caña (2.2.1.2)**

Cobertura compuesta principalmente por cultivos permanentes de hábito herbáceo principalmente por cultivo de caña (*Saccharum officinarum* L), Dentro de esta, se diferenciaron dos tipos de acuerdo con su destino final: la caña de azúcar y la caña panelera; puede estar presente en grandes o pequeñas extensiones de acuerdo con la zona geográfica y el producto final de comercialización. En la Fotografía 3.3.1-12 se muestra el cultivo de caña en el municipio de Palmira.

A continuación, en la Tabla 3-17, se detalla su distribución dentro de los municipios de Cali, Candelaria, Palmira y Yumbo. La caña es la cobertura que mayor extensión presenta en el All, con 6.133,07 ha, el cual corresponde al 85,24% del área total del All.

Tabla 3-17 Presencia de cultivo de caña en el All

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Cali	370,11	6,03
	Candelaria	2.146,85	35
	Palmira	3.152,33	51,40
	Yumbo	463,78	7,56
TOTAL		6.133,07	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Fotografía 3.3.1-12 Cultivo de caña, municipio de Palmira



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

- Pastos (2.3)**
- Pastos limpios (2.3.1)**

Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encallamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizado impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas (IDEAM, 2010).

El área destinada de en área de influencia indirecta (AII) de 157,14 ha y porcentaje de 2,24%. En el área de influencia indirecta esta cobertura se presentan en cuatro (4) municipios del Valle del Cauca, el municipio que más cobertura presenta es Palmira, con **72,97 ha, que representan el 51,08%** del área total de la cobertura, en la Tabla 3-18 se muestra el área de la cobertura en cada municipio.

Tabla 3-18 Presencia de pastos limpios en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Cali	13,05	9,13
	Candelaria	6,52	4,57
	Palmira	72,97	51,08
	Yumbo	50,31	35,22
TOTAL		142,85	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

En la Fotografía 3.3.1-13 se muestra la cobertura pastos limpios en el municipio de Palmira.

Fotografía 3.3.1-13 Pastos limpios, municipio de Palmira



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

□ **Pastos arbolados (2.3.2)**

Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos ya sea con algún tipo de manejo incipiente o ausencia de estos y en las cuales se han estructurado áreas denominadas “potreros” con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad de pastos (IDEAM, 2010).

En el área de influencia indirecta (AII) esta cobertura se localiza sobre cuatro (4) municipios del departamento del Valle del Cauca con un área de ocupación de **400,65 ha, y un porcentaje de 5,57%**. En la Tabla 3-19 se detallan los municipios que poseen la cobertura de pastos arbolados y su participación dentro de la misma.

Tabla 3-19 Presencia de pastos arbolados en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Cali	4,53	1,13
	Candelaria	30,44	7,60
	Palmira	338,77	84,55
	Yumbo	26,91	6,72
TOTAL		400,65	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

La Fotografía 3.3.1-14 muestra la cobertura de pastos arbolados en el municipio de Candelaria.

Fotografía 3.3.1-14 Pastos arbolados, municipio de Candelaria



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

□ **Pastos enmalezados o enrastrados (2.3.3)**

Son las coberturas representadas por tierras con gramíneas introducidas combinadas con malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria con estadios un poco más avanzados que en la anterior, esto se debe principalmente a la ausencia general por periodos de tiempo largos de las prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos recurrentes de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m. (IDEAM, 2010)

En otros casos son gramíneas naturales y/o introducidas con presencia de rastrojos generalmente inducidas por periodos de descanso no muy largos. La presencia de malezas está básicamente dada por especies invasoras de porte bajo. Puede decirse que es la etapa inicial de la vegetación secundaria, sin embargo, muchas de estas áreas pasan nuevamente a ser mecanizadas y por ende suceden los pastos limpios en tiempos relativamente cortos, es por esto que como se dijo anteriormente las coberturas que cuentan en su matriz con la presencia de gramíneas son siempre las más dinámicas desde el punto de vista de cambio de sus atributos.

Existen en el área de influencia indirecta (All) 38.11 ha, para un porcentaje de 0,53% en pastos enmalezados. Este tipo de cobertura es transicional y está en constante cambio en el territorio, ya que son los estados iniciales de áreas en recuperación. En la Tabla 3-20 se observa la distribución de esta cobertura sobre los municipios.

Tabla 3-20 Presencia de pastos enmalezados en el All

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Cali	9,51	24,96
	Palmira	15,01	39,39
	Yumbo	13,59	35,66
TOTAL		38,11	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Esta cobertura es un indicador de labores para introducción de pasturas para ganadería en el área de estudio ya que se deriva de pastos manejados que han sido abandonados por largos periodos de tiempo. Ver Fotografía 3.3.1-15

Fotografía 3.3.1-15 Pastos enmalezados o enrastrujados, municipio de Yumbo



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Áreas Agrícolas Heterogéneas (2.4)

Mosaico de cultivos (2.4.1)

Incluyen las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual (IDEAM, 2010).

Dentro del área de influencia indirecta (AII) tiene una ocupación de 2,50 ha y un porcentaje de participación de 0,03 %, se encuentra presente en el municipio de Cali, como se observa en la Tabla 3-21.

Tabla 3-21 Presencia de mosaico de cultivos en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Cali	2,50	100
TOTAL		2,50	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

En la Fotografía 3.3.1-16 se muestra la cobertura de mosaico de cultivos en el municipio de Cali.

Fotografía 3.3.1-16 Mosaico de cultivos, municipio de Cali



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

□ **Mosaico de pastos y cultivos (2.4.2)**

Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 6.25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.

Dentro del área de influencia indirecta (All) tiene una ocupación de 3,86 ha y un porcentaje de participación de 0,05 %, se encuentra presente en el municipio de Cali, (Ver Tabla 3-22).

Tabla 3-22 Presencia de mosaico de pastos y cultivos en el All

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Cali	3,86	100
TOTAL		3,86	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

En la Fotografía 3.3.1-17 se muestra la cobertura de mosaico de pastos y cultivos en el municipio de Cali.

Fotografía 3.3.1-17 Mosaico de pastos y cultivos, municipio de Cali



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

□ **Mosaico de cultivos con espacios naturales (2.4.5)**

Corresponde a las superficies ocupadas principalmente por cultivos en combinación con espacios naturales, donde el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. En esta unidad, los espacios naturales se presentan como pequeños parches o relictos que se distribuyen en forma irregular y heterogénea, a veces entremezclada con las áreas de cultivos, dificultando su diferenciación. (IDEAM, 2010).

Dentro del área de influencia indirecta (All) tiene una ocupación de 4,92 ha y un porcentaje de participación de 0,07 %, se encuentra presente en el municipio de Cali, (Ver Tabla 3-23).

Tabla 3-23 Presencia de mosaico de cultivos con espacios naturales en el All

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Cali	4,92	100
TOTAL		4,92	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

En la Fotografía 3.3.1-18 se muestra la cobertura de mosaico de cultivos con espacios naturales en el municipio de Cali.

Fotografía 3.3.1-18 Mosaico de cultivos con espacios naturales, municipio de Cali



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Bosques y áreas Seminaturales

□ **Guadual (3.1.1.2.1.1)**

La Guadua es un bambú espinoso perteneciente a la Familia Poacecae, a la sub-familia Bambusoideae y a la tribu Bambuseae. Entiéndase como guadual natural a aquella masa boscosa que se da espontáneamente con poder regenerativo, y que generalmente conforma manchas casi homogéneas en el estrato superior o dominante y con estratos inferiores conformados por flora nativa, constitutivas de bosques protectores (CRQ, CORTOLIMA, CVC, CARDER, & CORPOCALDAS., 2008).

El área de influencia indirecta (All) ocupa un área de 1,60 ha, equivalente al 0,02% del área total de la cobertura en el All, (Ver Tabla 3-24). En la Fotografía 3.3.1-19 se presenta esta cobertura en el municipio de Candelaria,

Tabla 3-24 Presencia de Guadual en el All

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Candelaria	1,60	100
TOTAL		1,60	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Fotografía 3.3.1-19 Guadual, municipio de Candelaria



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

□ **Bosque fragmentado con vegetación secundaria (3.1.3.2)**

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se presentó intervención humana y recuperación del bosque, de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de vegetación secundaria, las cuales se observan como parches de variadas formas que se distribuyen de forma irregular en la matriz del bosque. Su origen es debido al abandono de áreas de pastos y cultivos, donde ocurre un proceso de regeneración natural del bosque en los primeros estados de sucesión vegetal. Los parches de intervención deben representar entre 5% y 50% del área total de la unidad. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250 metros (IDEAM, 2010).

El área de influencia indirecta (All) ocupa un área de 6,59 ha, equivalente al 0,09% del área total de la cobertura (Ver Tabla 3-25). En la Fotografía 3.3.1-20 se presenta esta cobertura en el municipio de Candelaria.

Tabla 3-25 Presencia de Bosque fragmentado con vegetación secundaria en el All

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Candelaria	6,59	100
TOTAL		6,59	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Fotografía 3.3.1-20 Bosque fragmentado con vegetación secundaria, Municipio de Candelaria



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

□ **Bosque de galería y ripario (3.1.4)**

Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario (IDEAM, 2010).

En el área de influencia indirecta se encuentra en el margen del Río Cauca con árboles de gran porte asociado a guaduales, se encuentra un 0,13% que corresponde a 9,12 hectáreas del AII; esta cobertura está distribuida en los municipios de Cali y Candelaria (Ver Fotografía 3.3.1-21), del departamento del Valle del Cauca, como se puede apreciar en la Tabla 3-26

Tabla 3-26 Presencia de Bosque de galería y ripario en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Cali	1,97	21,57
	Candelaria	7,16	78,43
TOTAL		9,12	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Fotografía 3.3.1-21 Bosque de galería y ripario, Municipio de Candelaria



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

□ **Vegetación secundaria alta (3.2.3.1)**

Son las áreas cubiertas por vegetación principalmente arbórea con dosel irregular y presencia ocasional de arbustos, palmas y enredaderas, que corresponde a los estadios intermedios de la sucesión vegetal, después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o a forestación de los pastizales. Se desarrolla luego de varios años de la intervención original, generalmente después de la etapa secundaria baja. Según el tiempo transcurrido se podrán encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias. (IDEAM, 2010).

La vegetación secundaria alta en el área de influencia indirecta suma 20,35 hectáreas, lo que corresponde al 0,28%. Ver Tabla 3-27.

Tabla 3-27 Presencia de vegetación secundaria alta en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	% Área
Valle del Cauca	Palmira	20,35	100
TOTAL		20,35	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

La Fotografía 3.3.1-22 muestra la vegetación secundaria alta en el área de estudio

Fotografía 3.3.1-22 Vegetación secundaria alta, municipio de Palmira



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

□ **Vegetación secundaria baja (3.2.3.2)**

Son las áreas cubiertas por vegetación principalmente arbórea con dosel irregular y presencia ocasional de arbustos, palmas y enredaderas, que corresponde a los estadios intermedios de la sucesión vegetal, después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o a forestación de los pastizales. Se desarrolla luego de varios años de la intervención original, generalmente después de la etapa secundaria baja. Según el tiempo transcurrido se podrán encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias.

La vegetación secundaria comúnmente corresponde a una vegetación de tipo arbustivo-herbáceo de ciclo corto, con alturas que no superen los cinco metros y de cobertura densa. Por lo general corresponde a una fase de colonización de inductores preclimáticos, donde especies de una fase más avanzada se establecen y comienzan a emerger. (IDEAM, 2010).

La vegetación secundaria baja en el área de influencia indirecta suma 18,93 hectáreas, lo que corresponde al 0,26%, Ver [Tabla 3-28](#).

Tabla 3-28 Presencia de vegetación secundaria baja en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	% Área
Valle del Cauca	Palmira	18,93	100
TOTAL		18,93	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

La Fotografía 3.3.1-23 muestra la vegetación secundaria baja en el área de estudio

Fotografía 3.3.1-23 Vegetación secundaria baja, municipio de Palmira



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Superficies de agua

□ **Ríos (50m) (5.1.1)**

Descriptivamente un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río (IDEAM, 2010). Se considera como unidad mínima cartografiar aquellos ríos que presentan un ancho del cauce mayor o igual a 50 metros sin embargo en el área existen ríos que tienen un menor ancho de cauce por condiciones de encajonamiento pero que son importantes a nivel de cuenca.

El río Cauca en el área de influencia indirecta (AII) alcanza un **0,59% del área total, lo cual corresponde a 42,42** hectáreas cruzando cuatro (4) municipios como se observa en la Tabla 3-28.

Tabla 3-28 Presencia de ríos en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Cali	4,19	9,88
	Candelaria	12,73	30,01
	Palmira	13,05	30,76
	Yumbo	12,45	29,36
TOTAL		42,42	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

La Fotografía 3.3.1-24 muestra el río Cauca en el área de influencia indirecta del proyecto.

Fotografía 3.3.1-24 Río Cauca en el municipio Palmira



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

□ **Canales (5.1.3)**

Cauce artificial abierto que contiene agua en movimiento de forma permanente, que tiene un ancho mínimo de 50 m y que puede enlazar o no dos masas de agua (IDEAM, 2010).

Comprende los canales de navegación y los distritos de riego. En el área de influencia (AI) se presenta una superficie de 33,53 ha, que equivale a un 0,47 del área total como se observa en la Tabla 3-29, correspondientes a ríos naturales cuyo cauce ha sido canalizado o corresponde a canales de riego para el cultivo de caña. Ver Fotografía 3.3.1-25.

Tabla 3-29 Presencia de canales en el AI

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Cali	5,88	17,53
	Candelaria	19,16	57,14
	Palmira	8,49	25,33
TOTAL		33,53	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Fotografía 3.3.1-25 Canales, municipio Palmira



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Cuerpos de agua artificiales (5.1.4)

Esta cobertura comprende los cuerpos de agua de carácter artificial, que fueron creados por el hombre para almacenar agua usualmente con el propósito de generación de electricidad y el abastecimiento de acueductos, aunque también para prestar otros servicios tales como control de caudales, inundaciones, abastecimiento de agua, riego y con fines turísticos y recreativos (IDEAM, 2010).

En el área de influencia indirecta (AII) se presenta una superficie de 9,09 ha, como se observa en la Tabla 3-30, correspondiente a lagunas, lagos y ciénagas naturales, esto equivale a un 0,13% del área total.

Tabla 3-30 Presencia de cuerpos artificiales en el AII

Departamento	Municipio	Área (ha)	Área (%)
Valle del Cauca	Candelaria	0,74	8,10
	Palmira	6,19	68,10
	Yumbo	2,16	23,80
TOTAL		9,09	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

La Fotografía 3.3.1-26 muestra cuerpos de agua artificiales en el área de influencia indirecta.

Fotografía 3.3.1-26 Cuerpos de agua artificiales, municipio de Yumbo



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

• **Resultados y análisis de coberturas de la tierra en el área de influencia directa (AID)**

La descripción de las coberturas presentes en el AID, corresponden a las descritas anteriormente (AII), motivo por el cual no se realizan en este aparte.

El área de influencia directa (AID) comprende 287,76 ha y se presentan 16 diferentes tipos de coberturas. Dentro de las cuatro (4) coberturas que tienen más incidencia tenemos caña (2.2.1.2) como la unidad que mayor área ocupa en el AID con el 90,25%, le sigue la cobertura de pastos arbolados (2.3.2) con el 2,67%; finalmente las coberturas de pastos Limpios (2.3.1), Via sin pavimentar (1.2.2.1.1.2) y zonas industriales (1.2.1.1) con 1,71%,1,53% y 0,98% respectivamente. Ver Tabla 3-31.

Tabla 3-31 Unidades de cobertura de la tierra en el AID

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	NIVEL V	NIVEL VI	Área (Ha)	Área (%)		
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	1.1.3.1. Vivienda Rural Dispersa			0.06	0.02		
						0.34	0.12		
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1.2.1.1. Zonas industriales				2.83	0.98	
							0.08	0.03	
		1.2.2. Red vial, ferroviarias y terrenos asociados	1.2.2.2. Red ferroviaria y terrenos asociados	1.2.2.1.1. Red vial				1.12	0.39
								4.41	1.53

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	NIVEL V	NIVEL VI	Área (Ha)	Área (%)
	1.4 Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.2 Instalaciones recreativas				0.23	0.08
2.TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.1. Cultivos transitorios	2.1.1. Otros cultivos transitorios	2.1.1.1. Otros cultivos transitorios			2.27	0.79
			2.2.1.2. Caña			259.69	90.25
	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios	2.3.1. Pastos limpios			4.93	1.71
			2.3.2. Pastos arbolados			7.69	2.67
			2.3.3. Pastos enmalezados o enrastrados			0.59	0.21
3.BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	3.1. Bosques	3.1.4. Bosque de galería y ripario				0.35	0.12
	3.2. Áreas con Vegetación Herbácea o Arbustiva	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta			0.96	0.33
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)				0.91	0.32
		5.1.3. Canales				1.3	0.45
TOTAL						287.76	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

• Ecosistemas terrestres en el área de estudio

En el presente numeral se describen los ecosistemas terrestres registrados en las áreas de influencia indirecta (AII) y directa (AID) del proyecto, identificados de acuerdo con la metodología establecida para la construcción del Mapa de Ecosistemas Continentales Costeros y Marinos de Colombia ((IDEAM, y otros, 2007).), realizado mediante un procedimiento de álgebra de mapas en el que se incluye la cartografía de: zonificación climática, geopedología, unidades de coberturas de la tierra, definidos por el (IDEAM, y otros, 2007).

La construcción del mapa de ecosistemas terrestres del área de las áreas de influencia del proyecto se desarrolló partiendo del cruce espacial del mapa de coberturas de la tierra y el mapa de geopedología, el cual se construyó con la información obtenida del mapa de suelos y el mapa de zonificación agroecológica. Al resultado de este cruce espacial, se realizó una generalización de polígonos y verificación temática y topológica, posteriormente, se superpuso espacialmente el mapa de zonificación climática, construido mediante el enlace del mapa de precipitación y el mapa de temperatura.

El cruce espacial entre el mapa de cobertura y el mapa de zonificación climática dio como resultado el mapa de unidades síntesis preliminar, el cual fue sometido a la generalización manual de polígonos, el resultado final de este mapa permite la identificación de los grandes biomas y biomas presentes en el área de influencia indirecta y directa del proyecto, mediante la selección espacial de atributos. Finalmente se realizó la concatenación del mapa de coberturas de la tierra y el mapa de biomas dando origen al mapa de ecosistemas terrestres.

Los aspectos metodológicos se encuentran explicados en el Capítulo 1 del presente documento.

- **Grandes biomas identificados en el área de estudio**

Basados en la información del área de estudio y la información de los estudios ejecutados por el IDEAM et al (2007), el resultado de este análisis arroja la identificación del gran bioma del bosque seco tropical (Bs-T):

Gran bioma del bosque seco tropical

Este gran bioma abarca en general una extensión total de 7.658.131 ha correspondiendo a zonas en las que predominan los climas cálido seco (78%) y cálido muy seco (9%). La precipitación media anual principalmente fluctúa entre los 500 y 1.000 mm, aunque en algunos sectores alcanza precipitaciones de hasta de 2.000 mm. La mayor parte de este gran bioma se encuentra localizada entre los 0 y 800 msnm y equivale a los bosques espinosos y en parte al bosque deciduo por sequía de baja altitud de la clasificación de la Unesco (1973), al bosque muy seco tropical de Holdridge (1967), (Walter, 1977 y Hernández y Sánchez., 1992), a la higrotropofitia isomegatérmica (Cuatrecasas, 1958; Dugand 1973, citado por Hernández y Sánchez, 1992), al bioma ecuatorial con lluvias de verano de Walter (1973), a los bosques tropicales caducifolios o *deciduous tropical forests* y a la selva veranera decidua de Beard (1978).

En correspondencia con la capa de cobertura de la tierra generada en este estudio, dentro de este gran bioma, predominan las siguientes coberturas: pastos (53%), vegetación secundaria (13%), áreas agrícolas heterogéneas (9%), cultivos anuales o transitorios (7%) y arbustales (5%). La mayor parte del área se encuentra en geformas de lomeríos estructurales y fluviogravitacionales (42%), planicies aluviales (25%) y piedemontes coluvio-aluviales (24%). Dentro de este gran bioma se encuentra el zonobioma seco tropical del Caribe, que abarca el 72% del área del gran bioma (5.549.121 ha), el zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena, que abarca el 13% del gran bioma (1.027.972 ha), el zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca, que cubre el 7% (545.352 ha), el halobioma del Caribe, con el 5% del área (395.531 ha), y el helobioma del Valle del Cauca, que cubre el 2% restante (140.164 ha) (IGAC, 2007).

- **Biomas y ecosistemas identificados en el área de influencia indirecta (All)**

En el área de influencia indirecta (All) y del análisis ecosistémico al interior de este gran bioma de bosque seco tropical (bs-T), se tienen dos (2) tipos de biomas: helobioma del Valle del Cauca y el zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca.

Como parte de la solicitud del Requerimiento No. 14 determinado mediante la audiencia de solicitud de información adicional realizada en el marco del trámite de licencia ambiental, iniciado mediante AUTO 03652 de 04 de Julio de 2018, el cual solicita ajustar la caracterización de los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto, se hace la revisión y ajuste de la capa de Biomas con la finalidad que haya correspondencia entre las capas de geomorfología y ecosistemas, de acuerdo con los argumentos presentados en el mencionado requerimiento.

El Zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca (82,12%) es el que mayor área ocupa dentro del AII; y el helobioma del Valle del Cauca presenta tan solo el 17,88% en el área de influencia indirecta, como se puede apreciar en Tabla 3-32.

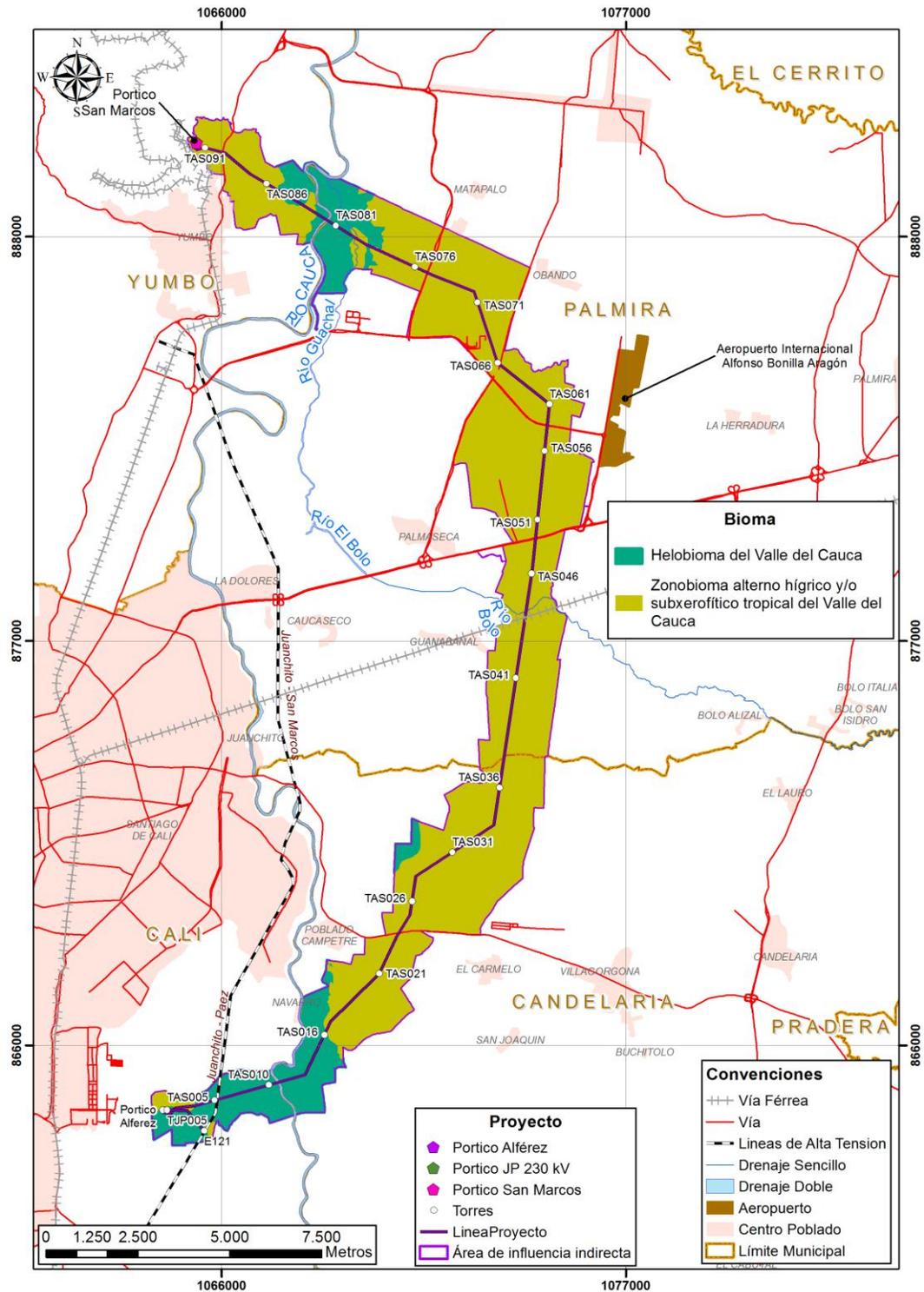
Tabla 3-32 Bioma presentes y su distribución por municipio y departamento en el área de influencia indirecta

Bioma	Municipio	Departamento	Área (ha)	Área %
Helobioma del Valle del Cauca	Cali	Valle del Cauca	400,19	5,56
	Candelaria		395,68	5,50
	Palmira		368,97	5,13
	Yumbo		121,51	1,69
Subtotal Helobioma del Valle del Cauca			1.286,35	17,88
Zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	Cali	Valle del Cauca	56,53	0,79
	Candelaria		1.861,21	25,87
	Palmira		3.470,17	48,23
	Yumbo		520,93	7,24
Subtotal Zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca			5.908,84	82,12
TOTAL			7.195,19	100,00

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En la **Figura 3-6**, se observan los dos Biomas presentes en el AII del proyecto.

Figura 3-6 Distribución de los biomas en el AI



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca

Este bioma se caracteriza por contar con dos tipos sobresalientes de clima: templado seco (63%) y templado húmedo (30%). Se encuentra principalmente sobre cuatro unidades geomorfológicas: planicies aluviales (41%), altiplanicies estructurales erosionales (26%), piedemontes coluvio-aluviales (17%) y valles aluviales (5%). Está cubierto predominantemente por pastos (33%), cultivos permanentes y semipermanentes (32%), cultivos anuales o transitorios (16%) y vegetación secundaria (9%) (IGAC, 2007). En la **Tabla 3-33**, se presenta la distribución de este bioma en el AII de estudio.

Tabla 3-33 Presencia del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca en el AII

Bioma	Municipio	Departamento	Área (ha)	Área %
Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	Cali	Valle del Cauca	56,53	0,79
	Candelaria		1.861,21	25,87
	Palmira		3.470,17	48,23
	Yumbo		520,93	7,24
TOTAL			6.113,13	87,22

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Helobioma del Valle del Cauca

En este Helobioma predominan los climas templado seco (84%) y templado muy seco (13%). El 98% del bioma se encuentra sobre el paisaje geomorfológico de planicie aluvial, el cual está cubierto por cultivos semipermanentes y permanentes (45%), cultivos anuales o transitorios (28%) y pastos (24%) (IGAC, 2007). En la **Tabla 3-34** se presenta la distribución de este bioma en el AII de estudio.

Tabla 3-34 Presencia del Helobioma del Valle del Cauca en el AII

Bioma	Municipio	Departamento	Área (ha)	Área %
Helobioma del Valle del Cauca	Cali	Valle del Cauca	400,19	5,56
	Candelaria		395,68	5,50
	Palmira		368,97	5,13
	Yumbo		121,51	1,69
TOTAL			1.286,35	17,88

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

• Ecosistemas identificados en el área de influencia indirecta (AII)

En consecuencia del ajuste a la capa de biomas y atendiendo la solicitud del Requerimiento No. 14 determinado mediante la audiencia de solicitud de información adicional realizada en el marco del trámite de licencia ambiental, iniciado mediante AUTO 03652 de 04 de Julio de 2018, se realiza el ajuste de los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto, dando como resultado un cambio en las áreas de los ecosistemas y la cantidad de ecosistemas que habían en el EIA inicial respecto al presente documento; inicialmente se registraron 39 ecosistemas en el AII y actualmente se registran 40.

Con el ajuste de los biomas se presenta la siguiente situación: el ecosistema Bosque de galería y ripario en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca, cambia a Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del Cauca y el ecosistema Instalaciones recreativas en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca cambia a Instalaciones recreativas en Helobioma del Valle del Cauca. De igual forma con el ajuste de los biomas aparecen 3 nuevos ecosistemas, cabe señalar que los 3 son de tipo antrópico: Mosaico de cultivos con espacios naturales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca, Cuerpos de agua artificiales en Helobioma del Valle del Cauca y Zonas industriales en Helobioma del Valle del Cauca.

A partir de la información anterior y mediante la realización de cruces temáticos con la capa de coberturas vegetales, se generó el mapa de ecosistemas para el proyecto Alférez – San Marcos, cuyo resultado es el producto cartográfico que se observa en la **Figura 3-7** y en la **Figura 3-8** se presenta la leyenda de los ecosistemas.

Dicho ejercicio dio como resultado la identificación de 40 ecosistemas distribuidos en los dos (2) biomas que hacen parte del área de influencia del proyecto. De ellos, 16 se localizan en el Helobioma del Valle del Cauca, y 24 Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca. A continuación, se hace un análisis de los ecosistemas identificados en el área de influencia indirecta del proyecto. **Tabla 3-35**

Tabla 3-35 Ecosistemas presentes en el AI

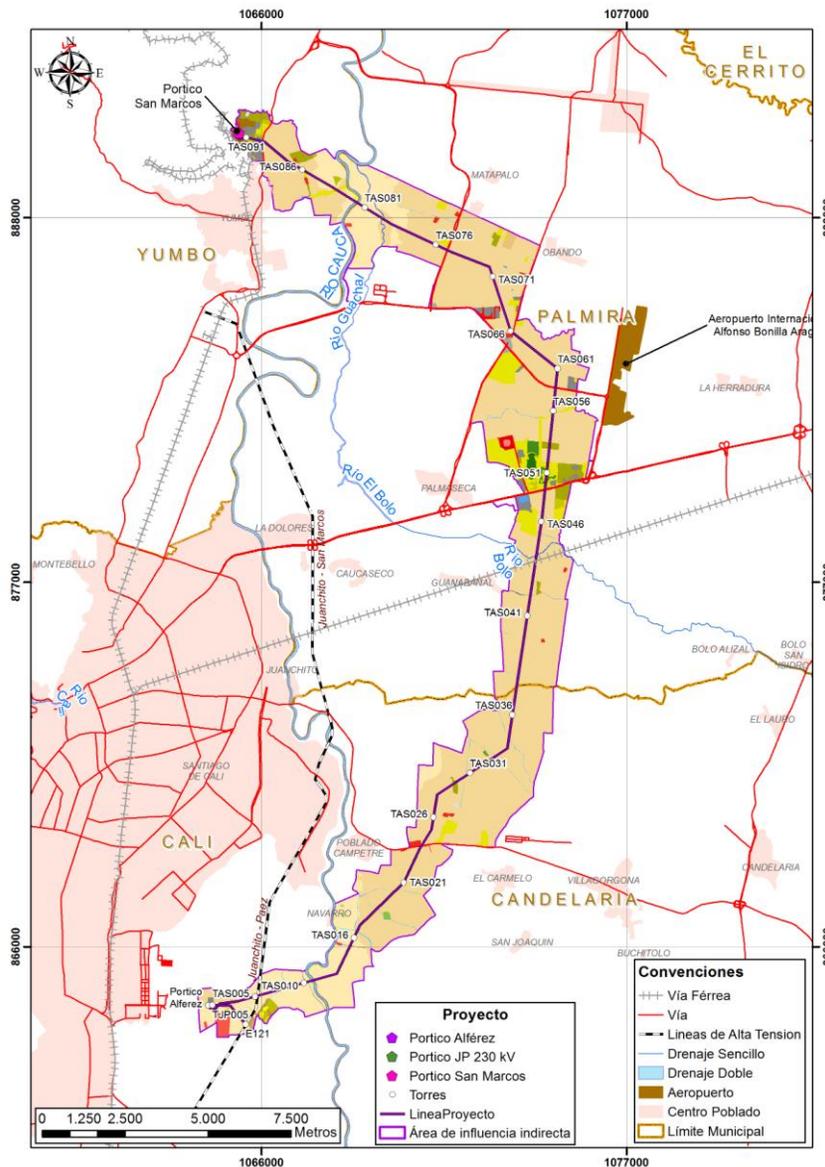
Bioma	Ecosistema	Area (ha)	Area (%)
Helobioma del Valle del Cauca	Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del Cauca	9,12	0,13
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Helobioma del Valle del Cauca	1,98	0,03
	Canales en Helobioma del Valle del Cauca	9,22	0,13
	Caña en Helobioma del Valle del Cauca	1139,45	15,84
	Cuerpos de agua artificiales en Helobioma del Valle del Cauca	0,26	0,00
	Instalaciones recreativas en Helobioma del Valle del Cauca	29,86	0,41
	Mosaico de cultivos con espacios naturales en Helobioma del Valle del Cauca	0,00	0,00
	Mosaico de cultivos en Helobioma del Valle del Cauca	2,50	0,03
	Mosaico de pastos y cultivos en Helobioma del Valle del Cauca	3,86	0,05
	Pastos arbolados en Helobioma del Valle del Cauca	9,23	0,13
	Pastos enmalezados en Helobioma del Valle del Cauca	12,81	0,18
	Pastos limpios en Helobioma del Valle del Cauca	18,56	0,26
	Ríos (50 m) en Helobioma del Valle del Cauca	39,36	0,55
	Vía Sin Pavimentar en Helobioma del Valle del Cauca	5,96	0,08
	Vivienda Rural Dispersa en Helobioma del Valle del Cauca	3,22	0,04
	Zonas industriales en Helobioma del Valle del Cauca	0,95	0,01

Bioma	Ecosistema	Area (ha)	Area (%)
Total Helobioma del Valle del Cauca		1286,35	17,88
Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	Áreas deportivas en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	12,58	0,17
	Avicultura en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	4,61	0,06
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	4,60	0,06
	Canales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	24,31	0,34
	Caña en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	4993,62	69,40
	Cuerpos de agua artificiales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	8,83	0,12
	Estadio en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	4,09	0,06
	Fincas recreativas en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	1,52	0,02
	Guadua en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	1,60	0,02
	Maiz en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	13,79	0,19
	Mosaico de cultivos con espacios naturales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	4,92	0,07
	Otros cultivos transitorios en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	27,38	0,38
	Pastos arbolados en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	391,42	5,44
	Pastos enmalezados en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	25,30	0,35
	Pastos limpios en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	124,29	1,73
	Red ferroviaria y terrenos asociados en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	1,25	0,02
	Ríos (50 m) en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	3,06	0,04
	Tejido urbano discontinuo en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	1,90	0,03
	Vegetación secundaria alta en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	20,35	0,28
	Vegetación secundaria baja en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	18,93	0,26
	Vía Pavimentada en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	70,39	0,98
	Vía Sin Pavimentar en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	6,35	0,09

Bioma	Ecosistema	Area (ha)	Area (%)
	Vivienda Rural Dispersa en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	28,64	0,40
	Zonas industriales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	115,11	1,60
Total Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca		5908,84	82,12
Total		7195,19	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Figura 3-7 Ecosistemas identificados en el AI



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Figura 3-8 Leyenda ecosistemas identificados en el AII

Ecosistema Terrestre	
	Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del Cauca
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Helobioma del Valle del Cauca
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Guadua en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Vegetación secundaria alta en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Vegetación secundaria baja en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Canales en Helobioma del Valle del Cauca
	Canales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Cuerpos de agua artificiales en Helobioma del Valle del Cauca
	Cuerpos de agua artificiales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Ríos (20 m) en Helobioma del Valle del Cauca
	Ríos (20 m) en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Estadio en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Fincas recreativas en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Instalaciones recreativas en Helobioma del Valle del Cauca
	Vivienda Rural Dispersa en Helobioma del Valle del Cauca
	Vivienda Rural Dispersa en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Áreas deportivas en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Caña en Helobioma del Valle del Cauca
	Caña en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Maiz en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Mosaico de cultivos con espacios naturales en Helobioma del Valle del Cauca
	Mosaico de cultivos con espacios naturales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Mosaico de cultivos en Helobioma del Valle del Cauca
	Mosaico de pastos y cultivos en Helobioma del Valle del Cauca
	Otros cultivos transitorios en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Pastos arbolados en Helobioma del Valle del Cauca
	Pastos arbolados en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Pastos enmalezados en Helobioma del Valle del Cauca
	Pastos enmalezados en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Pastos limpios en Helobioma del Valle del Cauca
	Pastos limpios en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Avicultura en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Red ferroviaria y terrenos asociados en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Vía Sin Pavimentar en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Vía Pavimentada en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Vía Sin Pavimentar en Helobioma del Valle del Cauca
	Zonas industriales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Tejido urbano discontinuo en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca
	Zonas industriales en Helobioma del Valle del Cauca

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

- **Ecosistemas identificados en el área de influencia directa (AID)**

El área de influencia directa (AID) tiene una superficie de 287,76 ha, la Tabla 3-36, muestra los 25 ecosistemas entre naturales y antrópicos, identificados dentro de los dos (2) biomas correspondientes. De los 25 ecosistemas identificados 21 corresponden a áreas transformadas (pastos, caña, zonas industriales, etc.) (99,23%) y 4 a ecosistemas naturales; de estas últimas se incluyen los cuerpos de agua, bosques y vegetaciones secundarias etc.

Tabla 3-36 Ecosistemas presentes en el AID del proyecto

Gran Bioma	Bioma	Ecosistema	Area (Ha)	Area (%)
Bosque seco tropical	Helobioma del Valle del Cauca	Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del Cauca	0,35	0,12
		Canales en Helobioma del Valle del Cauca	0,16	0,06
		Caña en Helobioma del Valle del Cauca	54,98	19,11
		Instalaciones recreativas en Helobioma del Valle del Cauca	0,23	0,08
		Pastos arbolados en Helobioma del Valle del Cauca	0,11	0,04
		Pastos enmalezados en Helobioma del Valle del Cauca	0,02	0,01
		Pastos limpios en Helobioma del Valle del Cauca	0,03	0,01
		Ríos (50 m) en Helobioma del Valle del Cauca	0,78	0,27
		Vía Sin Pavimentar en Helobioma del Valle del Cauca	2,17	0,75
		Vivienda Rural Dispersa en Helobioma del Valle del Cauca	0,11	0,04
	Zonas industriales en Helobioma del Valle del Cauca	0,35	0,12	
	Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	Canales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1,14	0,40
		Caña en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	204,71	71,14
		Otros cultivos transitorios en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	2,26	0,79
		Pastos arbolados en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	7,59	2,64
		Pastos enmalezados en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	0,58	0,20
		Pastos limpios en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	4,89	1,70
		Red ferroviaria y terrenos asociados en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	0,08	0,03
		Ríos (50 m) en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	0,13	0,05
		Tejido urbano discontinuo en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	0,06	0,02
		Vegetación secundaria alta en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	0,96	0,33
		Vía Pavimentada en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1,12	0,39
		Vía Sin Pavimentar en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	2,24	0,78
		Vivienda Rural Dispersa en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	0,23	0,08
		Zonas industriales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	2,48	0,86

Gran Bioma	Bioma	Ecosistema	Área (Ha)	Área (%)
TOTAL			287,76	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

De la Tabla 3-37 los ecosistemas transformados ocupan el 99,23% del área total del AID, los ecosistemas naturales y seminaturales ocupan el 0,46% y los cuerpos de agua el 0,32%.

Tabla 3-37 Distribución de los ecosistemas presentes en el AID

Tipo de ecosistema	Área (ha)	Área %
Ecosistemas transformados	285,54	99,23
Ecosistemas naturales y seminaturales	1,31	0,46
Cuerpos de agua	0,91	0,32
TOTAL	287,76	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En la Figura 3-9 se muestra la distribución porcentual de los ecosistemas presentes en el AID del proyecto.

Figura 3-9 Distribución del tipo de ecosistema presente en el AID del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

• **Resultados de la caracterización florística**

A continuación, se desarrollarán los apartes correspondientes a la caracterización florística y estructural de las coberturas vegetales naturales y seminaturales presentes en el área de influencia directa del proyecto. Del trabajo desarrollado para elaborar la caracterización florística del AID, se deriva el establecimiento de 6 unidades de muestreo (parcelas) en 2 ecosistemas naturales y seminaturales, de acuerdo con la organización que se observa en la Tabla 3-38. Los dos (2) ecosistemas presentes en campo se caracterizaron con parcelas de 100m*10m.

Tabla 3-38 Localización de unidades de muestreo para caracterización florística

Bioma	Ecosistema	GDB ID_MUEST	idP	Comisión	Letra Comisión	No. Parcela en campo	Inicio		Final		Mpio	Vereda
							Norte	Este	Norte	Este		
Helobioma del Valle del Cauca	Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca (7314)	7314-ct-p15	1	Gustavo Triviño	Ct	15	865001,17	1067473,81	864905,72	1067531,4	Cali	El Estero
		7314-cu-p16	3	Karen Sosa	Cu	16	864887,31	1067513,21	864807,85	1067574,4	Cali	El Estero
		7314-cw-p1	6	Lorena Morales	Cw	1	864913,69	1067507,97	864993,11	1067454,6	Cali	El Estero
Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	Vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca (63231)	63231-ct-p16	4	Gustavo Triviño	Ct	16	880187,17	1074604,8	880082,89	1074574,5	Palmira	Palmaseca
		63231-cu-p15	5	Karen Sosa	Cu	15	880080,99	1074605,02	880015,75	1074529,9	Palmira	Palmaseca
		63231-cw-p2	2	Lorena Morales	cw	2	880062,32	1074593,79	879995,84	1074518,	Palmira	Palmaseca

GDB:ID_MUESTRA: Identificador en la GDB

idP: Identificador de la parcela en la base de datos.

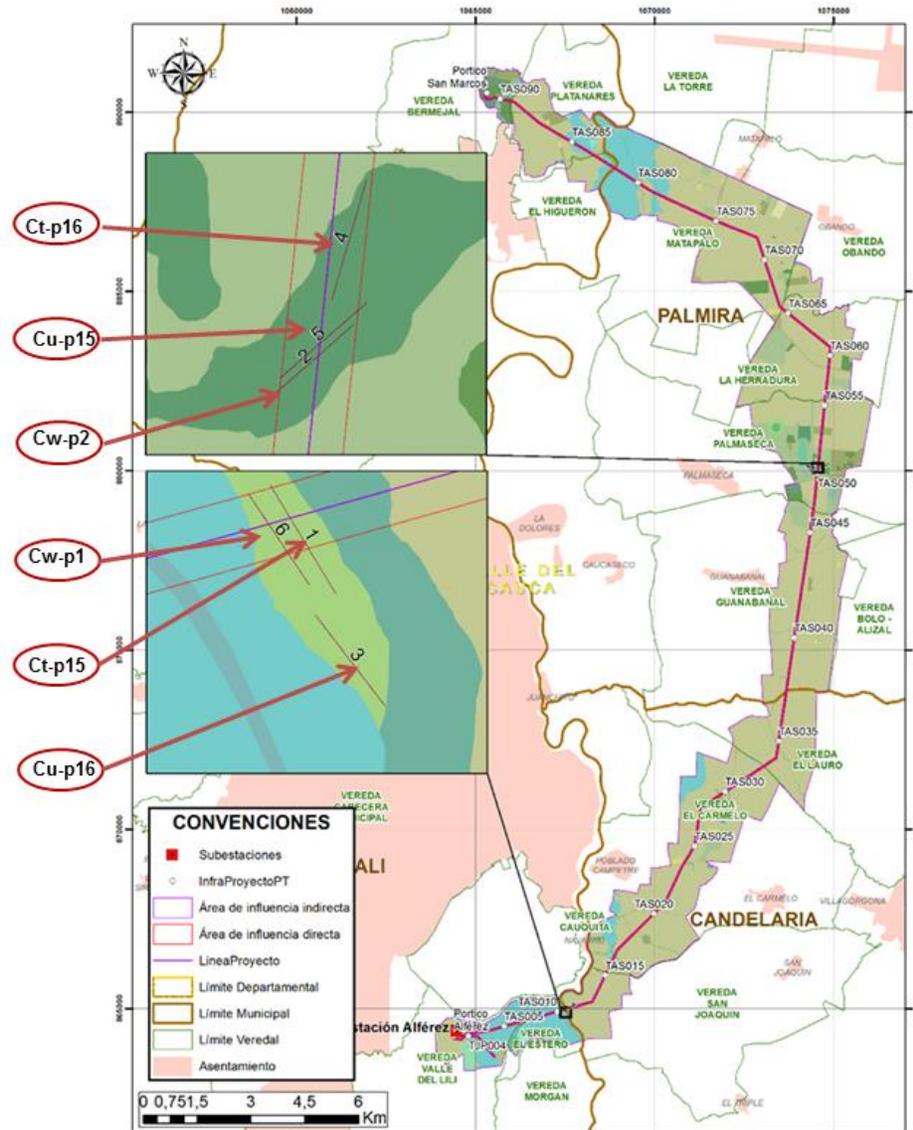
Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Así mismo la localización general de las unidades de muestreo utilizadas para la caracterización florística y estructural de los ecosistemas presentes en el AID, se observa en la Figura 3-10 y en el Anexo E 1.2.1

Se realizó para cada tipo de ecosistema natural 3 parcelas de muestreo, de acuerdo con lo indicado en los términos de referencia LI-TER-1-01 los cuales señalan que “La caracterización florística del área deberá realizarse mediante un muestreo, como mínimo de tres (3) parcelas para cada tipo de cobertura”.

Como se observa en la Tabla 3-38, las parcelas fueron localizadas en los ecosistemas vegetación secundaria del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca (3 parcelas) y en el bosque de galería del Helobioma del Valle del Cauca (3 parcelas). La base de datos de caracterización se puede consultar en el Anexo E 1.2.2

Figura 3-10 Puntos de localización de unidades de muestreo (idP)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Caracterización florística del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca

- **Caracterización florística de la vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca (63231)**

Para la caracterización del ecosistema se realizaron tres (3) parcelas de muestreo, localizadas en el municipio de Palmira, en la vereda Palmaseca. Su ubicación específica se encuentra en la Tabla 3-39.

Tabla 3-39 Localización de unidades de muestreo en el ecosistema 63231

Ecosistema	GDB ID_MUEST	id P	Comisión y Nº parcela	Magna Colombia Oeste		Magna Colombia Oeste		Municipio	Vereda
				Norte	Este	Norte	Este		
63231	63231-ct-p16	4	Ct_p16	880187,177	1074604,8	880082,895	1074574,56	Palmir a	Palmasec a
	63231-cu-p15	5	Cu_p15	880080,997	1074605,02	880015,757	1074529,97	Palmir a	Palmasec a
	63231-cw-p2	2	Cw_p2	880062,327	1074593,79	879995,848	1074518,01	Palmir a	Palmasec a

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Con base en la información colectada durante la realización del inventario estadístico, se analiza el ecosistema desde el punto de vista florístico y estructural, permitiendo conocer la composición de especies, la estructura biológica, los rasgos físicos que combinados con el número de individuos, generan o determinan las características particulares del bosque, para lo cual se realiza la estructura vertical, horizontal y total.

Composición florística fustales

En el análisis de la composición florística para los fustales presentes en el ecosistema vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca (63231), se encontraron 48 individuos distribuidos en 4 familias, 7 géneros y 8 especies. Se destaca a nivel específico la familia Fabaceae con 4 géneros diferentes y cinco (5) especies, las cuales han sido sembradas en la zona con el propósito de dar sombra e incrementar las cercas vivas; posteriormente las familias Malvaceae, Meliaceae y Annonaceae con 1 género cada una respectivamente (ver Tabla 3-40).

Tabla 3-40 Composición florística fustales ecosistema 63231

Familia	Género	Especie	Nombre común	Abundancia
ANNONACEAE	Annona	<i>Annona muricata</i>	Guanábano	2
FABACEAE	Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i>	Matarratón	1
	Samanea	<i>Samanea saman</i>	Samán	3
	Pithecellobium	<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	Payandé	10
		<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	nn	3
Prosopis	<i>Prosopis juliflora</i>	Carbonero	1	
MALVACEAE	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	25
MELIACEAE	Guarea	<i>Guarea guidonia</i>	nn	3
TOTAL				48

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

En el Anexo E 1.1 se encuentra la Resolución No. 00168 por medio del cual se otorga Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales.

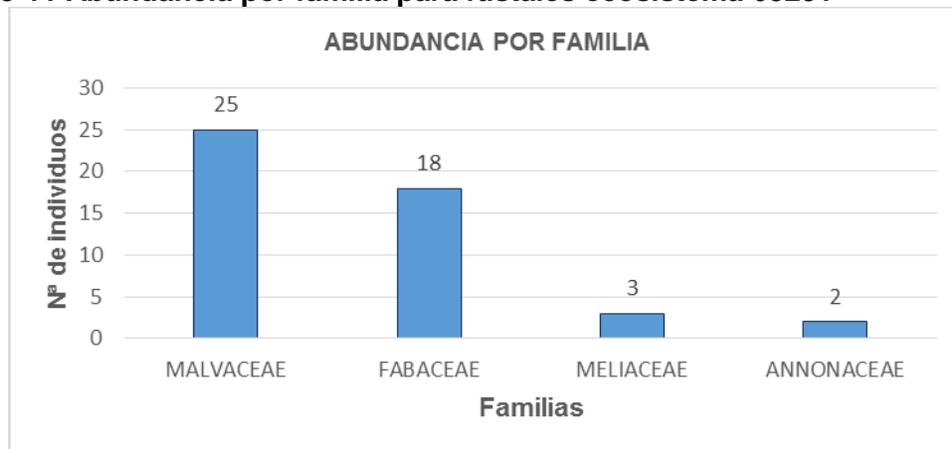
La familia Malvaceae, con la especie *Guazuma ulmifolia* presenta el mayor número de individuos (25) que representan el 52.08% de la composición florística de este ecosistema.

A continuación, se presenta el análisis de las familias y géneros presentes a partir de la abundancia o presencia de las especies inventariadas.

Abundancia por familia

Al analizar la abundancia por familias botánicas, de los individuos de la categoría fustal presentes en este ecosistema, se encuentra una representación importante de la familia Malvaceae con 25 individuos, la mayoría de individuos son heliófitos por lo cual son pioneros en varios estados sucesionales, encontrándose entre las primeras familias en abundancia dentro de la vegetación secundaria alta, le siguen las familias Fabaceae con 18 individuos, Meliaceae con 3 individuos y Annonaceae con 2 individuos (Figura 3-11).

Figura 3-11 Abundancia por familia para fustales ecosistema 63231



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Abundancia por género

En cuanto a abundancia de individuos por géneros, aparecen Guazuma con 25 individuos, la cual cuenta con un tipo de dispersión aérea, haciendo más rápida su distribución, le sigue Pithecellobium con 13 individuos, un género de rápido crecimiento, siendo demasiado tolerante a las condiciones de sequía, Samanea con 3 individuos, género característico de la zona por la siembra masiva por parte de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, continúa Guarea con 3 individuos, Annona con 2 y finalmente Gliricidia utilizada generalmente como cercas vivas y Prosopis, leguminosa encontrada en zonas secas, con 1 individuo cada una.(Figura 3-12).

Figura 3-12 Abundancia por género para fustales ecosistema 63231


Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Estructural horizontal fustales

La estructura horizontal permite determinar la distribución espacial de las especies, permitiendo conocer el grado en que se agrupan o dispersan y la cantidad de individuos existentes, para lo cual existen indicadores que permiten su medición, como: la abundancia, frecuencia y dominancia, y con la sumatoria de los valores relativos de estos, se obtiene el índice de valor de importancia (IVI), que muestra las especies con mayor peso ecológico dentro de la zona de estudio. (Ver Tabla 3-41).

Tabla 3-41 Índice de valor de importancia de fustales en el ecosistema 63231

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
	Aa	Ar (%)	Fa	Fr (%)	Da	Dr (%)	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	25	52,08	30,00	33,33	0,63	37,27	122,68
<i>Samanea saman</i>	3	6,25	10,00	11,11	0,72	42,54	59,90
<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	10	20,83	23,33	25,93	0,14	8,18	54,93
<i>Guarea guidonia</i>	3	6,25	10,00	11,11	0,06	3,32	20,68
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	3	6,25	3,33	3,70	0,07	4,13	14,08
<i>Annona muricata</i>	2	4,17	6,67	7,41	0,02	1,26	12,83
<i>Prosopis juliflora</i>	1	2,08	3,33	3,70	0,03	2,06	7,84
<i>Gliricidia sepium</i>	1	2,08	3,33	3,70	0,02	1,25	7,03
TOTAL	48	100,00	90,00	100,00	1,69	100,00	300,00

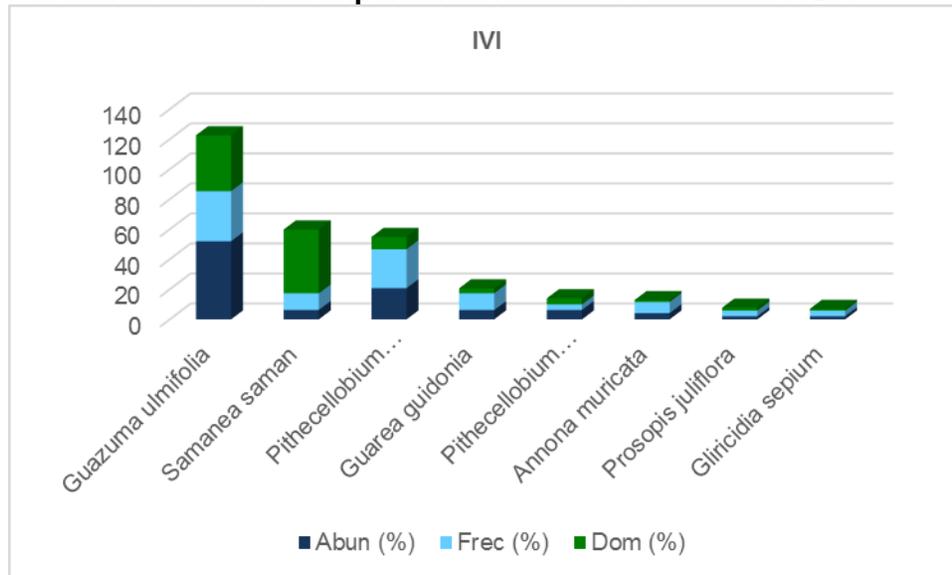
Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

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

El índice de valor de importancia, que reúne los tres parámetros anteriores (abundancia, frecuencia y dominancia), permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del tipo de bosque correspondiente. En esta cobertura, los resultados muestran que las

especies *Guazuma ulmifolia*, *Samanea saman* y *Pithecellobium unguis-cati*, presentan los mayores índices de valor de importancia con un total de 237.51%, lo cual se puede interpretar de la siguiente manera: el *Guazuma ulmifolia*, es la más representativa con 122,68% (Figura 3-13), debido a su alta abundancia y frecuencia, lo cual es característicos para las especies con distribución horizontal continua. Le sigue *Samanea saman* (59,90%), con la más alta dominancia, la cual se caracteriza por ser una especie muy representativa de la zona, *Pithecellobium unguis-cati* (54,93%), especie de rápido crecimiento, demasiado tolerante a condiciones de sequía.

Figura 3-13 Índice de valor de importancia fustales ecosistema 63231



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Coefficiente de mezcla (CM)

Este parámetro mide la homogeneidad o heterogeneidad de la muestra, relaciona el número de especies y el número de individuos totales inventariados; para los fustales existentes en el ecosistema de vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno hígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca, se determinó un valor de 0,17 lo que equivale a una relación de 1:6, es decir que cada especie está representada por 6 individuos en promedio, lo cual representa una vegetación muy homogénea. Ver Tabla 3-42.

Tabla 3-42 Coeficiente de mezcla para los fustales del ecosistema 63231

Nº de individuos	Nº de especies	Cociente de mezcla	Tendencia
48	8	0,17	Homogéneo

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Estructural vertical fustales

Una de las características de los bosques naturales tropicales es la diversidad de especies y tamaños, el gran número de individuos y sus patrones complejos de distribución de las especies en capas o estratos entre el suelo y el dosel, dando como resultado la gran variabilidad en el número de individuos ubicados a cualquier nivel dentro del bosque.

Para evaluar la estructura vertical, existen dos metodologías de tipo descriptivo: el **cuantitativo**, el cual permite elaborar un perfil de la vegetación para ilustrar aspectos estructurales del bosque, principalmente aquellos que se refieren a la forma de vida como son la altura, cobertura, forma de la copa, estratos y espaciamiento vertical; el **cuantitativo**, propuesto por Ogawa (1965) y citado por Melo (1997), describe el procedimiento para detectar la presencia de estratos confeccionando una gráfica con las alturas totales y las alturas hasta la base de la copa (alturas comerciales), complementado con la posición sociológica y la clasificación altimétrica el cual se puede consultar en el Anexo E 1.2.3.

Posición Sociológica

La estructura vertical o posición sociológica es evaluada mediante la estratificación de las alturas de los individuos arbóreos o arbustivos que hacen parte del ecosistema vegetal, se tuvieron en cuenta tres estratos: estrato inferior de 5 a 7,3 metros, estrato medio de 7,4 a 9,6 metros y el estrato superior que comprende alturas entre 9,7 a 12 metros. En la siguiente Tabla 3-43 se puede observar la distribución de las 8 especies encontradas en la vegetación secundaria alta y su porcentaje de posición sociológica.

Tabla 3-43 Estructura vertical ecosistema 63231

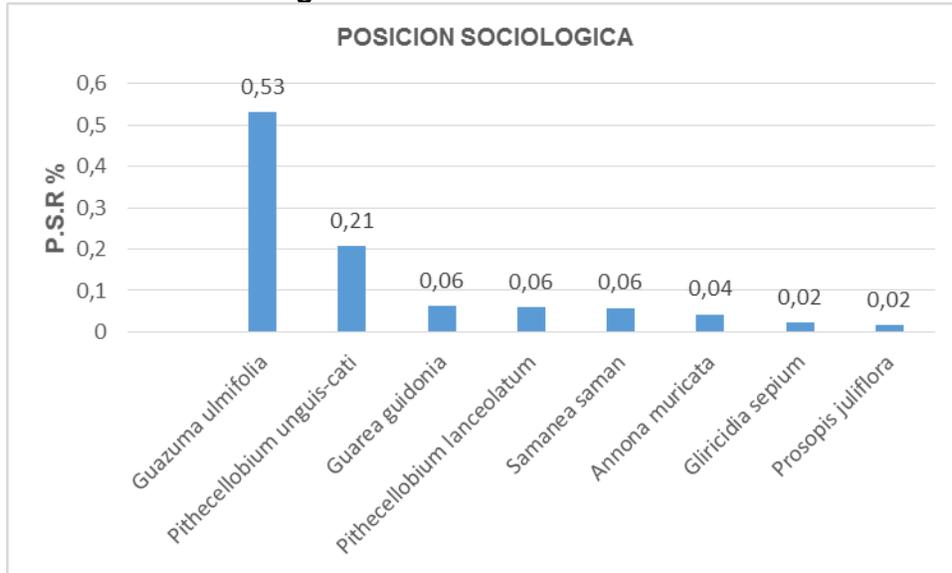
Especie	Inferior	Medio	Superior	PSA	PS %
	Nº de arboles	Nº de arboles	Nº de arboles		
<i>Annona muricata</i>	0	2	0	0,71	0,04
<i>Gliricidia sepium</i>	0	1	0	0,35	0,02
<i>Guarea guidonia</i>	2	0	1	0,90	0,06
<i>Guazuma ulmifolia</i>	14	5	6	7,31	0,53
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	1	1	1	0,85	0,06
<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	2	6	2	3,13	0,21
<i>Prosopis juliflora</i>	0	0	1	0,10	0,02
<i>Samanea saman</i>	0	2	1	0,71	0,06
TOTAL	19	17	12	14,06	100,00

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Evaluando los resultados de la Tabla 3-43, se observa que el máximo número de arboles se encuentran en los estratos inferior con 19 individuos que representa el 39%, el medio con 17 que representa el 35% y el superior con 12 equivalente al 26% del total de árboles inventariados; en relación con las especies, los estratos medio y superior, presentan igual número de especies (6), a pesar del bajo número de individuos, la mezcla sin embargo es alta con tendencia a la heterogeneidad.

Tres especies se encuentran en todos los estratos o pisos del bosque, las cuales corresponden a *Guazuma ulmifolia*, *Pithecellobium lanceolatum* y *Pithecellobium unguis-cati*, siendo la más representativa por el número de individuos (25) la primera de las mencionadas. (Ver Figura 3-14).

Figura 3-14 Posición sociológica fustales ecosistema 63231

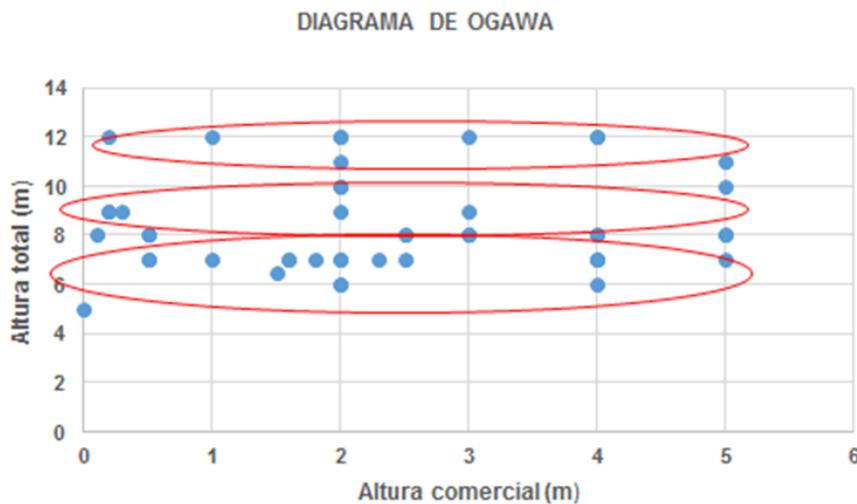


Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Diagrama de Ogawa

Para complementar la caracterización de la estructura vertical se empleó el método cuantitativo de Ogawa, que describe el procedimiento para detectar la presencia de estratos, confeccionando una gráfica con las alturas totales en el eje “y” y las alturas hasta la base de la copa (alturas comerciales) en el eje “x”. El diagrama de Ogawa muestra la formación de 3 conglomerados de puntos, el primero entre los 5 a 8m de altura, los cuales corresponden al estrato inferior; el segundo de 8 a 10 m al estrato medio y el último entre 10 a 12 m al superior o a los árboles emergentes. (Ver Figura 3-15). Esta tendencia ratifica que la mayoría de los individuos se localizan en el estrato inferior.

Figura 3-15 Diagrama de dispersión de Ogawa ecosistema 63231



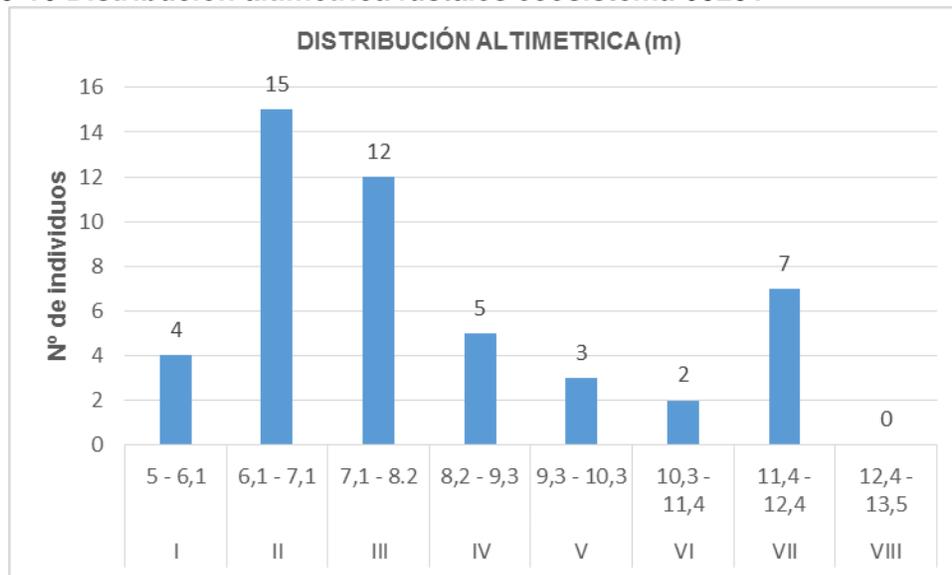
Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Lo que se observa es que el ecosistema presenta una intensa actividad sucesional temprana y la aglomeración de puntos en las alturas inferiores o medias, es símbolo de una altísima competencia entre especies que buscan un lugar en estratos superiores, por lo que su permanencia no está garantizada y en general la tendencia de la nube de puntos en un escenario normal deberá ser la de homogenizarse hacia un bosque maduro.

Distribución Altimétrica

Para la distribución de los individuos en los intervalos de clase para alturas, se determinaron 8 intervalos con una amplitud de clase de 1,1 metros. La distribución de los individuos dentro de los intervalos de clase, muestra un comportamiento a agruparse en la segunda y tercer clase (Rango del 6,1 a 8,2 metros) con un 56,25% del total de los individuos; por otra parte se presenta una disminución progresiva hacia los estratos medio y alto, con excepción de la clase altimétrica VII con alturas entre 11,4 y 12,4 m, con 7 individuos (Figura 3-16).

Figura 3-16 Distribución altimétrica fustales ecosistema 63231



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Estructura Total o Diamétrica

La Tabla 3-44 muestra los resultados obtenidos para las clases diamétricas existentes en este ecosistema, en cuanto a abundancia o número de individuos, volumen total y comercial y área basal.

En este ecosistema se identificaron 5 clases diamétricas: I, II, III, VI y VII, con ausencia de individuos en las clases IV y V. La mayor abundancia de individuos se presenta en las clases I y II con porcentajes de abundancia de 72,92% y 18,75%.

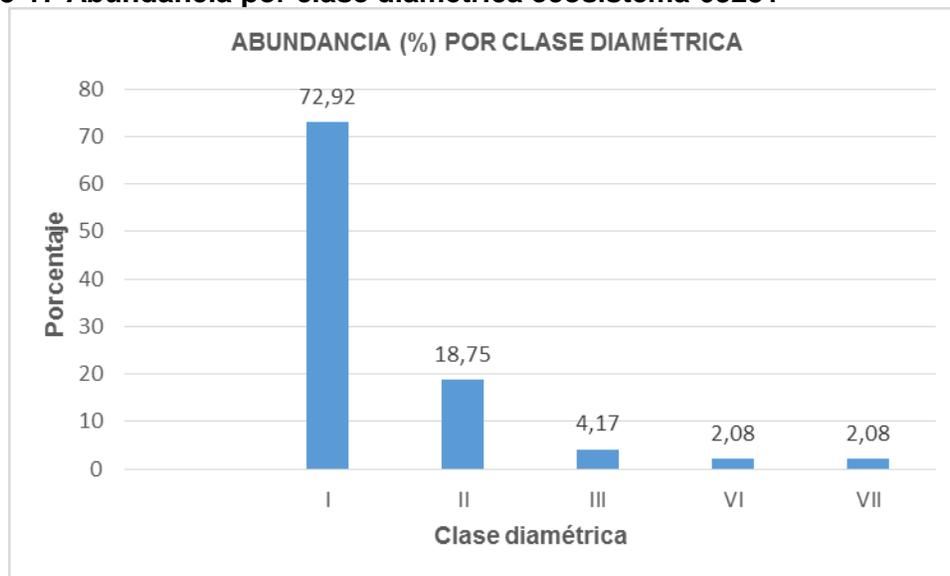
Tabla 3-44 Relación de clases diamétricas con abundancia, volumen y Área basal ecosistema 63231

Clases diamétricas	Rango	Abundancias		Volumen		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Total (m ³)	Comercial (m ³)	
I	0,10 - 0,73	35	72,92	2,84	0,86	0,49
II	0,73 - 1,36	9	18,75	2,13	0,45	0,35
III	1,36 - 1,99	2	4,17	0,74	0,21	0,16
VI	1,99 - 2,62	1	2,08	1,57	0,59	0,28
VII	2,62 - 3,25	1	2,08	3,52	0,59	0,42
TOTAL		48	100	10,80	2,70	1,69

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

La Figura 3-17, Figura 3-18 y Figura 3-19 muestran la curva de distribución de frecuencias de clase diamétricas (o tamaño) de los árboles, es semejante a una “J” invertida, es decir, un alto número de individuos por clase diamétrica pequeña y un bajo número de individuos por clase diamétrica alta, lo cual indica que en general existe una regeneración natural alta, pero que por selección o competencia, solo un bajo número de éstas plantas puede llegar al estado adulto.

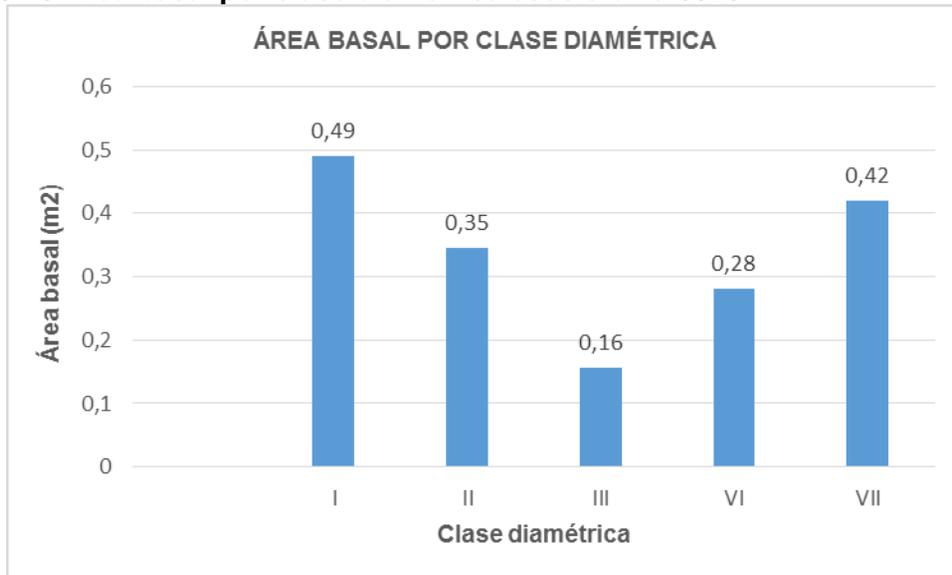
Figura 3-17 Abundancia por clase diamétrica ecosistema 63231



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Las clases diamétricas I y VII muestran una mayor área basal de 0,49 m² y 0,42 m², respectivamente, producto de su dominancia, valor que corresponde principalmente con aquellos individuos de gran porte y permite caracterizar el espacio de dominio propio de cada especie; mientras que en contraposición la clase diamétrica intermedia III presenta los menores valores de área basal con 0,16 m², esto indica la presencia de especies con tendencia a la conglomeración en pisos inferiores de la boveda boscosa.

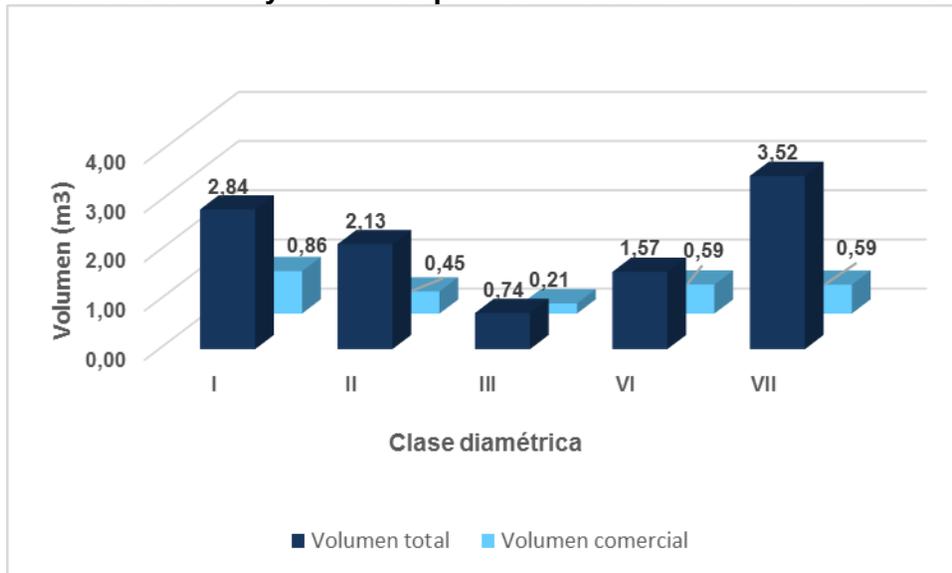
Figura 3-18 Área basal por clase diamétrica ecosistema 63231



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Los valores encontrados para el volumen total y comercial, muestran que la clase VII posee mayor cantidad para estas medidas con valores de 3,52 m³ y 0,59 m³ respectivamente, Las demas clases muestran una tendencia similar a la observada en el área basal.

Figura 3-19 Volumen total y comercial por clase diamétrica ecosistema 63231



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

A continuación en la Tabla 3-45, se presenta un resumen de los volúmenes calculados y el número de individuos encontrados para este ecosistema por hectárea.

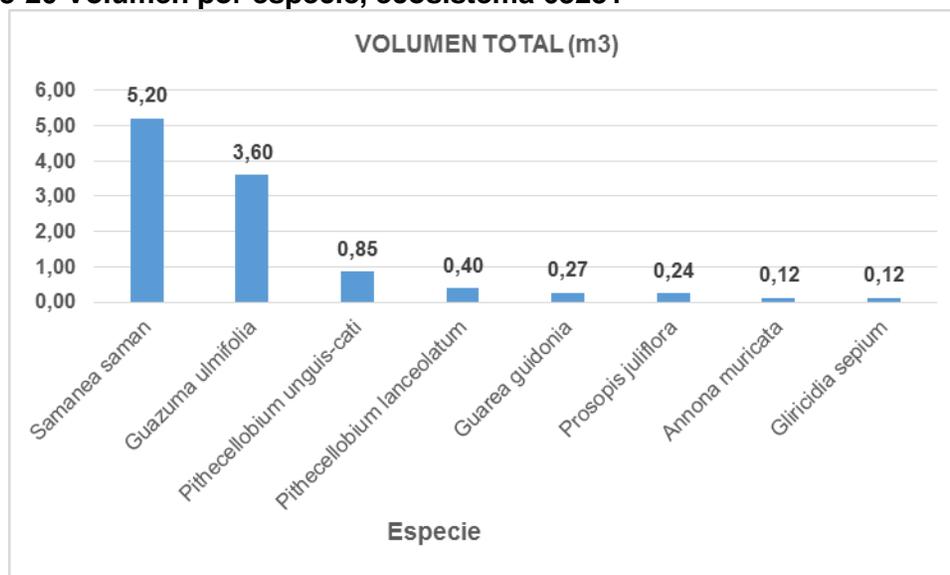
Tabla 3-45 Volumen total y comercial para fustales ecosistema 63231

Parámetros	Total (0,3)	Promedio/ha
Individuos	48	160
Volumen comercial (m3)	2,70	9
Volumen total (m3)	10,80	36

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Volumen por especie

El cálculo del volumen por especie, para este ecosistema, muestra a las especies *Samanea saman*, *Guazuma ulmifolia* y *Pithecellobium unguis-cati* con un volumen total de 5,20 m³, 3,60 m³ y 0,85 m³ respectivamente, acumulando 9,65 m³ para las tres (3) especies, en el total del área muestreada, lo que equivale al 89,35% del volumen total, las demás especies muestran valores totales inferiores a 0,5 m³ en el total del área. (Ver Figura 3-20 y Tabla 3-46).

Figura 3-20 Volumen por especie, ecosistema 63231


Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Tabla 3-46 Volumen total y comercial por especie ecosistema 63231

Especie	Volumen total (m3)	Volumen comercial (m3)
<i>Samanea saman</i>	5,20	1,23
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3,60	1,04
<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	0,85	0,24
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	0,40	0,03
<i>Guarea guidonia</i>	0,27	0,03
<i>Prosopis juliflora</i>	0,24	0,05
<i>Annona muricata</i>	0,12	0,06
<i>Gliricidia sepium</i>	0,12	0,01
TOTAL	10,80	2,70

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Índices de diversidad y riqueza

A continuación en la Tabla 3-47 se muestran los índices de Shannon Wiener, Margalef, Menhinick, para el ecosistema vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca.

Tabla 3-47 Índices de Diversidad para ecosistema 63231

Índice de shannon-Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
1,48	3,87	1,15

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Índice de Margalef

Este índice estima la riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Se asume que valores inferiores a dos determinan baja diversidad y superiores a tres indican una alta diversidad florística. Para los fustales se determinó un valor de 3,87 lo que representa una muy alta diversidad específica del sitio.

Índice Shannon

Este índice permite calcular la probabilidad de encontrar un determinado individuo en esta cobertura y la homogeneidad de la distribución para una cantidad de especies determinada, teniendo en cuenta que el máximo valor posible a obtener es el logaritmo natural del número de individuos (48). Para el caso de fustales de este ecosistema se obtuvo un valor de 1,48, valores con tendencia a 5 demuestran altos índices de diversidad. Como resultado se concluye que el ecosistema presenta una diversidad media.

Índice de Menhinick

El índice de Menhinick también es un índice de riqueza, se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos, para este ecosistema muestra un valor de 1,15 lo cual se interpreta que la riqueza es baja.

Grado de Agregación

La Tabla 3-48 muestra los valores para comprender o determinar el efecto de sucesos pasados sobre el patrón de distribución actual, lo cual permite generar hipótesis sobre los procesos biológicos o ambientales que estructuran la cobertura vegetal analizada dentro de este ecosistema. Se puede considerar que las especies que tienden al agrupamiento podrían prosperar solo bajo ciertas condiciones, que se encuentran en ese lugar. En este caso, se muestra que 1 de las 8 especies encontradas en campo y que hace parte de la composición florística del ecosistema presenta tendencia al agrupamiento (1,255%).

Por otra parte 2 de las especies (5,286%) se encuentran agrupadas con valores de grado de agregación muy cercanos, como lo son *Guazuma ulmifolia* y *Pithecellobium lanceolatum*.

Dispersas se encuentran 5 especies (4,83%) de ellas se destacan *Annona muricata*, *Gliricidia sepium* y *Guarea guidonia*, que se puede catalogar la dispersión de sus semillas por parte de aves y mamíferos y en el caso de la *Guarea* que son especies que se presentan en los cambios de coberturas de zonas bien conservadas a potreros.

Tabla 3-48 Grado de Agregación de ecosistema 63231

Especie	Densidad observada	Densidad esperada	Grados de agregación	Tendencia distribución
<i>Annona muricata</i>	0,06	0,06	0,96	Disperso
<i>Gliricidia sepium</i>	0,03	0,03	0,98	Disperso
<i>Guarea guidonia</i>	0,10	0,10	0,94	Disperso
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,83	0,35	2,33	Agrupada
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	0,10	0,03	2,95	Agrupada
<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	0,33	0,26	1,25	Tendencia al agrupamiento
<i>Prosopis juliflora</i>	0,03	0,03	0,98	Disperso
<i>Samanea saman</i>	0,10	0,10	0,94	Disperso

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Regeneración natural ecosistema 63231

En este trabajo se midieron todas las plantas con DAP < 9,9 cm, clasificándolas en tres categorías de tamaño:

CT1: plantas con alturas menores de 30cm (Renuevo o plántula).

CT2: plantas con alturas entre 31-150 cm. (Brinzal)

CT3: plantas con alturas mayores de 151 cm (Latizal)

La Tabla 3-49 muestra los resultados obtenidos para la regeneración natural en este ecosistema, encontrándose que la categoría CT3 es la que posee el mayor porcentaje de individuos con el 0,84% (79 individuos), la categoría CT2 presentó un porcentaje de individuos de 0,16% (15 individuos), y la categoría CT1 el 0%, sin presencia de individuos.

Tabla 3-49 Regeneración natural de las especies ecosistema 63231

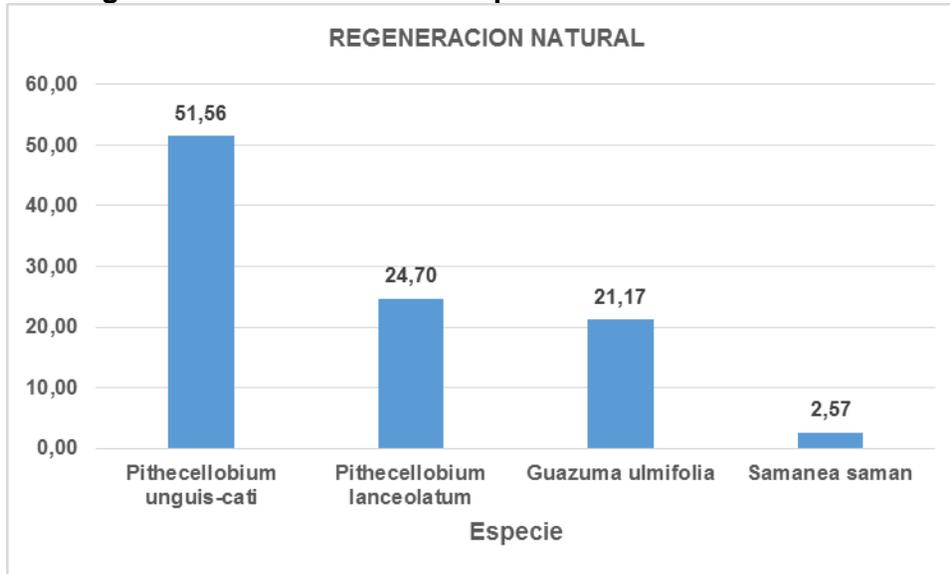
Especie	Abundancia		Frecuencia		CT1 < 30 cm		CT2 31-150cm		CT3 > 151cm		Reg Nat %
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Nº Ind	%	Nº Ind	%	Nº Ind	%	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	13	16,05	42,86	31,58	0	0	0	0	13	0,14	21,17
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	22	27,16	28,57	21,05	0	0	1	0,01	21	0,22	24,70
<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	58	55,56	57,14	42,11	0	0	14	0,15	44	0,47	51,56
<i>Samanea saman</i>	1	1,23	7,14	5,26	0	0	0	0	1	0,01	2,57
TOTAL	94	100	135,71	100	0	0	15	0,16	79	0,84	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Se realizó un comparativo de las especies encontradas en la caracterización forestal de fustales con las halladas en las parcelas de regeneración naturales, encontrando que las cuatro (4) especies reportadas en regeneración natural, también se encuentran en el listado reportado para fustales, por lo que se evidencia una buena regeneración de las especies establecidas en este ecosistema y tienen altas posibilidades de posicionarse en la vegetación alta a partir de las categorías CT2 y CT3.

La Figura 3-21 muestra las diferentes especies encontradas en este ecosistema y sus respectivos valores de porcentaje de regeneración natural, como especies características de la regeneración se encuentran las especies *Pithecellobium unguis-cati*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Guazuma ulmifolia* y *Samanea saman*, especies de rápido crecimiento, en su mayoría tolerantes a las condiciones de sequía.

Figura 3-21 Regeneración natural de las especies ecosistema 63231



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Composición florística

En las categorías de regeneración natural para las parcelas levantadas en este ecosistema se encontraron 94 individuos correspondientes a 4 especies y 2 familias. La Tabla 3-50 muestra las especies encontradas en este ecosistema, siendo la familia Fabaceae la que presenta el mayor número de especies con tres (3) y Malvaceae con una (1), relación que se observa en la Tabla 3-50.

Tabla 3-50 Composición florística regeneración natural ecosistema 63231

Familia	Género	Especie
FABACEAE	Pithecellobium	<i>Pithecellobium unguis-cati</i>
		<i>Pithecellobium lanceolatum</i>
	Samanea	<i>Samanea saman</i>
MALVACEAE	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Caracterización florística del Helobioma del Valle del Cauca

□ **Caracterización florística del bosque de galería del Helobioma del Valle del Cauca (7314)**

Para la caracterización del ecosistema se realizaron tres (3) parcelas de muestreo, localizadas en el municipio de Cali, en la vereda El Estero. Su ubicación específica se encuentra en la Tabla 3-51.

Tabla 3-51 Localización de unidades de muestreo en el ecosistema 7314

Ecosistema	GDB ID_MUEST	idP	Comisión y Nº parcela	Magna Colombia Oeste		Magna Colombia Oeste		Municipio	Vereda
				Norte	Este	Norte	Este		
7314	7314-ct-p15	1	Ct_p15	865001,178	1067473,81	864905,724	1067531,47	Cali	El Estero
	7314-cu-p16	3	Cu_p16	864887,315	1067513,21	864807,85	1067574,45	Cali	El Estero
	7314-cw-p1	6	Cw_p1	864913,696	1067507,97	864993,114	1067454,61	Cali	El Estero

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

En el Anexo E 1.1 se encuentra la Resolución No. 00168 por medio del cual se otorga Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales.

Con base en la información colectada durante la realización del inventario estadístico, se analizan los diferentes ecosistemas desde el punto de vista florístico y estructural, permitiendo conocer la composición de especies, la estructura biológica, los rasgos físicos que combinados con el número de individuos, generan o determinan las características particulares del bosque, para lo cual se realiza la estructura vertical, horizontal y total.

Composición florística fustales

En el análisis de la composición florística para los fustales presentes en el ecosistema bosque de galería del Helobioma del Valle del Cauca (7314) se encontraron 26 individuos distribuidos en 6 familias, 7 géneros y 7 especies. Se destaca a nivel específico la familia Malvaceae con dos (2) géneros diferentes y dos (2) especies, la mayoría de los individuos de esta familia presenta un rápido crecimiento, pero aun así la madera no es de buena calidad, por lo cual no tienen alto valor comercial, las demás familias encontradas en este ecosistema presentan un (1) solo género respectivamente (ver Tabla 3-52).

Tabla 3-52 Composición florística fustales ecosistema 7314

Familia	Género	Especie	Nombre común	Abundancia
ARECACEAE	Sabal	<i>Sabal mauritiiformis</i>	Nn	1
CARICACEAE	Vasconcellea	<i>Vasconcellea cauliflora</i>	papayuelo	2
FABACEAE	Pithecellobium	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Peine mono	5
MALVACEAE	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	10
	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	2

Familia	Género	Especie	Nombre común	Abundancia
MORACEAE	Ficus	<i>Ficus crassiuscula</i>	Caucho	2
URTICACEAE	Urera	<i>Urera caracasana</i>	Pringamoza	4
TOTAL				26

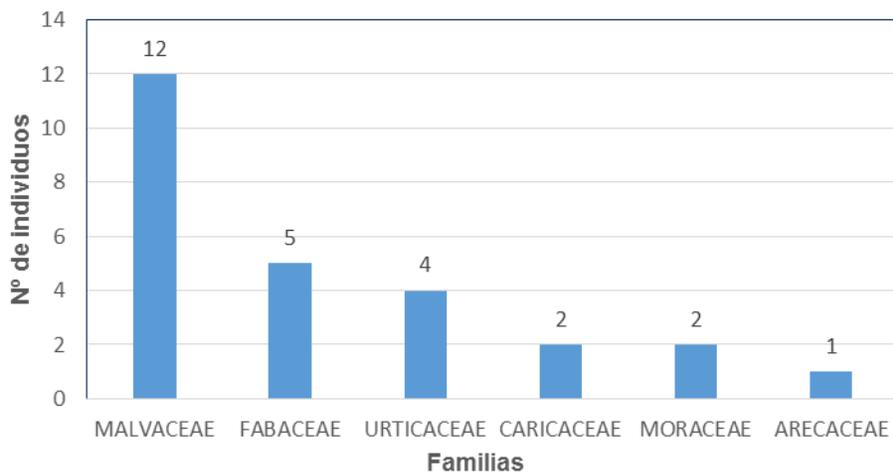
Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

A continuación, se presenta el análisis de las familias y géneros presentes a partir de la abundancia o presencia de las especies inventariadas.

Abundancia por familia

Al analizar la abundancia por familias botánicas, de los individuos de la categoría fustal presentes en este ecosistema, se encuentra una representación importante de la familia Malvaceae con 12 individuos, la gran mayoría de individuos de esta familia son heliófitos, por lo cual son pioneros en varios estados sucesionales, le sigue las familias Fabaceae con cinco (5) individuos, Urticaceae con cuatro (4) individuos, Caricaceae y Moraceae con dos (2) y Aracaceae con un (1) individuo (Figura 3-22).

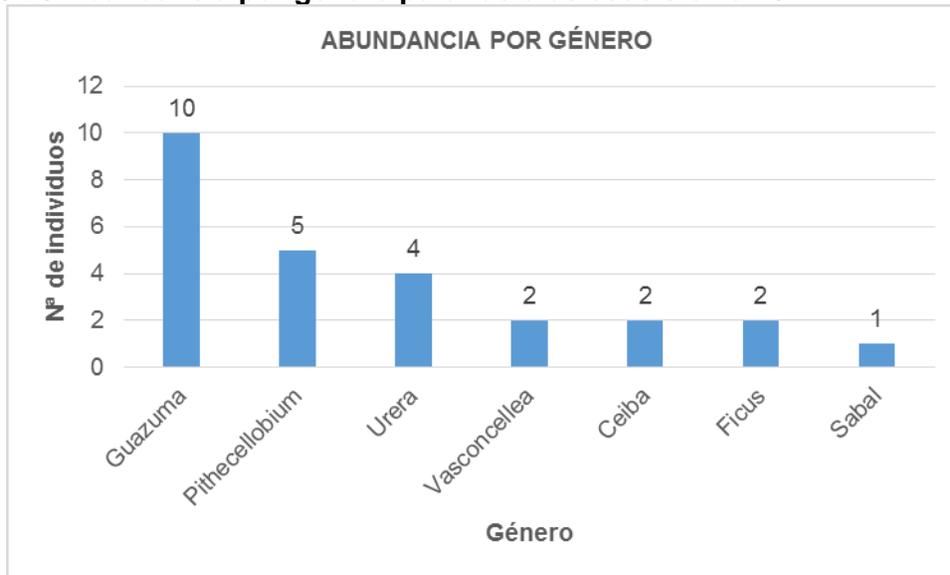
Figura 3-22 Abundancia por familia para fustales ecosistema 7314
ABUNDANCIA POR FAMILIA



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Abundancia por género

En cuanto a la abundancia de individuos por género, aparece *Guazuma* con diez (10) individuos, generalmente típicos de sucesiones primarias y secundarias de rápido crecimiento, le sigue *Pithecellobium* con cinco (5) individuos, siendo elementos secundarios de rápido crecimiento; posteriormente *Urera*, género asociado a cuerpos de agua, la mayoría de las veces son elementos secundarios de rápido crecimiento; *Vasconcellea*, *Ceiba* y *Ficus* con dos (2) individuos respectivamente y finalizando *Sabal* con un (1) individuo (Figura 3-23).

Figura 3-23 Abundancia por género para fustales ecosistema 7314


Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Estructura horizontal fustales

La estructura horizontal permite determinar la distribución espacial de las especies, permitiendo conocer el grado en que se agrupan o dispersan y la cantidad de individuos existentes, para lo cual existen indicadores que permiten su medición, como: la abundancia, frecuencia y dominancia, y con la sumatoria de los valores relativos de estos, se obtiene el índice de valor de importancia (IVI), que muestra las especies con mayor peso ecológico dentro de la zona de estudio.

Tabla 3-53 Índice de valor de importancia de fustales en el ecosistema 7314

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI (%)
	Aa	Ar (%)	Fa	Fr (%)	Da	Dr (%)	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	10	38,46	23,33	33,33	1,80	31,84	103,63
<i>Ficus crassiuscula</i>	2	7,69	6,67	9,52	2,48	44,02	61,24
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	5	19,23	13,33	19,05	0,09	1,62	39,90
<i>Ceiba pentandra</i>	2	7,69	6,67	9,52	1,18	20,93	38,15
<i>Urera caracasana</i>	4	15,38	10,00	14,29	0,04	0,74	30,41
<i>Vasconcellea cauliflora</i>	2	7,69	6,67	9,52	0,02	0,31	17,53
<i>Sabal mauritiformis</i>	1	3,85	3,33	4,76	0,03	0,54	9,15
TOTAL	26	100,00	70,00	100,00	5,64	100,00	300,00

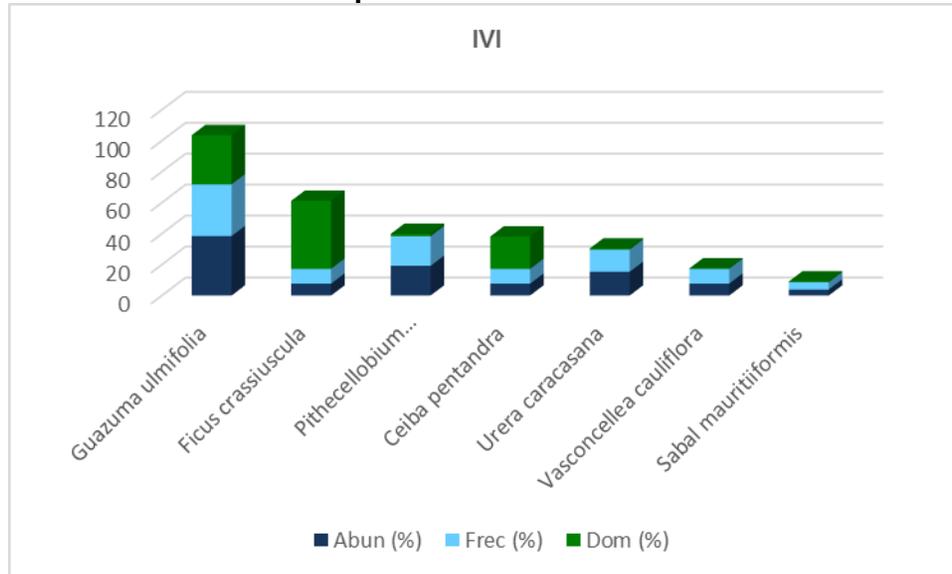
Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

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

El índice de valor de importancia, que reúne los tres parámetros anteriores (abundancia, frecuencia y dominancia), permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del tipo de bosque correspondiente. En esta cobertura, los resultados muestran que las tres (3) especies con mayor Índice de Valor de Importancia son *Guazuma ulmifolia*, como la más representativa con 103,63% (Figura 3-24), debido a su abundancia y frecuencia, lo cual es

característico para las especies con distribución horizontal continua, es una especie pionera, demasiado tolerante a sequías. Le sigue *Ficus crassiuscula* (61,24%), especie con individuos de gran porte, con crecimiento lento, y *Pithecellobium lanceolatum* (39,90%), medianamente abundante con cinco (5) individuos, especie con crecimiento rápido que se adapta muy bien a condiciones de sequía.

Figura 3-24 Índice de valor de importancia fustales ecosistema 7314



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Coefficiente de mezcla (CM)

Este parámetro mide la homogeneidad o heterogeneidad de las especies; para los fustales existentes en el ecosistema de bosque de galería en el Helobioma del Valle del Cauca, se determinó un valor de 0,27 lo que equivale a una relación de 1:4, es decir que cada especie está representada por 4 individuos en promedio, lo que indica que es un bosque heterogéneo. Ver Tabla 3-54.

Tabla 3-54 Coeficiente de mezcla para los fustales del ecosistema 7314

Nº de individuos	Nº de especies	Cociente de mezcla	Tendencia
26	7	0,27	Heterogéneo

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Estructural vertical fustales

Para evaluar la estructura vertical, existen dos metodologías de tipo descriptivo: el cualitativo, el cual permite elaborar un perfil de la vegetación para ilustrar aspectos estructurales el bosque, principalmente aquellos que se refieren a la forma de vida como son la altura, cobertura, forma de la copa, estratos y espaciamiento vertical; el cuantitativo, propuesto por Ogawa (1965) y citado por Melo (1997), describe el procedimiento para detectar la presencia de estratos confeccionando una gráfica con las alturas totales y las alturas hasta la base de la copa (alturas comerciales), complementado con la posición sociológica y la clasificación altimétrica el cual se puede consultar en el Anexo E 1.2.3

Posición Sociológica

La valoración de la posición sociológica considera 3 estratos: estrato inferior de 3,5 a 10 metros, estrato medio de 10,1 a 16,5 metros y el estrato superior que comprende alturas entre 16,6 a 23 metros. En la siguiente la Tabla 3-55 se puede observar la distribución de las 7 especies encontradas en la vegetación secundaria alta y su porcentaje de posición sociológica.

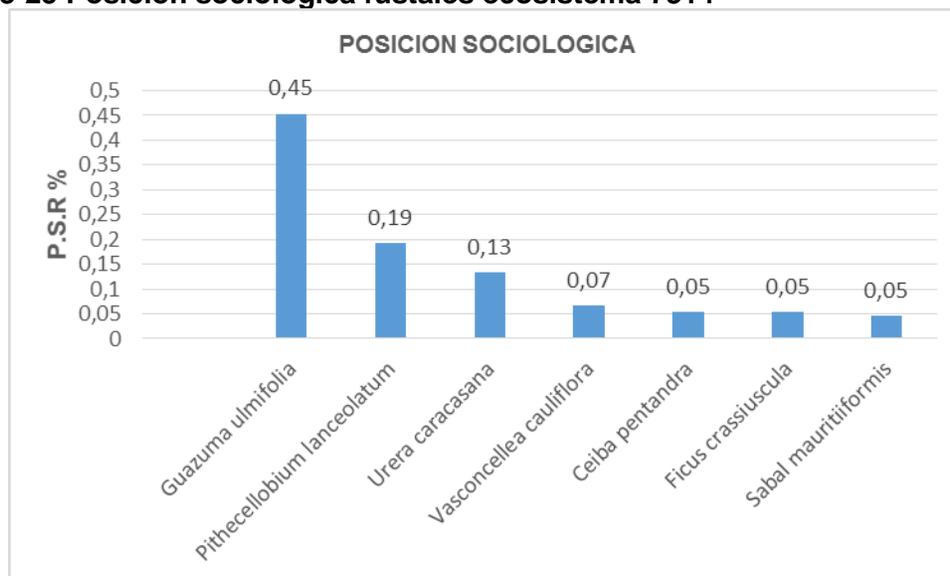
Tabla 3-55 Estructura vertical ecosistema 7314

Especie	Inferior	Medio	Superior	PSA	PS %
	Nº de arboles	Nº de arboles	Nº de arboles		
<i>Ceiba pentandra</i>	0	1	1	0,58	0,05
<i>Ficus crassiuscula</i>	0	1	1	0,54	0,05
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	9	0	5,23	0,45
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	3	2	0	2,23	0,19
<i>Sabal mauritiiformis</i>	0	1	0	0,54	0,05
<i>Urera caracasana</i>	4	0	0	1,54	0,13
<i>Vasconcellea cauliflora</i>	2	0	0	0,77	0,07
TOTAL	10	14	2	11,42	100,0

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Evaluando los resultados en Tabla 3-55, se observa que el máximo número de árboles se encuentra en el estrato medio con 14 individuos que representa el 54%, el inferior con 10 individuos que representa el 38% y el superior con 2 individuos equivalentes al 8% del total de árboles inventariados, en relación con las especies, se evidencia que en el estrato medio se presenta mayor número de especies (5), a pesar del bajo número de individuos, la mezcla sin embargo es alta con tendencia a la heterogeneidad.

Figura 3-25 Posición sociológica fustales ecosistema 7314

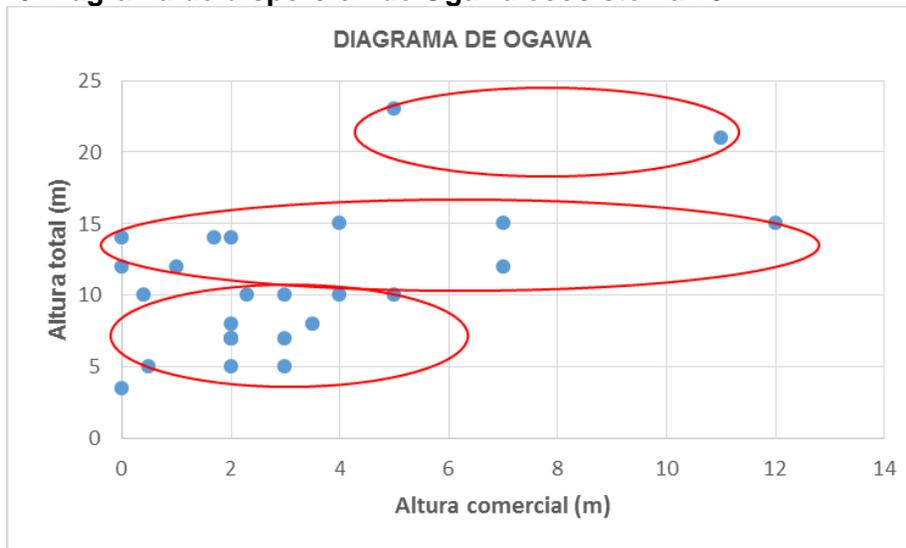


Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Diagrama de Ogawa

El diagrama de Ogawa, permite observar la presencia de estratos graficando las alturas totales en el eje “y” y las alturas hasta la base de la copa (alturas comerciales) en el eje “x”. El diagrama de Ogawa muestra la formación de tres (3) conglomerados de puntos, el primero entre los 4 a 10 m de altura, el segundo entre los 10 y 15 m y el tercero a elementos con alturas mayores a 15 metros de altura, correspondientes a un (1) individuo de *Ceiba pentandra* y un (1) individuo de *Ficus crassiuscula*. (Ver Figura 3-26). Esta tendencia ratifica que la mayoría de los individuos son de porte medio e individuos que dada las condiciones formaran parte del dosel superior.

Figura 3-26 Diagrama de dispersión de Ogawa ecosistema 7314



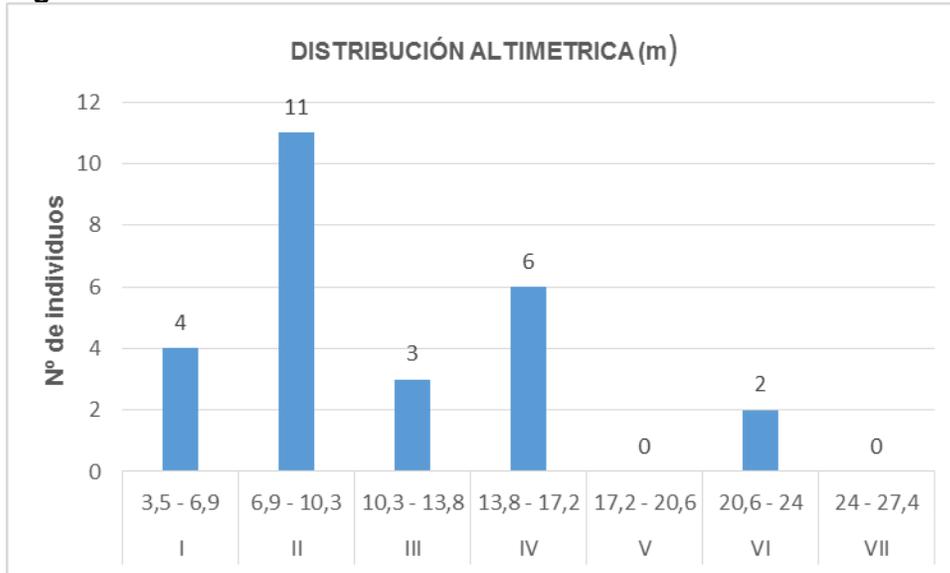
Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

El diagrama de Ogawa permite inferir una actividad sucesional temprana y una alta presencia de individuos en el estrato inferior, evidenciando competencia entre especies que buscan establecerse en estratos superiores.

Distribución Altimétrica

Para la distribución de los individuos en los intervalos de clase para alturas, se determinaron siete (7) intervalos con una amplitud de clase de 3,33 metros. La distribución de los individuos dentro de los intervalos de clase, muestra a los individuos con mayor altura en las clases II y IV, con rangos de alturas entre 6,9 a 10,3 y 13,8 a 17,2 m respectivamente; de otra parte las clases V (alturas entre 17,2 y 20,6 m) y VII (alturas mayores a 24 m), no presentan reporte de individuos para este ecosistema (Figura 3-27).

Figura 3-27 Distribución altimétrica fustales ecosistema 7314



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Estructura Total o Diamétrica

La Tabla 3-56 muestra los resultados obtenidos para las clases diamétricas existentes en este ecosistema, en cuanto a abundancia o número de individuos, volumen total y comercial y área basal.

En este ecosistema se identificaron cinco (5) clases diamétricas: I, II, III, IV y VI, con ausencia de individuos en la clase V. La mayor abundancia de individuos se presenta en las clases I y II con porcentajes de abundancia de 73,08% y 11,54%.

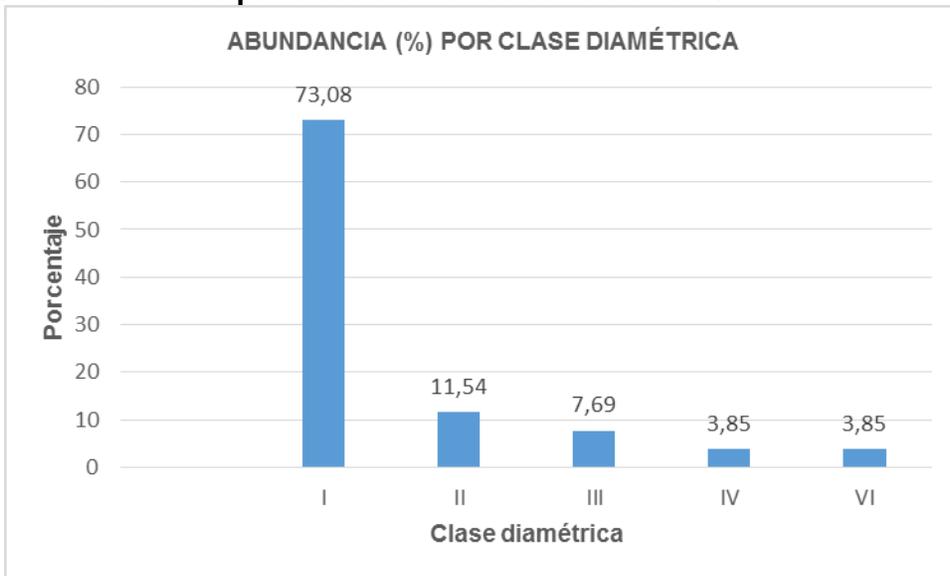
Tabla 3-56 Relación de clases diamétricas con abundancia, volumen y Área basal ecosistema 7314

Clases diamétricas	Rango	Abundancias		Volumen		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Total (m ³)	Comercial (m ³)	
I	0,10 - 1,77	19	73,08	3,94	1,14	0,51
II	1,77 - 3,44	3	11,54	7,09	2,37	0,73
III	3,44 - 5,11	2	7,69	9,78	0,55	1,00
IV	5,11 - 6,78	1	3,85	13,76	7,21	0,94
VI	6,78 - 8,45	1	3,85	39,75	8,64	2,47
TOTAL		26	100	74,32	19,90	5,64

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

La Figura 3-28, Figura 3-29 y Figura 3-30 muestran la curva de distribución de frecuencias de clase diamétricas (o tamaño) de los árboles, es semejante a una “J” invertida, es decir, un alto número de individuos por clase diamétrica pequeña y un bajo número de individuos por clase diamétrica alta, lo cual indica que en general existe una regeneración natural alta, pero que por selección o competencia, solo un bajo número de éstas plantas puede llegar al estado adulto.

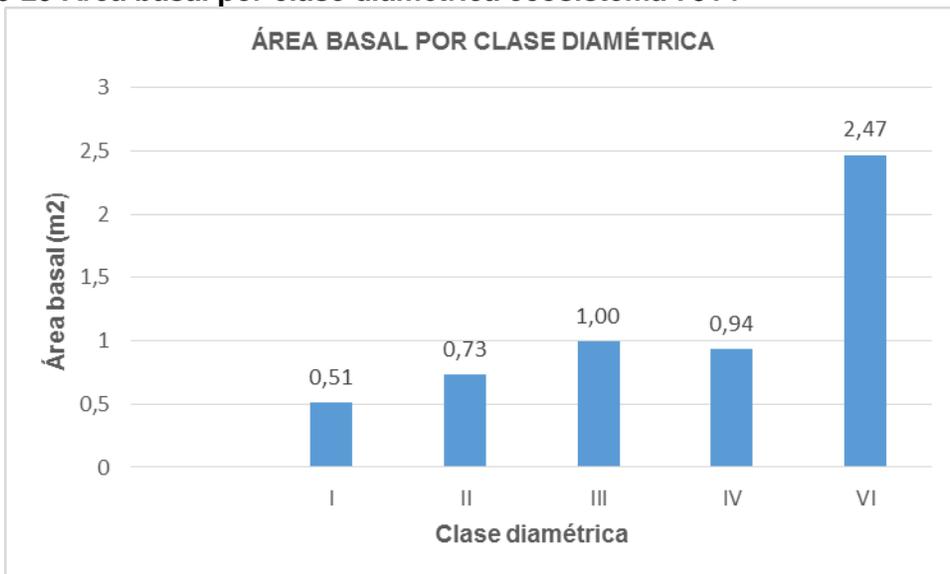
Figura 3-28 Abundancia por clase diamétrica ecosistema 7314



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

La clase diamétrica VI muestra una mayor área basal de 2,47 m², producto de su dominancia, valor que corresponde principalmente con aquellos individuos de gran porte y permite caracterizar el espacio de dominio propio de cada especie, mientras que en contraposición las clases diamétricas inferiores I y II presentan los menores valores de área basal con valores de 0,51 m² y 0,73 m² respectivamente, esto indica la presencia de especies con tendencia a la conglomeración en pisos inferiores de la boveda boscosa.

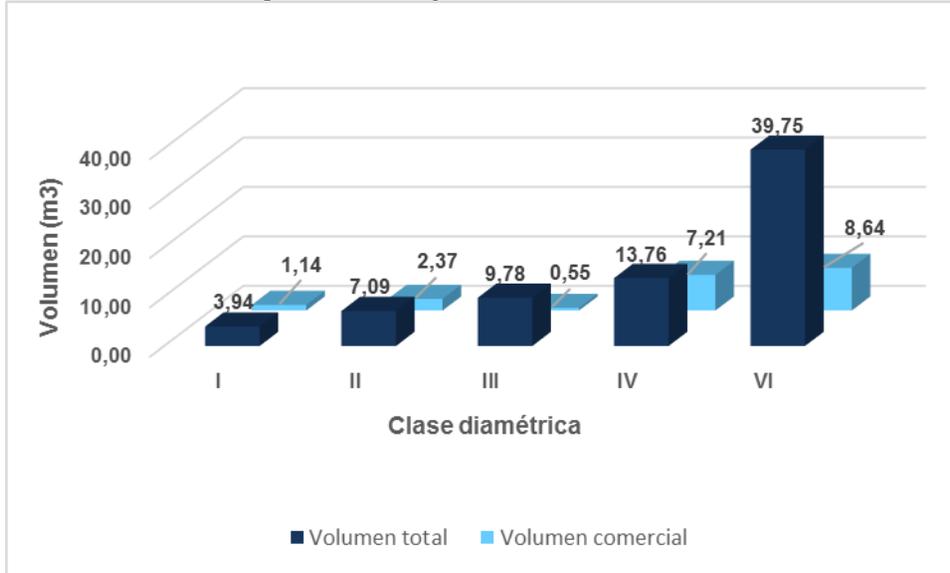
Figura 3-29 Área basal por clase diamétrica ecosistema 7314



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Los valores encontrados para el volumen total y comercial, muestran que la clase VI posee mayor cantidad para estas medidas con valores de 39,75 m³ y 8,64 m³ respectivamente. Las demás clases muestran una tendencia similar a la observada en el área basal.

Figura 3-30 Volumen total y comercial por clase diamétrica ecosistema 7314



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

A continuación, en la Tabla 3-57, se presenta un resumen de los volúmenes calculados y el número de individuos encontrados para este ecosistema por hectárea.

Tabla 3-57 Volumen total y comercial para fustales ecosistema 7314

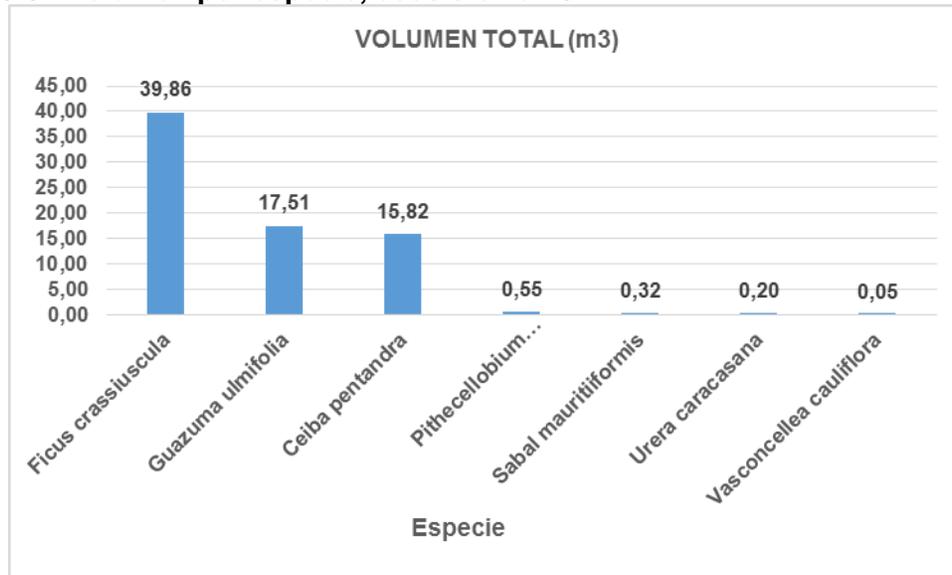
Parámetros	Total (0,3)	Promedio/ha
Individuos	26	86,66
Volumen comercial (m3)	19,90	66,33
Volumen total (m3)	74,32	247,73

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Volumen por especie

El cálculo del volumen por especie, para este ecosistema, muestra a las especies *Ficus crassiuscula*, *Guazuma ulmifolia*, y *Ceiba pentandra* con un volumen total de 39,86 m³, 17,51 m³, y 15,82 m³ acumulado de 73,19 m³ para las tres especies, en el total del área muestreada, lo que equivale al 98,47% del volumen total, las demás especies muestran valores totales inferiores a 1 m³ en el total del área. (Ver Figura 3-31 y Tabla 3-58).

Figura 3-31 Volumen por especie, ecosistema 7314



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Tabla 3-58 Volumen total y comercial por especie ecosistema 7314

Especie	Volumen total (m3)	Volumen comercial (m3)
<i>Ficus crassiuscula</i>	39,86	8,68
<i>Guazuma ulmifolia</i>	17,51	2,29
<i>Ceiba pentandra</i>	15,82	8,41
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	0,55	0,20
<i>Sabal mauritiiformis</i>	0,32	0,26
<i>Urera caracasana</i>	0,20	0,05
<i>Vasconcellea cauliflora</i>	0,05	0,02
TOTAL	74,32	19,90

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Índices de diversidad y riqueza

A continuación, en la Tabla 3-59 se muestran los índices de Shannon Wiener, Margalef, Menhinick, para el ecosistema Bosque de galería del Helobioma del Valle del Cauca.

Tabla 3-59 Índices de Diversidad para ecosistema 7314

Índice de shannon-Wiener	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
1,69	3,26	1,37

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Índice de Margalef

Este índice básicamente describe lo diverso que puede ser un ecosistema en relación con el número de especies presentes y el número de individuos registrados para cada especie. Para los fustales se determinó un valor de 3,26 lo que representa una muy alta diversidad específica del sitio. En el documento “Estudio comparativo de la composición florística,

estructura y diversidad de fustales en dos ecosistemas del campo de producción 50k CPO-09, llanos del Orinoco Colombiano” (Cárdenas, 2014) se hallaron valores para el índice de Margalef para bosques de galería y bosques densos con valores de 13,29 y 12,94, lo cual es indicador del alto potencial de diversidad y el estado de conservación que tienen estos bosques.

Índice Shannon

El índice de Shannon-Wiener, como índice de diversidad refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Para el caso de fustales de este ecosistema se obtuvo un valor de 1,69, valores con tendencia a 5 demuestran altos índices de diversidad. Como resultado se concluye que el ecosistema presenta una baja diversidad.

Índice de Menhinick

Este índice relaciona el número de especies encontradas con el número total de individuos encontrados siendo un indicador de la riqueza del ecosistema, los resultados muestran un valor de 1,37, lo cual se interpreta que la riqueza es baja.

Grado de Agregación

En cuanto la tendencia de dispersión o agrupamiento en la Tabla 3-60 se puede observar que 4 de las 7 especies encontradas en campo y que hacen parte de la composición florística del ecosistema presenta tendencia a ser dispersas.

Con tendencia al agrupamiento se encuentran 3 especies de ellas se destacan *Guazuma ulmifolia*, *Pithecellobium lanceolatum* y *Urera caracasana*, que se puede catalogar la manera de dispersión de las semillas y en el caso de la *Urera* que es una especie asociada a cuerpos de agua y de muy rápido crecimiento.

Tabla 3-60 Grado de Agregación de ecosistema 7314

Especie	Densidad observada	Densidad esperada	Grados de agregación	Tendencia distribución
<i>Ceiba pentandra</i>	0,067	0,069	0,966	Disperso
<i>Ficus crassiuscula</i>	0,067	0,069	0,966	Disperso
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,333	0,266	1,255	Tendencia al agrupamiento
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	0,167	0,143	1,165	Tendencia al agrupamiento
<i>Sabal mauritiiformis</i>	0,033	0,034	0,983	Disperso
<i>Urera caracasana</i>	0,133	0,105	1,265	Tendencia al agrupamiento
<i>Vasconcellea cauliflora</i>	0,067	0,069	0,966	Disperso

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Regeneración natural ecosistema 63231

La Tabla 3-61 muestra los resultados obtenidos para la regeneración natural en este ecosistema, encontrándose que la categoría CT1 es la que posee el mayor porcentaje de

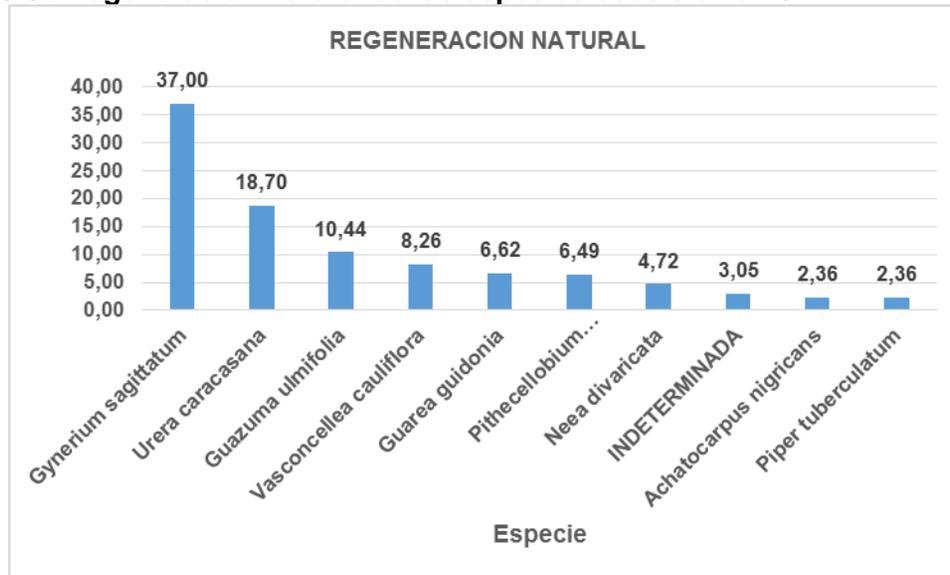
individuos con el 0,54% (41 individuos), la categoría CT3 presentó un porcentaje de individuos de 0,38% (29 individuos), y la categoría CT2 el 0,08% con 6 individuos.

Tabla 3-61 Regeneración natural de las especies ecosistema 7314

Especie	Abundancia		Frecuencia		CT1<30 cm		CT2 30-150cm		CT3>150cm		Reg Nat %
	Abso luta	Relativ a	Absolu ta	Relativ a	Nº Ind	%	Nº Ind	%	Nº Ind	%	
<i>Achatocarpus nigricans</i>	1	2,38	7,14	3,57	0	0	0	0	1	0,01	2,36
<i>Guarea guidonia</i>	4	9,52	14,29	7,14	1	0,01	2	0,03	1	0,01	6,62
<i>Guazuma ulmifolia</i>	7	16,67	14,29	7,14	1	0,01	1	0,01	5	0,07	10,44
<i>Gynerium sagittatum</i>	41	19,05	57,14	28,57	36	0,47	0	0	5	0,07	37,00
INDETERMINADA	2	2,38	7,14	3,57	2	0,03	0	0	0	0	3,05
<i>Neea divaricata</i>	2	4,76	14,29	7,14	0	0	0	0	2	0,03	4,72
<i>Piper tuberculatum</i>	1	2,38	7,14	3,57	0	0	0	0	1	0,01	2,36
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	3	7,14	21,43	10,71	0	0	2	0,03	1	0,01	6,49
<i>Urera caracasana</i>	11	26,19	35,71	17,86	1	0,01	1	0,01	9	0,12	18,70
<i>Vasconcellea cauliflora</i>	4	9,52	21,43	10,71	0	0	0	0	4	0,05	8,26
TOTAL	76	100	200	100	41	0,54	6	0,08	29	0,38	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

La Figura 3-32 muestra las diferentes especies encontradas en este ecosistema y sus respectivos valores de porcentaje de regeneración natural, como especies características se encuentran el *Gynerium sagittatum*, *Urera caracasana* y, *Guazuma ulmifolia* con el mayor porcentaje de regeneración natural 37%, 18,70% y 10,44% respectivamente, especies reconocidas como elementos secundarios de rápido crecimiento; las demás especies presentan porcentajes inferiores a 7.

Figura 3-32 Regeneración natural de las especies ecosistema 7314


Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Composición florística

En las categorías de regeneración natural para las parcelas levantadas en este ecosistema se encontraron 76 individuos correspondientes a 10 especies y 10 familias. La Tabla 3-62 muestra las especies encontradas en este ecosistema. Cada familia reportada cuenta con una especie asociada.

Tabla 3-62 Composición florística regeneración natural ecosistema 7314

Familia	Género	Especie	Nombre común
ACHATOCARPACEAE	Achatocarpus	<i>Achatocarpus nigricans</i>	nn
CARICACEAE	Vasconcellea	<i>Vasconcellea cauliflora</i>	papayuelo
FABACEAE	Pithecellobium	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	nn
INDETERMINADA	INDETERMINADA	INDETERMINADA	nn
MALVACEAE	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo
MELIACEAE	Guarea	<i>Guarea guidonia</i>	Cedro
NYCTAGINACEAE	Neea	<i>Neea divaricata</i>	nn
PIPERACEAE	Piper	<i>Piper tuberculatum</i>	cordoncillo
POACEAE	Gynerium	<i>Gynerium sagittatum</i>	nn
URTICACEAE	Urera	<i>Urera caracasana</i>	pringamoza

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Guadales dentro del Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca.

Dado que los Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca presentan una composición mixta entre individuos arbóreos y guadales, se hace necesario tomar la información de los guadales considerando un sistema de muestreo basado en pequeñas parcelas rectangulares de 100 m² (10m x 10m) dentro de las parcelas de (100X10) de caracterización de especies arbóreas para este ecosistema, dando cumplimiento a los

términos de referencia y bajo el sustento normativo de la Resolución N° 1740 del 24 de octubre de 2016 y la Norma Unificada para el Aprovechamiento y Manejo de la Guadua.

La especie inventariada es la guadua (*Guadua angustifolia*), la clasificación taxonómica de esta se presenta en la Tabla 3-63:

Tabla 3-63 Clasificación taxonómica de la especie *Guadua angustifolia*

División	Magnoliophyta
Orden	Poales
Clase	Liliopsida
Subclase	Magnoliidae
Familia	Poaceae
Género	Guadua
Especie	Angustifolia Kunth

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Medición de variables en campo:

- Estado de desarrollo:

-Rebrotos o renuevos (R): Primera fase de desarrollo del guadua. Se caracteriza por estar siempre cubierto por hojas caulinares y por lo general ausencia de ramas basales y apicales, emerge con su diámetro definido; presenta un crecimiento promedio durante los primeros 3 días de 4-6 cm/ día, luego de los 90 cm de altura el crecimiento es de 9-11 cms/día y en un alto porcentaje se desarrolla en horas nocturnas. Esta fase tarda entre 150 y 190 días. (CVC, 2005).

-Matamba (MT): Se caracteriza por presentar diámetros inferiores o iguales a 5 centímetros, estos tallos o culmos cumplen todo su ciclo vegetativo.

-Guadua joven o viche (inmaduras, V): Una vez alcanzada la altura total del tallo, las hojas caulinares del ápice se desprenden para dar paso a las ramas. Se caracteriza por el color verde intenso de los entrenudos y nudos de color blanco, presencia de color blanco, presencia de hojas caulinares en la parte basal y los individuos no presentan el grado resistencia óptimo debido al alto nivel de humedad. Esta fase tiene una duración de 6 a 24 meses. (CVC, 2005).

-Guadua Madura o hecha (H): El color de los entrenudos del tallo se torna más claro y se hace evidente la aparición de manchas de hongos de color gris a lo largo de todo el tallo. Esta fase tiene una duración aproximada entre 2 y 4 años y el tallo está en óptimo grado de resistencia y es apto para el aprovechamiento. Debido a la evolución de los guaduales este tipo de tallos se encuentra en mayor proporción hacia el interior del mismo. (CVC, 2005).

-Guadua sobremadura (SM): Los hongos y líquenes comienzan a desaparecer del tallo, hasta cuando comienzan a aparecer hongos de color rojizo. En este momento se inicia la coloración amarillenta del tallo y la finalización del ciclo vegetativo de la planta.

-Guadua seca (S): Las guaduas adultas no aprovechadas se toman completamente amarillentas debido a la pérdida de humedad, las hojas se ponen amarillas y se caen; disminuye el 80% de la resistencia. Termina el ciclo vegetativo de la planta. (CVC, 2005).

- Estado sanitario: sano, ataque de insectos, ataque de hongos.
- Espesor o diámetro del tallo a 1.30 metros sobre el nivel del suelo.

El diámetro o la circunferencia de los culmos, se debe medir en la mitad del internudo a la altura del pecho. Esto teniendo en cuenta las características externas de los culmos en los cuales el diámetro tiende a aumentar en los nudos. Al medirlo en la mitad del entrenudo, se hace una medida con menos error. No obstante, hay que mantener como referencia la altura de 1.3 m y medir sobre el internudo localizado a esta altura (Camargo et al. 2008b; Camargo 2006). Para el propósito de estos términos de referencia, la medición de los diámetros se hará solamente sobre los culmos maduros encontrados en la parcela, lo cual permitirá una buena estimación, teniendo en cuenta que el diámetro en las especies de guadua y bambú está definido en el culmo desde el momento en que emergen, debido a la ausencia de cambium vascular (Judziewicz et al. 1999); por lo tanto no hay una variación a medida que los culmos maduran.

Fotografía 3.3.1-27 Establecimiento de las parcelas de guaduales, en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca.



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Calculo de volúmenes:

El cálculo de los volúmenes de los Guaduales y Bambusales, se realiza de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 13 del Decreto 1740 de 2016 del MADS “*Tabla de Equivalencias*” y el Artículo 9 del 2005 de la Norma Unificada para el Manejo y Aprovechamiento de la Guadua “*Volúmenes y equivalencias*”, las cuales coinciden en los valores de equivalencia.

Tabla 3-64 Tabla de equivalencias

PRODUCTO	CANTIDAD	LONGITUD	EQUIVALENCIA (m ³)
Cepa	1	3-4	0.03
Basa o Esterilla	2	4	0.03
Sobrebasa	1	3-4	0.02
Puntal	1	2.2	0.02
1 Guadua en pie			0.1
10 Guaduas en pie			1.0
1 Lata de Guadua de 2 metros			0.0025
1 Puntal de Guadua de 2 metros			0.004

Fuente: Norma Unificada Para el Manejo y Aprovechamiento de la Guadua 2008.

Fotografía 3.3.1-28 Estado de los guaduales, en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca.



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Dentro de la caracterización realizada se encontraron 350 guaduas, las cuales suman un volumen total de 35 m³.

En la Tabla 3-65 se relaciona la información obtenida en las tres (3) parcelas, referente al estado de desarrollo de las guaduas allí presentes.

Tabla 3-65 Estado de desarrollo del guadua, en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca.

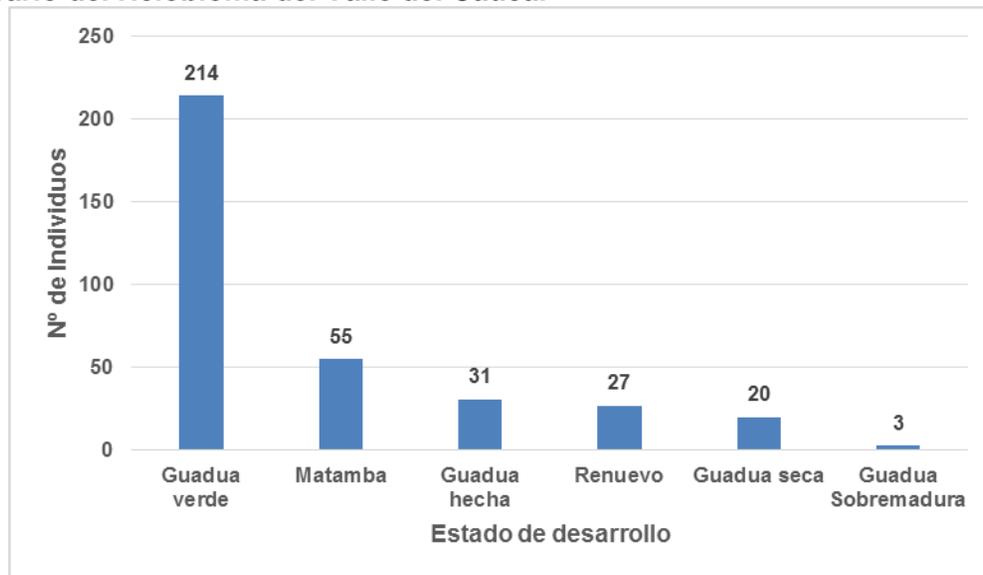
ID Parcela	H	S	SM	V	MT	R	Total	Volumen (m3)
1	13	5	1	72	4	6	101	10.1
3	0	8	0	59	51	21	139	13.9
6	18	7	2	83	0	0	110	11
TOTAL	31	20	3	214	55	27	350	35

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Convenciones: **H:** Hecha, **S:** Seca, **SM:** Sobremadura **V:** Verde, **MT:** Matamba, **R:** Renuevo.

Se encontraron 214 guaduas verdes, 55 matambas, 31 guaduas hechas, 27 renuevos, 20 guaduas secas y 3 sobremaduras para un total de 350 guaduas censadas en las parcelas 1, 3 y 6. Figura 3-33

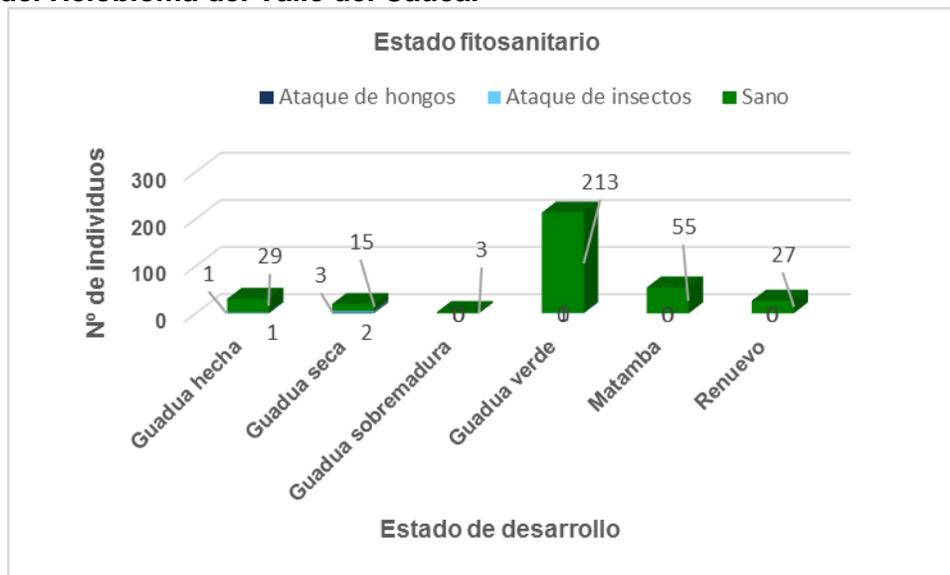
Figura 3-33 Estado de desarrollo de la guadua, en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca.



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Así mismo se evaluó el estado fitosanitario de los individuos censados, encontrando que en su mayoría se encuentran sanas, exceptuando 4 con ataque de insectos y 2 con ataque de hongos como se muestra en la Figura 3-34.

Figura 3-34 Estado fitosanitario de la guadua, en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca.



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Conclusiones

- La vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca (63231) y el bosque de galería del Helobioma del Valle del Cauca (7314), presentan como la familia más abundante la Malvaceae, la cual cuenta con una dispersión aérea y la mayoría de sus individuos son heliófitos por lo cual son pioneros en varios estados sucesionales de rápido crecimiento; seguida de la familia Fabaceae, con especies de dispersión rápida por intermedio de las aves, por lo cual presentan una gran oferta de semillas, siendo además un gran fijador de Nitrógeno.
- Las especies con mayor peso e importancia ecológica en 63231 fueron *Guazuma ulmifolia*, *Samanea saman* y *Pithecellobium unguis-cati* con los mayores IVI's. Por su parte para 7314 se encontraron las especies *Guazuma ulmifolia*, *Ficus crassiuscula* y *Pithecellobium lanceolatum*, especies de crecimiento rápido en su gran mayoría, que se adaptan muy bien a condiciones de sequía.
- El resultado en cuanto a riqueza de especies sugiere que para el ecosistema 63231 (con un cociente de mezcla de 0,17), contiene una vegetación homogénea, frente a 0,27 del ecosistema 7314, indicando una vegetación heterogénea.
- La abundancia por clases diamétricas para la vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca (63231) presentan abundancia de individuos en clases diamétricas inferiores, en su mayoría en la primera clase diamétrica (0,10 – 0,73 cm), lo cual muestra procesos de regeneración activos, la inevitable tala y fragmentación de los bosques en la región han influido en la estructura y composición de la vegetación, donde los individuos

de clases mayores han sido removidos en su mayoría producto de la tala ilegal selectiva por lo valioso de las maderas encontradas allí o actividades agropecuarias circunvecinas a estos ecosistemas. De igual manera sucede con el bosque de galería del Helobioma del Valle del Cauca (7314), al presentar la mayoría de individuos en la primer clase diamétrica (0,10 – 1,77 cm).

- En cuanto al grado de agregación, la tendencia predominante en estos ecosistemas es a que las especies se encuentren dispersas, lo que se traduce en que estas especies prosperan bien con distribuciones al azar y están adaptadas a las condiciones generales del ecosistema. Esto se debe principalmente a su distribución que en muchos casos tienen dispersión zoocora y en esa medida estos bosques actúan como corredor biológico y la conectividad entre parches de vegetación son factores que determinan su distribución geográfica más dispersa. (Guevara, Laborde, & Sánchez-Ríos, 2004)
- La madurez y mejor estado de conservación del ecosistema 63231, se refleja en el análisis de la regeneración natural, como quiera que las especies de mayor representatividad son *Pithecellobium unguis-cati*, *Pithecellobium lanceolatum* y *Guazuma ulmifolia*, especies de rápido crecimiento, tolerantes a condiciones de sequía, siendo elementos secundarios.
- La regeneración natural para el ecosistema 7314 se ve representada en su mayoría por las especies *Gynerium sagittatum*, *Urera caracasana* y *Guazuma ulmifolia*, algunas de estas asociadas a cuerpos de agua, considerados como elementos secundarios de muy rápido crecimiento, en su gran mayoría en estado de renuevo o plántula.
- La regeneración en estos ecosistemas está asegurada si las actividades circunvecinas como la agricultura (monocultivos de caña), no llega a presenta algún disturbio que pueda cambiar las condiciones ideales de sombra y humedad, estas condiciones antrópicas están muy latentes en la zona, por la presión hacia estos bosques principalmente por la actividad cañera de la región.

Capacidad de amortiguación o asimilación y tendencias de dispersión de las especies

La resiliencia forestal es una propiedad ecosistémica emergente que deriva de la biodiversidad en múltiples escalas, y comprende desde la diversidad genética hasta la diversidad paisajística (Thompson et al., 2009).

Se define que una especie tiene capacidad limitada de resiliencia cuando ésta tiene capacidades limitadas de dispersión, de reproducción, o requisitos de hábitat muy inflexibles, entonces es poco probable que sea capaz de una rápida recuperación de la perturbación y es probable que sea relativamente propensa a la extinción en paisajes perturbados (Akçakaya, 1999).

Para definir y discriminar la capacidad de resiliencia y las tendencias de dispersión, se evaluaron características funcionales de las especies encontradas en los dos ecosistemas estudiados Vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca (63231) y Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca (7314), teniendo en cuenta que si bien puede haber especies raras con rasgos funcionales de gran influencia para su respectivo ecosistema, se centra la atención en un grupo de especies con características de mayor abundancia, dominancia y frecuencia.

Las cuatro (4) categorías de rasgos de historia de vida que se tiene en cuenta para discriminar la resiliencia en los ecosistemas estudiados son 1: Gremio ecológico (Esciófito, Heliófito duradero y Heliófito efímero); 2: Requerimientos del hábitat (si requiere condiciones exclusivas o sus características ecológicas y requerimientos bióticos y abióticos la hacen versátil y por lo tanto es una especie con cierta plasticidad adaptativa); 3: Forma de dispersión y 4: Forma de polinización. (Gomez & Vargas, 2006).

Se tiene en cuenta para enmarcar estas categorías que los rasgos de historia de vida se definen como características propias de cada individuo que representan sus respuestas al ambiente en aspectos fisiológicos, morfológicos y ecológicos ante las condiciones ambientales (Gomez & Vargas, 2006) y están conectados con la función de la planta en relación con los principales obstáculos ambientales ya que dichas características son relevantes para la distribución de especies a lo largo de gradientes de disponibilidad de nutrientes, y de perturbación (Lavorel et al., 2007), proveyendo al ecosistema de ciertos servicios ecosistémicos, los cuales están definidos como el conjunto beneficios directos e indirectos que las comunidades humanas reciben de la biodiversidad, estos son el resultado de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad (MEA, 2005).

Se elaboró la Tabla 3-66 en la cual se mencionan los principales rasgos de historia de vida de las especies encontradas dentro del AID en cada uno de sus ecosistemas evaluados, según la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad – CONABIO.

Tabla 3-66 Rasgos de historia de vida de las especies con mayor importancia ecológica en el estudio.

Especie	Rasgos de historia de vida				ZASVC	HVC
	Ge	Rq	Dis	Pol	63231	7314
<i>Annona muricata</i>	Hd	Ne	Zo	AIM	X	
<i>Ceiba pentandra</i>	Hd	Ne	An	MI		X
<i>Ficus crassiuscula</i>	E	Ne	Zo	I		X
<i>Gliricidia sepium</i>	He	Ne	Au	I	X	
<i>Guarea guidonia</i>	EP	Ne	An	I	X	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	He	Ne	An	PI	X	X
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Hd	Ne	An	I	X	X
<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	Hd	Ne	An	I	X	
<i>Prosopis juliflora</i>	He	Ne	Au	I	X	
<i>Sabal mauritiiformis</i>	Hd	Ne	Zo	PI		X
<i>Samanea saman</i>	Hd	Ne	An	PI	X	
<i>Urera caracasana</i>	He	Ne	An	I		X
<i>Vasconcellea cauliflora</i>	He	Ne	Zo	AIM		X

Fuente: CONABIO- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx>, 2018.

Ecosistemas: **ZASVC:** Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca; **HVC:** Helobioma del Valle del Cauca.

Vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca (63231), Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca (7314).

Convenciones: **Ge:** Gremio Ecológico; **Rq:** Requerimientos de Hábitat; **Dis:** Dispersión; **Pol:** Polinización; **E:** Esciófita; **Hd:** Heliófita durable; **He:** Heliófita efímera; **EP:** Esciofita parcial; **Ne:** No exclusivo; **Ex:** Exclusivo; **An:** Anemocoria; **Au:** Autocoria; **Zo:** Zoocoria; **I:** Insectos; **MI:** Murciélagos e insectos; **PA:** Pequeñas aves; **PI:** Pequeñas aves e insectos; **VI:** Viento e insectos; **AIM:** Aves, insectos y mamíferos.

La *Ceiba pentandra* es una especie primaria o secundaria que con frecuencia crece en terrenos talados y abandonados, así como a orillas de caminos. Es una especie de amplia distribución geográfica y fácil adaptación; cuenta con semillas negras, numerosas y globosas, de 4 a 8 mm de largo, rodeadas por abundante vello sedoso blanco a gris plateado, las cuales son fácilmente dispersadas por animales (zoocoria). La *C pentandra* se encuentra ampliamente distribuida en los márgenes de los ríos y bancos ribereños, su polinización se basa principalmente en murciélagos, abejas y el viento. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/14-bomba5m.PDF.

De igual manera la *Guazuma ulmifolia* es una especie secundaria. Pionera, heliófila. Que puede presentarse como especie importante de etapas secundarias muy avanzadas de selvas medianas subperennifolias, dando la impresión de ser elemento primario. Abundante y característica de sitios perturbados; es una especie con semillas numerosas (entre 40 a 80) de menos de 1 mm, duras, redondeadas, pardas, de fácil dispersión por el aire (Anemocoria). http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/66-sterc1m.pdf

En general los resultados arrojados y las consultas realizadas en la página de CONABIO <http://www.conabio.gob.mx>, se concluye que de las 13 especies consideradas en el análisis para los dos (2) ecosistemas evaluados, 7 de ellas pertenecen al gremio de las heliófitas efímeras (53,84%), especies que requieren de altos niveles de luz para su germinación y establecimiento, de tal manera que su reclutamiento está restringido a etapas sucesionales muy jóvenes o a los claros del bosque, además en su totalidad son especies “no exclusivas” en lo referente al requerimiento de hábitat, con características ecológicas que hacen que tengan cierta plasticidad adaptativa; en la mayoría de ellas la dispersión es anemocoria realizada principalmente por la dispersión de las semillas de un vegetal mediante las corrientes de aire; su polinización depende casi de manera exclusiva de insectos de diferentes tamaños.

Usos de las especies

En la Tabla 3-67, se muestran los usos de algunas de las especies encontradas en el área de influencia del Proyecto. Como resultado se tiene, que el mayor uso que se tiene para las especies es el medicinal, seguido de alimento para el hombre, uso cultural, ornamental, maderable, artesanal, leña y otros.

Tabla 3-67 Uso de las especies

Especie	Usos															
	Ap	Af	As	Ce	Cm	Su	Uc	Ha	O	Ma	Ah	Al	Ar	Me	Or	Le
<i>Annona muricata</i>											X			X		
<i>Ceiba pentandra</i>										X						
<i>Ficus crassiuscula</i>									X							
<i>Gliricidia sepium</i>														X	X	
<i>Guarea guidonia</i>																X
<i>Guazuma ulmifolia</i>							X							X		
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>									X							
<i>Pithecellobium unguis-cati</i>															X	
<i>Prosopis juliflora</i>											X			X		
<i>Sabal mauritiiformis</i>													X			
<i>Samanea saman</i>							X			X						
<i>Urera caracasana</i>														X		
<i>Vasconcellea cauliflora</i>											X					

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

Convenciones: **Ap**: Actividades Productivas, **Af**: Animales Familiarizados, **As**: Aseo, **Ce**: Ceremonial, **Cm**: Cultura material, **Su**: Subsistencia, **Uc**: Uso cultural, **Ha**: Habitación, **O**: Otro, **Ma**: Maderable, **Ah**: Alimento Hombre, **Al**: Alimento Fauna, **Ar**: Artesanal, **Me**: Medicinal, **Or**: Ornamental, **Le**: Leña

- **Identificación de Especies en Veda y Amenaza.**

Para evaluar el nivel de amenaza y estado de veda de las especies florísticas mediante la caracterización en el área de estudio, se realizó la respectiva consulta de la normatividad ambiental (Resolución 0192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Acuerdo 17 de junio 11 de 1973 de CVC), los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES y las listas rojas preliminares y libros rojos de plantas de Colombia del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt IAvH. Así mismo se revisó la clasificación de categoría de especies amenazadas establecida por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) versión 2014.3. Para determinar la presencia de especies endémicas se realizó la consulta del Catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal, et al., 2015), entre otras fuentes bibliográficas. Los resultados se muestran en la Tabla 3-68.

Tabla 3-68 Especies amenazadas o vedadas presentes en el AID y AII del proyecto, registradas en la caracterización

Especie	Categoría de Amenaza			CITES	VEDAS	Endemismo
	UICN	Res. 0192 de 2014 MADS	LIBROS ROJOS			
<i>Ceiba pentandra</i>	Preocupación menor	--	--	--	Acuerdo 17 de junio de 1973 (CVC)	Cosmopolitan

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018.

3.3.1.2 Áreas Naturales Protegidas e iniciativas de Conservación

De acuerdo con el Decreto 2372 (2010) del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, un área protegida es “un área definida geográficamente, para ser designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación”. Dichos objetivos son propósitos de conservación de la naturaleza, especialmente de la diversidad biológica, que se pueden alcanzar mediante diversas estrategias que aportan a su logro. (Parque Nacionales Naturales de Colombia, 2009)

De otro lado, las estrategias de conservación, se definen como: “la gestión del uso humano de la biósfera para que pueda producir el mayor beneficio sostenible para las generaciones presentes a la vez que se mantenga su potencial para cubrir las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras. Por tanto, la conservación en positivo incluye la preservación, mantenimiento, uso sostenible, restauración y mejora del ambiente natural”

Por su parte, los ecosistemas estratégicos fueron elevados a categoría jurídica, en la Política Nacional Ambiental adoptada por el Plan Nacional de Desarrollo del 94, dándole el carácter y nivel de Ley de la Nación. En esta normativa se definen así: “Son ecosistemas estratégicos para el desarrollo aquellos que proveen bienes y servicios ambientales esenciales (aire, agua, energía, materias primas, equilibrio ecológico, prevención de riesgos, biodiversidad) para la calidad de vida de la población, la continuidad de los procesos productivos, el mantenimiento de procesos ambientales, la prevención de riesgos y la conservación de biodiversidad. En consecuencia, incluyen ecosistemas importantes no sólo desde el punto de vista naturalista (parques naturales, etc.) sino aquellos de los cuales dependen más directamente la población y las actividades productivas”. Se trata de un planteamiento metodológico que obliga a las entidades territoriales y Corporaciones Regionales, como integrantes del SINA, a priorizar el manejo de aquellas áreas que por posición, función y recursos, mayor significado tienen para el desarrollo sostenible. (Fundación Estación Biológica Bachaqueros, 1998).

De acuerdo con la revisión de información secundaria y de cartografía disponible para las áreas legalmente protegidas y las iniciativas de conservación a nivel nacional, regional y local, se realizó la identificación de las áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), al Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP) y a los Sistemas Locales de Áreas Protegidas (SILAP) (Tabla 3-69). Adicionalmente, se hizo el mismo proceso para las áreas establecidas en los documentos de ordenamiento de cuencas hidrográficas (POMCH) existentes tanto para el Área de Influencia Indirecta (AII) como para

el área de Influencia Directa (AID) del proyecto. Adicionalmente se realizó revisión de PBOTs y EOTs de los municipios pertenecientes al área de estudio con el fin de determinar las áreas con algún tipo de ordenamiento relacionado con la protección de suelos y ecosistemas.

Tabla 3-69 Sistema Nacional de áreas protegidas, estrategias de conservación y otros aspectos normativos

Norma	Categoría/Descripción
Decreto 2372/2010-Art.10 Áreas Protegidas de SINAP	Sistema de Parques Nacionales Naturales: Parque Nacionales Naturales Reserva Natural Área Natural Única Santuario de Fauna Vía parque
	Reservas Forestales Protectoras
	Parques Naturales Regionales
	Distritos de Manejo Integrado
	Distrito de Conservación de suelos
	Reservas Naturales de la Sociedad Civil
	Sistema Departamental de Áreas Protegidas (SIDAP)
Decreto 2372/2010- Art.28 Estrategias de conservación y Distinciones Internacionales	Sitios Ramsar
	Reservas de la biosfera
	AICAS
	Patrimonio de la humanidad
Decreto 2372 de 2010, Art. 28 Ecosistemas estratégicos e iniciativas de conservación	Páramos, subpáramo
	Bosque seco tropical (BST)
Otras estrategias de Conservación In situ	Reservas Forestales de ley segunda de 1959
	Prioridades de Conservación Nacional (CONPES 3680 DE 2010)
	Reservas de Recursos Naturales
	REAA- Registro único de ecosistemas y áreas ambientales
Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas POMCAS	Unidades de zonificación ambiental
Áreas de importancia ambiental establecidas en los instrumentos de ordenamiento territorial	Áreas protegidas locales de POT; PBOT, EOT y suelos de protección

Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

- **Áreas Protegidas del SINAP de carácter Nacional, Regional y Local**

Para el área de estudio del proyecto “Estudio de Impacto Ambiental proyecto Alférez - San Marcos” no se registra la presencia de las siguientes áreas protegidas, de acuerdo con la revisión de información en las entidades correspondientes a la subdirección de Gestión y Manejo de Áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales, la dirección del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC, RESNATUR, y en las respectivas entidades municipales.

- Parques Nacionales Naturales
- Reserva Natural
- Área Natural Única
- Santuario de Flora
- Santuario de Fauna
- Vía parque
- Reservas Forestales Protectoras
- Parques Naturales Regionales
- Distritos de Manejo Integrado
- Distritos de Conservación de suelos
- Áreas de recreación

Sistema Departamental de Áreas Protegidas (SIDAP)

El Sistema Departamental de Áreas Protegidas (SIDAP Valle) se fundamenta en el compromiso adquirido por Colombia a través del convenio de Diversidad Biológica, el cual fue ratificado mediante la promulgación de la ley 165 de 1994 y la formulación de la Política Nacional de Biodiversidad, con base en el cual se formuló el Plan de acción regional de biodiversidad para el Valle del Cauca, 2005 – 2015.

El sistema departamental de áreas protegidas SIDAP se concibe como el conjunto de principios, normas, estrategias, acciones, procedimientos, recursos, actores sociales y áreas naturales protegidas en el Valle del Cauca, cuyo objeto es articular y coordinar las iniciativas de conservación in situ de la biodiversidad para el Valle del Cauca, bajo principio de responsabilidad, corresponsabilidad, participación y equidad (Corporación Autónoma del Valle del Cauca, CVC, 2012)

El Sistema Departamental de áreas Protegidas (SIDAP-Valle) establece algunas áreas de especial interés para el departamento. De acuerdo con la Tabla 3-70, el AII del proyecto cruza las áreas del SIDAP – Valle correspondientes a áreas de recuperación Ribera del Río Cauca en Yumbo 7,15 ha, Humedales en Candelaria en una área de 70,36 ha. y Ecoparque por adecuación de suelos degradados en Candelaria, con 6,11 ha.

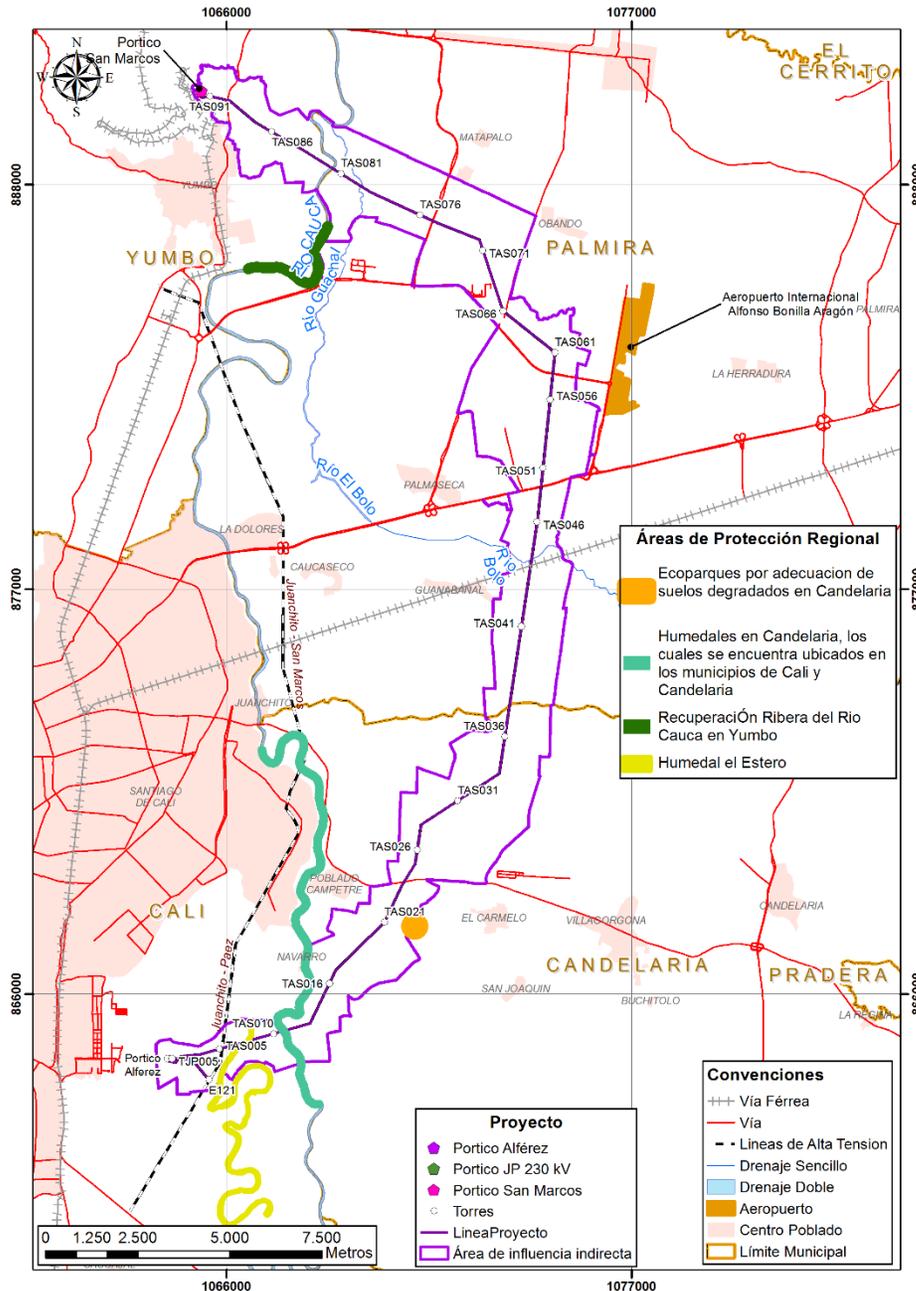
Tabla 3-70 Áreas Departamentales Protegidas (SIDAP) en AII

Nombre Proceso (SIDAP)	Municipio	Priorización	Área dentro del AII (ha)
Recuperación Ribera del Río Cauca en Yumbo	Yumbo	No Priorizado	7,15
Humedales en Candelaria, los cuales se encuentran ubicados en los municipios de Cali y Candelaria	Cali	No Priorizado	14,81
Ecoparque por adecuación de suelos degradados	Candelaria	No Priorizado	6,11
Humedales en Candelaria, los cuales se encuentran ubicados en los municipios de Cali y Candelaria		No Priorizado	55,55
TOTAL			83,62

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En la Figura 3-35 se observa la presencia de los Humedales en Candelaria y el Ecoparque por adecuación de suelos degradados en el AII del proyecto.

Figura 3-35 Áreas departamentales Protegidas (SIDAP) en AII



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Para el área de estudio del proyecto se registró en el AID las áreas de recuperación de la Rivera del Río Cauca con 2,11, los Humedales en Candelaria el cual se encuentra ubicado

en el municipio de Candelaria y Cali, y se traslapa en el AID en un área de 1,53 ha. y las áreas correspondientes al Ecoparque por adecuación de suelos degradados en Candelaria, en la vereda El Carmelo en 0,51 ha. (Ver Figura 3-35 y Tabla 3-71)

Tabla 3-71 Áreas Departamentales Protegidas (SIDAP) en AID

Nombre Proceso (SIDAP)	Municipio	Priorización	Área dentro del AII (ha)
Recuperación Ribera del Río Cauca en Yumbo	YUMBO	No Priorizado	2,11
Humedales en Candelaria, los cuales se encuentra ubicados en los municipios de Cali y Candelaria	CALI	No Priorizado	0,70
Humedales en Candelaria, los cuales se encuentra ubicados en los municipios de Cali y Candelaria	CANDELARIA	No Priorizado	0,82
Ecoparques por adecuación de suelos degradados en Candelaria		No Priorizado	0,51
TOTAL			4.14

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Ecosistemas sensibles CVC- Humedal el estero

Así mismo, dentro de las áreas de interés para conservación de la CVC se encuentra el humedal el Estero, ubicado en el municipio de Cali en el sector de Valle del Lili, en el área del proyecto el humedal se encuentra en cobertura vegetal correspondiente a Canales (5.1.3). En la Tabla 3-72, se observa que el proyecto se traslapa con el humedal en 4,38 ha. en el AII y 0,25 ha. en el AID. (Ver Figura 3-35).

Tabla 3-72 Iniciativas de conservación Regional-CVC-Humedal el Estero

Nombre iniciativa conservación Regional-CVC	Municipio	Area dentro del AII (ha)	Area dentro del AID (ha)
Humedal el Estero	CALI	4,38	0,25
TOTAL		4,38	0,25

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

- **Estrategias de conservación y Distinciones internacionales**

Para el área de estudio del proyecto, no se registra la presencia de distinciones internacionales tales como sitios RAMSAR, Reservas de la biosfera, AICAS ni sitios considerados como Patrimonio de la humanidad.

- **Ecosistemas estratégicos e iniciativas de conservación**

Para el área de estudio del proyecto, no se registra la presencia de áreas estratégicas como páramos ni Bosque seco tropical.

- **Otras estrategias de Conservación In situ**

Las áreas de influencia del proyecto no se interceptan con las reservas Forestales de Ley 2da de 1959.

Prioridades de Conservación Nacional (CONPES 3680 de 2010)

Por medio del documento CONPES 3680 se dictan los lineamientos de política necesarios para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), que contribuirá a la conservación de la biodiversidad como base natural para el desarrollo del país, la generación de beneficios ambientales y la preservación de espacios naturales indispensables para la preservación de la diversidad cultural que existe en el país. Dicho portafolio ha sido construido con información en la escala nacional 1:500.000 y se trabaja actualmente en ejercicios similares para escalas regionales y departamentales, que complementen el ejercicio realizado para el ámbito nacional. En este documento se presenta la identificación de sitios prioritarios de conservación definidos por procesos técnicos, en donde deberá realizarse la creación de áreas protegidas, los cuales se encuentran distribuidos en ocho clases:

- a. Omisiones, urgentes, naturales y oportunas
- b. Omisiones, urgentes, naturales y sin oportunidad
- c. Omisiones, urgentes y seminaturales
- d. Omisiones y sin urgencia
- e. Alta insuficiencia y urgente
- f. Alta insuficiencia sin urgencia
- g. Baja insuficiencia y urgente
- h. Baja insuficiencia y sin urgencia

Los tipos de priorización establecidos para determinar los niveles de representatividad o metas de conservación (MC), fueron tomados del documento Corzo, G y G. Andrade, 2010 el cual fue adoptado por el documento CONPES. (MAVDS, 2012), la definición de las categorías son presentadas a continuación:

- **Omisión:** Son aquellas unidades de análisis que no tienen ninguna representatividad.
- **Muy alta insuficiencia:** Unidades de análisis que a pesar de tener algunos de sus territorios, como áreas protegidas estas no alcanzan las metas de conservación propuestas (alcanza hasta el 1% de la Meta de Conservación).
- **Alta insuficiencia:** Unidades de análisis que a pesar de tener algunos de sus territorios, como áreas protegidas, estas no alcanzan las metas de conservación propuestas (alcanza hasta el 10% de la meta de Conservación).

- **Insuficiencia:** Unidades de análisis que a pesar de tener algunos de sus territorios, como áreas protegidas, estas no alcanzan las metas de conservación propuestas (alcanza hasta el 50% de la Meta de Conservación)
- **Baja insuficiencia:** Unidades de análisis que a pesar de tener algunos de sus territorios, como áreas protegidas, estas no alcanzan las metas de conservación propuestas (alcanza hasta el 99,9% de la Meta de Conservación)
- **Sin Vacío:** Unidades de conservación que poseen representatividades iguales o superiores a las metas de conservación definidas para cada una de ellas y que por tanto suponen cierta sostenibilidad para la conservación de la biodiversidad “in situ” (alcanza la meta de conservación).
- **Áreas Urgentes:** hacen referencia a aquellas unidades ecosistémicas con connotaciones biogeográficas que aunque no han sido considerados como urgencias de conservación, si pertenecen a los tipos de ecosistemas con connotaciones biogeográficas, considerados como tales, es decir aquellos territorios sobre los cuales se posibilitarían las acciones de compensación ambiental, por afectación de proyectos de desarrollo.
- **Áreas Oportunas:** En este criterio han sido identificadas aquellas áreas que en razón a su designación sea por directrices nacionales (Áreas de manejo especial) o regionales (Distritos de manejo integrado, áreas de conservación de suelos) o locales (suelos de protección entre otras), pueden considerarse que aunque no son áreas protegidas, poseen cualidades en el ordenamiento del territorio que permiten suponer “oportunidades de conservación”

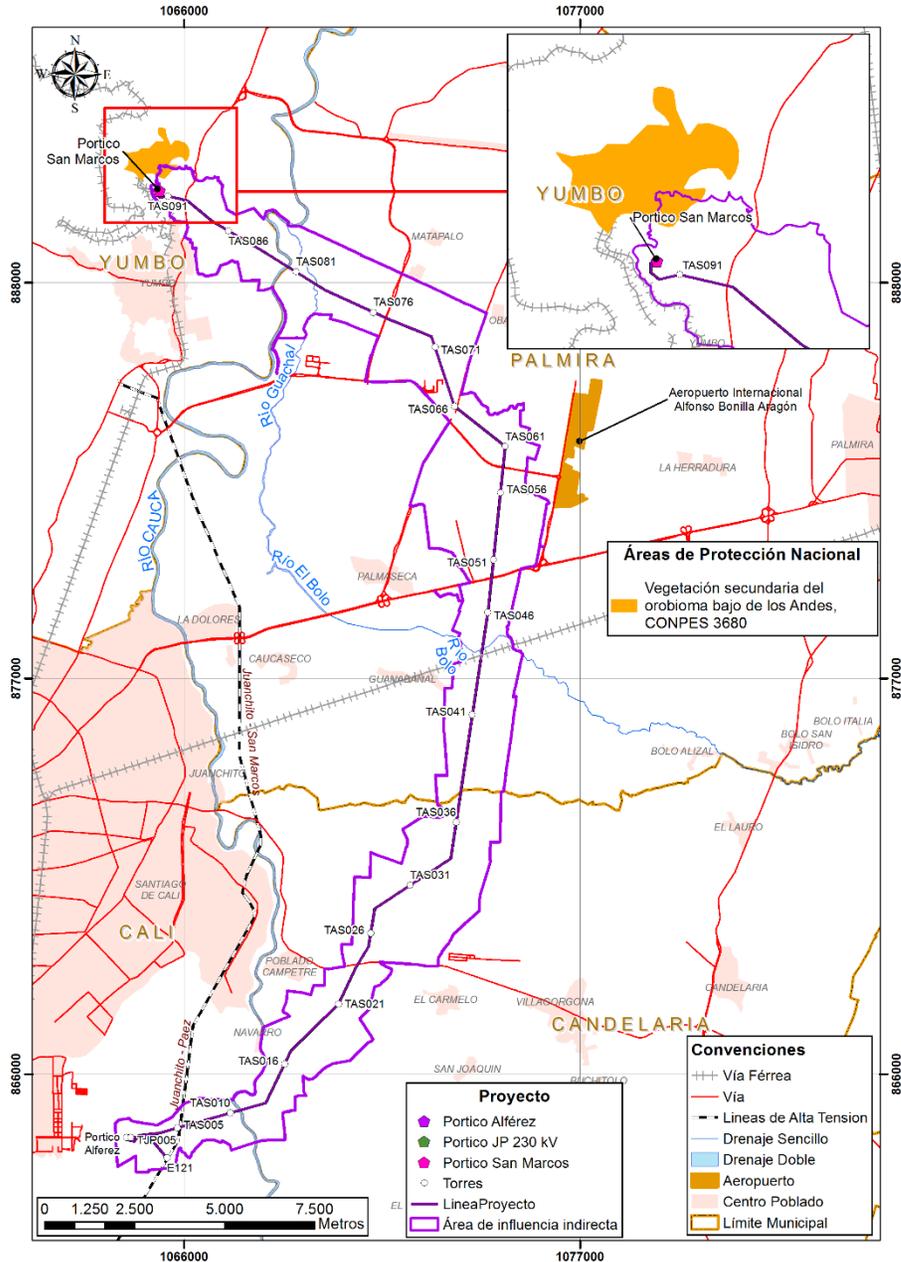
Tabla 3-73 Prioridades de conservación Nacional para el AII

Ecosistemas	Prioridad	Área (ha)
Vegetación Secundaria del Orobioma bajo	Baja insuficiencia y urgente	9,93

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

De acuerdo con lo anterior, para el área de estudio del proyecto, se registra un (1) tipo de área de prioridad de conservación en el distrito NorAndina Montano_Valle_Ca Orobiomas bajos de los Andes (Figura 3-36), con una prioridad “g” la que corresponde a baja insuficiencia y urgente, dentro de un área de 9,93 ha, como se muestra en la Tabla 3-71. Es de aclarar que esta área no constituye restricción para el proyecto.

Figura 3-36 Prioridades de conservación Nacional (CONPES 3680)

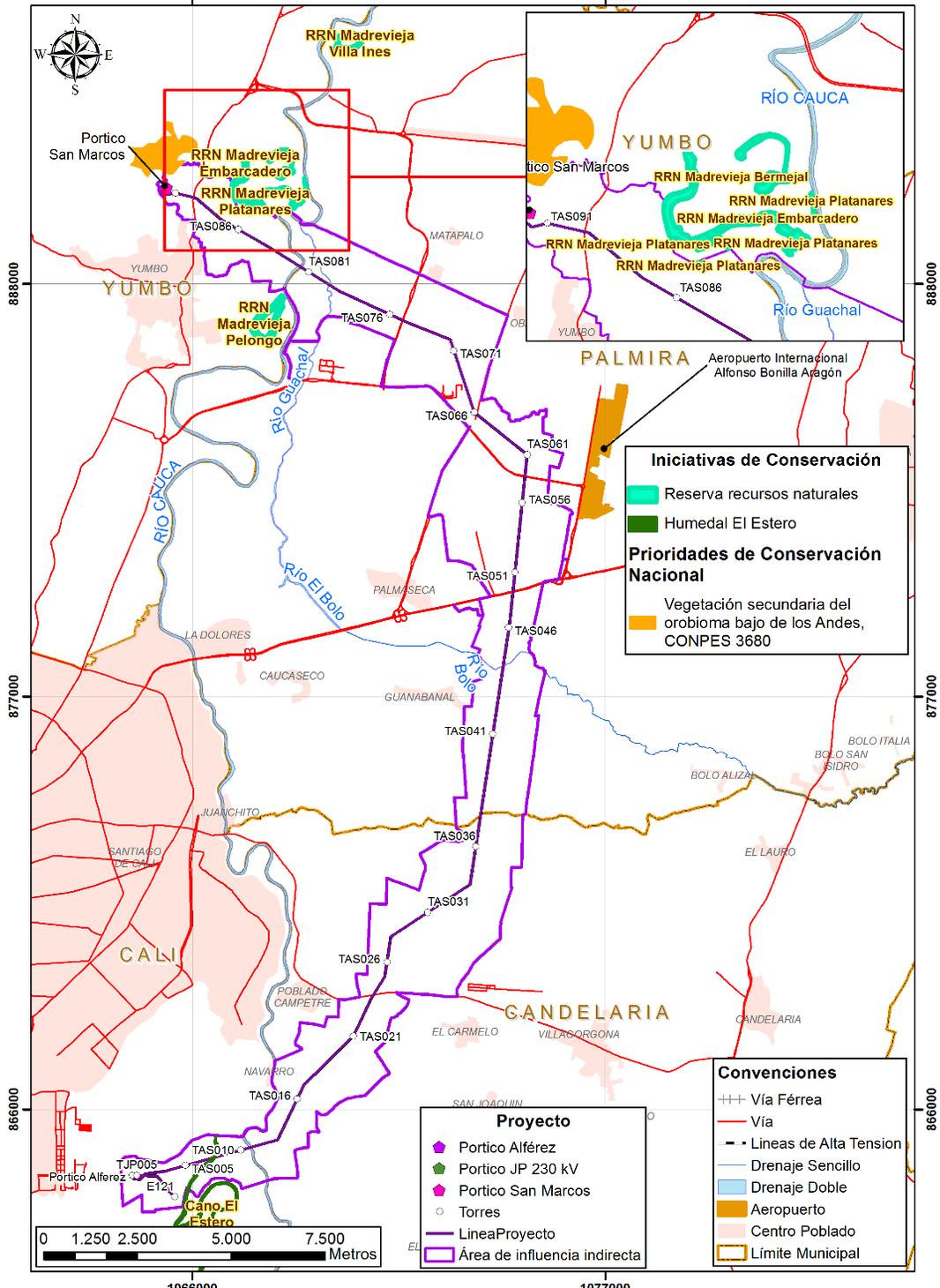


Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Reservas de Recursos Naturales.

El AII se interseca con las Reservas de Recursos Naturales (RNN) Madre Vieja embarcadero y RNN Platanares en el área de influencia.

Figura 3-37 Localización de las RNN en el área del proyecto



Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

Tabla 3-74 Reservas de Recursos Naturales en el área del proyecto.

Municipio	Nombre	Área AII (ha)
Yumbo	RRN Madre Vieja Embarcadero	0,01
	RRN Madre Vieja Platanares	0,20

Fuente. Consultoría Colombiana, 2018.

Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales –REAA-

El Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA) es creado y reglamentado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 97 del 24 enero de 2017, como una herramienta informativa, dinámica cuyo objetivo es identificar y priorizar ecosistemas y áreas ambientales del territorio nacional, en las que se podrán implementar Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y otros incentivos a la conservación, que no se encuentren registradas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP).

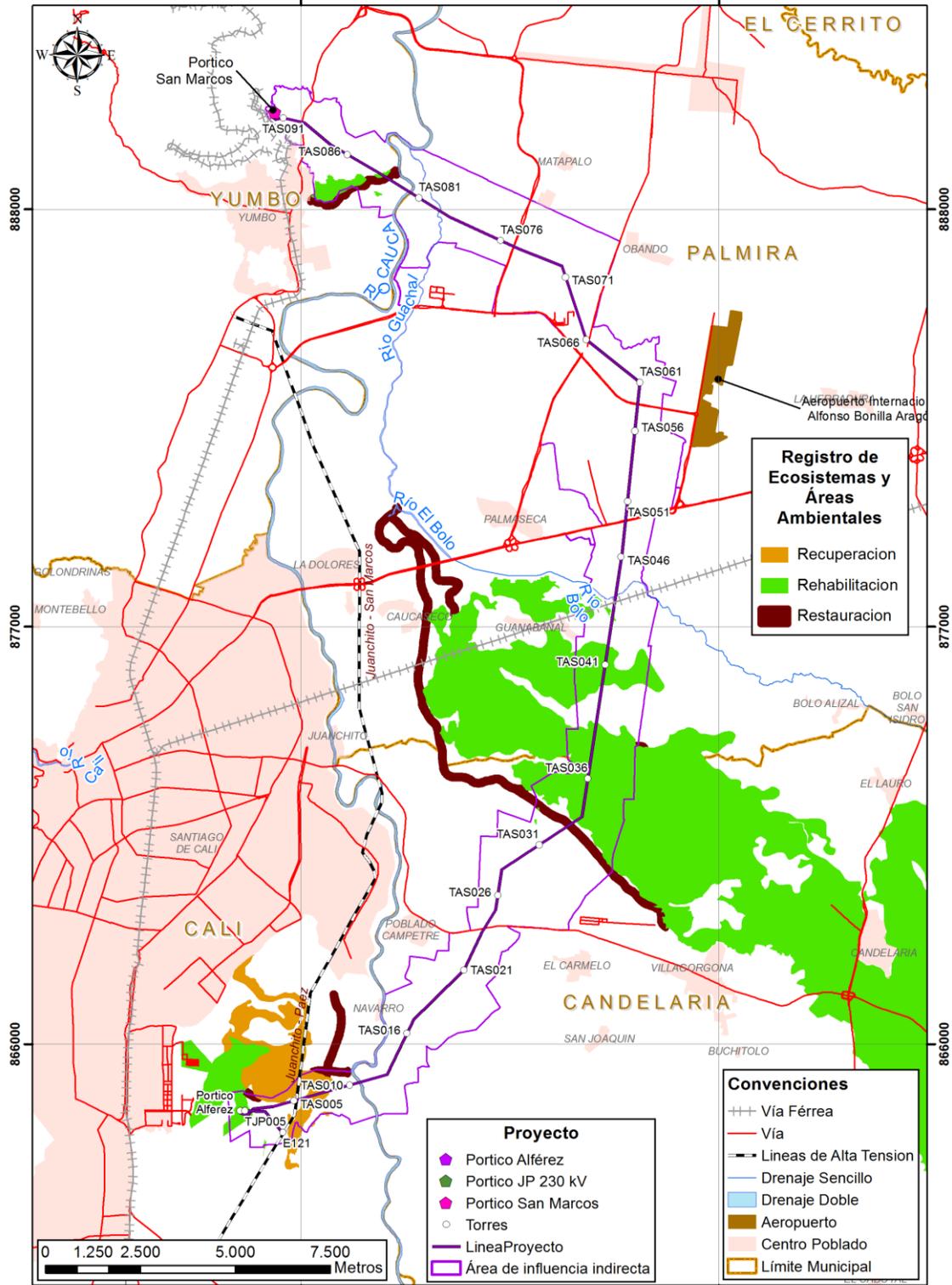
El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante el análisis técnico señaló que el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA (deberá contemplar para su priorización lineamientos, tales como: a) Ecosistemas o áreas de importancia ecológica debido al mantenimiento de biodiversidad y la oferta de servicios ecosistémicos; b) Ecosistemas o áreas que presentan valores de biodiversidad que persisten y cuentan con condiciones especiales en términos de representatividad ecológica, remanencia, rareza, además de considerarse frágiles, amenazados o en peligro de extinción; c) Ecosistemas o áreas que mantienen el hábitat de especies importantes o susceptibles para la conservación y/o grupos funcionales de especies; d) Ecosistemas o áreas de conservación in situ como estrategias que aportan a la protección, planeación, y manejo de los recursos naturales renovables siempre y cuando no pertenezcan al RUNAP. Teniendo en cuenta que es una herramienta de carácter informativo no restrictivo, se pueden evidenciar las áreas dentro del área de influencia. Ver [Tabla 3-75](#) y [Figura 3-38](#) (MADS 2017).

Tabla 3-75 Áreas del REAA en la zona del proyecto

Tipo de área	Tipo de área	Área AII (ha)	Área AID (ha)
Portafolio de Restauración	Recuperación	107,75	5.59
	Rehabilitación	827,34	38.23
	Restauración	30,24	1.54
Total general		965,33	45.36

Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

Figura 3-38 Registro único de Ecosistemas y Áreas ambientales - REAA



Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

- **Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas POMCAS**

El Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca, POMCA, es el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos. También es el marco para planificar el uso sostenible de la cuenca y la ejecución de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar, preservar, proteger o prevenir el deterioro y/o restaurar la cuenca hidrográfica. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2017).

En el área de estudio se identificaron 4 cuencas ordenadas o en proceso de ordenación, que hacen parte del área de influencia indirecta: Río Amaime, Río Jamundí, Río Yumbo y Río Cali, de este último no se tiene cartografía.

De acuerdo con la información secundaria consultada en la página de la CVC, así como la información allegada en relación con las respuestas a los oficios radicados ante las corporaciones, se tienen estudios relacionados con Planes de ordenamiento y manejo de los ríos antes mencionados.

Tabla 3-76 Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas en el área de estudio.

Corporación	Cuenca Hidrográfica	Área interceptada (ha)	Porcentaje (%)
Corporación Regional del Valle del Cauca	POMCH YUMBO	277.96	9.97
	POMCH JAMUNDÍ	337.98	12.12
	POMCH AMAIME	2173.42	77.92
TOTAL		2789.36	100

Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

A continuación, se describen brevemente las categorías de manejo para cada cuenca hidrográfica.

POMCH RÍO YUMBO

Mediante resolución 0100 N° 0500-0053 de 17 de febrero de 2011, se aprueba el Plan de Ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Yumbo, adoptando medidas de conservación y protección de los recursos naturales renovables.

La cuenca hidrográfica del río Yumbo se encuentra localizada en la región andina suroccidental y la región central del valle geográfico del río Cauca, departamento del Valle del Cauca, entre la vertiente oriental de la cordillera Occidental y la margen izquierda de dicho río, está bajo la jurisdicción de la Dirección Regional Suroccidente de la CVC. Esta cuenca limita al norte con la subcuenca del río Mulaló, al sur con la cuenca del río Arroyohondo, al oriente con el río Cauca y al occidente con la parte alta de la cuenca del río Dagua. Está distribuida en la zona urbana, una zona industrial y una zona rural conformada por los corregimientos Arroyohondo (13%), Dapa (4%), La Buitrera (8%),

Mulaló (19%), Santa Inés (22%) y Yumbillo (21%). En esta cuenca se ubica la industrial ciudad de Yumbo dividida en cuatro comunas. El río recorre la ciudad de oeste a este.

La cuenca del río Yumbo presenta 4 categorías de áreas: Áreas de especial significancia Ambiental, Áreas susceptibles a fenómenos naturales y a ser recuperadas, Áreas para la Producción económica y Áreas de asentamientos. En la Tabla 3-77 se presentan los usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos referidos en el plan de manejo de la cuenca del río Yumbo para las áreas de significancia ambiental.

Tabla 3-77 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Yumbo, áreas de especial significancia ambiental.

Áreas	Descripción	Usos principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
Áreas protegidas	Reserva Nacional forestal Dapa-Carisucio	Preservación del bosque subandino	Restauración, Conocimiento	Disfrute	Uso sostenible
	Madre vieja Higuerón	Preservación y restauración	Conocimiento	Disfrute, Uso sostenible (extracción, actividades agrícolas, forestales, proyectos de desarrollo)	Uso sostenible (actividades ganaderas, de construcción, industriales)
	Reserva Natural de la Sociedad Civil en proceso de registro "Refugio Corazones Verdes"	Preservación y Restauración del ecosistema	Conocimiento, Disfrute y Uso sostenible (adecuación y/o mantenimiento de infraestructura)	Uso sostenible (actividades agrícolas, ganaderas, mineras, forestales)	Uso sostenible (actividades industriales, proyectos de desarrollo no nucleados con restricciones en la densidad de ocupación)
	Cruce del área proceso local RNF Dapa-Carisucio, SIDAP Conectividad Bitaco y los predios del Municipio	Preservación y restauración de cuerpos de agua y ecosistema de bosque subandino	Conocimiento y Disfrute	Uso Sostenible (actividades agrícolas, ganaderas, forestales adecuación y/o mantenimiento de infraestructura)	Uso sostenible (actividades, industriales y proyectos de desarrollo)
Reservas hídricas	(microcuencas para abasto de agua, recarga de acuífero, franja forestal, afloramiento del zanjón El Tigre)	Preservación y restauración del bosque y cuerpos de agua	Conocimiento y Disfrute	Uso sostenible (actividades agrícolas, forestales, proyectos de desarrollo siempre cuando no alteren los atributos de la biodiversidad)	Uso sostenible (actividades industriales)
Tierras potenciales F3					

Fuente. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del río Yumbo, 2010

En la Tabla 3-78 se presentan los usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos referidos en el plan de manejo de la cuenca del río Yumbo para las áreas de producción económica.

Tabla 3-78 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Yumbo, áreas para la producción económica.

Áreas	Descripción	Usos principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
Áreas producción agrícola	Áreas con potencial agrícola en la parte alta de la cuenca	Cultivos limpios con sombrero, Producción forestal con buenas prácticas agropecuarias	Actividades de conservación de suelos y educación ambiental	Producción Forestal	Actividades ganaderas y desarrollo de viviendas
	Áreas con potencial agrícola en la parte media de la cuenca	Cultivos limpios con sombrero, Producción forestal con buenas prácticas agropecuarias	Reforestación, actividades de conservación	Obras de infraestructura para el control de amenazas naturales	Explotación minera, actividades ganaderas y desarrollo residencial
	Áreas con potencial agrícola en la parte baja de la cuenca	Agrícola intensivo con, cultivos permanentes o transitorios, limpios o semilimpios, cultivos densos	Forestal protector – productor, cultivos de flores e invernaderos. Infraestructura para distritos de adecuación de tierras y vivienda del propietario, trabajadores, y usos institucionales de tipo rural. Producción ganadera.	Agroindustria, granjas avícolas y porcinas con buenas prácticas.	Actividades industriales, mineras, usos urbanos y suburbanos, y loteo con fines de construcciones para viviendas.
Áreas de producción forestal	N/A	Producción forestal	Establecimiento de infraestructura para usos compatibles, minería	Rehabilitación, investigación controlada, recreación contemplativa, agricultura sostenible	Desarrollos urbanísticos y usos pecuarios
Áreas de producción minera	N/A	Extracción y procesamiento minero (cumplimiento legislación ambiental)	Recuperación y amortiguamiento ambiental.	Actividades industriales, forestal o de protección.	Actividades urbanas y de expansión urbana, suburbana, comercial, institucional, de servicios y recreacional.
Áreas de producción industrial	N/A	Actividades industriales con cumplimiento de la legislación ambiental	Actividades comerciales y de servicios a la producción	Obras de infraestructura para mitigación de impactos ambientales	Desarrollo urbanístico de viviendas

Fuente. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del río Yumbo, 2010

En la Tabla 3-79 se presentan los usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos referidos en el plan de manejo de la cuenca del río Yumbo para las áreas catalogadas como asentamientos.

Tabla 3-79 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Yumbo, áreas de asentamientos.

Áreas	Descripción	Usos principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
Áreas de asentamientos	Zona Urbana municipio de Yumbo	Actividad residencial, comercial, institucional y recreacional.	Infraestructura para servicios públicos y vías reforestación, recreación	Actividades industriales de bajo impacto, infraestructura para equipamientos comerciales y/o colectivos del nivel regional.	Explotación minera, actividades industriales, almacenamiento de combustibles líquidos o gaseosos
	Zonas de expansión urbana, municipio de Yumbo	Desarrollo urbano	Zonas de recreación activa y pasiva, comercio pequeña escala, equipamientos sociales, infraestructura de servicios públicos	Construcción de equipamientos	Actividades agropecuarias, industriales, mineras y comercio de alto impacto.
	Cabeceras corregimentales Santa Inés, Yumbillo y La Buitrera	Proyectos habitacionales no nucleados con restricciones en la densidad de ocupación y construcción, equipamientos colectivos	Infraestructura vial	Actividades pecuarias, avícolas, porcinas con criterios de sostenibilidad	Actividades industriales, mineras, explotación forestal

Fuente. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del río Yumbo, 2010

En la Tabla 3-80 se presentan las áreas definidas por la cuenca del río Yumbo que son interceptadas por el Área de influencia del proyecto (AI), adicionalmente se presenta una descripción junto con los usos principales. Podemos observar que 168,47 ha interceptadas por el proyecto corresponden a áreas de producción agrícola equivalentes a 60,61% del total de área interceptada, por su parte el 36,73% corresponde a áreas de preservación y restauración.

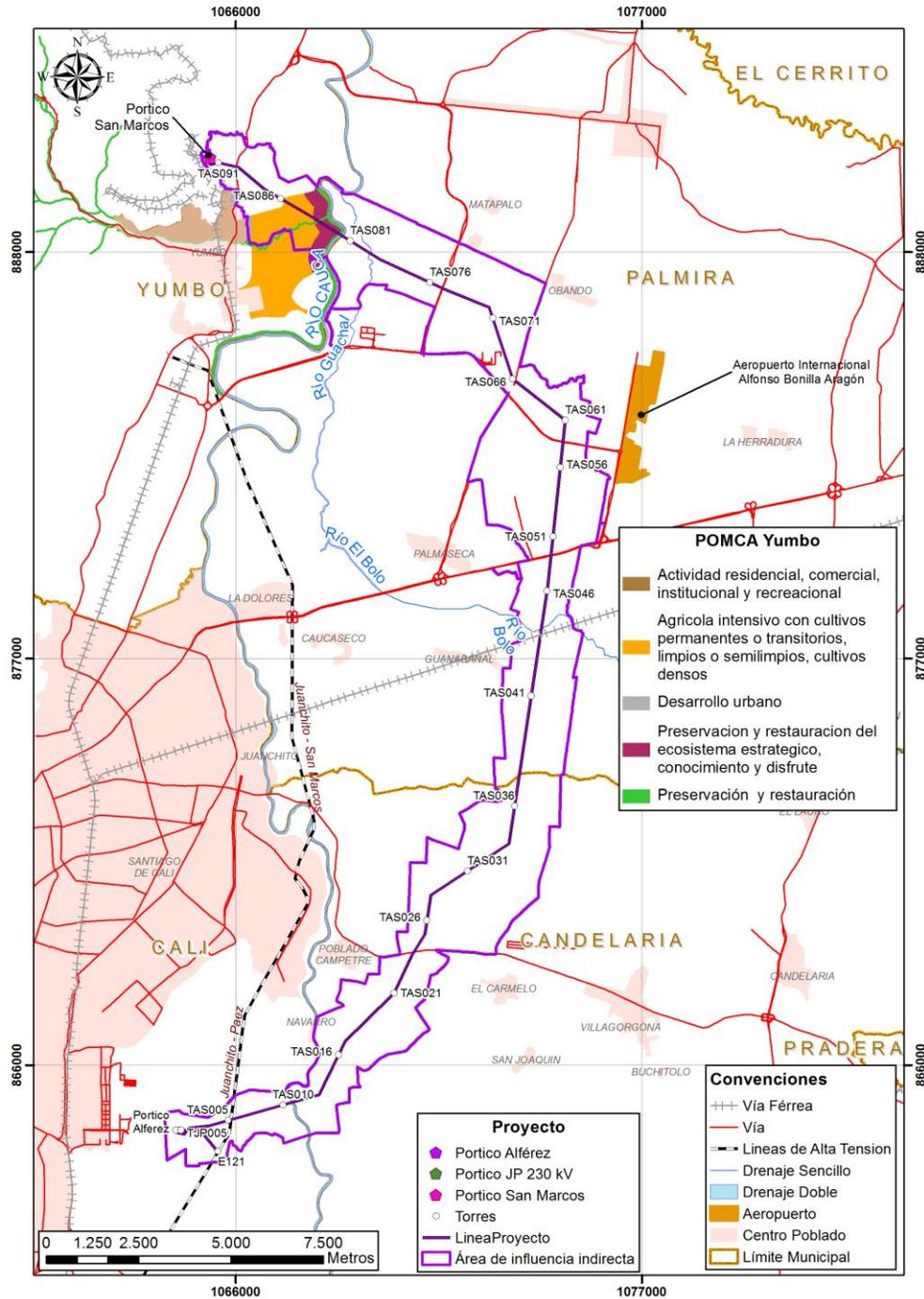
Tabla 3-80 Áreas identificadas en el POMCH del río Yumbo para el Área de influencia indirecta (AII).

Usos principales	Área interceptada (ha)	Área (%)
Agrícola intensivo con cultivos permanentes o transitorios, limpios o semilimpios, cultivos densos	168.47	60.61
Desarrollo urbano	7.39	2.66
Preservación y restauración	25.56	9.19
Preservación y restauración del ecosistema estratégico, conocimiento y disfrute	76.54	27.54
Total	277.96	100.00

Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

En la Figura 3-39 se presentan las áreas identificadas en el POMCH del río Yumbo que interceptan el AII del proyecto.

Figura 3-39 Localización en el área de influencia indirecta AII y unidades de manejo del POMCH del río Yumbo encontradas.



Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

POMCH AMAIME

Mediante resolución 0100 N° 0500 de 2012, se aprueba el Plan de Ordenación y manejo de la cuenca Hidrográfica del río Amaime y se toman otras determinaciones.

La cuenca del río Amaime se encuentra localizada en el departamento del Valle de Cauca, sobre la vertiente occidental de la cordillera Central. Al norte limita con las cuencas de los ríos Cerrito, Sabaletas y Tuluá, por el oriente limita con la zona limítrofe del departamento del Tolima, por el sur con la cuenca del río Bolo y por el occidente con las riberas del río Cauca.

Se encuentra en jurisdicción de los municipios El Cerrito cuyos corregimientos son Los Andes, San Antonio, Tenerife, El Moral, Santa Luisa, Santa Elena, Carrizal, Aují, El Pomo y El Placer y el municipio de Palmira cuyos corregimientos son Combia, La Acequia, La Torre, Rozo, Toche, Boyacá, Tablones, Amaime, Zamorano, Tienda Nueva, Matapalo, Potrerillo, Obando, Coronado, Guayabal, Calucé, La Herradura, Barrancas, Tenjo, Palmaseca, La Zapata, Aguaclara, Bolo-La Italia, Guanabanal, Ayacucho, Bolo-Alizal y la zona urbana de Palmira.

Las áreas del modelo de ordenación de la cuenca del río Amaime, se definen con base en las áreas compatibles con el Decreto 3600 de 2007 correspondiente a la estructura ecológica, información temática y las áreas compatibles con la Ley 388 de 1997.

Áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas dentro de esta categoría se encuentran las siguientes áreas protegidas: Áreas de Conservación y Protección Ambiental, Áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Áreas de Reserva Forestal, Áreas de Especial Importancia Ecosistémica.

Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales, dentro de esta categoría se encuentran: Áreas de producción agrícola en zona plana, Áreas para la producción agrícola, ganadera y de explotación de recursos naturales, en zona de ladera.

Por último se encuentran: **Áreas del sistema de servicios públicos y áreas de amenaza y riesgo.**

En la Tabla 3-81 se presentan las categorías de significancia ambiental las cuales son catalogadas como áreas de conservación y protección ambiental dentro de la cuenca.

Tabla 3-81 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime, áreas del sistema Nacional de Áreas protegidas.

Áreas		Descripción	Usos Principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
Áreas de Conservación y Protección Ambiental	Áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas	Parque Nacional Natural Las Hermosas (PNN)122	Conservación, Recuperación, Preservación, Investigación. Educación y Cultura. Dentro de las funciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se encuentra la de reservar y alinear las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales; Parques Nacionales Naturales, adscrita al sector de Ambiente y Desarrollo Sostenible, es la entidad encargada de la administración y manejo del Sistema de Parques Nacionales Naturales y la coordinación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.	Restauración Ecológica Participativa, Educación Ambiental, Actividades culturales, monitoreo, control, ecoturismo.	Ecoturismo reglamentado cuando así se defina en su plan de manejo de Investigación con permiso de investigación	Las actividades diferentes a las de conservación, investigación, educación, recreación, cultura, recuperación y control y en especial la adjudicación de baldíos y las contempladas en los artículos 30 y 31 del Decreto 0622 de 1977.
		Parque Natural Regional del Nima (PNR)	Conservación, protección y recuperación, del bosque y de cuerpos de agua	Conocimiento, Disfrute (Educación Ambiental). Investigación de recursos naturales.	Disfrute (Turismo ecológico)	Extracción de recursos naturales, explotación minera; actividades productivas, industriales y residenciales, incluidas las hoteleras. Desarrollar actividades agropecuarias
		Reserva Forestal Protectora Nacional del río Amaime (RFNP)	El ministerio expedirá regulación. Parágrafo 1 Art 204. Ley 1450 de 2011	El ministerio expedirá regulación. Parágrafo 1 Art 204. Ley 1450 de 2011	El ministerio expedirá regulación. Parágrafo 1 Art 204. Ley 1450 de 2011	El ministerio expedirá regulación. Parágrafo 1 Art 204. Ley 1450 de 2011

Tabla 3-81 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime, áreas del sistema Nacional de Áreas protegidas.

Áreas	Descripción	Usos Principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
	Reserva Forestal Protectora Regional Albania-Esmeralda (RFRP)	Preservación del bosque andino y subandino. Mantener la cobertura boscosa dentro del predio.	Restauración, Conocimiento	Disfrute Establecimiento de plantaciones forestales con carácter protector y/o productivo. Apertura de carreteras, previa aprobación de CVC. Cultivos temporales y permanentes previo concepto técnico de la CVC.	Actividades ganaderas, residenciales e industriales. Todo tipo de actividades que conlleve al deterioro del suelo, especialmente en las zonas cuyas características sean
Áreas de reserva forestal de Ley 2 de 1959	Reserva Forestal Nacional (Ley 2 de 1959)	El ministerio expedirá regulación. Parágrafo 1 Art 204. Ley 1450 de 2011	El ministerio expedirá regulación. Parágrafo 1 Art 204. Ley 1450 de 2011	El ministerio expedirá regulación. Parágrafo 1 Art 204. Ley 1450 de 2011	El ministerio expedirá regulación. Parágrafo 1 Art 204. Ley 1450 de 2011
Áreas de especial importancia ecosistémica	Reservas Naturales de la Sociedad Civil en proceso de registro (RNSC)	Las RNSC que se cruzan con la RFN Amaime, estarán sujetas a la zonificación que en ellas se establezca y en concordancia con dicha reserva y sujetas al régimen establecido en la Ley 1450 de 2010. Los usos y actividades de Las RNSC se ajustarán y concordarán con la caracterización y zonificación del predio adoptada y contenida en la respectiva resolución de registro de Parques Nacionales Naturales de Colombia - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para cada RNSC			

Tabla 3-81 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime, áreas del sistema Nacional de Áreas protegidas.

Áreas	Descripción	Usos Principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
	Área con función amortiguadora Parque Nacional Natural Las Hermosas	De acuerdo al Decreto 2372 de 2010, el ordenamiento territorial que se adopte por los municipios para las zonas con función amortiguadora deberá orientarse a atenuar y prevenir las perturbaciones sobre las áreas protegidas, contribuir a subsanar alteraciones que se presenten por efecto de las presiones en dichas áreas, armonizar la ocupación y transformación del territorio con los objetivos de conservación de las áreas protegidas y aportar a la conservación de los elementos biofísicos, los elementos y valores culturales, los servicios ambientales y los procesos ecológicos relacionados con las áreas protegidas. El área con función amortiguadora para el Parque NN Las Hermosas en el Valle del Cauca, es una propuesta concertada entre la CVC y Parques Nacionales, la cual deberá ser concertada con las comunidades y cuya delimitación respeta y considera las figuras de ordenamiento existente en su interior.	El área con función amortiguadora para el Parque NN Las Hermosas en el Valle del Cauca, es una propuesta concertada entre la CVC y Parques Nacionales, la cual deberá ser concertada con las comunidades, y cuya delimitación respeta y considera las figuras de ordenamiento existente en su interior.	El área con función amortiguadora para el Parque NN Las Hermosas en el Valle del Cauca, es una propuesta concertada entre la CVC y Parques Nacionales, la cual deberá ser concertada con las comunidades, y cuya delimitación respeta y considera las figuras de ordenamiento existente en su interior.	El área con función amortiguadora para el Parque N Las Hermosas en el Valle del Cauca, es una propuesta concertada entre la CVC y Parques Nacionales, la cual deberá ser concertada con las comunidades, y cuya delimitación respeta y considera las figuras de ordenamiento existente en su interior.

Tabla 3-81 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime, áreas del sistema Nacional de Áreas protegidas.

Áreas		Descripción	Usos Principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
		Zona de protección ambiental río Cauca	Preservación y restauración	Infraestructura para distritos de adecuación de tierras – Construcción de infraestructura para amortiguación de inundaciones del río Cauca Conocimiento y actividades eco-turísticas controladas	Aprovechamiento de productos no maderables	Actividades industriales. Agroindustria, granjas avícolas y porcinas. Aplicación de subproductos de vinazas. Art 113. Acuerdo 042 de 2010. Construir pozos sépticos para colectar y tratar las aguas negras producidas en el predio cuando no existan sistemas de alcantarillado al cual puedan conectarse.
		Zona de protección ambiental de fuentes y nacimientos de agua con cobertura forestal y relictos de bosque	Áreas con cobertura forestal y relictos de bosque (incluye todas las áreas forestales Protectoras, Protectoras productoras y productoras de la zona de ladera y los relictos de bosque en zona plana. Compatible con zonificación forestal)			

Tabla 3-81 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime, áreas del sistema Nacional de Áreas protegidas.

Áreas	Descripción	Usos Principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
	Área con función amortiguadora Parque Nacional Natural Las Hermosas	De acuerdo al Decreto 2372 de 2010, el ordenamiento territorial que se adopte por los municipios para las zonas con función amortiguadora deberá orientarse a atenuar y prevenir las perturbaciones sobre las áreas protegidas, contribuir a subsanar alteraciones que se presenten por efecto de las presiones en dichas áreas, armonizar la ocupación y transformación del territorio con los objetivos de conservación de las áreas protegidas y aportar a la conservación de los elementos biofísicos, los elementos y valores culturales, los servicios ambientales y los procesos ecológicos relacionados con las áreas protegidas. El área con función amortiguadora para el Parque NN Las Hermosas en el Valle del Cauca, es una propuesta concertada entre la CVC y Parques Nacionales, la cual deberá ser concertada con las comunidades y cuya delimitación respeta y considera las figuras de ordenamiento existente en su interior.	El área con función amortiguadora para el Parque NN Las Hermosas en el Valle del Cauca, es una propuesta concertada entre la CVC y Parques Nacionales, la cual deberá ser concertada con las comunidades, y cuya delimitación respeta y considera las figuras de ordenamiento existente en su interior.	El área con función amortiguadora para el Parque NN Las Hermosas en el Valle del Cauca, es una propuesta concertada entre la CVC y Parques Nacionales, la cual deberá ser concertada con las comunidades, y cuya delimitación respeta y considera las figuras de ordenamiento existente en su interior.	El área con función amortiguadora para el Parque NN Las Hermosas en el Valle del Cauca, es una propuesta concertada entre la CVC y Parques Nacionales, la cual deberá ser concertada con las comunidades, y cuya delimitación respeta y considera las figuras de ordenamiento existente en su interior.

Tabla 3-81 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime, áreas del sistema Nacional de Áreas protegidas.

Áreas	Descripción	Usos Principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
	Zona de protección ambiental río Cauca	Preservación y restauración	Infraestructura para distritos de adecuación de tierras – Construcción de infraestructura para amortiguación de inundaciones del río Cauca Conocimiento y actividades eco-turísticas controladas	Aprovechamiento de productos no maderables	Actividades industriales. Agroindustria, granjas avícolas. Aplicación de subproductos de vinazas. Art 113. Acuerdo 042 de 2010. Construir pozos sépticos para coleccionar y tratar las aguas negras producidas en el predio cuando no existan sistemas de alcantarillado al cual puedan conectarse.
	Zona de protección ambiental de fuentes y nacimientos de agua con cobertura forestal y relictos de bosque	Áreas con cobertura forestal, y relictos de bosque (incluye todas las áreas forestales Protectoras, Protectoras productoras y productoras de la zona de ladera y los relictos de bosque en zona plana. Compatible con zonificación forestal)			
	Áreas forestales a recuperar	compatible con zonificación forestal) Enclave subxerofítico Páramo (toda área de páramo que queda por fuera del parque) Zona de recarga de acuíferos			

Fuente. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del río Amaime, 2013

En la Tabla 3-82 se presentan las categorías de áreas para la producción agrícola con sus respectivos usos.

Tabla 3-82 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime, Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales.

Áreas	Usos Principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
Áreas de producción agrícola en zona plana	Actividades agrícolas	Actividades de servicios a la producción agrícola	Obras de infraestructura para mitigación de impactos ambientales	Actividades Urbanas
Áreas para la producción agrícola, ganadera y de explotación de recursos naturales, en zona de ladera.	Actividades de producción forestal, agricultura y ganadería con manejo especial	Actividades complementarias al del uso principal	Obras de infraestructura para mitigación de impactos ambientales	Actividades urbanas

Fuente. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del río Amaime, 2013

En la Tabla 3-83 se presentan las categorías de áreas de amenaza y riesgos con sus respectivos usos.

Tabla 3-83 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime, Áreas de amenaza y riesgos.

Áreas	Usos Principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
Áreas de amenaza por inundación	Suelos de protección	Obras de infraestructura para mitigación de impactos ambientales	Ninguna actividad distinta a las de infraestructura o de bioingeniería para el manejo de los impactos ambientales	Explotación minera, actividades industriales (medio y alto impacto)
Áreas de amenaza por movimientos en masa	Suelos de protección	Obras de infraestructura para mitigación de impactos ambientales	Ninguna actividad distinta a las de infraestructura o de bioingeniería para el manejo de los impactos ambientales	Explotación minera, actividades industriales (medio y alto impacto)
Áreas de amenazas por incendios forestales	Suelos de protección	Obras de infraestructura para mitigación de impactos ambientales	Ninguna actividad distinta a las de infraestructura o de bioingeniería para el manejo de los impactos ambientales	Explotación minera, actividades industriales (medio y alto impacto)
Áreas de amenaza por contaminación de acuíferos	No hay información	No hay información	No hay información	No hay información

Áreas	Usos Principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
Áreas a recuperar (erosión)	Restauración y recuperación de coberturas boscosas, regeneración natural, plantaciones forestales. Combinaciones de sistemas agroforestales.	Actividades de conservación de suelos, rehabilitación, investigación controlada, recreación contemplativa	Obras de infraestructura para mitigación de impactos ambientales	Explotación minera, actividades industriales (medio y alto impacto)

Fuente. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del río Amaime, 2013

En la Tabla 3-84 se presentan las categorías de áreas compatibles con la Ley 388 de 1997 junto con sus respectivos usos principal, compatible, condicionado y prohibido de acuerdo al plan de manejo de la cuenca.

Tabla 3-84 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime, Áreas compatibles con la Ley 388 de 1997.

Áreas	Usos Principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
Área de actividades residenciales, zona urbana municipal	Actividad residencial, comercial, institucional y recreacional	Infraestructura para servicios públicos y vías, equipamientos comunitarios, y recreación	Actividades industriales de bajo impacto, actividades comerciales.	Actividades mineras, industriales (medio y alto impacto)
Centro poblados rurales	Actividad residencial, comercial, institucional y recreacional de baja densidad	Infraestructura para servicios públicos y vías, equipamientos comunitarios, y recreación	Actividades de bajo impacto, actividades comerciales	Actividades mineras, industriales (medio y alto impacto)
Áreas de expansión urbana	Actividad residencial, comercial, institucional y recreacional	Infraestructura para servicios públicos y vías, equipamientos comunitarios, y recreación	Actividades industriales de bajo impacto, actividades comerciales	Actividades mineras, industriales (medio y alto impacto)
Macro proyecto La Italia de vivienda de interés social nacional - MISN	Actividad residencial, comercial, institucional y recreacional de baja densidad	Infraestructura para servicios públicos y vías, equipamientos comunitarios, y recreación	Actividades industriales de bajo impacto, actividades comerciales	Actividades mineras, industriales (medio y alto impacto)

Fuente. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del río Amaime, 2013

En la Tabla 3-85 se presentan las áreas definidas por la cuenca del río Amaime, que son interceptadas por el Área de influencia del proyecto (AI), adicionalmente se presenta una descripción de los usos principales, compatible y condicionado. Podemos observar que el **97,89%** del área interceptada por el proyecto dentro del Plan de ordenamiento de la cuenca corresponde a áreas diferentes a áreas de protección, como lo son las áreas de actividad residencial, comercial y de actividades agrícolas.

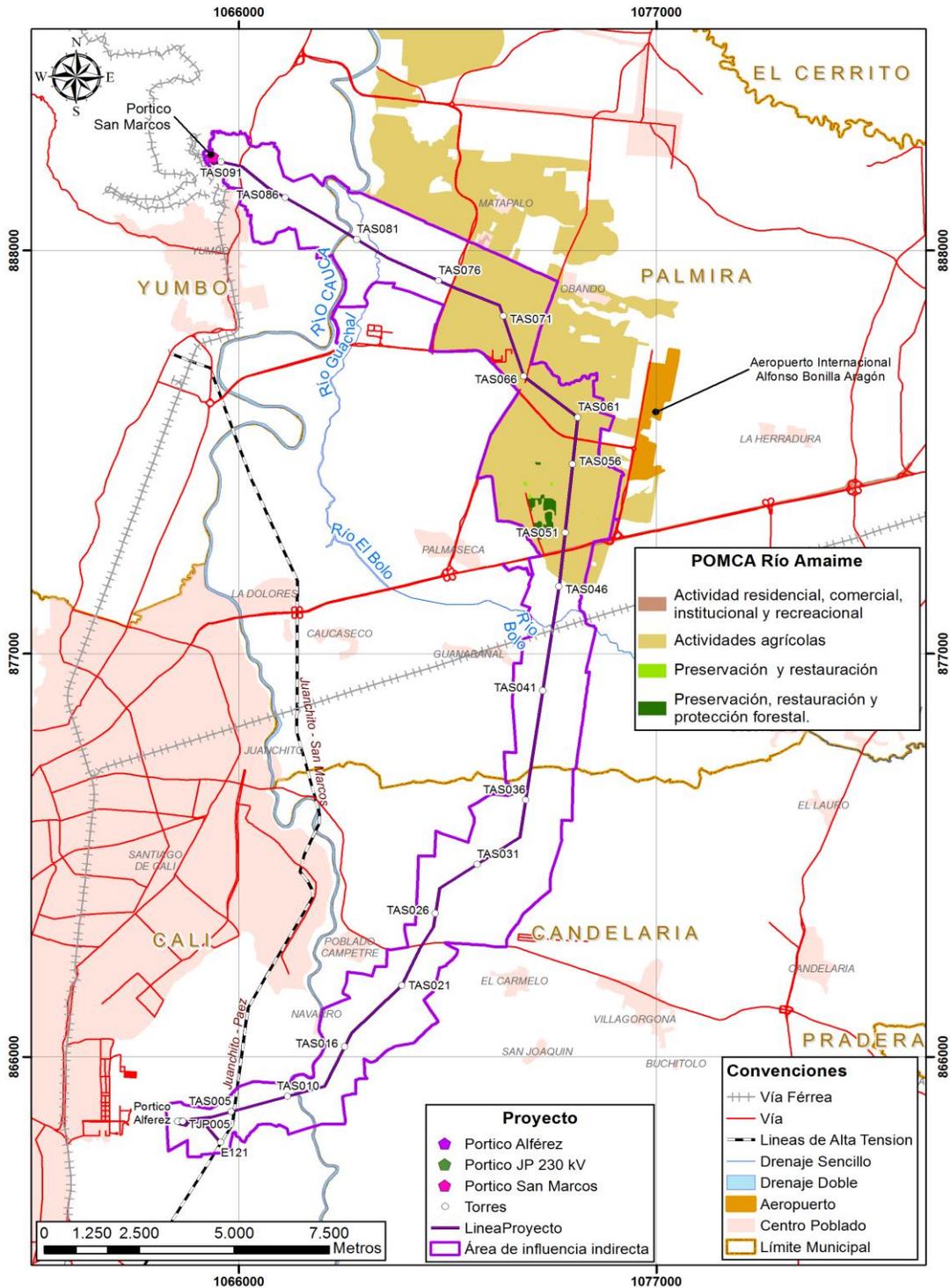
Tabla 3-85 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Amaime para el Área de influencia indirecta (AII).

Usos Principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Área interceptada (ha)	Porcentaje (%)
Preservación y restauración.	Investigación. Conocimiento y actividades eco turísticas controladas.	Infraestructura para distritos de adecuación de tierras, construcción de infraestructura para amortiguación de inundaciones del río Cauca	4,36	0,20
Actividad residencial, comercial, institucional y recreacional	Infraestructura para servicios públicos y vías, equipamientos comunitarios, y recreación	Actividades industriales de bajo impacto, actividades comerciales.	14,60	0,67
Actividades agrícolas	Actividades de servicios a la producción agrícola	Obras de infraestructura para mitigación de impactos ambientales	2112,93	97,22
Preservación, restauración y protección forestal.	Actividades de conservación de suelos , rehabilitación, investigación controlada, recreación contemplativa	Tala, quema de bosques	41,53	1,91
Área POMCH río Amaime interceptada (ha)			2173.42	100

Fuente. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del río Amaime, 2013

En la Figura 3-40 podemos observar la distribución espacial de los usos principales del POMCH de Amaime en el AII.

Figura 3-40 Localización en el área de influencia indirecta AII y unidades de manejo del POMCH del río Amaime.



Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

POMCH RÍO JAMUNDÍ

Mediante acuerdo 05 de 2010 se aprueba el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Jamundí y mediante las cuales se adoptan medidas de protección y conservación de los recursos naturales renovables.

La cuenca del río Jamundí se encuentra en el denominado Chocó Biogeográfico colombiano, en el flanco oriental de la Cordillera Occidental, en jurisdicción de los municipios de Jamundí y Santiago de Cali. Esta cuenca constituye una de las redes hidrográficas más importante de las que tributan al río Cauca debido a su posición estratégica y al área de influencia.

El modelo de ordenación de la cuenca presenta (3) categorías: Área de especial significancia ambiental, Área de Producción Económica y Área de Expansión Potencial Tabla 3-86.

Tabla 3-86 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Jamundí, Áreas de especial importancia ecosistémica y de producción económica.

Áreas	Uso recomendado	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido	
Áreas de especial importancia ecosistémica	Parque Nacional Natural Farallones	Conservación y protección de la oferta natural de flora y fauna. Actividades de investigación para la conservación.	Actividades educativas para la generación de conciencia ambiental, actividades científicas y restauración y reforestación donde sea pertinente (sucesión natural, reforestación con especies nativas)	Ecoturismo, entendido como una oferta basada en el paisaje natural y no modificado, con un mínimo de infraestructura que no altere la oferta paisajística natural. Extracción de material vegetal para inventarios y colecciones científicas.	Actividades extractivas con fines comerciales. Actividades económicas agrícolas y pecuarias. Construcción de infraestructura no autorizada
	Área de Conservación	Sistemas sostenibles de producción agropecuaria, considerar que en este nivel del territorio la altimetría y la pendiente influyen, pues la susceptibilidad a procesos erosivos es alta.	Actividades productivas agrícolas con cultivos de ciclo largo (perennes), realizando buenas prácticas agrícolas, Ganadería sostenible e intensiva. Planificación ambiental de predios.	Actividades productivas ganaderas.	Densificación de la construcción. Parcelaciones con destino a vivienda. Cultivos agrícolas a favor de las pendientes. Actividad pecuaria intensiva.
	Área o Ecosistema estratégico	Contemplación, avistamiento de aves, conservación y	Actividades de investigación, procesos educativos.	Ecoturismo, actividades lúdicas y de educación ambiental a grupos.	Construcción y expansión de las construcciones. Ganadería.

Áreas		Uso recomendado	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
		protección de la biodiversidad			Cultivos hasta los márgenes de la fuente y cauces de agua. Extracción de material vegetal con fines comerciales.
	Sistema de Ciénagas, Lagos y Lagunas	Protección y conservación	Educativo, turístico. Eco	Obras o infraestructura para la regulación de cauces, sistemas de tratamiento de aguas residuales, captación de aguas, extracción de materiales.	Actividades productivas agrícolas y pecuarias. Introducción de especies. Eliminación o extracción de vegetación o animales nativos.
Área de producción económica	Área agropecuaria a suburbana	Actividades agropecuarias con buenas prácticas agrícolas y de ganadería con manejo ambiental. Vivienda suburbana de baja densidad	Actividades turísticas recreativas planificadas y	Desarrollo de infraestructura. Desarrollo de vivienda.	Actividades agropecuarias ambientalmente no sostenibles.
	Área Mixta (Agroindustrial, vivienda, educación y recreación)	Actividades agroindustriales, vivienda de baja densidad, actividades educativas y recreación planificadas.	Actividades productivas agrícolas con cultivos de ciclo largo, realizando buenas prácticas agrícolas y de ganadería sostenible intensiva. Planificación ambiental de predios.	Desarrollo de infraestructura. Desarrollo de vivienda.	Actividades agropecuarias y agroindustriales ambientalmente no sostenibles.
	Área de Producción Agropecuaria y forestal	Actividades agrícolas y pecuarias sostenibles con manejo ambiental, Minería con manejo ambiental, Recuperación de áreas degradadas, Utilización de tecnologías apropiadas de aprovechamiento	Desarrollo agroindustrial, Actividades recreativas. Ecoturismo, desarrollo de actividades y emprendimientos para mejorar los servicios con base en la oferta.	Desarrollo de vivienda. Desarrollo de infraestructura en armonía con el paisaje no modificado, tanto en términos de formas como de materiales.	Actividades agropecuarias ambientalmente no sostenibles, actividad minera sin manejo ambiental, contaminación de aguas, extracción de material vegetal. Emprendimientos que atenten

Áreas	Uso recomendado	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
	o minero. Turismo ambientalmente sostenible. Esquemas basados en la oferta ambiental y no en la demanda de la población.			contra el paisaje. Densificación de construcciones. Parcelaciones con destino a vivienda.

Fuente. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del río Jamundi, 2010

En la Tabla 3-87 se encuentran los principales usos determinados para las áreas de expansión de acuerdo al Plan de ordenamiento de la cuenca del río Jamundi, donde solo las zonas de infraestructura de servicios cuenta con una descripción completa de los usos recomendados, compatible, restringido y prohibido.

Tabla 3-87 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Jamundí, áreas de expansión.

Áreas	Uso recomendado	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
Sector Residencial	Planificación del área urbana sustentable (ciudad sustentable).			
Zona de Infraestructura de servicios	Planificación del área suburbana sostenible.	Actividades de mejoramiento paisajístico	Las propuestas en el POT de Cali y PBOT de Jamundí	Densificación de construcciones, actividades productivas sin control ambiental
Zona de conservación de recursos naturales y paisajísticos	Planificación del área suburbana sostenible.			

Fuente. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del río Jamundi, 2010

En la Tabla 3-88 se presentan las áreas definidas por la cuenca del río Jamundí que son interceptadas por el Área de influencia del proyecto (AI). Podemos observar que del área interceptada por el proyecto el 95,93% equivalente a 324,23 ha corresponden a áreas de producción económica, mientras que solo el 4.07% equivalente 13,74 ha corresponden a áreas de especial significancia ambiental.

Tabla 3-88 Categorías de significancia ambiental en la cuenca del río Jamundí, encontradas dentro del Área de influencia del proyecto (AI).

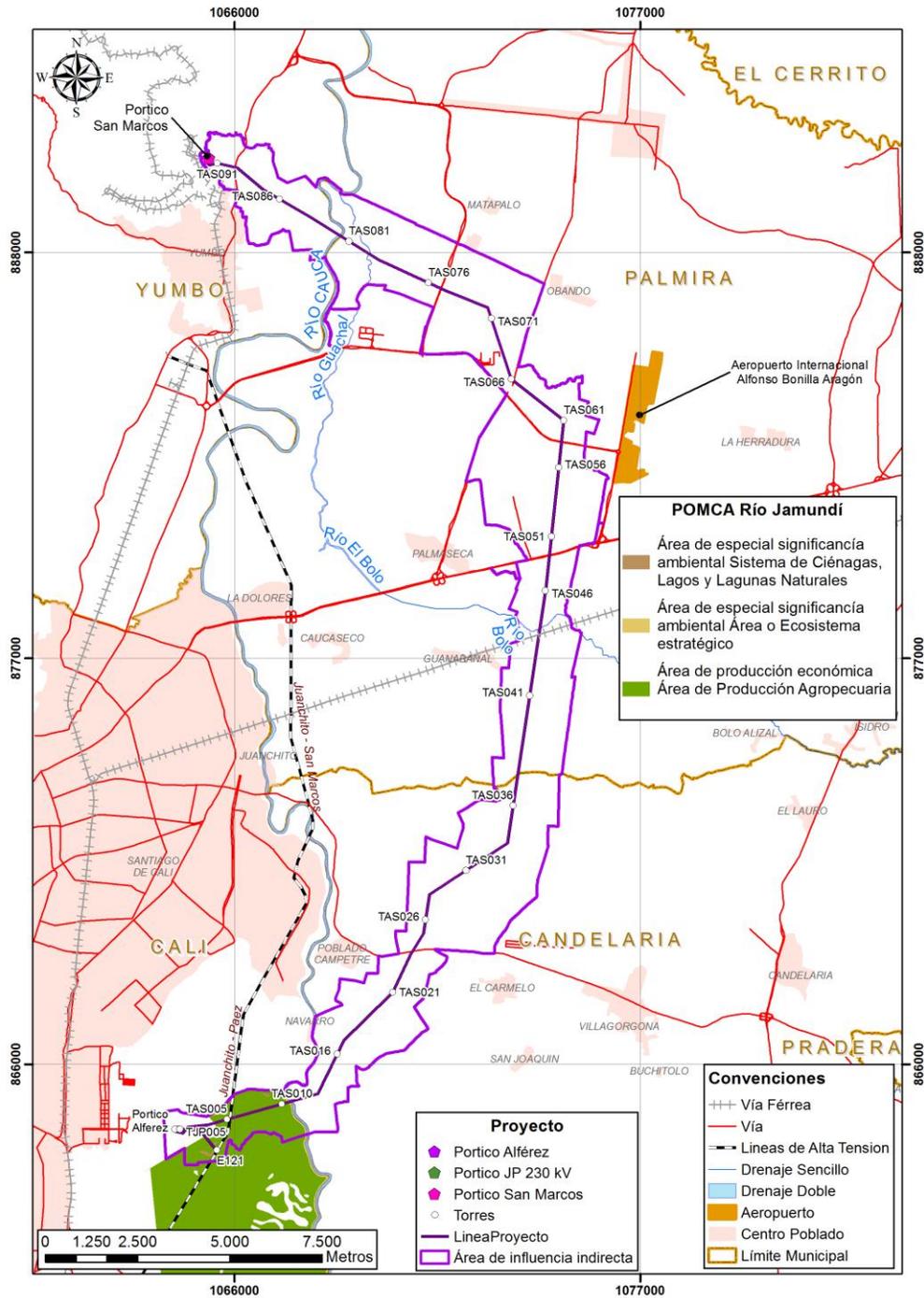
Áreas	Área interceptada (ha)	Porcentaje (%)
Área de producción económica	324,23	95.93
Área de especial significancia ambiental	7,05	2.08

Áreas		Área interceptada (ha)	Porcentaje (%)
Área de especial significancia ambiental	Sistema de Ciénagas, Lagos y Lagunas Naturales	6,70	1.98
Área POMCH río Jamundí interceptada		337,98	100

Fuente. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del río Jamundí, 2010

En la **Figura 3-41** podemos observar la distribución espacial de los usos principales del POMCH de Jamundí en el AII.

Figura 3-41 Localización en el área de influencia indirecta AI y unidades de manejo del POMCH del río Jamundí.



Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

POMCH DEL RÍO CALI

Mediante acuerdo N° 005 de 2011 se aprueba el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río, que tiene por objeto principal el planeamiento de uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos.

Adicionalmente, se cuenta con la resolución 0100 N° 0520-0474 de 2014 por medio de la cual se inicia el proceso de revisión y ajuste del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Cali y se adoptan otras determinaciones.

Acorde con los aspectos legales se define la zonificación ambiental así: Áreas de especial significancia ambiental, áreas protegidas, áreas de conservación, áreas de alta fragilidad ecológica, áreas o ecosistemas estratégicos, áreas susceptibles a fenómenos naturales, áreas de recuperación y/o mejoramiento ambiental, áreas de producción económica y áreas urbanas.

En la Tabla 3-89 se presentan la zonificación ambiental encontrada en el documento POMCH del río Cali con sus respectivos usos, sin cuantificación dentro del área de estudio ya que no se cuenta con su correspondiente cartografía. La descripción de las unidades se realiza de manera general ya que los usos dentro del documento para cada unidad no se presentan de forma clara y completa.

Tabla 3-89 Zonificación ambiental en la cuenca del río Cali.

Áreas / Zonas		Usos Principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
Áreas de protección	Parque Nacional Natural Farallones de Santiago de Cali.	Conservación, investigación. Educación, recreación, cultura, recuperación y control.	Sistemas sostenibles de conservación. Restauración ecológica participativa	Ecoturismo	El vertimiento, introducción. Distribución, uso o abandono de sustancias tóxicas o contaminantes que puedan perturbar los ecosistemas o causar daños en ellos. Y demás establecido en el artículo 30 del Decreto o 22 de 1977.
	Reserva Forestal de Santiago de Cali.	Conservación, protección y recuperación, del bosque y de cuerpos de agua.	Conocimiento, disfrute (educación ambiental).	Disfrute (Turismo ecológico).	Extracción de recursos naturales, explotación minera; actividades productivas, industriales y residenciales.
	Cerro de las Tres Cruces y cerro de Cristo Rey.	Conservación, recuperación, protección de los	Restauración	Conocimiento y disfrute (Turismo ecológico).	Desarrollos de vivienda, Extracción de recursos naturales; producción agrícola,

Áreas / Zonas		Usos Principal	Usos compatible o complementario	Usos condicionado o restringido	Usos prohibido
		ecosistemas existentes.			pecuaria y minera, desarrollo industrial.
	Áreas de protección producción forestal.	Protección-producción forestal.	Actividades de conservación de suelos, rehabilitación, investigación controlada, recreación contemplativa.	Tala, quema, de bosques.	Cultivos limpios granjas avícolas, cunícolas y porcina.
	Áreas de protección forestal.	Protección forestal	Actividades de conservación de suelos, rehabilitación, investigación controlada, recreación contemplativa.	Tala, quema, de bosques.	Cultivos limpios granjas avícolas, cunícolas y porcina.
Áreas de recuperación y/o mejoramiento ambiental	Suelos a recuperar.	Regeneración natural	Protección de fuentes hídricas, educación ambiental, recreación contemplativa, estabilización de suelos.	Turismo ecológico, Obras de infraestructura para control de amenazas naturales.	Explotación forestal, tala y quema, explotación minera, actividades pecuarias, expansión urbana.
	Zona de protección ambiental del río Cauca.	Agrícola intensivo con cultivos permanentes o transitorios, limpios o semilimpios, o densos.	Infraestructura para distritos de adecuación de tierras - Construcción de infraestructura para amortiguación de inundaciones del río Cauca.	Agroindustria, granjas avícolas y porcinas con buenas prácticas.	Actividades industriales.

Fuente. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del río Cali, 2011

- **Áreas reglamentadas por los Planes de ordenación**

Como áreas de importancia ambiental, se consideraron también las zonas de protección o conservación establecidas por los documentos de ordenamiento territorial de los municipios pertenecientes al área de estudio, así como los suelos de protección en caso de estar establecidos.

De acuerdo a la Ley 388 de 1997 los suelos de protección están constituidos por las zonas y áreas de terreno localizados dentro del suelo urbano, suelo de expansión urbana, suelo

rural y suelo suburbano; los cuales, por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras, para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tienen restringida su probabilidad de urbanizarse.

Municipio de Santiago de Cali

De conformidad con lo dispuesto en el Acuerdo 0373 de 2014 por el cual se adopta la revisión ordinaria del Plan de Ordenamiento Territorial del territorio de Santiago de Cali y donde se expone la clasificación del suelo, define en su artículo 212 el suelo de protección ambiental como:

Suelos de protección ambiental: Constituyen esta categoría los terrenos que conforman el sistema de áreas protegidas en suelo urbano, rural y de expansión urbana.

De acuerdo con el Título III, capítulo I artículo 35 del Plan de Ordenamiento territorial del municipio de Santiago de Cali, las áreas protegidas son zonas cuyas características naturales (flora, fauna, relieve, morfología e hidrología) deben conservarse y protegerse para garantizar la disponibilidad actual y futura de los recursos naturales, por lo tanto son consideradas suelos de protección ambiental.

El Sistema de Áreas Protegidas o suelo de protección ambiental está compuesto por las siguientes Zonas y Áreas:

- Zona del Parque Nacional Natural Farallones de Cali
- Zona Amortiguadora del Parque Nacional Natural Farallones de Cali
- Zona de Reserva Forestal
- Zona de Protección Ambiental del Río Cauca
- Cinturón Ecológico “Parque Educativo y Recreativo”
- Áreas Cubiertas con Bosques y Matas de Guadua
- Áreas Forestales Protectoras de Nacimientos de Agua
- Áreas Forestales Protectoras de Corrientes de Agua
- Zona de Humedales
- Áreas Forestales Protectoras de Humedales
-

Tabla 3-90 Áreas protegidas y de importancia ambiental dentro Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Santiago de Cali, interceptadas por el proyecto

Zonas / Áreas	Descripción	Área interceptada (ha)	Porcentaje (%)
Área Forestales Protectora de Recursos Hídricos	Estas áreas tienen como función principal la regulación del sistema hídrico y la conservación de la biodiversidad, la provisión de bienes y servicios ambientales, la amortiguación de crecientes, la recarga hídrica, la calidad ambiental, y la continuidad de los corredores ecosistémicos.	4.67	2.37
Áreas de Amenaza y Riesgo no Mitigables	Corresponde a las zonas de amenaza no mitigable por inundación de los afluentes del Río Cauca. En	4.91	2.49

Zonas / Áreas	Descripción	Área interceptada (ha)	Porcentaje (%)
	estas áreas no se permitirá el emplazamiento de ningún tipo de infraestructura o amueblamiento público o privado, con la excepción de puentes, obras de protección contra inundaciones, bocatomas de acueductos, elementos de sistemas de drenaje pluvial y demás obras fluviales		
Áreas de Conservación y Protección Ambiental	Áreas que componen la Estructura ecológica principal	55.18	27.99
Bosque y Guadales Actuales	Son los terrenos ocupados por la totalidad de bosques naturales o sembrados. Los relictos actuales de bosques y guaduales, en diferentes etapas de sucesión ecológica. En estas áreas se restringe la urbanización y solo se podrán hacer desarrollos y/o actividades que no afecten la función ecológica del bosque y que cuenten con el aval de la autoridad ambiental competente.	5.60	2.84
Corredor Ambiental	Grandes elementos articuladores y transversales de la Estructura Ecológica Municipal que a través de un trazado continuo de espacialidad lineal, enlazan la ciudad y sus áreas rurales, en especial la cordillera (Parque Nacional Natural Los Farallones de Cali) con el valle geográfico (Río Cauca) a través de la zona urbana, aumentando así la conectividad ambiental y ecológica de zonas de importancia para la conservación de la biodiversidad.	9.06	4.60
Humedales	Corresponde al área ubicada en el suelo rural del Municipio de Santiago de Cali, definida y delimitada como tal por las Resoluciones 9 de 1938, 7 de 1941 y 5 de 1943 emanadas del entonces Ministerio de Economía Nacional, excluyendo las áreas de vivienda concentrada, de vivienda dispersa e institucionales puntuales. La Reserva Forestal del Municipio estará destinada exclusivamente al establecimiento o mantenimiento y utilización racional de áreas forestales productoras, protectoras o productoras protectoras.	8.21	4.16
Suelo de Protección Ambiental	Áreas que componen la Estructura ecológica principal (Ej. Ecoparques, Zonas de recarga de acuíferos, entre otros)	109.53	55.55
Total		197.15	100.00

Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

Municipio de Yumbo

Para el municipio de Yumbo (PBOT – Acuerdo 0028 de 2001), las áreas de protección y conservación de los recursos naturales Está constituido por las zonas y áreas de terrenos que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la

localización de asentamientos humanos, tiene prohibida la posibilidad de urbanizarse. Para los efectos del Plan Básico de Ordenamiento Territorial forman parte del suelo de protección las áreas que se definen y delimitan a continuación:

- Área de Actividad Recuperación de Cuencas Hídricas y Reforestación
- Protección de Bosques
- Zona de protección del río Cauca
- Zona de Protección hídrica

Tabla 3-91 Áreas suelo de protección dentro Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Yumbo, interceptadas por el proyecto.

Zonas / Áreas	Descripción	Área interceptada (ha)	Porcentaje (%)
Área de Actividad Recuperación de Cuencas Hídricas y Reforestación	Son aquellas áreas que se han deteriorado por procesos antrópicos o naturales, y se propone que sean incluidas o recuperadas para procesos productivos o de protección y conservación.	151,57	56,91
Protección de Bosques	áreas destinadas a la conservación y protección de los recursos naturales y el medio ambiente	3,78	1,42
Zona de protección del río Cauca	Conservación de suelos y restauración de la vegetación adecuada para la protección de los mismos y del recurso hídrico.	88,63	33,28
Zona de Protección hídrica	Uso complementario: Recreación pasiva o contemplativa.	22,336	8,39
Total		266,31	100

Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

Municipio de Candelaria

De conformidad con lo dispuesto en el documento de acuerdo N° 015 del 29 de diciembre de 2005 por medio del cual se aprueba el Plan Básico de Ordenamiento 2005-2015, para el municipio de Candelaria, en el ítem 2.2.4.1 se precisa el suelo de protección como componente de la estructura ecológica y se define así:

Suelos de protección: Es una categoría de suelo constituido por las zonas y áreas de terrenos, que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenaza y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse, aunque se ubique en el área urbana, de expansión, suburbana o rural. Básicamente se reservan para tratamientos de preservación.

Adicionalmente la estructura ecológica principal está conformada por los siguientes componentes:

1. Suelos de protección
 - a) Áreas forestales protectoras
 - b) Suelos clase agrológica I
 - c) Relictos boscosos
 - d) Reservas de la sociedad civil

- e) Suelos con vulnerabilidad extrema de acuíferos
- f) Zona de manejo especial del río Cauca
- g) Parques urbanos existentes y propuestos en la zona rural como urbana
- h) Zonas que presentan amenaza y riesgo no mitigable o condiciones de insalubridad en asentamientos humanos existentes.

Las áreas protegidas reconocidas en el Plan básico de ordenamiento que se interceptan por el proyecto se presentan en la Tabla 3-92, adicionalmente se realiza una descripción de dichas áreas de acuerdo a la información encontrada en dicho documento.

Tabla 3-92 Áreas suelo de protección dentro Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Candelaria, interceptadas por el proyecto.

Zonas / Áreas	Descripción	Área interceptada (ha)	Porcentaje (%)
Relictos de vegetación nativa	Son zonas que poseen un importante valor biológico, cuyo objetivo es convertirlas en suelo de protección con tratamiento de preservación para acciones de educación e investigación. En esta categoría se incluyen además todas las pequeñas manchas de vegetación de tipo arbóreo, porte alto, incluyendo las palmas.	3,97	100
Total área interceptada		3,97	100

Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

Municipio de Palmira

De conformidad con lo establecido en el documento de acuerdo N° 028 de 2014 por medio del cual se aprueba y adopta una modificación excepcional de normas urbanísticas al plan de ordenamiento territorial del municipio de Palmira y se dictan otras disposiciones, y lo establecido en el decreto N° 192 del 29 de julio de 2014, "Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Acuerdos Municipales 109 de 2001, 058 de 2003, 080 de 2011 y 028 de 2014." Se establece en el artículo 8 dentro del componente del modelo territorial una estructura ecológica principal:

La Estructura ecológica principal está compuesta por un sistema de áreas protegidas en las que se destacan el Parque Nacional Natural Las Hermosas y la Reserva Forestal Central, los elementos del sistema hídrico: principalmente el Basin del río Cauca y las cuencas de los ríos Cauca, Amaime, Nima, Aguacalara, Palmira, Guachal, Bolo y Frayle el sistema orográfico, las Reservas municipales y los Parques municipales.

Los objetivos del Sistema de Áreas Protegidas de Palmira son los siguientes:

- Preservar muestras representativas y valores singulares del patrimonio natural y paisajístico.
- Restaurar los ecosistemas que brindan servicios ambientales vitales para el desarrollo sostenible.
- Garantizar el libre acceso y disfrute colectivo del patrimonio natural y paisajístico.

- Implementar un régimen de usos que permitan la apropiación pública sostenible como estrategia de educación ambiental y socialización de responsabilidades para su conservación.

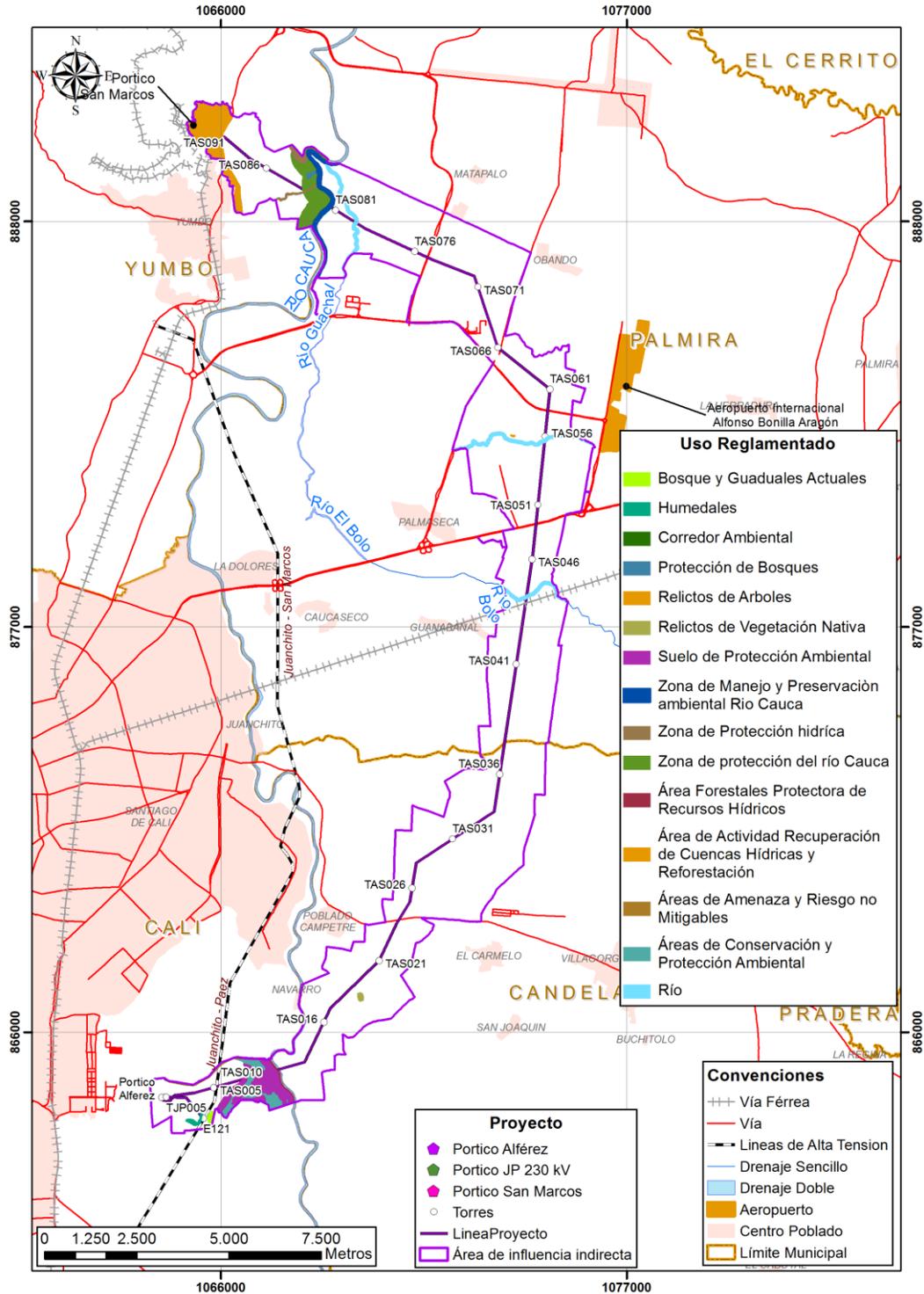
Tabla 3-93 Áreas suelo de protección dentro Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Palmira, interceptadas por el proyecto.

Zonas / Áreas	Descripción	Área interceptada (ha)	Porcentaje (%)
Relictos de Arboles	No específica	1.08	0.67
Río	Hace referencia a zonas de protección las franjas de 100 metros a la redonda, medidos a partir de la periferia de las líneas de máxima marea de los nacimientos de agua; la franja de 30 metros de ancho, paralelas a las líneas de máxima marea, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas, zanjones y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de lagos, lagunas, humedales, o depósitos naturales de agua, a excepción del río Cauca cuya franja de protección es de 60 metros a partir del borde del barranco.	111.17	69.25
Zona de Manejo y Preservación ambiental Río Cauca	Conservación, restauración ecológica y forestal protector.	48.29	30.08
Total		160.54	100

Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

En la **Figura 3-42** se presenta gráficamente las áreas protegidas reconocidas en la cartografía existente de los municipios de Santiago de Cali, Yumbo y Candelaria y que interceptan el área de influencia del proyecto.

Figura 3-42 Áreas protegidas o de importancia ambiental de acuerdo con la información de los documentos de ordenamiento territorial para el AII.



Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

- **Áreas Protegidas y sensibles de interés cercanas al área de estudio.**

La Tabla 3-94 se evidencian las reservas más cercanas a la zona de estudio con su respectiva distancia en kilómetros.

Tabla 3-94 Áreas de interés cercanas a la zona de estudio.

Áreas protegidas de interés cercanas al área de estudio	Distancia (km)
RRN Madre Vieja Pelongo	0,01
Reserva Forestal Nacional Protectora Cerro Dapa- Carisucio	7,64
RRN Madre Vieja Colindres	9,70
RRN Madre Vieja Villa Inés	11,96
Reserva Forestal Nacional Protectora de Meléndez	15,93
Reserva Forestal Protectora de Bitaco	16,32
Parque Nacional natural los Farallones	24,28
Reserva Forestal Nacional Protectora de Zabaleta	25,23
Reserva Forestal Nacional Protectora de Amaime	30,97
Reserva Forestal Nacional Protectora de Sonso	31,46

Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

Reserva Forestal Protectora Municipio de Yumbo

Esta reserva fue creada por el Ministerio de Economía mediante Resolución N° 10 de 1938 y ratificada por medio del acuerdo N° 20 de 1978 de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC. Esta Reserva Forestal se creó con el fin de proteger el agua para consumo humano y para producción agropecuaria e industrial del municipio de Yumbo.

La cobertura boscosa que cubría esta zona de reserva ha desaparecido para convertirse en zonas de cultivos, potreros y zonas de asentamientos humanos razón por la cual, su composición florística se encuentra empobrecida. Según lo descrito por Vásquez y Serrano⁵², el principal uso de la Reserva Forestal Protectora es la conservación de cuencas hidrográficas, de la flora y la fauna.

Esta reserva no cuenta con Plan de Manejo ni cartografía disponible que corrobore su localización, en oficio dirigido a la corporación autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) del 1 de Septiembre de 2017 con número de radicado C-EEB-CAR-U414-2859 (Rd. 62382017) mediante el cual se realiza la solicitud de información secundaria para el desarrollo del estudio de Impacto ambiental para el proyecto Alférez- San Marcos, se relaciona en el numeral 7 la solicitud del acuerdo por el cual se establece la Reserva Forestal protectora de Yumbo (Zonificación, usos PMA, entre otros) y los archivos shp o .pdf del polígono de la reserva; sin embargo la corporación indica que hace parte de una resolución muy antigua, Resolución N° 10 de 1938 de la cual no hay más información.

- **Análisis de representatividad de los ecosistemas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, remanencia y potencial de pérdida en el contexto nacional**

El Requerimiento No. 14 determinado mediante la audiencia de solicitud de información adicional realizada en el marco del trámite de licencia ambiental, iniciado mediante AUTO

03652 de 04 de Julio de 2018, indica: “Realizar el análisis de representatividad de los ecosistemas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, remanencia y potencial de pérdida en el contexto nacional”, en atención al requerimiento se presente el respectivo análisis a continuación:

El análisis de representatividad ecológica parte de los aspectos relacionados con las diferentes categorías de áreas protegidas que rodean el área de influencia del proyecto, teniendo como referencia la información consultada en diferentes fuentes como portales geográficos y acceso a información en formato shapefile de las diferentes entidades que tienen que ver con el manejo de áreas protegidas y ecosistemas estratégicos como el SINAP, igualmente de información proveniente de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC; se realiza un reporte donde se identifica la representatividad de los ecosistemas en el área de influencia dentro del Sistema Nacional de Áreas protegidas, derivada de la valoración del documento CONPES 3680 de 2010.

De las áreas protegidas registradas en el AII del proyecto se encuentran las pertenecientes al Sistema Departamental de Áreas protegidas – SIDAP- las cuales buscan conservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, desarrollando estrategias en pro de la preservación. (Tabla 3-95 y Figura 3-43).

Tabla 3-95 Áreas protegidas aledañas al AII

Nombre		Priorización	Área dentro del AII (ha)
SIDAP	Recuperación Ribera del Río Cauca en Yumbo	No Priorizado	7.15
	Humedales en Candelaria, los cuales se encuentran ubicados en los municipios de Cali y Candelaria	No Priorizado	70.63
	Ecoparque por adecuación de suelos degradados	No Priorizado	6.11
Prioridades de conservación Nacional	CONPES 3680	Baja insuficiencia y urgente	9.93
Total			93.82

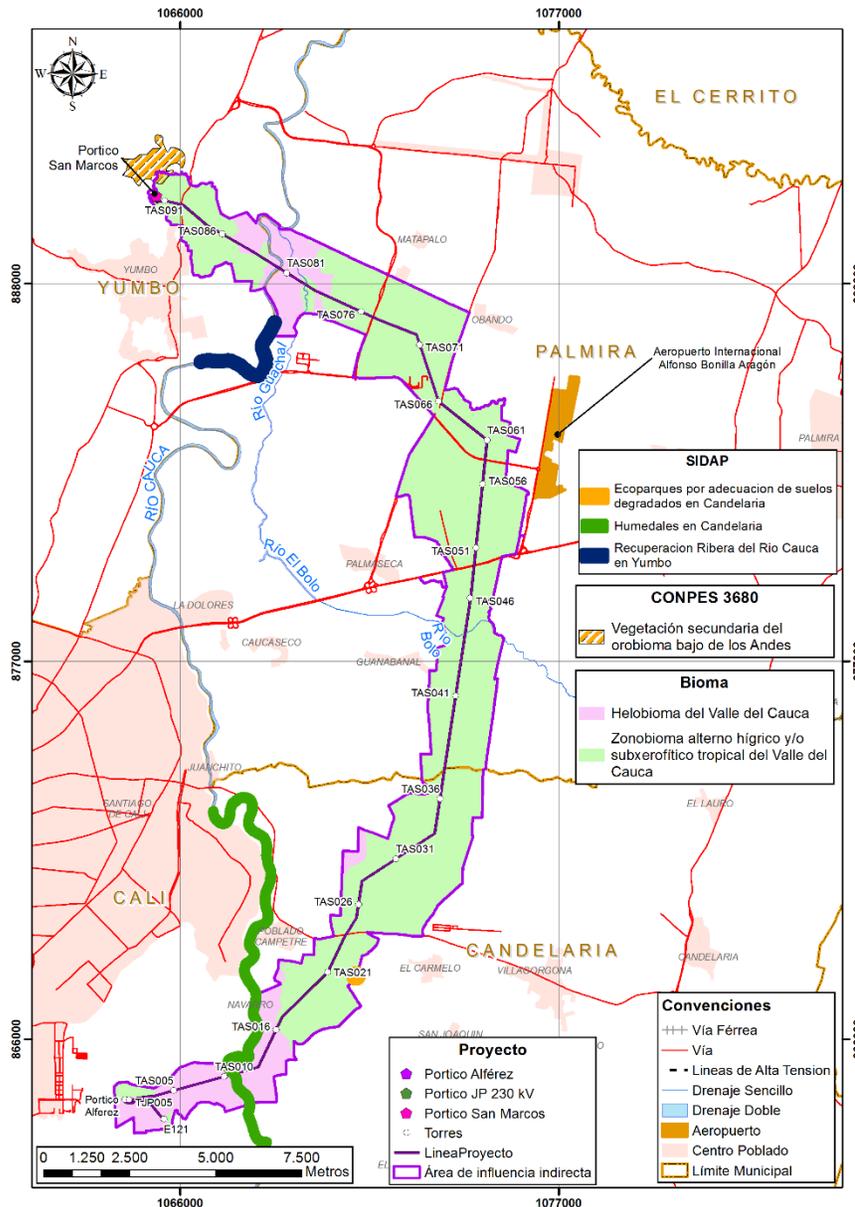
Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

El Sistema Departamental de Áreas Protegidas se fundamenta en el compromiso adquirido por Colombia a través del Convenio de Diversidad Biológica, y es considerado como la estrategia prima para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, ya que permite la construcción de procesos regionales y locales.

Es así como el SIDAP Valle del Cauca tiene como objetivo articular y coordinar las iniciativas de conservación in situ de la biodiversidad para el Departamento, en el marco de este proceso existen un conjunto de áreas, las cuales se han priorizado teniendo en cuenta tanto la identificación de valores y prioridades de conservación, como la priorización de procesos locales de áreas protegidas. El AII del proyecto se traslapa con tres (3) de los 65 procesos identificados correspondientes a los Humedales en Candelaria, el Ecoparque por adecuación de suelos degradados en Candelaria, y el área de recuperación ribera del río Cauca en Yumbo, procesos que a la fecha no han sido priorizados.

Por su parte, las áreas registradas para el proyecto del CONPES 3680 se encuentran en categoría de priorización como Baja insuficiencia y urgente, definiendo áreas que no alcanzan las metas de conservación propuestas y que son áreas con connotaciones biogeográficas sobre las cuales se posibilitarían las acciones de compensación ambiental, por afectación de proyectos de desarrollo (Ver Figura 3-43), cabe señalar que el AID del proyecto no intercepta estas áreas CONPES y que su representación en el AII es de 9,93 ha.

Figura 3-43 Áreas SIDAP y Prioridades de conservación en el AII del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Adicional a la revisión de las áreas protegidas, la representatividad ecológica se analizó a través del Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de la Biodiversidad, adoptado mediante la resolución 1517 de 2012 en el cual se asigna un factor de compensación a los ecosistemas naturales teniendo en cuenta cuatro criterios correspondientes a 1) representatividad del ecosistema en el sistema nacional de áreas protegidas; 2) su rareza; 3) su remanencia y su 4) tasa de transformación anual.

Para realizar la asignación de anteriores criterios, se parte del los biomas y los distritos biogeográficos presentes en el área del proyecto, y se realiza la homologación geográfica, cuya unidad de análisis espacial fueron los distritos biogeográficos (arreglos o patrones espaciales de distribución de especies) definidos por Corzo, G. y G. Andrade, 2010 y los biomas y ecosistemas definidos por IDEAM, 2007. La unidad con el que se realiza el análisis de factores de compensación basados en la homologación es: Orobioma bajo de los Andes, localizado en la provincia biogeográfica Norandina y el distrito NorAndina Montano_Valle_CaOrobiomas bajos de los Andes.

En la Tabla 3-96 se encuentran los criterios de análisis determinados en el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Diversidad (MADS, 2012) a escala 1:500.000.

Tabla 3-96 Factores de compensación para los biomas identificados en el All

Distritos Biogeográficos para el proyecto	Distrito Homologado	Criterios compensación (MADS)		
		Representatividad	Potencial de pérdida	Remanencia
NorAndina Valle_CaucaHelobiomas del Valle del Cauca NorAndina Montano_Valle_CaOrobiomas bajos de los Andes	NorAndina Valle_CaucaOrobiomas bajos de los Andes	2.5	2	2
NorAndina Valle_CaucaZonobioma alternohígrico y/o subxerofit		2.5	2	2

Fuente. Consultoría Colombiana, 2018

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla 3-96. La representatividad para el proyecto tiene un valor de 2.5 indicando muy alta insuficiencia, que a pesar de tener algunos de sus territorios, como áreas protegidas, estas no alcanzan las metas de conservación propuestas; potencial de pérdida muy alta (2) y remanencia alta (2), éstos dos últimos criterios están muy ligados con el contexto de desarrollo que se vive en la región, en donde las actividades económicas asociadas a la agroindustria extensiva, limitan el establecimiento y desarrollo de coberturas naturales y/o ecosistemas donde se pudieran adelantar iniciativas de conservación.

En el numeral 3.3.1.3 Ecosistemas sensibles, se realiza el análisis de ecosistemas sensibles para el proyecto, en donde se detalla de manera puntual el análisis de representatividad para los ecosistemas naturales presentes en el área del proyecto.

3.3.1.3 Ecosistemas sensibles

Dentro del marco del Estudio de Impacto Ambiental proyecto Alférez – San Marcos, se definieron los ecosistemas sensibles localizados dentro del área de influencia del proyecto y en los cuales las afectaciones que se realicen por las actividades propias del mismo, afecten o trasciendan de manera importante en estas áreas naturales.

Según el Decreto 1753 de 1994, establece que un ecosistema ambiental sensible “es *aquel que es altamente susceptible al deterioro por la introducción de factores ajenos o exógenos*”. Asimismo el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2006), define un ecosistema sensible como “*aquel que por su oferta y/o fragilidad ecosistémica debe tener medidas de manejo especial o ser protegido para la conservación*”.

Teniendo en cuenta estos preceptos para el área de estudio se priorizaron los ecosistemas que por sus características entraran dentro del rango de ecosistemas sensibles, para lograr este objetivo se realizó un ejercicio cartográfico, tomando como base los distritos biogeográficos definidos por Corzo, G y G Andrade, 2010, los ecosistemas terrestres definidos por el IDEAM, 2007 y la homologación que se realizó de los ecosistemas caracterizados para el proyecto.

Ya teniendo espacializados los ecosistemas el siguiente paso es definir cuáles de ellos se pueden clasificar en categorías de sensibilidad, es por esto que se recurrió al Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Diversidad (MADS, 2012), el cual emplea factores o multiplicadores de compensación, para su cálculo se definieron cuatro (4) factores individuales de compensación: representatividad, rareza, remanencia y tasa de transformación anual. La sumatoria de estos cuatro factores da como resultado el factor total de compensación para cada uno de los ecosistemas. A continuación se da una breve explicación de cada uno de estos factores.

Representatividad: La representatividad es definida como el porcentaje mínimo necesario de una unidad de análisis, para asegurar su representación en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP en términos de la meta de conservación.

Rareza: se refiere a la singularidad de un ecosistema- bioma /distrito biogeográfico en un área estudio y generalmente se caracterizan por altos niveles de endemismo de especies.

Remanencia: Corresponde a la superficie existente de un determinado ecosistema en relación con la cantidad original del mismo. Su valor esta expresado en el porcentaje de remanencia. Los ecosistemas con alta remanencia o con baja remanencia tienen un alto factor de compensación, ya que se considera igualmente importante, proteger los ecosistemas con una alta remanencia (prístinos), que proteger los ecosistemas relictuales altamente transformados.

Tasa de transformación anual: Se refiere la tasa de pérdida anual de cobertura natural de un ecosistema-bioma distrito, provocada por acción antrópica y/o natural.

Los factores de compensación bajo los criterios enumerados anteriormente se encuentran en una escala de 1 a 10, siendo esta última la máxima calificación que corresponde a los más sensibles y/o críticos.

El listado Nacional de factores de compensación para Ecosistemas Naturales Terrestres, contiene la relación de los distritos biogeográficos y los ecosistemas con su correspondiente factor de compensación; no obstante, existen distritos biogeográficos que no se encuentran relacionados en este listado, esta situación obedece a las diferencias de escalas de aproximación en la definición de ecosistemas hecha por el proyecto, que en respuesta al análisis detallado de información relacionada con aspectos de pedología, geomorfología o altura sobre el nivel del mar, determinan que una cobertura pertenezca a otro bioma y por lo tanto se genere otra unidad ecosistémica a la cual se le debe asignar un factor de compensación distinto. De esta forma, ecosistemas que podrían pertenecer al Helobioma o Zonobioma, pero que aparecen localizados en el Orobioma de acuerdo al análisis detallado.

De acuerdo con lo anterior, la Tabla 3-97 contiene los distritos biogeográficos que aplican para el proyecto pero que no están relacionados en el Listado Nacional, y su respectiva homologación.

Tabla 3-97 Distritos Biogeográficos para el proyecto

Distritos Biogeográficos para el proyecto	Distrito Homologado	Factor de compensación
NorAndina Valle_CaucaHelobiotomas del Valle del Cauca	NorAndina Valle_CaucaOrobiomas bajos de los Andes	8,5
NorAndina Valle_CaucaZonobioma alternohigrico y/o subxerofit		

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Categoría 1. Agrupa a aquellos ecosistemas cuyo factor de compensación presenta valores que oscilan entre 9 y 10, lo cual es indicador de una sensibilidad muy alta, aplicando a ecosistemas considerados como estratégicos a la luz de la normatividad vigente, por su alto grado de provisión de bienes y servicios ambientales, los principales ecosistemas estratégicos definidos en la norma son páramos, humedales y manglares. Incluye cuerpos de agua y zonas húmedas naturales, así como algunos ecosistemas del Orobioma bajo de los andes.

Categoría 2. Agrupa los ecosistemas cuyo factor de compensación oscila entre 8 y 9.

Categoría 3. Agrupa ecosistemas boscosos cuyos factores de compensación oscilan entre 7 y 8.

En la Tabla 3-98 y Figura 3-44 se relacionan los ecosistemas sensibles identificados en el área de estudio:

Tabla 3-98 Ecosistemas sensibles identificados en el área de estudio.

Categoría	Ecosistemas	Área (ha)	Área (%)
Categoría 2	Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del CaucaNorAndina Valle_CaucaHelobiotomas del Valle del Cauca	7.31	9.13

Categoría	Ecosistemas	Área (ha)	Área (%)
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Helobioma del Valle del CaucaNorAndina Valle_CaucaHelobiomas del Valle del Cauca	1.98	2.47
	Ríos (50 m) en Helobioma del Valle del CaucaNorAndina Valle_CaucaHelobiomas del Valle del Cauca	31.89	39.82
	Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del CaucaNorAndina Valle_CaucaZonobioma althernóhígrico y/o subxerofít	1.81	2.26
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Zonobioma althernóhígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del CaucaNorAndina Valle_CaucaZonobioma althernóhígrico y/o subxerofít	4.60	5.75
	Guadua en Zonobioma althernóhígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del CaucaNorAndina Valle_CaucaZonobioma althernóhígrico y/o subxerofít	1.60	2.00
	Ríos (50 m) en Helobioma del Valle del CaucaNorAndina Valle_CaucaZonobioma althernóhígrico y/o subxerofít	7.46	9.32
	Ríos (50 m) en Zonobioma althernóhígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del CaucaNorAndina Valle_CaucaZonobioma althernóhígrico y/o subxerofít	3.06	3.82
	Vegetación secundaria alta en Zonobioma althernóhígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del CaucaNorAndina Valle_CaucaZonobioma althernóhígrico y/o subxerofít	20.35	25.41
Total		80.09	100.0
Total All		7195.19	1.11

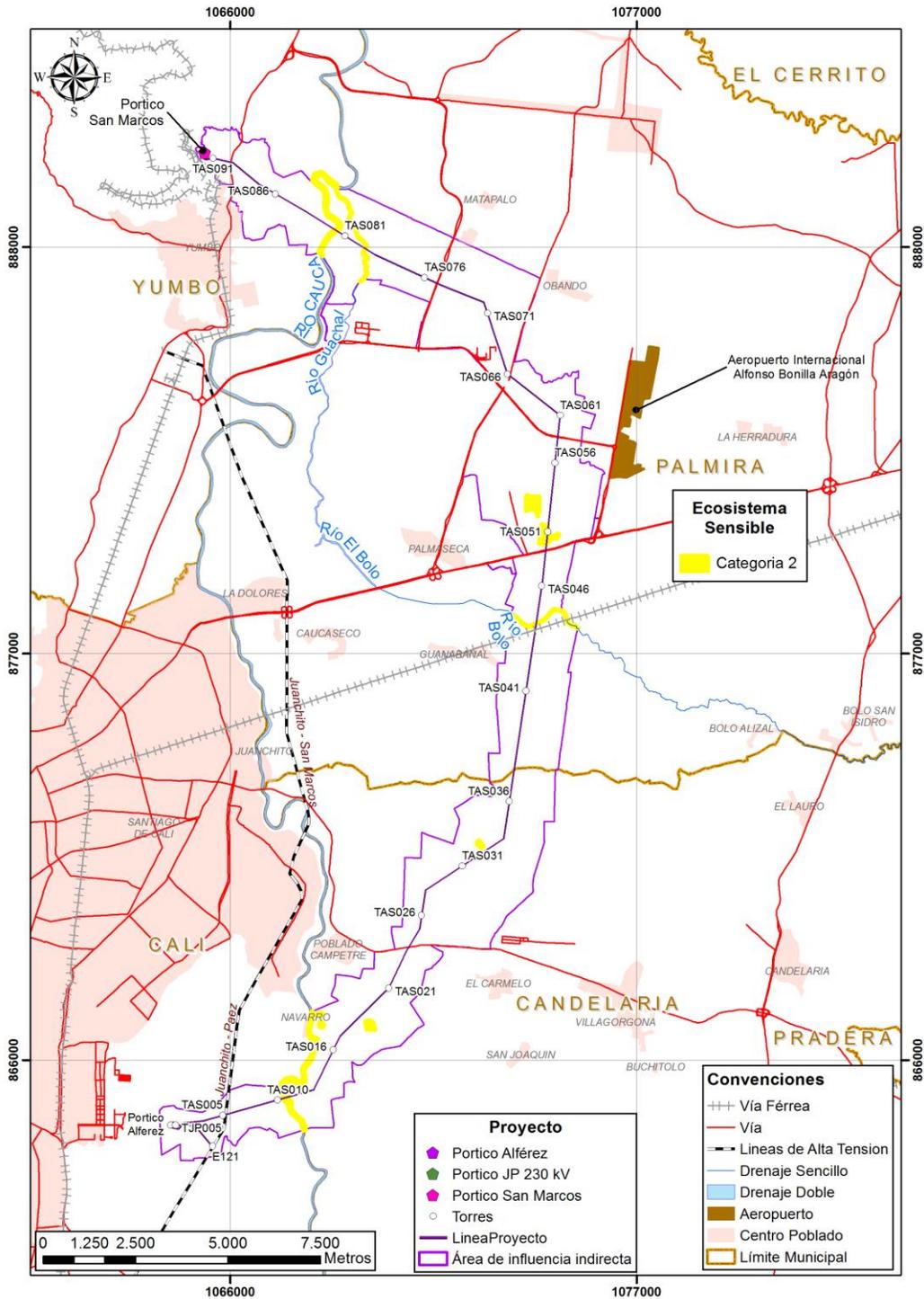
Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En cuanto a la representatividad en términos de área, los ecosistemas sensibles se encuentran representados en 80,09 ha, las que equivalen al 1.11% del All, distribuidos en una sola categoría (categoría 2).

- **Categoría 2.**

Está representada por los ecosistemas boscosos, ríos y algunas áreas de vegetación secundaria, entre los principales con mayor área encontramos a Ríos (50 m) del Helobioma del Valle del Cauca en NorAndina Valle_CaucaHelobiomas del Valle del Cauca con un área de 31,89 ha, que equivale a 0,55% del área del All, seguido de Vegetación secundaria alta del Zonobioma althernóhígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca en NorAndina Valle_Cauca Zonobioma althernóhígrico y/o subxerofítico con 20,35 ha (0.35% del All). Ecosistemas con muy alta insuficiencia, siendo aquellos que cuentan con alguna representación dentro de las áreas protegidas del SINAP, sin embargo no alcanzan las metas de conservación (<10%), además presentan una alta tasa de transformación y alta remanencia.

Figura 3-44 Ecosistemas sensibles identificadas en el área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

3.3.1.4 Fragmentación

- **Introducción**

Forman y Gordon (1986), definen paisaje como la superficie o porción de terreno heterogénea compuesta por una agrupación de ecosistemas interrelacionados o interactivos entre sí, que se repite de igual forma a través de dicha superficie siguiendo un patrón y que comparte: un mismo tipo de interacciones o flujos entre los ecosistemas de la agrupación, los mismos clima y geomorfología y un mismo régimen de perturbaciones. Las interrelaciones entre los ecosistemas están definidas como la facilidad que tienen diferentes poblaciones de moverse entre parches y es denominada conectividad, ésta puede ser espacial o funcional y está ligada a la capacidad de desplazamiento que pueden tener los organismos vivos (Vaca, 2006).

La construcción de líneas de transmisión de energía, en algunos casos puede causar una modificación en las interacciones o flujos de los ecosistemas en el paisaje, afectando la conectividad. Este efecto contrario a la conectividad se define como fragmentación, la cual según León (2014) es definida como un proceso durante el cual una gran extensión de hábitat es transformada en parches o manchas de área más pequeña con respecto al total, aisladas unas de otras por una matriz de hábitats diferentes al original, conllevando cambios en la composición del paisaje, estructura y función y ocurre sobre un telón de fondo de mosaico de parches naturales, creados por cambios en los accidentes geográficos y disturbios naturales (Vila et al., 2006). Si las perturbaciones producen daños reversibles, las relaciones ecológicas podrán recuperarse después de su acción, pero si son irreversibles desaparecerán algunas de estas relaciones y los territorios que tras las perturbaciones queden aislados, podrán sufrir evoluciones distintas (Vaca, 2006). Según Fahrig (2003), existen cuatro (4) efectos de forma que son la base del dimensionamiento cuantitativo de la fragmentación de hábitats: (1) reducción en el tamaño del hábitat, (2) incremento en el número de fragmentos, (3) reducción en el tamaño del fragmento e (4) incremento en el aislamiento de los fragmentos. Con la pérdida del hábitat se reduce los tamaños de las poblaciones y por lo tanto las especies con sus respectivas conexiones.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, las obras de infraestructura que se adelanten adyacentes a áreas sensibles como ecosistemas frágiles y coberturas forestales naturales, deben contemplar como uno de sus impactos generados, la fragmentación, con el fin de implementar como mitigación el análisis de conectividad, considerando aspectos de su estructura, composición y funcionalidad, incluyendo la disponibilidad del hábitat y su vulnerabilidad para el mantenimiento de las diferentes especies de fauna y flora allí presentes, con el que se generen planes y estrategias de conexión, como corredores de conservación, aumento de coberturas forestales afectadas y corredores biológicos entre otras.

El proyecto Alférez – San Marcos, se encuentra enmarcado en el Helobioma del Valle del Cauca y el Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca, presentando 40 tipos de ecosistemas distribuidos dentro de los dos (2) grandes biomas. El análisis de la conectividad se basó en los escenarios antes y después de la implementación del proyecto, con el fin de definir la real afectación sobre las coberturas existentes, los

fenómenos que se ocasionarán entorno a las coberturas y las medidas correctivas que se deberán implementar en el plan de manejo ambiental.

- **Objetivos**

- Objetivo general**

Analizar el estado de los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto en función de los posibles efectos de la fragmentación.

- Objetivos específicos**

Generar y evaluar índices de fragmentación por clases definidas por cada tipo de ecosistema, entendiendo el comportamiento de la ecología a nivel de paisaje y su variación en un escenario de ejecución del proyecto.

Identificar de manera clara los ecosistemas que presentan un mayor grado de afectación en términos de fragmentación

Con la ayuda de algunos indicadores de estado de área, forma y área core, analizar determinar incidencias en términos de la influencia sobre las dinámicas ecológicas de los ecosistemas naturales.

Construir un insumo técnico que permita tener criterios de decisión para implementar medidas de conservación efectivas que permitan mitigar o compensar en áreas apropiadas los impactos ocasionados por la construcción y operación del proyecto.

Generalidades

La evaluación de la fragmentación generada por la construcción del proyecto de interconexión se inicia con la definición de áreas homogéneas de carácter natural, los cuales en este caso corresponden a los ecosistemas, que para tales efectos se denominaran clases. Dicho sea de paso, tales áreas comparten características homogéneas no solo en términos de vegetación sino también en cuanto a geomorfología, suelos, etc.

Para cada clase se construyeron dos (2) escenarios a partir de la composición de su cobertura vegetal natural i) el escenario actual, el cual hace referencia a la composición actual, con su dinámica natural y social sin la intervención del proyecto de transmisión eléctrica, y; ii) el escenario probable, basado en la modificación que el paisaje puede sufrir como consecuencia de la introducción del proyecto mediante el desarrollo de las actividades propias del mismo.

El primero de estos escenarios, (sin proyecto) se construye a partir de la selección, desde el mapa de ecosistemas, de aquellas coberturas consideradas de especial interés por su estado sucesional actual, su importancia ecológica y/o su potencialidad ecológica a nivel regional y local.

El segundo escenario se construye (con proyecto) a partir de la afectación con el proyecto, para lo cual se hace uso de las herramientas de superposición de mapas que ofrece la técnica de modelamiento con sistemas de información geográfica (SIG), realizando la intervención de toda la cobertura en el corredor configurado por el área de influencia directa y bajo el criterio que uso la delimitación de la misma (Efecto de la fragmentación con núcleos y parches a 100 y 30 m.).

Construidos los mapas de ecosistemas para los dos (2) escenarios en cada uno de los paisajes en los que se estratificó el área de estudio, se realizó la evaluación de una serie de métricas de paisaje. Estas métricas miden indicadores de estado de fragmentación, permiten evaluar el estado de cada ecosistema en su condición actual y en su condición futura con la potencial afectación que el proyecto le genere.

La diferencia neta y/o la diferencia relativa entre estas métricas o indicadores de fragmentación para cada clase en sus dos escenarios se convierten en una medida objetiva del efecto de fragmentación diferencial que el proyecto generará en cada clase como producto de las diversas actividades propias del proceso constructivo y operativo.

Indicadores de fragmentación para el área de estudio (Métrica del paisaje)

El indicador de fragmentación de los ecosistemas es un indicador de estado, que da una visión de la composición y configuración de los ecosistemas, a través de medidas de área, forma o borde de los fragmentos. Estos factores determinan la dinámica de los procesos ecológicos al interior de los ecosistemas y se convierten en una herramienta de análisis a tener en cuenta en la toma de decisiones para el manejo de los recursos naturales (IAvH, 2002) y por lo tanto para cada nivel de alteración del paisaje se sugieren medidas de gestión diferentes.

Los indicadores de fragmentación se obtuvieron mediante la aplicación V-LATE, la cual permite cuantificar la estructura y distribución de los fragmentos dentro del paisaje. La interpretación de cobertura se realizó con la aplicación ArcMap de ArcGis en formato Vector. Los índices se calcularon a nivel de clase, los cuales representan el patrón y distribución espacial dentro del paisaje de un tipo de clase (McGarigal et al, 1995).

Un indicador provee información sobre un fenómeno no medible directamente y permite hacer comparaciones del fenómeno en el tiempo y en el espacio. En este caso cuantifica y simplifica el fenómeno ya que permite conocer la estructura de estos ecosistemas en relación a tamaño, formas, número de clases y heterogeneidad.

El análisis de métricas del paisaje se realizó para ecosistemas naturales y seminaturales de porte arbóreo y arbustivo presentes en el área de estudio, con proyecto y sin proyecto para el AII y que encuentran en la Tabla 3-99.

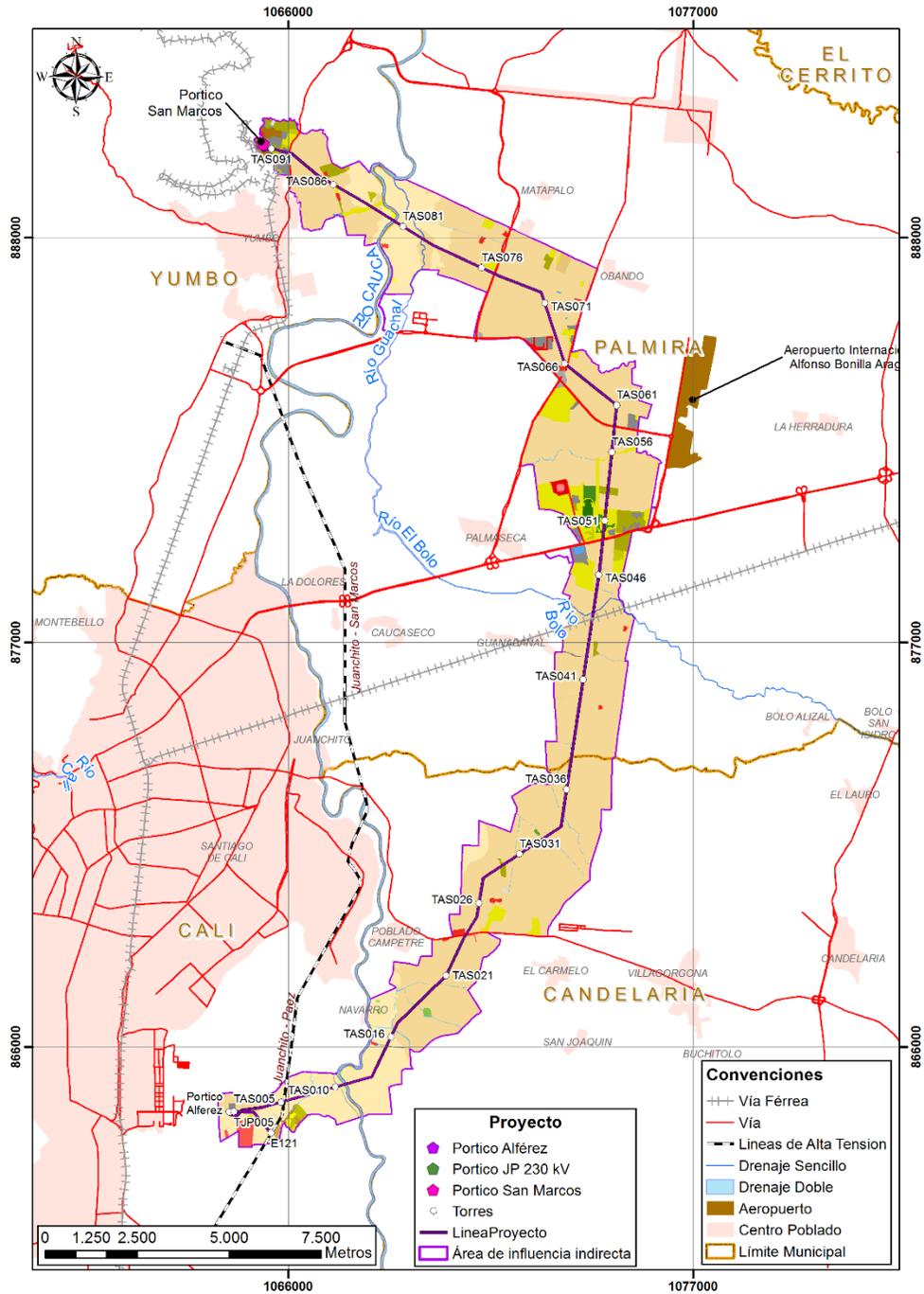
Tabla 3-99 Ecosistemas de Bosque y áreas seminaturales analizadas en el Área de influencia indirecta (AI)

Ecosistema
Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca
Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Helobioma del Valle del Cauca
Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
Guadua del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
Vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
Vegetación secundaria baja del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En la Figura 3-45 se presentan la distribución regional de los ecosistemas naturales, seminaturales y antrópicos identificados en el área de estudio.

Figura 3-45 Ecosistemas presentes en el All del proyecto.



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Figura 3-46 Leyenda de ecosistemas

Ecosistema Terrestre	
	Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del Cauca
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Helobioma del Valle del Cauca
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Guadua en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Vegetación secundaria alta en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Vegetación secundaria baja en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Canales en Helobioma del Valle del Cauca
	Canales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Cuerpos de agua artificiales en Helobioma del Valle del Cauca
	Cuerpos de agua artificiales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Ríos (20 m) en Helobioma del Valle del Cauca
	Ríos (20 m) en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Estadio en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Fincas recreativas en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Instalaciones recreativas en Helobioma del Valle del Cauca
	Vivienda Rural Dispersa en Helobioma del Valle del Cauca
	Vivienda Rural Dispersa en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Áreas deportivas en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Caña en Helobioma del Valle del Cauca
	Caña en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Maiz en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Mosaico de cultivos con espacios naturales en Helobioma del Valle del Cauca
	Mosaico de cultivos con espacios naturales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Mosaico de cultivos en Helobioma del Valle del Cauca
	Mosaico de pastos y cultivos en Helobioma del Valle del Cauca
	Otros cultivos transitorios en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Pastos arbolados en Helobioma del Valle del Cauca
	Pastos arbolados en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Pastos enmalezados en Helobioma del Valle del Cauca
	Pastos enmalezados en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Pastos limpios en Helobioma del Valle del Cauca
	Pastos limpios en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Avicultura en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Red ferroviaria y terrenos asociados en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Vía Sin Pavimentar en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Vía Pavimentada en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Vía Sin Pavimentar en Helobioma del Valle del Cauca
	Zonas industriales en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Tejido urbano discontinuo en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Zonas industriales en Helobioma del Valle del Cauca

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En la Tabla 3-100 se detallan los índices de estado tenidos en cuenta para el análisis de fragmentación.

Tabla 3-100 Índices de estado utilizados para la evaluación

Tipo	Índice	Descripción
AREA	NP	Numero de parches en el paisaje
	CA	Área (ha) por clase
	MPS	Tamaño medio del fragmento(ha)
FORMA	MSI	Media del índice de forma
	MPAR	Relación Perímetro – Área
	MFRACT	Dimensión-Fractal
AREA CORE	NCA	Numero de áreas Core
	TCCA	Total área Core (Ha)
	(CAI):	Índice de área Core (%)

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

De la amplia gama de indicadores, se seleccionaron solo aquellos indicadores que en nuestro criterio facilitan tener una visión regional. Los índices seleccionados son de tamaño, forma, borde y área interior o área core, efectuando los cálculos para cada tipo ecosistema en particular.

Los índices se calcularon a nivel de clase, los cuales representan el patrón y distribución espacial dentro del paisaje de un tipo de clase (McGarigal et al, 1995).

□ **Índices de estado de área.**

Los índices de estado de Área presentan las características de dimensión y numero de fragmentos que conforman el área de estudio y permite disponer de una primera aproximación general. La composición del paisaje está representada por el número de parches, el tamaño medio del parche y el área de cada una de las clases.

Tabla 3-101 Métrica número de parches (fragmentos) de la clase

Índice	Formula	Descripción
Numero de Parches	$NP = n_i$ siendo n_i , el número de fragmentos de la clase (cobertura vegetal) i dentro del paisaje	El número de fragmentos de una clase particular es una medida simple de la extensión de la subdivisión o fragmentación del paisaje. Aun cuando esta es una medida de gran importancia para diversos procesos de análisis ecológico, es limitado su análisis por sí solo, por no aportar información relativa a área, forma, extensión, densidad, etc.
Área por Clase	$AREA = a_{ij} \left(\frac{1}{10,000} \right)$ siendo CA_i , el área total de los fragmentos correspondientes a la	El área total de clase es una medida de la composición del paisaje, específicamente permite evaluar que parte del paisaje está cubierta por la correspondiente clase.

Índice	Formula	Descripción
	clase (cobertura vegetal) i $a_{i,j}$, el área (expresada en metros cuadrados) del fragmento i,j	
Tamaño medio del Fragmento	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \left(\frac{1}{10,000} \right)$	Calcula la media a nivel de clase. Es un buen indicador de la heterogeneidad y nivel de fragmentación de un área de interés.

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

□ Métricas de forma

Los índices de estado de forma están fundamentados en las características de forma de los fragmentos; su cálculo se basa en la relación entre área y perímetro y facilita la comprensión de este factor fundamental a nivel morfológico y funcional. La forma está condicionada tanto por la actividad humana como por las condiciones naturales e influye en la proporción entre especies propias del interior y las especies de borde y claros.

El predominio de las condiciones naturales favorece las formas curvilíneas e irregulares, y el predominio de la actividad humana simplifica la variabilidad. El índice de forma tiene valor 1 cuando el polígono es circular y aumenta su valor conforme al aumento de la complejidad del polígono.

En términos generales los ecosistemas asociados a coberturas arbóreas (bosque de galería, bosque denso, bosque fragmentado) presentan el mayor valor de índice de forma lo que evidencia unas formas más complejas y sinuosas.

Las coberturas con un valor más alto de forma (MSI) son las clases más propensas a ser afectadas por el medio, al poseer una alta relación perímetro /área. Los ecosistemas asociados a bosque denso y el de galería presentan el mayor valor, lo que indica la susceptibilidad a la intervención.

Los resultados de la dimensión fractal indican que todos los fragmentos presentan formas irregulares diferentes a las regulares euclidianas (cuadrado círculo). La dimensión fractal toma valores entre 1 y 2. Valores cercanos a uno indican formas geométricas sencillas. Valores que se acercan a 2 corresponde a las formas más complejas o análogas como los objetos fractales.

Tabla 3-102 Descripción de algoritmos de forma

Índice	Formula	Descripción
Índice de Forma	$SHAPE = \frac{P_{ij}}{2\sqrt{\pi \cdot a_{ij}}}$	El índice de forma corrige la deficiencia que la relación Perímetro-Área presenta al ajustarlo a un cuadrado estándar, siendo la medida más

Índice	Formula	Descripción
		adecuada de la complejidad de la forma del fragmento
Media del Índice de Forma	$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{p_{ij}}{2\sqrt{\pi} \cdot a_{ij}} \right)}{n_i}$	Calcula la media a nivel de clase.
Dimensión Fractal	$FRACT = \frac{2 \ln p_{ij}}{\ln a_{ij}}$	Calcula el grado de complejidad de cada fragmento a partir de la relación entre área y perímetro.

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Índices de estado de área core

Otro grupo de indicadores están asociados a evaluar el área interior del fragmento, la cual es denominada área core. El cálculo de área core requiere establecer un buffer que va del interior o núcleo de conservación del fragmento a su borde, el cual para el área de estudio ha sido estimada en 100m.

El área núcleo o área core, es la superficie interior del fragmento que no está afectada por los bordes, es decir, que no está o está muy poco afectada por las perturbaciones exteriores. En términos generales el número de áreas core disminuye en la medida que la intervención aumenta.

El índice de área core es una proporción de las áreas núcleo en el total del paisaje y es igual a cero cuando no existen parches o fragmentos en las coberturas que posean áreas núcleo. Representa el porcentaje del parche que es área núcleo.

Tabla 3-103 Descripción de algoritmos Área core

Índice	Formula	Descripción
Área Core	$CORE = a_{ij}^c \left(\frac{1}{10,000} \right)$ <p>Siendo:</p> <p>$a_{i,j}^c$, el Área de Núcleo o Área Interior del fragmento basada en una profundidad de frontera (efecto borde) de 100 m para fragmentos < a 100 ha y de 30 m para fragmentos > 100 ha., expresada metros cuadrados.</p>	El Área de Núcleo o Área Interior o área core representa el área del núcleo del fragmento a partir de una distancia 100 m para fragmentos < a 100 ha y de 30 m para fragmentos > 100 ha., expresada metros cuadrados
Numero de Áreas Core	$NCORE = n_{ij}^c$	Evalúa el número de áreas núcleo disjuntas presentes dentro del fragmento, lo cual

Índice	Formula	Descripción
	siendo $n_{i,j}^c$, el número áreas núcleo contenidas en el fragmento i,j basadas en una profundidad de frontera (efecto borde) de 100 m para fragmentos < a 100 ha y de 30 m para fragmentos > 100 ha., expresada metros cuadrados	depende de la forma y tamaño del fragmento
Total Área Core	$TCA = \sum_{j=1}^n a_{ij}^c \left(\frac{1}{10,000} \right)$ $a_{i,j}^c$, el Área de Núcleo o Área Interior de un fragmento i,j basada en una profundidad de frontera (efecto borde) de 200 m, expresada metros cuadrados.	El Área de Núcleo o Área Interior o área core representa el área total de núcleo de fragmentos de una clase particular (cobertura vegetal) a partir de una distancia de 100 m desde el borde hacia el interior del fragmento.
Índice de Áreas Core	$CAI = \frac{a_{i,j}^c}{a_{i,j}} (200)$ siendo $a_{i,j}^c$, el Área de Núcleo o Área Interior del fragmento i,j basada en una profundidad de frontera (efecto borde) de 200 m, $a_{i,j}$, el área del fragmento i,j	Evalúa el número de áreas núcleo disjuntas presentes dentro del fragmento, lo cual depende de la forma y tamaño del fragmento

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Contexto paisajístico

Según Vila *et al.* (2006), el elemento base para la interpretación del paisaje es el concepto de mosaico, el cual está compuesto por un conjunto elementos. Se retomó la estratificación del área por elementos homogéneos de carácter natural proporcionados por ecosistemas (los cuales comparten aspectos de geomorfología, suelos, vegetación, etc.), se menciona a continuación los principales ecosistemas naturales objeto de análisis en el área de estudio

Para el cálculo del contexto paisajístico se tuvo en cuenta la ecuación presentada en el Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad Resolución 1517 (agosto de 2012 MADS). En donde el “Contexto paisajístico CP (conectividad): se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural estudiado con otros fragmentos con coberturas naturales.

Tabla 3-104 Contexto paisajístico

Contexto paisajístico	
Nomenclatura	CP
Unidad	Adimensional
Formulación	$CP = \left(\frac{AN}{ATF} \right)$ <p>Dónde: AN: Área natural dentro de la franja ATF: Área total de la franja.</p>
Rango	$0 \leq CP \leq 1$
Descripción	En donde el “Contexto paisajístico” se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural estudiado con otros fragmentos con coberturas naturales.
Comentario	Los valores cercanos a 1 representan un mejor contexto paisajístico

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Para evaluar la fragmentación de los ecosistemas naturales en el área de estudio, se toma la definición de Lozano et al. (2011), que indica que la fragmentación total del paisaje se estima a través de la relación del área del bosque y el área total. Esta definición hace referencia al contexto paisajístico definido anteriormente, por lo que se retoma esta información y con referencia a una franja de 500 metros alrededor de los fragmentos naturales, se determinó geográficamente la fragmentación del área de estudio. El concepto de conectividad ecológica es complementario al de fragmentación ecológica, a mayor fragmentación menor conectividad.

Adicionalmente, se toma la definición de Lozano *et al.* (2011), que indica que la fragmentación total del paisaje se estima a través de la relación del área del bosque y el área total. Esto referencia al contexto paisajístico definido anteriormente, por lo que se retoma y con base a una franja de 500 metros alrededor de las áreas núcleo de los fragmentos naturales evaluados, se determinó geográficamente la fragmentación del área de estudio. Como referencia en la Tabla 3-105, se asigna un valor de fragmentación extrema en aquellas áreas donde el contexto paisajístico toma valores de cero a 0,20, la fragmentación fuerte se da en aquellas áreas donde toma valores de 0,21 a 0,40 y así sucesivamente hasta llegar a una fragmentación mínima en donde el contexto paisajístico toma valores mayores de 0,8 hasta valores iguales a 1. La ponderación de las diferentes categorías de fragmentación se explica en la Tabla 3-106.

Tabla 3-105 Rango de valores de fragmentación

Nivel de fragmentación	Conectividad	Rango contexto paisajístico
Extrema	Muy baja	<0,2
Fuerte	Baja	0,21-0,40
Moderada	Media	0,41-0,60
Moderada- Mínima	Alta	0,61-0,80
Mínima	Muy alta	0,8 – 1,00

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Tabla 3-106 La ponderación de las diferentes categorías de fragmentación

Valor	Categoría	Descripción Sensibilidad	Descripción Importancia
1	Mínima	Se atribuye esta calificación a las coberturas con índice de contexto	Los servicios ambientales son muy bajos ya que son coberturas heterogéneas de

Valor	Categoría	Descripción Sensibilidad	Descripción Importancia
		paisajístico >0,8 correspondiente a muy pocos fragmentos, de tamaños considerables y alta conectividad.	origen antrópico, lo cual explica la poca fragmentación y alta conectividad.
2	Moderada-mínima	Corresponde a coberturas con un índice de contexto paisajístico entre 0,61 y 0,80 con fragmentos de gran tamaño, formas más regulares, con una alta conectividad.	Corresponde a coberturas conectadas con una baja fragmentación, ya que son producto de la intervención antrópica, y por lo tanto han perdido la capacidad de albergar especies y la oferta de servicios ambientales es reducida.
3	Moderada	Coberturas con un índice de contexto paisajístico entre 0,41 y 0,60, con un alto número de fragmentos, con formas regulares, tamaños medios y mayor conectividad entre parches.	Son coberturas que presentan grandes áreas y mayor conectividad, sin embargo su composición intrínseca brinda una oferta moderada de servicios ecosistémicos.
4	Fuerte	El índice de contexto paisajístico de la cobertura oscila entre 0,21 y 0,40; corresponde a un alto número de fragmentos, muy pequeños, irregulares y baja conectividad.	Debido a la pérdida de conectividad de estas coberturas, la importancia es alta ya que el alto número de fragmentos alberga una diversidad importante de especies que inciden directamente sobre la oferta de servicios ecosistémicos.
5	Extrema	Corresponde a las coberturas con un índice de contexto paisajístico <0,20; que presentan bajo número de fragmentos, de tamaños muy pequeños, con formas irregulares y muy distantes.	Debido a la alta fragmentación y baja conectividad, la importancia de estas coberturas es muy alta ya que se deben conservar los pocos fragmentos para garantizar la oferta de servicios ecosistémicos que prestan.

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Resultados

El indicador de fragmentación de los ecosistemas es un indicador de estado, que da una visión de la composición y configuración de los ecosistemas, a través de medidas de área, forma o borde de los fragmentos. Estos factores determinan la dinámica de los procesos ecológicos al interior de los ecosistemas y se convierten en una herramienta de análisis a tener en cuenta en la toma de decisiones para el manejo de los recursos naturales (IAvH, 2002) y por lo tanto para cada nivel de alteración del paisaje se sugieren medidas de gestión diferentes.

A continuación se presentan los resultados de los Indicadores de Estado de Fragmentación para el escenario sin y con proyecto. Con base en esta información se precisa el grado de deterioro y el estado de conectividad de los ecosistemas regionales.

Escenario sin proyecto

Índices de estado de Área (sin proyecto)

Los índices de estado de área indican características de dimensión y número de parches que conforman el área de estudio y permite disponer de una primera aproximación general a la estructura del paisaje mediante el conteo de parches por tipo de clase, dando un primer acercamiento sobre la fragmentación que presenta cada tipo. Un valor elevado en el número de parches puede contribuir al aumento de la resiliencia de poblaciones, y puede incrementar la utilización de parches como conectores a lo largo del paisaje. El área total de la clase describe cuanto del paisaje está comprendido por un tipo específico de

ecosistema. Según Guevara (2009), es de mucha importancia porque ofrece información cuantitativa de pérdida de hábitats de interés.

En la Tabla 3-107 se presenta el resultado del número de parches y el área total por clase, en donde se observa que el Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca presenta la mayor proporción de área, mientras que el Helobioma del Valle del Cauca es el que menos área presenta dentro del AII. En términos de clase, la Vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca es quien más contribuye en área por clase (20,35 ha.) con dos parches, seguido de la Vegetación secundaria baja del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca con un área de 18,93 ha. y un (1) solo parche. Así mismo la clase con menor representación dentro del paisaje fue el Guadua en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca con 1,60 ha., siendo la clase con menor área. La alta intervención antrópica en el área de estudio, ha hecho que fragmentos o parches de los ecosistemas naturales y seminaturales, hayan disminuido su área, quedando de esta manera aislados de los demás parches, perdiendo su capacidad de regenerarse y de ofrecer hábitat a la fauna, convirtiéndose principalmente en cultivos de caña que ocupan grandes extensiones (Ver Fotografía 3.3.1-29); este cultivo en el área de estudio ocupa el 85,24%, correspondiendo a 6133,07ha.

Tabla 3-107 Índices de estado de área (ha) para el escenario sin proyecto.

Nombre ecosistema	Área		
	NP	CA (Ha)	MPS
Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del Cauca	3	9.12	3.04
Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Helobioma del Valle del Cauca	2	1.98	0.99
Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1	4.60	4.60
Guadua en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1	1.60	1.60
Vegetación secundaria alta en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	2	20.35	10.18
Vegetación secundaria baja en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1	18.93	18.93
Total	10	56.60	39.35

NP: Número total de fragmentos por clase; CA: Área total por cada clase; MPS: Tamaño medio del parche
Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Fotografía 3.3.1-29 Caña en el área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Los bosques de galería y/o ripario que se presentan en el área de estudio, son aquellos que se ubican en el margen del río Cauca, por lo general presentan árboles de alto porte y están asociados con guaduales como se observa en la Fotografía 3.3.1-30.

Fotografía 3.3.1-30 Bosque de galería y/o ripario en el área de estudio.



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Por otro lado, el tamaño promedio del parche es utilizado como un indicador de fragmentación, dado que un valor de MPS menor al encontrado en otro paisaje, puede considerarse como más fragmentado. Los valores de MPS para los ecosistemas son muy bajos, lo que representa una alta fragmentación en el área de estudio, reflejándose en el número de parches que tan solo presenta de 1 a 2 parches de pequeña extensión por ecosistema, lo que a su vez, desencadena una serie de procesos asociados a los efectos de borde que deterioran el hábitat, como son los cambios microclimáticos, el aumento en las tasas de depredación, cambios en la diversidad, en la estructura trófica y otros procesos ecológicos. El ecosistema que mayor índice de MPS presenta es la vegetación secundaria baja del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca, a pesar de que solo tiene un parche, este presenta una extensión alta (18,93 ha) en relación a los demás ecosistemas presentes en el área de estudio; este tipo de vegetación baja es muy

susceptible a cambios numéricos drásticos debido a que son tierras que los campesinos han dejado en descanso sin realizar prácticas de limpieza o manejo, por lo tanto es muy posible que en un corto período esta cobertura vuelva a retornar a las actividades agrícolas o pecuarias predominantes en la región disminuyendo sustancialmente estas áreas.

Teniendo en cuenta la poca extensión que presenta los parches, se menciona lo expuesto en la teoría de islas, donde fragmentos o parches de gran tamaño soportan mayor riqueza de especies de fauna que los parches pequeños, ya que las variables microclimáticas en los parches pequeños nunca se estabilizan y por ser parches menores de 20 ha pueden presentar una mayor presión por procesos de perturbación antropogénica directa comportándose en un futuro como parches lineales semejantes a los descritos por Lima y Gascon (1999).

Algunas de las especies de fauna silvestre presentes en el área de influencia del proyecto son más vulnerables a la degradación del hábitat, ya que estas no toleran los cambios en la estructura y/o composición de su hábitat, y rara vez usan la matriz, por ejemplo Boulinier *et al.* (2001) mencionan que las especies de aves son sensibles al área de parche y que presentan una menor riqueza de especies y mayores tasas de extinción en paisajes con valores bajos de MPS. Sin embargo la efectividad del parche como hábitat dependerá, no solo, de la interacción entre las características estructurales de ésta, sino de los requerimientos ecológicos de las distintas especies de fauna. Las especies faunísticas presentes en el área de estudio pertenecen a especies generalistas que son tolerantes a ciertos grados de intervención, por lo tanto es común encontrarlos en algunos cultivos y en pastos, logrando sobrevivir a las condiciones que ofrecen estas coberturas.

Índices de estado de Forma (sin proyecto)

Los índices de estado de forma están fundamentados en las características de forma de los parches; su cálculo se basa en la relación entre área y perímetro y facilita la comprensión de este factor, fundamental a nivel morfológico y funcional. La forma está condicionada tanto por la actividad humana como por las condiciones naturales e influye en la proporción entre especies propias del interior y las especies de borde y claros (Vila *et al.*, 2006).

Con base a los resultados obtenidos para el escenario sin proyecto, el Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca es la que mayor valor de MSI presenta (2,9), por lo tanto presenta una forma alargada o compleja como se observa en la Fotografía 3.3.1-31, por ende son los más sensibles en términos de complejidad geométrica de sus parches, naturalmente por la influencia de la antropización de las coberturas vegetales y por la irregularidad del patrón que siguen a lo largo de los cuerpos de agua que protegen. Mientras que los ecosistemas: Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Helobioma del Valle del Cauca, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca y Guadua del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca, presentan los valores más bajos y muy cercanos a 1, lo cual incide en su fragmentación al poseer formas circulares que desfavorecen su resiliencia ante factores ambientales y de recuperación de sus condiciones (Tabla 3-108).

Tabla 3-108 Índices de estado de Forma para el escenario sin proyecto

Ecosistema	Forma		
	MSI	MPAR	MFRACT
Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del Cauca	2,956	0.062	1,450
Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Helobioma del Valle del Cauca	1,041	0.038	1,285
Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1,116	0.018	1,256
Guadua en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1,140	0.032	1,288
Vegetación secundaria alta en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	2,098	0.025	1,340
Vegetación secundaria baja en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1,536	0.013	1,279

MSI: Índice de forma; MPAR: Relación Perímetro – Área; MFRACT: Dimensión Fractal
 Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Fotografía 3.3.1-31 Tamaño y forma de los fragmentos del ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En cuanto a la relación perímetro área (MPAR) es fuertemente influenciada por el área de los parches, en el AII la mayor relación la presenta el Bosque de galería y/o ripario del Helobioma del Valle del Cauca (0,062), esta clase presenta una baja representatividad en cuanto área y número de parches siendo más susceptible a desaparecer por las actividades antrópicas (Tabla 3-108).

El análisis del índice de dimensión fractal (MFRACT) sugiere variaciones muy ligeras en términos tanto numéricos como de ecosistemas representativos. Esta métrica es utilizada frecuentemente para caracterizar la forma del parche. En la Tabla 3-108 se observa valores bajos (1,3 a 1,5), indicando formas geométricas sencillas u homogéneas euclidianas, en dicho caso de geometría cuadrada con predominio de formas lineales, restándole complejidad al paisaje y probablemente valores escénicos naturales, presentando un perímetro más largo por unidad de área y en consecuencia hay mayor interacción del parche con el ambiente exterior y mayor área de hábitat de borde.

Índices de estado de Área Núcleo (sin proyecto)

El área núcleo, interior o área core, es la superficie interior del fragmento que no está afectada por los bordes, es decir, que no está o está muy poco afectada por las perturbaciones exteriores. En términos generales el número y tamaño de las áreas núcleo disminuye en la medida que la intervención aumenta. La distancia del efecto de borde se define por el usuario de manera que sea relevante para el fenómeno en consideración, y se puede tratar como un dato fijo o ajustarse para cada tipo de borde (McGarigal *et al.*, 1995).

El cálculo de área core requiere establecer un buffer que va del interior o núcleo de conservación del fragmento a su borde, el cual para el área del proyecto ha sido estimada en 100m, basada en estudios previos sobre efectos de borde en bosques tropicales que muestran cambios microclimáticos a los 60 m de borde y disturbios por viento hasta los 100 m (Kapos *et al.*, 1997), así como, cambios estructurales en la vegetación (Forero, 2001).

El escenario sin proyecto presenta un total de 5 áreas core (NCA.). En el análisis del número de áreas core por ecosistema se determinó que de los 6 ecosistemas naturales y seminaturales solo tres (3) presentan áreas core. La Vegetación secundaria baja del Zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca, presenta dos (2) áreas seguido del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca con una (1) y la Vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca con dos (2) áreas core. Estas áreas núcleo cuentan con un microambiente similar al encontrado en los bosques intactos, con especial importancia cuando se trata de organismos que se ven afectados por las condiciones propias de los bosques (Echavarría *et al.*, 2007; en Guevara 2009).

Tabla 3-109 Índices de área Core para el escenario sin proyecto

Nombre ecosistema	Área core		
	NCA	TCCA	CAI
Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1	0,02	0,44
Vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	2	1,87	9,21
Vegetación secundaria baja del Zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	2	1,93	10,18

NCA: Número de Core área (Número de áreas núcleo); TCCA: Área núcleo total; CAI: Porcentaje de core área
 Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Como una comparación ecológica se tomaron el número de parches totales (NP), con respecto al número de áreas núcleo (NCA), para identificar cuantos de los fragmentos presentan mejores condiciones ecológicas y se puedan encontrar zonas internas de vegetación que garanticen germoplasma para procesos sucesionales avanzadas y un refugio para la fauna silvestre más sensible a las condiciones de borde. Los resultados indican que el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca y la Vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higríco y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca presentan un área core en uno de los dos parches que presentan en el área de estudio, por ende no generan las mejores condiciones ambientales para la fauna ni un estado de conservación óptimo,

mientras tanto el ecosistema Vegetación secundaria baja del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca presenta dos áreas core. Los tres (3) ecosistemas restantes no presentan áreas core, lo cual indica que su estado de fragmentación y deterioro es muy alto y tienden a desaparecer de la zona especialmente por las actividades humanas que se dan a su alrededor como lo son los cultivos como la caña.

La sumatoria de las áreas núcleo por clase se denomina total de área núcleo indica la superficie en hectáreas, siendo la Vegetación secundaria baja del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca el ecosistema con mayor superficie y áreas núcleo (1,93ha).

En cuanto al índice de áreas core, que representa la proporción del parche que corresponde a núcleo de parche, se evidencia que los ecosistemas con mayor valor (proporción parche/núcleo) lo registran el Vegetación secundaria baja del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca y la vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca, según la Tabla 3-109 los valores de CAI, estos dos ecosistemas que presentan áreas core lejanos a cero, lo cual indica que la mayor parte del área del parche es área de core, entre tanto el ecosistema bosque fragmentado con vegetación secundaria del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca presenta un valor cercano a cero, lo que indica que este parche presenta mayor área con efecto borde. Los 4 ecosistemas que no presentan áreas core, presentan valores a 0, es decir que son áreas que se caracterizan por exhibir una fuerte fragmentación.

La fragmentación de estos ecosistemas genera pérdida de hábitats, aislamiento de fragmentos, dificultad de dispersión de las especies por los disturbios en la polinización y dispersión de semillas, exposición de especies correspondientes a estados tardíos de la sucesión vegetal presenten en el sotobosque y sin emergencia a elevadas cantidades de luz, lo cual eleva los índices de mortalidad en el bosque y por ende disminuye la capacidad de regeneración del bosque. Estos factores afectan la composición y abundancia de las especies de un ecosistema e incrementan su vulnerabilidad.

Los ecosistemas con una mayor resiliencia están relacionados con un mayor número de parches; consecuentemente, esto debe ir de la mano con la calidad de los parches, es decir, el tamaño de los mismos y la cantidad de áreas núcleo que se consoliden en los mismos. Si la calidad de los parches es la apropiada, entonces son adecuados conectores del paisaje, en donde se infiere que los ecosistemas con mayor potencial de conservación son los de mayor extensión.

De lo anterior, podemos inferir que las especies de fauna silvestre consideradas como raras y distribuidas en parches, y aquellas con altos requerimientos de espacio o de hábitat especializado, son particularmente susceptibles a la fragmentación, un ejemplo de ello son los anfibios, puesto que este grupo puede ser particularmente sensible a la fragmentación debido a sus características fisiológicas (piel permeable) y comportamentales (tipo de reproducción (terrestre/acuática). Estas características conllevan a que un nivel bajo de fragmentación puede aislar subpoblaciones de anfibios, ocasionando en el peor de los escenarios a extinciones locales y a procesos de recolonización.

□ **Contexto paisajístico sin proyecto**

Para la conectividad de los espacios naturales se tuvo en cuenta la ecuación de conectividad tomada del Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad Resolución 1517 (agosto de 2012 MADS). En donde el “Contexto paisajístico CP (conectividad): se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural estudiado con otros fragmentos con coberturas naturales. Para su valoración y especialización podrá emplearse la siguiente ecuación, teniendo como referencia base una franja de 500 m alrededor del fragmento. Los valores de conectividad oscilan entre 0 y 1, los valores cercanos a 1 representan un mejor contexto paisajístico.”

$$CP = AN/ATF$$

CP: Contexto paisajístico

AN: Área natural dentro de la franja

ATF: Área total de la franja.

Al hacer los cálculos de conectividad teniendo como base el área del AII del EIA y la registrada para cada uno de los ecosistemas, se evidencia una conectividad muy baja con un valor de (0,008), es decir una grado de fragmentación extrema (Ver Tabla 3-110), esta condición es el reflejo del alto grado de disturbio al que el hombre ha llevado a los ecosistemas, ya que es mínima la presencia de ecosistemas naturales o seminaturales, que han sido antropizadas para el establecimiento de cultivos como la caña. Los ecosistemas naturales o seminaturales presentes en el área de estudio, presentan unas bajas condiciones ecológicas que hacen más difícil la regeneración natural de la zona.

La Tabla 3-110 presenta el valor del contexto paisajístico de cada ecosistema, como se puede apreciar los ecosistemas presentan valores muy bajos de conectividad.

Tabla 3-110 Contexto paisajístico (Conectividad) sin proyecto.

Ecosistema	AN (Ha)	ATF(Ha)	CP
Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del Cauca	9.12	7195.19	0.001
Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Helobioma del Valle del Cauca	1.98	7195.19	0.000
Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	4.60	7195.19	0.001
Guadua en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1.60	7195.19	0.000
Vegetación secundaria alta en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	20.35	7195.19	0.003
Vegetación secundaria baja en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	18.93	7195.19	0.003
TOTAL	56.60		0.008

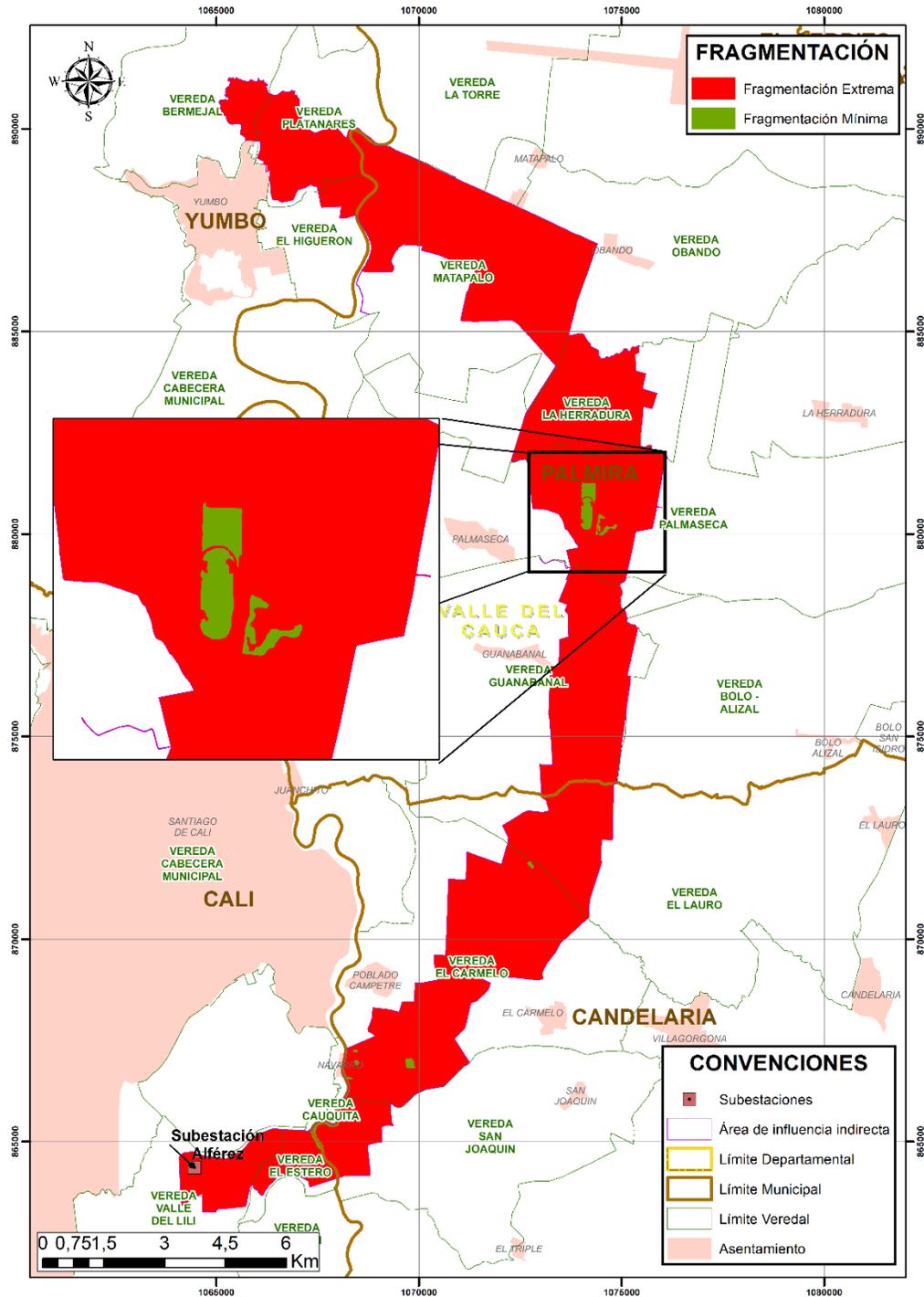
CP: Contexto paisajístico; AN: Área natural dentro de la franja; ATF: Área total de la franja

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

La Figura 3-47 muestra el estado de fragmentación en el área de estudio, es importante señalar que el color rojo representa la fragmentación extrema, siendo evidente el alto grado de fragmentación que presenta el área de estudio, corroborando los resultados de áreas, forma, áreas core y contexto paisajístico. El color verde identifica las áreas con mayor conectividad, que se ha de caracterizar por aquellas zonas donde los parches que los conforman presentan área núcleo, lo que garantiza que haya un hábitat para las diferentes

especies de animales presentes en la zona, pero la presencia de estas áreas en la zona del proyecto es muy bajas, por lo tanto la conectividad es muy baja.

Figura 3-47 Conectividad y fragmentación ecológica sin proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Teniendo en cuenta la Figura 3-47, el área de los rangos de fragmentación se muestran en la Tabla 3-111.

Tabla 3-111 Área y porcentaje de fragmentación en el All sin proyecto.

RANGO	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
Extrema	7138,59	99,21
Fuerte	0	0
Moderada	0	0
Media	0	0
Mínima	56,60	0,79
TOTAL	7195,19	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

De acuerdo con la Tabla 3-111 y a la Figura 3-47, se puede concluir que en el área de estudio predomina la fragmentación extrema con el 99,21%, seguida de la fragmentación mínima con 0,79%. En las categorías restantes no se presenta valores.

Estos valores al igual que el Contexto Paisajístico (0,008) muestran un fuerte proceso de fragmentación con una clara disminución de la conectividad ecológica y son explicados en la dinámica de uso del suelo y la expansión de la frontera agrícola (caña), la cual disminuye considerablemente el área de los ecosistemas naturales, perjudicando las interacciones propias entre las especies de fauna y flora, junto con los procesos ecológicos inmersos en ellos, entre los cuales se destacan la polinización, dispersión de semillas y frutos, cadenas tróficas, control de especies, entre otras, que representan la forma en que sobrevive el ecosistema en torno a su funcionamiento.

Escenario con proyecto

Índices de estado de Área (con proyecto - Área de influencia)

El análisis de índices de estado de área muestra que con la ejecución del proyecto se va a presentar un aumento de 1 parche. La variación se darían en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca (aumentando un parche), presentando una reducción en su área de 0,96 ha. Los ecosistemas naturales o seminaturales restantes no se afectarían por la ejecución del proyecto. Ver Tabla 3-112.

Tabla 3-112 Índices de estado de área (ha) para el escenario con proyecto

Nombre ecosistema	Área		
	NP	CA (Ha)	MPS
Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del Cauca	3	9.12	3.04
Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Helobioma del Valle del Cauca	2	1.98	0.99
Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1	4.60	4.60
Guadua en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1	1.60	1.60

Nombre ecosistema	Área		
	NP	CA (Ha)	MPS
Vegetación secundaria alta en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	3	19.39	6.46
Vegetación secundaria baja en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1	18.93	18.93
Total	11	55.64	35.63

NP: Número total de fragmentos por clase; CA: Área total por cada clase; MPS: Tamaño medio del parche
Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En lo que al tamaño medio de los fragmentos se refiere el ecosistema Vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca serían los únicos que presentarían una disminución en el MPS, debido a la fragmentación de sus parches por la ejecución del proyecto.

Índices de estado de Forma (con proyecto)

En la Tabla 3-113 se observa que para el escenario con proyecto, no se presentan variaciones significativas en el índice de forma (MSI) con respecto al escenario sin proyecto, de forma que la intervención del proyecto no ocasionaría mayores anomalías o variaciones en términos de forma de los parches, por lo tanto los ecosistemas: Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Helobioma del Valle del Cauca, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca y Guadua del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca, con la ejecución del proyecto mantendrían formas circulares.

Tabla 3-113 Índices de estado de Forma para el escenario con proyecto

Ecosistema	Forma		
	MSI	MPAR	MFRACCT
Vegetación secundaria baja en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1,536	0,013	1,279
Guadua en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1,140	0,032	1,288
Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del Cauca	2,956	0,062	1,450
Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Helobioma del Valle del Cauca	1,041	0,038	1,285
Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1,116	0,018	1,256
Vegetación secundaria alta en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1,868	0,032	1,345

MSI: Índice de forma; MPAR: Relación Perímetro – Área; MFRACCT: Dimensión Fractal
Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

El resultado de la métrica de dimensión fractal, mantienen los mismos valores con respecto al escenario sin proyecto, lo que quiere decir que en estos ecosistemas no presentan grandes cambios por la realización del proyecto, conservando formas geométricas sencillas.

Índices de estado de Área Núcleo (con proyecto)

El escenario con proyecto presenta cuatro áreas core, distribuidos en los ecosistemas Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca, Vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca y Vegetación secundaria baja del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca, manteniéndose el mismo número y extensión de áreas core, en relación con el escenario sin proyecto, por lo tanto no se afectarían estas áreas core con la ejecución del proyecto. Ver (Tabla 3-114).

Estas áreas núcleo cuentan con un microambiente similar al encontrado en los bosques intactos, con especial importancia cuando se trata de organismos que se ven afectados por al condiciones propias de los bosques (Echavarría *et al.*, 2007; en Guevara 2009). Por lo anterior, se puede decir que con el paso del tiempo si no se toman medidas de mitigación, el incremento en la fragmentación y pérdida de hábitat, los paisajes estarán dominados por especies de fauna de tipo generalista, tolerantes a la matriz, adaptadas al disturbio y con requerimientos pequeños de hábitat remanente. Estos procesos afectarán tanto a la supervivencia de las especies directamente afectadas (a través de interacciones tales como la depredación y la herbívora, la competencia por diversos recursos, etc.) como a sus potenciales funciones ecosistémicas (polinización, dispersión de semillas, etc.), generando cadenas de extinciones locales, alterando la producción de frutos y semillas, reduciendo a su vez la variabilidad genética y los niveles de exogamia (Aizen y Feisinger, 1994, Tallmon *et al.*, 2003).

Tabla 3-114 Índices de área core para el escenario con proyecto

Nombre ecosistema	Área core		
	NCA	TCCA	CAI
Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1	0,02	0,44
Vegetación secundaria alta del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	3	1,87	9,66
Vegetación secundaria baja del Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	2	1,93	10,18

NCA: Número de Core área (Número de áreas núcleo); **TCCA:** Área núcleo total; **CAI:** Porcentaje de core área
Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

En cuanto al índice de áreas core, que representa la proporción del parche que corresponde a núcleo de parche, se evidencia que se mantiene el mismo valor que se presenta en el escenario sin proyecto.

□ **Contexto paisajístico con proyecto**

Al hacer los cálculos de conectividad teniendo como base el AII del EIA y la registrada para cada uno de los ecosistemas, teniendo en cuenta los escenarios de aprovechamiento, se evidencia una conectividad mínima con un valor de (0,008) (Ver Tabla 3-115), esta condición es el reflejo del alto grado de disturbio al que el hombre ha llevado a los ecosistemas de la reserva, lo cual presenta una bajas condiciones ecológicas que hacen más difícil la regeneración natural de la zona

En comparación con los datos de conectividad obtenidos antes de ejecutarse el proyecto, se observa que los valores de contexto paisajístico no cambian, ya que conserva el mismo índice (0,008), que indica una conectividad mínima y una fragmentación extrema. Teniendo en cuenta lo anterior, la ejecución del proyecto no tendría mayores alteraciones en la conectividad del All, ya que la presencia de los ecosistemas naturales en el área de estudio es mínima, por lo tanto con la ejecución del proyecto la afectación es baja.

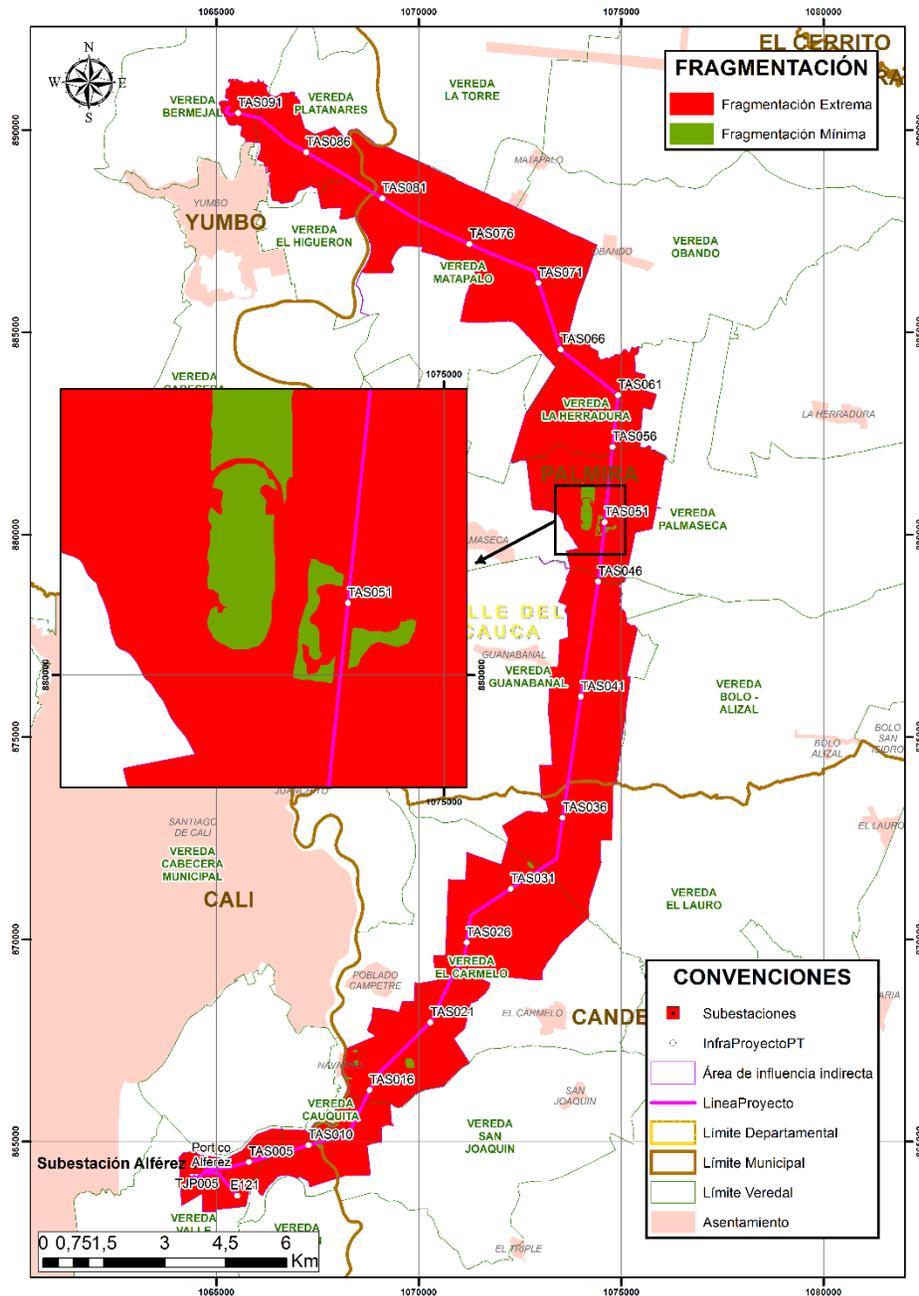
Tabla 3-115 Contexto paisajístico (Conectividad) con proyecto.

Ecosistema	AN (Ha)	ATF(Ha)	CP
Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del Cauca	9.12	7195.19	0.001
Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Helobioma del Valle del Cauca	1.98	7195.19	0.000
Bosque fragmentado con vegetación secundaria en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	4.60	7195.19	0.001
Guadua en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	1.60	7195.19	0.000
Vegetación secundaria alta en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	19.39	7195.19	0.003
Vegetación secundaria baja en Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	18.93	7195.19	0.003
Total general	55.64		0.008

CP: Contexto paisajístico; AN: Área natural dentro de la franja; ATF: Área total de la franja
 Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

La Figura 3-48 muestra la conectividad y fragmentación ecológica con proyecto, en la figura el color verde oscuro identifica las áreas con conectividad muy alta y el color rojo identifica las áreas con muy baja conectividad, manteniendo las mismas características que se presentan en el escenario sin proyecto.

Figura 3-48 Conectividad y fragmentación ecológica con proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

Teniendo en cuenta la Figura 3-48, el área de los rangos de fragmentación se muestran en la Tabla 3-116.

Tabla 3-116 Área y porcentaje de fragmentación en el AII con proyecto.

RANGO	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
Extrema	7.139,55	99,23

RANGO	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
Fuerte	0	0
Moderada	0	0
Media	0	0
Mínima	55,64	0,79
TOTAL	7.195,19	100

Fuente: Consultoría Colombiana, 2018

De acuerdo con la Tabla 3-116, se puede concluir que en el área de estudio en el escenario con proyecto predomina la fragmentación extrema con el 99,23%, seguida de la fragmentación mínima con 0,77%. Los otros rangos no se presentan en el área de estudio.

Estos valores al igual que el Contexto Paisajístico (0,008) muestran un fuerte proceso de fragmentación con una clara disminución de la conectividad ecológica y son explicados en la dinámica de uso del suelo y la expansión de la frontera agrícola, la cual disminuye considerablemente el área de los ecosistemas naturales, perjudicando las interacciones propias entre las especies de fauna y flora, junto con los procesos ecológicos inmersos en ellos, entre los cuales se destacan la polinización, dispersión de semillas y frutos, cadenas tróficas, control de especies, entre otras, que representan la forma en que sobrevive el ecosistema en torno a su funcionamiento.

De acuerdo con la anterior información se puede concluir que la ejecución del proyecto no afecta significativamente los porcentajes de áreas de fragmentación, ya que la categoría de fragmentación extrema aumentaría solo un 0,02% y la fragmentación mínima disminuiría 0,02%. Aunque la afectación de la conectividad no es significativa es necesario previo a las actividades de construcción y después de ejecutar el proyecto, la implementación de medidas que ayuden a aumentar la resiliencia de los ecosistemas afectados por la ejecución del proyecto.

Conclusiones

Al analizar las métricas del paisaje, para los dos escenarios, es evidente la intervención que han sufrido los ecosistemas dentro del área de influencia indirecta, debido a las actividades antrópicas generadas en los diferentes ecosistemas para el establecimiento de cultivos como la caña, que ocupa un gran porcentaje (85,24%) del área total, lo que ha hecho que los ecosistemas naturales y seminaturales hayan reducido su área significativamente, afectando la conectividad y el aumento de forma extrema de la fragmentación.

Las coberturas más sensibles al proceso de fragmentación son los bosques de galería y ripario, debido a que son áreas importantes ecosistémicamente; la fauna utiliza estos lugares como parte fundamental del hábitat para realizar diferentes actividades (lugares de caza, alimentación, reproducción); en cuanto a la flora las especies que se encuentran alrededor de los cuerpos de agua presentan condiciones de adaptación a estas áreas (alto nivel freático y en algunas ocasiones pueden soportar períodos de inundación); condiciones abióticas como suelos fértiles por la deposición de limos y arcillas las han convertido en áreas atractivas para el desarrollo de actividades agrícolas, situación que determina la vulnerabilidad a la fragmentación de este tipo de cobertura, tanto así que en algunos sectores es inexistente la vegetación protectora. Teniendo en cuenta su importancia, la

afectación por las actividades del proyecto a estas coberturas será mínima lo cual se evidencia en la optimización de los escenarios de aprovechamiento, presentando una baja reducción en el área y el incremento de un parche en relación con el escenario sin proyecto, siendo necesario la implementación de medidas compensatorias que garanticen la conservación de dicho ecosistema.

Los ecosistemas presentan un bajo contexto paisajístico, como consecuencia de la alta intervención antrópica, lo que afecta las interacciones propias entre las especies de fauna y flora, junto con los procesos ecológicos inmersos en ellos, entre los cuales se destacan la polinización, dispersión de semillas y frutos, cadenas tróficas, control de especies, entre otras, que representan la forma en que sobrevive el ecosistema en torno a su funcionamiento.

Teniendo en cuenta las métricas en el escenario con proyecto, su afectación en términos de número de parches y de área, muestra el aumento de un parche y la reducción de 0,96 ha. Teniendo en cuenta lo anterior, resulta importante y necesario adoptar medidas que contribuyan a aumentar la resiliencia de los ecosistemas para lograr garantizar su perpetuidad en el tiempo y que mitiguen la afectación de la conectividad, permitiendo establecer flujo de energía y materia entre los diferentes ecosistemas afectados por la ejecución del proyecto.

3.3.1.5 Especies vasculares y no vasculares en los sustratos epífita, terrestre y/o rupícola

En atención al Requerimiento No. 15 determinado mediante la audiencia de solicitud de información adicional realizada en el marco del trámite de licencia ambiental, iniciado mediante AUTO 03652 de 04 de Julio de 2018, el cual solicita: “Presentar la caracterización de las especies vasculares u no vasculares para el área de influencia del proyecto Alférez-San Marcos a 500 kV”; se presenta a continuación la atención al mencionado requerimiento:

Dentro del área de influencia del proyecto Alférez – San Marcos, se realizó un total de 24 parcelas (12 parcelas de caracterización de epífitas y 12 parcelas de caracterización de especies terrestres y/o rupícolas) en las diferentes coberturas de la tierra (Tabla 3-117). Es importante mencionar que, para la selección de los forófitos, se tuvieron en cuenta árboles con DAP>10cm, y el esfuerzo se realizó en áreas naturales y seminaturales como pastos limpios y pastos arbolados, que fueran susceptibles de aprovechamiento forestal. En el Anexo 1.2.5 se presentan la bases de datos y la localización de las parcelas realizadas.

Tabla 3-117 Parcelas realizadas para la caracterización de especies vasculares y no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos (EPSG 3116, Magna Sirgas / Colombia Bogotá Zone)

Parcela	Tipo de parcela	Cobertura	Zona de vida	coord_x_ini	coord_y_ini	coord_x_fin	coord_y_fin
EP-A-1	Epífitas	Pastos limpios	Bosque muy seco Tropical	1065780,333	890397,5282	1065688,36	890361,5284
EP-A-2	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque muy seco Tropical	1074744,508	882040,8125	1074806,385	882075,7022
EP-A-3	Epífitas	Pastos limpios	Bosque muy seco Tropical	1074707,292	881217,099	1074662,182	881216,9595

Parcela	Tipo de parcela	Cobertura	Zona de vida	coord_x_ini	coord_y_ini	coord_x_fin	coord_y_fin
EP-A-5	Epífitas	Vegetación secundaria alta	Bosque muy seco Tropical	1074530,747	879995,5983	1074573,114	880028,0215
EP-A-6	Epífitas	Pastos limpios	Bosque seco Tropical	1071823,04	870928,4059	1071869,468	870963,6034
EP-A-7	Epífitas	Bosque de galería y ripario	Bosque seco Tropical	1067466,561	864934,7471	1067501,675	864973,2599
EP-A-8	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque muy seco Tropical	1067327,681	889421,6785	1067302,066	889371,9689
EP-A-9	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque muy seco Tropical	1068234,153	888875,0692	1068288,851	888826,3379
EP-A-12	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque muy seco Tropical	1074615,695	880344,844	1074538,97	880107,0092
EP-A-14	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque muy seco Tropical	1074511,167	879817,3449	1074576,03	879874,1612
EP-A-17	Epífitas	Pastos arbolados	Bosque muy seco Tropical	1074349,994	879899,7659	1074436,212	879914,7567
EP-A-18	Epífitas	Vegetación secundaria alta	Bosque muy seco Tropical	1074279,842	880329,9357	1074556,834	880300,8991
T-A-7	Otros sustratos	Bosque de galería y ripario	Bosque seco Tropical	1067464,356	864936,5226	1067499,562	864974,2538
T-A-6	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque seco Tropical	1071823,93	870926,1948	1071869,801	870963,6036
T-A-14	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque muy seco Tropical	1074511,329	879819,1797	1074576,029	879875,7094
T-A-8	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque muy seco Tropical	1067325,809	889423,1855	1067301,066	889372,1894
T-A-9	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque muy seco Tropical	1068232,711	888871,7507	1068291,07	888831,0946
T-A-2	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque muy seco Tropical	1074748,536	882044,4778	1074806,709	882079,1009
T-A-3	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque muy seco Tropical	1074705,799	881218,9564	1074663,405	881217,071
T-A-1	Otros sustratos	Pastos limpios	Bosque muy seco Tropical	1065781,334	890395,6489	1065687,027	890360,3111
T-A-5	Otros sustratos	Vegetación secundaria alta	Bosque muy seco Tropical	1074529,374	879977,8747	1074575,235	880018,3462
T-A-17	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque muy seco Tropical	1074350,662	879898,7711	1074435,546	879914,8668
T-A-18	Otros sustratos	Vegetación secundaria alta	Bosque muy seco Tropical	1074278,87	880322,1638	1074557,611	880300,8996
T-A-12	Otros sustratos	Pastos arbolados	Bosque muy seco Tropical	1074615,806	880344,8441	1074545,388	880105,658

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

- **Epífitas vasculares**

Riqueza de epífitas vasculares

En las diferentes parcelas de caracterización realizadas en el área del proyecto Alférez – San Marcos, se registraron 6 especies, 6 géneros y 6 familias de epífitas vasculares, en las 12 parcelas y en los 113 árboles revisados en las diferentes coberturas evaluadas (Tabla 3-118).

Tabla 3-118 Epífitas vasculares registradas en el área del proyecto Alférez – San Marcos

Familia epífita	Genero epífita	Especie epífita
Araceae	Monstera	<i>Monstera adansonii</i>
Bignoniaceae	Amphilophium	<i>Amphilophium crucigerum</i>
Bromeliaceae	Tillandsia	<i>Tillandsia recurvata</i>
Cactaceae	Rhipsalis	<i>Rhipsalis baccifera</i>
Convolvulaceae	Ipomoea	<i>Ipomoea hederifolia</i>
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum sp.01</i>

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

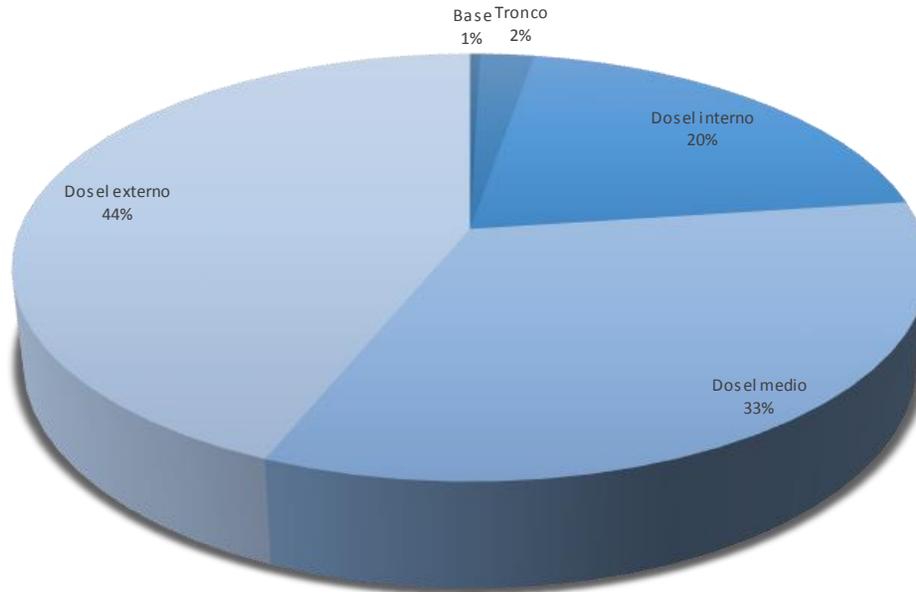
Distribución vertical de epífitas vasculares

En la Figura 3-49, se presentan los porcentajes de distribución de las epífitas vasculares en los diferentes estratos del forófito propuestos por Johansson (1974), así en el dosel externo se registraron 1.852 individuos, es decir; el 44%, en el dosel medio se registraron 1.408 individuos, es decir; el 33% y en el dosel interno 853 individuos, el 20%. Como se evidencia, hay una preferencia por el dosel medio y dosel externo, esto se debe a que la mayor cantidad de registros encontrados corresponden a individuos juveniles que recién están creciendo dentro de estos estratos, en donde se presenta una alta cantidad de ramificaciones, ofreciendo espacio suficiente para individuos pequeños.

El tronco y la base presentaron los porcentajes más bajo de distribución con el 2% y el 1% respectivamente. Probablemente se presentan menos registros, porque en las partes bajas de los árboles es más difícil el establecimiento de individuos puesto que en muchos casos (por ejemplo, para el género Tillandsia), la dispersión de las semillas es aérea (anemocoría).

La estratificación vertical es el resultado de la variación microclimática desde la parte alta del dosel hasta el interior del bosque y debe ser pronunciada en bosques altos y cerrados, donde el cambio microclimático es más acentuado (Shaw 2004). Esta variación está determinada por la estructura y altura del dosel que regula la intensidad y dirección de luz recibida, la captación de humedad del aire y la temperatura del aire que llega a las plantas; por la disponibilidad de nutrientes, que está asociada a la presencia de materia orgánica muerta o briofitas en los hospederos (Nadkarni 1984, Parker 1995, Walsh 1996, Freiberg 1997, Freiberg y Freiberg 2000, Gradstein et al. 2003, Krömer y Gradstein 2003, Cardelus y Chazdon 2005).

Figura 3-49 Porcentaje de distribución de epífitas vasculares en los diferentes estratos del forófito en el área del proyecto Alférez – San Marcos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Abundancia relativa de epífitas vasculares

Tillandsia recurvata fue la especie más abundante y dominante registrada en el área del proyecto, con 4.143 individuos. Por lo general, las especies del género *Tillandsia* prefieren los climas cálidos con alta humedad ambiental, son esenciales para su buen desarrollo, lo que coloca el área de desarrollo del proyecto, en un lugar óptimo para el establecimiento de este grupo en particular, especialmente a aquellas especies que crecen en grupos, agregados o ramets como *Tillandsia recurvata*, otra particularidad de este grupo, son sus semilla comosas o plumosas, que facilitan su dispersión gracias a las corrientes de aire.

Así mismo, es importante mencionar a la familia Cactaceae, que, si bien no es representativa en términos de número de especies, si aporta un número de individuos importante (61 individuos) con la especie *Rhipsalis baccifera* (Tabla 3-119).

Tabla 3-119 Abundancia relativa de epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos

Familia	Genero	Especie	Abundancia	Abundancia relativa (%)
Bromeliaceae	Tillandsia	<i>Tillandsia recurvata</i>	4.143	98,01%
Cactaceae	Rhipsalis	<i>Rhipsalis baccifera</i>	61	1,44%
Araceae	Monstera	<i>Monstera adansonii</i>	8	0,19%
Convolvulaceae	Ipomoea	<i>Ipomoea hederifolia</i>	6	0,14%
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum sp.01</i>	5	0,12%
Bignoniaceae	Amphilophium	<i>Amphilophium crucigerum</i>	4	0,09%
Total			4.227	100,00%

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Frecuencia relativa de epífitas vasculares

A continuación en la Tabla 3-120, se presenta la frecuencia de las epífitas vasculares teniendo en cuenta las unidades muestrales (forófitos) revisadas y donde se registró su presencia. La especie con mayor frecuencia corresponde a *Tillandsia recurvata* que se registró en 49 árboles del total de árboles revisados (113 árboles), es decir; el 43%, esta especie es una planta epífita de 8 cm de radio, agrupada por lo general en varias masas esféricas con un sistema rudimentario de raíces (Madison, 1977). Posee una gran adaptación a diferentes factores abióticos, posee tricomas foliares higroscópicos que le permiten condensar la humedad del viento y así absorber nutrimentos (Rzedowski, 1981). Le sigue *Rhipsalis baccifera* con una frecuencia del 8%, *Monstera adansonii* con el 3%, *Amphilophium crucigerum*, *Ipomoea hederifolia* y *Solanum sp.01* con el 2% de frecuencia.

Tabla 3-120 Frecuencia relativa de epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos

Familia	Genero	Especie	Frecuencia	Frecuencia relativa ni/N*100*
Bromeliaceae	Tillandsia	<i>Tillandsia recurvata</i>	49	43%
Cactaceae	Rhipsalis	<i>Rhipsalis baccifera</i>	9	8%
Araceae	Monstera	<i>Monstera adansonii</i>	3	3%
Bignoniaceae	Amphilophium	<i>Amphilophium crucigerum</i>	2	2%
Convolvulaceae	Ipomoea	<i>Ipomoea hederifolia</i>	2	2%
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum sp.01</i>	2	2%

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018. *ni corresponde al número de veces que se registró una especie en las diferentes unidades muestrales y N corresponde al número total de árboles revisados.

Preferencia de forófito de las epífitas vasculares

En la Tabla 3-121, se presentan los registros de las epífitas vasculares en los diferentes forófitos evaluados, los cuales se caracterizaron por ser elementos arbóreos de gran porte, con tronco de corteza fisurada, con una copa de grandes dimensiones, caracteres morfológicos que brindaron a las especies de hábito epífita, condiciones adecuadas para su establecimiento y sobrevivencia. Se registran 11 especies de forófitos, agrupadas en 6 familias. La familia Fabaceae, con 5 especies, albergó la mayor cantidad de especies epífitas con 3.924 individuos, seguida de la familia Malvaceae, con 2 especies, albergando 194 individuos. En cuanto a especies de forófitos, en *Samanea saman* y *Prosopis juliflora* se registraron dos especies de epífitas *Rhipsalis baccifera* y *Tillandsia recurvata* con 1.948 y 1.369 individuos respectivamente.

Tabla 3-121 Preferencia de forófito de las epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos

Familia forófito	Especie forófito	Especie epífita	Abundancia
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	<i>Tillandsia recurvata</i>	16
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus nigricans</i>	<i>Tillandsia recurvata</i>	1
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	<i>Ipomoea hederifolia</i>	2
		<i>Tillandsia recurvata</i>	88
Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i>	<i>Tillandsia recurvata</i>	35
		<i>Tillandsia recurvata</i>	328
	<i>Prosopis juliflora</i>	<i>Rhipsalis baccifera</i>	1
		<i>Tillandsia recurvata</i>	1368

Familia forófito	Especie forófito	Especie epífita	Abundancia
	<i>Samanea saman</i>	<i>Rhipsalis baccifera</i>	56
		<i>Tillandsia recurvata</i>	1892
	<i>Vachellia farnesiana</i>	<i>Tillandsia recurvata</i>	244
Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	<i>Amphilophium crucigerum</i>	2
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Amphilophium crucigerum</i>	2
		<i>Monstera adansonii</i>	6
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Ipomoea hederifolia</i>	4
		<i>Monstera adansonii</i>	2
		<i>Rhipsalis baccifera</i>	4
		<i>Solanum sp.01</i>	5
		<i>Tillandsia recurvata</i>	171
Total			4.227

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Especies de epífitas vasculares por cobertura

A continuación en la Tabla 3-122, se presentan los registros de las especies epífitas vasculares en las diferentes coberturas caracterizadas en el área del proyecto, donde la Vegetación secundaria registró 4 especies, los Pastos arbolados y el Bosque de galería y ripario se registraron dos especies en cada una de ellas, y en los Pastos limpios se registró apenas una sola especie.

Tabla 3-122 Especies de epífitas vasculares por cobertura en el área del proyecto Alférez – San Marcos

Cobertura	Especie epífita	Total
Bosque de galería y ripario	<i>Amphilophium crucigerum</i>	4
	<i>Monstera adansonii</i>	8
Pastos arbolados	<i>Rhipsalis baccifera</i>	45
	<i>Tillandsia recurvata</i>	3925
Pastos limpios	<i>Tillandsia recurvata</i>	109
Vegetación secundaria alta	<i>Ipomoea hederifolia</i>	6
	<i>Rhipsalis baccifera</i>	16
	<i>Solanum sp.01</i>	5
	<i>Tillandsia recurvata</i>	109
Total		4.227

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Índices de diversidad de las epífitas vasculares

A continuación, en la Tabla 3-123, se presentan los índices de diversidad usados para evaluar las especies vasculares en las diferentes coberturas caracterizadas presentes en el área del proyecto, para ello, se utilizó el programa estadístico Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis – PAST versión 3.06 (Hammer et al, 2015) con una confiabilidad de 99,9%.

Tabla 3-123 Índices de diversidad para las epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos

	BG	PA	PL	VSA
Taxa_S	2	2	1	4
Individuals	12	3970	109	136
Dominance_D	0.5556	0.9776	1	0.6595
Shannon_H	0.6365	0.06205	0	0.6883

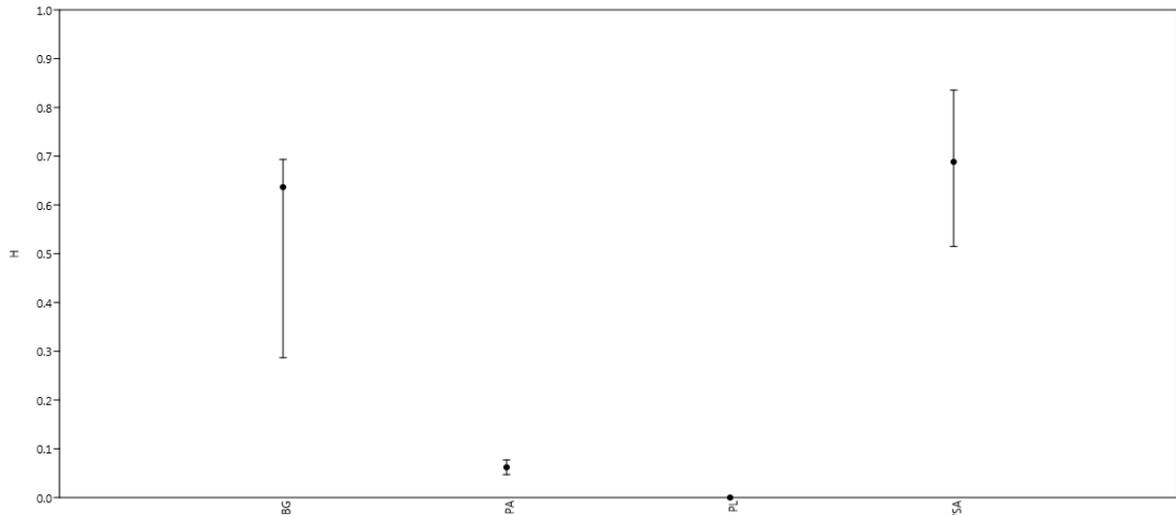
	BG	PA	PL	VSA
Margalef	0.4024	0.1207	0	0.6107

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018. (BG: Bosque de galería y ripario, PA: Pastos arbolados, PL: Pastos limpios, VSA: Vegetación secundaria alta).

Shannon H

En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon, la Vegetación secundaria alta presentó un valor de 0.6883, seguida del Bosque de galería y ripario con un valor de 0,6365, Pastos arbolados con un valor de 0,06205 y los Pastos limpios con un valor de cero. En términos generales la diversidad de especies vasculares para las coberturas caracterizadas fue bajo, ya que valores inferiores a 1 se consideran poco diversos y valores superiores a 3 son altos en diversidad de especies (Figura 3-50).

Figura 3-50 Índice de Shannon_H para las especies epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos

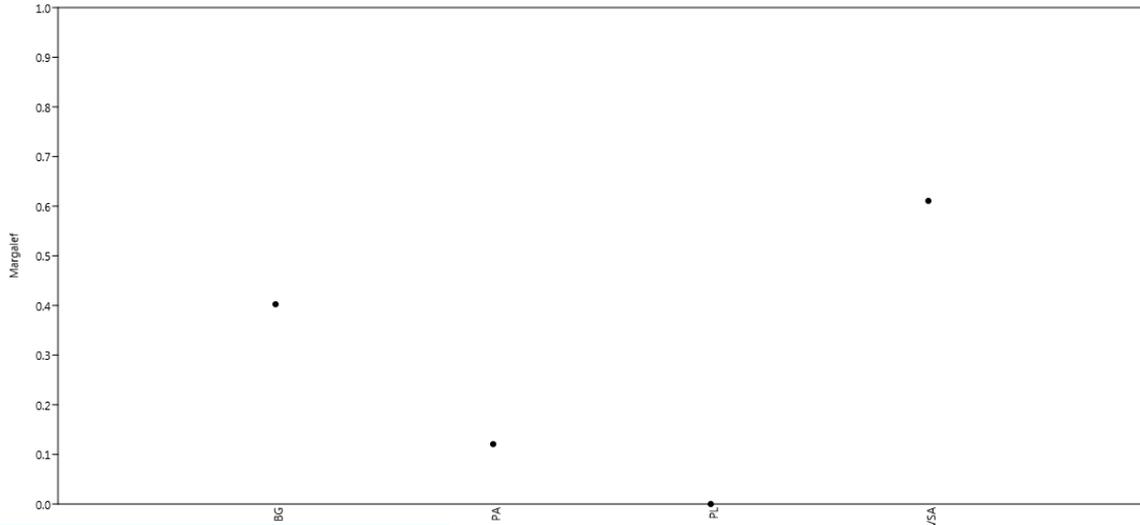


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018. (BG: Bosque de galería y ripario, PA: Pastos arbolados, PL: Pastos limpios, VSA: Vegetación secundaria alta).

Margalef

En cuanto al índice de diversidad de Margalef (número de especies presente en una comunidad) en términos generales, la diversidad de especies fue alta en la Vegetación secundaria alta y el Bosque de galería y ripario, con valores de 0.6107 y 0,4024, los Pastos arbolados presentaron un valor 0.1207 y Pastos limpios un valor de cero, ya que en esta última cobertura se registró apenas una especie de epífita vascular (Figura 3-51).

Figura 3-51 Índice de Margalef para las epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos

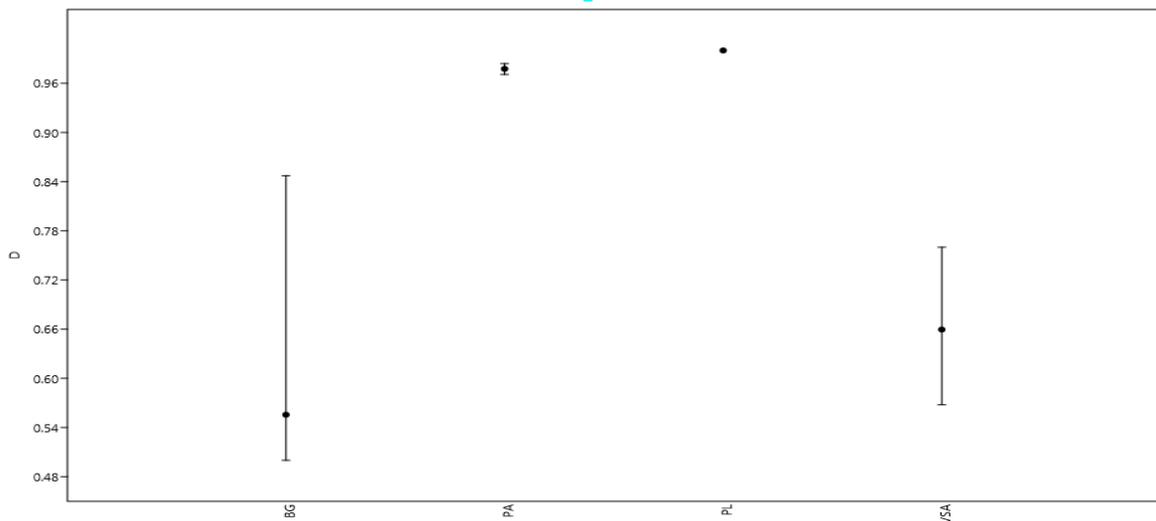


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Dominance_D

Los Pastos limpios fue la cobertura dominante donde se registró apenas una especie de epífita vascular, seguido de los Pastos arbolados con un valor de 0.9776, Vegetación secundaria alta y el Bosque de galería y ripario, con valores de 0.6595 y 0.5556 es decir; hay una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población (Figura 3-52).

Figura 3-52 Índice de Dominance_D para las epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

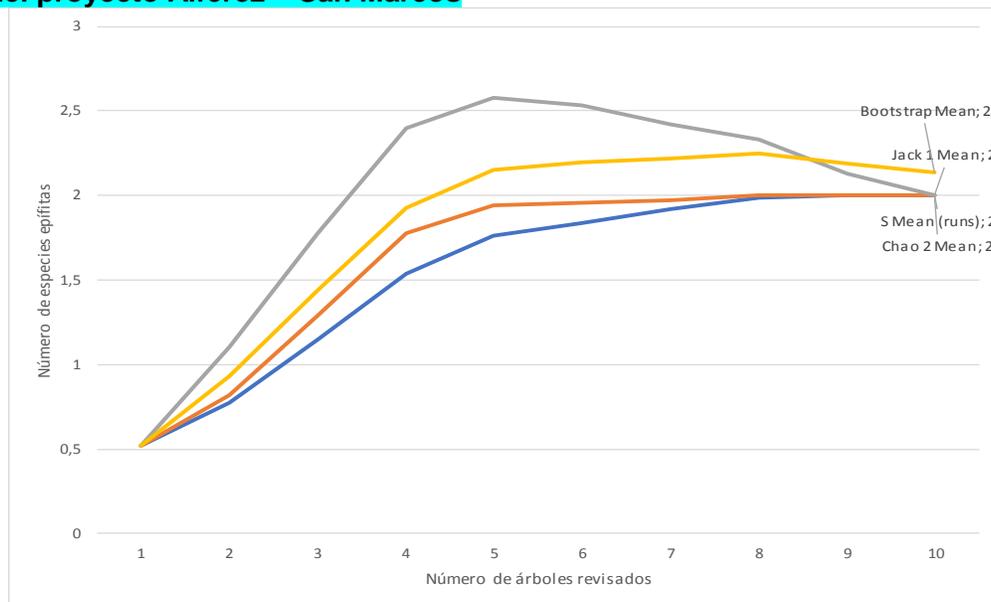
Representatividad del muestreo

A continuación, para mostrar la representatividad del muestreo se presentan las curvas de acumulación para las especies epífitas vasculares, en Pastos arbolados y en Bosque de galería y ripario en Helobioma del Valle del Cauca, donde se registró más de una especie, es decir; que para los Pastos limpios no se presenta curva de acumulación de especies.

Bosque de galería y ripario

La representatividad del muestreo de las epífitas vasculares en esta cobertura fue del 100% para los estimadores evaluados. En esta cobertura se revisaron 10 árboles y la riqueza de especies registradas en campo fue la esperada (Figura 3-53, Tabla 3-124).

Figura 3-53 Curva de acumulación de especies en Bosque de galería y ripario en el área del proyecto Alférez – San Marcos

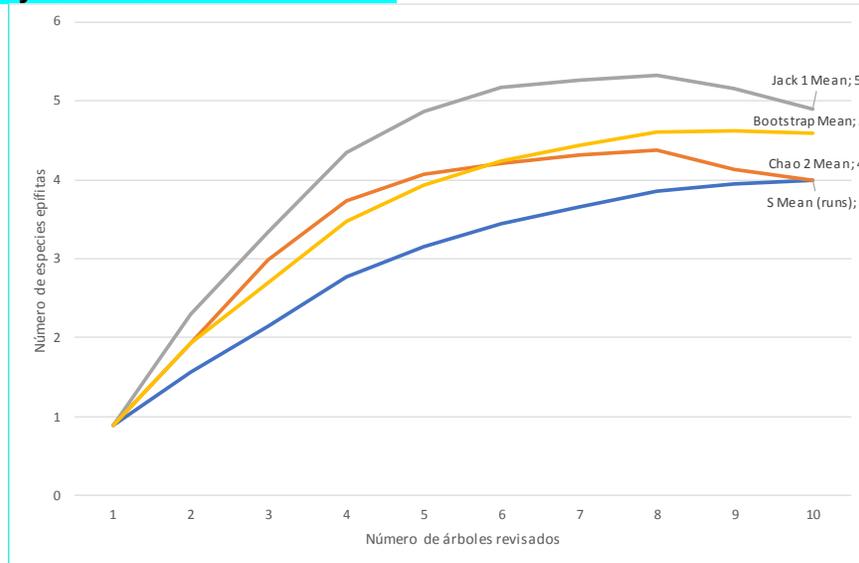


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Vegetación secundaria alta

La representatividad del muestreo de las epífitas vasculares en esta cobertura estuvo entre el 80% y el 100% para los estimadores evaluados. En esta cobertura se revisaron 14 árboles y la riqueza de especies registradas en campo fue la esperada (Figura 3-54, Tabla 3-124).

Figura 3-54 Curva de acumulación de especies en Vegetación secundaria alta en el área del proyecto Alférez – San Marcos

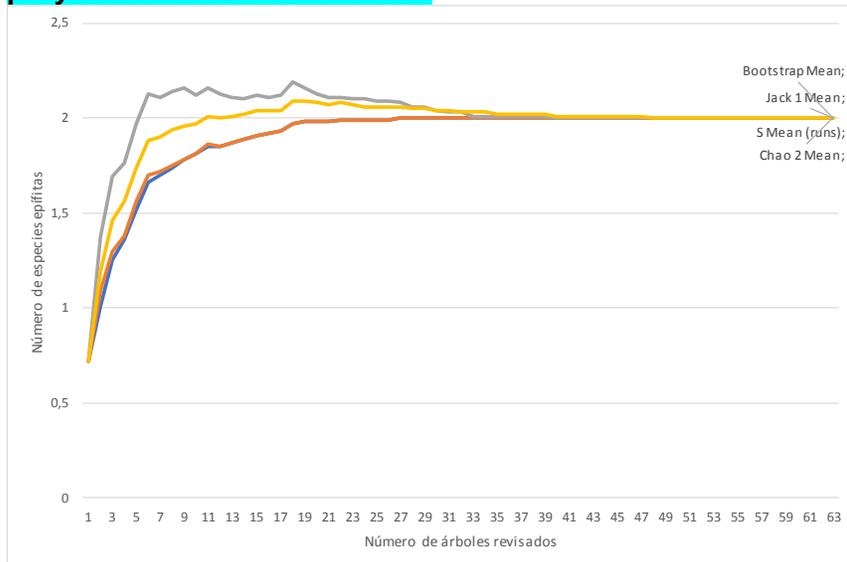


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Pastos arbolados

La representatividad del muestreo de las epífitas vasculares en esta cobertura fue del 100% para los estimadores evaluados. En esta cobertura se revisaron 63 árboles y la riqueza de especies registradas en campo fue la esperada (Figura 3-55, Tabla 3-124).

Figura 3-55 Curva de acumulación de especies en los Pastos arbolados en el área del proyecto Alférez – San Marcos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

A continuación en la Tabla 3-124, se presenta el resumen de la representatividad del muestreo para las coberturas caracterizadas, utilizando los estimadores Chao 2, Jack 1 y Bootstrap con ayuda del paquete estadístico EstimateS 9.1.0.

Tabla 3-124 Resumen de los estimadores utilizados para evaluar la representatividad del muestreo en las diferentes coberturas evaluadas

Cobertura / Estimadores	Estimadores						N.º especies registradas
	Chao 2		Jack 1		Bootstrap		
	N.º especies	%	N.º especies	%	N.º especies	%	
Bosque de galería y ripario	2	100	2	100	2	100	2
Pastos arbolados	2	100	2	100	2	100	2
Vegetación secundaria alta	4	100	5	80	5	80	4

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

- Especies vasculares de hábito terrestre y/o rupícola**

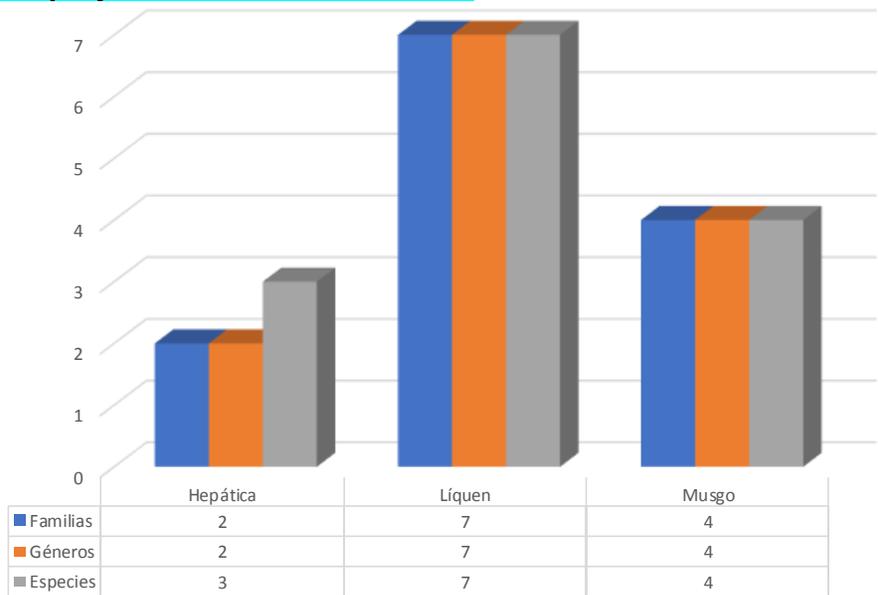
De las 12 parcelas de caracterización de especies vasculares terrestres y/o rupícolas en el área del proyecto Alférez – San Marcos, no se registraron organismos en las diferentes coberturas evaluadas.

- Epífitas no vasculares**

Riqueza de epífitas no vasculares

En la Figura 3-56, se presenta la distribución de las familias, géneros y especies de las epífitas no vasculares registradas en el área del proyecto en el área del proyecto Alférez – San Marcos, donde se registran 13 familias, 13 géneros y 14 especies, los líquenes fueron el grupo más diverso con 7 especies, seguido de 4 especies de musgos y 3 especies de hepáticas. Esto puede deberse a que la mayoría de las coberturas muestreadas se encontraron altamente intervenidas y el grupo de los líquenes presenta alta adaptación a ambientes intervenidos y alto rango de radiación solar.

Figura 3-56 Distribución de las epífitas no vasculares por familias, géneros y especies en el área del proyecto Alférez – San Marcos



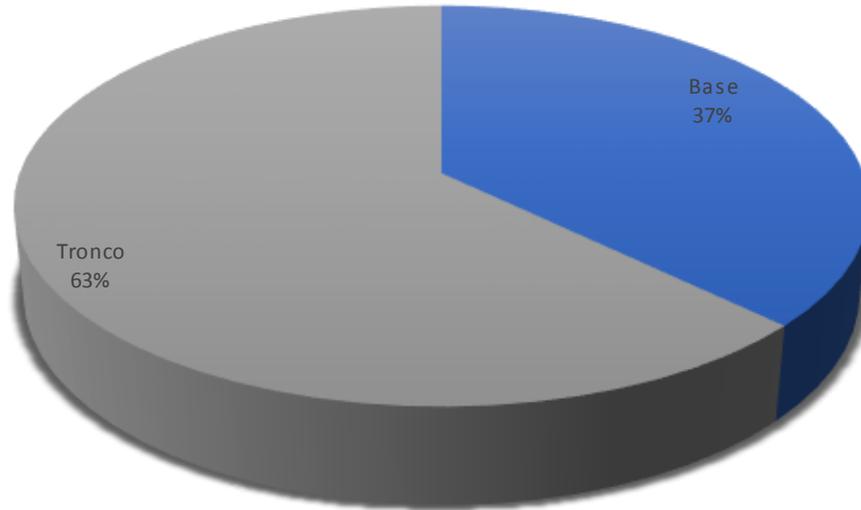
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Distribución vertical de epífitas no vasculares

En la Figura 3-57, se muestra la distribución vertical de las especies no vasculares registradas en el área del proyecto, donde 63% de la abundancia registrada se localiza en el tronco del forófito y 37% se encuentra en la base de este.

Teniendo en cuenta que en su mayoría las coberturas naturales y semi naturales evaluadas presentan gran afectación antrópica, se observa también que un gran porcentaje de las especies halladas pertenecen al grupo de los hongos liquenizados, estos tienen una mayor resistencia a condiciones de dosel abierto, poseen adaptaciones evolutivas que las hace resistentes al estrés hídrico y a las alta exposición a la radiación solar, es posible que un mayor porcentaje de presencia de estas plantas en el tronco de los forófitos evaluados se deba a esto.

Figura 3-57 Porcentaje de distribución de epífitas no vasculares en los diferentes estratos del forófito



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Cobertura relativa de epífitas no vasculares

En la Tabla 3-125, se puede observar la abundancia en términos de cobertura (cm²) de las epífitas no vasculares registradas en el área del proyecto, donde el musgo *Brachythecium plumosum* fue la especie más abundante con 1.800 cm²; es decir el 21%, seguida de *Frullania cf. ericoides* con 1.306 cm²; es decir el 15%, *Pyxine cocoos* con 1.296, el 15%, entre otras.

Tabla 3-125 Cobertura relativa de epífitas no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos

Tipo de organismo	Familia	Especie	Cobertura (cm ²)	Cobertura relativa (%)
Hepática	Frullaniaceae	<i>Frullania cf. ericoides</i>	1.306	15%
		<i>Frullania riojaneirensis</i>	20	0%
	Lejeuneaceae	<i>Cololejeunea sp.</i>	660	8%
Líquén	Arthoniaceae	<i>Herpothallon minimum</i>	166	2%
	Caliciaceae	<i>Pyxine cocoos</i>	1.296	15%
	Collembataceae	<i>Leptogium denticulatum</i>	32	0%
	Graphidaceae	<i>Graphis submarginata</i>	43	1%
	Lecanoraceae	<i>Lecanora tropica</i>	767	9%
	Physciaceae	<i>Physcia alba</i>	114	1%
	Roccellaceae	<i>Cresponea proximata</i>	60	1%
	Musgo	Brachytheciaceae	<i>Brachythecium plumosum</i>	1.800
Fabroniaceae		<i>Fabronia ciliaris</i>	600	7%
Myriniaceae		<i>Helicodontium capillare</i>	720	9%
Sematophyllaceae		<i>Sematophyllum subpinnatum</i>	880	10%
Total			8.464	100%

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Frecuencia relativa de epífitas no vasculares

A continuación, en la Tabla 3-126, se presenta la frecuencia de las epífitas no vasculares teniendo en cuenta las unidades muestrales (forófitos) revisadas y donde se registró su presencia. La especie con mayor frecuencia corresponde a *Pyxine cocoes* que se registró en 65 árboles del total de árboles revisados (113 árboles), es decir; el 58%, le sigue *Lecanora tropica* con una frecuencia del 27%, *Frullania cf. ericoides* con el 14%.

Tabla 3-126 Frecuencia relativa de epífitas no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos

Tipo de organismo	Familia	Especie	Frecuencia	Frecuencia relativa (%) ni/N*100
Hepática	Frullaniaceae	<i>Frullania cf. ericoides</i>	16	14%
		<i>Frullania riojaneirensis</i>	1	1%
	Lejeuneaceae	<i>Cololejeunea sp.</i>	6	5%
Líquén	Arthoniaceae	<i>Herpothallon minimum</i>	4	4%
	Caliciaceae	<i>Pyxine cocoes</i>	65	58%
	Collemataceae	<i>Leptogium denticulatum</i>	3	3%
	Graphidaceae	<i>Graphis submarginata</i>	9	8%
	Lecanoraceae	<i>Lecanora tropica</i>	31	27%
	Physciaceae	<i>Physcia alba</i>	4	4%
	Roccellaceae	<i>Cresponea proximata</i>	1	1%
	Musgo	Brachytheciaceae	<i>Brachythecium plumosum</i>	2
Fabroniaceae		<i>Fabronia ciliaris</i>	4	4%
Myriniaceae		<i>Helicodontium capillare</i>	3	3%
Sematophyllaceae		<i>Sematophyllum subpinnatum</i>	2	2%

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Preferencia de forófito de las epífitas no vasculares

En la Tabla 3-127, se presenta la preferencia de forófito de las epífitas no vasculares registradas en el área del proyecto, donde se registraron 9 familias y 15 especies de forófitos. Las especies de forófitos que registraron la mayor cantidad de especies epífitas no vasculares fueron *Guazuma ulmifolia* con 10 especies, 3.846 cm² y *Pithecellobium dulce* también con 10 especies, 1.348 cm² y *Samanea saman* con 6 especies, 1.146 cm².

Tabla 3-127 Preferencia de forófito de las epífitas no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos

Familia forófito	Especie forófito	Especie epífita	Abundancia (cm ²)
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	<i>Cololejeunea sp.</i>	40
		<i>Lecanora tropica</i>	60
		<i>Pyxine cocoes</i>	110
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus nigricans</i>	<i>Frullania cf. ericoides</i>	80
		<i>Lecanora tropica</i>	80
		<i>Pyxine cocoes</i>	10
		<i>Sematophyllum subpinnatum</i>	600
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	<i>Lecanora tropica</i>	31
		<i>Pyxine cocoes</i>	58
Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i>	<i>Pyxine cocoes</i>	14
	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Pyxine cocoes</i>	8
		<i>Cololejeunea sp.</i>	450
	<i>Pithecellobium dulce</i>	<i>Cresponea proximata</i>	60

Familia forófito	Especie forófito	Especie epífita	Abundancia (cm ²)
		<i>Frullania cf. ericoides</i>	80
		<i>Graphis submarginata</i>	4
		<i>Helicodontium capillare</i>	40
		<i>Herpothallon minimum</i>	34
		<i>Lecanora tropica</i>	294
		<i>Leptogium denticulatum</i>	10
		<i>Pyxine cocoes</i>	96
		<i>Sematophyllum subpinnatum</i>	280
	<i>Prosopis juliflora</i>	<i>Cololejeunea sp.</i>	110
		<i>Frullania cf. ericoides</i>	58
		<i>Graphis submarginata</i>	7
		<i>Pyxine cocoes</i>	186
	<i>Samanea saman</i>	<i>Fabronia ciliaris</i>	400
		<i>Frullania cf. ericoides</i>	230
		<i>Frullania riojaneirensis</i>	20
		<i>Graphis submarginata</i>	14
		<i>Lecanora tropica</i>	30
		<i>Pyxine cocoes</i>	452
	<i>Vachellia farnesiana</i>	<i>Frullania cf. ericoides</i>	40
		<i>Graphis submarginata</i>	8
<i>Lecanora tropica</i>		100	
<i>Physcia alba</i>		60	
Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	<i>Pyxine cocoes</i>	160
		<i>Helicodontium capillare</i>	80
		<i>Herpothallon minimum</i>	120
		<i>Leptogium denticulatum</i>	20
		<i>Physcia alba</i>	40
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Physcia alba</i>	4
		<i>Brachythecium plumosum</i>	1800
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Cololejeunea sp.</i>	60
		<i>Fabronia ciliaris</i>	200
		<i>Frullania cf. ericoides</i>	818
		<i>Graphis submarginata</i>	10
		<i>Helicodontium capillare</i>	600
		<i>Lecanora tropica</i>	148
		<i>Leptogium denticulatum</i>	2
		<i>Physcia alba</i>	10
		<i>Pyxine cocoes</i>	198
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	<i>Herpothallon minimum</i>	12
Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i>	<i>Lecanora tropica</i>	20
		<i>Pyxine cocoes</i>	4
Rutaceae	<i>Swinglea glutinosa</i>	<i>Lecanora tropica</i>	4
Total			8.464

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Especies de epífitas no vasculares por cobertura

A continuación, en la Tabla 3-128 se presentan los registros de las especies epífitas no vasculares en las diferentes coberturas caracterizadas en el área del proyecto, donde los Pastos arbolados registraron 9 especies de epífitas no vasculares, en el Bosque de galería y ripario y en los Pastos limpios se registraron 6 especies en cada una.

Tabla 3-128 Especies de epífitas no vasculares por cobertura en el área del proyecto Alférez – San Marcos

Cobertura	Especie	Abundancia (cm ²)
Bosque de galería y ripario	<i>Brachythecium plumosum</i>	1.800
	<i>Helicodontium capillare</i>	720
	<i>Herpothallon minimum</i>	132
	<i>Leptogium denticulatum</i>	32
	<i>Physcia alba</i>	54
	<i>Sematophyllum subpinnatum</i>	880
Pastos arbolados	<i>Cololejeunea sp.</i>	560
	<i>Cresponea proximata</i>	60
	<i>Fabronia ciliaris</i>	600
	<i>Frullania cf. ericoides</i>	1.112
	<i>Frullania riojaneirensis</i>	20
	<i>Graphis submarginata</i>	19
	<i>Lecanora tropica</i>	530
	<i>Physcia alba</i>	60
	<i>Pyxine cocoes</i>	920
	<i>Pyxine cocoes</i>	920
Pastos limpios	<i>Cololejeunea sp.</i>	100
	<i>Frullania cf. ericoides</i>	80
	<i>Graphis submarginata</i>	24
	<i>Herpothallon minimum</i>	34
	<i>Lecanora tropica</i>	126
	<i>Pyxine cocoes</i>	282
Vegetación secundaria alta	<i>Frullania cf. ericoides</i>	114
	<i>Lecanora tropica</i>	111
	<i>Pyxine cocoes</i>	94
Total		8.464

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Índices de diversidad de las epífitas no vasculares

A continuación, en la Tabla 3-129, se presentan los índices de diversidad usados para evaluar las especies no vasculares en las diferentes coberturas caracterizadas presentes en el área del proyecto, para ello, se utilizó el programa estadístico Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis – PAST versión 3.06 (Hammer et al, 2015) con una confiabilidad de 99,9%.

Tabla 3-129 Índices de diversidad para las epífitas vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos

	BG	PA	PL	VSA
Taxa_S	6	9	6	3
Dominance_D	0.3479	0.2022	0.2721	0.3356
Shannon_H	1.238	1.721	1.505	1.095
Margalef	0.6102	0.9681	0.7727	0.3469

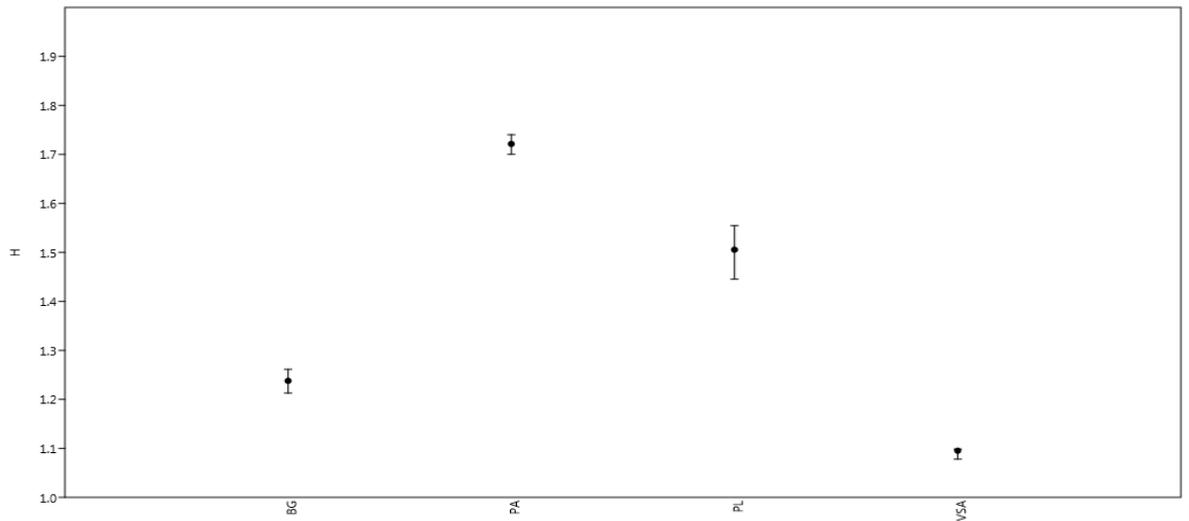
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018. (**BG**: Bosque de galería y ripario, **PA**: Pastos arbolados, **PL**: Pastos limpios, **VSA**: Vegetación secundaria alta).

□ **Shannon_H**

En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon, la cobertura con mayor representatividad de especies registradas en campo corresponde al Pastos arbolados con

un valor de 1.721, seguida de Pastos limpios con 1.505, Bosque de galería y ripario con 1.238 y Vegetación secundaria alta con un valor de 1.095. En términos generales la diversidad de especies no vasculares para las diferentes coberturas evaluadas es bajo, ya que valores por inferiores a 1 se consideran poco diversos y valores superiores a 3 son altos en diversidad de especies (Figura 3-58).

Figura 3-58 Índice de Shannon_H para las especies epífitas no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos

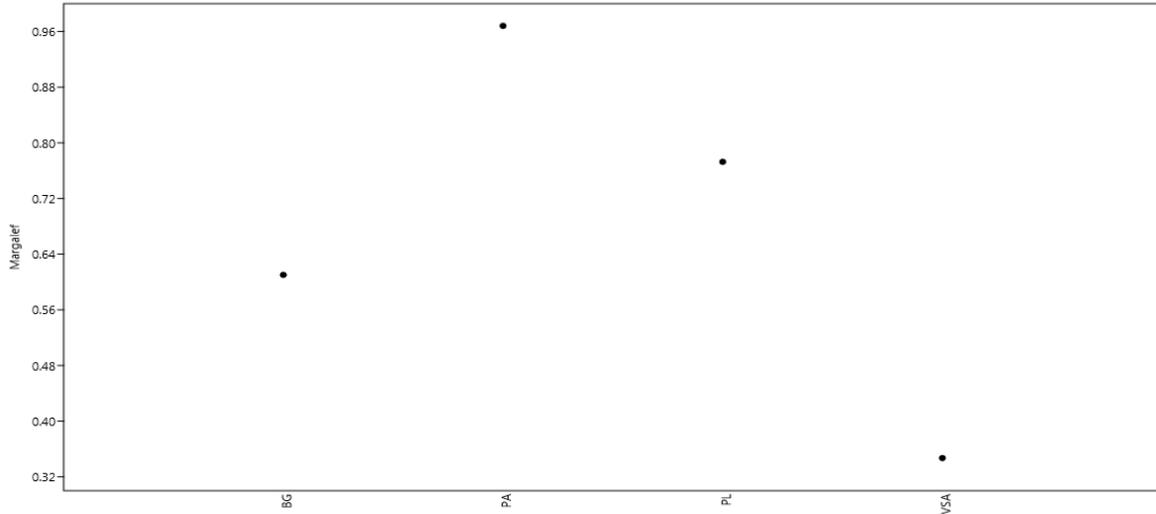


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Margalef

En cuanto al índice de diversidad de Margalef (número de especies presente en una comunidad) en términos generales, la diversidad de especies estuvo repartida en las diferentes coberturas, donde el valor más alto corresponde a Pastos arbolados con un valor de 0.9681. Las demás coberturas presentan valores que oscilaron entre 0.3469 y 0.7727 (Figura 3-59).

Figura 3-59 Índice de Margalef para las epífitas no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos

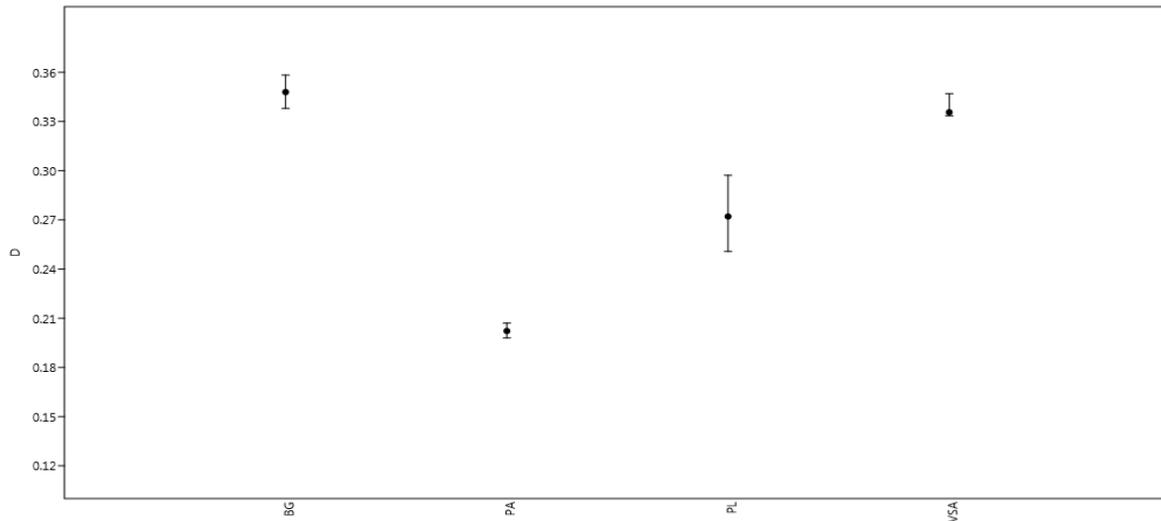


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Dominance_D

Las coberturas con mayor dominancia de especies no vasculares fueron Vegetación secundaria alta y Bosque de galería y ripario, con valores de 0.3356 y 0.3479 respectivamente, estas fueron las coberturas cuyos valores se aproximan más a uno, es decir; hay una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población. Pastos arbolados y Pastos limpios tuvieron valores de 0.2022 y 0.2721 respectivamente, fueron las coberturas con el valor más próximo a cero, es decir; mayor la biodiversidad (Figura 3-60).

Figura 3-60 Índice de Dominance_D para las epífitas no vasculares en el área del proyecto Alférez – San Marcos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

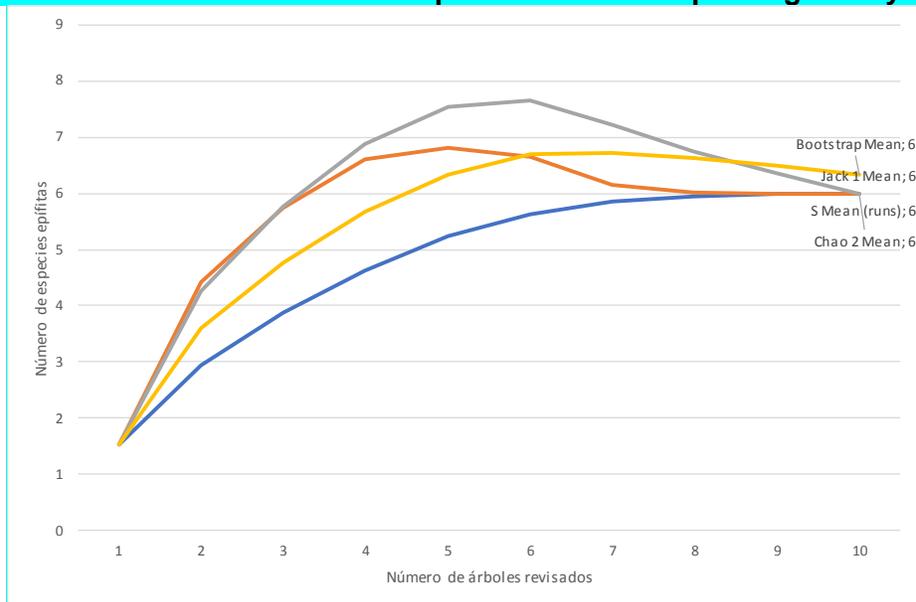
Representatividad del muestreo

A continuación, para mostrar la representatividad del muestreo se presentan las curvas de acumulación para las especies epífitas no vasculares, en las coberturas de Bosque de galería y ripario, Vegetación secundaria alta, Pastos arbolados y Pastos limpios.

□ **Bosque de galería y ripario**

La representatividad del muestreo de las epífitas no vasculares en cobertura fue del 100% para los estimadores evaluados. En esta cobertura se revisaron 10 árboles y la riqueza de especies registradas en campo fue la esperada (Figura 3-61).

Figura 3-61 Curva de acumulación de especies en los Bosque de galería y ripario

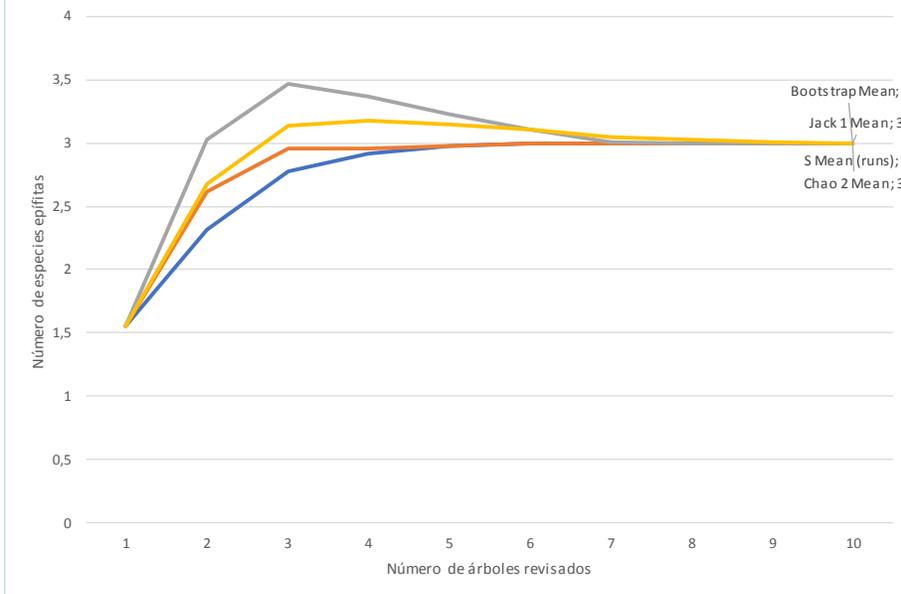


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

□ **Vegetación secundaria alta**

La representatividad del muestreo de las epífitas no vasculares en cobertura fue del 100% para los estimadores evaluados. En esta cobertura se revisaron 14 árboles y la riqueza de especies registradas en campo fue la esperada (Figura 3-61).

Figura 3-62 Curva de acumulación de especies en Vegetación secundaria alta

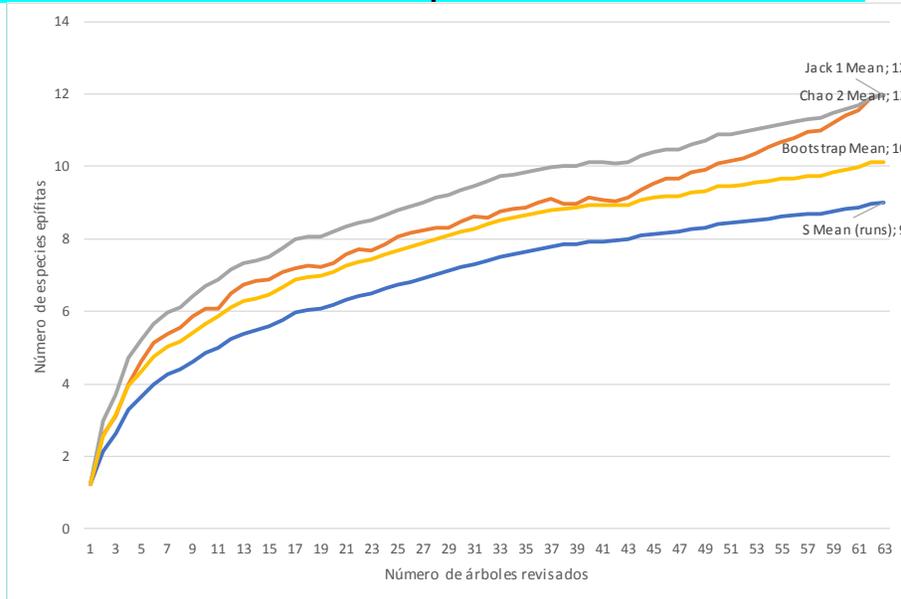


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Pastos arbolados

La representatividad del muestreo de las epífitas no vasculares en cobertura estuvo entre el 75% y el 90% para los estimadores evaluados. En esta cobertura se revisaron 63 árboles y la riqueza de especies registradas en campo fue la esperada (Figura 3-63).

Figura 3-63 Curva de acumulación de especies en los Pastos arbolados

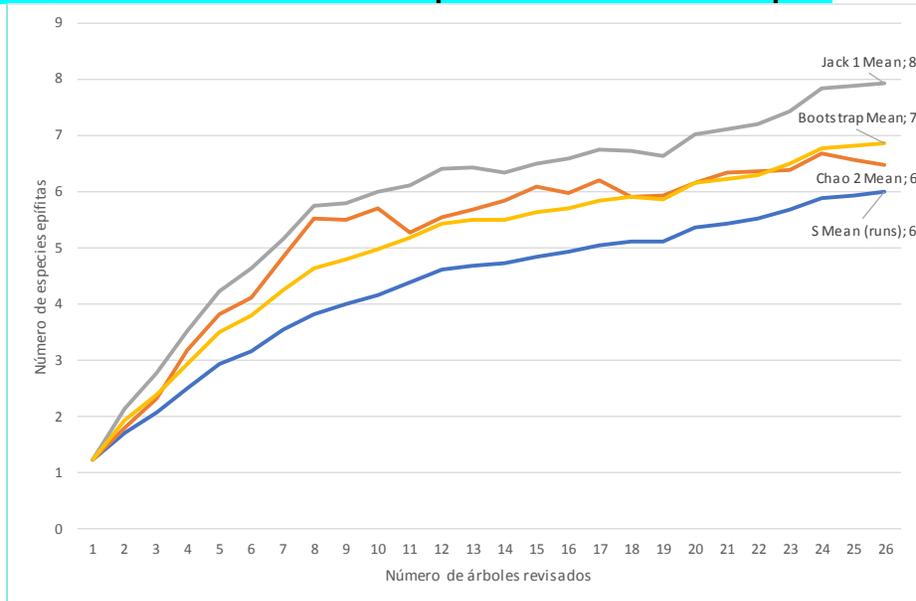


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Curva de acumulación de especies en los Pastos limpios

La representatividad del muestreo de las epífitas no vasculares en esta cobertura estuvo entre el 75% y el 100% para los estimadores evaluados. En esta cobertura se revisaron 26 árboles y la riqueza de especies registradas en campo fue la esperada (Figura 3-64).

Figura 3-64 Curva de acumulación de especies en los Pastos limpios



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

A continuación en la Tabla 3-130, se presenta el resumen de la representatividad del muestreo para las coberturas caracterizadas, utilizando los estimadores Chao 2, Jack 1 y Bootstrap con ayuda del paquete estadístico EstimateS 9.1.0.

Tabla 3-130 Resumen de los estimadores utilizados para evaluar la representatividad del muestreo en las diferentes coberturas evaluadas

Cobertura / Estimadores	Estimadores						N.º especies registradas
	Chao 2		Jack 1		Bootstrap		
	N.º especies	%	N.º especies	%	N.º especies	%	
Bosque de galería y ripario	6	100	6	100	6	100	6
Vegetación secundaria alta	3	100	3	100	3	100	3
Pastos arbolados	12	75	12	75	10	90	9
Pastos limpios	6	100	8	75	7	86	6

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2018

Especies no vasculares de hábito terrestre y/o rupícola

De las 12 parcelas de caracterización de especies no vasculares terrestres y/o rupícolas en el área del proyecto Alférez – San Marcos, no se registraron organismos en las diferentes coberturas evaluadas.