

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO UF 2.1. PROYECTO
AUTOPISTA AL MAR 1.**



Elaborado para:



Elaborado por:



Consultoría Colombiana S.A.

**Bogotá D.C.
Octubre de 2016**



**Agencia Nacional de
Infraestructura**





MinTransporte
Ministerio de Transporte

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO UF 2.1. PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
5	1
5.2	1
5.1.2	1
5.1.2.1	1
5.1.2.2	292
5.2.1.3	364



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO UF 2.1. PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.

1

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 5-1 Zonas de vida presentes en el área de estudio y porcentaje de participación	1
Tabla 5-2 Unidades biogeográficas presentes en el área de influencia	3
Tabla 5-3 Unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área de influencia	7
Tabla 5-4 Áreas de las unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área de influencia	10
Tabla 5-5 Ecosistemas presentes en el AIB del proyecto	25
Tabla 5-6 Localización parcelas caracterización florística	27
Tabla 5-7 Composición florística en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	30
Tabla 5-8 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	31
Tabla 5-9 Cociente de Mezcla para en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	33
Tabla 5-10 Distribución del número de individuos por clase de altura. Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	33
Tabla 5-11 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	36
Tabla 5-12 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	38
Tabla 5-13 Índices de diversidad en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	41
Tabla 5-14 Grado de agregación en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	42
Tabla 5-15 Parámetros de Regeneración natural en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	43
Tabla 5-16 Composición florística en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	45
Tabla 5-17 Especies Endémicas, amenazadas o en peligro en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	49
Tabla 5-18 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	49
Tabla 5-19 Cociente de Mezcla para para en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los	

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Andes	53
Tabla 5-20 Distribución del número de individuos por clase de altura. Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	53
Tabla 5-21 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	56
Tabla 5-22 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	60
Tabla 5-23 Índices de diversidad en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	63
Tabla 5-24 Grado de agregación en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	64
Tabla 5-25 Parámetros de Regeneración natural en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	67
Tabla 5-26 Composición florística en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	70
Tabla 5-27 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	70
Tabla 5-28 Cociente de Mezcla para para en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	71
Tabla 5-29 Distribución del número de individuos por clase de altura. Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	72
Tabla 5-30 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	75
Tabla 5-31 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	76
Tabla 5-32 Índices de diversidad en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	79
Tabla 5-33 Grado de agregación en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	79
Tabla 5-34 Composición florística en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	80
Tabla 5-35 Especies Endemicas, amenazadas o en peligro en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	82
Tabla 5-36 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	82
Tabla 5-37 Cociente de Mezcla para para en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	84
Tabla 5-38 Distribución del número de individuos por clase de altura. Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	85
Tabla 5-39 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	88
Tabla 5-40 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	90
Tabla 5-41 Índices de diversidad en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	93



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Tabla 5-42 Grado de agregación en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	94
Tabla 5-43 Parámetros de Regeneración natural en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	95
Tabla 5-44 Composición florística en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	98
Tabla 5-45 Especies Endémicas, amenazadas o en peligro en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	100
Tabla 5-46 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	101
Tabla 5-47 Cociente de Mezcla para para en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	103
Tabla 5-48 Distribución del número de individuos por clase de altura. Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	104
Tabla 5-49 Resultados del análisis de la estructura vertical en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	107
Tabla 5-50 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en la Vegetación secundaria alta del Orobiomas bajo de los Andes	110
Tabla 5-51 Índices de diversidad en la vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	113
Tabla 5-52 Grado de agregación en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	114
Tabla 5-53 Parámetros de Regeneración natural en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	116
Tabla 5-54 Composición florística en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	118
Tabla 5-55 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	121
Tabla 5-56 Cociente de Mezcla para para en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	123
Tabla 5-57 Distribución del número de individuos por clase de altura. Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	124
Tabla 5-58 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	127
Tabla 5-59 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	131
Tabla 5-60 Índices de diversidad en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	133
Tabla 5-61 Grado de agregación en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	134
Tabla 5-62 Parámetros de Regeneración natural en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	136
Tabla 5-63 Composición florística en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	140



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Tabla 5-64 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	142
Tabla 5-65 Cociente de Mezcla para para en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	143
Tabla 5-66 Distribución del número de individuos por clase de altura. Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	144
Tabla 5-67 Resultados del análisis de la estructura vertical en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	147
Tabla 5-68 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	149
Tabla 5-69 Índices de diversidad en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	152
Tabla 5-70 Grado de agregación en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	153
Tabla 5-71 Parámetros de Regeneración natural en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	154
Tabla 5-72 Composición florística en la vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	156
Tabla 5-73 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	158
Tabla 5-74 Cociente de Mezcla para para en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	159
Tabla 5-75 Distribución del número de individuos por clase de altura. Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	159
Tabla 5-76 Resultados del análisis de la estructura vertical en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	162
Tabla 5-77 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en la vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	164
Tabla 5-78 Índices de diversidad en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	167
Tabla 5-79 Grado de agregación en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	168
Tabla 5-80 Parámetros de Regeneración natural en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	169
Tabla 5-81 Especies Amezadas, endémicas y/o vedas registradas en el áreas de estudio	172
Tabla 5-82 Especies registradas en el área de intervención del proyecto	175
Tabla 5-83 Riqueza registrada en el Bosque de Galería	182
Tabla 5-84 Métricas del paisaje escenario sin proyecto	197
Tabla 5-85 Contexto paisajístico CP (Conectividad) por ecosistema sin proyecto	199
Tabla 5-86 Métricas del paisaje escenario con proyecto	202
Tabla 5-87 Contexto paisajístico CP (Conectividad) por ecosistema con proyecto	205
Tabla 5-88 Comparación de los resultados de los índices de diversidad por paisaje en los escenarios sin proyecto (SP) y con proyecto (CP)	207
Tabla 5-89 Esfuerzo de muestreo para la caracterización de anfibios	209



	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Tabla 5-90	Riqueza estimada según el esfuerzo de muestreo en anfibios	211
Tabla 5-91	Especies de anfibios registrados en el área de influencia	212
Tabla 5-92	Especies de anfibios endémicos, casi endémicos y/o amenazados	215
Tabla 5-93	Ficha de <i>Pristimantis paisa</i> , especie endémica	215
Tabla 5-94	Ficha de <i>Hyloxalus aff. lehmanni</i> , especie casi endémica y casi amenazada	216
Tabla 5-95	Índices de diversidad de anfibios para las coberturas de la tierra	220
Tabla 5-96	Esfuerzo de muestreo para la caracterización de reptiles	223
Tabla 5-97	Riqueza estimada según el esfuerzo de muestreo para reptiles	225
Tabla 5-98	Especies de reptiles registrados en el área de influencia	225
Tabla 5-99	Ficha de <i>Anolis mariarum</i> , especie endémica encontrada en el área de influencia	229
Tabla 5-100	Índices de diversidad de reptiles para las coberturas de la tierra	232
Tabla 5-101	Esfuerzo de muestreo del componente aves por método empleado	237
Tabla 5-102	Representatividad del muestreo del componente aves en el área de influencia	239
Tabla 5-103	Especies de aves endémicas y casi endémicas registradas en el área de influencia	244
Tabla 5-104	Ficha informativa de la guacharaca colombiana (<i>Ortalis columbiana</i>)	246
Tabla 5-105	Ficha informativa del cucarachero antioqueño (<i>Thryophilus sernai</i>)	247
Tabla 5-106	Ficha informativa del Perico Frentirrojo (<i>Psittacarawagleri</i>)	248
Tabla 5-107	Especies de aves registradas en el área de influencia, incluidas en los Apéndices CITES	249
Tabla 5-108	Aves migratorias registradas en el área de influencia	255
Tabla 5-109	Índices de diversidad por cobertura de la tierra	259
Con base en los resultados y lo que se presenta en la gráfica anterior (Figura 5-127), en la Tabla 5-110, se hace la descripción por cada categoría ecológica, de acuerdo a su representación en el proyecto.		262
Tabla 5-111	Descripción de cada categoría, para las especies de aves registradas en el área de influencia	262
Tabla 5-112	Esfuerzo de muestreo para la caracterización de los Mamíferos en el área de influencia	274
Tabla 5-113	Valores de representatividad de estimadores de riqueza no paramétricos para muestreo de mamíferos en el área de influencia	274
Tabla 5-114	Listado de mamíferos registrados en el área de influencia	276
Tabla 5-115	Datos ecológicos, distribución y estado de amenaza del Tigrillo (<i>Leopardus wiedii</i>)	279
Tabla 5-116	Datos ecológicos, distribución y estado de amenaza del mico de noche Andino (<i>Aotus lemurinus</i>)	280
Tabla 5-117	Especies de mamíferos con importancia económica y/o cultural registradas en el área de influencia	282
Tabla 5-118	Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para el área de influencia	289
Tabla 5-119	Estaciones de muestreo definidas para los componente de hidrobiología según la unidad funcional	297





 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Tabla 5-120 Composición y abundancia del ensamble fitoplanctonico por estación de muestreo	300
Tabla 5-121 Nivel de contaminación de aguas asociado al índice de diversidad de Shannon	303
Tabla 5-122 Composición y abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo	314
Tabla 5-123 Composición y abundancia del ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo	322
Tabla 5-124 Valores del índice BWP/Col y ASPT y su interpretación por estación de muestreo	328
Tabla 5-125 Composición y abundancia porcentual de macrófitas acuáticas por estación de muestreo	330
Tabla 5-126 Composición y abundancia del ensamble íctico por estación de muestreo en la UF 1	333
Tabla 5-127 Composición y abundancia del ensamble fitoplanctonico por estación de muestreo	335
Tabla 5-128 Composición y abundancia del ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo	353
Tabla 5-129 Valores de los índices BWP/Col y ASPT para las estaciones de muestreo de la UF-3	360
Tabla 5-130 Composición y abundancia porcentual del ensamble de macrófitas acuáticas por estación de muestreo	361
Tabla 5-131 Prioridades de conservación para el área de estudio	369
Tabla 5-132 Áreas protegidas y estrategias de conservación que se encuentran próximas al área de estudio	371
Tabla 5-133 Categorías zonificación ambiental río Aburrá	374
Tabla 5-134 Categorías de Zonificación ambiental de la cuenca del río Aburra dentro del área de estudio	376
Tabla 5-135 Uso actual y Zonificación ambiental en la cuenca hidrográfica	377
Tabla 5-136 Zonificación ambiental de la cuenca en el área de estudio	377
Tabla 5-137 Racategorizacion	378
Tabla 5-138 Zonificación Ambiental Medellín	379
Tabla 5-139 Zonificación Ambiental San Jerónimo	381

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO UF 2.1. PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 5-1 Zonas de vida en el AIB del proyecto	2
Figura 5-2 Unidades biogeográficas presentes en el área de influencia	3
Figura 5-3 Biomas presentes en el AIB	5
Figura 5-4 Coberturas de la Tierra identificadas en el AIB del proyecto	7
Figura 5-5 Ecosistemas presentes en el AIB del proyecto	26
Figura 5-6 Abundancia de familias en porcentaje en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	30
Figura 5-7 Índice de valor de importancia por especie en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	32
Figura 5-8 Distribución de individuos por clase de altura. Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	34
Figura 5-9 Perfil de vegetación del Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	35
Figura 5-10 Estructura vertical por especie en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	37
Figura 5-11 Diagrama de Ogawa en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	38
Figura 5-12 Abundancia por clase diamétrica en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	39
Figura 5-13 Área basal por clase diamétrica en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	40
Figura 5-14 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	41
Figura 5-15 Regeneración natural por especie en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	44
Figura 5-16 Abundancia de familias en porcentaje en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	47
Figura 5-17 Índice de valor de importancia por especie en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	52
Figura 5-18 Distribución de individuos por clase de altura. Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	54
Figura 5-19 Perfil de vegetación Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	55
Figura 5-20 Estructura vertical por especie en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	59
Figura 5-21 Diagrama de Ogawa en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	

	59
Figura 5-22 Abundancia por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	61
Figura 5-23 Área basal por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	62
Figura 5-24 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	63
Figura 5-25 Regeneración natural por especie en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	69
Figura 5-26 Índice de valor de importancia por especie en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	71
Figura 5-27 Distribución de individuos por clase de altura. Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	72
Figura 5-28 Perfil vegetación Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	74
Figura 5-29 Estructura vertical por especie en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	75
Figura 5-30 Diagrama de Ogawa en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	76
Figura 5-31 Abundancia por clase diamétrica en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	77
Figura 5-32 Área basal por clase diamétrica en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	77
Figura 5-33 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes	78
Figura 5-34 Abundancia de familias en porcentaje en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	81
Figura 5-35 Índice de valor de importancia por especie en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	84
Figura 5-36 Distribución de individuos por clase de altura. Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	85
Figura 5-37 Perfil de vegetación del Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	87
Figura 5-38 Estructura vertical por especie en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	89
Figura 5-39 Diagrama de Ogawa en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajo de los Andes	90
Figura 5-40 Abundancia por clase diamétrica en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	91
Figura 5-41 Área basal por clase diamétrica en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	92
Figura 5-42 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	93
Figura 5-43 Regeneración natural por especie en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	97





 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Figura 5-44	Abundancia de familias en porcentaje en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	100
Figura 5-45	Índice de valor de importancia por especie en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	103
Figura 5-46	Distribución de individuos por clase de altura. Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	105
Figura 5-47	Perfil Vegetación. Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	106
Figura 5-48	Estructura vertical por especie en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	109
Figura 5-49	Diagrama de Ogawa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	110
Figura 5-50	Abundancia por clase diamétrica en la vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	111
Figura 5-51	Área basal por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	112
Figura 5-52	Volumen total y comercial por clase diamétrica en la vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	112
Figura 5-53	Regeneración natural por especie en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	117
Figura 5-54	Abundancia de familias en porcentaje en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	120
Figura 5-55	Índice de valor de importancia por especie en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	123
Figura 5-56	Distribución de individuos por clase de altura de galería del Orobioma medio de los Andes	125
Figura 5-57	Perfil vegetación Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	126
Figura 5-58	Estructura vertical por especie en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	130
Figura 5-59	Diagrama de Ogawa en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	130
Figura 5-60	Abundancia por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	132
Figura 5-61	Área basal por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	132
Figura 5-62	Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	133
Figura 5-63	Regeneración natural por especie en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016	139
Figura 5-64	Abundancia de familias en porcentaje en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	141
Figura 5-65	Índice de valor de importancia por especie en el Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	143
Figura 5-66	Distribución de individuos por clase de altura. Vegetación secundaria alta del	

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.1		

Orobioma medio de los Andes	144
Figura 5-67 Perfil de vegetación. Vegetación secundaria alta Om-A	146
Figura 5-68 Estructura vertical por especie en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	148
Figura 5-69 Diagrama de Ogawa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	149
Figura 5-70 Abundancia por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	150
Figura 5-71 Área basal por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	151
Figura 5-72 Regeneración natural por especie en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	156
Figura 5-73 Abundancia de familias en porcentaje en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	157
Figura 5-74 Índice de valor de importancia por especie en el Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	158
Figura 5-75 Distribución de individuos por clase de altura de galería del Orobioma medio de los Andes	160
Figura 5-76 Perfil de vegetación. Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	161
Figura 5-77 Estructura vertical por especie en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	163
Figura 5-78 Diagrama de Ogawa en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	163
Figura 5-79 Abundancia por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	165
Figura 5-80 Área basal por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	166
Figura 5-81 Volumen total y comercial por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	167
Figura 5-82 Regeneración natural por especie en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	170
Figura 5-83 Distribución de organismos en categoría de veda registrados en las áreas de intervención del proyecto	179
Figura 5-84 Registros de organismos de acuerdo al hábito	179
Figura 5-85 Riqueza por cobertura vegetal de acuerdo al tipo de organismo registrado en categoría de veda	180
Figura 5-86 Riqueza registrada en el Bosque de Galería	181
Figura 5-87 Riqueza registrada en Vegetación secundaria alta	183
Figura 5-88 Riqueza por forma de crecimiento registrada en Vegetación secundaria alta	184
Figura 5-89 Riqueza registrada en Vegetación secundaria baja	185
Figura 5-90 Riqueza por forma de crecimiento registrada en Vegetación secundaria baja	185
Figura 5-91. Riqueza registrada en Vivienda Rural Nucleada	186
Figura 5-92 Riqueza por forma de crecimiento registrada en Vivienda Rural Nucleada	187





	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Figura 5-93 Riqueza registrada en Vivienda Rural Nucleada	187
Figura 5-94 Riqueza por forma de crecimiento registrada en Vivienda Rural Nucleada	188
Figura 5-95 Riqueza por cobertura vegetal de acuerdo al tipo de organismo registrado en categoría de veda	189
Figura 5-96 Registro de organismos de acuerdo con el hábito de crecimiento	189
Figura 5-97. Riqueza registrada en Mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales	190
Figura 5-98 Riqueza registrada en Mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales	191
Figura 5-99 Riqueza registrada en Pastos Limpios	193
Figura 5-100 Riqueza por forma de crecimiento registrada en Pastos Limpios	193
Figura 5-101 Riqueza registrada en Vegetación secundaria baja	194
Figura 5-102 Riqueza por forma de crecimiento registrada en Vegetación secundaria baja	195
Figura 5-103 Buffer de conectividad sin proyecto	199
Figura 5-104 Conectividad ecológica sin proyecto.	201
Figura 5-105 Buffer de conectividad con proyecto	204
Figura 5-106 Conectividad ecológica con proyecto	206
Figura 5-107 Recorridos libres para la observación de anfibios y reptiles	210
Figura 5-108 Curva de acumulación de especies para anfibios	211
Figura 5-109 Riqueza por familias de anfibios registrados en el área de influencia	213
Figura 5-110 Asociación de los anfibios registrados a las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia	219
Figura 5-111 Similitud de las coberturas según la composición de anfibios	221
Figura 5-112 Preferencias tróficas de los anfibios encontrados en el área de influencia	222
Figura 5-113 Curva de acumulación de especies para reptiles	224
Figura 5-114 Riqueza por familia de reptiles registrados en el área de influencia	226
Figura 5-115 Asociación de los reptiles a las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia	232
Figura 5-116 Similitud de las coberturas según la composición de reptiles	234
Figura 5-117 Preferencias tróficas de los reptiles encontrados en el área de influencia	235
Figura 5-118 Curva de acumulación de especies registradas de aves en el área de influencia	238
Figura 5-119 Número de familias de aves registradas, agrupadas por órdenes, para el área del proyecto	240
Figura 5-120 Número de especies de aves registradas, agrupadas por órdenes, para el área del proyecto	240
Figura 5-121 Riqueza y abundancia de especies de aves registradas agrupadas por familia, para el área de influencia.	241
Figura 5-122 Especies de aves que presentan tendencia a uso comercial, cultural y/o como fuente de alimento, registradas en el área de influencia	251
Figura 5-123 Mapa de riqueza a partir de la superposición de los modelos de distribución de presencia ausencia para 33 aves migratorias terrestres en Colombia	254
Figura 5-124 Área prioritaria para la conservación de las aves migratorias en Colombia: Antioquia	255
Figura 5-125 Riqueza de aves por coberturas de la tierra, identificadas en el área de	

 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

influencia	258
Figura 5-126 Representación gráfica del análisis de similaridad de Bray- Curtis, para los registros de avifauna por coberturas de la tierra, en el área de influencia	260
Figura 5-127 Porcentaje asignado a cada categoría ecológica, para las especies de aves registradas en el área de influencia	262
Figura 5-128 Porcentaje por gremios tróficos, conformados por las especies de aves registradas en el área de influencia	267
Figura 5-129 Curva de acumulación de especies para mamíferos en el área de influencia	275
Figura 5-130 Número de especies y familias de mamíferos por orden registrados en área de influencia	278
Figura 5-131 Número de especies de mamíferos registrados por familia en el área de influencia	278
Figura 5-132 Número de especies de mamíferos por unidad de cobertura en el área del EIA para la construcción de la segunda calzada Túnel - San Jerónimo	284
Figura 5-133 Dendrograma de Similaridad –Análisis Bray Curtis para comunidades de mamíferos en el área de influencia	290
Figura 5-134 Preferencias tróficas de las especies de mamíferos registradas en área de influencia	291
Figura 5-135 Corrientes líticas presentes en el área de estudio	293
Figura 5-136 Distribución espacial de los puntos de muestreo de hidrobiología	298
Figura 5-137 Abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo	299
Figura 5-138 Distribución porcentual de la riqueza específica por divisiones fitoplanctónicas en la UF 1	301
Figura 5-139 Distribución porcentual de géneros del fitoplancton en la UF 1	301
Figura 5-140 Análisis de clasificación índice de Bray –Curtis para el ensamble fitoplanctónico UF-1	303
Figura 5-141 Valores del índice de diversidad de Shannon para el ensamble fitoplanctónico entre estaciones de muestreo	304
Figura 5-142 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para el ensamble fitoplanctónico entre estaciones de muestreo	304
Figura 5-143 Valores del índice de equidad de Pielou para el ensamble fitoplanctónico entre estaciones de muestreo	305
Figura 5-144 Distribución porcentual de los phylum del zooplancton	306
Figura 5-145 Distribución porcentual de los géneros del zooplancton	307
Figura 5-146 Abundancia del ensamble zooplanctónico por estación de muestreo	308
Figura 5-147 Dendrograma de similitud índice de Bray –Curtis para el ensamble zooplanctónico	309
Figura 5-148 Valores del índice de diversidad de Shannon para el ensamble zooplanctónico entre estaciones de muestreo	310
Figura 5-149 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para el ensamble zooplanctónico entre estaciones de muestreo	310
Figura 5-150 Valores del índice de equidad de Pielou para el ensamble fitoplanctónico entre estaciones de muestreo	311
Figura 5-151 Distribución porcentual de los phylum del zooplancton	313





 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Figura 5-152 Distribución porcentual de los géneros del zooplancton	313
Figura 5-153 Abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo	316
Figura 5-154 Dendograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble perifítico	317
Figura 5-155 Valores del índice de diversidad de Shannon para el ensamble perifítico entre estaciones de muestreo	318
Figura 5-156 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para el ensamble perifítico entre estaciones de muestreo	318
Figura 5-157 Valores del índice de equidad de Pielou (J') para el ensamble perifítico entre estaciones de muestreo	319
Figura 5-158 Distribución porcentual de las divisiones de macroinvertebrados acuáticos	320
Figura 5-159 Abundancia del ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo	321
Figura 5-160 Dendograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos entre estaciones de muestreo	325
Figura 5-161 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') con sus intervalos de confianza para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos	326
Figura 5-162 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza del 95% para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos	326
Figura 5-163 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza del 95% para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos	327
Figura 5-164 Distribución porcentual de los géneros y morfoespecies identificadas de macrófitas	329
Figura 5-165 Porcentaje de cobertura vegetal por género y morfotipo identificado en cada estación de muestreo	329
Figura 5-166 Abundancia de peces por estación de muestreo en la UF 1	331
Figura 5-167 Distribución porcentual de la abundancia de cada género del ensamble íctico UF-1	332
Figura 5-168 Distribución porcentual de las divisiones del ensamble fitoplanctónico	336
Figura 5-169 Distribución porcentual de los géneros del fitoplancton	336
Figura 5-170 Abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo	338
Figura 5-171 Dendograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo	339
Figura 5-172 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza para el ensamble fitoplanctónico	340
Figura 5-173 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza para el ensamble fitoplanctónico	340
Figura 5-174 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza para el ensamble fitoplanctónico	341
Figura 5-175 Distribución porcentual de los géneros del ensamble zooplanctónico	342
Figura 5-176 Abundancia del ensamble zooplanctónico por estación de muestreo	343
Figura 5-177 Dendograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble zooplanctónico	344
Figura 5-178 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza	344

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

para el ensamble fitoplanctónico	345
Figura 5-179 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza para el ensamble fitoplanctónico	345
Figura 5-180 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza para el ensamble fitoplanctónico	346
Figura 5-181 Distribución porcentual de las divisiones del ensamble perifítico	347
Figura 5-182 Distribución porcentual de los géneros del ensamble perifítico	347
Figura 5-183 Abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo	349
Figura 5-184 Dendograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble perifítico	349
Figura 5-185 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza para el ensamble perifítico	350
Figura 5-186 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza para el ensamble perifítico	351
Figura 5-187 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza para el ensamble perifítico	351
Figura 5-188 Distribución porcentual de las divisiones del ensamble de macroinvertebrados acuáticos	355
Figura 5-189 Abundancia del ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo	355
Figura 5-190 Dendograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo	357
Figura 5-191 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos	358
Figura 5-192 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos	358
Figura 5-193 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza para el ensamble de macroinvertebrado acuáticos	359
Figura 5-194 Porcentaje de abundancia del ensamble de macrófitas acuáticas por estación de muestreo	361
Figura 5-195 Porcentaje de abundancia por géneros del ensamble de macrófitas acuáticas por estación de muestreo	362
Figura 5-196 Abundancia del ensamble de peces por estación de muestreo	362
Figura 5-197 DMI Divisoria Valle de Aburrá	368
Figura 5-198 Vegetación secundaria del orobioma bajo de los Andes	370
Figura 5-199 Parque Nacional Natural Las Orquídeas	372
Figura 5-200 Reserva Forestal Nacional Protectora Río Nare	372
Figura 5-201 Reserva Forestal Protectora Regional	373
Figura 5-202 Parque Natural Regional Metropolitano Cerro El Volador	373
Figura 5-203 Reserva Local: Área de reserva Astillero-Barcino-Manzanillo	373
Figura 5-204 DMI Sistema de Páramos y Bosques Alto andinos del Noroccidente Medio Antioqueño	373
Figura 5-205 RSC Montevivo	374
Figura 5-206 Área de Recreación Urbana Cerro Nutibara	374



**CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR
CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN
JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



VERSIÓN 0.1





ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO UF 2.1. PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 5-1 Zonas urbanizadas	11
Fotografía 5-2 Vía pavimentada	12
Fotografía 5-3 Zonas de extracción minera	12
Fotografía 5-4 Cultivos transitorios	13
Fotografía 5-5 Pastos limpios	14
Fotografía 5-6 Pastos arbolados	15
Fotografía 5-7 Pastos enmalezados	15
Fotografía 5-8 Mosaico de cultivos	16
Fotografía 5-9 Mosaico de pastos y cultivos	17
Fotografía 5-10 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	18
Fotografía 5-11 Mosaico de pastos con espacios naturales	18
Fotografía 5-12 Mosaico de cultivos con espacios naturales	19
Fotografía 5-13 Bosque galería y/o ripario	21
Fotografía 5-14 Herbazal	21
Fotografía 5-15 Vegetación secundaria	22
Fotografía 5-16 Tierras desnudas y degradadas	23
Fotografía 5-17 Aguas continentales	24
Fotografía 5-18 Panorámica del área de la UF3 del EIA para la construcción de la segunda calzada Túnel - San Jerónimo UF 1 y 3.	196
Fotografía 5-19 Especies de anfibios más abundantes en el área de influencia	214
Fotografía 5-20 Paisaje modificado con pastos para ganadería en vereda El Naranjal, municipio Medellín	217
Fotografía 5-21 Teiidae, familia más rica en el área de influencia	227
Fotografía 5-22 Iguana (Iguana iguana) especie de reptil más abundante en el área de influencia	228
Fotografía 5-23 Especies de reptiles encontradas en el área de influencia	228
Fotografía 5-24 Atrapamoscas <i>Cuidapuentes</i> (<i>Sayornis nigricans</i>)	242
Fotografía 5-25 Atrapamoscas <i>Panameño</i> (<i>Myiarchus panamensis</i>)	242
Fotografía 5-26 Titiribí, Cardenal Pechirrojo (<i>Pyrocephalus rubinus</i>)	242
Fotografía 5-27 Azulejo (<i>Thraupis episcopus</i>)	242
Fotografía 5-28 Periquito de Anteojos	245
Fotografía 5-29 Carriquí Pechiblanco (<i>Cyanocorax affinis</i>)	245
Fotografía 5-30 Piquitorcido Oliváceo (<i>Oncostoma olivaceum</i>)	245
Fotografía 5-31 Tangara Rastrojera	245
Fotografía 5-32 Sirirí Rayado	256
Fotografía 5-33 Chotacabras Chico	256
Fotografía 5-34 Alcaraván, Pellar	264

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Fotografía 5-35 Mirla Parda, Zorzal	264
Fotografía 5-36 Garza Patiamarilla	266
Fotografía 5-37 Garza Azul	266
Fotografía 5-38 Sirirí Común	268
Fotografía 5-39 Espatulilla Común	268
Fotografía 5-40 Lora Cabeciamarilla (<i>Amazona ochrocephala</i>)	269
Fotografía 5-41 Tortolita Rojiza	269
Fotografía 5-42 Espiguero Saltarín	269
Fotografía 5-43 Gavilán Caminero	271
Fotografía 5-44 Chilacoa Colinegra	271
Fotografía 5-45 Gallinazo Negro, Común (<i>Coragyps atratus</i>)	272
Fotografía 5-46 Huellas <i>Procyon cancrivorous</i>	285
Fotografía 5-47 Madriguera <i>Nasua nasua</i>	285
Fotografía 5-48 Mueciélago <i>Artibuis planirostris</i>	286
Fotografía 5-49 Ardilla <i>Sciurus pucheranii</i>	286
Fotografía 5-50 <i>Didelphis marsupialis</i>	286
Fotografía 5-51 Madriguera armadillo <i>Dasyopus novemcinctus</i>	286
Fotografía 5-52 Murecielago <i>Carollia perspicilata</i>	287
Fotografía 5-53 Ardilla cola roja <i>Notosciurus granatensis</i>	288
Fotografía 5-54 Zorro <i>Cerdocyon thous</i>	288
Fotografía 5-55 Individuo de la especie <i>Oscillatoria</i> sp	302
Fotografía 5-56 Individuo de la especie <i>Melosiria</i> sp	302
Fotografía 5-57 Individuo de la especie <i>Gomphonema</i> sp	302
Fotografía 5-58 Individuo de la especie <i>Synedra</i> sp	302
Fotografía 5-59 Individuo del género <i>Centropyxis</i> sp	312
Fotografía 5-60 Individuo del género <i>Diffugia</i> sp	312
Fotografía 5-61 Individuo del género <i>Arcella</i> sp	312
Fotografía 5-62 Individuo del género <i>Bullinularia</i> sp	312
Fotografía 5-63 Individuo del género <i>Oscillatoria</i> sp	337
Fotografía 5-64 Individuo del género <i>Melospira</i> sp	337
Fotografía 5-65 Individuo del género <i>Euglypha</i> sp	342
Fotografía 5-66 Individuo del género <i>Trinema</i> sp	342
Fotografía 5-67 Individuo del género <i>Diffugia</i> sp	343
Fotografía 5-68 Individuo del género <i>Quadrulella</i> sp	343
Fotografía 5-69 Individuo del género <i>Lyngbya</i> sp	348
Fotografía 5-70 Individuo del género <i>Oedogonium</i> sp	348
Fotografía 5-71 Individuo del género <i>Navicula</i> sp	348
Fotografía 5-72 Morfoespecie 2, familia Naididae	356
Fotografía 5-73 Individuo de la subfamilia Chironominae	356
Fotografía 5-74 Individuo de la morfoespecie 2 de la familia Tanyponidae	356

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.2 MEDIO BIÓTICO

5.1.2 Ecosistemas

5.1.2.1 Ecosistemas terrestres

5.1.2.1.1 Zonas de Vida

Las zonas de vida elaboradas por Holdridge para el área tropical de las Américas, es un sistema de clasificación que permiten agrupar en unidades naturales las distintas asociaciones de la tierra. Estas asociaciones se relacionan entre sí a través de los efectos de la altitud, la temperatura, precipitación y la humedad. Tales factores dejan un sello característico en cada zona de vida, a su vez la zona de vida determina una serie de prácticas agronómicas, un uso de la tierra o también se puede reconocer por el aspecto de la vegetación (Holdridge, 2000).

Para el área de estudio se encuentran 5 Zonas de Vida o Formaciones Vegetales propuestas por Holdridge, en condiciones de humedad contrastantes que van desde condiciones secas a húmedas, en la Tabla 5-1 se observan las áreas y porcentaje que ocupa cada una de ellas en el área del proyecto. Se tiene que la zona de vida que más área ocupa respecto al área de influencia es el Bosque Muy Húmedo Premontano con 1.469,18 ha (27,66%), por el contrario, la zona de vida que menos área posee es el Bosque Húmedo Montano Bajo con solo 522,36 ha (9,83 %).

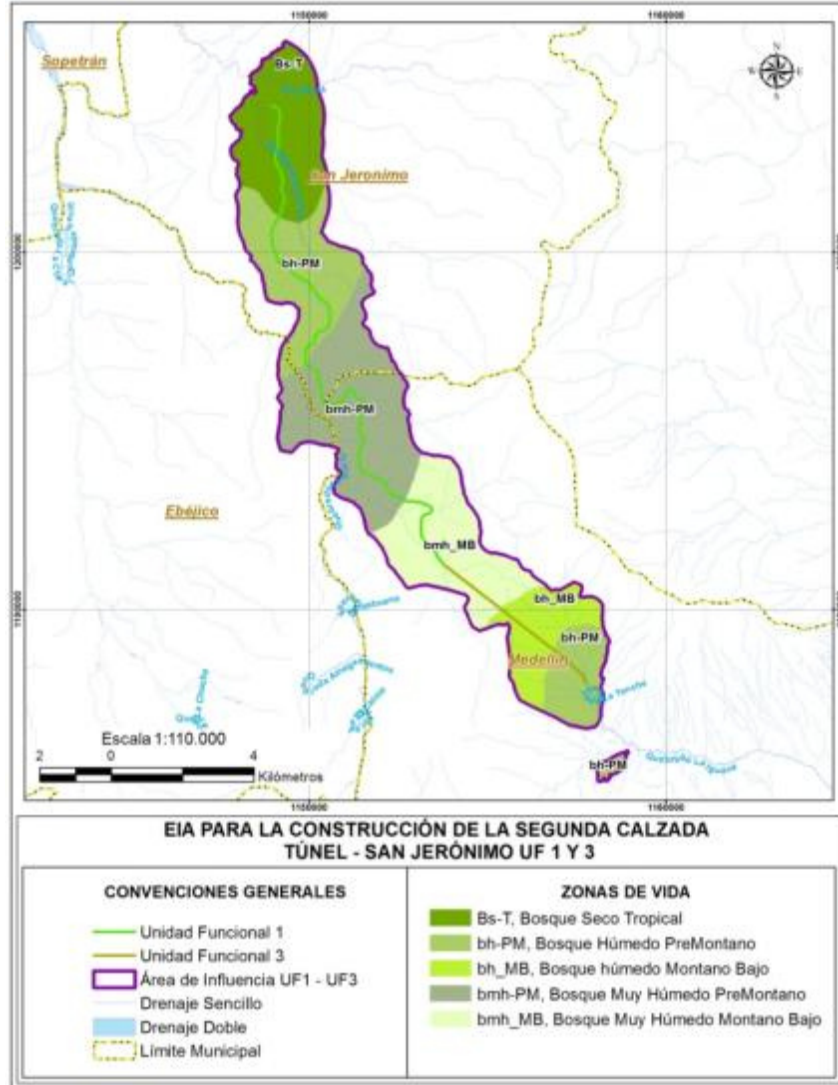
Tabla 5-1 Zonas de vida presentes en el área de estudio y porcentaje de participación

ZONA DE VIDA	SÍMBOLO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Bosque Seco Tropical	Bs-T	965,70	18.05
Bosque Muy Húmedo PreMontano	bmh-PM	1469,18	27.46
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo	bmh_MB	1021,84	19.10
Bosque Húmedo PreMontano	bh-PM	1371,43	25.63
Bosque húmedo Montano Bajo	bh_MB	522,36	9.76
Total		5350.51	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La Figura 5-1 muestra la espacialización de las zonas de vida para el AIB del proyecto.

Figura 5-1 Zonas de vida en el AIB del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

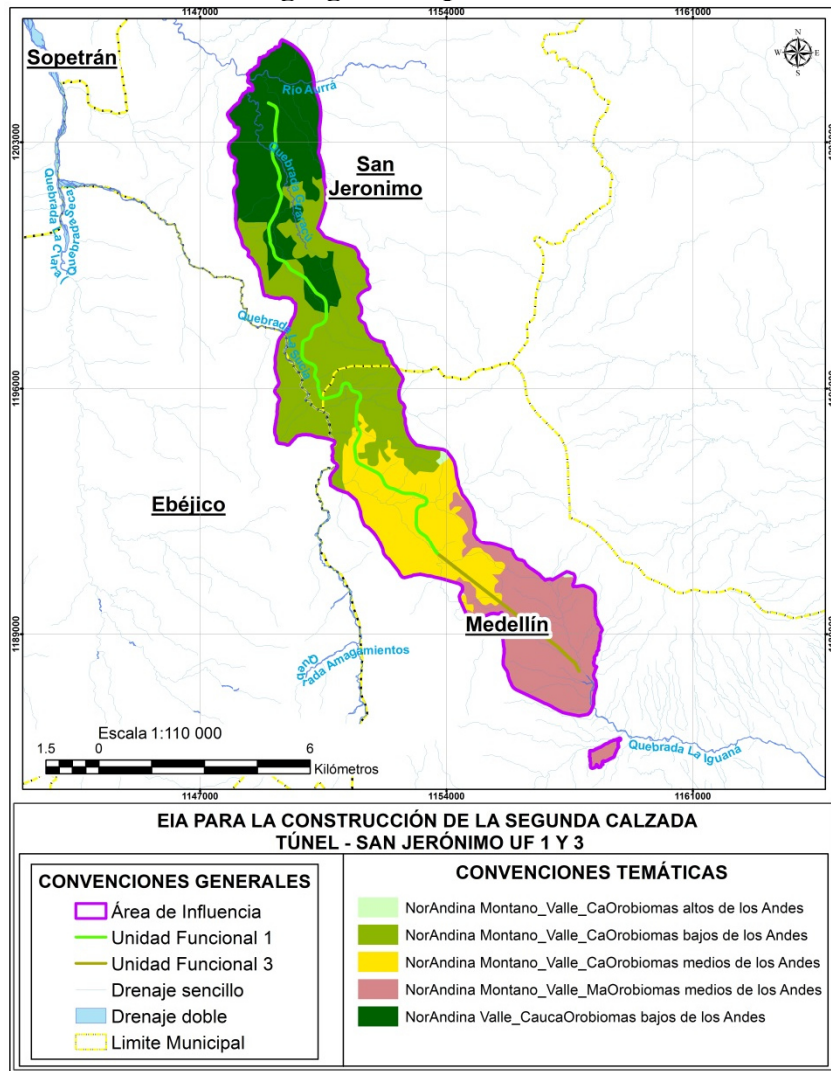
5.1.2.1.2 Provincias y Distritos biogeográficos

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 estudio se encuentra sobre la *Provincia biogeográfica Norandina*, como se puede observar en la Figura 5-2. En la Tabla 5-2 se observa la mencionada Provincia Biogeográfica con los distritos que se encuentran inmersos.



Figura 5-2 Unidades biogeográficas presentes en el área de influencia



Fuente: Distritos Biogeográficos Corzo Adaptado Consultoría Colombiana S.A, 2016

Tabla 5-2 Unidades biogeográficas presentes en el área de influencia

PROVINCIA _ UNIDADES BIOGEOGRÁFICAS	ÁREA (ha)
NorAndina Montano_Valle_CaOrobiomas altos de los Andes	13,4
NorAndina Montano_Valle_CaOrobiomas bajos de los Andes	1849,4
NorAndina Montano_Valle_CaOrobiomas medios de los Andes	1074,3
NorAndina Montano_Valle_MaOrobiomas medios de los Andes	1162,9

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

PROVINCIA _ UNIDADES BIOGEOGRÁFICAS	ÁREA (ha)
NorAndina Valle_CaucaOrobiomas bajos de los Andes	1250,4
TOTAL	5350,5

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.3 Biomás y Grandes Biomás

El área de influencia se ubica dentro del Gran Bioma del Bosque Húmedo Tropical (Bh-T), el cual tiene una extensión en el territorio nacional de 105.632.472 ha y aunque cuenta con una gran diversidad de climas se caracteriza por climas cálido húmedo y cálido muy húmedo. La precipitación media anual es superior a los 2.000 mm, y la altitud aproximada está entre 0 y 1.800 m.

En este gran bioma no existe déficit de agua para las plantas durante todo el año o este es muy escaso. La vegetación presente, equivale a la selva lluviosa tropical, los bosques tropicales húmedos, muy húmedos y pluviosos de pisos bajos, montano bajos y premontanos de Holdridge, subtropical de Chapman y al bosque tropical ombrófilo montano y submontano de la clasificación de la Unesco.

Para la definición de los biomás presentes en el AIB se siguieron los lineamientos metodológicos usados para la clasificación de ecosistemas continentales costeros y marinos de Colombia elaborada por el IDEAM en 2007, en la cual se definen, de acuerdo a características de clima y suelo, unidades homogéneas.



De acuerdo con la información recopilada para el área de influencia, se cruzaron las variables temperatura y precipitación, las cuales dieron lugar al mapa de zonificación climática, con el cual se identificaron los siguientes:

5.1.2.1.3.1 Orobioma bajo de los Andes

Los orobiomas en el país generalmente se les confiere el nombre de piso subandino, dada su conexión con los sistemas cordilleranos; es importante tener en cuenta que las cordilleras soportan cantidad de especies de flora y fauna con distribuciones restringidas debido a la complejidad de dada por la heterogeneidad de ecosistemas y hábitats influenciadas principalmente por el gradiente altitudinal, así como por factores bióticos, ecológicos y geológicos.

El Orobioma Bajo de los Andes corresponde a zonas de montaña localizadas generalmente entre los 500 y 1800 msnm, con temperaturas entre los 18 C° y 24 C°; en el área de estudio, este Orobioma posee una extensión de 3.495,44 ha representado en 65,33% del total del área de influencia.

5.1.2.1.3.2 Orobioma medio de los Andes

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

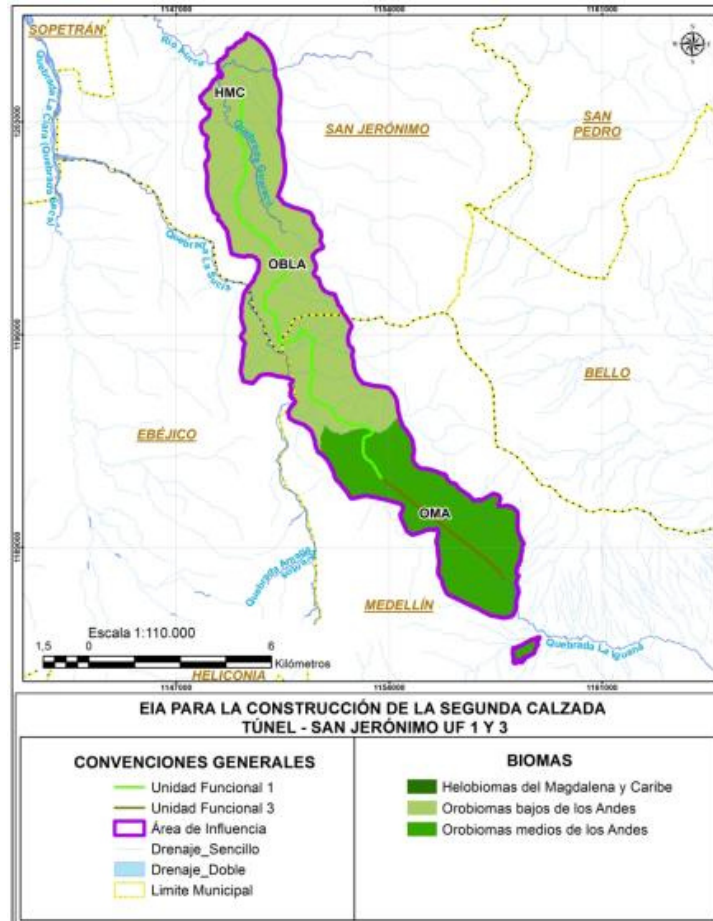
Este orobioma abarca una extensión de 1.799,17 ha (22%) y según el IDEAM (2007), se caracteriza por presentar principalmente tres tipos de clima: frío seco (48%), frío húmedo (34%) y frío muy húmedo (12%). En su mayor parte, el orobioma está expuesto a nieblas frecuentes, localizadas en alturas entre los 1.800 y 2.800 msnm, con temperaturas que están en el rango entre los 12 y 18° C. Este Oreobioma corresponde al 34,34% del área de influencia, presentándose en 1.837,39 ha.

5.1.2.1.3.3 Helobioma del Magdalena y Caribe

El Helobioma Magdalena y Caribe es un tipo especial de Pedobioma y dentro del área de estudio incluye principalmente lugares con mal drenaje, encharcamiento permanente o con prolongados periodos de inundación, los cuales garantizan la disponibilidad del recurso hídrico durante todo el año, se caracteriza por presentar dos tipos de clima, Cálido-Húmedo y Cálido - Muy Húmedo. El área de influencia ocupa el 0,33% del total, correspondiente a 17,66 ha.

Los diferentes biomas expuestos, se pueden apreciar a continuación en la Figura 5-3.

Figura 5-3 Biomas presentes en el AIB



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4 Coberturas de la tierra

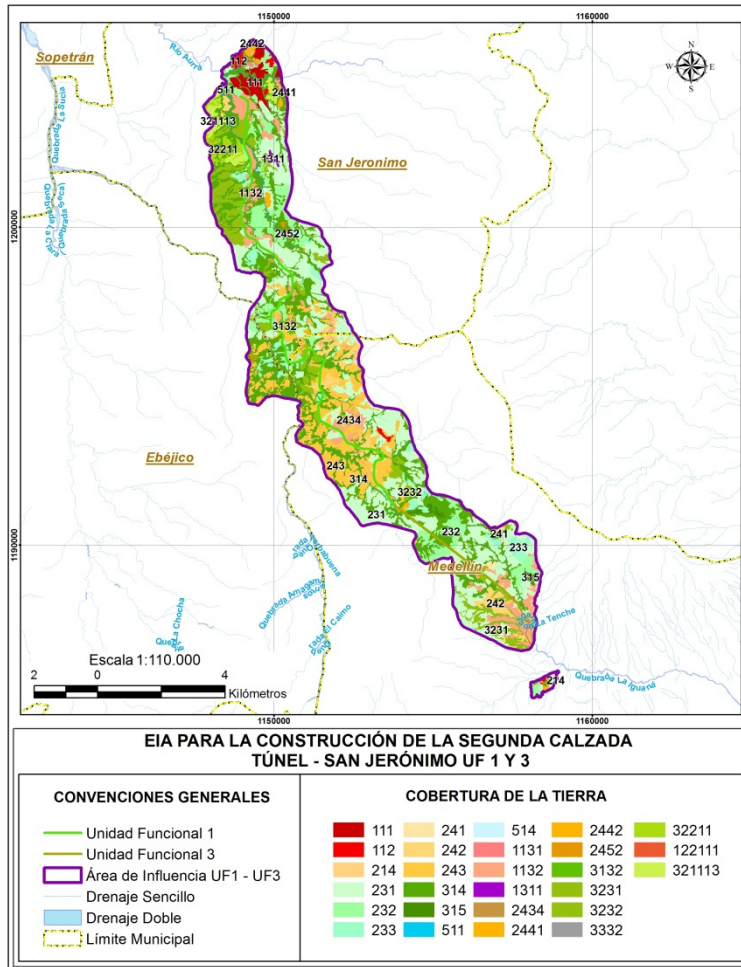
Para la caracterización de las coberturas de la tierra, el proceso se basó en la interpretación de imágenes Rapideye de 2014 y ortofotos de la zona de una resolución media; teniendo en cuenta para la delimitación de las coberturas criterios fisonómicos y estructurales de la vegetación, combinados con el reconocimiento de características fisiográficas, geomorfológicas, así como características de la imagen como son: tono, textura, patrón, forma y tamaño; siendo esta la manera en la que se genera el mapa de coberturas a escala 1:100.000, para lo cual también se tuvo en cuenta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales en el que se usa la clasificación Corine Land Cover adaptada para Colombia (CLCC), la cual además presenta modificaciones que permiten un mayor detalle en los niveles 3.4.5 y 6 con la finalidad de construir un mapa temático acorde a las necesidades del proyecto.

Además en el proceso se proyectó la posible franja de afectación para la construcción del proyecto "Concesión Autopista Mar 1", por lo que se tuvo en cuenta indicar los sectores a

los que hacen parte las dos unidades funcionales que hacen parte del estudio, encontrando que la unidad funcional 1 (UF-1) está definida desde el Sector salida del Túnel de Occidente y va hasta el centro poblado del municipio de San Jerónimo con una longitud de 19 km; se encuentra también, el tramo definido como Conexión Vial Aburrá-Cauca, a unos 700 metros aproximados antes del ingreso del Túnel de Occidente o unidad 3 (UF-3); cabe resaltar que para los muestreos de flora se utilizó una franja de 50 m sobre los diseños de la vía.

Como resultado del anterior trabajo se identificaron 31 unidades de cobertura, cuyos valores de ocupación se muestran en la Tabla 5-3; mientras que su distribución se evidencia en la Figura 5-4.

Figura 5-4 Coberturas de la Tierra identificadas en el AIB del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Tabla 5-3 Unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área de influencia

NIVELES CORINE LAND COVER					
1	2	3	4	5	6
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo			
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo			
		1.1.3. Construcciones rurales	1.1.3.1. Vivienda rural dispersa		
			1.1.3.2. Vivienda rural nucleada		
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.2. Red vial, ferroviarias y terrenos asociados	1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	1.2.2.1.1 Red vial	1.2.2.1.1.1. Vía pavimentada
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1.3.1. Zonas de extracción minera	1.3.1.1. Otras explotaciones mineras			
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.1. Cultivos transitorios	2.1.4 Hortalizas			
	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios			
		2.3.2. Pastos arbolados			
		2.3.3. Pastos enmalezados			
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos			
		2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos			
		2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2.4.3.4. Mosaico de pastos, cultivos y otros espacios naturales		
		2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	2.4.4.1. Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos		

NIVELES CORINE LAND COVER						
1	2	3	4	5	6	
			2.4.4.2. Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos			
		2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	2.4.5.2. Mosaico de cultivos con espacios naturales arbustivos			
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	3.1. Bosques	3.1.3. Bosque fragmentado	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria			
		3.1.4. Bosque de galería y/o ripario				
		3.1.5. Plantación forestal				
	3.2. Áreas con Vegetación Herbacea o Arbustiva	3.2.1. Herbazal	3.2.1.1. Herbazal denso	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	
		3.2.2. Arbustal	3.2.2.1. Arbustal denso	3.2.2.1.1. Arbustal denso alto		
		3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta			
	3.2.3.2. Vegetación secundaria baja					
	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	3.3.3.2. Remoción en masa			
	5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos			
			5.1.4. Cuerpos de agua artificiales			

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Tabla 5-4 Áreas de las unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área de influencia

CÓD. CORINE	COBERTURA	AII		AID	
		ÁREA (ha)	ÁREA (%)	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
1.1.1.	Tejido urbano continuo	83,49	1,56	1,40	2.40
1.1.2.	Tejido urbano discontinuo	34,79	0,65	2,66	4.54
1.1.3.1.	Vivienda rural dispersa	8,17	0,15	0,00	0.00
1.1.3.2.	Vivienda rural nucleada	348,85	6,52	11,96	20.43
1.2.2.1.1.1.	Vía pavimentada	4,69	0,09	0,65	1.12
1.3.1.1.	Otras explotaciones mineras	8,04	0,15	0,00	0.00
2.1.4.	Hortalizas	2,47	0,05	0,00	0.00
2.3.1.	Pastos limpios	1359,07	25,40	12,90	22.03
2.3.2.	Pastos arbolados	422,96	7,91	8,04	13.73
2.3.3.	Pastos enmalezados	202,32	3,78	3,12	5.33
2.4.1.	Mosaico de cultivos	16,33	0,31	0,00	0.00
2.4.2.	Mosaico de pastos y cultivos	183,69	3,43	1,52	2.60
2.4.3.	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	616,01	11,51	6,65	11.35
2.4.3.4.	Mosaico de pastos, cultivos y otros espacios naturales	2,50	0,05	0,00	0.00
2.4.4.1.	Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos	29,71	0,56	0,18	0.30
2.4.4.2.	Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos	10,89	0,20	0,00	0.00
2.4.5.2.	Mosaico de cultivos con espacios naturales arbustivos	10,96	0,20	0,00	0.00
3.1.3.2.	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	16,09	0,30	0,00	0.00
3.1.4.	Bosque de galería	1354,62	25,32	6,00	10.24
3.1.5.	Plantación forestal	25,27	0,47	0,00	0.00
3.2.1.1.1.3.	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	75,92	1,42	0,00	0.00
3.2.2.1.1.	Arbustal denso alto	58,35	1,09	0,00	0.00
3.2.3.1.	Vegetación secundaria alta	438,51	8,20	3,35	5.73
3.2.3.2.	Vegetación secundaria baja	17,71	0,33	0,09	0.16
3.3.3.2.	Remoción en masa	1,05	0,02	0,00	0.00
5.1.1.	Ríos	17,66	0,33	0,02	0.03
5.1.4.	Cuerpos de agua artificiales	0,36	0,01	0,00	0.00
TOTAL		5350,49	100	58,56	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La identificación de coberturas permite evidenciar que hay dominio de la unidad de tierra Territorios agrícolas la cual tiene un 53,39%, es decir 2.856,9 ha, del área total de estudio; seguida de Bosques y áreas seminaturales con 37,14% correspondiente a 1.987,52 ha, y los Territorios artificializados los cuales aportan 9,12% siendo 488,04 ha. Por último se encuentra la unidad Superficies de agua con 0,33% (18,02 ha).

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Las coberturas de la Tierra asociadas a los ecosistemas presentados anteriormente, se definen y sectorizan a continuación.

5.1.2.1.4.1 Territorios Artificializados (1)

Comprende las áreas de las ciudades y poblaciones y aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales y de servicios (IDEAM 2010).

5.1.2.1.4.1.1 Zonas Urbanizadas

Esta incluye los territorios cubiertos por infraestructura urbana, de los que para el área de estudio se identifican tejido urbano continuo (1.1.1) en el municipio de San Jerónimo, con una extensión de 83,49 ha (1,56%), tejido urbano discontinuo (1.1.2) en los municipios de Medellín y San Jerónimo con 34,79 ha (0,65%) correspondientes a edificaciones y zonas verdes; y por último en esta se incluye las construcciones rurales (1.1.3) la cual presenta dos renglones de cuarto nivel como lo son la Vivienda rural dispersa (1.1.3.1) con 8,17 ha presente en San Jerónimo y la Vivienda rural nucleada (1.1.3.2) con 348,85 ha (6,52%) las cuales se distribuyen entre los municipios de Medellín y San Jerónimo, como se observa en la



Fotografía 5-1.

Fotografía 5-1 Zonas urbanizadas



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.2 Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación (1.2)

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.1		

Este nivel está constituido por Red vial, ferroviaria y terrenos asociados (1.2.2) los cuales son espacios artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas; se incluye la infraestructura conexas. Para el área de influencia, la red vial está representada en la vía pavimentada (1.2.2.1.1.1) con 4,69 ha (0,09%) entre los municipios de Medellín y San Jerónimo (Fotografía 5-2).

Fotografía 5-2 Vía pavimentada





Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.3 Zonas de extracción minera y escombreras (1.3)

Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras, de construcción, entre otras; en el área de estudio, en el municipio de San Jerónimo, se encuentra el subnivel (IV) correspondiente a Otras explotaciones mineras (1.3.1.1) con 8,04 ha (0,15%) (Fotografía 5-3).

Fotografía 5-3 Zonas de extracción minera

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.3.1 Territorios agrícolas (2)

Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas.

5.1.2.1.4.4 Cultivos transitorios (2.1)

Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses, como por ejemplo los cereales, los tubérculos, las oleaginosas, la mayor parte de las hortalizas y algunas especies de flores a cielo abierto.

5.1.2.1.4.5 Hortalizas (2.1.4)

Cobertura terrestre de manejo intensivo caracterizada por ser un conjunto de plantas herbáceas, cultivadas generalmente en huertas, que se consumen como alimento humano. Se hace en pequeñas extensiones, dándole el máximo de cuidados y manteniendo el suelo constantemente ocupado. Para el área de influencia, esta cobertura corresponde a 2,47 ha (0,05%) identificadas en el municipio de Medellín.

Fotografía 5-4 Cultivos transitorios



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.5.1 Pastos (2.3)



Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Se identifican para este nivel de cobertura Pastos limpios, Pastos arbolados y Pastos enmalezados; en cada uno de los municipios que hacen parte del proyecto, Medellín, Ebéjico y San Jerónimo.

5.1.2.1.4.5.1.1 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, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas (IDEAM 2010). Se identificó que 1.359,07 ha de esta cobertura está asociada todas aquellas unidades distribuidas en Medellín, Ebéjico y San Jerónimo, siendo la cobertura más representativa del preoyecto cubriendo el 25,40% del área de estudio (Fotografía 5-5).

Fotografía 5-5 Pastos limpios



	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.5.1.2 Pastos arbolados (2.3.2)

Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado 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). El área de influencia tiene un área de 422,96 ha correspondientes al 7,91% (Ver Fotografía 5-6)

Fotografía 5-6 Pastos arbolados



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.5.1.3 Pastos enmalezados (2.3.3)

Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono (IDEAM, 2010). En el área de estudio 202,32 ha de terreno presentan estas características (Fotografía 5-7).

Fotografía 5-7 Pastos enmalezados



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.5.2 Áreas agrícolas heterogéneas (2.4)

Comprende las áreas que reúnen dos o más tipos de coberturas agrícolas y/o naturales dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra (IDEAM, 2010). Identificándose que este grupo de cobertura se haya en gran parte de los municipios que hacen parte del área del proyecto como son: Medellín y San Jerónimo.

5.1.2.1.4.5.2.1 Mosaico de cultivos (2.4.1)

Incluye 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 (IDEAM 2010); cobertura que en el área de estudio abarca 16,33 ha correspondientes a 0,31% en el municipio de Medellín (Fotografía 5-8).

Fotografía 5-8 Mosaico de cultivos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.5.2.2 Mosaico de pastos y cultivos (2.4.2)

Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, para su interpretación se tiene en cuenta la gama de tonos y colores que se observen en los diferentes estados vegetativos de las plantas en la zona; para el área del proyecto se visualiza que esta unidad abarca 183,69 ha en los municipios de Medellín y San Jerónimo (Fotografía 5-9).



Fotografía 5-9 Mosaico de pastos y cultivos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.5.2.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (2.4.3)

Comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. Para el área de estudio se distribuye en los

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

municipios de Medellín y San Jerónimo ocupando 616,01 ha del total del proyecto correspondiente al 11,51%; presente también con unidades del IV nivel, con otros espacios naturales (2.4.3.4) representados por el 0,05% (Fotografía 5-10).

Fotografía 5-10 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.5.2.4 Mosaico de pastos con espacios naturales (2.4.4)

Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural (IDEAM, 2010).

Este tipo de mosaicos se presenta el área en un IV nivel de distribución con espacios naturales arbóreos (2.4.4.1) con 29,71 ha (0,56%) y un 10,89 ha (0,20%) con espacios naturales arbustivos (2.4.4.2); espacios encontrados en los municipios de Medellín y San Jerónimo (Fotografía 5-11).

Fotografía 5-11 Mosaico de pastos con espacios naturales



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.5.2.5 Mosaico de cultivos con espacios naturales (2.4.5)

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. Los relictos de bosques, Arbustales, bosques de galería y/o ripario, vegetación secundaria o en transición, zonas pantanosas u otras áreas no intervenidas o poco transformadas que permanecen en estado natural o casi natural.



Este espacio para el área de estudio se halla en IV nivel diferenciado como: con espacios naturales arbustivos (2.4.5.2) un 0,20% correspondiente a 10,96 ha, presentes en el municipio de San Jerónimo (Fotografía 5-12).

Fotografía 5-12 Mosaico de cultivos con espacios naturales



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.5.3 Bosques y áreas seminaturales (3)

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Hace referencia a las coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, así como también a los territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación. Se incluyen dentro de este nivel coberturas producto de actividades antrópicas como las plantaciones forestales y la vegetación secundaria. Para el área de influencia se identifican las unidades descritas a continuación:

5.1.2.1.4.5.3.1 Bosques (3.1)

Comprende las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. Estos son determinados por la presencia de árboles que deben alcanzar una altura del dosel superior a los cinco metros. Siendo esta unidad ampliamente distribuida a lo largo del área del proyecto ya que abarca los municipios de Medellín y San Jerónimo como se muestra a continuación.

5.1.2.1.4.5.3.1.1 Bosque fragmentado (3.1.3)



Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pastos, cultivos o vegetación en transición. Esta unidad la comprende el IV nivel con Bosques fragmentado con vegetación secundaria (3.1.3.2) distribuido entre Medellín y San Jerónimo con una extensión de 16,09 ha, ocupando el 0,30%.

5.1.2.1.4.5.3.1.2 Bosque de galería y ripario (3.1.4)

Cobertura constituida 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, la vegetación se encuentra ligada al microclima, la fertilidad de los suelos y la fluctuación del nivel freático.

Dentro de las funciones físicas de la vegetación ribereña se encuentran: la modificación del transporte de sedimentos, ya sea alterando las condiciones hidráulicas del canal o atrapando los materiales; el control sobre el microclima de los cursos de agua; y el mantenimiento de las conexiones biológicas a través de los gradientes ambientales del paisaje. Entre las funciones ecológicas que prestan estos bosques se encuentran: ofrecer refugio y lugares de cría para la fauna de ríos y sabanas, proveer de materia orgánica los sistemas lóticos; amortiguar las entradas perjudiciales de sedimentos, nutrientes y agroquímicos provenientes de tierras altas; y surtir a seres humanos y animales domésticos de recursos escasos en la sabana tales como agua, forraje, leña y otros productos no maderables. (Cabrera-Amaya, 2013).

Esta cobertura se presenta en las márgenes de los drenajes intermitentes, distribuidos en el

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

área de estudio, en donde ocupa el segundo lugar en extensión con 1354,62 ha correspondientes al 25,32% del total del AII y el 10, 24% en el AID (Fotografía 5-13).

Fotografía 5-13 Bosque galería y/o ripario



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.5.3.1.3 Plantación forestal (3.1.5)

Cobertura constituida por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. Dicha unidad para el área del proyecto constituye 0,47% es decir 25,27 ha de la totalidad de la zona de estudio; ubicada en el municipio de Medellín.



5.1.2.1.4.5.3.2 Vegetación herbácea o arbustiva (3.2)

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica.

5.1.2.1.4.5.3.2.1 Herbazal (3.2.1)

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa o abierta. Como parte del área de estudio se encuentra esta unidad en su VI nivel de descripción el cual comprende el Herbazal denso de tierra firme con arbustos (3.2.1.1.3) con un alcance de 75,92 ha siendo el 1,42% del área total, ubicada en San Jerónimo (Fotografía 5-14).

Fotografía 5-14Herbazal

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.5.3.2.2 Arbustal (3.2.2)

Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollada en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Dentro de esta categoría encontramos el Arbustal denso (3.2.2.1) el cual contiene en su V nivel la unidad Arbustal denso alto (3.2.2.1.1), la cual se encuentra en el área de estudio en un 1,09% (58,35 ha), municipios de Medellín, Ebéjico y San Jerónimo.

5.1.2.1.4.5.3.2.3 Vegetación secundaria o en transición (3.2.3)

Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida.

Dentro del área se identificaron en IV nivel, la Vegetación secundaria alta (3.2.3.1) con un 8,20% equivalentes a 438,51 ha y la Vegetación secundaria baja (3.2.3.2) con 17,71 ha (0,33%) siendo localizadas ambas coberturas en Medellín, Ebéjico y San Jerónimo (

Fotografía 5-15).

Fotografía 5-15 Vegetación secundaria



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.4.5.4 Áreas abiertas sin o con poca vegetación (3.3)

Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos.



5.1.2.1.4.5.4.1 Tierras desnudas y degradadas (3.3.3)

Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas. Esta se ubica en el municipio de San Jerónimo con 1,05 ha (0,02%) bajo la categoría de IV nivel Remoción en masa (3.3.3.2) (Fotografía 5-16).

Fotografía 5-16 Tierras desnudas y degradadas



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

5.1.2.1.4.5.5 Superficies de agua (5)

Son los cuerpos de agua y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales.

5.1.2.1.4.5.5.1 Aguas continentales (5.1)

Son cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, ciénagas depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce, embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales. Dentro del área se identifican en Medellín, Ebéjico y San Jerónimo, los Ríos (5.1.1) con 17,66 ha y Cuerpos de agua artificiales (5.1.4) con 0,36 ha (0,01%) Presentes en San jerónimo (Fotografía 5-17).

Fotografía 5-17 Aguas continentales





Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5 Caracterización de los ecosistemas naturales presentes en el área de estudio

En el área de estudio del proyecto se identificaron 38 ecosistemas terrestres, de los cuales 8 son ecosistemas naturales, pertenecientes al Orobioma bajo de los andes (Ob-A) y al Orobiomamedio de los Andes (Om-A); dichos ecosistemas sobre los cuales se realiza la caracterización florística son:

- Arbustal denso alto del Orobioma Bajo de los Andes
- Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Bajo de los Andes
- Bosque fragmentado del Orobioma Bajo de los Andes
- Bosque de galería del Orobioma Bajo de los Andes
- Vegetación secundaria alta del Orobioma Bajo de los Andes
- Bosque de galería del Orobioma Medio de los Andes
- Vegetación secundaria alta del Orobioma Medio de los Andes
- Vegetación secundaria baja del Orobioma Medio de los Andes

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Los ecosistemas antrópicos con mayor representación dentro del área de estudio del proyecto son los Pastos limpios del Ob-A con una extensión de 717,68 ha (13,41%) y Pastos limpios del Om-A con 641,40 ha (11,99%). Dentro de los ecosistemas naturales los de mayor distribución son, Bosque de galería del Ob-A con 965,38 ha (18,04%) y Bosque de galería del Om-A con 389,24 ha (7,27%). En tercer lugar se tiene la Vegetación secundaria alta del Ob-A CON 303,43 ha (5,67%), como se muestra en la Tabla 5-5.

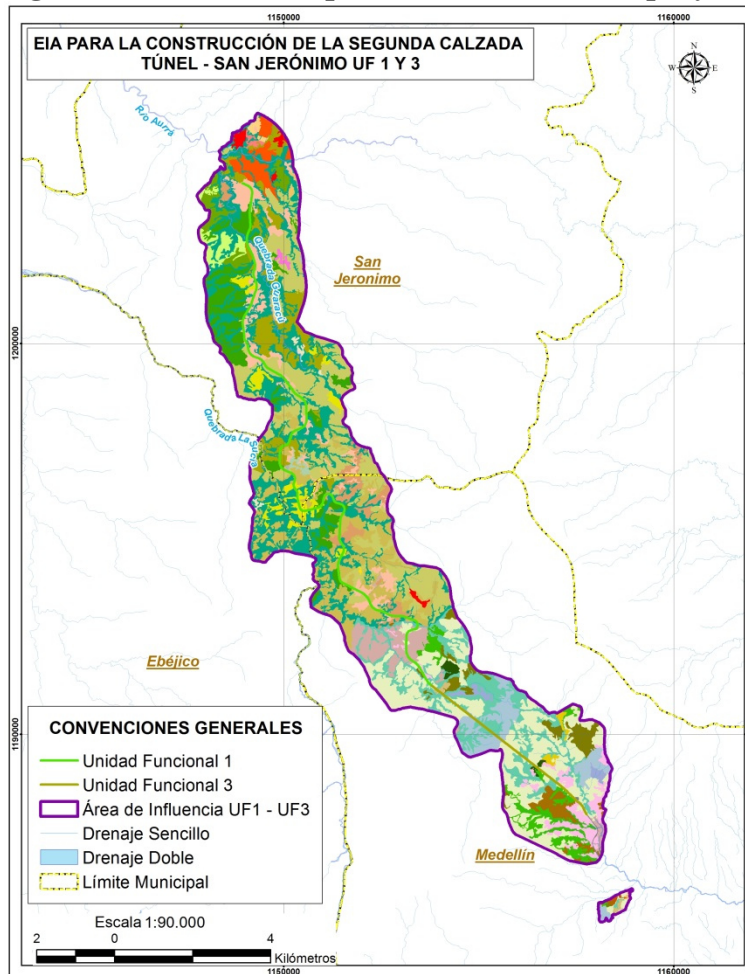
Tabla 5-5 Ecosistemas presentes en el AIB del proyecto

ECOSISTEMA	AREA (ha)	AREA (%)
Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	58,35	1,09
Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	965,38	18,04
Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	389,24	7,27
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes	16,09	0,30
Cuerpos de agua artificiales del Orobioma bajo de los Andes	0,36	0,01
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma bajo de los Andes	75,92	1,42
Hortalizas del Orobioma medio de los Andes	2,47	0,05
Mosaico de cultivos con espacios naturales arbustivos del Orobioma bajo de los Andes	10,96	0,20
Mosaico de cultivos del Orobioma bajo de los Andes	1,07	0,02
Mosaico de cultivos del Orobioma medio de los Andes	15,26	0,29
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma bajo de los Andes	462,57	8,65
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma medio de los Andes	153,44	2,87
Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos del Orobioma bajo de los Andes	19,74	0,37
Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos del Orobioma medio de los Andes	9,97	0,19
Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos del Orobioma bajo de los Andes	10,89	0,20
Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma bajo de los Andes	121,82	2,28
Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma medio de los Andes	61,87	1,16
Mosaico de pastos, cultivos y otros espacios naturales del Orobioma bajo de los Andes	2,50	0,05
Otras explotaciones mineras del Orobioma bajo de los Andes	8,04	0,15
Pastos arbolados del Orobioma bajo de los Andes	263,10	4,92
Pastos arbolados del Orobioma medio de los Andes	159,85	2,99
Pastos enmalezados del Orobioma bajo de los Andes	105,73	1,98
Pastos enmalezados del Orobioma medio de los Andes	96,58	1,81
Pastos limpios del Orobioma bajo de los Andes	717,68	13,41
Pastos limpios del Orobioma medio de los Andes	641,40	11,99
Plantación forestal del Orobioma medio de los Andes	25,27	0,47
Remoción en masa del Orobioma bajo de los Andes	1,05	0,02
Ríos del Helobiomas del Magdalena y Caribe	17,66	0,33
Tejido urbano continuo del Orobioma bajo de los Andes	83,49	1,56
Tejido urbano discontinuo del Orobioma bajo de los Andes	28,16	0,53
Tejido urbano discontinuo del Orobioma medio de los Andes	6,63	0,12

ECOSISTEMA	AREA (ha)	AREA (%)
Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	303,43	5,67
Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	135,07	2,52
Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	17,71	0,33
Vía pavimentada del Orobioma medio de los Andes	4,69	0,09
Vivienda rural dispersa del Orobioma bajo de los Andes	8,17	0,15
Vivienda rural nucleada del Orobioma bajo de los Andes	230,92	4,32
Vivienda rural nucleada del Orobioma medio de los Andes	117,93	2,20
TOTAL	5350.49	100.00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-5 Ecosistemas presentes en el AIB del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Los ecosistemas naturales se analizaron desde el punto de vista florístico y estructural, permitiendo conocer la composición de las especies, la estructura biológica, los rasgos

físicos y su relación con el número de individuos, generando características particulares de los ecosistemas, mediante el análisis de la estructura horizontal y vertical.

Este análisis estructural en las comunidades evaluadas pretende apreciar sociológicamente una muestra representativa. Mediante la estructura horizontal se evaluó el comportamiento de los individuos presentes en la cobertura, la evaluación se realizó mediante el uso de índices y factores que expresan la ocurrencia de cada una de las especies, al igual que su importancia ecológica. La estructura vertical indica la estratificación de cada ecosistema, las categorías según las alturas y su ordenación, así como la distribución de acuerdo con su vista de perfil

Para poder realizar estos análisis fueron realizadas 49 parcelas para individuos fustales, distribuidas en los Orobionoma bajo de los Andes (30 parcelas) y Orobionomas medios de los Andes (19 parcelas), establecidas en los ecosistemas naturales de Bosque de galería del Ob-A (11 parcelas), Vegetación secundaria alta del Ob-A (7 parcelas), Bosque de galería del Om-A (10 parcelas), Vegetación secundaria alta del Om-A (6 parcelas) y Vegetación secundaria baja del Om-A (3 parcelas). La información correspondiente a la georeferenciación de cada parcela se encuentra en la Tabla 5-6.



Tabla 5-6 Localización parcelas caracterización florística

BIOMA	ECOSISTEMA	PARCELA	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
Orobionomas bajos de los Andes	Arbustal denso alto de tierra firme del Orobionoma bajo de los Andes	18	1.144.379.634	1.207.570.737
		9	1.148.348.043	1204580.04
		19	1.146.576.261	1.206.263.355
		20	1.146.439.727	1.206.156.497
		20	1.142.495.546	1.209.212.752
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobionoma bajo de los Andes	16	1.142.414.837	1.209.697.484
		25	1.145.002.422	1.207.155.042
		13	1.142.538.058	1.209.606.803
		21	1.145.208.239	1.206.757.024
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionoma bajo de los Andes	13	1.139.725.729	1.211.895.628
		10	1.140.576.869	1.211.941.278
		1	1.139.010.043	1212045.57
	Bosque de galería del Orobionomas bajos de los Andes	3	1151609,527	1194776,85
		4	1151796,825	1195608,137
		8	1150394,688	1198010,718
		3	1151036,008	1195833,538
		5	1149892,629	1196470,382

BIOMA	ECOSISTEMA	PARCELA	COORDENADAS		
			ESTE	NORTE	
		6	1150561,682	1198453,84	
		7	1149087,937	1202662,807	
		8	1148468,143	1204763,156	
		25	1148899,958	1204651,75	
		5	1150217,169	1197757,464	
		6	1149628,11	1199194,34	
	Vegetación secundaria alta del Orobiomas bajos de los Andes	2	1151416,748	1194141,248	
		9	1148901,031	1200632,01	
		10	1149021,197	1203093,829	
		2	1151644,932	1193682,38	
		23	1149256,937	1202691,709	
		2	1151504,979	1195869,212	
	Orobiomas medios de los Andes	Bosque de galería del Orobiomas medios de los Andes	1	1153832,686	1191083,536
			7	1154806,924	1191307,859
1			1153457,21	1192791,865	
24			1154562,143	1190711,846	
1			1153679,156	1191793,997	
3			1156334,664	1189170,344	
4			1156835,751	1188853,856	
1			2317076,061	2371288,647	
2			2317108,145	2371375,906	
6			2317125,488	2371510,248	
Vegetación secundaria alta del Orobiomas medios de los Andes		5	1156489,205	1189039,691	
		6	1157052,862	1188579,511	
		4	2316002,778	2373567,412	
		5	2315694,873	2375260,196	
	7	2313243,299	2377896,062		
Vegetación secundaria baja del Orobiomas medios de los Andes	7	2316443,223	2371251,963		
	4	1156447,644	1189182,047		
	6	2313149,4	2378481,438		
		5	2308356,628	2382842,476	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Es importante resaltar, que para cumplir con la caracterización de las coberturas vegetales y

	<p style="text-align: center;">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p style="text-align: center;">VERSIÓN 0.1</p>	

sus estadígrafos, se utilizó la información levantada en campo a partir de parcelas que se levantaron fuera del AI; estas coberturas fueron el Arbustal denso alto de tierra firme, el Herbazal denso de tierra firme con arbustos y el Bosque fragmentado con vegetación secundaria, todas pertenecientes al Orobioma Medio de los Andes, el cual es un ecosistema identificado en el área de influencia del estudio.

5.1.2.1.5.1 Caracterización florística Orobioma bajo de Andes (Ob – A)

5.1.2.1.5.1.1 Caracterización vegetal del Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes

En Colombia, el aumento de la población humana y el deseo por la tenencia de la tierra, a partir de su uso agropecuario, ha conducido a la tala casi sistemática de los bosques naturales, hasta llevarlos próximos a la extinción, como ha ocurrido en los bosques secos y las zonas cafeteras (Márquez, 2002¹; Echeverry et al, 2006²).

Los bosques andinos actualmente han sufrido una constante presión por las actividades humanas, lo que se traduce en una progresiva fragmentación de los paisajes naturales y pérdida de biodiversidad, Se estima que la región Andina ha perdido más del 74% de la cobertura forestal, algunas de las causas a las cuales se atribuye este grado de deforestación son la expansión de la frontera agropecuaria, la colonización, la producción maderera, los incendios forestales, el crecimiento demográfico, la demanda de recursos naturales primordialmente en cambios en la cobertura vegetal de los suelos, lo que contribuye al deterioro de ecosistemas boscosos (IAVH, 2007³).

Este proceso de fragmentación está relacionado con la pérdida de hábitats así como una reducción constante del tamaño y número de fragmentos, además genera un aislamiento entre parches de bosque dificultando la conectividad entre estos, esta reducción y aislamiento genera consigo cambios en las condiciones ambientales y el incremento del efecto de borde.

La caracterización de esta cobertura se realizó por medio de la implementación de 4 parcelas, una parcela en el municipio de San Jeronimo en la vereda Loma Hermosa, y tres en el municipio de Sopetran en las veredas Guaimaral y La Puerta.



5.1.2.1.5.1.1.1 Composición Florística

En los Bosques fragmentados con vegetación secundaria baja del Ob-A se registró un total

¹ Márquez, G, De la abundancia a la escasez: La transformación de los ecosistemas en Colombia, En: PALACIO, G, (ed.) Naturaleza en disputa: Ensayos de Historia Ambiental de Colombia 1850 – 1995, s.l., 2001, p 323 - 452. Citado por: COLOMBIA, Contraloría General de la Republica, (2002). *Estado de los recursos naturales y del Ambiente 2001 – 2002: Políticas sectoriales, bosques y participación ciudadana*, Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, p, 120,

² Echeverry, M, yRodríguez, J, (2006, Mayo), Analisis de un paisaje fragmentado como herramienta para la conservacion de la biodiversidad en áreas de bosque seco y subhúmedo tropical en el municipio de Pereira, Risaralda Colombia, UTP, *Scientia et Technica*, 12 (30), 405-410,

³ Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAVH), - Biodiversidad y Actividad Humana: Relaciones en Ecosistemas de bosque subandino en Colombia, Bogotá D, C: IAVH; 2007

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

de 136 individuos con diámetro normal ≥ 10 cm, distribuidos en 136 especies dentro de 15 géneros y 9 familias botánicas, incluyendo 6 individuos Indeterminados.

Como se observa en la Tabla 5-7, se destacan por su riqueza de especies la familia Fabaceae con 6 especies, 5 géneros; seguida de Bignoniaceae y Malvaceae con 2 especies en 2 géneros, cada una. Las familias restantes están representadas por una sola especie, concentrando el 19,85% (27/136) de los individuos registrados en el ecosistema.

Tabla 5-7 Composición florística en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Bignoniaceae	Crescentia	<i>Crescentia cujete</i>	Totumo	1	0,74
	Tabebuia	<i>Tabebuia rosea</i>	NN	1	0,74
Chrysobalanaceae	Licania	<i>Licania</i> sp. 1	NN	2	1,47
Fabaceae	Albizia	<i>Albizia carbonaria</i>	NN	9	6,62
	Machaerium	<i>Machaerium biovulatum</i>	NN	30	22,06
	Platymiscium	<i>Platymiscium hebestachyum</i>	NN	1	0,74
		<i>Platymiscium pinnatum</i>	Granadillo	7	5,15
	Pseudosamanea	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Cedro amarillo - Igua	4	2,94
	Zygia	<i>Zygia</i> sp. 1	NN	1	0,74
Hernandiaceae	Gyrocarpus	<i>Gyrocarpus americanus</i>	NN	2	1,47
Indeterminada	Indeterminada	<i>Indeterminada</i> sp. 6	NN	2	1,47
		<i>Indeterminada</i> sp.16	NN	4	2,94
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	1	0,74
	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	56	41,18
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia martiana</i>	NN	1	0,74
Myrtaceae	Psidium	<i>Psidium guajava</i>	NN	8	5,88
Sapindaceae	Melicoccus	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	6	4,41
Total				136	100

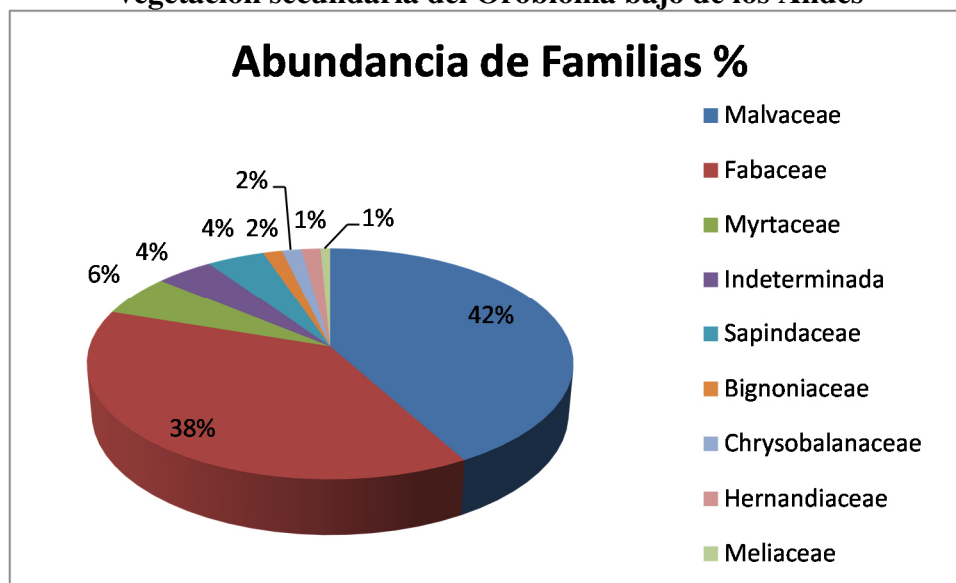
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Respecto a la abundancia, la familia con mayor número de árboles fue Malvaceae con 57 individuos, seguida por Fabaceae con 52 individuos, con lo cual estas dos familias agrupan el 80% del total de individuos registrados para este ecosistema, Ver Figura 5-6.

Por su parte, la familia Meliaceae se presenta con un solo individuo de la especie *Trichilia martiana*.

Figura 5-6 Abundancia de familias en porcentaje en el Bosque fragmentado con

vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.1.2 Estructura horizontal

Para este ecosistema se encontraron 136 individuos mayores de 10 cm de DAP, pertenecientes a 17 especies distribuidas en 9 familias; donde el mayor Índice de Valor de Importancia es aportado por *Guazuma ulmifolia* (115,57%), seguida por *Machaerium biovulatum* (59,23%); estas especies son comunes de la vegetación secundaria de los distintos tipos de bosque. Ver Tabla 5-8.

Tabla 5-8 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes

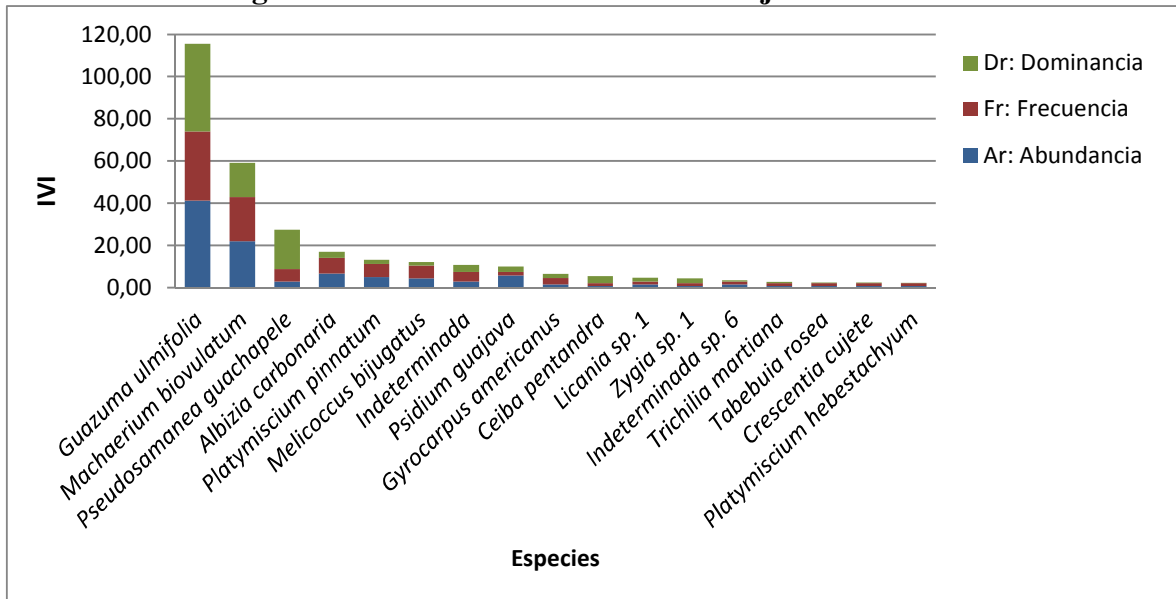
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	56	41,18	55,00	32,84	2,23	41,56	115,57
<i>Machaerium biovulatum</i>	30	22,06	35,00	20,90	0,87	16,28	59,23
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	4	2,94	10,00	5,97	0,99	18,53	27,44
<i>Albizia carbonaria</i>	9	6,62	12,50	7,46	0,16	2,94	17,03
<i>Platymiscium pinnatum</i>	7	5,15	10,00	5,97	0,11	2,03	13,15
<i>Melicoccus bijugatus</i>	6	4,41	10,00	5,97	0,09	1,76	12,14
Indeterminada sp.16	4	2,94	7,50	4,48	0,18	3,36	10,78
<i>Psidium guajava</i>	8	5,88	2,50	1,49	0,14	2,63	10,00
<i>Gyrocarpus americanus</i>	2	1,47	5,00	2,99	0,11	2,06	6,52
<i>Ceiba pentandra</i>	1	0,74	2,50	1,49	0,17	3,25	5,48
<i>Licania</i> sp. 1	2	1,47	2,50	1,49	0,09	1,72	4,68

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
<i>Zygia</i> sp. 1	1	0,74	2,50	1,49	0,12	2,16	4,39
Indeterminada sp. 6	2	1,47	2,50	1,49	0,03	0,55	3,51
<i>Trichilia martiana</i>	1	0,74	2,50	1,49	0,03	0,48	2,70
<i>Tabebuia rosea</i>	1	0,74	2,50	1,49	0,02	0,30	2,52
<i>Crescentia cujete</i>	1	0,74	2,50	1,49	0,01	0,20	2,42
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	1	0,74	2,50	1,49	0,01	0,18	2,40
Total	136	100	167,5	100	5,36	100	300

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

En la Figura 5-7 se puede observar de forma gráfica que *Guazuma ulmifolia* presentó los valores más altos en cuanto a frecuencia, dominancia y abundancia, con lo cual es la especie de mayor importancia dentro del ecosistema. Esta especie puede presentarse como especie importante de etapas secundarias muy avanzadas de selvas medianas subperennifolias, dando la impresión de ser un elemento primario.

Figura 5-7 Índice de valor de importancia por especie en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.3 Cociente de mezcla (CM)

La Tabla 5-9 muestra que el coeficiente de mezcla para el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Ob-A, arroja un valor de 0,13, lo cual muestra una comunidad con tendencia a la homogeneidad; dentro del ecosistema es necesario muestrear 8 individuos para encontrar una nueva especie.



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Tabla 5-9 Cociente de Mezcla para en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Coefficiente de mezcla	Tendencia
17	136	0,13	Tendencia a la homogeneidad

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie en un ecosistema, En este caso, se analizaron las clases altimétricas, los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres substratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa; de este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

5.1.2.1.5.1.5 Estructura altimétrica

Los individuos registrados en este ecosistema se encuentran distribuidos en IX clases altimétricas, donde la categoría III concentra la mayor cantidad de individuos (32 %) con alturas promedio de 6,5 metros; concordante con la fisionomía de este tipo de ecosistema, por tratarse de árboles que se desarrollan a partir de una intervención a talarasa, que por el proceso de sucesión vegetal crecen con edades similares.

La Tabla 5-10 muestra las clases y el número de individuos pertenecientes a cada rango.

Tabla 5-10 Distribución del número de individuos por clase de altura. Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes

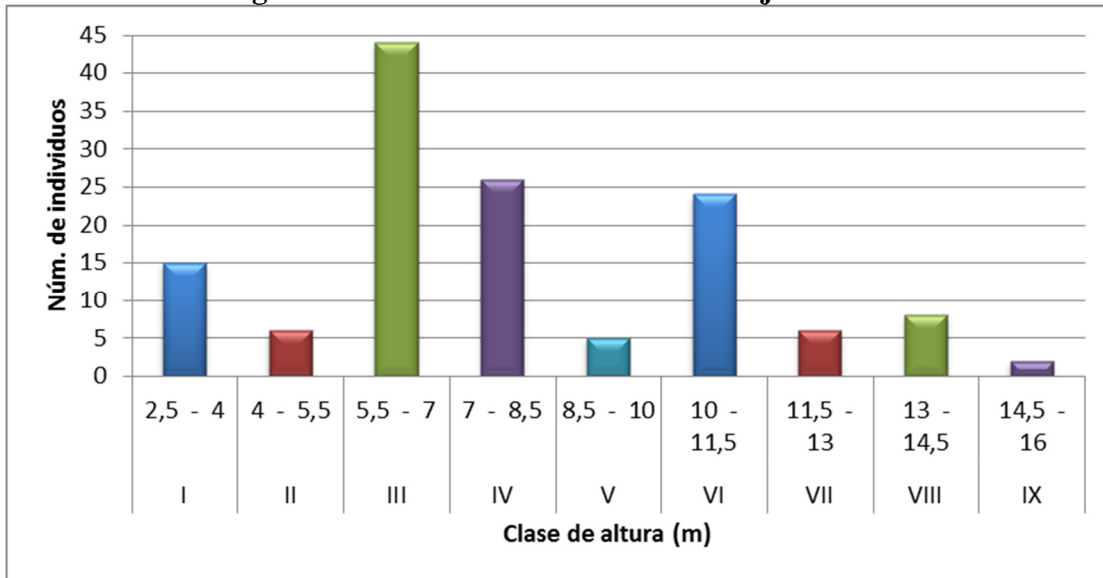
Clase	Rango (m)	Núm. Individuos
I	2,5 - 4	15
II	4 - 5,5	6
III	5,5 - 7	44
IV	7 - 8,5	26
V	8,5 - 10	5
VI	10 - 11,5	24
VII	11,5 - 13	6
VIII	13 - 14,5	8
IX	14,5 - 16	2
Total		136

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La clase V al registrar el 4 % de los individuos con 5 fustales; a diferencia de la categoría IV que concentra 19 % (26 individuos) y la categoría VI que agrupa el 18 % (24 individuos);

indica una tala selectiva de individuos arbóreos con estas características, alturas entre los 8,5 y 10 metros. Ver Figura 5-8.

Figura 5-8 Distribución de individuos por clase de altura. Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes



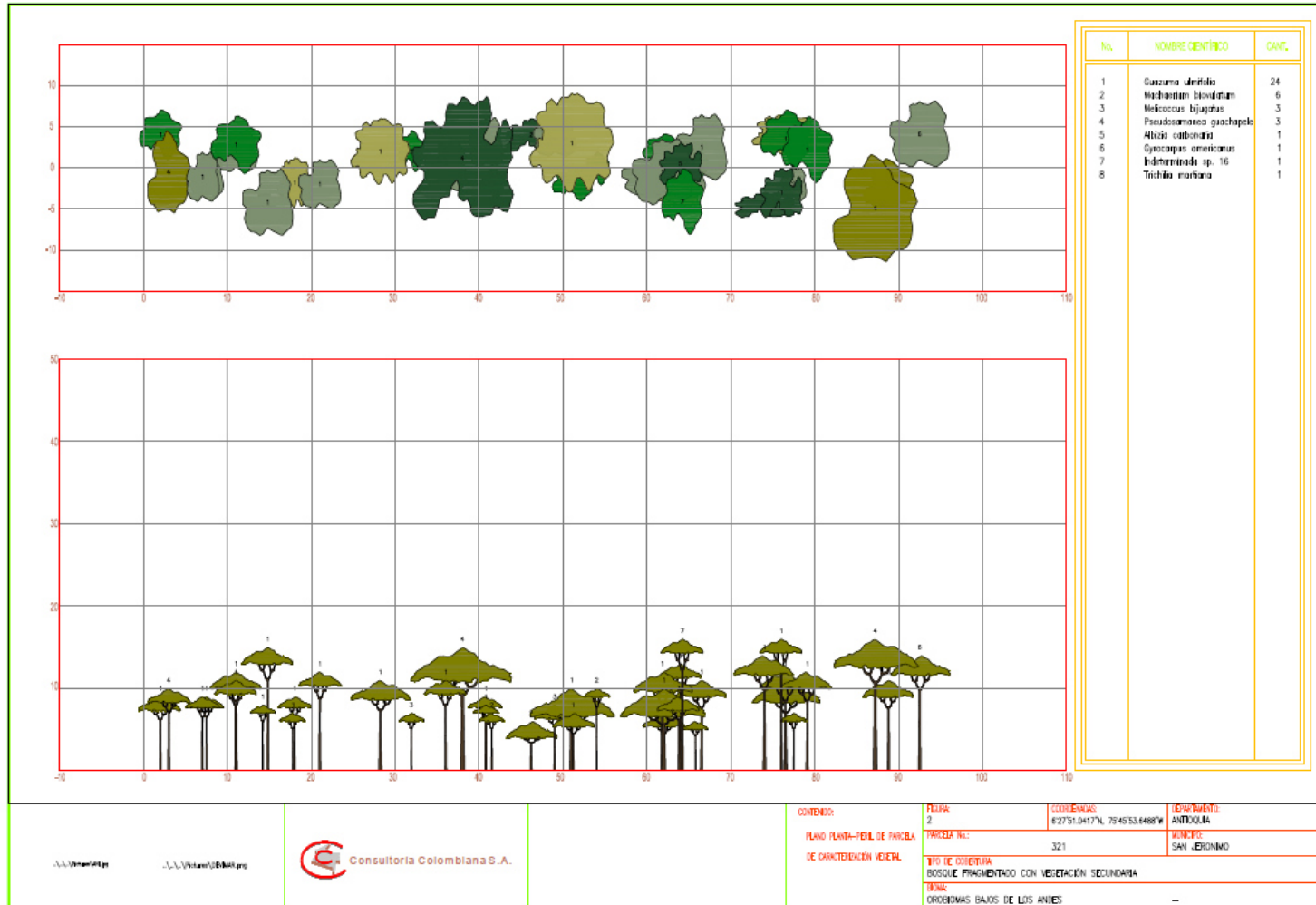
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.1.5.1 Perfil

El perfil de vegetación fue generado a partir de una de las parcelas de muestreo de 0,1 ha (100 metros de largo y 10 metros de ancho) establecidas para la caracterización de este ecosistema (este perfil se encuentra en el Anexo H5, Perfiles de vegetación).

En la Figura 5-9 se observa una estructura vertical heterogénea, con elementos emergentes de gran porte representados por *Pseudosamanea guachapele* y *Guazuma ulmifolia*. Con el fin de facilitar la interpretación de los perfiles y la distribución de las especies en el espacio al interior de las parcelas seleccionadas en cada tipo de ecosistema, se presenta la vista en planta con su correspondiente leyenda, que relaciona las especies con las formas de sus copas.

Figura 5-9 Perfil de vegetación del Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

5.1.2.1.5.1.5.2 Posición sociológica (PS)

La altura del componente arbóreo en los bosques fragmentado con vegetación secundaria del Ob-A alcanzó los 16 metros. El substrato inferior estuvo constituido por categorías de altura menores a 7 metros donde se encuentra el 47,79% del total de individuos; el substrato medio, con alturas entre los 7 y 11,5 metros, concentra el 14,18% de los individuos y el superior presenta el 11,03%. Para cada substrato se asignó un valor fitosociológico obtenido de dividir el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies.

Como se observa en la Tabla 5-11, se destaca la especie *Guazuma ulmifolia*, con el valor más alto en cuanto a la posición sociológica absoluta, dominando los estratos medio e inferior; a este valor de posición sociológica le sigue la especie *Machaerium biovulatum* que se ubica en los tres estratos, presentando un estructura vertical continua, lo cual asegundo su permanencia en la estructura y composición en este ecosistema.

Otras especies cuya distribución vertical es continua son: *Albizia carbonaria* y *Pseudosamanea guachapele*, Por el contrario, *Ceiba pentandra* solo tiene presencia en el substrato superior con un individuo, esta especies tienen una dudosa presencia en la etapa climácica, a excepción de aquellas que por sus características propias no pasan del piso inferior.

Tabla 5-11 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes

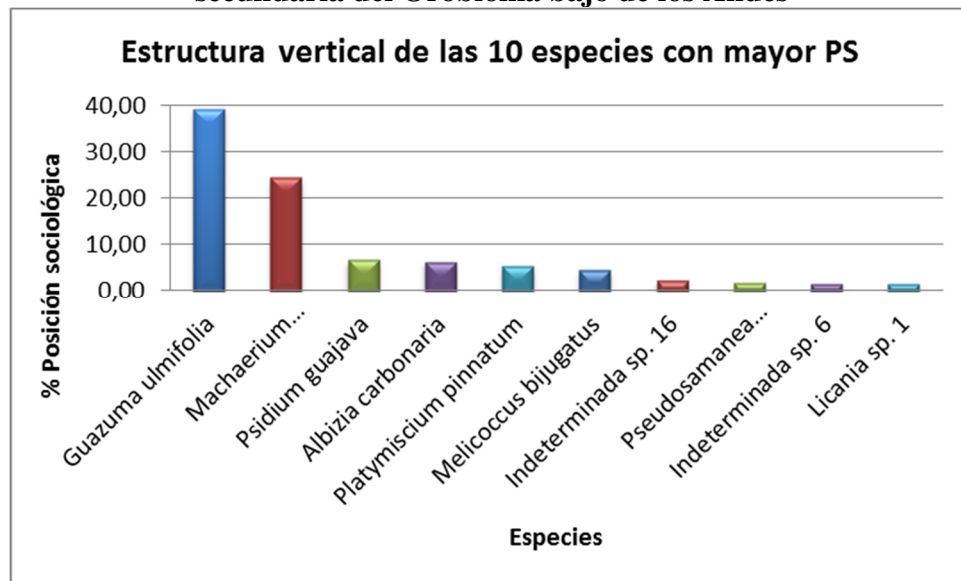
Especies	Sub-Estrato Inferior 2,5 - 7 m		Sub-Estrato Medio 7 – 11,5 m		Sub-Estrato Superior >11,5 m		PS _{abs}	PS _r	Nº/ha
	nº/ha	Vfi	nº/ha	VFm	nº/ha	VF _s			
<i>Albizia carbonaria</i>	2	0,01	6	0,04	1	0,01	3,54	6,34	9
<i>Ceiba pentandra</i>	0	0,00	0	0,00	1	0,01	0,11	0,20	1
<i>Crescentia cujete</i>	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0,48	0,86	1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	20	0,15	28	0,21	8	0,06	21,97	39,39	56
<i>Gyrocarpus americanus</i>	1	0,01	0	0,00	1	0,01	0,59	1,05	2
Indeterminada sp. 16	0	0,00	3	0,02	1	0,01	1,35	2,41	4
Indeterminada sp. 6	2	0,01	0	0,00	0	0,00	0,96	1,71	2
<i>Licania</i> sp. 1	2	0,01	0	0,00	0	0,00	0,96	1,71	2
<i>Machaerium biovulatum</i>	24	0,18	5	0,04	1	0,01	13,64	24,45	30
<i>Melicoccus bijugatus</i>	1	0,01	5	0,04	0	0,00	2,54	4,55	6
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0,48	0,86	1
<i>Platymiscium pinnatum</i>	3	0,02	4	0,03	0	0,00	3,08	5,52	7
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0	0,00	2	0,01	2	0,01	1,04	1,87	4
<i>Psidium guajava</i>	8	0,06	0	0,00	0	0,00	3,82	6,85	8

Especies	Sub-Estrato Inferior 2,5 - 7 m		Sub-Estrato Medio 7 – 11,5 m		Sub-Estrato Superior >11,5 m		PS _{abs}	PS _r	N°/ha
<i>Tabebuia rosea</i>	0	0,00	1	0,01	0	0,00	0,41	0,74	1
<i>Trichilia martiana</i>	0	0,00	1	0,01	0	0,00	0,41	0,74	1
<i>Zygia sp. 1</i>	0	0,00	1	0,01	0	0,00	0,41	0,74	1
Total	65	0,48	56	0,41	15	0,11	55,78	100	136

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La Figura 5-10 muestra que la especie con mayor porcentaje de valor sociológico es *G. ulmifolia* con el 39,39%, seguida por *M. biovulatum* con 24,45%. Las especies restantes presentan porcentajes menores de 6,85%; lo que permite deducir, que las especies tienden a disminuir en este tipo de ecosistema, ya sea por su adaptabilidad al ecosistema o las afectaciones antrópicas del área de estudio.

Figura 5-10 Estructura vertical por especie en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes



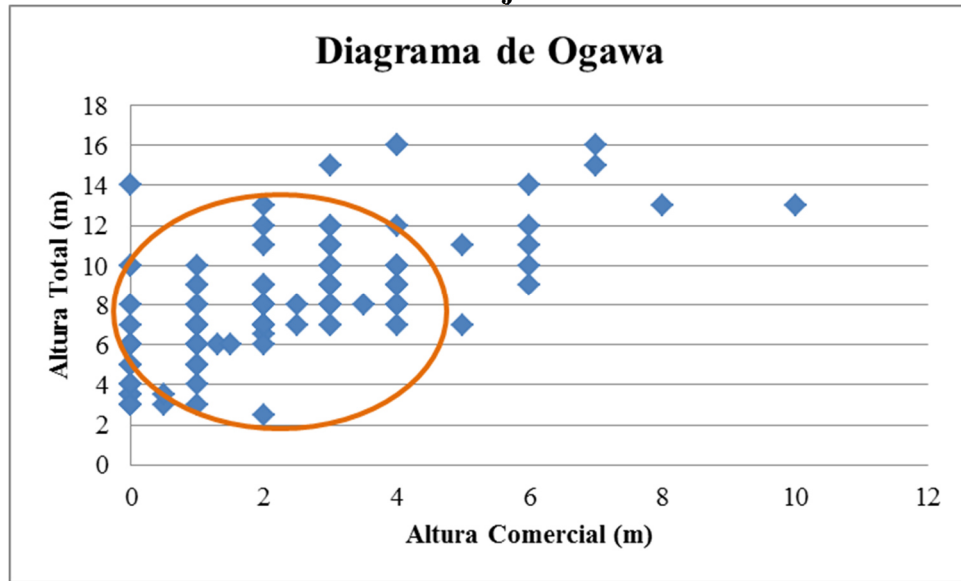
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.1.5.3 Estratos de Ogawa

El diagrama de Ogawa permite establecer que la mayoría de los individuos registrados para el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Ob-A, se encuentran agrupados entre los 2 y 11 metros aprox., con alturas comerciales máximas de 4 metros; presentando unos pocos individuos en el estrato superior como puntos aislados de especies como *Guazuma ulmifolia*, *Ceiba pentandra*, *Machaerium biovulatum*, *Albizia carbonaria* o *Pseudosamanea guachapele* que alcanzan alturas de 16 metros; lo que indica que estos boques han sido

altamente afectados por la extracción de madera y la antropización para fincas de recreo en el área de estudio. (Ver Figura 5-11).

Figura 5-11 Diagrama de Ogawa en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Oroboma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016,

5.1.2.1.5.1.1.6 Estructura total o dinámica

Los individuos registrados en este ecosistema se encuentran distribuidos en nueve clases diamétricas, en donde el mayor diámetro a la altura del pecho (DAP) no supera los 70,35 cm. La Tabla 5-12 muestra las diferentes clases diamétricas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

Tabla 5-12 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Oroboma bajo de los Andes

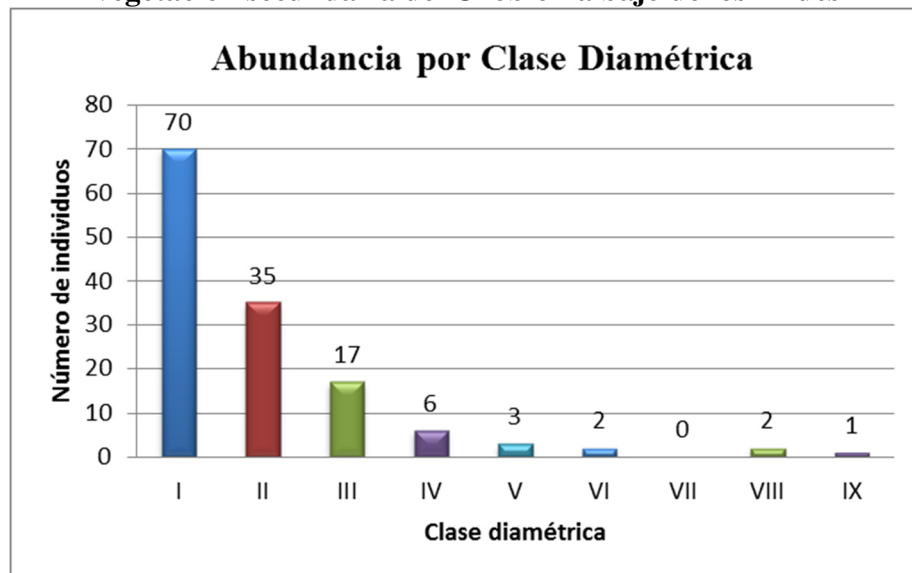
Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial (m3)	Volumen Total (m3)	
I	10,22 - 16,90	70	51,47	1,24	4,58	1,00
II	16,90 - 23,58	35	25,74	2,60	7,66	1,22
III	23,58 - 30,36	17	12,50	1,67	6,39	0,86
IV	30,36 -36,94	6	4,41	0,78	3,50	0,55
V	36,94 - 43,62	3	2,21	0,57	2,64	0,39
VI	43,62 - 50,29	2	1,47	1,45	2,50	0,34
VII	50,29 - 56,98	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Clase	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal
VIII	56,98 - 63,67	2	1,47	1,27	6,17	0,61
IX	63,67 - 70,35	1	0,74	0,82	4,08	0,39
Total		136	100	10,40	37,53	5,36

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Como se puede observar en la Figura 5-12, la distribución por clases diamétricas indica una disminución continua del número de árboles a medida que aumenta el diámetro, tomando la curva en forma de J invertida; así, la mayor cantidad de individuos (70) se concentra en la categoría diamétrica de 10,22 a 16,90 cm. Por otro lado, se evidencia la ausencia de individuos en la Clase V, y una cantidad disminuida desde los 30,36 cm de diámetro (clase IV), indicado intervención antrópica y tala selectiva, por consiguiente, a medida que disminuye la riqueza de especies, las especies más frecuentes se convierten en dominantes, para el caso, *Machaerium biovulatum* y *Guazuma ulmifolia* son las especies más abundantes en las clases I y II, presentándose en la mayoría de categorías.

Figura 5-12 Abundancia por clase diamétrica en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.1.6.1 Cálculo del área basal

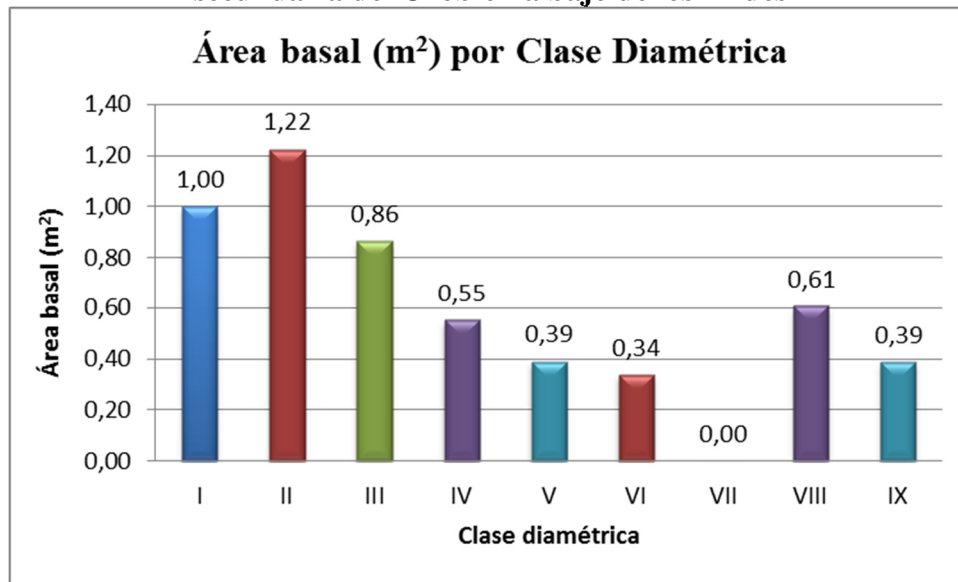
El área basal del Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Ob-A fue de 5,36 m² en 0,4 ha, considerándose bajo probablemente por el alto grado de intervenciones antrópicas que sufre dicho bosque al estar en los límites de pastizales destinados al pastoreo de ganado vacuno, lo que se refleja en su bajo número de individuos totales.

El mayor área lo reporta la clase diamétrica II con 1,22 m², seguida por la clase diamétrica I con 1 m², donde se encuentran individuos con diámetros entre los 10,22 y 23,58 cm; entre las especies que más contribuyen con este valor se encuentran *Guazuma ulmifolia* y *Machaerium biovulatum*.

Por el contrario, la clase diamétrica VII (50,29 a 56,98 cm) no aporta en área basal por la ausencia de individuos y el menor valor se presenta en fustales con diámetros entre 43,64 y 50,29 cm, donde de encuentran las especies *Ceibapentandra* y *Pseudosamanea guachapele*.

La Figura 5-13 muestra la distribución del área basal por clase diamétrica.

Figura 5-13 Área basal por clase diamétrica en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes



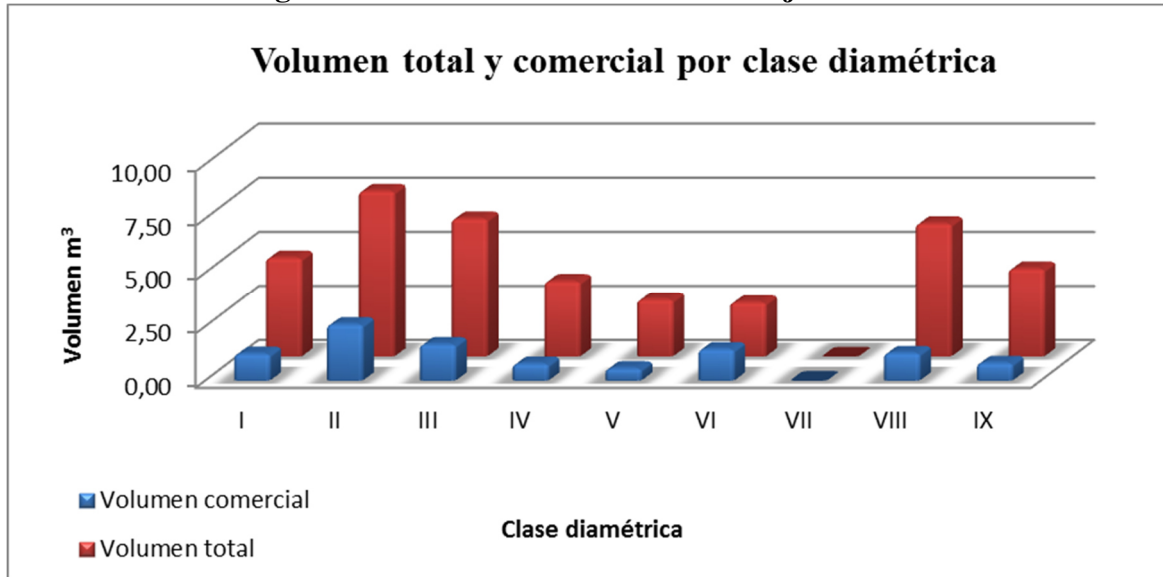
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.6.2 Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial hallado para un área de 0,4 ha fue de 37,53 m³ y 10,40 m³ respectivamente, donde la distribución del volumen presenta un comportamiento semejante al del área basal.

El mayor volumen se presenta en la Clase II con un valor de 7,66 m³, disminuye a 6,39 m³ en la Clase III y vuelve a incrementa hasta la Clase VIII con 6,17 m³. El volumen comercial, aun que se distribuye entre las clases de igual forma que el volumen total, presenta una marcada diferencia a este, debido a la ramificación a baja altura que presenta la mayoría de los individuos. (Ver Figura 5-14).

Figura 5-14 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.1.7 Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad evaluados para los individuos de DAP >10 cm censados en los cuatro levantamientos, donde se encontraron 136 individuos pertenecientes a 17 especies, se evaluaron por medio de los índices de Shannon Wiener, Margalef, Menhinick, En la Tabla 5-13, se pueden ver los resultados obtenidos para el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Ob-A.



Tabla 5-13 Índices de diversidad en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes

Índice de Shannon -Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
1,95	3,26	1,46

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

El índice de equidad de Shannon busca medir la abundancia proporcional de las especies tomando valores de cero (poco diversa) y cinco (áreas diversas); con lo cual se puede inferir, a partir de los resultados, con un índice de 1,95, que la cobertura presenta una diversidad baja.

Por su parte, el índice de Margalef estima la diversidad de la comunidad en función del número de individuos, los valores inferiores a 2 indican baja diversidad y superiores a 5

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

alta; para este índice se obtuvo un valor de 3,26 indicando una riqueza de especies media, siendo ratificado por el índice de Menhinick al toma un valor de 1,46 indicando una muybajadiversidad, ya que el valor máximo que podría tomar la muestra de este ecosistema es de 11,66.

5.1.2.1.5.1.1.8 Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que, de las 17 especies, el 47,06% (8 especies), tienen tendencia al agrupamiento y el 47,06% (8 especies) son especies dispersas; solo *Psidium guajava* se presenta como una especie agrupada, con un valor de agregación de 7,90. (Ver Tabla 5-14).

Tabla 5-14 Grado de agregación en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Albizia carbonaria</i>	0,13	0,23	1,68
<i>Ceiba pentandra</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Crescentia cujete</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,80g	1,40	1,75
<i>Gyrocarpus americanus</i>	0,05	0,05	0,97
Indeterminada sp.16	0,08	0,10	1,28
Indeterminada sp. 6	0,03	0,05	1,97
<i>Licania</i> sp. 1	0,03	0,05	1,97
<i>Machaerium biovulatum</i>	0,39	0,75	1,91
<i>Melicoccus bijugatus</i>	0,11	0,15	1,42
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,11	0,18	1,66
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,11	0,10	0,95
<i>Psidium guajava</i>	0,03	0,20	7,90
<i>Tabebuia rosea</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Trichilia martiana</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Zygia</i> sp. 1	0,03	0,03	0,99

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.1.9 Regeneración natural

El estudio de la Regeneración Natural de este ecosistema se realizó en 8 subparcelas de las 4 parcelas de fustales, es decir 8 subparcelas de 25 m² para latizales y 8 subparcelas de 4 m²

para brinzales y renuevos.

El levantamiento de esta información permitió evaluar las condiciones en las que se encuentra el estado sucesional de las principales especies presentes en el área. Teniendo en cuenta que del conocimiento de la estructura y dinámica de las jóvenes plántulas dependerá el futuro de la masa forestal.

5.1.2.1.5.1.1.9.1 Composición florística

En la regeneración natural del Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Ob-A se registraron 149 individuos de 14 especies correspondientes a 11 familias. Los parámetros de regeneración natural se encuentran en la Tabla 5-15.

Tabla 5-15 Parámetros de Regeneración natural en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		R	R%	B	B%	E	E%	Reg Nat %
	Ab	Ar%	Fa	Fr%							
<i>Machaerium biovulatum</i>	35	23,49	62,50	20,00	0	0,00	21	14,09	13	8,73	23,03
<i>Psychotria brachiata</i>	17	11,41	25,00	8,00	0	0,00	17	11,41	0	0,00	11,51
<i>Croton mutisianus</i>	22	14,77	25,00	8,00	16	10,74	0	0,00	6	4,03	10,43
<i>Licania</i> sp. 1	14	9,40	25,00	8,00	0	0,00	11	7,38	3	2,01	9,59
<i>Phyllanthus</i> sp. 2	16	10,74	25,00	8,00	5	3,36	1	0,67	10	6,71	8,87
<i>Casearia aculeata</i>	14	9,40	12,50	4,00	7	4,70	5	3,36	2	1,34	7,08
<i>Guazuma ulmifolia</i>	7	4,70	25,00	8,00	0	0,00	6	4,03	1	0,67	6,19
<i>Albizia carbonaria</i>	5	3,36	25,00	8,00	0	0,00	3	2,01	2	1,34	5,03
<i>Platymiscium pinnatum</i>	6	4,03	12,50	4,00	0	0,00	6	4,03	0	0,00	4,45
<i>Zanthoxylum fagara</i>	3	2,01	25,00	8,00	0	0,00	1	0,67	2	1,34	3,99
<i>Malpighia glabra</i>	5	3,36	12,50	4,00	0	0,00	0	0,00	5	3,36	3,34
<i>Zygia</i> sp. 1	3	2,01	12,50	4,00	0	0,00	3	2,01	0	0,00	2,89
<i>Cecropia angustifolia</i>	1	0,67	12,50	4,00	0	0,00	1	0,67	0	0,00	1,85
Indeterminada sp. 16	1	0,67	12,50	4,00	0	0,00	0	0,00	1	0,67	1,73
Total	149	100	312,50	100	28	18,79	75	50,34	45	30,20	100

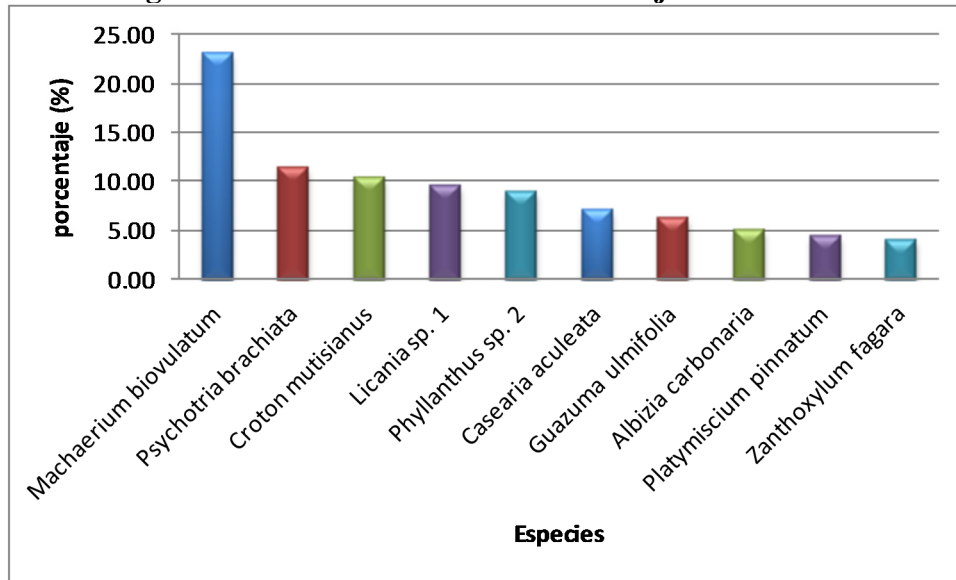
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La mayor contribución a la regeneración del ecosistema es por parte de la categoría de los brinzales con el 50,34% del total de individuos registrados, los establecidos con el 30,20% y los renuevos con 18,79%.

El índice de regeneración señala que la especie más importantes en la regeneración natural es *Machaerium biovulatum*, especie con un importante peso ecológico dentro de los fustales, presente en la mayoría de clases diamétricas. Le siguen, en importancia ecológica de regeneración natural, *Psychotria brachiata* y *Croton mutisianus* indicando que son las especies con mayor éxito dentro del sotobosque, caracterizadas por una buena producción

de semillas suficientes para garantizar ininterrumpidamente su existencia. (Lamprecht, 1990). En la Figura 5-15 se muestra la gráfica de distribución de las diez especies con mayor índice de regeneración natural.

Figura 5-15 Regeneración natural por especie en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016



5.1.2.1.5.1.2 Caracterización vegetal del Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Estos bosques, llamados también riparios o de cañada, se encuentran ubicados en las zonas aledañas a los cursos de agua, desempeñan un papel importante en la preservación del recurso hídrico y estabilización de los cauces, como corredores de dispersión de la biota y como albergues para la fauna en épocas secas, además tienen funciones de protección, conservación, retención de suelos, regulación del ciclo hidrológico y fuente de alimentos para la fauna silvestre.

La caracterización de este ecosistema se realizó por medio de la implementación de 11 parcelas (1,1 ha), en los municipios de: San Jerónimo (veredas El Calvario, Pesquinal, Piedra negra, Mestizal, Quimbayo, San Jerónimo) y Medellín (veredas Urquita y La Sucia).

5.1.2.1.5.1.2.1 Composición Florística

Para el Bosque de galería del Ob-A se registraron 484 individuos, distribuidos en 85 especies, 59 géneros y 30 familias, los cuales incluyen 5 individuos que se encuentran como indeterminados.



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

La familia con mayor abundancia de especies fue Fabaceae con el 22,35% correspondiente a 19 especies / 8 géneros, le siguen en importancia Moraceae (8/3) con el 9,41%; Malvaceae (6/6) con 7,06% y Urticaceae con 7,06% (6/5). Las familias restantes están representadas por 1 a 4 especies con porcentajes de abundancia de 1,18 a 4,71% (VerTabla 5-16).

Tabla 5-16 Composición florística en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Acanthaceae	Trichanthera	<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacedero - Quebra barrigo	33	6,82
Actinidiaceae	Saurauia	<i>Saurauia floccifera</i>	NN	1	0,21
Anacardiaceae	Astronium	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	3	0,62
	Mangifera	<i>Mangifera indica</i>	Mango	3	0,62
	Spondias	<i>Spondias mombin</i>	Hobo	6	1,24
	Toxicodendron	<i>Toxicodendron striatum</i>	Manzanillo	6	1,24
Annonaceae	Annona	<i>Annona reticulata</i>	Anon	8	1,65
		<i>Annona sp. 1</i>	NN	1	0,21
	Guatteria	<i>Guatteria platyphylla</i>	NN	1	0,21
Araliaceae	Dendropanax	<i>Dendropanax arboreus</i>	NN	2	0,41
	Oreopanax	<i>Oreopanax bogotensis</i>	NN	2	0,41
Arecaceae	Aiphanes	<i>Aiphanes horrida</i>	Palma corozo - Corozo rojo	4	0,83
Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba</i>	Resbalamono	3	0,62
Cannabaceae	Trema	<i>Trema micrantha</i>	Surrumbo	21	4,34
Caricaceae	Carica	<i>Carica papaya</i>	Papayo	1	0,21
Chlorantaceae	Hedyosmum	<i>Hedyosmum colombianum</i>	Silvo silvo	1	0,21
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia alata</i>	Chagualo hg.	3	0,62
		<i>Clusia minor</i>	Chagualo hp.	3	0,62
Ericaceae	Cavendishia	<i>Cavendishia pubescens</i>	Uvito	1	0,21
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton hibiscifolius</i>	Zapote de monte	4	0,83
		<i>Croton mutisianus</i>	Drago	29	5,99
Fabaceae	Albizia	<i>Albizia carbonaria</i>	Pezquin	8	1,65
		<i>Albizia sp. 1</i>	NN	2	0,41
	Calliandra	<i>Calliandra pittieri</i>	NN	1	0,21
	Enterolobium	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Piñon - piñon de oreja	7	1,45

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%	
	Erythrina	<i>Erythrina fusca</i>	Bucaro	6	1,24	
	Hymenaea	<i>Hymenaea courbaril</i>	Algarrobo	4	0,83	
	Inga		<i>Inga acreana</i>	Guamo - Guamo churimo	11	2,27
			<i>Inga acrocephala</i>	Guamo	8	1,65
			<i>Inga cocleensis</i>	NN	1	0,21
			<i>Inga coruscans</i>	Guamo	2	0,41
			<i>Inga dwyeri</i>	NN	2	0,41
			<i>Inga edulis</i>	Guamo	1	0,21
			<i>Inga marginata</i>	Guamo - Suribio	6	1,24
			<i>Inga oerstediana</i>	Guamo	3	0,62
			<i>Inga pezizifera</i>	Guamo	1	0,21
			<i>Inga spectabilis</i>	Guamo macho	3	0,62
			<i>Inga vera</i>	Guamo	7	1,45
	Senna	<i>Senna spectabilis</i>	Velero	2	0,41	
	Delonix	<i>Delonix regia</i>	NN	1	0,21	
Indeterminada	Indeterminada	<i>Indeterminada</i> sp. 5	NN	1	0,21	
		<i>Indeterminada</i> sp. 8	NN	3	0,62	
		<i>Indeterminada</i> sp. 16	NN	1	0,21	
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra hihua</i>	Laurel	1	0,21	
		<i>Nectandra</i> sp. 1	Laurel	4	0,83	
	Persea	<i>Persea americana</i>	Aguacate	2	0,41	
		<i>Persea caerulea</i>	Aguacatillo	4	0,83	
		<i>Persea cf. caerulea</i>	NN	3	0,62	
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	4	0,83	
	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	37	7,64	
	Heliocarpus	<i>Heliocarpus americanus</i>	Balso - Balsilla	14	2,89	
	Ochroma	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso	8	1,65	
	Pavonia	<i>Pavonia</i> sp. 1	NN	2	0,41	
	Pseudobombax	<i>Pseudobombax</i> sp. 1	Mano de oso	1	0,21	
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia dodecandra</i>	NN	2	0,41	
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea guidonia</i>	NN	29	5,99	
	Trichilia	<i>Trichilia pallida</i>	NN	5	1,03	
Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum alicastrum</i>	Guaimaro	3	0,62	
		<i>Brosimum utile</i>	NN	2	0,41	
	Ficus	<i>Ficus calimana</i>	Matapalo	1	0,21	
		<i>Ficus dulciaria</i>	NN	1	0,21	

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
		<i>Ficus insipida</i>	NN	5	1,03
		<i>Ficus obtusifolia</i>	NN	1	0,21
		<i>Ficus sp. 1</i>	NN	1	0,21
	Maclura	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	2	0,41
Myrtaceae	Myrcia	<i>Myrcia popayensis</i>	Arrayan	8	1,65
	Syzygium	<i>Syzygium jambos</i>	Pomo	15	3,10
Phyllanthaceae	Phyllanthus	<i>Phyllanthus sp. 3</i>	NN	1	0,21
Piperaceae	Piper	<i>Piper aduncum</i>	NN	4	0,83
Polygonaceae	Triplaris	<i>Triplaris dugandii</i>	Vara santa	3	0,62
Primulaceae	Myrsine	<i>Myrsine coriacea</i>	Espadero	1	0,21
Rubiaceae	Randia	<i>Randia armata</i>	NN	1	0,21
	Warszewiczia	<i>Warszewiczia coccinea</i>	NN	1	0,21
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus limon</i>	Limon Toronja	1	0,21
	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Tachuelo	5	1,03
Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania americana</i>	Mestizo	8	1,65
		<i>Cupania scrobiculata</i>	NN	3	0,62
	Melicoccus	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	2	0,41
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum erianthum</i>	NN	1	0,21
Urticaceae	Boehmeria	<i>Boehmeria caudata</i>	Palo de agua - Comblilla	11	2,27
	Cecropia	<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo	8	1,65
		<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo	21	4,34
	Coussapoa	<i>Coussapoa villosa</i>	NN	20	4,13
	Myriocarpa	<i>Myriocarpa stipitata</i>	NN	8	1,65
	Urera	<i>Urera caracasana</i>	Balsilla	13	2,69
Total				484	100

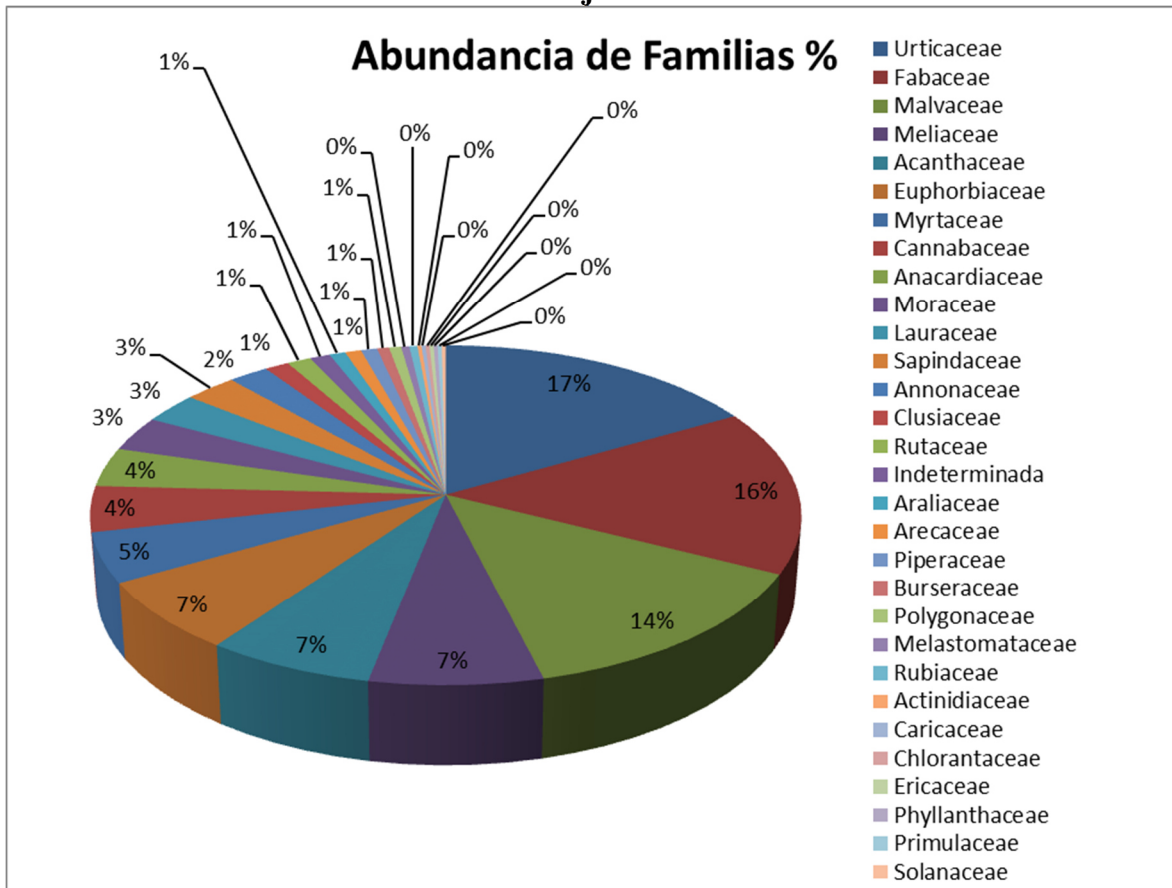
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Las familias más abundantes en este ecosistema fueron Urticaceae con 81 individuos, de especies como *Cecropia angustifolia*, *Coussapoa villosa* y *Urera caracasana*, congregando el 17% del total de registros; seguida por Fabaceae con el 16% (76 individuos) en su mayoría del género *Inga*. La familia Malvaceae concentra el 14% con 66 individuos donde predominan las especies *Guazuma ulmifolia* y *Heliocarpus americanus*.

La Figura 5-16 muestra las familias y porcentaje de abundancia en la caracterización florística de este ecosistema.

Figura 5-16 Abundancia de familias en porcentaje en el Bosque de galería del

Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Dentro de la caracterización florística realizada en este ecosistema, se encontraron dos especie (*Astronium graveolens* e *Hymenaea courbaril*) con restricción a nivel regional según Resolución 10194 del 10 de abril de 2008 de CORANTIOQUIA (ver Tabla 5-17), restringiendo en todo el territorio de jurisdicción de la Corporación el uso y aprovechamiento de las especies que presentan algún grado de riesgo. Además la especie *Hymenaea courbaril* se encuentra reportada en el catálogo nacional de plantas de Colombia en categoría de casi amenazada.

Tabla 5-17 Especies Endémicas, amenazadas o en peligro en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Especie	Nombre común	Categoría de amenaza Nacional o Regional	The IUCN Red List of Threatened Species™
<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	Grado de riesgo Resolución 10194 del 10 de abril de 2008 de CORANTIOQUIA	
<i>Hymenaea courbaril</i>	Algarrobo	Casi Amenazadas (NT)⁴	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.2.2 Estructura horizontal

El Índice de Valor de Importancia demuestra la representatividad de las especies en términos de valores relativos de abundancia, frecuencia y dominancia; permitiendo conocer aquellas especies que tienen el mayor peso ecológico en la comunidad vegetal de un ecosistema.



En este sentido, en el componente arbóreo del Bosque de galería del Ob-A, *Trichanthera gigantea* presenta altos valores en abundante, frecuencia y dominancia aportando el 22,54% del valor del índice, con lo cual es la especie de mayor importancia ecológica para este ecosistema (Tabla 5-18); en segundo lugar, y con un IVI de 21,38% se encuentra *Guazuma ulmifolia*, lo cual es de esperarse al ser las especies más abundantes de la cobertura.

Tabla 5-18 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Aiphanes horrida</i>	4	0,83	3,64	1,29	0,04	0,11	2,22
<i>Albizia carbonaria</i>	8	1,65	5,45	1,94	0,54	1,42	5,00
<i>Albizia sp. 1</i>	2	0,41	0,91	0,32	0,05	0,12	0,86
<i>Annona reticulata</i>	8	1,65	4,55	1,61	0,61	1,59	4,86
<i>Annona sp. 1</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,03	0,09	0,61
<i>Astronium graveolens</i>	3	0,62	1,82	0,65	0,21	0,55	1,82
<i>Boehmeria caudata</i>	11	2,27	4,55	1,61	0,20	0,52	4,41
<i>Brosimum alicastrum</i>	3	0,62	2,73	0,97	0,07	0,18	1,77
<i>Brosimum utile</i>	2	0,41	1,82	0,65	0,02	0,06	1,12
<i>Bursera simaruba</i>	3	0,62	1,82	0,65	0,04	0,12	1,38
<i>Calliandra pittieri</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,06	0,15	0,68
<i>Carica papaya</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,04	0,11	0,64

⁴<http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/>

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
<i>Cavendishia pubescens</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,09	0,25	0,78
<i>Cecropia angustifolia</i>	8	1,65	5,45	1,94	0,45	1,18	4,77
<i>Cecropia peltata</i>	21	4,34	13,64	4,84	0,58	1,52	10,69
<i>Ceiba pentandra</i>	4	0,83	3,64	1,29	0,40	1,06	3,18
<i>Citrus limon</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,01	0,02	0,55
<i>Clusia alata</i>	3	0,62	1,82	0,65	0,12	0,32	1,58
<i>Clusia minor</i>	3	0,62	0,91	0,32	0,14	0,37	1,31
<i>Coussapoa villosa</i>	20	4,13	5,45	1,94	1,17	3,07	9,14
<i>Croton hibiscifolius</i>	4	0,83	3,64	1,29	0,04	0,12	2,23
<i>Croton mutisianus</i>	29	5,99	15,45	5,48	0,86	2,26	13,73
<i>Cupania americana</i>	8	1,65	6,36	2,26	0,97	2,54	6,45
<i>Cupania scrobiculata</i>	3	0,62	0,91	0,32	0,30	0,78	1,73
<i>Delonix regia</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,05	0,14	0,67
<i>Dendropanax arboreus</i>	2	0,41	0,91	0,32	0,46	1,20	1,93
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	7	1,45	6,36	2,26	5,36	14,05	17,76
<i>Erythrina fusca</i>	6	1,24	4,55	1,61	1,87	4,90	7,75
<i>Ficus calimana</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,01	0,02	0,55
<i>Ficus dulciaria</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,41	1,08	1,60
<i>Ficus insipida</i>	5	1,03	3,64	1,29	2,33	6,10	8,42
<i>Ficus obtusifolia</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,01	0,02	0,55
<i>Ficus sp. 1</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,01	0,04	0,56
<i>Guarea guidonia</i>	29	5,99	16,36	5,81	2,00	5,24	17,04
<i>Guatteria platyphylla</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,09	0,23	0,76
<i>Guazuma ulmifolia</i>	37	7,64	14,55	5,16	3,27	8,57	21,38
<i>Hedyosmum colombianum</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,05	0,14	0,67
<i>Heliocarpus americanus</i>	14	2,89	9,09	3,23	0,41	1,07	7,19
<i>Hymenaea courbaril</i>	4	0,83	3,64	1,29	0,59	1,55	3,67
<i>Indeterminada sp. 16</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,01	0,02	0,55
<i>Indeterminada sp. 5</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,01	0,02	0,55
<i>Indeterminada sp. 8</i>	3	0,62	1,82	0,65	0,05	0,13	1,40
<i>Inga acreana</i>	11	2,27	3,64	1,29	0,55	1,45	5,02
<i>Inga acrocephala</i>	8	1,65	6,36	2,26	0,40	1,04	4,95
<i>Inga cocleensis</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,05	0,14	0,67
<i>Inga coruscans</i>	2	0,41	0,91	0,32	0,08	0,21	0,94
<i>Inga dwyeri</i>	2	0,41	0,91	0,32	0,69	1,82	2,55
<i>Inga edulis</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,01	0,03	0,56
<i>Inga marginata</i>	6	1,24	5,45	1,94	0,29	0,76	3,94
<i>Inga oerstediana</i>	3	0,62	1,82	0,65	0,10	0,27	1,54

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
<i>Inga pezizifera</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,01	0,03	0,56
<i>Inga spectabilis</i>	3	0,62	2,73	0,97	0,19	0,50	2,09
<i>Inga vera</i>	7	1,45	4,55	1,61	0,57	1,50	4,56
<i>Maclura tinctoria</i>	2	0,41	1,82	0,65	0,05	0,12	1,18
<i>Mangifera indica</i>	3	0,62	1,82	0,65	0,17	0,44	1,70
<i>Melicoccus bijugatus</i>	2	0,41	1,82	0,65	0,03	0,07	1,13
<i>Miconia dodecandra</i>	2	0,41	1,82	0,65	0,07	0,19	1,24
<i>Myrcia popayensis</i>	8	1,65	5,45	1,94	0,35	0,91	4,50
<i>Myriocarpa stipitata</i>	8	1,65	3,64	1,29	0,27	0,71	3,65
<i>Myrsine coriacea</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,01	0,03	0,56
<i>Nectandra hihua</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,07	0,18	0,71
<i>Nectandra sp. 1</i>	4	0,83	1,82	0,65	0,29	0,75	2,22
<i>Ochroma pyramidale</i>	8	1,65	2,73	0,97	0,36	0,94	3,56
<i>Oreopanax bogotensis</i>	2	0,41	1,82	0,65	0,21	0,54	1,60
<i>Pavonia sp. 1</i>	2	0,41	1,82	0,65	0,76	1,99	3,05
<i>Persea americana</i>	2	0,41	1,82	0,65	0,07	0,19	1,25
<i>Persea caerulea</i>	4	0,83	3,64	1,29	0,38	1,00	3,12
<i>Persea cf. caerulea</i>	3	0,62	0,91	0,32	0,14	0,36	1,30
<i>Phyllanthus sp. 3</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,02	0,05	0,58
<i>Piper aduncum</i>	4	0,83	3,64	1,29	0,04	0,09	2,21
<i>Pseudobombax sp. 1</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,08	0,22	0,75
<i>Randia armata</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,01	0,03	0,56
<i>Saurauia floccifera</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,09	0,22	0,75
<i>Senna spectabilis</i>	2	0,41	1,82	0,65	0,08	0,21	1,27
<i>Solanum erianthum</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,01	0,02	0,55
<i>Spondias mombin</i>	6	1,24	2,73	0,97	0,91	2,39	4,60
<i>Syzygium jambos</i>	15	3,10	6,36	2,26	0,69	1,81	7,17
<i>Toxicodendron striatum</i>	6	1,24	3,64	1,29	0,16	0,42	2,95
<i>Trema micrantha</i>	21	4,34	10,00	3,55	0,54	1,41	9,30
<i>Trichanthera gigantea</i>	33	6,82	12,73	4,52	4,27	11,20	22,54
<i>Trichilia pallida</i>	5	1,03	4,55	1,61	0,11	0,29	2,93
<i>Triplaris dugandii</i>	3	0,62	0,91	0,32	0,22	0,58	1,52
<i>Urera caracasana</i>	13	2,69	5,45	1,94	0,49	1,29	5,91
<i>Warszewiczia coccinea</i>	1	0,21	0,91	0,32	0,10	0,27	0,80
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	5	1,03	4,55	1,61	0,11	0,30	2,95
Total	484	100	281,82	100	38,13	100	300

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

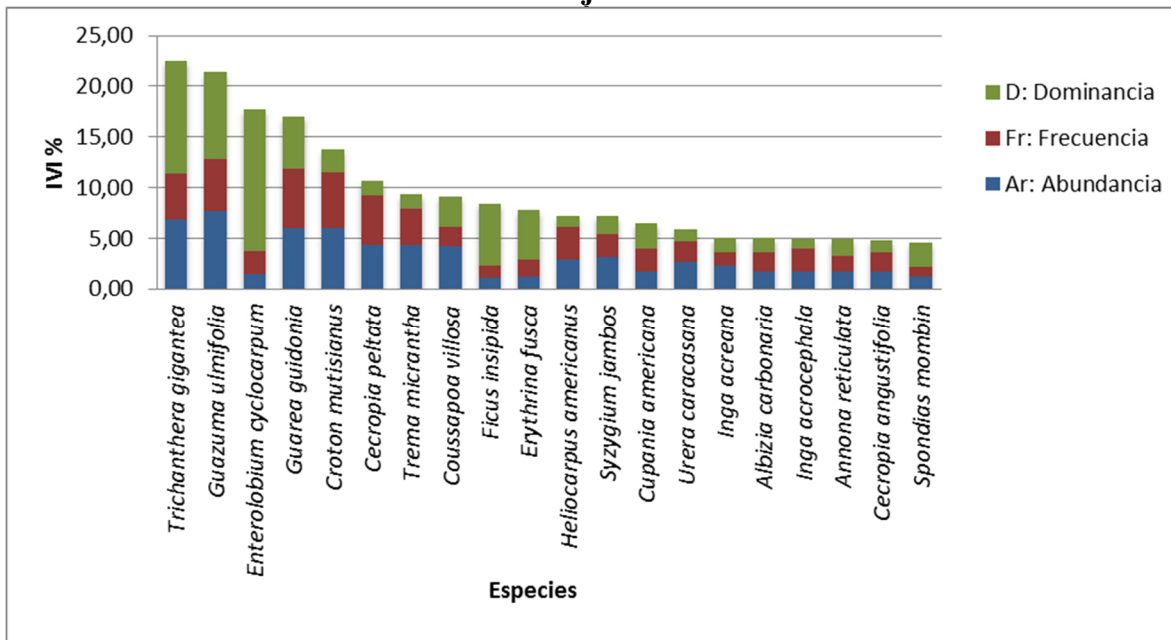
En la

Figura 5-17 se pueden observar las 20 especies con valores más altos de IVI, destacándose la especie *Enterolobium cyclocarpum* al presentar una marcada dominancia con respecto a las otras especies, gracias a individuos de diámetros que alcanzan los 105,68 cm.

También se destacan especies como: *Trichanthera gigantea*, *Guazuma ulmifolia*, *Guárea guidonia* y *Cecropia peltata*; las cuales son especies de bordes de quebradas que tienden a presentar un patrón de distribución gregaria, en este caso de amplia distribución espacial.

En términos de conservación, estos bosques son relictos de la vegetación original de la región que presentan alta alteración, sin embargo cumplen con una importante función ecológica para la protección de cauces ante la agresiva transformación, estos relictos de vegetación natural sirven como corredores biológicos para las especies de fauna y hacen parte de los ecosistemas naturales que contienen parte de la biodiversidad de la región.

Figura 5-17 Índice de valor de importancia por especie en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.2.3 Cociente de mezcla (CM)

El coeficiente de mezcla permite determinar la relación existente entre número de individuos y número de especies halladas en campo, relacionando el número total de especies versus el número total de individuos (ver Tabla 5-19), para el Bosque de galería del Ob-A este valor es de 0,18, lo cual indica una comunidad con tendencia a la homogeneidad; dentro del ecosistema es necesario muestrear 6 individuos para encontrar

una nueva especie.

Tabla 5-19 Cociente de Mezcla para para en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Coefficiente de mezcla	Tendencia
85	484	0,18	Tendencia a la homogeneidad

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.2.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie en la cobertura. En este caso se analizaron los estratos arbóreos del Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes, dividiéndolos en tres substratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa, de este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

5.1.2.1.5.1.2.5 Estructura altimétrica

La Tabla 5-10 muestra la relación de individuos pertenecientes a cada rango, para Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes, los cuales se encuentran distribuidos en diez clases altimétricas.

Tabla 5-20 Distribución del número de individuos por clase de altura. Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

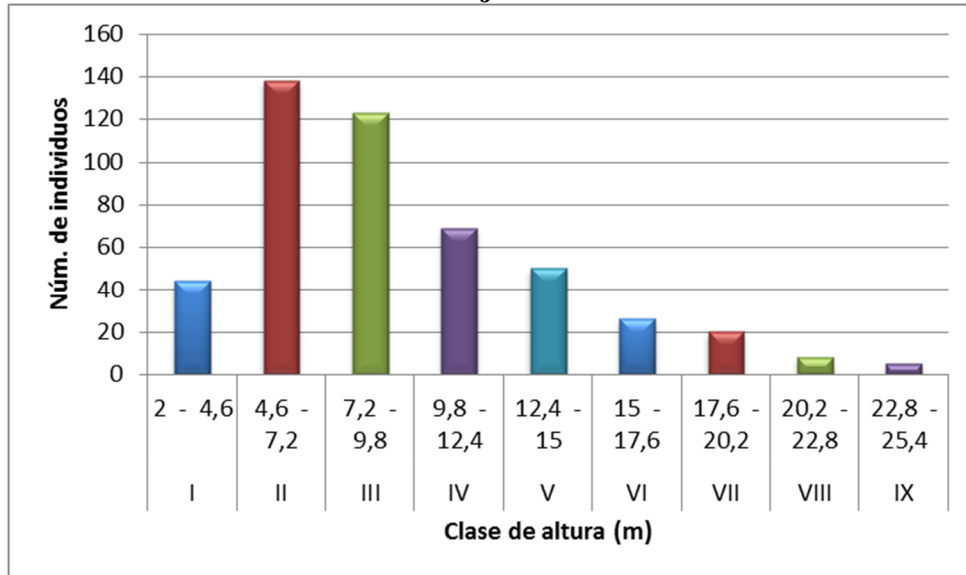
Clase	Rango (m)	Núm. Individuos
I	2 - 4,6	44
II	4,6 - 7,2	138
III	7,2 - 9,8	123
IV	9,8 - 12,4	69
V	12,4 - 15	5
VI	15 - 17,6	50
VII	17,6 - 20,2	26
VIII	20,2 - 22,8	20
IX	22,8 - 25,4	8
X	25,4 - 28	1
Total		484

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Como se observa en la Figura 5-8 la distribución de alturas para este ecosistema se presenta de forma normal, donde los individuos registrados en este ecosistema se encuentran agrupados principalmente en las clases II y III concentrando el 54% del total, con 138 y 123

individuos respectivamente;disminuyendo posteriormente hasta las clases superiores.

Figura 5-18 Distribución de individuos por clase de altura. Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



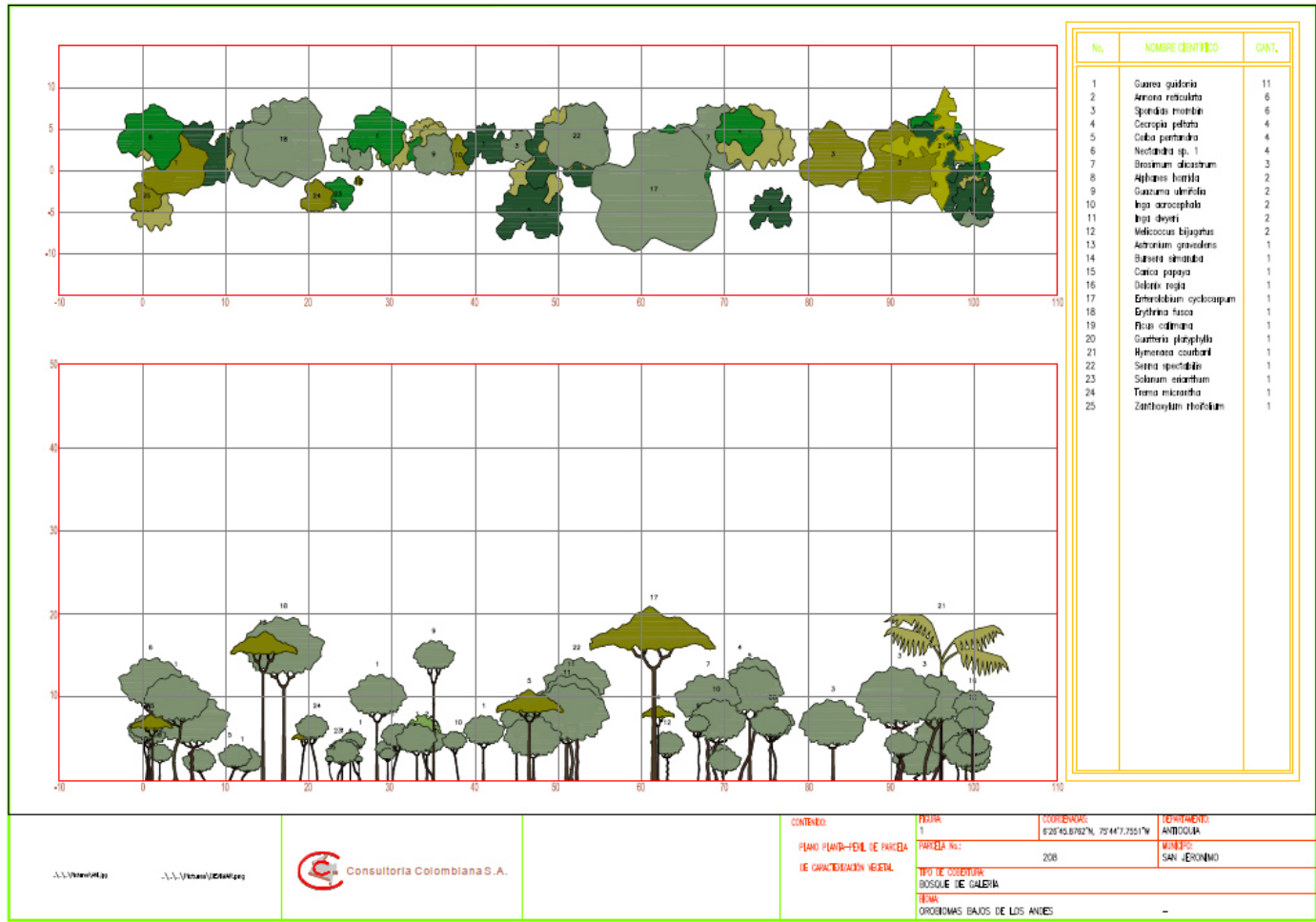
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.2.5.1 Perfil

La Figura 5-19 muestra el perfil de vegetación generado a partir de una de las parcelas de muestreo de 0,1 ha (100 metros de largo y 10 metros de ancho) establecidas para la caracterización de este ecosistema (este perfil se encuentra en el Anexo H5, Perfiles de vegetación).

En este perfil se puede observar una estructura vertical mucho más alta que el Bosque fragmentado, sin embargo menos homogénea, con elementos emergentes de gran porte representados por especies como *Albizia carbonaria*, *Ochroma pyramidale*, *Ficus dulciaria*, *Ficus insípida* o *Persea caerulea*.

Figura 5-19 Perfil de vegetación Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.2.5.2 Posición sociológica (PS)

La altura del componente arbóreo en los bosques de galería del Ob-A se registro entre los 2 y 28 metros. El subestrato superior estuvo constituido por categorías de alturas inferiores a 10,67 metros congregando el 68,39% del total de individuos (20); mientras que el subestrato medio abarca el 27,48% de los individuos (133), con alturas entre los 10,67 y 19,33 metros; por su parte el sub-estrato superior reunio el 4,13% de los individuos con alturas mayores a 10,67 metros (20 individuos). Para cada sub-estrato se asignó un valor fitosociológico obtenido de dividir el número de individuos en el subestrato por el número total de individuos de todas las especies. Ver Tabla 5-21.

De acuerdo con lo anterior, se destaca la especie *Guazuma ulmifolia* con el valor más alto en cuanto a la posición sociológica absoluta, dominando el sub-estrato inferior y sin presencia en el superior. A este valor de posición sociológica le sigue la especie *Trichanthera gigantea*, presente, en su mayoría, en el subestrato inferior y con un solo individuo en el subestrato medio.

Las únicas especies que se presentan en todos los sub estratos son: *Croton mutisianus*, *Inga acreana*, *Ochroma pyramidale*, *Erythrina fusca*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Persea caerulea*, garantizando su lugar en la estructura y composición de este ecosistema.

Por el contrario, la especie *Ficus dulciarias* solo tiene presencia en el subestrato superior con un individuo, estas especies tienen una dudosa presencia en la etapa climácica, a excepción de aquellas que por sus características propias no pasan del piso inferior.

Tabla 5-21 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Bosque de galería del Oroboma bajo de los Andes

Especies	Sub-Estrato Inferior <10,67 m		Sub-Estrato Medio 10,67 – 19,33 m		Sub-Estrato Superior >19,33 m		PS _{abs}	PS _r	N°/ha
	n°/ha	Vfi	n°/ha	VFm	n°/ha	VF _s			
<i>Aiphanes horrida</i>	4	0,01	0	0,00	0	0	2,74	1,04	4
<i>Albizia carbonaria</i>	0	0,00	3	0,01	5	0,01	1,03	0,39	8
<i>Albizia</i> sp. 1	2	0,00	0	0,00	0	0	1,37	0,52	2
<i>Annona reticulata</i>	8	0,02	0	0,00	0	0	5,47	2,07	8
<i>Annona</i> sp. 1	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1
<i>Astronium graveolens</i>	1	0,00	2	0,00	0	0	1,23	0,47	3
<i>Boehmeria caudata</i>	11	0,02	0	0,00	0	0	7,52	2,85	11
<i>Brosimum alicastrum</i>	2	0,00	1	0,00	0	0	1,64	0,62	3
<i>Brosimum utile</i>	2	0,00	0	0,00	0	0	1,37	0,52	2
<i>Bursera simaruba</i>	3	0,01	0	0,00	0	0	2,05	0,78	3
<i>Calliandra pittieri</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1

Especies	Sub-Estrato Inferior <10,67 m		Sub-Estrato Medio 10,67 – 19,33 m		Sub-Estrato Superior >19,33 m		PS _{abs}	PS _r	Nº/ha
<i>Carica papaya</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1
<i>Cavendishia pubescens</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1
<i>Cecropia angustifolia</i>	5	0,01	3	0,01	0	0	4,24	1,61	8
<i>Cecropia peltata</i>	14	0,03	7	0,01	0	0	11,50	4,36	21
<i>Ceiba pentandra</i>	2	0,00	2	0,00	0	0	1,92	0,73	4
<i>Citrus limon</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1
<i>Clusia alata</i>	0	0,00	3	0,01	0	0	0,82	0,31	3
<i>Clusia minor</i>	3	0,01	0	0,00	0	0	2,05	0,78	3
<i>Coussapoa villosa</i>	6	0,01	14	0,03	0	0	7,95	3,01	20
<i>Croton hibiscifolius</i>	4	0,01	0	0,00	0	0	2,74	1,04	4
<i>Croton mutisianus</i>	16	0,03	12	0,03	1	0,00	14,28	5,41	29
<i>Cupania americana</i>	8	0,02	0	0,00	0	0	5,47	2,07	8
<i>Cupania scrobiculata</i>	1	0,00	2	0,00	0	0	1,23	0,47	3
<i>Dendropanax arboreus</i>	0	0,00	2	0,00	0	0	0,55	0,21	2
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0,00	2	0,00	4	0,01	1,40	0,53	7
<i>Erythrina fusca</i>	3	0,01	2	0,00	1	0,00	2,64	1	6
<i>Ficus calimana</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1
<i>Ficus dulciaria</i>	0	0,00	0	0,00	1	0,00	0,04	0,02	1
<i>Ficus insipida</i>	0	0,00	2	0,00	3	0,01	0,67	0,26	5
<i>Ficus obtusifolia</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1
<i>Ficus sp. 1</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1
<i>Guarea guidonia</i>	18	0,04	11	0,02	0	0	15,33	5,81	29
<i>Guatteria platyphylla</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	33	0,07	4	0,01	0	0	23,67	8,97	37
<i>Hedyosmum colombianum</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1
<i>Heliocarpus americanus</i>	10	0,02	4	0,01	0	0	7,94	3,01	14
<i>Hymenaea courbaril</i>	0	0,00	2	0,00	2	0,00	0,63	0,24	4
<i>Indeterminada sp. 5</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1
<i>Indeterminada sp. 8</i>	3	0,01	0	0,00	0	0	2,05	0,78	3
<i>Inga acreana</i>	4	0,01	6	0,01	1	0,00	4,43	1,68	11
<i>Inga acrocephala</i>	6	0,01	2	0,00	0	0	4,65	1,76	8
<i>Inga cocleensis</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1
<i>Inga coruscans</i>	0	0,00	2	0,00	0	0	0,55	0,21	2
<i>Inga dwyeri</i>	0	0,00	2	0,00	0	0	0,55	0,21	2
<i>Inga edulis</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1
<i>Inga marginata</i>	5	0,01	1	0,00	0	0	3,69	1,4	6

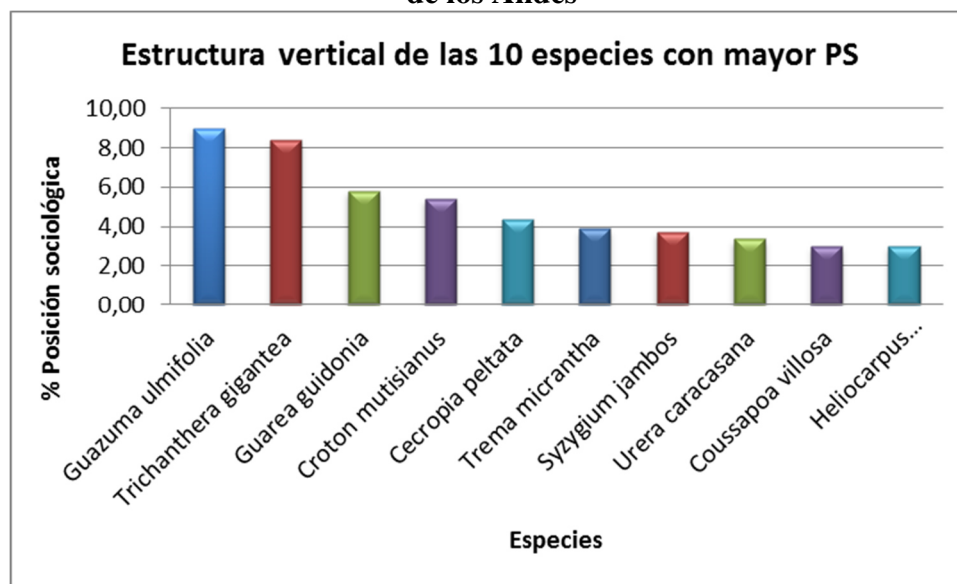
Especies	Sub-Estrato Inferior <10,67 m		Sub-Estrato Medio 10,67 – 19,33 m		Sub-Estrato Superior >19,33 m		PS _{abs}	PS _r	N°/ha
<i>Inga oerstediana</i>	0	0,00	3	0,01	0	0	0,82	0,31	3
<i>Inga pezizifera</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,68	0,26	1
<i>Inga spectabilis</i>	3	0,01	0	0	0	0	2,05	0,78	3
<i>Inga vera</i>	3	0,01	4	0,01	0	0	3,15	1,19	7
<i>Maclura tinctoria</i>	2	0	0	0	0	0	1,37	0,52	2
<i>Mangifera indica</i>	3	0,01	0	0	0	0	2,05	0,78	3
<i>Melicoccus bijugatus</i>	2	0	0	0	0	0	1,37	0,52	2
<i>Miconia dodecandra</i>	1	0	1	0	0	0	0,96	0,36	2
<i>Myrcia popayensis</i>	6	0,01	2	0	0	0	4,65	1,76	8
<i>Myriocarpa stipitata</i>	8	0,02	0	0	0	0	5,47	2,07	8
<i>Nectandra hihua</i>	0	0	1	0	0	0	0,27	0,1	1
<i>Ochroma pyramidale</i>	2	0	5	0,01	1	0	2,78	1,06	8
<i>Oreopanax bogotensis</i>	1	0	1	0	0	0	0,96	0,36	2
<i>Pavonia sp. 1</i>	2	0	0	0	0	0	1,37	0,52	2
<i>Persea americana</i>	1	0	1	0	0	0	0,96	0,36	2
<i>Persea caerulea</i>	1	0	2	0	1	0	1,27	0,48	4
<i>Persea cf. caerulea</i>	3	0,01	0	0	0	0	2,05	0,78	3
<i>Phyllanthus sp. 3</i>	1	0	0	0	0	0	0,68	0,26	1
<i>Piper aduncum</i>	4	0,01	0	0	0	0	2,74	1,04	4
<i>Pseudobombax sp. 1</i>	0	0	1	0	0	0	0,27	0,1	1
<i>Randia armata</i>	1	0	0	0	0	0	0,68	0,26	1
<i>Saurauia floccifera</i>	1	0	0	0	0	0	0,68	0,26	1
<i>Senna spectabilis</i>	1	0	1	0	0	0	0,96	0,36	2
<i>Solanum erianthum</i>	1	0	0	0	0	0	0,68	0,26	1
<i>Spondias mombin</i>	4	0,01	2	0	0	0	3,29	1,25	6
<i>Syzygium jambos</i>	14	0,03	1	0	0	0	9,85	3,73	15
<i>Toxicodendron striatum</i>	3	0,01	3	0,01	0	0	2,88	1,09	6
<i>Trema micrantha</i>	11	0,02	10	0,02	0	0	10,27	3,89	21
<i>Trichanthera gigantea</i>	32	0,07	1	0	0	0	22,16	8,4	33
<i>Trichilia pallida</i>	5	0,01	0	0	0	0	3,42	1,3	5
<i>Triplaris dugandii</i>	3	0,01	0	0	0	0	2,05	0,78	3
<i>Urera caracasana</i>	13	0,03	0	0	0	0	8,89	3,37	13
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	4	0,01	1	0	0	0	3,01	1,14	5
<i>Delonix regia</i>	0	0	1	0	0	0	0,27	0,1	1
<i>Indeterminada sp. 16</i>	1	0	0	0	0	0	0,68	0,26	1
<i>Myrsine coriacea</i>	1	0	0	0	0	0	0,68	0,26	1

Especies	Sub-Estrato Inferior <10,67 m		Sub-Estrato Medio 10,67 – 19,33 m		Sub-Estrato Superior >19,33 m		PS _{abs}	PS _r	N°/ha
<i>Nectandra</i> sp. 1	3	0,01	1	0	0	0	2,33	0,88	4
<i>Warszewiczia coccinea</i>	1	0	0	0	0	0	0,68	0,26	1
Total	331	0,68	133	0,27	20	0,04	263,74	100	484

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Como se observa en la Figura 5-20 la máxima posición sociológica la alcanza la especie *Guazuma ulmifolia* con el 8,97% seguida por *Trichanthera gigantea* con 8,40%. Es de destacar que la mayoría de las especies en la muestra, no alcanzaron el 1% de la posición sociológica, lo que permite deducir, que aquí las especies tienden a disminuir en este tipo de ecosistema, ya sea por su adaptabilidad al ecosistema o las afectaciones antrópicas en área de estudio.

Figura 5-20 Estructura vertical por especie en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

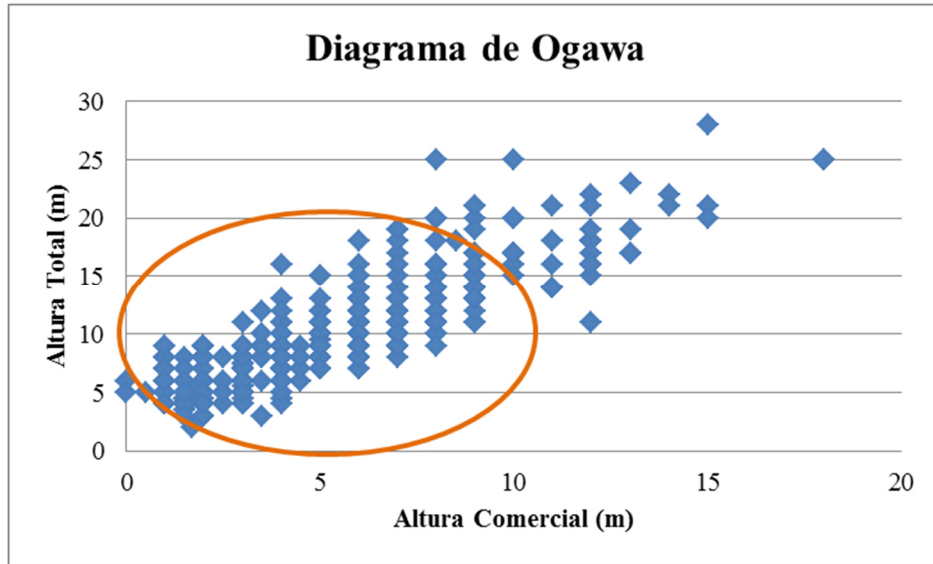


Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.2.5.3 Estratos de Ogawa

Como se puede observar en la Figura 5-21, para este ecosistema se evidencia que los individuos se encuentran concentrados en el estrato inferior y medio, posteriormente se van dispersando hasta el estrato superior, con árboles emergentes de especies como *Albizia carbonaria*, *Ochroma pyramidale*, *Persea caerulea* o *Croton mutisianus* con alturas entre 22 y 28 metros. (Ver Figura 5-21).

Figura 5-21 Diagrama de Ogawa en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.2.6 Estructura total o dinámica

Los individuos registrados en el ecosistema de Bosque de galería del Ob-A, se encuentran distribuidos en diez clases diamétricas, la Tabla 5-22 muestra las diferentes clases diamétricas encontradas con los respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

Tabla 5-22 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³)	
I	10,03 - 19,97	279	57,64	27,29	56,56	8,18
II	19,97 - 29,92	135	27,89	42,75	96,82	11,67
III	29,92 - 39,87	37	7,64	18,76	46,98	4,25
IV	39,87 - 49,82	14	2,89	13,63	26,34	2,67
V	49,82 - 59,76	5	1,03	6,67	12,50	1,15
VI	59,76 - 69,71	2	0,41	3,21	6,90	0,70
VII	69,71 - 79,66	2	0,41	7,21	12,97	0,85
VIII	79,66 - 89,60	4	0,83	12,99	28,12	2,21
IX	89,60 - 99,54	0	0,00	0,00	0,00	0,00
X	99,55 - 109,50	6	1,24	47,74	89,93	6,46
Total		484	100	180,25	377,13	38,13

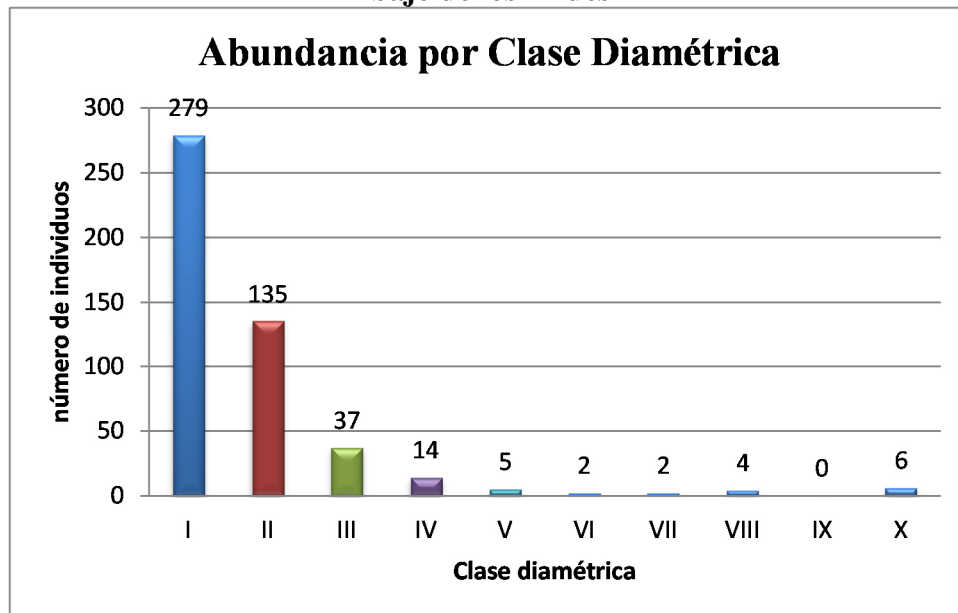
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La distribución por clases diamétricas indica una disminución continua del número de

árboles a medida que aumenta el diámetro, tomando la típica forma de una J invertida. La mayor cantidad de individuos arbóreos se concentra en la clase I y II reunieron el 85,54% del total de fustales; por el contrario, no se registraron individuos entre 89,60 y 99,54 cm, correspondientes a la clase IX. Ver Figura 5-22.

Se puede decir que la estructura diamétrica del bosque de galería muestra que ha sido sometido a procesos de extracción de madera y a la antropización; lo que sin duda está directamente relacionado con la ampliación de la frontera agrícola, ganadera y parcelaciones de recreo de las poblaciones locales, por consecuente a medida que disminuye la riqueza de especies, las especies más frecuentes se convierten en dominantes.

Figura 5-22 Abundancia por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

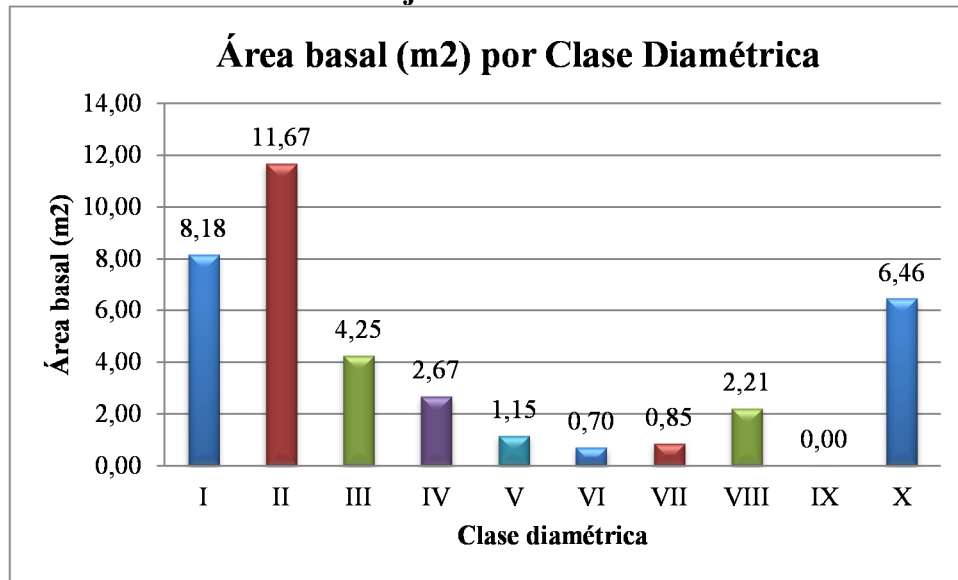
5.1.2.1.5.1.2.6.1 Cálculo del área basal

La principal diferencia en la distribución del área basal por categoría de diámetro se presentó en las tres primeras y última clase diamétrica, donde el Bosque de galería del Ob-A presentó los mayores valores.

El área basal de 1,1 ha es de 38,13 m², encontrándose que el mayor área lo reporta la clase diamétrica II con 11,67 m² (30,61%), seguida por la clase diamétrica I con 8,18 m² (21,44%); las clases diamétricas con el menor valor de área basal son la IX al no registrar individuos arbóreos y la clase VI con 3,21m² que corresponde al 1,84%. (Ver Figura 5-23). Entre las especies que más contribuyen con este valor se encuentra a *Enterolobium cyclocarpum*, al contar con árboles de gran porte, individuos emergentes en el bosque con

diámetros de aprox. un metro y alturas hasta de 21 metros; de igual forma, *Trichanthera gigantea* y *Guazuma ulmifolia* contribuyen en área basal por presentar el mayor número de individuos.

Figura 5-23 Área basal por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



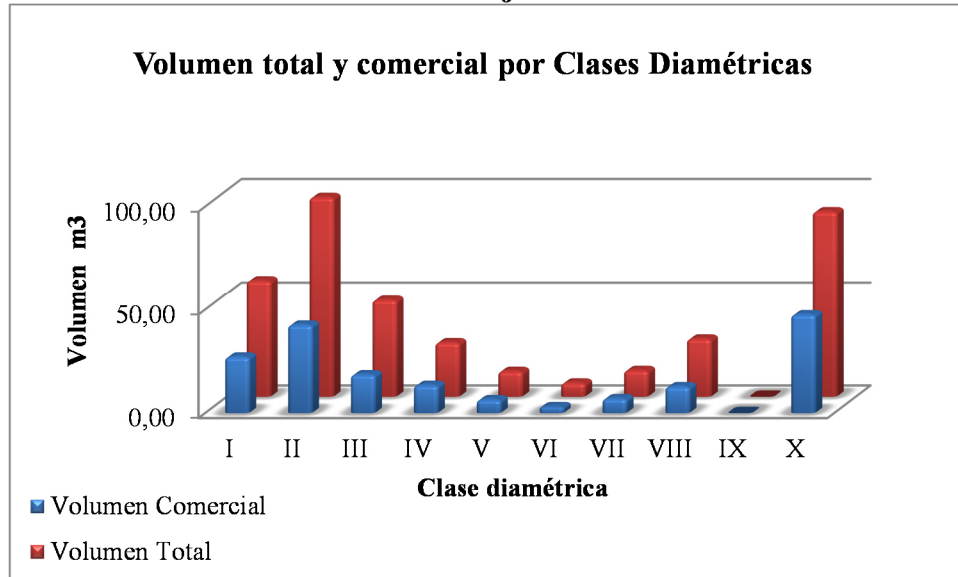
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.2.6.2 Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial encontrado para un área de 1,1 ha fue de 377,13 m³ y 180,25 m³ respectivamente; como se puede observar en la Figura 5-24 se presenta una marcada diferencia entre las alturas totales y comerciales, debido a la baja ramificación en sus individuos.

Para este ecosistema los mayores aportes en volumen los realiza la clase diamétrica II y X, con valores superiores a los 89,93 m³ de volumen total y 42,75 m³ de volumen comercial; por el contrario los menores valores corresponden a la clase VI, con 6,90m³ de volumen total y 3,21 de volumen comercial m³.

Figura 5-24 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.2.7 Índices de diversidad y riqueza

Con el fin de evaluar la riqueza y diversidad que presenta la comunidad vegetal para los individuos de DAP >10 cm censados en los 11 levantamientos, donde se registraron 484 individuos pertenecientes a 85 especies, se hallaron los índices de Shannon Wiener, Margalef y Menhinick. En la Tabla 5-23, se pueden ver los resultados obtenidos para el Bosque de galería del Ob-A.

Tabla 5-23 Índices de diversidad en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Índice de Shannon - Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
3,87	13,59	3,86

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

El índice de Margalef arroja un valor de 13,59, lo que indica que este ecosistema tiene una riqueza de especies alta; concordante con el índice de Menhinick, que reafirma la riqueza de especies del ecosistema de alta a media. Con los resultados de estos índices se puede concluir que a pesar del grado de afectación a este bosque, este tiene una riqueza de especies alta y posee alta biodiversidad.

El índice de Shannon, por su parte presenta un valor de 3,87, indicando que este ecosistema tiene una diversidad representativa, considerando que este índice se evalúa de 1 a 5, donde valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, Sin embargo en este

ecosistemas se observa una dominancia ejercida por las especie *G. ulmifolia* y *Trichanthera gigantea*.

5.1.2.1.5.1.2.8 Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que de las 85 especies registradas, el 23,53% tienen tendencia a la dispersión, el 62,35% de las especies presentan una tendencia al agrupamiento y el restante 14,12% corresponde a especies agrupadas como *Coussapoa villosa*, *Clusia minor*, *Cupania scrobiculata*, *Persea cf*, *Caerulea*, *Triplaris dugandii*, entre otras. (Ver Tabla 5-24).

Tabla 5-24 Grado de agregación en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Aiphanes horrida</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Albizia carbonaria</i>	0,06	0,07	1,30
<i>Albizia sp. 1</i>	0,01	0,02	1,99
<i>Annona reticulata</i>	0,05	0,07	1,56
<i>Annona sp. 1</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Astronium graveolens</i>	0,02	0,03	1,49
<i>Boehmeria caudata</i>	0,05	0,10	2,15
<i>Brosimum alicastrum</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Brosimum utile</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Bursera simaruba</i>	0,02	0,03	1,49
<i>Calliandra pittieri</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Carica papaya</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Cavendishia pubescens</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Cecropia angustifolia</i>	0,06	0,07	1,30
<i>Cecropia peltata</i>	0,15	0,19	1,30
<i>Ceiba pentandra</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Citrus limon</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Clusia alata</i>	0,02	0,03	1,49
<i>Clusia minor</i>	0,01	0,03	2,99
<i>Coussapoa villosa</i>	0,05	0,18	3,91
<i>Croton hibiscifolius</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Croton mutisianus</i>	0,17	0,26	1,57
<i>Cupania americana</i>	0,07	0,07	1,11
<i>Cupania scrobiculata</i>	0,01	0,03	2,99

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Delonix regia</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Dendropanax arboreus</i>	0,01	0,02	1,99
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,07	0,06	0,97
<i>Erythrina fusca</i>	0,05	0,05	1,17
<i>Ficus calimana</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Ficus dulciaria</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Ficus insipida</i>	0,04	0,05	1,23
<i>Ficus obtusifolia</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Ficus sp. 1</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Guarea guidonia</i>	0,18	0,26	1,48
<i>Gutteria platyphylla</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,16	0,34	2,14
<i>Hedyosmum colombianum</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Heliocarpus americanus</i>	0,10	0,13	1,34
<i>Hymenaea courbaril</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Indeterminada sp. 16</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Indeterminada sp. 5</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Indeterminada sp. 8</i>	0,02	0,03	1,49
<i>Inga acreana</i>	0,04	0,10	2,70
<i>Inga acrocephala</i>	0,07	0,07	1,11
<i>Inga cocleensis</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Inga coruscans</i>	0,01	0,02	1,99
<i>Inga dwyeri</i>	0,01	0,02	1,99
<i>Inga edulis</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Inga marginata</i>	0,06	0,05	0,97
<i>Inga oerstediana</i>	0,02	0,03	1,49
<i>Inga pezizifera</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Inga spectabilis</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Inga vera</i>	0,05	0,06	1,37
<i>Maclura tinctoria</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Mangifera indica</i>	0,02	0,03	1,49
<i>Melicoccus bijugatus</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Miconia dodecandra</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Myrcia popayensis</i>	0,06	0,07	1,30
<i>Myriocarpa stipitata</i>	0,04	0,07	1,96
<i>Myrsine coriacea</i>	0,01	0,01	1,00



Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Nectandra hihua</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Nectandra</i> sp. 1	0,02	0,04	1,98
<i>Ochroma pyramidale</i>	0,03	0,07	2,63
<i>Oreopanax bogotensis</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Pavonia</i> sp. 1	0,02	0,02	0,99
<i>Persea americana</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Persea caerulea</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Persea</i> cf. <i>caerulea</i>	0,01	0,03	2,99
<i>Phyllanthus</i> sp. 3	0,01	0,01	1,00
<i>Piper aduncum</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Pseudobombax</i> sp. 1	0,01	0,01	1,00
<i>Randia armata</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Saurauia floccifera</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Senna spectabilis</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Solanum erianthum</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Spondias mombin</i>	0,03	0,05	1,97
<i>Syzygium jambos</i>	0,07	0,14	2,07
<i>Toxicodendron striatum</i>	0,04	0,05	1,47
<i>Trema micrantha</i>	0,11	0,19	1,81
<i>Trichanthera gigantea</i>	0,14	0,30	2,20
<i>Trichilia pallida</i>	0,05	0,05	0,98
<i>Triplaris dugandii</i>	0,01	0,03	2,99
<i>Urera caracasana</i>	0,06	0,12	2,11
<i>Warszewiczia coccinea</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,05	0,05	0,98

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.2.9 Regeneración natural

El estudio de la Regeneración Natural de este ecosistema se realizó en 14 subparcelas de las 11 parcelas de fustales; subparcelas de 25 m² para latizales y subparcelas de 4 m² para brinzales y renewos.

La evaluación de la regeneración natural de un ecosistema, permite identificar las especies con mayor abundancia, frecuencia y su distribución, aspectos importantes para la toma de decisiones sobre los métodos y elección de especies al momento de emplear planes de manejo ambiental en los que se incluyan regeneración, enriquecimiento y reforestación, de tal manera que se garantice no sólo la continuidad de producción de madera comercial sino

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

la estabilidad ecológica.

5.1.2.1.5.1.2.9.1 Composición florística

En la Tabla 5-25 se presenta la distribución de las especies de la muestra de Bosque de galería del Ob-A, donde se registraron 278 individuos de 58 especies correspondientes a 24 familias.

Tabla 5-25 Parámetros de Regeneración natural en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		R	R%	B	B%	E	E%	Reg Nat %
	Ab	Ar%	Fa	Fr%							
<i>Inga marginata</i>	34	12,23	27,27	6,67	24	8,63	3	1,08	7	2,52	9,13
<i>Cupania americana</i>	25	8,99	22,73	5,56	0	0,00	12	4,32	13	4,68	8,18
<i>Melicoccus bijugatus</i>	15	5,40	13,64	3,33	0	0,00	7	2,52	8	2,88	4,91
<i>Endlicheria</i> sp. 1	16	5,76	13,64	3,33	5	1,80	10	3,60	1	0,36	4,71
<i>Boehmeria caudata</i>	13	4,68	13,64	3,33	0	0,00	5	1,80	8	2,88	4,42
<i>Syzygium jambos</i>	12	4,32	18,18	4,44	0	0,00	11	3,96	1	0,36	4,42
<i>Piper aduncum</i>	13	4,68	13,64	3,33	0	0,00	9	3,24	4	1,44	4,35
<i>Trichanthera gigantea</i>	11	3,96	18,18	4,44	0	0,00	2	0,72	9	3,24	4,33
<i>Guarea guidonia</i>	10	3,60	18,18	4,44	0	0,00	5	1,80	5	1,80	4,01
<i>Ochroma pyramidale</i>	12	4,32	4,55	1,11	7	2,52	0	0,00	5	1,80	2,95
<i>Solanum arboreum</i>	7	2,52	13,64	3,33	0	0,00	3	1,08	4	1,44	2,89
<i>Piper aequale</i>	8	2,88	4,55	1,11	2	0,72	0	0,00	6	2,16	2,30
<i>Carludovica palmata</i>	6	2,16	9,09	2,22	0	0,00	5	1,80	1	0,36	2,22
<i>Miconia</i> sp. 3	6	2,16	4,55	1,11	0	0,00	3	1,08	3	1,08	1,89
<i>Myrcia popayensis</i>	6	2,16	4,55	1,11	0	0,00	5	1,80	1	0,36	1,85
<i>Guazuma ulmifolia</i>	5	1,80	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	5	1,80	1,68
<i>Palicourea demissa</i>	3	1,08	9,09	2,22	1	0,36	1	0,36	1	0,36	1,43
<i>Croton mutisianus</i>	4	1,44	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	4	1,44	1,42
<i>Platymiscium pinnatum</i>	4	1,44	4,55	1,11	0	0,00	3	1,08	1	0,36	1,36
<i>Trichilia martiana</i>	4	1,44	4,55	1,11	0	0,00	3	1,08	1	0,36	1,36
<i>Myrcia bracteata</i>	4	1,44	4,55	1,11	0	0,00	4	1,44	0	0,00	1,34
<i>Acalypha diversifolia</i>	4	1,44	4,55	1,11	1	0,36	0	0,00	3	1,08	1,34
<i>Annona reticulata</i>	2	0,72	9,09	2,22	0	0,00	1	0,36	1	0,36	1,25
<i>Inga oerstediana</i>	2	0,72	9,09	2,22	1	0,36	1	0,36	0	0,00	1,17
<i>Brosimum utile</i>	3	1,08	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	3	1,08	1,16
<i>Lauraceae</i> sp. 3	3	1,08	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	3	1,08	1,16
<i>Inga acreana</i>	4	1,44	4,55	1,11	4	1,44	0	0,00	0	0,00	1,09
<i>Warszewiczia coccinea</i>	3	1,08	4,55	1,11	3	1,08	0	0,00	0	0,00	0,91

Especie	Abundancia	Frecuencia	R	R%	B	B%	E	E%	Reg Nat %		
<i>Croton hibiscifolius</i>	2	0,72	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	2	0,72	0,89
<i>Hamelia patens</i>	2	0,72	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	2	0,72	0,89
<i>Indeterminada sp. 15</i>	2	0,72	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	2	0,72	0,89
<i>Myrcia fallax</i>	2	0,72	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	2	0,72	0,89
<i>Randia armata</i>	2	0,72	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	2	0,72	0,89
<i>Trichilia pallida</i>	2	0,72	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	2	0,72	0,89
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2	0,72	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	2	0,72	0,89
<i>Acalypha macrostachya</i>	2	0,72	4,55	1,11	0	0,00	2	0,72	0	0,00	0,86
<i>Trichilia pleeana</i>	2	0,72	4,55	1,11	0	0,00	2	0,72	0	0,00	0,86
<i>Bursera simaruba</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	1	0,36	0,63
<i>Coffea arabica</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	1	0,36	0,63
<i>Cordia protracta</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	1	0,36	0,63
<i>Dialium guianense</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	1	0,36	0,63
<i>Heliocarpus americana</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	1	0,36	0,63
<i>Lauraceae sp. 1</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	1	0,36	0,63
<i>Malpighia glabra</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	1	0,36	0,63
<i>Psychotria brachiata</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	1	0,36	0,63
<i>Chrysophyllum cainito</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	0	0,00	1	0,36	0,63
<i>Astronium graveolens</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	1	0,36	0	0,00	0,61
<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	1	0,36	0	0,00	0,61
<i>Inga dwyeri</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	1	0,36	0	0,00	0,61
<i>Inga spectabilis</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	1	0,36	0	0,00	0,61
<i>Machaerium goudotii</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	1	0,36	0	0,00	0,61
<i>Matayba elegans</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	1	0,36	0	0,00	0,61
<i>Senna bacillaris</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	1	0,36	0	0,00	0,61
<i>Urera caracasana</i>	1	0,36	4,55	1,11	0	0,00	1	0,36	0	0,00	0,61
<i>Cupania scrobiculata</i>	1	0,36	4,55	1,11	1	0,36	0	0,00	0	0,00	0,55
<i>Ficus insipida</i>	1	0,36	4,55	1,11	1	0,36	0	0,00	0	0,00	0,55
<i>Nectandra cuspidata</i>	1	0,36	4,55	1,11	1	0,36	0	0,00	0	0,00	0,55
<i>Saurauia floccifera</i>	1	0,36	4,55	1,11	1	0,36	0	0,00	0	0,00	0,55
Total	278	100	409,09	100	52	18,71	105	37,77	121	43,53	100

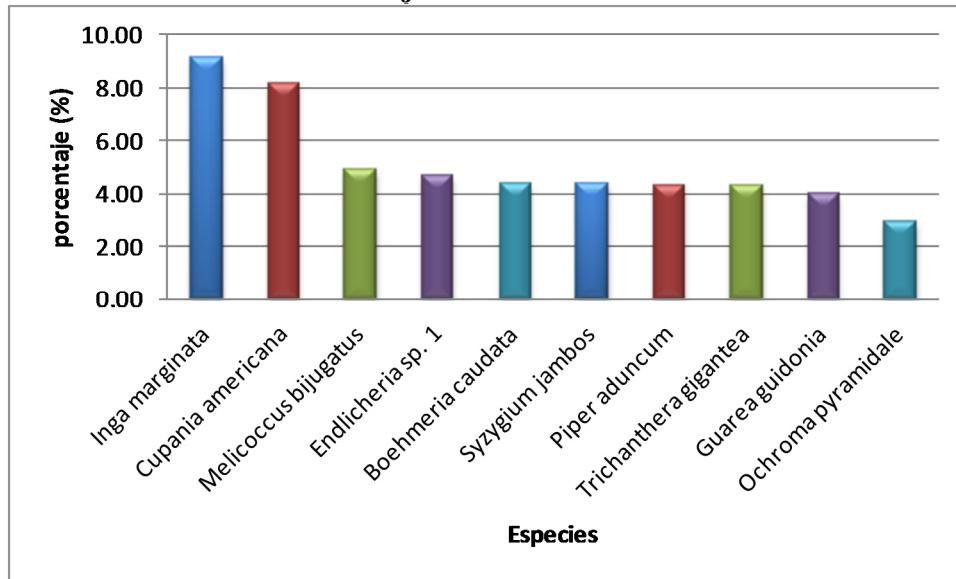
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La mayor contribución a la regeneración del ecosistema es por parte de la categoría de los establecidos con el 43,53% del total de individuos registrados, los brinzales con el 37,77% y los renuevos con 18,71%.

En la Figura 5-25 se muestra la gráfica de distribución de las diez especies con mayor índice de regeneración natural. Este índice señala que las especies más importantes en la

regeneración natural son *Inga marginata*, *Cupania americana* y *Melicoccus bijugatus* indicando que son las especies con mayor éxito dentro del sotobosque, caracterizadas por una buena producción de semillas suficientes para garantizar ininterrumpidamente su existencia. (Lamprecht, 1990).

Figura 5-25 Regeneración natural por especie en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016



5.1.2.1.5.1.3 Caracterización vegetal del Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma bajo de los Andes

En términos de conservación, estos herbazales presentan alta alteración, sin embargo cumplen con una importante función ecológica para la protección del suelo es este ecosistema seco ante la agresiva transformación, estos relictos de vegetación natural sirven como corredores biológicos para las especies de fauna y hacen parte de las ecosistemas naturales que contienen parte de la biodiversidad de la región.

La caracterización de este ecosistema se realizó por medio de la implementación de 3 parcelas, distribuidas una en el municipio de Santa Fe de Antioquia en la vreda El Espinal y dos en Sopetrán en la vereda.

5.1.2.1.5.1.3.1 Composición Florística

En el herbazal denso de tierra firme del Ob-A, al ser una cobertura constituida principalmente por elementos herbáceos presentó pocos individuos arbóreos, por lo que su composición florística, en la muestra levantada en campo, se limita a 11 individuos, distribuidos en 4 especies, indeterminado un individuo indeterminado. En la Tabla 5-26 se

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

muestran las especies y el número de individuos que ingresaron en la caracterización florística de este ecosistema.

Tabla 5-26 Composición florística en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajo de los Andes

Familia	Género	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Fabaceae	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	NN	5	45,45
	Pseudosamanea	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Igua - Cedro amarillo	3	27,27
Salicaceae	Salix	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	2	18,18
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada sp.16	NN	1	9,09
Total				11	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.3.2 Estructura horizontal

Para el Herbazal denso de tierra firme la especie con mayor peso ecológico corresponde a *Pseudosamanea guachapele* al ser la especie con mayor presencia en la cobertura y mayor dominancia, esta especie es típica de boques secos y tiende a presentar un patrón de distribución gregaria, en este caso de amplia distribución espacial.

Otra especie que sobresale en este ecosistema es *Leucaena leucocephala* al ser la más abundante en la muestra. Ver Tabla 5-27.

Tabla 5-27 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajo de los Andes

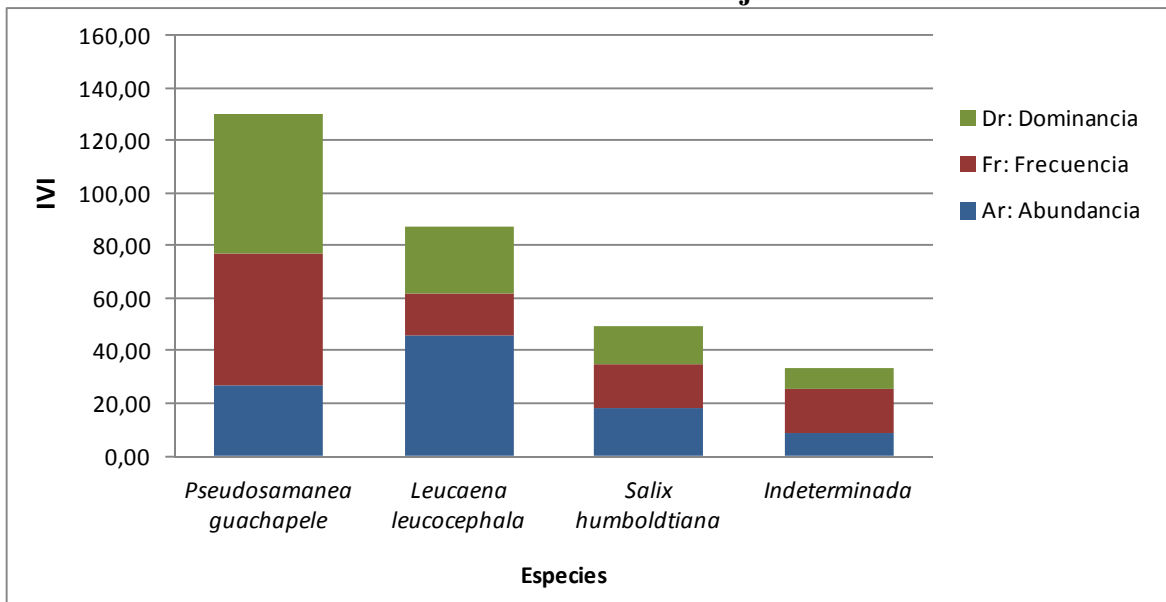
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	3	27,27	7,50	50,00	0,15	52,71	129,99
<i>Leucaena leucocephala</i>	5	45,45	2,50	16,67	0,07	24,94	87,06
<i>Salix humboldtiana</i>	2	18,18	2,50	16,67	0,04	14,51	49,35
Indeterminada sp.16	1	9,09	2,5	16,67	0,02	7,84	33,60
Total	11	100	15	100	0,29	100	300

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

El comportamiento del índice de valor de importancia (IVI) puede relacionarse con distintos factores como la afinidad en las características de los suelos o la posición sociológica, sin embargo, en casi la mayoría de los casos se relaciona de manera directa con

abundancias y dominancias altas, como es el caso de la especie *Pseudosamanea guachapele*. Ver Figura 5-26.

Figura 5-26 Índice de valor de importancia por especie en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.3.3 Cociente de mezcla (CM)

La Tabla 5-28 muestra que el coeficiente de mezcla para los Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes da un valor de 0,36, lo cual indica que las comunidades forestales asociadas a este ecosistema tienen tendencia a la homogeneidad, esto quiere decir que para encontrar una nueva especie se deben muestrear dos individuos,

Tabla 5-28 Cociente de Mezcla para para en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Cociente de mezcla	Tendencia
11	4	0,36	Tendencia a la homogeneidad

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.3.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie en un ecosistema, En este caso, se analizaron las clases altimétricas, los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres substratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa; de este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura

forestal en términos dinámicos.

5.1.2.1.5.1.3.5 Estructura altimétrica

La Tabla 5-10 muestra la relación de individuos pertenecientes a cada rango, para el Herbazal del Ob-A, los cuales se encuentran distribuidos en cinco clases altimétricas.

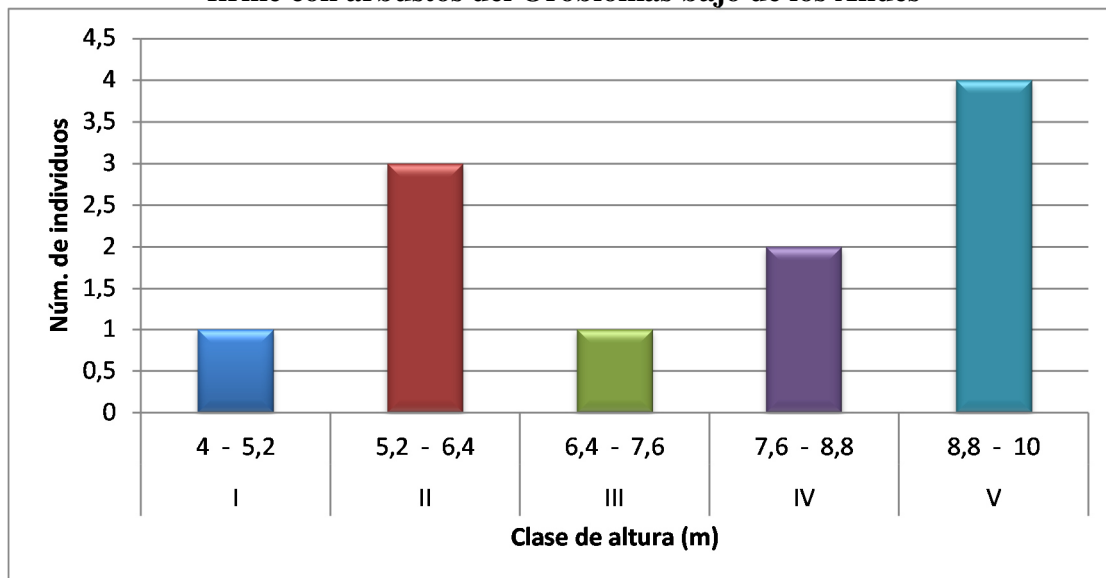
Tabla 5-29 Distribución del número de individuos por clase de altura. Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomias bajo de los Andes

Clase	Rango (m)	Núm. Individuos
I	4 - 5,2	1
II	5,2 - 6,4	3
III	6,4 - 7,6	1
IV	7,6 - 8,8	2
V	8,8 - 10	4
Total		11

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Como se observa en la Figura 5-8 la distribución de alturas para este ecosistema se presenta de forma anormal; donde la mayoría de los individuos se encuentran agrupados principalmente en la última clase altimétrica, registrando alturas entre los 8,8 y 10 metros con individuos de las especies *Leucaena leucocephala* y *Salix humboldtiana*.

Figura 5-27 Distribución de individuos por clase de altura. Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomias bajo de los Andes



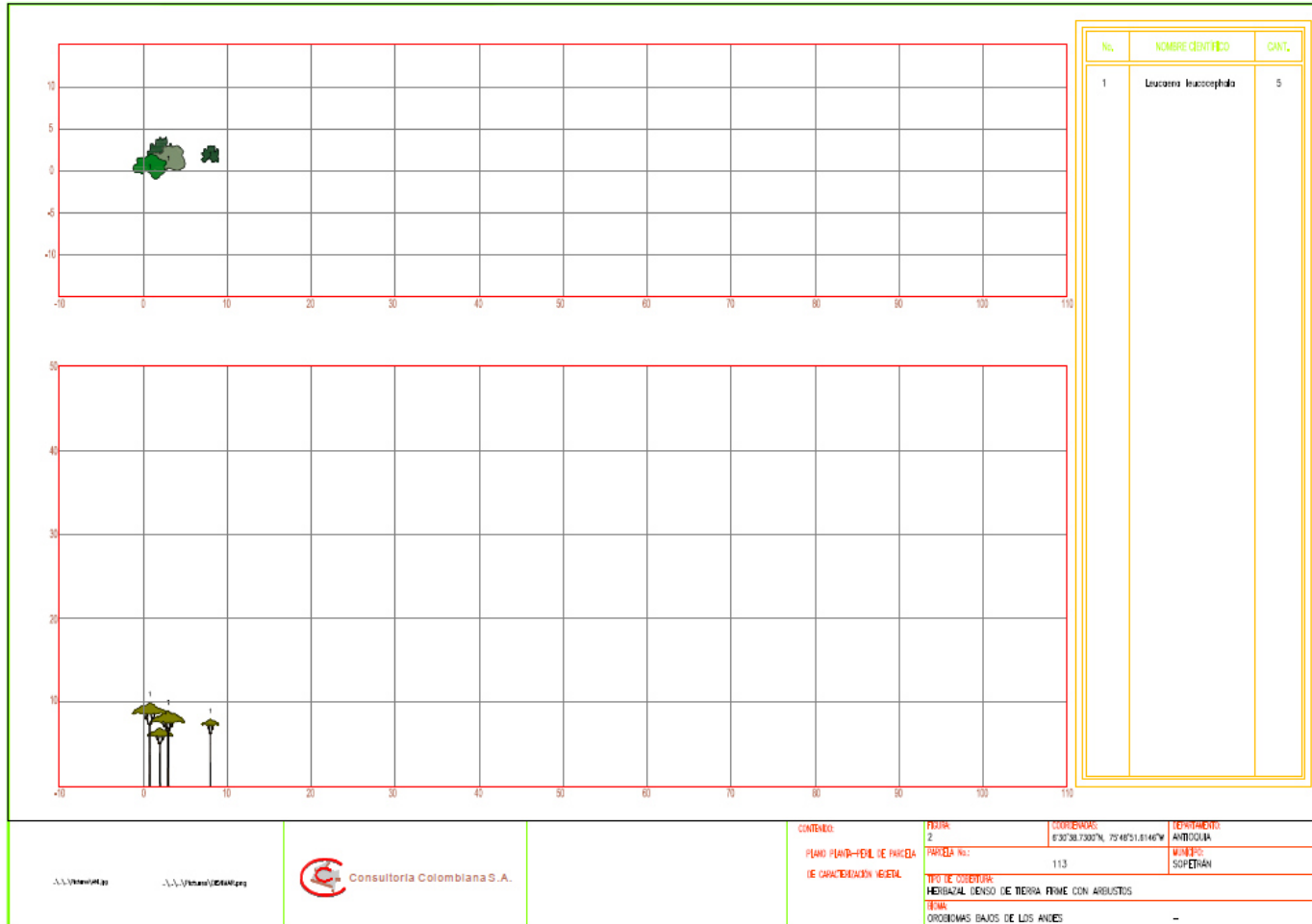
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

5.1.2.1.5.1.3.5.1 Perfil

La Figura 5-28 muestra el perfil de vegetación generado a partir de una de las parcelas de muestreo de 0,1 ha (100 metros de largo y 10 metros de ancho) establecidas para la caracterización de este ecosistema, donde se aprecia que los individuos registrados se encontraban agrupados en una sola subparcela, con alturas que no superan los 10 metros. Obedeciendo al tipo de cobertura, al ser una cobertura donde predominan las especies herbáceas. (Este perfil se encuentra en el Anexo H5, Perfiles de vegetación).

Figura 5-28 Perfil vegetación Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.3.5.2 Posición sociológica (PS)

La altura del componente arbóreo del ecosistema se registró entre los 4 y 10 metros. El substrato inferior estuvo constituido por categorías de altura menores a 7,5 metros, concentrando el 36% del total de individuo; el 27% se ubicó el substrato medio con alturas entre los 7,5 y 9,5 metros y el substrato superior, con alturas mayores a 9,5 metros, rconcentro el restante 36%. (Ver Tabla 5-30).

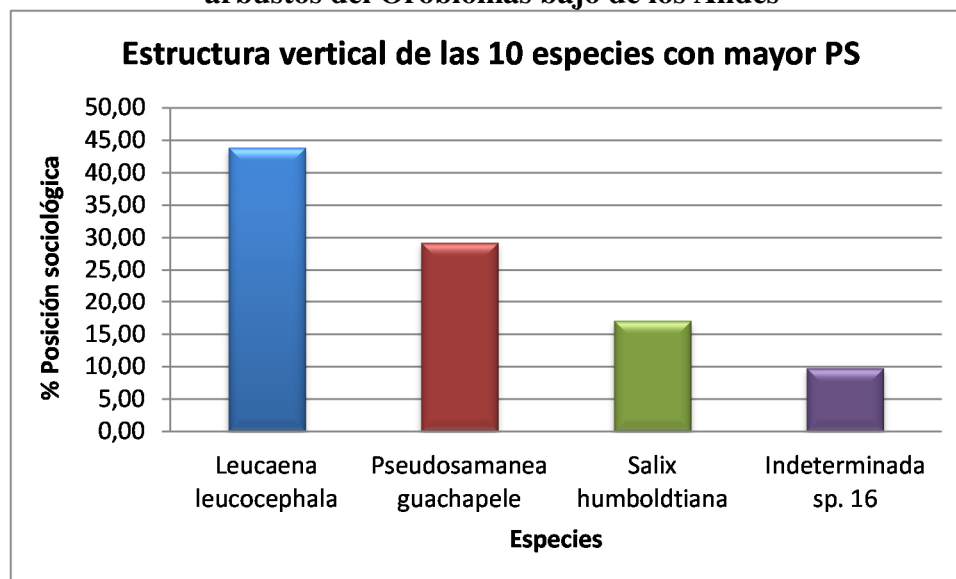
Tabla 5-30 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes

Especies	Sub-Estrato Inferior 7,5 m		Sub-Estrato Medio 7,5 - 9,5 m		Sub-Estrato Superior >9,5 m		PS _{abs}	PS _r	Nº/ha
	nº/ha	Vfi	nº/ha	VFm	nº/ha	VF _s			
<i>Leucaena leucocephala</i>	0	0,00	2	0,18	3	0,27	1,64	43,90	5
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	3	0,27	0	0,00	0	0,00	1,09	29,27	3
<i>Salix humboldtiana</i>	0	0,00	1	0,09	1	0,09	0,64	17,07	2
<i>Indeterminada sp. 16</i>	1	0,09	0	0,00	0	0,00	0,36	9,76	1
Total	4	0,36	3	0,27	4	0,36	3,73	100	11

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La Figura 5-29 muestra los porcentajes de valor sociológico por especie para el Herbazal denso de tierra firme del Ob-A.

Figura 5-29 Estructura vertical por especie en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes

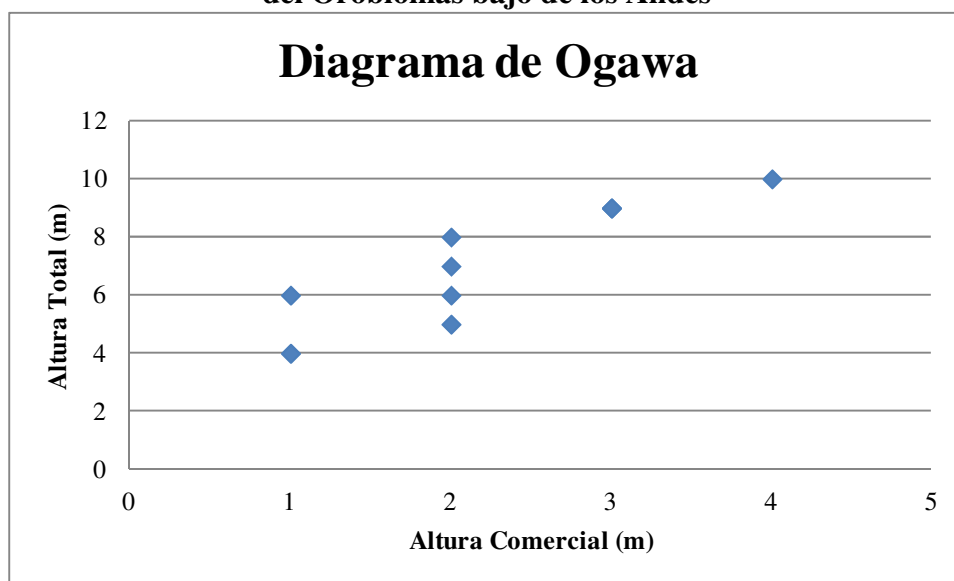


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

5.1.2.1.5.1.3.5.3 Estratos de Ogawa

En el diagrama de Ogawa (Figura 5-30) se observa una nube de puntos dispersa, sin agrupaciones que hagan notar la diferenciación de estratos. Esta situación permite inferir el bajo desarrollo estructural del ecosistema.

Figura 5-30 Diagrama de Ogawa en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.3.6 Estructura total o dinámica

El análisis de las clases diamétricas presentes, sirve para estudiar el dinamismo de las poblaciones forestales y su relación con los factores ambientales; para el caso del ecosistema natural del Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Ob-A se presentan cinco clases diamétricas. La Tabla 5-31 muestra las diferentes clases diamétricas encontradas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

Tabla 5-31 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes

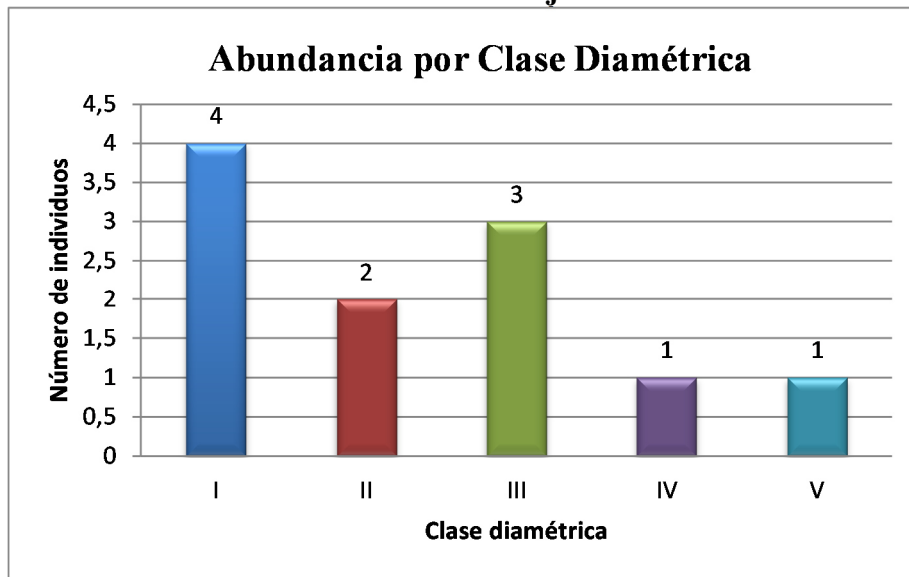
Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³)	
I	10,28 - 12,98	4	36,36	0,18	0,35	0,06
II	12,98 - 15,68	2	18,18	0,07	0,21	0,03
III	15,68 - 18,38	3	27,27	0,08	0,31	0,07

Clase	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal
IV	18,38 - 21,08	1	9,09	0,12	0,32	0,08
V	21,08 - 23,78	1	9,09	0,06	0,19	0,04
Total		11	100	0,84	1,50	0,29

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

El máximo DAP registrado en los individuos de este ecosistema fue de 18,24 cm, exceptuando un individuo de la especie *Pseudosamanea guachapele* (23,78 cm), por lo cual el 82% de los individuos se encuentran en las clases diamétricas I a III y el 18% se distribuyen en las clases IV y V, con un individuos cada una. (VerFigura 5-31).

Figura 5-31 Abundancia por clase diamétrica en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes



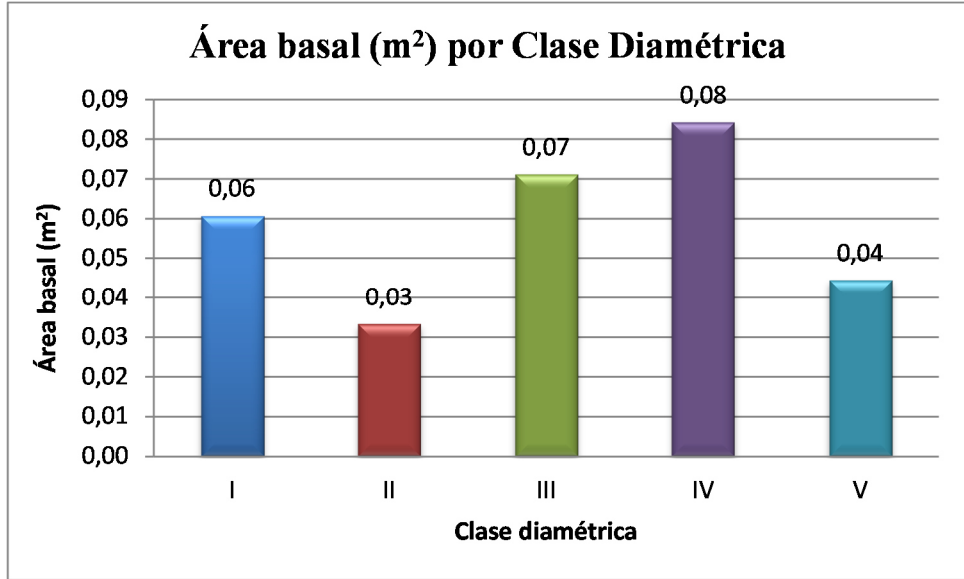
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.3.6.1 Cálculo del área basal

En lo que respecta al área basal, el mayor valor se obtuvo en la Clase IV con 0,08m², con unindividuos bifurcado de la especie *Pseudosamanea guachapele*, con un diámetro de 16 cm y altura de 5,5 metros. La

Figura 5-32 muestra la distribución del área basal por clase diamétrica para este ecosistema.

Figura 5-32 Área basal por clase diamétrica en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajo de los Andes



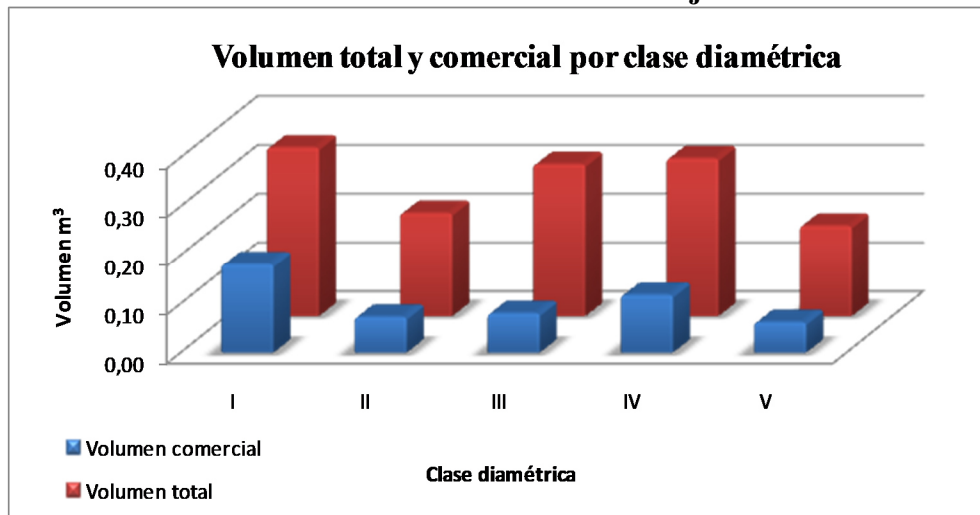
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.3.6.2 Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total en 0,3 hectáreas de Herbazal denso fue de 1,38 m³ y 0,51 m³ de volumen comercial, donde el mayor aporte se encuentra en la clase I con 0,35 m³, seguido por la clase IV con 0,32 m³ en un solo individuo de gran porte de la especie *Pseudosamanea guachapele*. Ver

Figura 5-33.

Figura 5-33 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomias bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.3.7 Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad se muestran en la Tabla 5-32, en donde se calcula para el ecosistema de Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Ob-A, los índices de Shannon Wiener, Margalef y Menhinick.

Tabla 5-32 Índices de diversidad en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajo de los Andes

Índice de Shannon - Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
1,24	1,25	1,21

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

El índice de Shannon arrojó un valor de 1,24 indicado que la información corresponde a una comunidad con poca riqueza de especies; el índice de Margalef con un valor de 1,25 y Menhinick, con valor de 1,21, confirman la baja diversidad del ecosistema.

5.1.2.1.5.1.3.8 Grado de agregación

La distribución de las especies, de acuerdo con el grado de agregación, indica que *Leucaena leucocephala* se encuentra se forma agregada en la cobertura, *Salix humboldtiana* atiende al agrupamiento y *Pseudosamanea guachapele* se encuentra de forma dispersa. (Ver Tabla 5-33).

Tabla 5-33 Grado de agregación en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajo de los Andes

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Leucaena leucocephala</i>	0,03	0,13	4,94
<i>Salix humboldtiana</i>	0,03	0,05	1,97
Indeterminada sp. 16	0,03	0,03	0,99
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,08	0,08	0,96

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.4 Caracterización vegetal del Arbustal denso alto del Orobionoma bajo de los Andes

La caracterización de este ecosistema se realizó por medio de la implementación de 5 parcelas, 3 ubicadas en el municipio de San Jeronimo en las veredas Loma Hermosa, Rio Verde y Tafetanes, y dos en el municipio de Sopetrán vereda La Puerta.

5.1.2.1.5.1.4.1 Composición Florística

Se registraron 195 individuos, distribuidos en 25 especies, 23 géneros y 15 familias. La familia con mayor riqueza de especies fue fabaceae con el 32% correspondiente a 8 especies/7 géneros (67 individuos), le siguen en importancia Malvaceae con el 12% (3/3). Las familias restantes están representadas por 1 o 2 especies con porcentajes de riqueza de 8%. Esto indica que este ecosistema no presentan familias muy diversificadas y por lo tanto hay una alta riqueza de especies por familia.

En la muestra de este ecosistema, la especie más abundante fue *Bursera simaruba* con 33 individuos (16,92%) y *Astronium graveolens* con 27 individuos representando el 13,85% de la muestra.

La Tabla 5-34 muestran las especies y el número de individuos registrados en la caracterización florística de este ecosistema.

Tabla 5-34 Composición florística en el Arbustal denso alto del Oroboma bajo de los Andes

Familia	Género	Especie	Nombre común	Número de individuos	%	
Anacardiaceae	Astronium	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	27	13,85	
Bixaceae	Cochlospermum	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	NN	4	2,05	
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia alliodora</i>	NN	9	4,62	
Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba</i>	Resbalamono -indio desnudo	33	16,92	
		<i>Bursera tomentosa</i>	NN	4	2,05	
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia multiflora</i>	Chagualo	9	4,62	
Cordiaceae	Cordia	<i>Cordia bicolor</i>	NN	1	0,51	
Euphorbiaceae	Acalypha	<i>Acalypha cuneata</i>	NN	1	0,51	
Fabaceae	Albizia	<i>Albizia carbonaria</i>	Carbonero	2	1,03	
	Cassia	<i>Cassia fistula</i>	Caña fistula	3	1,54	
	Enterolobium	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	NN	4	2,05	
	Fabaceae	<i>Fabaceae</i> sp. 1	NN	25	12,82	
	Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i>	Matarraton	2	1,03	
	Machaerium	Machaerium	<i>Machaerium biovulatum</i>	Cacia	19	9,74
			<i>Machaerium goudotii</i>	NN	5	2,56
Platymiscium	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Trebol	7	3,59		
Malpighiaceae	Malpighia	<i>Malpighia glabra</i>	NN	5	2,56	
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	2	1,03	
	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	4	2,05	
	Pseudobombax	<i>Pseudobombax septenatum</i>	Ceiba verde	8	4,10	

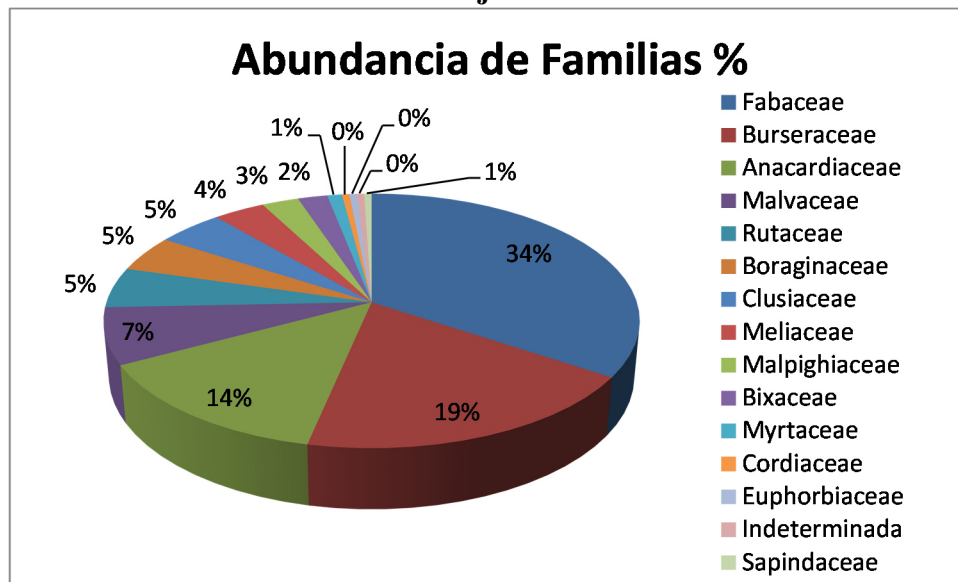
Familia	Género	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia martiana</i>	NN	7	3,59
Myrtaceae	Myrcia	<i>Myrcia fallax</i>	Guayabito - Guayabo de monte	2	1,03
Rutaceae	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	Tachuelo	2	1,03
		<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Tachuelo	8	4,10
Sapindaceae	Melicoccus	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	1	0,51
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada sp. 16	NN	1	0,51
Total				195	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016



De acuerdo con lo anterior, se pueden encontrar en este ecosistemas especies que resisten diversos tipos de ambientes, como *Gliricidia sepium*, *Albizia carbonaria*, *Guazuma ulmifolia*, y *Cassia fistula*. La presencia de estas especies más generalistas puede deber a que este ecosistema, por lo general, hasido históricamente entresacado para uso ganadero y las especies más susceptibles pudieron ser afectadas considerablemente, quedando una marcada predominancia de especies con mayor resistencia a diferentes condiciones ambientales, de rápido crecimiento y regeneración.

Respecto a la abundancia, la familia con mayor número de fustales fue Fabaceae con 67 individuos, seguida por Burseraceae con 37 individuos, con lo cual estas dos familias agrupan el 53% del total de individuos registrados para este ecosistema, ver Figura 5-34

Figura 5-34 Abundancia de familias en porcentaje en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Familias como Fabaceae, Burseraceae y Malvaceae, se caracterizan por estar presentes en este tipo de vegetaciones, presentando un alto número de especies generalistas capaces de inducir procesos sucesionales, ya sea por las afectaciones antrópicas como las actividades agrícolas y ganaderas lo cual ha degradado la estructura y composición original de los bosques o procesos naturales.

Dentro de la caracterización florística realizada se encontró en el muestreo realizado, que en este ecosistema se encontró una especie con restricción a nivel regional, (ver Tabla 5-35), según Resolución 10194 del 10 de abril de 2008 de CORANTIOQUIA, que restringe en todo el territorio de jurisdicción de la Corporación el uso y aprovechamiento de las especies, que presentan algún grado de riesgo, y han desaparecido en algunas regiones de la jurisdicción.

Tabla 5-35 Especies Endémicas, amenazadas o en peligro en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes

Especie	Nombre común	Categoría de amenaza Nacional o Regional	The IUCN Red List of Threatened Species™
<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	Resolución 3183 de Enero 26 de 2.000 de CORANTIOQUIA	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.1.4.2 Estructura horizontal

De los 195 individuos fustales registrados para este ecosistema, pertenecientes a 26 especies; las especies de mayor importancia ecológica en el componente arbóreo fueron: *Bursera simaruba* (52,84%), al ser la especie más abundante y con mayor dominancia de la muestra, por su parte *Astronium graveolens* ocupa el segundo lugar (44,96%) al ser la especie con mayor distribución en el ecosistema, ver Tabla 5-27.

Tabla 5-36 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes

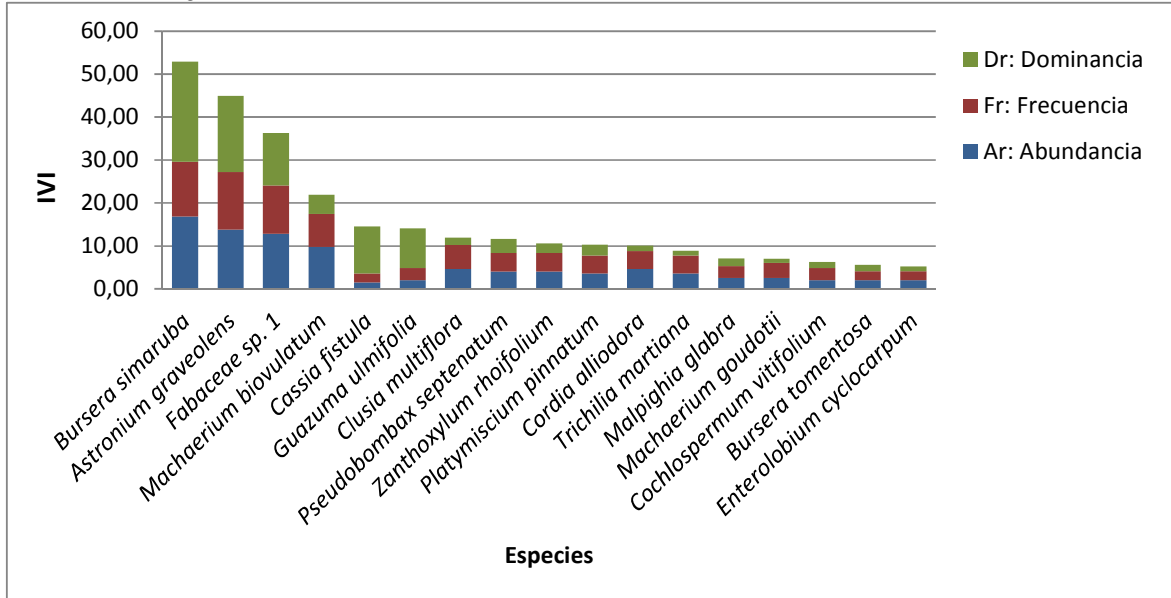
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Bursera simaruba</i>	33	16,92	36,00	12,68	1,89	23,24	52,84
<i>Astronium graveolens</i>	27	13,85	38,00	13,38	1,44	17,73	44,96
<i>Fabaceae</i> sp. 1	25	12,82	32,00	11,27	0,99	12,18	36,27
<i>Machaerium biovulatum</i>	19	9,74	22,00	7,75	0,37	4,48	21,97
<i>Cassia fistula</i>	3	1,54	6,00	2,11	0,89	10,87	14,52
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	2,05	8,00	2,82	0,75	9,27	14,13

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
<i>Clusia multiflora</i>	9	4,62	16,00	5,63	0,14	1,71	11,96
<i>Pseudobombax septenatum</i>	8	4,10	12,00	4,23	0,27	3,26	11,59
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	8	4,10	12,00	4,23	0,19	2,29	10,61
<i>Platymiscium pinnatum</i>	7	3,59	12,00	4,23	0,21	2,56	10,37
<i>Cordia alliodora</i>	9	4,62	12,00	4,23	0,10	1,21	10,05
<i>Trichilia martiana</i>	7	3,59	12,00	4,23	0,09	1,10	8,92
<i>Malpighia glabra</i>	5	2,56	8,00	2,82	0,14	1,73	7,11
<i>Machaerium goudotii</i>	5	2,56	10,00	3,52	0,08	0,96	7,05
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	4	2,05	8,00	2,82	0,12	1,43	6,30
<i>Bursera tomentosa</i>	4	2,05	6,00	2,11	0,12	1,51	5,67
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	4	2,05	6,00	2,11	0,09	1,14	5,30
<i>Ceiba pentandra</i>	2	1,03	4,00	1,41	0,04	0,51	2,95
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	2	1,03	4,00	1,41	0,04	0,50	2,93
<i>Gliricidia sepium</i>	2	1,03	4,00	1,41	0,03	0,42	2,86
<i>Albizia carbonaria</i>	2	1,03	4,00	1,41	0,03	0,40	2,84
<i>Myrcia fallax</i>	2	1,03	4,00	1,41	0,02	0,24	2,67
Indeterminada sp. 16	1	0,51	2,00	0,70	0,05	0,61	1,83
<i>Melicoccus bijugatus</i>	1	0,51	2,00	0,70	0,03	0,32	1,53
<i>Cordia bicolor</i>	1	0,51	2,00	0,70	0,01	0,18	1,40
<i>Acalypha cuneata</i>	1	0,51	2,00	0,70	0,01	0,14	1,36
Total	195	100	284	100	8,15	100	300

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

En la Figura 5-35. se muestra las 20 especies con mayor Índice de Valor de Importancia; donde se puede observar de forma gráfica las especies con mayor peso ecológico, donde se destaca *Bursera simaruba*, su crecimiento se da en una amplitud muy grande de condiciones ecológicas y es resistente a altas condiciones de sequía; seguida por *Astronium graveolens*, *Fabaceae* sp. 1 y *Machaerium biovulatu*; especies característica de ecosistemas secos que se encuentran ampliamente distribuidas en este tipo de ecosistema.

Figura 5-35 Índice de valor de importancia por especie en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.4.3 Cociente de mezcla (CM)

El coeficiente de mezcla para el Arbustal denso alto del Ob-A da un valor de 0,13, lo cual indica que las comunidades forestales asociadas a este ecosistema tienen tendencia a la homogeneidad; dentro del ecosistema es necesario muestrear 8 individuos para encontrar una nueva especie, (VerFigura 5-51).

Tabla 5-37 Cociente de Mezcla para en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Cociente de mezcla	Tendencia
26	195	0,13	Tendencia a la homogeneidad

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.4.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie en un ecosistema, En este caso, se analizaron las clases altimétricas, los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres substratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa; de este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

5.1.2.1.5.1.4.5 Estructura altimétrica

La Tabla 5-10 muestra la relación de individuos pertenecientes a cada rango, para Arbustal denso alto del Ob-A, los cuales se encuentran distribuidos en diez clases altimétricas, con ausencia de individuos en la clase VIII que corresponde a árboles con alturas entre los 18 y 20 metros.

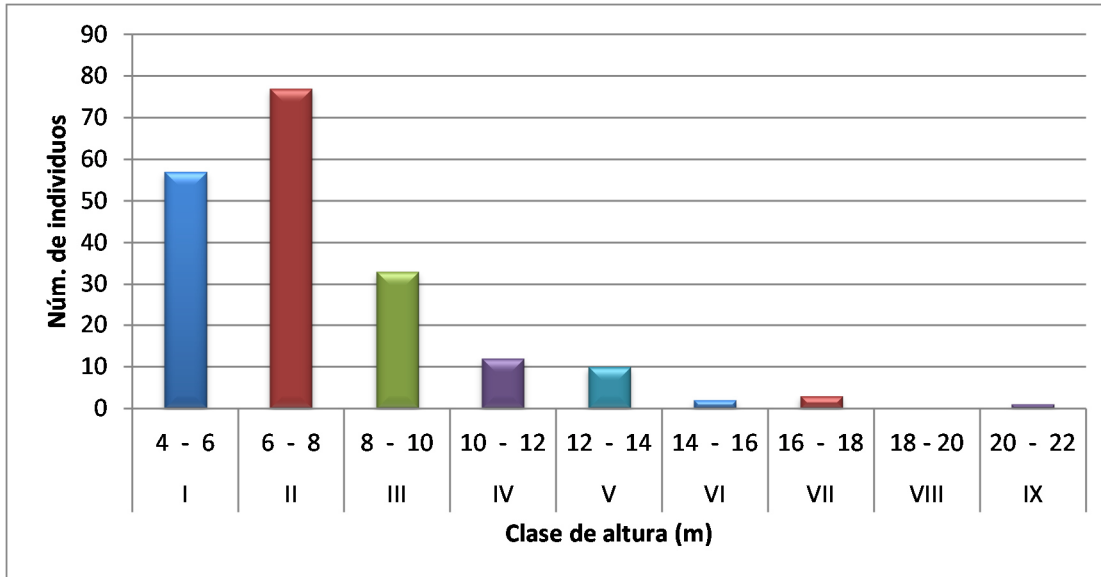
Tabla 5-38 Distribución del número de individuos por clase de altura. Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes

Clase	Rango (m)	Núm. Individuos
I	4 - 6	57
II	6 - 8	77
III	8 - 10	33
IV	10 - 12	12
V	12 - 14	10
VI	14 - 16	2
VII	16 - 18	3
VIII	18 - 20	0
IX	20 - 22	1
Total		195

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Como se observa en la Figura 5-8 la distribución de alturas para este ecosistema se presenta de forma normal, donde los individuos registrados en este ecosistema se encuentran agrupados principalmente en las clases I y II concentrando el 68% del total, con 57 y 77 individuos respectivamente; disminuyendo posteriormente hasta las clases superiores.

Figura 5-36 Distribución de individuos por clase de altura. Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes

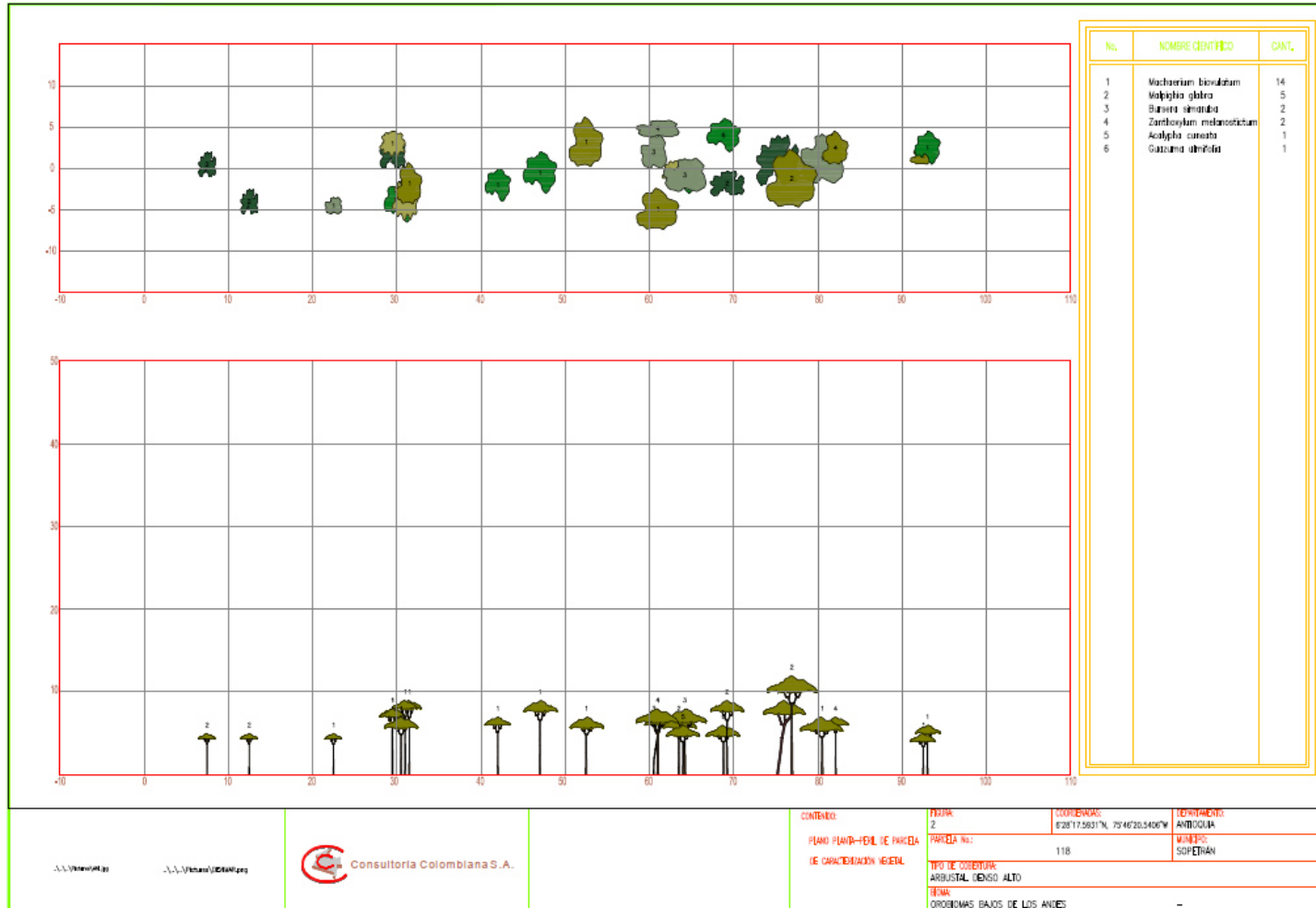


Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.4.5.1 Perfil

La Figura 5-37 muestra un diagrama de perfil que corresponde a un arbustal denso alto, muy intervenido. En éste, se aprecia la presencia de varios claros, los cuales se ubica principalmente entre los primeros 40 metros en la línea de abscisado. Los individuos que se ubican dentro de estos claros, hacen parte de la fase de reconstrucción temprana del mismo.

Figura 5-37 Perfil de vegetación del Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.4.5.2 Posición sociológica (PS)

Este ecosistema contiene el 86% de los individuos concentrados en los substratos inferior con alturas menores a 10 metros; el substrato medio se alberga el 12% que corresponde a individuos con alturas entre los 10 y 16 metros y finalmente el substrato superior agrupa el 2% restante, con fustales con alturas mayores a 16 metros. Ver Tabla 5-39.

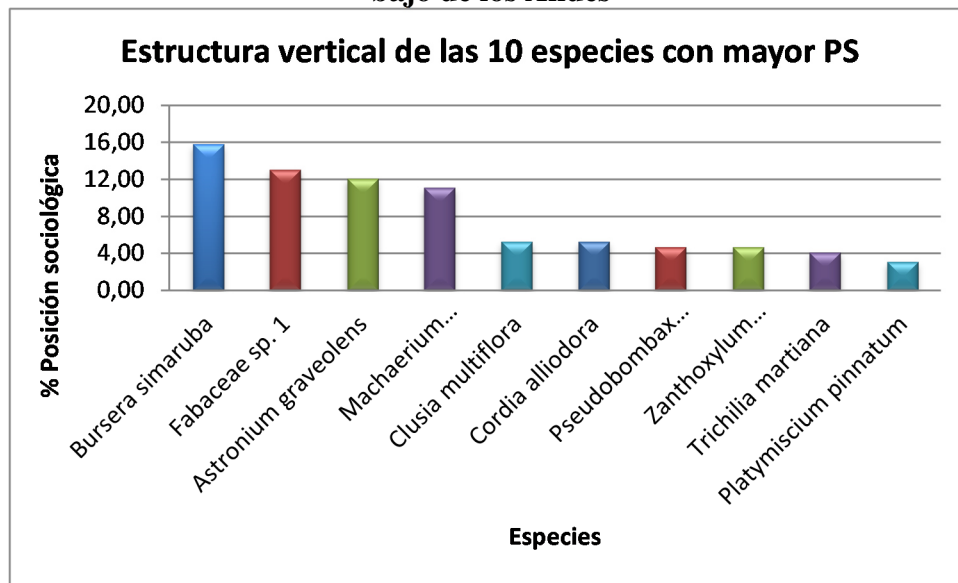
Tabla 5-39 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes

Especies	Sub-Estrato Inferior 10 m		Sub-Estrato Medio 10 - 16 m		Sub-Estrato Superior >16 m		PS _{abs}	PS _r	N°/ha
	n°/ha	VF _i	n°/ha	VF _m	n°/ha	VF _s			
<i>Acalypha cuneata</i>	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0,86	0,59	1
<i>Albizia carbonaria</i>	2	0,01	0	0,00	0	0,00	1,71	1,17	2
<i>Astronium graveolens</i>	20	0,10	4	0,02	3	0,02	17,68	12,11	27
<i>Bursera simaruba</i>	26	0,13	7	0,04	0	0,00	23,13	15,84	33
<i>Bursera tomentosa</i>	4	0,02	0	0,00	0	0,00	3,43	2,35	4
<i>Cassia fistula</i>	3	0,02	0	0,00	0	0,00	2,57	1,76	3
<i>Ceiba pentandra</i>	2	0,01	0	0,00	0	0,00	1,71	1,17	2
<i>Clusia multiflora</i>	9	0,05	0	0,00	0	0,00	7,71	5,28	9
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	3	0,02	1	0,01	0	0,00	2,69	1,84	4
<i>Cordia alliodora</i>	9	0,05	0	0,00	0	0,00	7,71	5,28	9
<i>Cordia bicolor</i>	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0,86	0,59	1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0	0,00	4	0,02	0	0,00	0,49	0,34	4
<i>Fabaceae</i> sp. 1	22	0,11	2	0,01	1	0,01	19,11	13,08	25
<i>Gliricidia sepium</i>	2	0,01	0	0,00	0	0,00	1,71	1,17	2
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	0,02	0	0,00	0	0,00	3,43	2,35	4
Indeterminada sp. 16	0	0,00	1	0,01	0	0	0,12	0,08	1
<i>Machaerium biovulatum</i>	19	0,10	0	0,00	0	0,00	16,27	11,14	19
<i>Machaerium goudotii</i>	4	0,02	1	0,01	0	0,00	3,55	2,43	5
<i>Malpighia glabra</i>	4	0,02	1	0,01	0	0	3,55	2,43	5
<i>Melicoccus bijugatus</i>	0	0,00	1	0,01	0	0	0,12	0,08	1
<i>Myrcia fallax</i>	2	0,01	0	0,00	0	0	1,71	1,17	2
<i>Platymiscium pinnatum</i>	5	0,03	2	0,01	0	0	4,53	3,10	7
<i>Pseudobombax septenatum</i>	8	0,04	0	0,00	0	0	6,85	4,69	8
<i>Trichilia martiana</i>	7	0,04	0	0,00	0	0	5,99	4,10	7
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	2	0,01	0	0,00	0	0	1,71	1,17	2
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	8	0,04	0	0,00	0	0	6,85	4,69	8
Total	167	0,86	24	0,12	4	0,02	146,06	100	195

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La Figura 5-38 muestra que la especie con mayor porcentaje de valor sociológico es *Bursera simaruba* con el 15,84%, seguida por *Fabaceae* sp.1 y *Astronium graveolens* con 13,08 y 12,11% respectivamente. Es de destacar que solo cinco de las especies en la muestra, no alcanzaron el 1% de la posición sociológica, lo que permite deducir, que aquí las especiendiendena disminuir en este tipo de ecosistema, ya sea por su adaptabilidad al ecosistema o las afectaciones antrópicas del área de estudio.

Figura 5-38 Estructura vertical por especie en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes

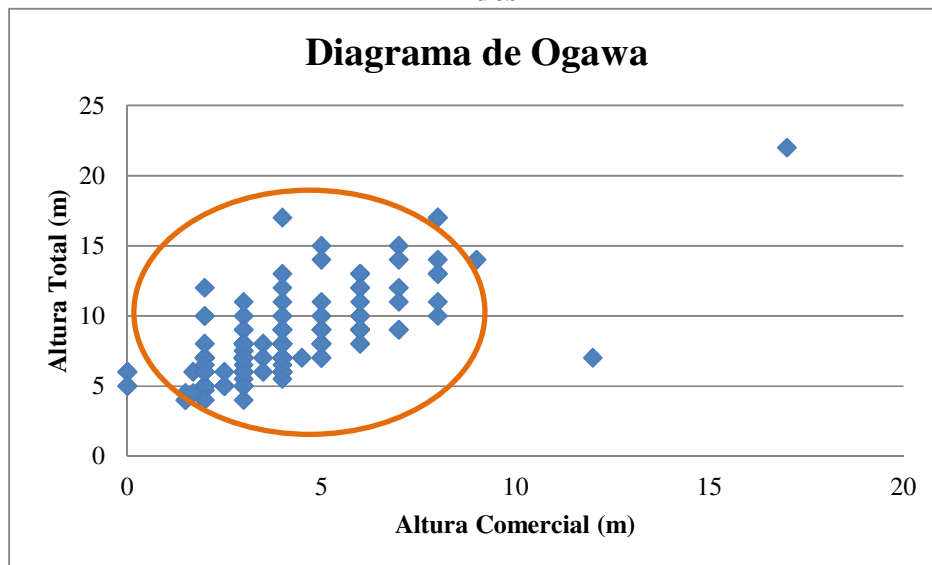


Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.4.5.3 Estratos de Ogawa

El diagrama de Ogawa (ver Figura 5-39), permite establecer que la mayoría de los individuos registrados para el arbustal denso alto Ob-A se concentran en la clase inferior con alturas menores a 10 metros, presentando algunos individuos dominando los estratos superiores, de especies como *Astronium graveolens*, *Bursera simaruba* y *Platymiscium pinnatum*, con alturas superiores a los 15 metros.

Figura 5-39 Diagrama de Ogawa en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.4.6 Estructura total o dinámica

En la Tabla 5-40 se encuentra la clasificación por clases diamétricas para el ecosistema de Arbustal denso alto del Ob-A, cuya distribución se da en nueve clases diamétricas, con ausencia de individuos entre los 62,81 a 73,37 metros y 83,93 a 94,49 metros.

Tabla 5-40 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes

Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³)	
I	10 - 20,58	160	82,05	9,86	19,93	3,73
II	20,58 - 31,14	24	12,31	7,34	14,32	1,85
III	31,14 - 41,70	4	2,05	1,45	3,58	0,40
IV	41,70 - 52,26	4	2,05	3,77	5,97	0,61
V	52,26 - 62,81	1	0,51	0,36	1,82	0,26
VI	62,81 - 73,37	0	0,00	0,00	0,00	0,00
VII	73,37 - 83,93	1	0,51	0,60	3,00	0,43
VIII	83,93 - 94,49	0	0,00	0,00	0,00	0,00
IX	94,49 - 105,04	1	0,51	1,82	4,25	0,87
Total		195	100	25,20	52,87	8,15

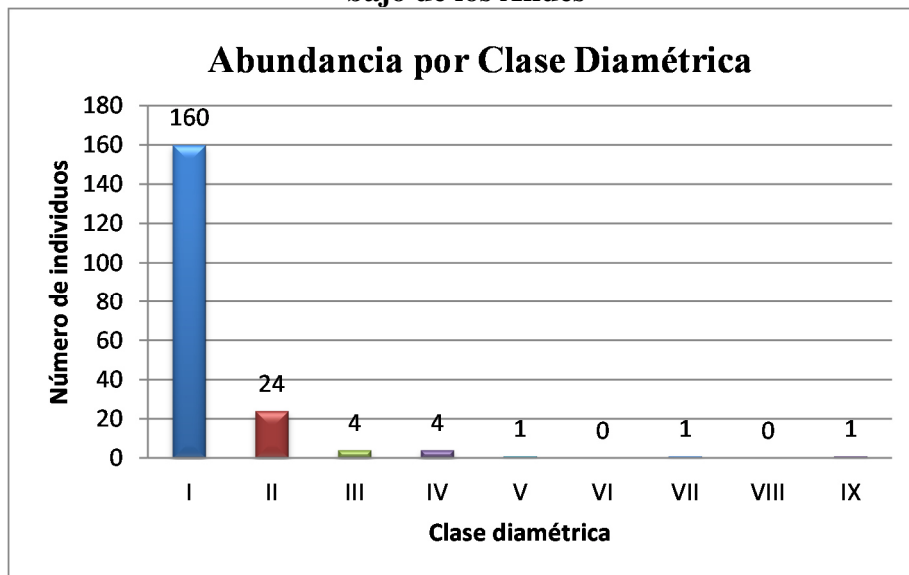
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La estructura diamétrica del arbustal denso alto muestra que ha sido sometido a procesos de extracción de madera, ganadería y la antropización; lo que sin duda está directamente relacionado con la ampliación de la frontera agrícola y ganadera de las poblaciones locales, adicionalmente las parcelaciones de recreo en la zona.

Al analizar la distribución de las especies en las clases diamétricas se observa que no existe una representación uniforme, sin embargo *Bursera simaruba* y *Astronium graveolens* están presentes en las 4 primeras clases.

La Figura 5-40, muestra la marcada participación de la Clase I, que agrupa los individuos con diámetros entre 10 y 20,58 cm agrupando el 82,05% del total de registros; disminuyendo, con una marcada diferencia, hacia la clase diamétrica II que agrupa el 12,31% de los individuos. (Ver Figura 5-40).

Figura 5-40 Abundancia por clase diamétrica en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

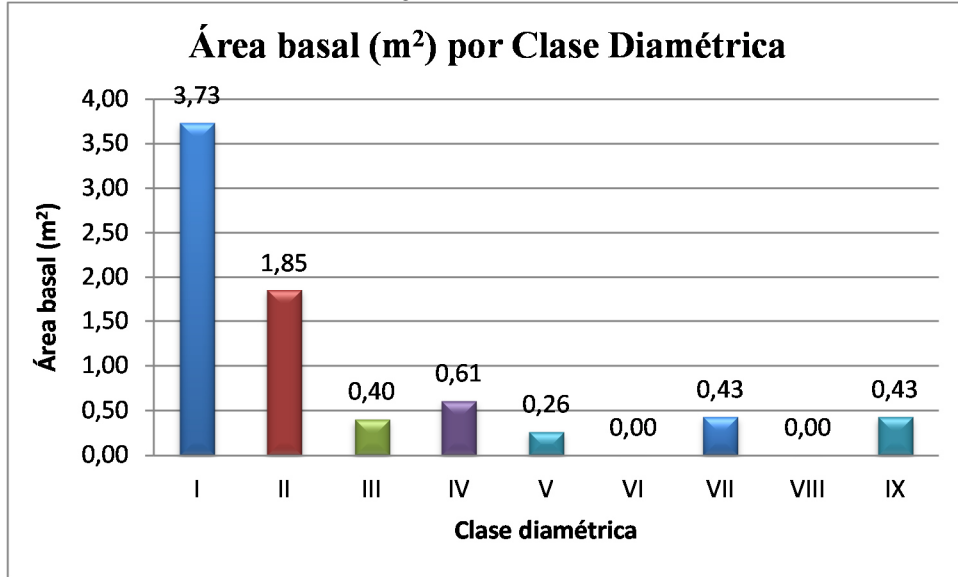
5.1.2.1.5.1.4.6.1 Cálculo del área basal

El área basal registrada tiene una relación directa con el número de individuos presentes, encontrando que la clase I, siendo la más abundante, aporta el mayor área basal con 3,73 m². (Ver Figura 5-41).

El valor de área basal presentado para este ecosistema, se considera bajo probablemente por el alto grado de intervenciones antrópicas que sufre el arbustal denso alto al estar en los límites de pastizales destinados al pastoreo de ganado vacuno, áreas de construcciones rurales y recreativas, por lo cual se refleja en su bajo número de individuos totales con

diámetros altos.

Figura 5-41 Área basal por clase diamétrica en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes

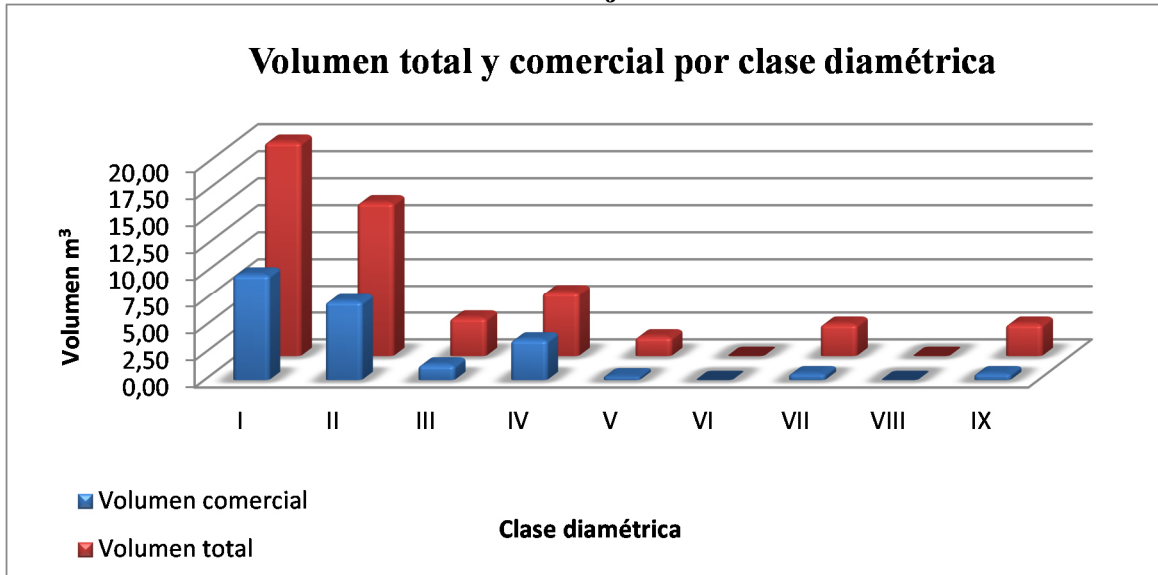


Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.4.6.2 Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial encontrado para un área de 0,8 ha fue de 52,87 m³ y 25,20 m³ respectivamente, al igual que para el área basal los mayores aportes los realiza la clase diamétrica I y II, con valores de volumen total de 19,93 y 14,32 m³ y volumen comercial de 9,86 y 7,34 m³, respectivamente. (VerFigura 5-42).

Figura 5-42 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.4.7 Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad se muestran en la Tabla 5-41, en donde se calcula para el Arbustal denso alto del Ob-A, los índices de Shannon Wiener, Margalef y Menhinick.

Tabla 5-41 Índices de diversidad en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes

Índice de Shannon -Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
2,76	4,74	1,86

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La riqueza de especies representa el número de estas en la comunidad, así, el índice de Margalef arroja con un valor de 4,74, indica que este ecosistema tiene una riqueza de especies alta. El índice de Menhinick reafirma la riqueza de especies con un valor de 1,86.

El índice de Shannon presenta un valor de 2,76, en concordancia con los índices anteriores, indica que este ecosistema tiene una diversidad representativa, sin embargo.

5.1.2.1.5.1.4.8 Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que las 26 especies presentes, se distribuyen de forma dispersa 13 y con tendencia al agrupamiento las 13 restantes. (Ver



 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Tabla 5-42).



Tabla 5-42 Grado de agregación en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Machaerium biovulatum</i>	0,25	0,38	1,53
<i>Bursera simaruba</i>	0,45	0,66	1,48
<i>Cordia alliodora</i>	0,13	0,18	1,41
<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,11	0,14	1,33
<i>Fabaceae sp. 1</i>	0,39	0,50	1,30
<i>Bursera tomentosa</i>	0,06	0,08	1,29
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,06	0,08	1,29
<i>Pseudobombax septenatum</i>	0,13	0,16	1,25
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,13	0,16	1,25
<i>Malpighia glabra</i>	0,08	0,10	1,20
<i>Astronium graveolens</i>	0,48	0,54	1,13
<i>Trichilia martiana</i>	0,13	0,14	1,10
<i>Clusia multiflora</i>	0,17	0,18	1,03
<i>Acalypha cuneata</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Cordia bicolor</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Melicoccus bijugatus</i>	0,02	0,02	0,99
Indeterminada sp. 16	0,02	0,02	0,99
<i>Albizia carbonaria</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Ceiba pentandra</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Gliricidia sepium</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Myrcia fallax</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Cassia fistula</i>	0,06	0,06	0,97
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0,08	0,08	0,96
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,08	0,08	0,96
<i>Machaerium goudotii</i>	0,11	0,10	0,95

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.4.9 Regeneración natural

El estudio de la Regeneración Natural de este ecosistema se realizó en 7 subparcelas de las 5 parcelas de fustales; subparcelas de 25 m² para latizales y subparcelas de 4 m² para brinzales y renuevos.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

La evaluación de la regeneración natural de un ecosistema, permite identificar las especies con mayor abundancia, frecuencia y su distribución, aspectos importantes para la toma de decisiones sobre los métodos y elección de especies al momento de emplear planes de manejo ambiental en los que se incluyan regeneración, enriquecimiento y reforestación, de tal manera que se garantice no sólo la continuidad de producción de madera comercial sino la estabilidad ecológica.

5.1.2.1.5.1.4.9.1 Composición florística

Debido a que el ecosistema de arbustal abierto escrerofilo es una de las más afectadas por la intervención humana es importante conocer las especies involucradas en los procesos sucesionales y regenerativos.



Para esto se realizó el estudio de regeneración natural en 7 subparcelas de 10 m² para latizales y 7 subparcelas de 4 m² para brinzales y renuevos. La Tabla 5-43 muestra la abundancia de los individuos en las 3 clases pertenecientes a la regeneración natural (CT1 individuos con alturas menores de 30 cm, CT2 individuos con alturas entre 31 y 150 cm y CT3 individuos con alturas mayores a 150 cm), se encontró que la mayor abundancia se encuentra en la clase CT3 con el 51,91%, mientras que las clases CT1 y CT2 presentan el 21,86 y el 26,23% de la abundancia relativa.

Asociados a estos procesos regenerativos se encontraron 183 individuos clasificados en 23 especies, pertenecientes a 14 familias, destacándose por su gran aporte de especies la familia botánica Fabaceae con 4 taxones: *Machaerium biovulatum*, *Machaerium goudotii*, *Platymiscium pinnatum* y *Vachellia farnesiana*.

De las especies encontradas en la categoría de fustales, 13 presentan individuos en las categorías de regeneración lo que asegura su relevo y sus bancos de germoplasma. Sin embargo algunas especies que tienen procesos regenerativos como *Chromolaena odorata*, *Tessaria integrifolia*, *Tabebuia rosea*, *Croton sp.*, *Vachellia farnesiana*, *Myrcianthes fragrans* y *Allophylus sp.* 1.

Tabla 5-43 Parámetros de Regeneración natural en el Arbustal denso alto del Oroboma bajo de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		R	R%	B	B%	E	E%	Reg Nat %
	Ab	Ar%	Fa	Fr%							
<i>Acalypha cuneata</i>	59	32,24	20,00	6,45	26	14,21	12	6,56	21,00	11,48	22,21
<i>Tabebuia rosea</i>	28	15,30	10,00	3,23	0	0,00	14	7,65	14,00	7,65	11,34
<i>Myrcia fallax</i>	13	7,10	30,00	9,68	0	0,00	0	0,00	13,00	7,10	8,78
<i>Platymiscium pinnatum</i>	13	7,10	30,00	9,68	0	0,00	10	5,46	3,00	1,64	7,57
<i>Machaerium biovulatum</i>	11	6,01	20,00	6,45	4	2,19	0	0,00	7,00	3,83	6,28
<i>Clusia multiflora</i>	8	4,37	20,00	6,45	0	0,00	0	0,00	8,00	4,37	5,57

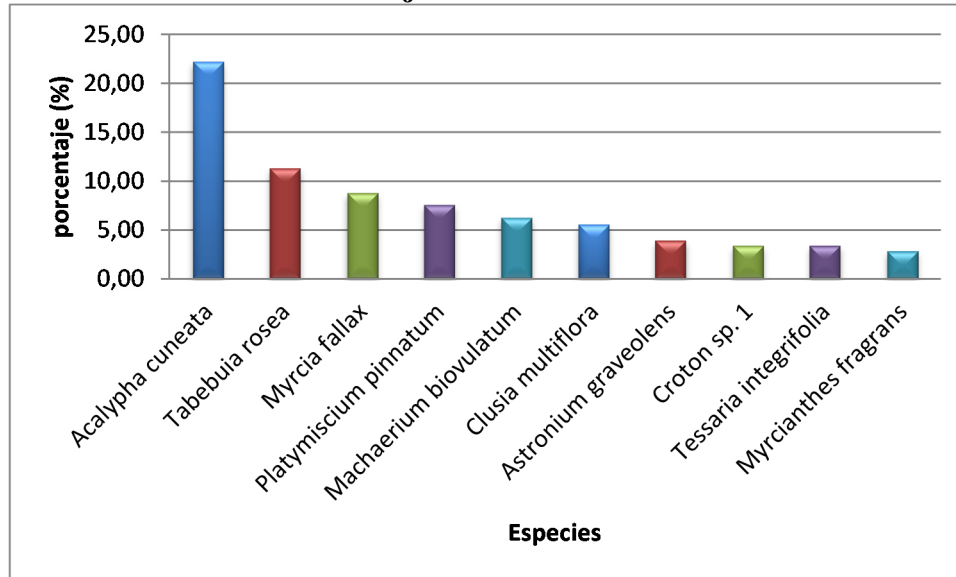
 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Especie	Abundancia		Frecuencia		R	R%	B	B%	E	E%	Reg Nat %
<i>Astronium graveolens</i>	5	2,73	20,00	6,45	0	0,00	3	1,64	2,00	1,09	3,92
<i>Croton</i> sp. 1	7	3,83	10,00	3,23	3	1,64	2	1,09	2,00	1,09	3,40
<i>Tessaria integrifolia</i>	6	3,28	10,00	3,23	0	0,00	2	1,09	4,00	2,19	3,40
<i>Myrcianthes fragrans</i>	5	2,73	10,00	3,23	0	0,00	3	1,64	2,00	1,09	2,85
<i>Bursera simaruba</i>	4	2,19	10,00	3,23	0	0,00	0	0,00	4,00	2,19	2,78
Indeterminada sp. 1	4	2,19	10,00	3,23	0	0,00	0	0,00	4,00	2,19	2,78
<i>Machaerium goudotii</i>	4	2,19	10,00	3,23	0	0,00	2	1,09	2,00	1,09	2,54
Indeterminada sp. 7	4	2,19	10,00	3,23	4	2,19	0	0,00	0,00	0,00	2,22
<i>Vachellia farnesiana</i>	3	1,64	10,00	3,23	1	0,55	0	0,00	2,00	1,09	2,21
<i>Chromolaena odorata</i>	2	1,09	10,00	3,23	0	0,00	0	0,00	2,00	1,09	1,93
<i>Trichilia martiana</i>	1	0,55	10,00	3,23	0	0,00	0	0,00	1,00	0,55	1,50
<i>Cordia alliodora</i>	1	0,55	10,00	3,23	0	0,00	0	0,00	1,00	0,55	1,50
Indeterminada sp. 2	1	0,55	10,00	3,23	0	0,00	0	0,00	1,00	0,55	1,50
<i>Pseudobombax septenatum</i>	1	0,55	10,00	3,23	0	0,00	0	0,00	1,00	0,55	1,50
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	1	0,55	10,00	3,23	0	0,00	0	0,00	1,00	0,55	1,50
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0,55	10,00	3,23	1	0,55	0	0,00	0,00	0,00	1,36
<i>Allophylus</i> sp. 1	1	0,55	10,00	3,23	1	0,55	0	0,00	0,00	0,00	1,36
Total	183	100	310	100	40	21,86	48	26,23	95	51,91	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

En la Figura 5-43, muestra para cada especie su respectivo valor de regeneración natural; la especie con los mayores valores de porcentaje de regeneración natural es *Acalypha cuneata* con el 22,21%, seguida por *Tabebuia rosea* con el 11,34% y *Myrcia fallax* con el 8,78%, estas especies confirman el estado sucesional temprano del arbustal. Lo que se reafirma con la presencia de especies propias de zonas de vegetación en sucesión como *Myrcianthes fragrans* y especies pioneras de vida corta y larga como *Guazuma ulmifolia*.

Figura 5-43 Regeneración natural por especie en el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.5 Caracterización vegetal de la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes



La vegetación que se desarrolla después de un disturbio (natural o humano) como resultado de procesos de sucesión secundaria, tras pasar por diversos estadios, se denomina “vegetación secundaria”, Sobreviven cambios en la estructura y la composición vegetal, ya que las especies cegetales difieren en su respuesta a los disturbios; las especies umbrófilas pueden germinar bajo la sombra, establecerse y crecer, mientras que las especies pioneras requieren claros y tienen mayor plasticidad para adaptarse (Kennard y otros, 2002⁵).

La caracterización de esta cobertura se realizó por medio de la implementación de 7 parcelas, en el municipio de San Jerónimo (veredas El Calvario y Berial) y Medellín (veredas Urquita, La Sucia y La Aldea).

5.1.2.1.5.1.5.1 Composición Florística

La vegetación secundaria alta registró un total de 219 individuos con diámetro normal ≥ 10 cm, distribuidos en 47 especies en 44 géneros y 23 familias botánicas; de las cuales se destacan por su riqueza de especies Fabaceae con el 23% correspondiente a 11 especies/10 géneros, le siguen en importancia Lauraceae y Urticaceae cada una con el 8% (4/3).

⁵ Kennard, K, Gould, F.E, Putza, T.S, Fredericksen, F, Morales,., 2002, Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest, Forest Ecology and Management Recuperado de http://www.uprm.edu/biology/profs/chinea/ecolplt/kennard_e2002.pdf, Julio 07 de 2016,

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

En la Tabla 5-44 se muestran las especies y el número de individuos que ingresaron en la caracterización florística de este ecosistema.

Tabla 5-44 Composición florística en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

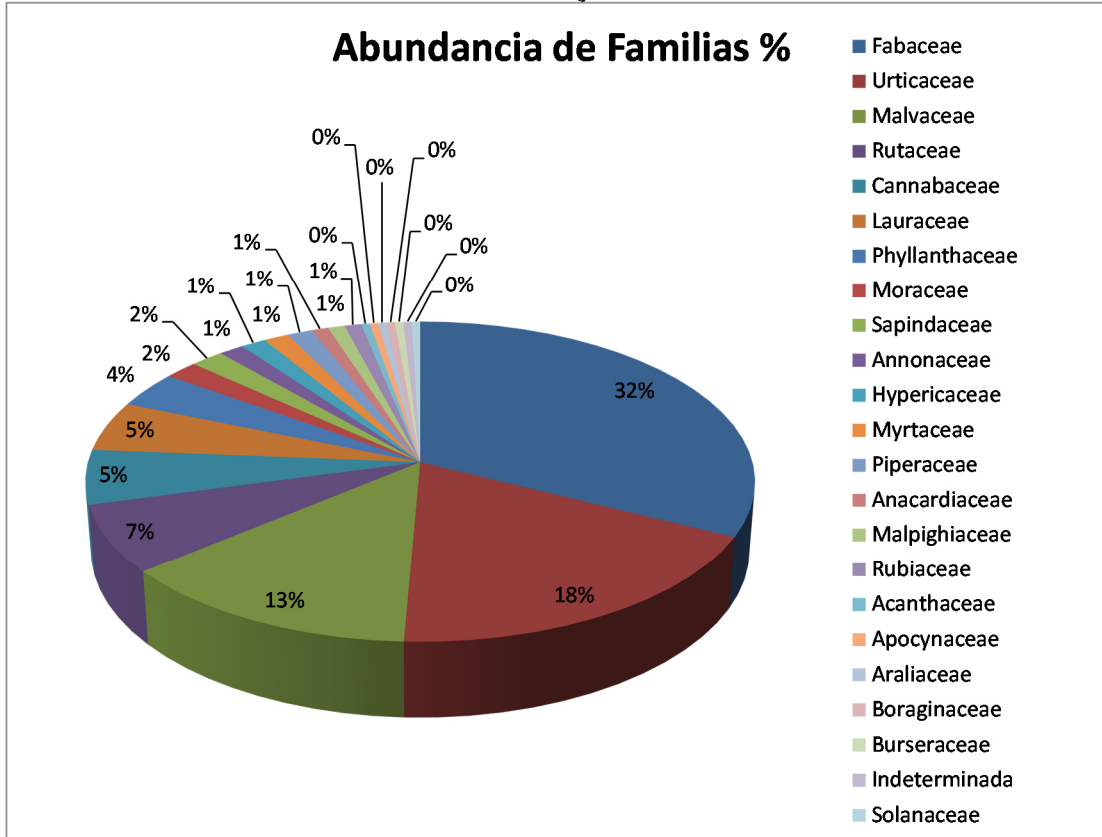
Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Acanthaceae	Trichanthera	<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacedero - Quiebra barrigo	1	0,46
Anacardiaceae	Astronium	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	1	0,46
	Mangifera	<i>Mangifera indica</i>	Mango	1	0,46
Annonaceae	Guatteria	<i>Guatteria crassipes</i>	NN	3	1,37
Apocynaceae	Aspidosperma	<i>Aspidosperma cuspa</i>	NN	1	0,46
Araliaceae	Oreopanax	<i>Oreopanax bogotensis</i>	NN	1	0,46
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia alliodora</i>	Nogal cafetero	1	0,46
Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba</i>	Indio desnudo	1	0,46
Cannabaceae	Trema	<i>Trema micrantha</i>	Surrumbo	12	5,48
Fabaceae	Albizia	<i>Albizia carbonaria</i>	Pisquin - Pezquin	33	15,07
	Cassia	<i>Cassia fistula</i>	Caña fistula	1	0,46
	Enterolobium	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Piñon - piñon de oreja	3	1,37
	Fabaceae	<i>Fabaceae</i> sp. 1	NN	1	0,46
	Hymenaea	<i>Hymenaea courbaril</i>	Algarrobo	1	0,46
	Inga	<i>Inga nobilis</i>	Guamo	1	0,46
		<i>Inga oerstediana</i>	Guamo	12	5,48
	Machaerium	<i>Machaerium biovulatum</i>	NN	1	0,46
	Pseudosamanea	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Saman - Cedro amarillo	15	6,85
	Senna	<i>Senna spectabilis</i>	Velero	2	0,91
Delonix	<i>Delonix regia</i>	NN	1	0,46	
Hypericaceae	Vismia	<i>Vismia baccifera</i>	Carate	3	1,37
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada sp. 16	NN	1	0,46
Lauraceae	Lauraceae	<i>Lauraceae</i> sp. 4	Aguacatillo	3	1,37
	Nectandra	<i>Nectandra</i> sp. 3	NN	2	0,91
	Persea	<i>Persea americana</i>	Aguacate	2	0,91
		<i>Persea caerulea</i>	Aguacatillo	4	1,83
Malpighiaceae	Byrsonima	<i>Byrsonima arthropoda</i>	NN	2	0,91
Malvaceae	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	17	7,76
	Heliocarpus	<i>Heliocarpus americanus</i>	Balso - Balsilla	12	5,48
Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum alicastrum</i>	Guaimaro - Leche perra	2	0,91
	Clarisia	<i>Clarisia biflora</i>	NN	1	0,46

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
	Ficus	<i>Ficus dulciaria</i>	NN	1	0,46
Myrtaceae	Eugenia	<i>Eugenia florida</i>	Arrayan	1	0,46
	Myrcia	<i>Myrcia fallax</i>	Guayabito	1	0,46
	Myrcianthes	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabo	1	0,46
Phyllanthaceae	Phyllanthus	<i>Phyllanthus</i> sp. 3	NN	8	3,65
Piperaceae	Piper	<i>Piper aduncum</i>	Cordoncillo	3	1,37
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea</i> sp. 2	NN	1	0,46
	Psychotria	<i>Psychotria amita</i>	NN	1	0,46
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus</i> sp. 1	Limon silvestre	3	1,37
	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Tachuelo	12	5,48
Sapindaceae	Matayba	<i>Matayba elegans</i>	NN	4	1,83
Solanaceae	Cestrum	<i>Cestrum racemosum</i>	NN	1	0,46
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo	23	10,50
		<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo	2	0,91
	Myriocarpa	<i>Myriocarpa stipitata</i>	NN	12	5,48
	Urera	<i>Urera caracasana</i>	NN	3	1,37
Total				219	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Como se aprecia en la Figura 5-44, la familia que agrupa el mayor número de individuos en la Vegetación secundaria alta del Ob-A es Fabaceae con 32%, lo cual corresponde a 71 individuos arbóreos; le sigue Urticaceae con el 18% (40 individuos) y Malvaceae con el 13% (29 individuos); con lo que estas tres familias albergan el 63% del total de individuos registrados para este ecosistema.

Figura 5-44 Abundancia de familias en porcentaje en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes





Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Dentro de la caracterización florística de este ecosistema, se destaca la presencia de las especies *Astronium graveolens* e *Hymenaea courbaril*, al estar reportadas con restricción a nivel regional, según Resolución 10194 del 10 de abril de 2008 de CORANTIOQUIA (ver Tabla 5-45), restringiendo en todo el territorio de jurisdicción de la Corporación el uso y aprovechamiento de las especies, que presentan algún grado de riesgo, y han desaparecido en algunas regiones de la jurisdicción, Además la especie *Hymenaea courbaril* se encuentra reportada en el catálogo nacional de plantas de Colombia en categoría de casi amenazada, ya que existe una reducción de la población, en la que se observa la disminución en la ocupación del hábitat y ha que sido potencialmente explotada.

Tabla 5-45 Especies Endémicas, amenazadas o en peligro en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

Espece	Nombre común	Categoría de amenaza Nacional o Regional	The IUCN Red List of Threatened Species™
<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	Grado de riesgo	

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

		Resolución 10194 del 10 de abril de 2008 de CORANTIOQUIA	
<i>Hymenaea courbaril</i>	Algarrobo	Casi Amenazadas (NT)⁶	X

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.5.2 Estructura horizontal

En la cobertura de la Vegetación secundaria alta del Ob-A, se encontró un total de 219 individuos, distribuidos en 47 especies; donde la especie *Albizia carbonaria* presenta los mayores valores de abundancia y una importante frecuencia y dominancia, con lo cual se establece como la especie de mayor peso ecológico con un IVI de 34,06%, seguida por *Pseudosamanea guachapele* con 27,12% de IVI, siendo la especie más dominante de la cobertura; se destaca además *Cecropia angustifolia* al ser la especie más frecuente en el ecosistema y aportar un 23,97% del IVI. (Ver Tabla 5-46).

Tabla 5-46 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Albizia carbonaria</i>	33	15,07	12,86	7,63	0,95	11,36	34,06
<i>Aspidosperma cuspa</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,01	0,10	1,41
<i>Astronium graveolens</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,02	0,19	1,49
<i>Brosimum alicastrum</i>	2	0,91	2,86	1,69	0,14	1,68	4,29
<i>Bursera simaruba</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,13	1,56	2,87
<i>Byrsonima arthropoda</i>	2	0,91	1,43	0,85	0,04	0,52	2,28
<i>Cassia fistula</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,01	0,14	1,44
<i>Cecropia angustifolia</i>	23	10,50	15,71	9,32	0,35	4,15	23,97
<i>Cecropia peltata</i>	2	0,91	2,86	1,69	0,05	0,59	3,20
<i>Cestrum racemosum</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,02	0,28	1,58
<i>Citrus</i> sp. 1	3	1,37	2,86	1,69	0,03	0,41	3,48
<i>Clarisia biflora</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,01	0,10	1,41
<i>Cordia alliodora</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,03	0,42	1,72
<i>Delonix regia</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,02	0,20	1,50
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	3	1,37	2,86	1,69	0,96	11,42	14,49
<i>Eugenia florida</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,05	0,57	1,87
<i>Fabaceae</i> sp. 1	1	0,46	1,43	0,85	0,01	0,10	1,40
<i>Ficus dulciaria</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,02	0,25	1,55
<i>Gutteria crassipes</i>	3	1,37	1,43	0,85	0,17	2,08	4,30
<i>Guazuma ulmifolia</i>	17	7,76	10,00	5,93	0,52	6,17	19,87
<i>Heliocarpus americanus</i>	12	5,48	10,00	5,93	0,43	5,17	16,58

⁶ <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/>

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
<i>Hymenaea courbaril</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,03	0,31	1,62
Indeterminada sp. 16	1	0,46	1,43	0,85	0,06	0,67	1,97
<i>Inga nobilis</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,01	0,16	1,46
<i>Inga oerstediana</i>	12	5,48	5,71	3,39	0,46	5,50	14,37
<i>Lauraceae</i> sp. 4	3	1,37	2,86	1,69	0,03	0,39	3,46
<i>Machaerium biovulatum</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,03	0,32	1,63
<i>Mangifera indica</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,05	0,64	1,94
<i>Matayba elegans</i>	4	1,83	1,43	0,85	0,14	1,70	4,38
<i>Myrcia fallax</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,05	0,55	1,85
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,01	0,11	1,41
<i>Myriocarpa stipitata</i>	12	5,48	7,14	4,24	0,86	10,30	20,01
<i>Nectandra</i> sp. 3	2	0,91	2,86	1,69	0,12	1,46	4,07
<i>Oreopanax bogotensis</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,14	1,71	3,02
<i>Palicourea</i> sp. 2	1	0,46	1,43	0,85	0,01	0,15	1,46
<i>Persea americana</i>	2	0,91	1,43	0,85	0,03	0,35	2,11
<i>Persea caerulea</i>	4	1,83	5,71	3,39	0,35	4,15	9,36
<i>Phyllanthus</i> sp. 3	8	3,65	5,71	3,39	0,16	1,88	8,92
<i>Piper aduncum</i>	3	1,37	4,29	2,54	0,03	0,31	4,23
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	15	6,85	10,00	5,93	1,20	14,34	27,12
<i>Psychotria amita</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,01	0,13	1,43
<i>Senna spectabilis</i>	2	0,91	2,86	1,69	0,06	0,68	3,29
<i>Trema micrantha</i>	12	5,48	8,57	5,08	0,16	1,94	12,50
<i>Trichanthera gigantea</i>	1	0,46	1,43	0,85	0,01	0,14	1,44
<i>Urera caracasana</i>	3	1,37	2,86	1,69	0,12	1,43	4,49
<i>Vismia baccifera</i>	3	1,37	2,86	1,69	0,13	1,59	4,65
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	12	5,48	10,00	5,93	0,14	1,64	13,05
Total	219	100	168,57	100	8,36	100	300

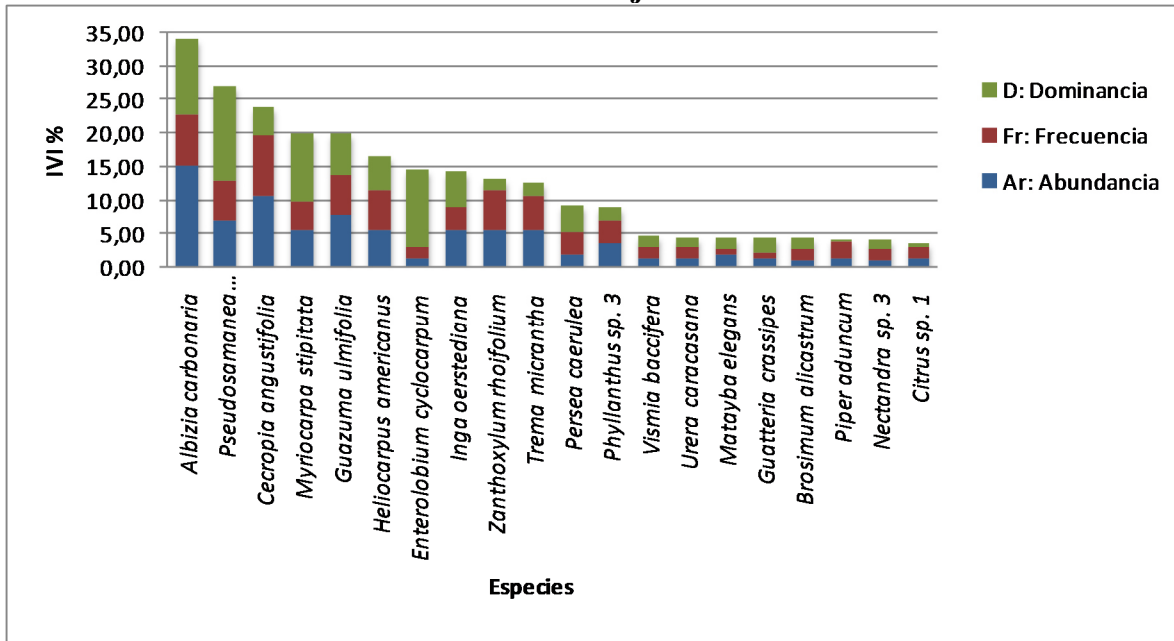
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En la Figura 5-45 se muestran las 20 especies con mayor IVI para la Vegetación secundaria alta del Ob-A, se puede observar que la especie más dominante corresponde a *Pseudosamanea guachapele* al contar con individuos que alcanzan los 24 metros de altura y diámetros de hasta 54,43 cm.

Por su parte *Albizia carbonaria*, es la especie más abundante al aportar el 15,07% de los individuos del total de la muestra y *Cecropia angustifolia*, se presenta como la especie más frecuente con 9,32%

Por el contrario especies como *Myrcianthes fragrans*, *Aspidosperma cuspa*, *Clarisia biflora* y *Fabaceae sp. 1*; son las menos abundantes y pueden ser más sensibles a perturbaciones ambientales o antrópicas.

Figura 5-45 Índice de valor de importancia por especie en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.1.5.3 Cociente de mezcla (CM)

La Tabla 5-47 muestra la cantidad de individuos hallados mediante el muestreo y la cantidad de especies identificadas, el coeficiente de mezcla da un valor de 0,21, señalando una tendencia a la homogeneidad, por ende se necesita muestrear una mayor cantidad de individuos para encontrar una especie distinta.

Tabla 5-47 Cociente de Mezcla para para en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Coficiente de mezcla	Tendencia
47	219	0,21	Tendencia a la homogeneidad

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.5.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie en un ecosistema, En este caso, se analizaron las clases altimétricas, los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres substratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa; de este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

5.1.2.1.5.1.5.5 Estructura altimétrica

La Tabla 5-10 muestra la relación de individuos pertenecientes a cada rango, para la Vegetación secundaria alta del Ob-A, los cuales se encuentran distribuidos en nueve clases altimétricas, con ausencia de individuos con alturas entre 19,34 y 21,01 metros.

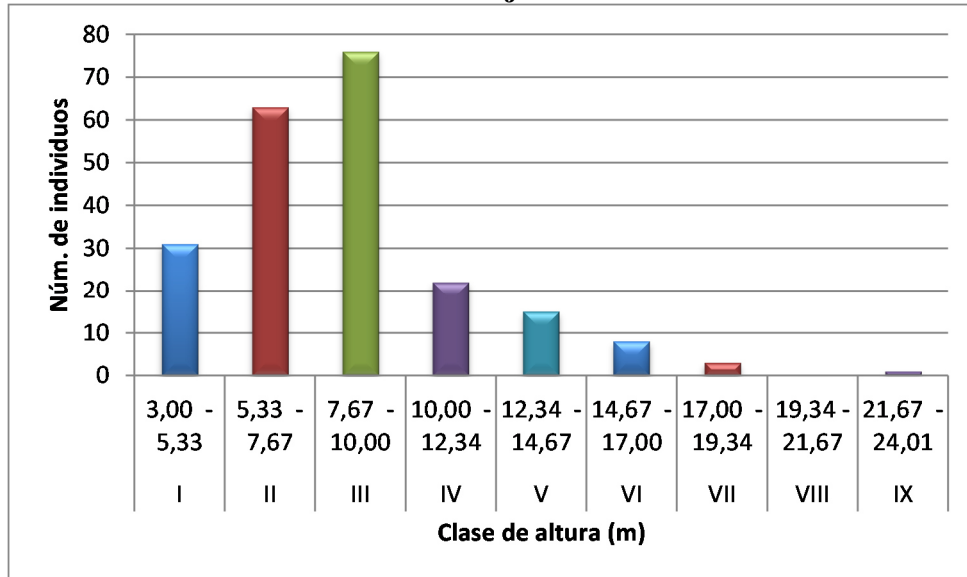
Tabla 5-48 Distribución del número de individuos por clase de altura. Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

Clase	Rango (m)	Núm. Individuos
I	3,00 - 5,33	31
II	5,33 - 7,67	63
III	7,67 - 10,00	76
IV	10,00 - 12,34	22
V	12,34 - 14,67	15
VI	14,67 - 17,00	8
VII	17,00 - 19,34	3
VIII	19,34 - 21,67	0
IX	21,67 - 24,01	1
Total		219

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Como se observa en la Figura 5-8 la distribución de alturas para este ecosistema se presenta de forma normal, donde los individuos registrados en este ecosistema se encuentran agrupados principalmente en las clases II y III concentrando el 63% del total, con 63 y 76 individuos respectivamente; disminuyendo posteriormente hasta las clases superiores.

Figura 5-46 Distribución de individuos por clase de altura. Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

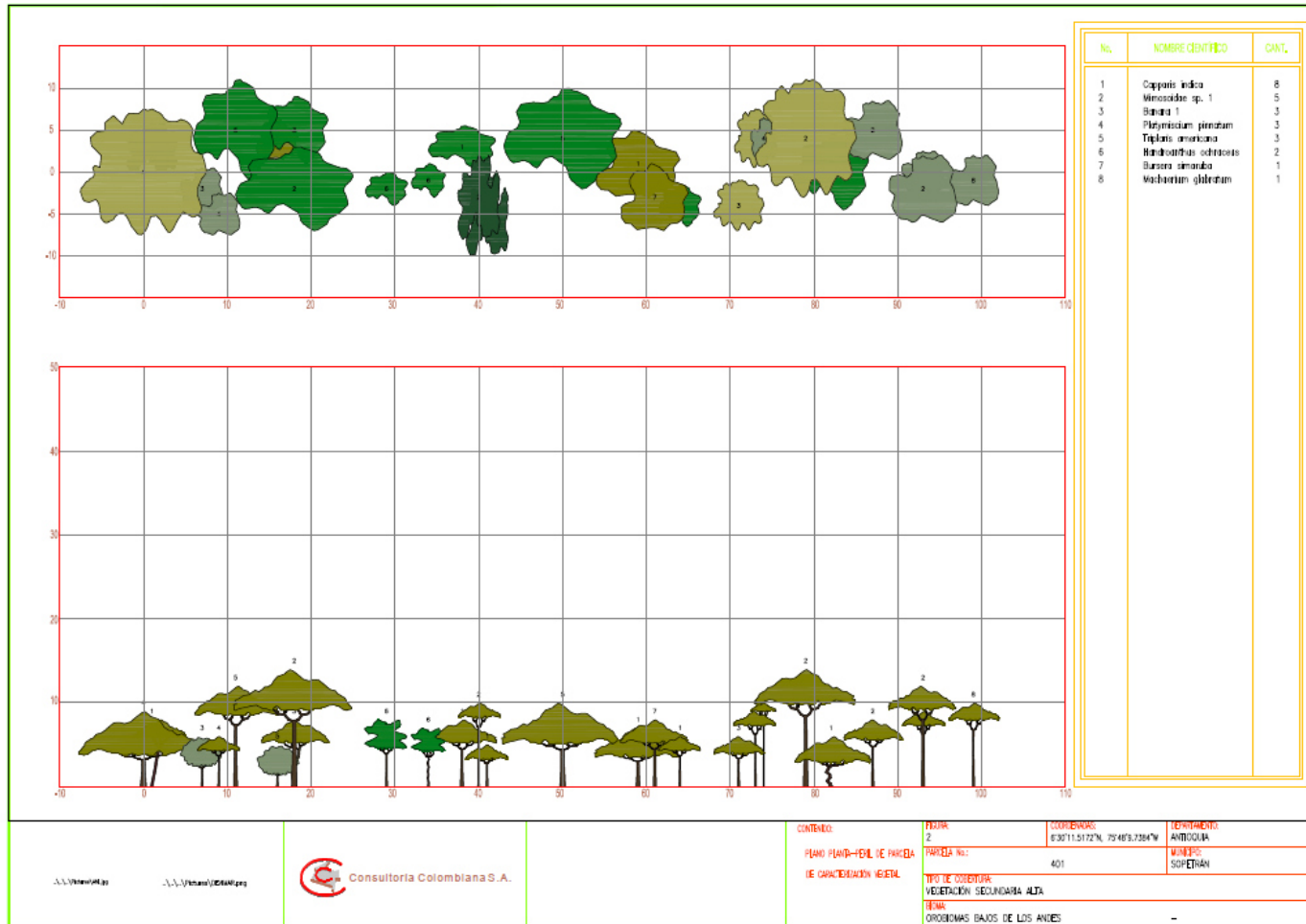


Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.5.1 Perfil

La Figura 5-47 muestra el perfil de vegetación generado a partir de una de las parcelas de muestreo de 0,1 ha (100 metros de largo y 10 metros de ancho) establecidas para la caracterización de este ecosistema (este perfil se encuentra en el Anexo H5, Perfiles de vegetación). En este perfil se puede observar que los individuos de esta parcela se distribuyen en varios sub estratos, encontrándose la mayoría en un sub estrato que no supera los 8 metros; además de pequeños claros que evidencian la extracción de madera de este tipo de cobertura.

Figura 5-47 Perfil Vegetación. Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.5.6 Posición sociológica (PS)

La altura del componente arbóreo en la Vegetación secundaria alta del Ob-A alcanzó los 24 metros de altura, El substrato inferior estuvo constituido por categorías de altura menores a 10 metros (77,63 % del total de individuos), mientras que el substrato medio, con individuos entre los 10 y 17 metros concentran el 20,5%, por su parte el substrato superior contiene el 1,83% restante con individuos con alturas mayores a 17 metros (Tabla 5-49). Para cada substrato se asignó un valor fitosociológico obtenido de dividir el número de individuos en el substrato por el número total de individuos de todas las especies.

De acuerdo con la posición sociológica de las especies registradas, se destaca *Albizia carbonaria* al presentar en un 13,55% de valor sociológico, estando presente en todos los tres substratos y con dominancia en los substratos medio e inferior. A este valor de posición sociológica le siguen las especies *Cecropia angustifolia* con presencia en el substrato medio e inferior y *Guazuma ulmifolia* presente solamente en el substrato inferior, ver Tabla 5-49.

Además de *Albizia carbonaria*, otra especie que tienen asegurado su lugar en la estructura y composición de este ecosistema, al estar presente en los tres substratos es *Pseudosamanea guachapele*.

Tabla 5-49 Resultados del análisis de la estructura vertical en la Vegetación secundaria alta del Oroboma bajo de los Andes

Especies	Sub-Estrato Inferior < 10m		Sub-Estrato Medio 10 - 17 m		Sub-Estrato Superior >17m		PS _{abs}	PS _r	Nº/ha
	nº/ha	Vfi	nº/ha	VFm	nº/ha	VF _s			
<i>Albizia carbonaria</i>	22	0,100	10	0,046	1	0,005	19,151	13,55	33
<i>Aspidosperma cuspa</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,55	1
<i>Astronium graveolens</i>	1	0,005	0	0,000	0	0,000	0,776	0,55	1
<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0,005	1	0,005	0	0,000	0,982	0,69	2
<i>Bursera simaruba</i>	0	0,000	0	0,000	1	0,005	0,018	0,01	1
<i>Byrsonima arthropoda</i>	2	0,01	0	0,00	0	0,00	1,55	1,10	2
<i>Cassia fistula</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,55	1
<i>Cecropia angustifolia</i>	16	0,07	7	0,03	0	0,00	13,86	9,81	23
<i>Cecropia peltata</i>	1	0,005	1	0,005	0	0,000	0,982	0,69	2
<i>Cestrum racemosum</i>	0	0,000	1	0,005	0	0,000	0,205	0,15	1
<i>Citrus sp. 1</i>	3	0,014	0	0,000	0	0,000	2,329	1,65	3
<i>Clarisia biflora</i>	1	0,005	0	0,000	0	0,000	0,776	0,55	1
<i>Cordia alliodora</i>	1	0,005	0	0,000	0	0,000	0,776	0,55	1
<i>Delonix regia</i>	0	0,00	1	0,00	0	0,00	0,21	0,15	1

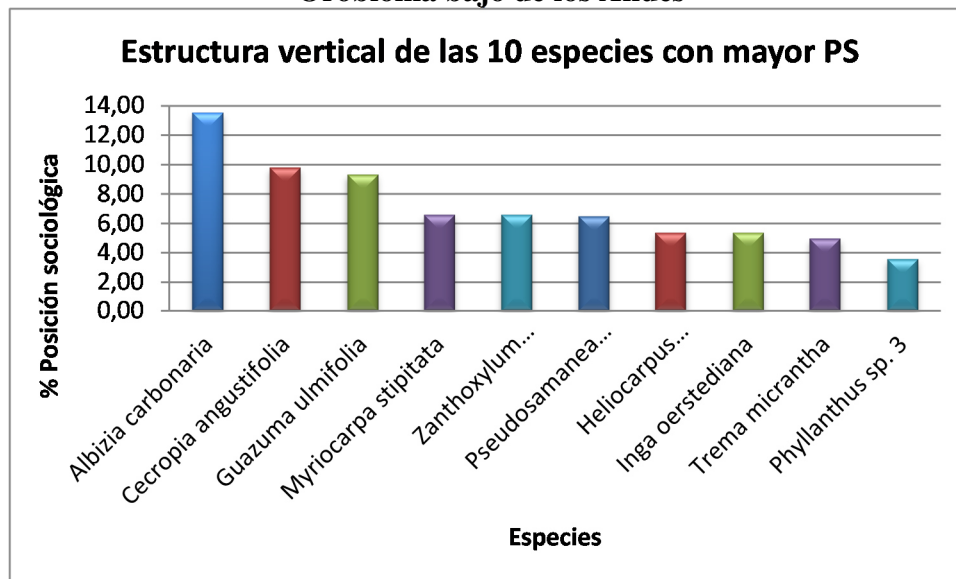
Especies	Sub-Estrato Inferior < 10m		Sub-Estrato Medio 10 - 17 m		Sub-Estrato Superior >17m		PS _{abs}	PS _r	Nº/ha
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2	0,009	1	0,005	0	0,000	1,758	1,24	3
<i>Eugenia florida</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,55	1
<i>Fabaceae sp. 1</i>	1	0,005	0	0,000	0	0,000	0,776	0,55	1
<i>Ficus dulciaria</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,55	1
<i>Guatteria crassipes</i>	2	0,009	1	0,005	0	0,000	1,758	1,24	3
<i>Guazuma ulmifolia</i>	17	0,078	0	0,000	0	0,000	13,196	9,34	17
<i>Heliocarpus americanus</i>	9	0,041	3	0,014	0	0,000	7,603	5,38	12
<i>Hymenaea courbaril</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,55	1
Indeterminada sp. 16	0	0,00	1	0,00	0	0,00	0,21	0,15	1
<i>Inga nobilis</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,55	1
<i>Inga oerstediana</i>	9	0,04	3	0,01	0	0,00	7,60	5,38	12
<i>Lauraceae sp. 4</i>	3	0,01	0	0,00	0	0,00	2,33	1,65	3
<i>Machaerium biovulatum</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,55	1
<i>Mangifera indica</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,55	1
<i>Matayba elegans</i>	3	0,014	1	0,005	0	0,000	2,534	1,79	4
<i>Myrcia fallax</i>	1	0,005	0	0,000	0	0,000	0,776	0,55	1
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,55	1
<i>Myriocarpa stipitata</i>	12	0,055	0	0,000	0	0,000	9,315	6,59	12
<i>Nectandra sp. 3</i>	1	0,00	0	0,00	1	0,00	0,79	0,56	2
<i>Oreopanax bogotensis</i>	0	0,000	1	0,005	0	0,000	0,205	0,15	1
<i>Palicourea sp. 2</i>	1	0,005	0	0,000	0	0,000	0,776	0,55	1
<i>Persea americana</i>	2	0,009	0	0,000	0	0,000	1,553	1,10	2
<i>Persea caerulea</i>	1	0,00	3	0,01	0	0,00	1,39	0,99	4
<i>Phyllanthus sp. 3</i>	6	0,03	2	0,01	0	0,00	5,07	3,59	8
<i>Piper aduncum</i>	3	0,01	0	0,00	0	0,00	2,33	1,65	3
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	11	0,05	3	0,01	1	0,00	9,17	6,49	15
<i>Psychotria amita</i>	1	0,005	0	0,000	0	0,000	0,776	0,55	1
<i>Senna spectabilis</i>	2	0,009	0	0,000	0	0,000	1,553	1,10	2
<i>Trema micrantha</i>	8	0,037	4	0,018	0	0,000	7,032	4,98	12
<i>Trichanthera gigantea</i>	1	0,005	0	0,000	0	0,000	0,776	0,55	1
<i>Urera caracasana</i>	3	0,014	0	0,000	0	0,000	2,329	1,65	3
<i>Vismia baccifera</i>	2	0,01	1	0,00	0	0,00	1,76	1,24	3
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	12	0,05	0	0,00	0	0,00	9,32	6,59	12
Total	170	0,78	45	0,21	4	0,02	141,28	100	219,00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 5-48 muestra las 10 especies con mayor posición sociológica en de este

ecosistema, se observa que la especie *Albizia carbonaria* cuenta con la mayor posición sociológica, por la cantidad de individuos presentes en el sustrato inferior; para las especies *Bursera simaruba*, presente solo en el sustrato superior y *Cestrum racemosum*, *Delonix regia*, y *Oreopanax bogotensis*; se registra la menor posición sociológica por estar presentes, en el sustrato medio, siendo menos frecuentes y presentarse de manera dispersa.

Figura 5-48 Estructura vertical por especie en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

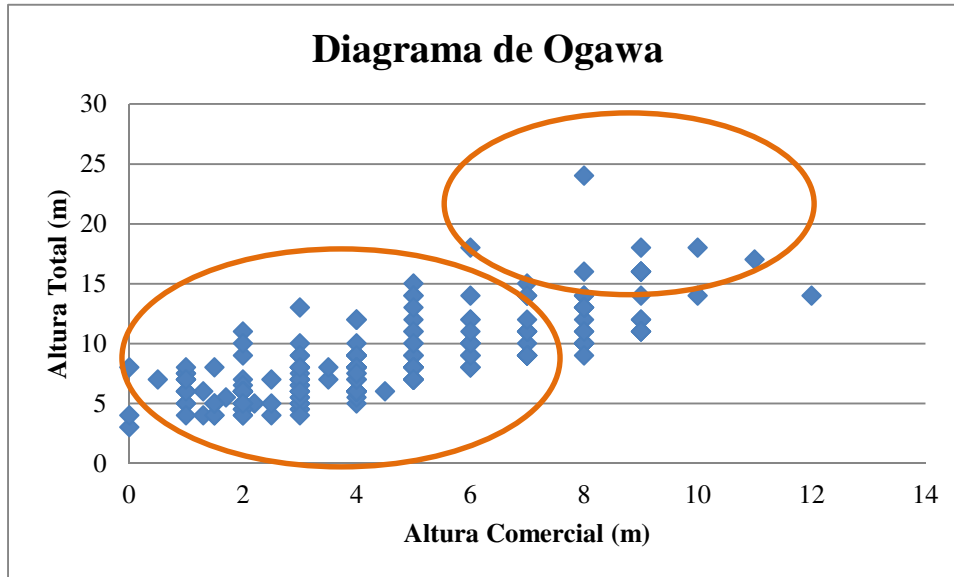


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.1.5.7 Estratos de Ogawa

El diagrama de Ogawa permite establecer que la mayoría de los individuos registrados para la Vegetación secundaria alta del Ob-A que no superan los 10 metros (Figura 5-49), con individuos que se van dispersando hasta llegar a unos pocos individuos emergentes con alturas entre los 17 y 24 metros de las especies *Albizia carbonaria*, *Bursera simaruba*, *Pseudosamanea guachapele*, *Nectandra sp. 3* y *Heliocarpus americanus*.

Figura 5-49 Diagrama de Ogawa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.1.5.8 Estructura total o dinámica

El análisis de las clases diamétricas presentes, sirve para estudiar el dinamismo de las poblaciones forestales y su relación con los factores ambientales; para el caso del ecosistema natural Vegetación secundaria alta del Ob-A, se encontraron nueve clases diamétricas. La Tabla 5-50 muestra las diferentes clases con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

Tabla 5-50 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en la Vegetación secundaria alta del Orobiomas bajo de los Andes

Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³)	
I	10,03 - 15,90	126	57,53	6,20	11,64	2,20
II	15,90 - 21,77	54	24,66	5,79	11,38	1,95
III	21,77 - 27,64	16	7,31	3,01	5,29	0,83
IV	27,64 - 33,51	10	4,57	3,25	10,28	0,95
V	33,51 - 39,38	6	2,74	2,95	5,98	0,61
VI	39,38 - 45,25	2	0,91	1,25	3,15	0,27
VII	45,25 - 51,13	2	0,91	0,96	3,55	0,39
VIII	51,13 - 57,00	2	0,91	2,16	10,79	0,85

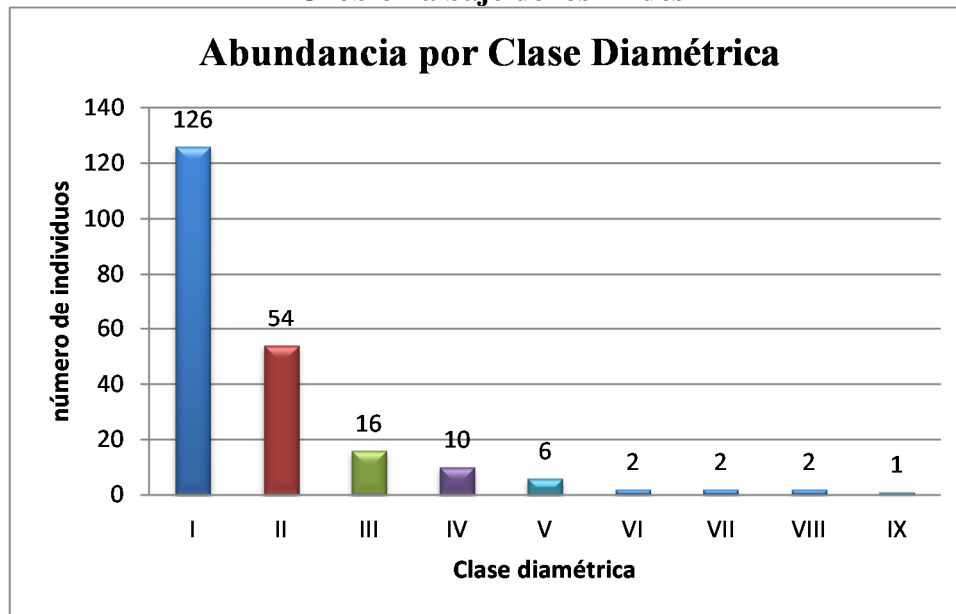
Clase	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal
IX	57,00 - 62,87	1	0,46	1,96	3,48	0,31
Total		219	100	27,53	65,55	8,36

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La distribución de los individuos por clases diamétricas, como se observa en la Figura 5-50, indica una disminución continua del número de árboles a medida que aumenta el diámetro, tomando la típica forma de una J invertida.

De acuerdo con lo anterior, se encontró que la clase I muestra el mayor porcentaje de abundancia con el 57,53%, bajando drásticamente a la clase II con 24,66%, y en menor proporción las clases IV y V con 7,31% y 4,57%. Se puede decir que la estructura diamétrica de la vegetación secundaria muestra que ha sido sometido a procesos de antropización, lo que sin duda está directamente relacionado con la ampliación de la frontera agrícola, ganadera y parcelaciones de recreo de las poblaciones locales, por lo tanto, a medida que disminuye la riqueza de especies, las más frecuentes se convierten en dominantes.

Figura 5-50 Abundancia por clase diamétrica en la vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes



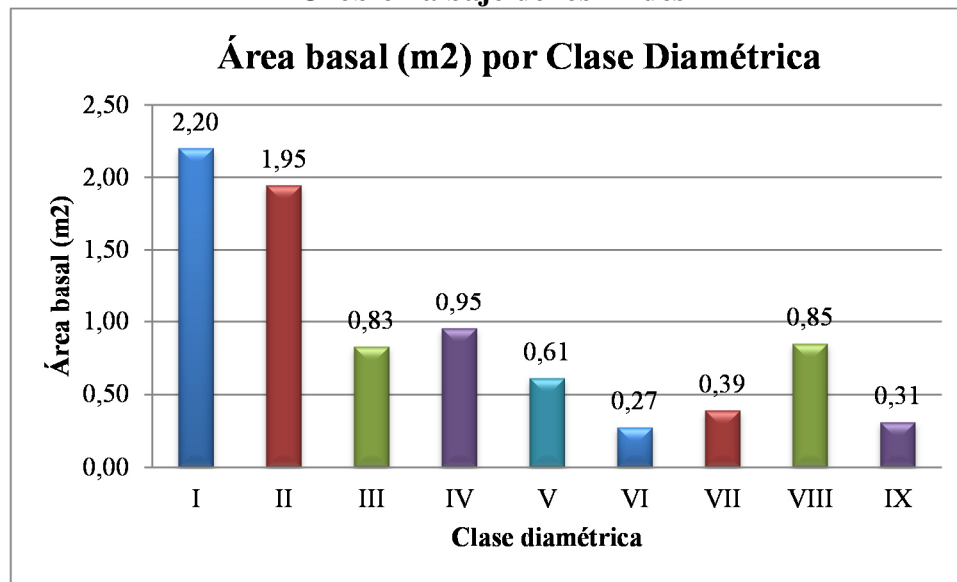
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.1.5.8.1 Cálculo del área basal

La principal diferencia en la distribución del área basal por categoría de diámetro se presentó en la primera clase, donde la Vegetación secundaria alta del Ob-A presentó

mayores valores concentrados en varias especies y árboles de porte pequeño (2,20 m²), seguida por la clase diamétrica II con 1,95 m²; entre las especies que más contribuyen con este valor encontramos a *Myriocarpa stipitata*, *Cecropia peltata*, *Guazuma ulmifolia* y *Albizia carbonaria*. La clase diamétrica con el menor valor en área basal fue la VI con 0,27%.

Figura 5-51 Área basal por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes



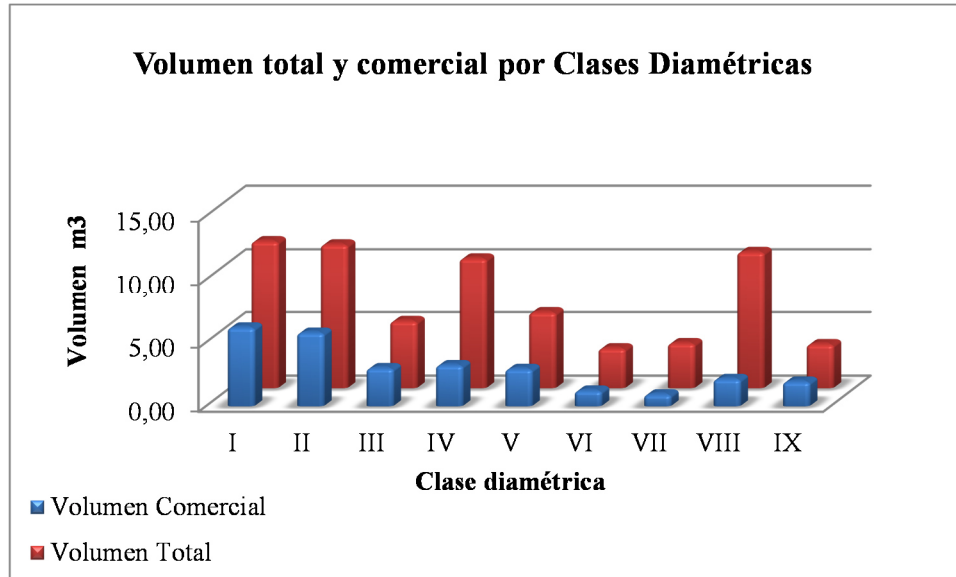
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.1.5.8.2 Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial encontrado para un área de 0,7 ha fue de 65,55 m³ y 27,53 m³ respectivamente; al igual que para el área basal los mayores aportes los realiza la clase diamétrica I con valores de volumen total de 11,64 m³ y volumen comercial de 6,20 m³; los menores valores corresponden a las clases VI con valores de volumen comercial de 1,25 m³ y de volumen total 3,15 m³.

La Figura 5-52 muestra la distribución del volumen total y comercial por clase diamétrica para la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes.

Figura 5-52 Volumen total y comercial por clase diamétrica en la vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes



5.1.2.1.5.1.5.9 Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad evaluados para los individuos de DAP >10 cm censados en los 4 levantamientos, donde se encontraron 219 individuos pertenecientes a 47 especies, se realizó por medio de los índices de Shannon, Margalef, Menhinick. En la Tabla 5-51, se pueden ver los resultados obtenidos para para este ecosistema.

Tabla 5-51 Índices de diversidad en la vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

Índice de Shannon - Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
2,51	8,54	3,18

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

El índice de Shannon presenta un valor de 2,51, indicando que este ecosistema tiene una diversidad media, lo que significa que existen algunas especies que tienden a estar representadas por el mismo número de individuos,

Por su parte, el índice de Margalef se encuentra basado en la densidad de las especies, por lo que analiza la diversidad de las comunidades a través de la distribución de las especies en función del número de individuos presentes en la muestra analizada. De acuerdo con lo anterior, la Vegetación secundaria alta del Ob-A con un índice de 8,54, indica que este ecosistema tiene una riqueza de especies alta; lo que reafirma el índice de Menhinick con un valor de 3,18.

Se deduce entonces que, la estructura horizontal del ecosistema presenta una tendencia a la homogeneidad y una dominancia media de una o unas pocas especies, Si se tiene en cuenta la riqueza y los índices mencionados, se puede suponer que la vegetación evaluada posee estados sucesionales y de conservación que se puede enmarcar como sistemas afectados por el aprovechamiento de madera y ampliación de las fronteras agrícolas.

5.1.2.1.5.1.5.10 Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que de las 47 especies, el 72,34% corresponde a especies que tienden al agrupamiento, el 12,77% son especies dispersas y el 14,89% son especies agrupadas entre las que se encuentran *Matayba elegans*, *Albizia carbonaria*, *Guatteria crassipes*, *Inga oerstediana*, *Guazuma ulmifolia*, *Myriocarpa stipitata* *Pseudosamanea guachapele*. (Ver Tabla 5-52).

Tabla 5-52 Grado de agregación en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Albizia carbonaria</i>	0,14	0,47	3,43
<i>Aspidosperma cuspa</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Astronium graveolens</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Brosimum alicastrum</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Bursera simaruba</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Byrsonima arthropoda</i>	0,01	0,03	1,99
<i>Cassia fistula</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Cecropia angustifolia</i>	0,17	0,33	1,92
<i>Cecropia peltata</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Cestrum racemosum</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Citrus</i> sp. 1	0,03	0,04	1,48
<i>Clarisia biflora</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Cordia alliodora</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Delonix regia</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,03	0,04	1,48
<i>Eugenia florida</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Fabaceae</i> sp. 1	0,01	0,01	0,99
<i>Ficus dulciaria</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Guatteria crassipes</i>	0,01	0,04	2,98
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,11	0,24	2,31

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Heliocarpus americanus</i>	0,11	0,17	1,63
<i>Hymenaea courbaril</i>	0,01	0,01	0,99
Indeterminada sp. 16	0,01	0,01	0,99
<i>Inga nobilis</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Inga oerstediana</i>	0,06	0,17	2,91
<i>Lauraceae</i> sp. 4	0,03	0,04	1,48
<i>Machaerium biovulatum</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Mangifera indica</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Matayba elegans</i>	0,01	0,06	3,97
<i>Myrcia fallax</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Myrcianthes fragrans</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Myriocarpa stipitata</i>	0,07	0,17	2,31
<i>Nectandra</i> sp. 3	0,03	0,03	0,99
<i>Oreopanax bogotensis</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Palicourea</i> sp. 2	0,01	0,01	0,99
<i>Persea americana</i>	0,01	0,03	1,99
<i>Persea caerulea</i>	0,06	0,06	0,97
<i>Phyllanthus</i> sp. 3	0,06	0,11	1,94
<i>Piper aduncum</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,11	0,21	2,03
<i>Psychotria amita</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Senna spectabilis</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Trema micrantha</i>	0,09	0,17	1,91
<i>Trichanthera gigantea</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Urera caracasana</i>	0,03	0,04	1,48
<i>Vismia baccifera</i>	0,03	0,04	1,48
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,11	0,17	1,63

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.1.5.11 Regeneración natural

El estudio de la Regeneración Natural de este ecosistema se realizó en 12 subparcelas de las 7 parcelas de fustales; subparcelas de 25 m² para latizales y subparcelas de 4 m² para brinzales y renuevos.

El estudio de la regeneración natural permite conocer las especies involucradas en los procesos sucesionales y regenerativos en cada ecosistema y poder identificar su afectación.

5.1.2.1.5.11.1 Composición florística

El estudio de la Regeneración Natural de este ecosistema se realizó en dos sub parcelas de cada parcela de fustales, es decir 10 subparcelas de 10 m² para latizales y 10 subparcelas de 4 m² para brinzales y renuevos.

En la regeneración natural de la Vegetación secundaria alta del Ob-A se registraron 211 individuos de 45 especies correspondientes a 23 familias. Los parámetros de regeneración natural se encuentran en la Tabla 5-53.

Tabla 5-53 Parámetros de Regeneración natural en la Vegetación secundaria alta del Oroboma bajo de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		R	R%	B	B%	E	E%	Reg Nat %
	Ab	Ar%	Fa	Fr%							
<i>Acrocomia aculeata</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Albizia carbonaria</i>	14	6,64	14,29	2,99	5	2,37	0	0,00	9	4,27	5,59
<i>Anaxagoraea 1</i>	3	1,42	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	3	1,42	1,62
<i>Boehmeria aspera</i>	3	1,42	14,29	2,99	0	0,00	2	0,95	1	0,47	1,87
<i>Boehmeria caudata</i>	36	17,06	21,43	4,48	20	9,48	3	1,42	13	6,16	12,06
<i>Brosimum alicastrum</i>	6	2,84	7,14	1,49	5	2,37	0	0,00	1	0,47	2,11
<i>Brosimum utile</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	0	0,00	0,75
<i>Byrsonima arthropoda</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Casearia 1</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	0	0,00	0,75
<i>Casearia coronata</i>	2	0,95	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	2	0,95	1,24
<i>Cecropia angustifolia</i>	9	4,27	28,57	5,97	0	0,00	0	0,00	9	4,27	5,34
<i>Clarisia biflora</i>	2	0,95	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	1	0,47	1,12
<i>Coffea arabica</i>	3	1,42	7,14	1,49	0	0,00	3	1,42	0	0,00	1,25
<i>Cupania americana</i>	5	2,37	7,14	1,49	0	0,00	4	1,90	1	0,47	1,87
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0,95	14,29	2,99	0	0,00	0	0,00	2	0,95	1,74
<i>Hedyosmum colombianum</i>	4	1,90	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	4	1,90	1,99
<i>Heliocarpus americanus</i>	10	4,74	14,29	2,99	1	0,47	4	1,90	5	2,37	4,11
<i>Indeterminada sp. 13</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Indeterminada sp. 9</i>	3	1,42	7,14	1,49	3	1,42	0	0,00	0	0,00	1,24
<i>Inga oerstediana</i>	3	1,42	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	2	0,95	1,49
<i>Lauraceae sp. 4</i>	12	5,69	14,29	2,99	0	0,00	12	5,69	0	0,00	4,00
<i>Machaerium biovulatum</i>	2	0,95	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	2	0,95	1,24
<i>Machaerium goudotii</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Miconia aeruginosa</i>	11	5,21	14,29	2,99	8	3,79	0	0,00	3	1,42	4,10
<i>Miconia sp. 2</i>	4	1,90	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	4	1,90	1,99
<i>Myrsine coriacea</i>	3	1,42	14,29	2,99	0	0,00	0	0,00	3	1,42	2,11
<i>Oreopanax bogotensis</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	0	0,00	0,75
<i>Oreopanax incisus</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Palicourea guianensis</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	0	0,00	0,75
<i>Palicourea sp. 2</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Persea americana</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	0	0,00	0,75
<i>Phyllanthus sp. 3</i>	9	4,27	14,29	2,99	0	0,00	0	0,00	9	4,27	4,35
<i>Piper aduncum</i>	12	5,69	28,57	5,97	1	0,47	0	0,00	11	5,21	6,34
<i>Piper tomas-albertoi</i>	9	4,27	14,29	2,99	0	0,00	4	1,90	5	2,37	3,86

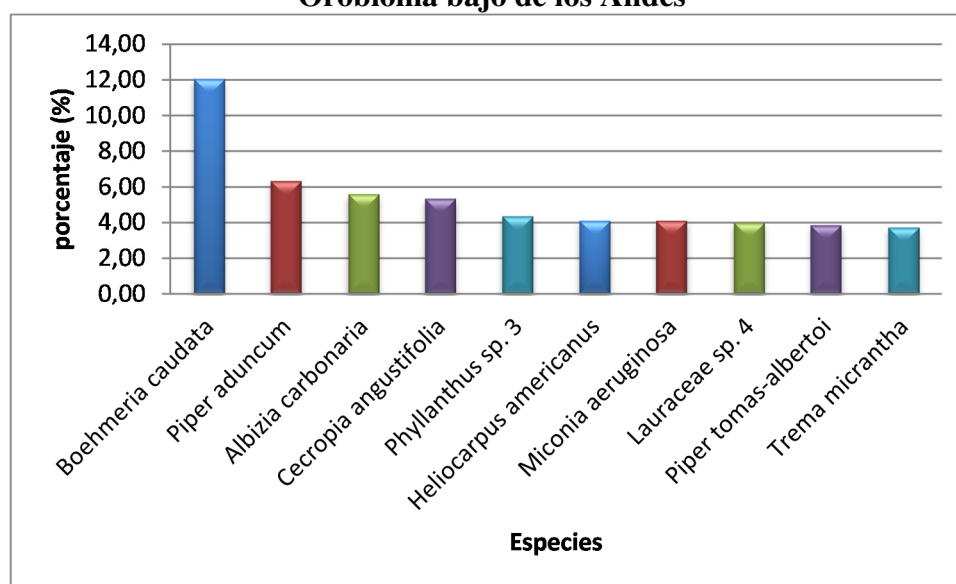
Especie	Abundancia	Frecuencia	R	R%	B	B%	E	E%	Reg Nat %		
<i>Pseudobombax</i> sp. 1	3	1,42	7,14	1,49	0	0,00	3	1,42	0	0,00	1,25
<i>Psidium pedicellatum</i>	7	3,32	7,14	1,49	3	1,42	0	0,00	4	1,90	2,73
<i>Psychotria brachiata</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Rondeletia</i> sp. 1	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Rondeletia</i> sp. 2	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Senefeldera testiculata</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	0	0,00	0,75
<i>Trema micrantha</i>	6	2,84	21,43	4,48	0	0,00	0	0,00	6	2,84	3,73
<i>Trichilia hirta</i>	4	1,90	21,43	4,48	0	0,00	1	0,47	3	1,42	2,86
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	6	2,84	14,29	2,99	0	0,00	5	2,37	1	0,47	2,62
<i>Citrus</i> sp. 1	2	0,95	7,14	1,49	2	0,95	0	0,00	0	0,00	0,99
<i>Platymiscium darienense</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
Total	211	100	478,57	100	48	22,75	49	23,23	114	54,03	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016



La mayor contribución a la regeneración del ecosistema es por parte de la categoría de los latizales con el 54,03% del total de individuos registrados, le sigue, los brinzales con el 23,23%, finalmente los renuevos con reúnen el restante 22,75%

El índice de regeneración señala que la especie más importantes en la regeneración natural es *Boehmeria caudata*, seguida por *Piper tomas-albertoi*, *Albizia carbonaria* y *Cecropia angustifolia*; es de recordar que estas dos últimas especies fueron las de mayor peso ecológico dentro de los fustales, indicando que son las especies con mayor éxito dentro del sotobosque, caracterizadas por una buena producción de semillas suficientes para garantizar ininterrumpidamente su existencia. (Lamprecht, 1990). En la Figura 5-53 se muestra la gráfica de distribución de las diez especies con mayor índice de regeneración natural.

Figura 5-53 Regeneración natural por especie en la Vegetación secundaria alta del Oroboma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

5.1.2.1.5.2 Caracterización florística del Orobomas medios de los Andes (Om – A)

5.1.2.1.5.2.1 Caracterización vegetal del Bosque de galería del Oroboma medio de los Andes

La caracterización de esta cobertura se realizó por medio de la implementación de 10 parcelas ubicadas en el municipio de Medellín, veredas La Volcana-Guayabal, La Frisola, La Palma y Naranjal.

5.1.2.1.5.2.1.1 Composición Florística

En la cobertura de Bosque de galería del Om-A se registraron 478 individuos fustales distribuidos en 78 especies, 58 géneros y 39 familias botánicas; donde las familias Fabaceae y Lauraceae con 5 especies / 3 géneros cada una y Rubiaceae con 5 especies / 4 géneros; por su parte, Clusiaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Rubiaceae y Urticaceae se registraron con 4 especies cada una (verTabla 5-54).

Las especies más abundantes de esta cobertura son, *Cavendishia pubescens*, *Syzygium jambos*, *Heliocarpus americanus*, *Hedyosmum colombianum*, *Alchornea triplinerviay* *Tibouchina lepidota*; estas 6 especies concentran el con 45,61 % del total de individuos de las 78 especies registradas para este ecosistema.

Tabla 5-54 Composición florística en el Bosque de galería del Oroboma medio de los Andes

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Acanthaceae	Aphelandra	<i>Aphelandra runcinata</i>	NN	2	0,42
Actinidiaceae	Saurauia	<i>Saurauia bullosa</i>	NN	9	1,88
		<i>Saurauia ursina</i>	NN	3	0,63
Adoxaceae	Viburnum	<i>Viburnum hallii</i>	NN	1	0,21
Anacardiaceae	Toxicodendron	<i>Toxicodendron striatum</i>	Manzanillo	10	2,09
Annonaceae	Guatteria	<i>Guatteria amplifolia</i>	Garrapato	11	2,30
		<i>Guatteria lehmannii</i>	NN	1	0,21
Apocynaceae	Thevetia	<i>Thevetia ahouai</i>	NN	2	0,42
Boraginaceae	Varronia	<i>Varronia cylindrostachya</i>	NN	2	0,42
Burseraceae	Dacryodes	<i>Dacryodes occidentalis</i>	NN	1	0,21
Cannabaceae	Trema	<i>Trema micrantha</i>	Surrumbo	1	0,21
Chlorantaceae	Hedyosmum	<i>Hedyosmum colombianum</i>	Silvo silvo	24	5,02
Chrysobalanaceae	Licania	<i>Licania</i> sp. 1	NN	1	0,21
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia alata</i>	Chagualo	5	1,05
		<i>Clusia minor</i>	Chagualo	2	0,42
		<i>Clusia multiflora</i>	Chagualo	2	0,42
		<i>Clusia</i> sp. 1	Chagualo Chagualon	2	0,42
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia pinnata</i>	NN	2	0,42

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
		<i>Weinmannia pubescens</i>	Ensenillo	4	0,84
Cyattheaceae	Cyathea	<i>Cyathea caracasana</i>	Zarro	11	2,30
Ericaceae	Cavendishia	<i>Cavendishia pubescens</i>	Uvito	78	16,32
Euphorbiaceae	Alchornea	<i>Alchornea glandulosa</i>	NN	2	0,42
		<i>Alchornea triplinervia</i>	NN	21	4,39
	Croton	<i>Croton mutistanus</i>	Drago	8	1,67
	Hieronyma	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Motilon	1	0,21
Fabaceae	Inga	<i>Inga acrocephala</i>	Guamo	2	0,42
		<i>Inga gracilior</i>	Suribio - Suribio	4	0,84
		<i>Inga punctata</i>	Guamo	2	0,42
	Zygia	<i>Zygia</i> sp. 1	NN	9	1,88
	Delonix	<i>Delonix regia</i>	Sande	5	1,05
Hypericaceae	Vismia	<i>Vismia baccifera</i>	Carate	14	2,93
		<i>Vismia lauriformis</i>	Carate	3	0,63
		<i>Vismia sprucei</i>	Carate	6	1,26
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada sp. 16	NN	1	0,21
Lacistemataceae	Lacistema	<i>Lacistema aggregatum</i>	NN	7	1,46
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra cuspidata</i>	Laurel	2	0,42
		<i>Nectandra</i> sp. 2	NN	3	0,63
	Ocotea	<i>Ocotea</i> sp. 3	NN	2	0,42
		<i>Ocotea</i> sp. 4	NN	2	0,42
	Persea	<i>Persea caerulea</i>	Aguacatillo	2	0,42
Lecythidaceae	Eschweilera	<i>Eschweilera antioquensis</i>	NN	3	0,63
Lythraceae	Lagerstroemia	<i>Lagerstroemia</i> sp. 1	NN	3	0,63
Malvaceae	Heliocarpus	<i>Heliocarpus americanus</i>	Balso - Balsilla	25	5,23
Melastomataceae	Conostegia	<i>Conostegia tenuifolia</i>	NN	6	1,26
	Graffenrieda	<i>Graffenrieda conostegioides</i>	NN	13	2,72
	Miconia	<i>Miconia caudata</i>	Tapon	4	0,84
	Tibouchina	<i>Tibouchina lepidota</i>	Siete cueros	21	4,39
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea pterorhachis</i>	NN	1	0,21
Moraceae	Ficus	<i>Ficus tonduzii</i>	Higueron	1	0,21
	Ficus	<i>Ficus trigonata</i>	NN	3	0,63
Myrtaceae	Eucalyptus	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucallpto	1	0,21
	Eugenia	<i>Eugenia florida</i>	Arrayan	4	0,84
	Myrcia	<i>Myrcia</i> sp. 1	Arrayan	1	0,21
	Syzygium	<i>Syzygium jambos</i>	Pomo - poma	49	10,25
Phyllanthaceae	Hieronyma	<i>Hieronyma scabrida</i>	NN	1	0,21
Piperaceae	Piper	<i>Piper aduncum</i>	Tapón	4	0,84
		<i>Piper begoniicolor</i>	NN	6	1,26
Primulaceae	Geissanthus	<i>Geissanthus</i> sp. 1	NN	1	0,21
	Myrsine	<i>Myrsine latifolia</i>	Espadero	1	0,21
		<i>Myrsine coriacea</i>	Espadero	6	1,26
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea apicata</i>	NN	1	0,21
		<i>Palicourea demissa</i>	NN	1	0,21
	Pentagonia	<i>Pentagonia</i> cf. <i>macrophylla</i>	NN	1	0,21
	Psychotria	<i>Psychotria</i> sp. 1	NN	1	0,21
	Schizocalyx	<i>Schizocalyx bracteosus</i>	NN	1	0,21

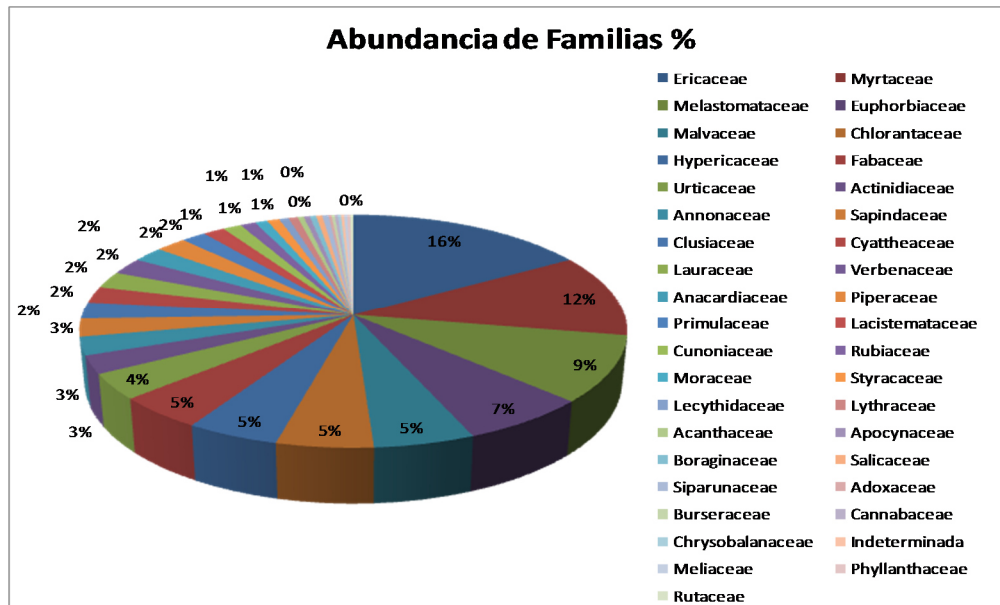
Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus × aurantium</i>	Naranja	1	0,21
Salicaceae	Casearia	<i>Casearia mariquitensis</i>	NN	2	0,42
Sapindaceae	Billia	<i>Billia rosea</i>	NN	1	0,21
	Cupania	<i>Cupania latifolia</i>	NN	10	2,09
		<i>Cupania scrobiculata</i>	NN	1	0,21
Siparunaceae	Siparuna	<i>Siparuna conica</i>	Limoncillo	1	0,21
		<i>Siparuna stellulata</i>	NN	1	0,21
Styracaceae	Styrax	<i>Styrax cordatus</i>	NN	4	0,84
Urticaceae	Boehmeria	<i>Boehmeria caudata</i>	Palo de agua - Comblilla	2	0,42
		<i>Boehmeria celtidifolia Kunth</i>	Zurrumbo	2	0,42
	Cecropia	<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo	11	2,30
		<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo	2	0,42
Verbenaceae	Citharexylum	<i>Citharexylum</i> sp. 1	NN	11	2,30
Total				478	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La familia con mayor abundancia fue Ericaceae con el 16% correspondiente a 78 individuos de la especie *Cavendishia pubescens*; le siguen en abundancia Myrtaceae con el 12% distribuido en cuatro especies (55 individuos) y Melastomataceae con el 9% en 4 especies (44 individuos), ver

Figura 5-54. Por su parte, Adoxaceae, Burseraceae, Cannabaceae, Chrysobalanaceae, Meliaceae, Phyllanthaceae y Rutaceae; se registraron con un solo individuo.

Figura 5-54 Abundancia de familias en porcentaje en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.1.2 Estructura horizontal

En el Bosque de galería del Om-A se registraron 406 individuos, pertenecientes a 78 especies, donde el valor de IVI más alto lo presenta *Syzygium jambos* (63,73%), esto se debe en parte a que es una especie invasora de márgenes de ríos, gracias a su alta capacidad de germinación y transporte de semillas por sus frutos comestibles; con lo cual puede llegar a remplazar la vegetación de la zona, caso que se evidencia en algunas áreas del municipio de Medellín en la vereda La Palma.

La Tabla 5-55 relaciona el Índice de Valor de Importancia de cada especie registrada para este ecosistema.

Tabla 5-55 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Alchornea glandulosa</i>	2	0,42	0,77	0,36	0,02	0,08	0,86
<i>Alchornea triplinervia</i>	21	4,39	10,77	5,05	1,61	5,44	14,89
<i>Aphelandra runcinata</i>	2	0,42	0,77	0,36	0,02	0,08	0,86
<i>Billia rosea</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,01	0,04	0,61
<i>Boehmeria caudata</i>	2	0,42	0,77	0,36	0,02	0,08	0,86
<i>Boehmeria celtidifolia Kunth</i>	2	0,42	1,54	0,72	0,04	0,14	1,28
<i>Casearia mariquitensis</i>	2	0,42	0,77	0,36	0,02	0,07	0,85
<i>Cavendishia pubescens</i>	78	16,32	18,46	8,66	3,23	10,89	35,88
<i>Cecropia angustifolia</i>	11	2,30	5,38	2,53	0,33	1,10	5,93
<i>Cecropia peltata</i>	2	0,42	1,54	0,72	0,02	0,06	1,21
<i>Citharexylum sp. 1</i>	11	2,30	3,85	1,81	0,33	1,12	5,22
<i>Citrus × aurantium</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,01	0,05	0,62
<i>Clusia alata</i>	5	1,05	3,08	1,44	0,56	1,89	4,38
<i>Clusia minor</i>	2	0,42	1,54	0,72	0,06	0,21	1,35
<i>Clusia multiflora</i>	2	0,42	1,54	0,72	0,09	0,31	1,45
<i>Clusia sp. 1</i>	2	0,42	1,54	0,72	0,07	0,22	1,36
<i>Conostegia tenuifolia</i>	6	1,26	3,08	1,44	0,56	1,90	4,60
<i>Croton mutisianus</i>	8	1,67	4,62	2,17	0,28	0,96	4,80
<i>Cupania latifolia</i>	10	2,09	3,85	1,81	0,45	1,53	5,43
<i>Cupania scrobiculata</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,01	0,04	0,61
<i>Cyathea caracasana</i>	11	2,30	5,38	2,53	0,15	0,51	5,34
<i>Dacryodes occidentalis</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,02	0,07	0,64
<i>Delonix regia</i>	5	1,05	3,85	1,81	0,32	1,09	3,94
<i>Eschweilera antioquiensis</i>	3	0,63	2,31	1,08	0,07	0,25	1,96
<i>Eucalyptus globulus</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,01	0,03	0,60
<i>Eugenia florida</i>	4	0,84	3,08	1,44	0,08	0,26	2,54
<i>Ficus trigonata</i>	3	0,63	1,54	0,72	0,08	0,29	1,64
<i>Ficus tonduzii</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,05	0,18	0,75
<i>Geissanthus sp. 1</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,01	0,03	0,60
<i>Graffenrieda conostegioides</i>	13	2,72	3,85	1,81	0,19	0,65	5,17
<i>Guarea pterorhachis</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,03	0,10	0,67

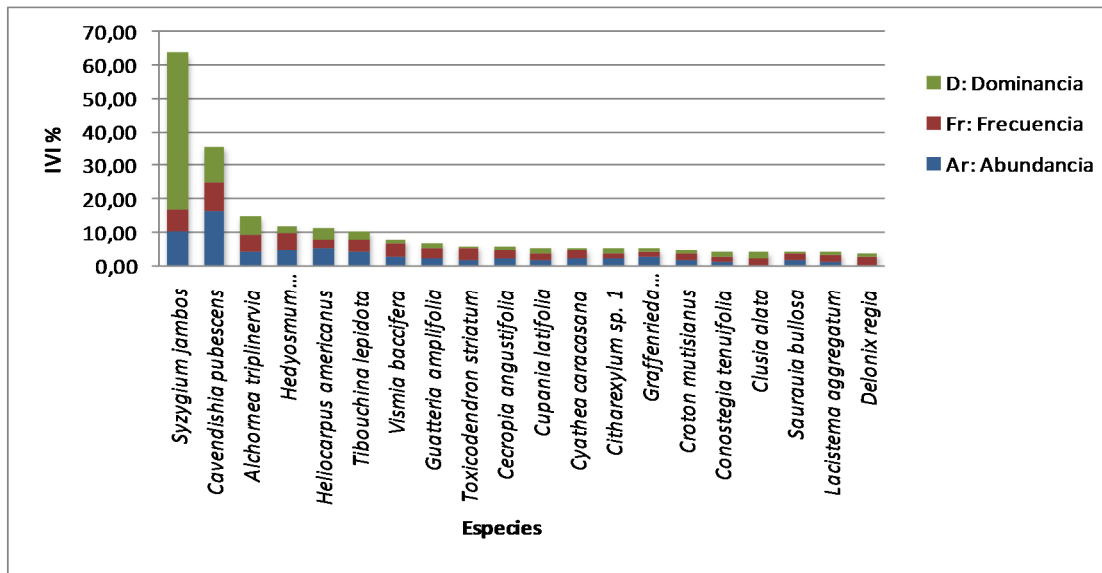
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
<i>Guatteria amplifolia</i>	11	2,30	6,15	2,89	0,58	1,95	7,14
<i>Guatteria lehmannii</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,14	0,46	1,03
<i>Hedyosmum colombianum</i>	24	5,02	10,00	4,69	0,65	2,20	11,91
<i>Heliocarpus americanus</i>	25	5,23	6,15	2,89	1,06	3,57	11,69
<i>Hieronyma macrocarpa</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,15	0,49	1,07
<i>Hieronyma scabrida</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,02	0,07	0,64
<i>Indeterminada sp. 16</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,01	0,05	0,62
<i>Inga acrocephala</i>	2	0,42	1,54	0,72	0,04	0,14	1,28
<i>Inga gracilior</i>	4	0,84	2,31	1,08	0,30	1,01	2,93
<i>Inga punctata</i>	2	0,42	1,54	0,72	0,03	0,09	1,23
<i>Lacistema aggregatum</i>	7	1,46	3,85	1,81	0,26	0,87	4,14
<i>Lagerstroemia sp. 1</i>	3	0,63	1,54	0,72	0,06	0,21	1,56
<i>Licania sp. 1</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,02	0,07	0,64
<i>Miconia caudata</i>	4	0,84	2,31	1,08	0,06	0,19	2,11
<i>Myrcia sp. 1</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,02	0,06	0,63
<i>Myrsine coriacea</i>	6	1,26	4,62	2,17	0,14	0,47	3,89
<i>Myrsine latifolia</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,03	0,09	0,66
<i>Nectandra cuspidata</i>	2	0,42	0,77	0,36	0,21	0,72	1,49
<i>Nectandra sp. 2</i>	3	0,63	0,77	0,36	0,09	0,31	1,30
<i>Ocotea sp. 3</i>	2	0,42	1,54	0,72	0,11	0,36	1,50
<i>Ocotea sp. 4</i>	2	0,42	1,54	0,72	0,03	0,12	1,26
<i>Palicourea apicata</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,06	0,21	0,78
<i>Palicourea demissa</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,15	0,50	1,07
<i>Pentagonia cf. macrophylla</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,28	0,94	1,51
<i>Persea caerulea</i>	2	0,42	1,54	0,72	0,07	0,24	1,38
<i>Piper aduncum</i>	4	0,84	2,31	1,08	0,05	0,17	2,09
<i>Piper begoniicolor</i>	6	1,26	3,08	1,44	0,09	0,30	3,00
<i>Psychotria sp. 1</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,01	0,04	0,61
<i>Saurauia bullosa</i>	9	1,88	3,85	1,81	0,15	0,49	4,18
<i>Saurauia ursina</i>	3	0,63	2,31	1,08	0,04	0,12	1,83
<i>Schizocalyx bracteosus</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,01	0,04	0,61
<i>Siparuna conica</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,01	0,04	0,61
<i>Siparuna stellulata</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,01	0,03	0,60
<i>Styrax cordatus</i>	4	0,84	3,08	1,44	0,05	0,18	2,46
<i>Syzygium jambos</i>	49	10,25	14,62	6,86	13,80	46,62	63,73
<i>Thevetia ahouai</i>	2	0,42	0,77	0,36	0,04	0,12	0,90
<i>Tibouchina lepidota</i>	21	4,39	7,69	3,61	0,71	2,41	10,41
<i>Toxicodendron striatum</i>	10	2,09	6,92	3,25	0,23	0,79	6,13
<i>Trema micrantha</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,06	0,21	0,78
<i>Varronia cylindrostachya</i>	2	0,42	1,54	0,72	0,04	0,13	1,28
<i>Viburnum hallii</i>	1	0,21	0,77	0,36	0,01	0,03	0,60
<i>Vismia baccifera</i>	14	2,93	8,46	3,97	0,30	1,01	7,91
<i>Vismia lauriformis</i>	3	0,63	0,77	0,36	0,11	0,36	1,35
<i>Vismia sprucei</i>	6	1,26	2,31	1,08	0,19	0,64	2,98
<i>Weinmannia pinnata</i>	2	0,42	1,54	0,72	0,12	0,41	1,55
<i>Weinmannia pubescens</i>	4	0,84	3,08	1,44	0,12	0,42	2,70
<i>Zygia sp. 1</i>	9	1,88	2,31	1,08	0,12	0,41	3,38

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Dentro de la caracterización florística realizada en este ecosistema, se registro la especie *Cyathea caracasana* que se encuentra en veda nacional, amparada bajo la Resolución 0801 de 1977 restringiendo el aprovechamiento, comercialización y movilización de la especie y sus productos, y declarandola como planta protegida.

La Figura 5-55 muestra las 20 especies con mayor IVI para ese ecosistema, donde se destaca la importancia ecológica de *Syzygium jambos* por su dominancia, *Cavendishia pubescens* presentando la mayor frecuencia y abundancia de individuos con un IVI de 35,88%. Las especies restantes presentan un IVI menor a 14,89%.

Figura 5-55 Índice de valor de importancia por especie en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.1.3 Cociente de mezcla (CM)

La Tabla 5-198 muestra que el coeficiente de mezcla para el Bosque de galería del Om-A, da un valor de 0,16, lo cual indica que las comunidades forestales asociadas a este ecosistema tienen tendencia a la homogeneidad, dentro del ecosistema es necesario muestrear 6 individuos para encontrar una nueva especie.

Tabla 5-56 Cociente de Mezcla para para en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Cociente de mezcla	Tendencia
78	478	0,16	Tendencia a la homogeneidad

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.1.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie en un ecosistema, En este caso, se analizaron las clases altimétricas, los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres substratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa; de este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

5.1.2.1.5.2.1.5 Estructura altimétrica

La Tabla 5-10 muestra la relación de individuos pertenecientes a cada rango, para el Bosque de galería del Om-A, los cuales se encuentran distribuidos en diez clases altimétricas.

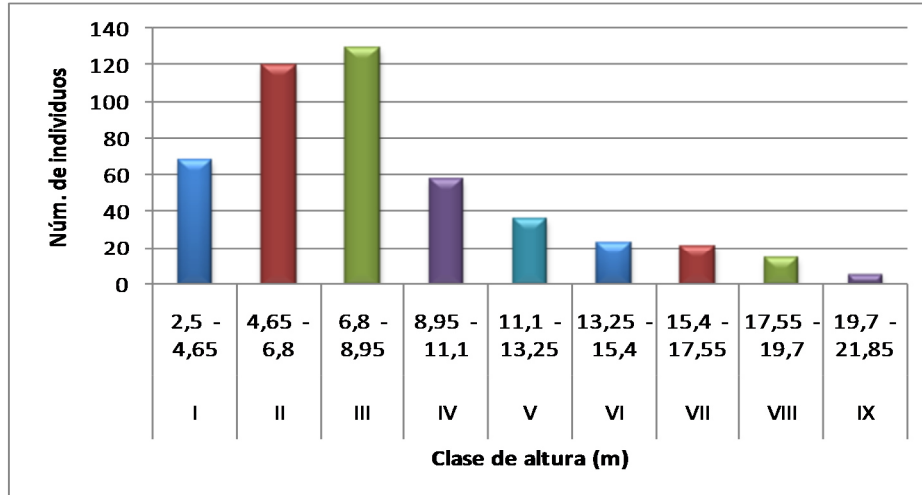
Tabla 5-57 Distribución del número de individuos por clase de altura. Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes

Clase	Rango (m)	Núm. Individuos
I	2,5 - 4,65	68
II	4,65 - 6,8	120
III	6,8 - 8,95	129
IV	8,95 - 11,1	58
V	11,1 - 13,25	36
VI	13,25 - 15,4	23
VII	15,4 - 17,55	21
VIII	17,55 - 19,7	15
IX	19,7 - 21,85	5
X	21,85 - 24	3
Total		478

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Como se observa en la Figura 5-56 la distribución de alturas para este ecosistema se presenta de forma normal, donde los individuos registrados en este ecosistema se encuentran agrupados principalmente en las clases II y III concentrando el 52% del total, con 120 y 129 individuos respectivamente; disminuyendo posteriormente hasta las clases superiores.

Figura 5-56 Distribución de individuos por clase de altura de galería del Orobioma medio de los Andes

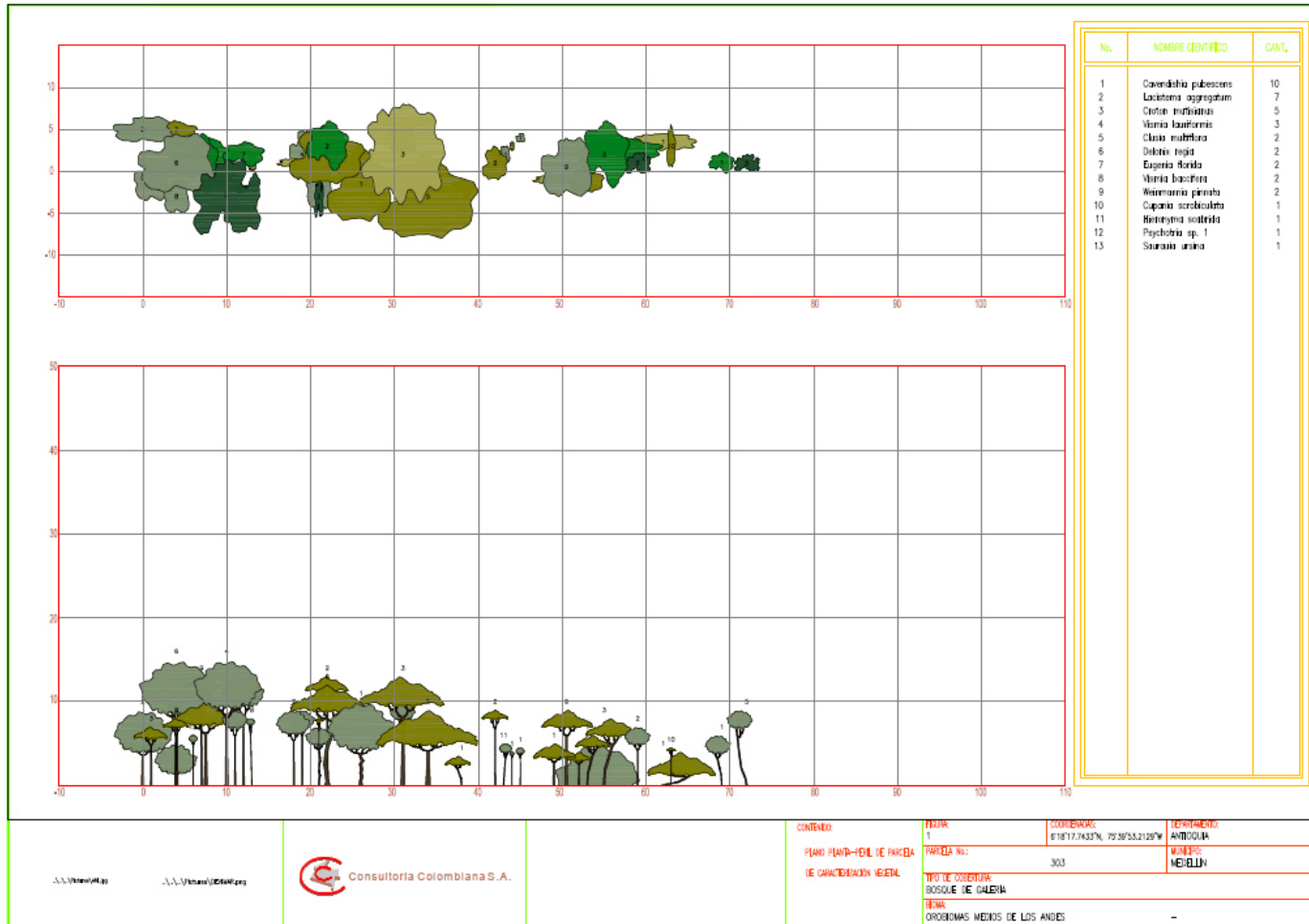


Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.1.5.1 Perfil

La Figura 5-57 muestra el perfil de vegetación generado a partir de una de las parcelas de muestreo de 0,1 ha (100 metros de largo y 10 metros de ancho) establecidas para la caracterización de este ecosistema (este perfil se encuentra en el Anexo H5, Perfiles de vegetación). En este perfil se puede observar que los individuos de esta parcela no tienen estratos definidos, los individuos en su mayoría se encuentran en un estrato con alturas inferiores a 10 metros; además se evidencia los claros en las últimas subparcelas, resultado de la intervención antropica que sufre este tipo de cobertura.

Figura 5-57 Perfil vegetación Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2 Posición sociológica (PS)

El Bosque de galería del Om-A contiene el 73% de los individuos concentrados en el substrato inferior (alturas inferiores a 10 metros), el 21% en el substrato medio (alturas entre 10 y 17 metros) y el 6% en el substrato superior (alturas mayores a 17 metros). El substrato superior (alturas mayores a 17 metros) esta principalmente representado en las especies *Heliocarpus americanus*, *Cupania latifolia* y *Cecropia angustifolia*; presentes en los tres estratos del dosel, lo cual asegura su permanencia en la estructura y composición del bosque (ver Tabla 5-21).

Por otra parte, las especies más abundantes en el substrato inferior es *Cavendishia pubescens* agrupando el 16% del total de individuos registrados en la muestra de este ecosistema.

Tabla 5-58 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes

Especies	Sub-Estrato Inferior < 10m		Sub-Estrato Medio 10 - 17 m		Sub-Estrato Superior >17 m		PS _{abs}	PS _r	N°/ha
	n°/ha	Vfi	n°/ha	VFm	n°/ha	VF _s			
<i>Alchornea glandulosa</i>	1	0,00	1	0,00	0	0	0,94	0,34	2
<i>Alchornea triplinervia</i>	11	0,02	10	0,02	0	0	10,08	3,65	21
<i>Aphelandra runcinata</i>	2	0,00	0	0,00	0	0	1,46	0,53	2
<i>Billia rosea</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Boehmeria caudata</i>	2	0,00	0	0,00	0	0	1,46	0,53	2
<i>Casearia mariquitensis</i>	2	0,00	0	0,00	0	0	1,46	0,53	2
<i>Cavendishia pubescens</i>	76	0,16	2	0,00	0	0	55,74	20,21	78
<i>Cecropia angustifolia</i>	2	0,00	5	0,01	4	0,01	2,75	1	11
<i>Cecropia peltata</i>	1	0,00	1	0,00	0	0	0,94	0,34	2
<i>Citrus × aurantium</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Clusia alata</i>	4	0,01	0	0,00	1	0	2,98	1,08	5
<i>Clusia minor</i>	1	0,00	1	0,00	0	0	0,94	0,34	2
<i>Clusia multiflora</i>	2	0,00	0	0,00	0	0	1,46	0,53	2
<i>Conostegia tenuifolia</i>	5	0,01	1	0,00	0	0	3,85	1,39	6
<i>Croton mutisianus</i>	3	0,01	4	0,01	1	0,002	3,08	1,12	8
<i>Cupania latifolia</i>	3	0,01	2	0,00	5	0,01	2,92	1,06	10
<i>Cupania scrobiculata</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Cyathea caracasana</i>	11	0,02	0	0,00	0	0	8,01	2,9	11
<i>Dacryodes occidentalis</i>	0	0,00	1	0,00	0	0	0,21	0,08	1

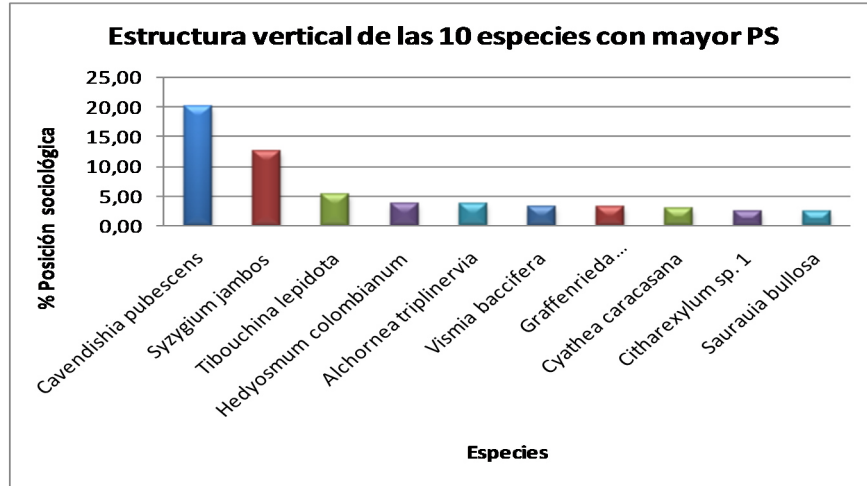
Especies	Sub-Estrato Inferior < 10m		Sub-Estrato Medio 10 - 17 m		Sub-Estrato Superior >17 m		PS _{abs}	PS _r	N°/ha
	1	0,00	2	0,00	0	0			
<i>Eschweilera antioquiensis</i>	1	0,00	2	0,00	0	0	1,14	0,41	3
<i>Eucalyptus globulus</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Eugenia florida</i>	2	0,00	2	0,00	0	0	1,87	0,68	4
<i>Ficus trigonata</i>	1	0,00	2	0,00	0	0	1,14	0,41	3
<i>Ficus tonduzii</i>	0	0,00	0	0,00	1	0	0,06	0,02	1
<i>Geissanthus sp. 1</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Graffenrieda conostegioides</i>	12	0,03	1	0,00	0	0	8,94	3,24	13
<i>Guarea pterorhachis</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Guatteria amplifolia</i>	5	0,01	6	0,01	0	0	4,88	1,77	11
<i>Guatteria lehmannii</i>	0	0,00	1	0,00	0	0	0,21	0,08	1
<i>Hedyosmum colombianum</i>	11	0,02	12	0,03	1	0,002	10,56	3,83	24
<i>Heliocarpus americanus</i>	2	0,00	14	0,03	9	0,019	4,94	1,79	25
<i>Hieronyma macrocarpa</i>	0	0,00	1	0,00	0	0	0,21	0,08	1
<i>Hieronyma scabrada</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Inga acrocephala</i>	2	0,00	0	0,00	0	0	1,46	0,53	2
<i>Inga gracilior</i>	0	0,00	2	0,00	2	0,004	0,54	0,2	4
<i>Inga punctata</i>	2	0,00	0	0,00	0	0	1,46	0,53	2
<i>Lacistema aggregatum</i>	6	0,01	1	0,00	0	0	4,58	1,66	7
<i>Lagerstroemia sp. 1</i>	3	0,01	0	0,00	0	0	2,18	0,79	3
<i>Licania sp. 1</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Miconia caudata</i>	4	0,01	0	0,00	0	0	2,91	1,06	4
<i>Myrsine latifolia</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Nectandra cuspidata</i>	0	0,00	1	0,00	1	0	0,27	0,1	2
<i>Nectandra sp. 2</i>	3	0,01	0	0,00	0	0	2,18	0,79	3
<i>Ocotea sp. 3</i>	1	0,00	1	0,00	0	0	0,94	0,34	2
<i>Ocotea sp. 4</i>	2	0,00	0	0,00	0	0	1,46	0,53	2
<i>Palicourea apicata</i>	0	0,00	1	0,00	0	0	0,21	0,08	1
<i>Palicourea demissa</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Pentagonia cf. macrophylla</i>	0	0,00	1	0,00	0	0	0,21	0,08	1
<i>Persea caerulea</i>	1	0,00	0	0,00	1	0,002	0,79	0,29	2
<i>Piper aduncum</i>	4	0,01	0	0,00	0	0	2,91	1,06	4
<i>Piper begoniicolor</i>	6	0,01	0	0,00	0	0	4,37	1,58	6
<i>Psychotria sp. 1</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Saurauia bullosa</i>	9	0,02	0	0,00	0	0	6,55	2,38	9

Especies	Sub-Estrato Inferior < 10m		Sub-Estrato Medio 10 - 17 m		Sub-Estrato Superior >17 m		PS _{abs}	PS _r	Nº/ha
	1	0,00	2	0,00	0	0			
<i>Saurauia ursina</i>	1	0,00	2	0,00	0	0	1,14	0,41	3
<i>Schizocalyx bracteosus</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Siparuna conica</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Siparuna stellulata</i>	0	0,00	1	0,00	0	0	0,21	0,08	1
<i>Styrax cordatus</i>	4	0,01	0	0,00	0	0	2,91	1,06	4
<i>Syzygium jambos</i>	47	0,10	2	0,00	0	0	34,63	12,55	49
<i>Thevetia ahouai</i>	0	0,00	2	0,00	0	0	0,41	0,15	2
<i>Tibouchina lepidota</i>	20	0,04	1	0,00	0	0	14,77	5,35	21
<i>Toxicodendron striatum</i>	8	0,02	1	0,00	1	0	6,10	2,21	10
<i>Trema micrantha</i>	0	0,00	0	0,00	1	0,002	0,07	0,02	1
<i>Varronia cylindrostachya</i>	2	0,00	0	0,00	0	0	1,46	0,53	2
<i>Viburnum hallii</i>	0	0,00	1	0,00	0	0	0,21	0,08	1
<i>Vismia baccifera</i>	12	0,03	2	0,00	0	0	9,15	3,32	14
<i>Vismia lauriformis</i>	2	0,00	1	0,00	0	0	1,66	0,6	3
<i>Vismia sprucei</i>	6	0,01	0	0,00	0	0	4,37	1,58	6
<i>Weinmannia pinnata</i>	1	0,00	1	0,00	0	0	0,94	0,34	2
<i>Weinmannia pubescens</i>	4	0,01	0	0,00	0	0	2,91	1,06	4
<i>Zygia sp. 1</i>	9	0,02	0	0,00	0	0	6,55	2,38	9
<i>Delonix regia</i>	0	0,00	4	0,01	1	0,002	0,89	0,32	5
Indeterminada sp. 16	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
<i>Myrsine coriacea</i>	3	0,01	1	0,00	2	0,004	2,52	0,91	6
<i>Boehmeria celtidifolia Kunth</i>	0	0,00	2	0,00	0	0	0,41	0,15	2
<i>Citharexylum sp. 1</i>	9	0,02	2	0,00	0	0	6,97	2,53	11
<i>Clusia sp. 1</i>	2	0,00	0	0,00	0	0	1,46	0,53	2
<i>Myrcia sp. 1</i>	1	0,00	0	0,00	0	0	0,73	0,26	1
Total	348	0,73	99	0,21	31	0,06	275,87	100	478

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Como se observa Figura 5-58, la especie *Cavendishia pubescens* presenta los valores más altos de posición sociológica al dominar el sub estrato inferior, seguida por *Syzygium jambos* con importantes valores de abundancia también en el sub estrato inferior, es de destacar que estas especies no presentan registros en el subestrato superior, ya que la altura promedio de estas especies en la muestra no supera los 12 metros.

Figura 5-58 Estructura vertical por especie en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes

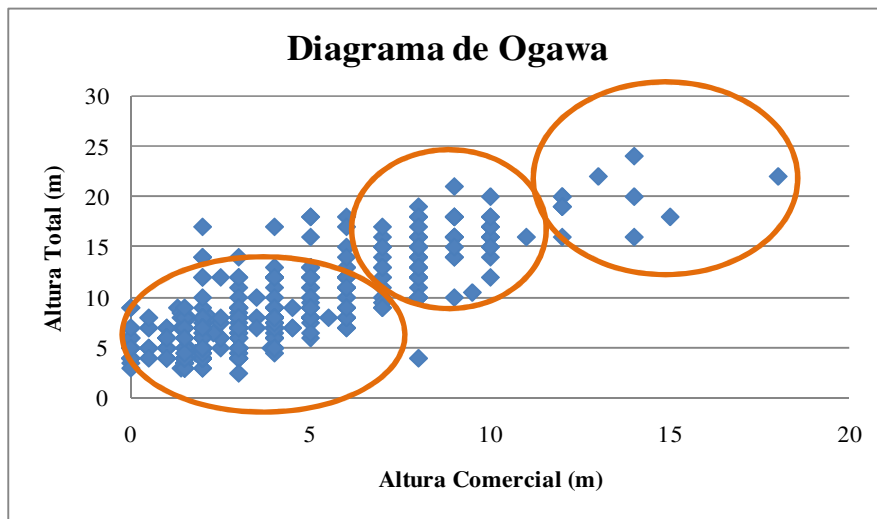


Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.1.5.3 Estratos de Ogawa

El diagrama de Ogawa (Figura 5-59) para el Bosque de galería del Om-A, evidencia un dosel continuo sin una marcada diferenciada en la estratificación; donde se observa que la mayoría de los individuos se agrupan con alturas inferiores a 10 metros; en menor cantidad se presentan individuos en el estrato medio que se van dispersando hasta encontrar fustales de forma aislada en el dosel superior cuyas alturas alcanzan los 24 metros, de especies como *Cupania latifolia*, *Croton mutisianus*, *Inga gracilior*, *Cecropia angustifolia*, *Toxicodendron striatum*, *Trema micrantha*; entre otras.

Figura 5-59 Diagrama de Ogawa en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.1.6 Estructura total o dinámica

El análisis de las clases diamétricas presentes, sirve para conocer el dinamismo de las poblaciones forestales y su relación con los factores ambientales, para el caso del ecosistema natural Bosque de galería del Om-A, se encontraron diez clases diamétricas. La Tabla 5-59 muestra las diferentes clases diamétricas encontradas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

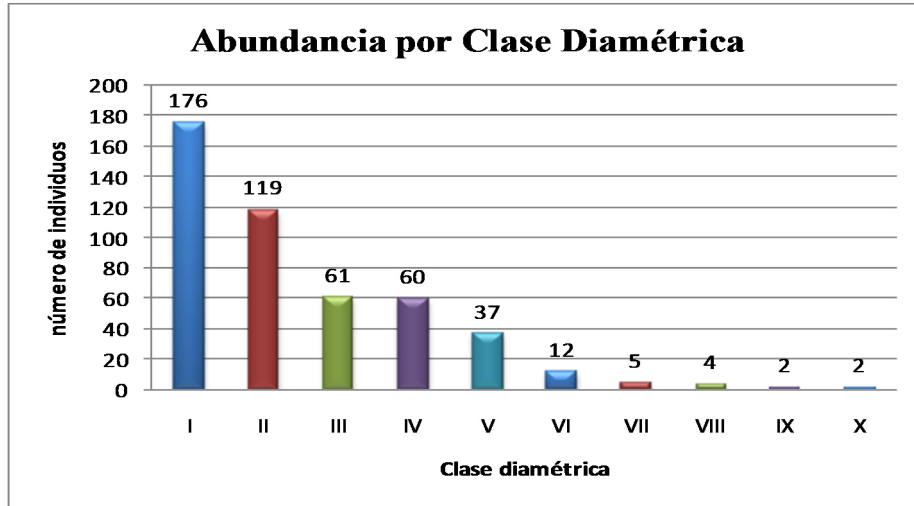
Tabla 5-59 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes

Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial (m3)	Volumen Total (m3)	
I	10,03 - 14,24	176	36,82	7,67	16,97	2,88
II	14,24 - 18,46	119	24,90	8,30	19,61	3,85
III	18,46 - 22,68	61	12,76	9,97	20,82	3,36
IV	22,68 - 26,90	60	12,55	19,08	47,77	8,29
V	26,90 - 31,11	37	7,74	20,62	56,54	8,36
VI	31,11 - 35,33	12	2,51	3,38	8,14	1,05
VII	35,33 - 39,55	5	1,05	2,45	4,69	0,54
VIII	39,55 - 43,77	4	0,84	2,75	5,78	0,53
IX	43,77 - 47,99	2	0,42	1,70	3,88	0,34
X	47,99 - 52,20	2	0,42	1,33	2,95	0,42
Total		478	100	77,25	187,16	29,61

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Como se observa en la Figura 5-60, la abundancia es inversamente proporcional al crecimiento en DAP, ya que el número de individuos disminuye a la medida que el bosque se hace más maduro, encontrando así el 36,82% de fustales en la clase I con DAP entre los 10,03 y 14,18,46 cm. Hasta llegar a las clases IX y X con abundancias de 0,42% cada una, que corresponde a 2 individuos por clase con diámetros entre los 43,77 y 52,20 cm.

Figura 5-60 Abundancia por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes

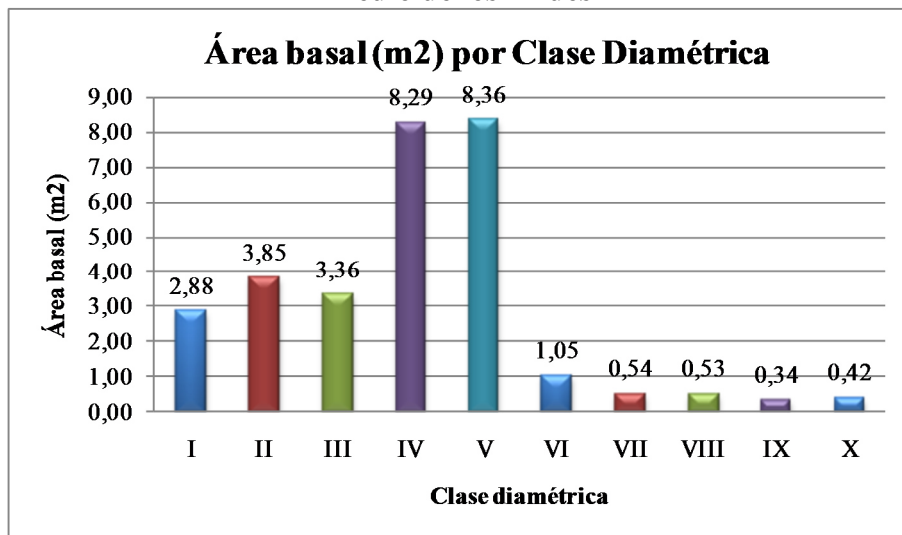


Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.1.6.1 Cálculo del área basal

El área basal registrada para 1 hectárea fue de 29,61 m², donde la clase IV y V aportan el 56,22%; esto se debe a la abundancia, en estas clases, de individuos de la especie *Syzygium jambos* que presentan áreas basales de 5,31m² clase IV y 6,08 m² clase VI. A diferencia de las clases superiores, donde el máximo aporte por especie corresponde a *Alchornea triplinervia* con dos individuos y un área basal de 0,42 m² (verFigura 5-60).

Figura 5-61 Área basal por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes

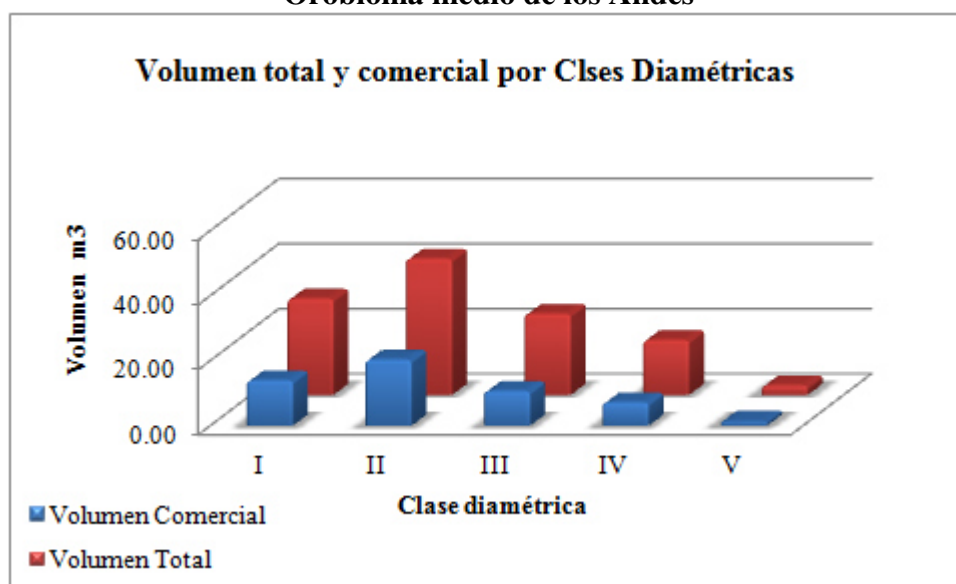


Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.1.6.2 Cálculo del volumen total y comercial

En la distribución del volumen por clase diamétrica (Ver Figura 5-62), se observa que la clase II proporciona los mayores volúmenes totales y comerciales con 41,95 y 20,30 m³ respectivamente; el volumen en esta clase es gracias a especies como *Heliocarpus americanus*, *Cavendishia pubescens*, *Cecropia angustifolia* y *Cupania latifolia*, que presentan diámetros hasta de 29 cm.

Figura 5-62 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.1.7 Índices de diversidad y riqueza

Para determinar la diversidad alfa de las coberturas vegetales caracterizadas en el área de interés del proyecto, se analizaron los datos mediante los índices de Margalef, Shannon, y Menhinick; la Figura 5-62 presenta el resultado obtenido para cada índice en el ecosistema.

Tabla 5-60 Índices de diversidad en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes

Índice de Shannon -Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
3,57	12,48	3,57

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

El índice de equidad de Shannon busca medir la abundancia proporcional de las especies tomando valores de cero (poco diversa) y cinco (áreas diversas); con lo cual se puede inferir, a partir de los resultados con un índice de 3,57, que el ecosistema tiende a una

riqueza alta.

Por su parte, el índice de Margalef estima la diversidad de la comunidad en función del número de individuos, los valores inferiores a 2 indican baja diversidad y superiores a 5 alta; por lo tanto un valor de 12,48 indica muy alta diversidad de especies. Sin embargo, el índice de Menhinick, con un valor de 3,57 indica una diversidad baja, ya que el máximo valor que podría tomar este índice para la muestra de este ecosistema sería de 21,86; esto se debe a la abundancia de las especies *Cavendishia pubescens* y *Syzygium jambos*.

5.1.2.1.5.2.1.8 Grado de agregación

El grado de agregación para las especies de este ecosistema, se muestra en la Tabla 5-24, evidenciando que el 62,82% son especies con tendencia al agrupamiento, el 24,36% se presentan como dispersas y el 12,82% mayor grado de gregarismo; en esta última categoría se encuentran especies como: *Heliocarpus americanus*, *Nectandra* sp, 2, *Vismia lauriformis*, entre otras.

Tabla 5-61 Grado de agregación en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Alchornea glandulosa</i>	0,01	0,02	1,99
<i>Alchornea triplinervia</i>	0,07	0,16	2,25
<i>Aphelandra runcinata</i>	0,01	0,02	1,99
<i>Billia rosea</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Boehmeria caudata</i>	0,01	0,02	1,99
<i>Boehmeria celtidifolia</i> Kunth	0,02	0,02	0,99
<i>Casearia mariquitensis</i>	0,01	0,02	1,99
<i>Cavendishia pubescens</i>	0,20	0,60	2,94
<i>Cecropia angustifolia</i>	0,06	0,08	1,53
<i>Cecropia peltata</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Citharexylum</i> sp. 1	0,04	0,08	2,16
<i>Citrus × aurantium</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Clusia alata</i>	0,03	0,04	1,23
<i>Clusia minor</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Clusia multiflora</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Clusia</i> sp. 1	0,02	0,02	0,99
<i>Conostegia tenuifolia</i>	0,03	0,05	1,48
<i>Croton mutisianus</i>	0,05	0,06	1,30
<i>Cupania latifolia</i>	0,04	0,08	1,96
<i>Cupania scrobiculata</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Cyathea caracasana</i>	0,06	0,08	1,53
<i>Dacryodes occidentalis</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Delonix regia</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Eschweilera antioquiensis</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Eucalyptus globulus</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Eugenia florida</i>	0,03	0,03	0,98

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Ficus trigonata</i>	0,02	0,02	1,49
<i>Ficus tonduzii</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Geissanthus sp. 1</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Graffenrieda conostegioides</i>	0,04	0,10	2,55
<i>Guarea pterorhachis</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Guatteria amplifolia</i>	0,06	0,08	1,33
<i>Guatteria lehmannii</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Hedyosmum colombianum</i>	0,10	0,18	1,91
<i>Heliocarpus americanus</i>	0,06	0,19	3,03
<i>Hieronyma macrocarpa</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Hieronyma scabrida</i>	0,01	0,01	1,00
Indeterminada sp. 16	0,01	0,01	1,00
<i>Inga acrocephala</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Inga gracilior</i>	0,02	0,03	1,32
<i>Inga punctata</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Lacistema aggregatum</i>	0,04	0,05	1,37
<i>Lagerstroemia sp. 1</i>	0,02	0,02	1,49
<i>Licania sp. 1</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Miconia caudata</i>	0,02	0,03	1,32
<i>Myrcia sp. 1</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Myrsine coriacea</i>	0,05	0,05	0,98
<i>Myrsine latifolia</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Nectandra cuspidata</i>	0,01	0,02	1,99
<i>Nectandra sp. 2</i>	0,01	0,02	2,99
<i>Ocotea sp. 3</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Ocotea sp. 4</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Palicourea apicata</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Palicourea demissa</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Pentagonia cf. macrophylla</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Persea caerulea</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Piper aduncum</i>	0,02	0,03	1,32
<i>Piper begoniicolor</i>	0,03	0,05	1,48
<i>Psychotria sp. 1</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Saurauia bullosa</i>	0,04	0,07	1,77
<i>Saurauia ursina</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Schizocalyx bracteosus</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Siparuna conica</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Siparuna stellulata</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Styrax cordatus</i>	0,03	0,03	0,98
<i>Syzygium jambos</i>	0,16	0,38	2,39
<i>Thevetia ahouai</i>	0,01	0,02	1,99
<i>Tibouchina lepidota</i>	0,08	0,16	2,02
<i>Toxicodendron striatum</i>	0,07	0,08	1,07
<i>Trema micrantha</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Varronia cylindrostachya</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Viburnum hallii</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Vismia baccifera</i>	0,09	0,11	1,22
<i>Vismia lauriformis</i>	0,01	0,02	2,99

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Vismia sprucei</i>	0,02	0,05	1,98
<i>Weinmannia pinnata</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Weinmannia pubescens</i>	0,03	0,03	0,98
<i>Zygia</i> sp. 1	0,02	0,07	2,97

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.1.9 Regeneración natural

El estudio de la Regeneración Natural de este ecosistema se realizó en 26 subparcelas de las 10 parcelas de fustales; subparcelas de 25 m² para latizales y subparcelas de 4 m² para brinzales y renuevos.

La evaluación de la regeneración natural de un ecosistema, permite identificar las especies con mayor abundancia, frecuencia y su distribución, aspectos importantes para la toma de decisiones sobre los métodos y elección de especies al momento de emplear planes de manejo ambiental en los que se incluyan regeneración, enriquecimiento y reforestación, de tal manera que se garantice no sólo la continuidad de producción de madera comercial sino la estabilidad ecológica.

5.1.2.1.5.2.1.9.1 Composición florística

El estudio de la Regeneración Natural de este ecosistema se realizó en 26 sub parcelas de distribuidas en las 10 parcelas de fustales, es decir 26 subparcelas de 10 m² para latizales y 26 subparcelas de 4 m² para brinzales y renuevos.

En la regeneración natural del Bosque de galería del Om-A, se registraron 536 individuos de 68 especies correspondientes a 29 familias. Los parámetros de regeneración natural para este ecosistema se encuentran en la Tabla 5-62.

Tabla 5-62 Parámetros de Regeneración natural en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		R	R%	B	B%	E	E%	Reg Nat %
	Ab	Ar%	Fa	Fr%							
<i>Aiphanes concinna</i>	3	0,56	3,85	0,73	2	0,37	0,00	0,00	1,00	0,19	0,56
<i>Alchornea triplinervia</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	1,00	0,19	0,00	0,00	0,38
<i>Aniba</i> sp.1	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Aphelandra scolnikiae</i>	16	2,99	3,85	0,73	0	0,00	12,00	2,24	4,00	0,75	2,41
<i>Ardisia guianensis</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	1,00	0,19	0,00	0,00	0,38
<i>Bellucia umbellata</i>	2	0,37	3,85	0,73	0	0,00	2,00	0,37	0,00	0,00	0,52
<i>Besleria delvillarii</i>	3	0,56	3,85	0,73	0	0,00	3,00	0,56	0,00	0,00	0,66
<i>Besleria solanoides</i>	3	0,56	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	3,00	0,56	0,63

Especie	Abundancia		Frecuencia		R	R%	B	B%	E	E%	Reg Nat %
<i>Boehmeria caudata</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Casearia aculeata</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Casearia arborea</i>	3	0,56	3,85	0,73	3	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52
<i>Cavendishia pubescens</i>	3	0,56	7,69	1,46	0	0,00	1,00	0,19	2,00	0,37	0,88
<i>Cecropia peltata</i>	4	0,75	15,38	2,92	0	0,00	1,00	0,19	3,00	0,56	1,49
<i>Clusia alata</i>	3	0,56	3,85	0,73	0	0,00	2,00	0,37	1,00	0,19	0,65
<i>Clusia minor</i>	2	0,37	3,85	0,73	0	0,00	1,00	0,19	1,00	0,19	0,51
<i>Clusia multiflora</i>	2	0,37	7,69	1,46	1	0,19	1,00	0,19	0,00	0,00	0,72
<i>Coffea arabica</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	1,00	0,19	0,00	0,00	0,38
<i>Coffea arabica</i>	19	3,54	7,69	1,46	7	1,31	10,00	1,87	2,00	0,37	2,77
<i>Conostegia tenuifolia</i>	3	0,56	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	3,00	0,56	0,63
<i>Croton mutisianus</i>	16	2,99	7,69	1,46	0	0,00	8,00	1,49	8,00	1,49	2,61
<i>Cupania latifolia</i>	3	0,56	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	3,00	0,56	0,63
<i>Cyathea caracasana</i>	2	0,37	3,85	0,73	0	0,00	2,00	0,37	0,00	0,00	0,52
<i>Duroia sp. 1</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Eucalyptus globulus</i>	10	1,87	7,69	1,46	2	0,37	6,00	1,12	2,00	0,37	1,76
<i>Eucalyptus globulus Labill.</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Faramea oblongifolia</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Ficus trigonata</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Ficus insipida</i>	2	0,37	7,69	1,46	1	0,19	0,00	0,00	1,00	0,19	0,71
<i>Graffenrieda conostegioides</i>	6	1,12	3,85	0,73	5	0,93	0,00	0,00	1,00	0,19	0,83
<i>Guatteria amplifolia</i>	2	0,37	7,69	1,46	0	0,00	0,00	0,00	2,00	0,37	0,74
<i>Hamelia patens</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Hedyosmum colombianum</i>	18	3,36	15,38	2,92	1	0,19	7,00	1,31	10,00	1,87	3,31
<i>Inga gracilior</i>	11	2,05	7,69	1,46	10	1,87	1,00	0,19	0,00	0,00	1,55
<i>Lagerstroemia sp. 1</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Lauraceae sp. 1</i>	6	1,12	3,85	0,73	0	0,00	2,00	0,37	4,00	0,75	1,03
<i>Mangifera indica</i>	2	0,37	3,85	0,73	2	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
<i>Miconia caudata</i>	38	7,09	57,69	10,95	1	0,19	16,00	2,99	21,00	3,92	8,63
<i>Miconia minutiflora</i>	5	0,93	3,85	0,73	5	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71
<i>Miconia sp. 3</i>	5	0,93	3,85	0,73	5	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71
<i>Miconia sp. 4</i>	5	0,93	3,85	0,73	3	0,56	0,00	0,00	2,00	0,37	0,78
<i>Miconia theizans</i>	2	0,37	7,69	1,46	0	0,00	0,00	0,00	2,00	0,37	0,74
<i>Myrsine coriacea</i>	3	0,56	3,85	0,73	3	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52
<i>Myrsine latifolia</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Oreopanax bogotensis</i>	3	0,56	3,85	0,73	0	0,00	2,00	0,37	1,00	0,19	0,65
<i>Palicourea amethystina</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Palicourea demissa</i>	21	3,92	7,69	1,46	5	0,93	7,00	1,31	8,00	1,49	3,00

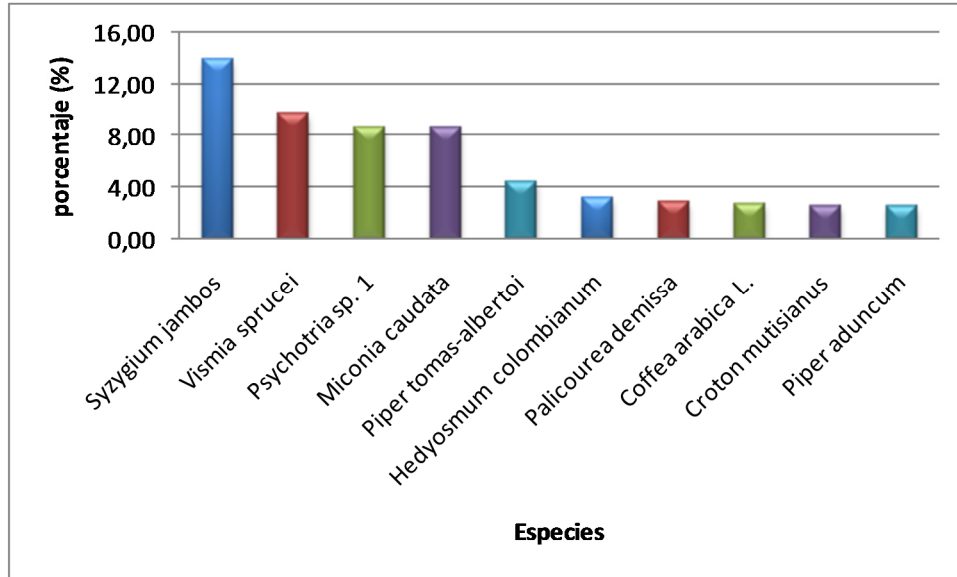
Especie	Abundancia		Frecuencia		R	R%	B	B%	E	E%	Reg Nat %
<i>Palicourea pyramidalis</i>	2	0,37	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	2,00	0,37	0,50
<i>Palicourea sp. 1</i>	4	0,75	3,85	0,73	2	0,37	0,00	0,00	2,00	0,37	0,68
<i>Persea caerulea</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	1,00	0,19	0,00	0,00	0,38
<i>Piper aduncum</i>	14	2,61	11,54	2,19	0	0,00	7,00	1,31	7,00	1,31	2,59
<i>Piper aequale</i>	2	0,37	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	2,00	0,37	0,50
<i>Piper agellifolium</i>	3	0,56	3,85	0,73	0	0,00	3,00	0,56	0,00	0,00	0,66
<i>Piper calceolarium</i>	2	0,37	3,85	0,73	0	0,00	2,00	0,37	0,00	0,00	0,52
<i>Piper subconinum</i>	8	1,49	3,85	0,73	0	0,00	8,00	1,49	0,00	0,00	1,35
<i>Piper tomas-albertoi</i>	27	5,04	15,38	2,92	0	0,00	9,00	1,68	18,00	3,36	4,51
<i>Psidium guajava</i>	9	1,68	7,69	1,46	4	0,75	5,00	0,93	0,00	0,00	1,55
<i>Psychotria brachiata</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Psychotria sp. 1</i>	69	12,87	19,23	3,65	19	3,55	28,00	5,22	8,00	1,49	8,74
<i>Saurauia bullosa</i>	3	0,56	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	3,00	0,56	0,63
<i>Syzygium jambos</i>	84	15,67	46,15	8,76	9	1,68	62,00	11,57	13,00	2,43	13,99
<i>Tibouchina lepidota</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Toxicodendron striatum</i>	5	0,93	11,54	2,19	0	0,00	0,00	0,00	5,00	0,93	1,37
<i>Vismia sprucei</i>	45	8,40	61,54	11,68	2	0,37	19,00	3,55	24,00	4,48	9,77
<i>Zygia sp. 1</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Chrysophyllum cainito</i>	11	2,05	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	11,00	2,05	1,65
<i>Boehmeria celtidifolia Kunth</i>	2	0,37	7,69	1,46	0	0,00	0,00	0,00	2,00	0,37	0,74
<i>Clusia sp. 1</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
<i>Lauraceae sp. 2</i>	1	0,19	3,85	0,73	0	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19	0,37
Total	536	100	526,92	100	92	17,17	231	43,10	198	36,95	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La mayor contribución a la regeneración del ecosistema es por parte de la categoría de los brinzales con el 43,10% del total de individuos registrados, los establecidos con el 36,95% y los renuevos con 17,17%

El índice de regeneración señala que las especies más importantes en la regeneración natural es *Syzygium jambos* una de las especies más abundantes y con mayor IVI dentro de los fustales; seguida por *Vismia sprucei*, *Psychotria sp. 1* y *Miconia caudata*; indicando que son las especies con mayor éxito dentro del sotobosque, caracterizadas por una buena producción de semillas suficientes para garantizar ininterrumpidamente su existencia. (Lamprecht, 1990). En la Figura 5-63 se muestra la gráfica de distribución de las diez especies con mayor índice de regeneración natural.

Figura 5-63 Regeneración natural por especie en el Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.2 Caracterización vegetal de la vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes

La caracterización de esta cobertura se realizó por medio de la implementación de 6 parcelas en el municipio de Medellín, veredas Naranjal, La Cuchilla, Las Playas, La Palma.

5.1.2.1.5.2.2.1 Composición Florística

Se registraron 230 individuos que representan 34 especies agrupadas en 31 géneros y 21 familias, incluyendo un individuo Indeterminado (ver Tabla 5-44).

La familia con mayor riqueza de especies fue Myrtaceae con 5 especies e igual número de géneros; le siguen en riqueza, Malvaceae y Clusiaceae con 3 especies individualmente. Por otra parte el 61,90% de las familias están representadas por una sola especie, lo que demuestra familias poco diversificadas.

En cuanto a las especies, el 29,41% se encuentran representadas con solo un individuo; mientras que *Cavendishia pubescens* presenta la mayor abundancia agrupando el 21,30% del total de los individuos; seguida por *Miconia caudata* con el 13,48%.

Tabla 5-63 Composición florística en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Anacardiaceae	Mauria	<i>Mauria suaveolens</i>	Manzanilla - Manzanilla blanco	2	0,87
	Toxicodendron	<i>Toxicodendron striatum</i>	Manzanillo	26	11,30
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia</i> sp. 1	Anime	1	0,43
Cannabaceae	Trema	<i>Trema micrantha</i>	Surrumbo	2	0,87
Chlorantaceae	Hedyosmum	<i>Hedyosmum colombianum</i>	Silva silvo	2	0,87
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia alata</i>	Chagualon	3	1,30
		<i>Clusia minor</i>	Lechudo	4	1,74
	Tovomita	<i>Tovomita parviflora</i>	Chagualo	2	0,87
Ericaceae	Cavendishia	<i>Cavendishia pubescens</i>	Uvito - uvito de tierra fría	49	21,30
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton</i> sp. 2	Brujo	10	4,35
	Hieronyma	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Laurel	1	0,43
Fabaceae	Delonix	<i>Delonix regia</i>	NN	1	0,43
Hypericaceae	Vismia	<i>Vismia laevis</i>	Carate	2	0,87
		<i>Vismia sprucei</i>	Carate	1	0,43
Indeterminada	Indeterminada	<i>Indeterminada</i> sp. 12	NN	1	0,43
Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea</i> sp. 4	NN	3	1,30
Magnoliaceae	Magnolia	<i>Magnolia guatapensis</i>	NN	1	0,43
Malvaceae	Heliocarpus	<i>Heliocarpus americanus</i>	Balzo	3	1,30
	Ochroma	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balzo	9	3,91
	Pseudobombax	<i>Pseudobombax</i> sp. 1	Mano de oso	1	0,43
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia caudata</i>	Tapon - Punta lanza	31	13,48
Moraceae	Ficus	<i>Ficus insipida</i>	Lechudo	4	1,74
		<i>Ficus matiziana</i>	Lechoso	2	0,87
Myrtaceae	Calycolpus	<i>Calycolpus moritzianus</i>	Arrayan	8	3,48
	Eucalyptus	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	2	0,87
	Eugenia	<i>Eugenia</i> 1	Arrayan	21	9,13
	Psidium	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	1	0,43
	Syzygium	<i>Syzygium jambos</i>	Pomo	18	7,83
Nyctaginaceae	Pisonia	<i>Pisonia</i> 1	Caruco	2	0,87
Piperaceae	Piper	<i>Piper aduncum</i>	Tapón	11	4,78
Primulaceae	Rapanea	<i>Rapanea guianensis</i>	Espadero	2	0,87
Rubiaceae	Psychotria	<i>Psychotria brachiata</i>	NN	1	0,43
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo	1	0,43
	Myriocarpa	<i>Myriocarpa stipitata</i>	Aguanoso	2	0,87
Total				230	100

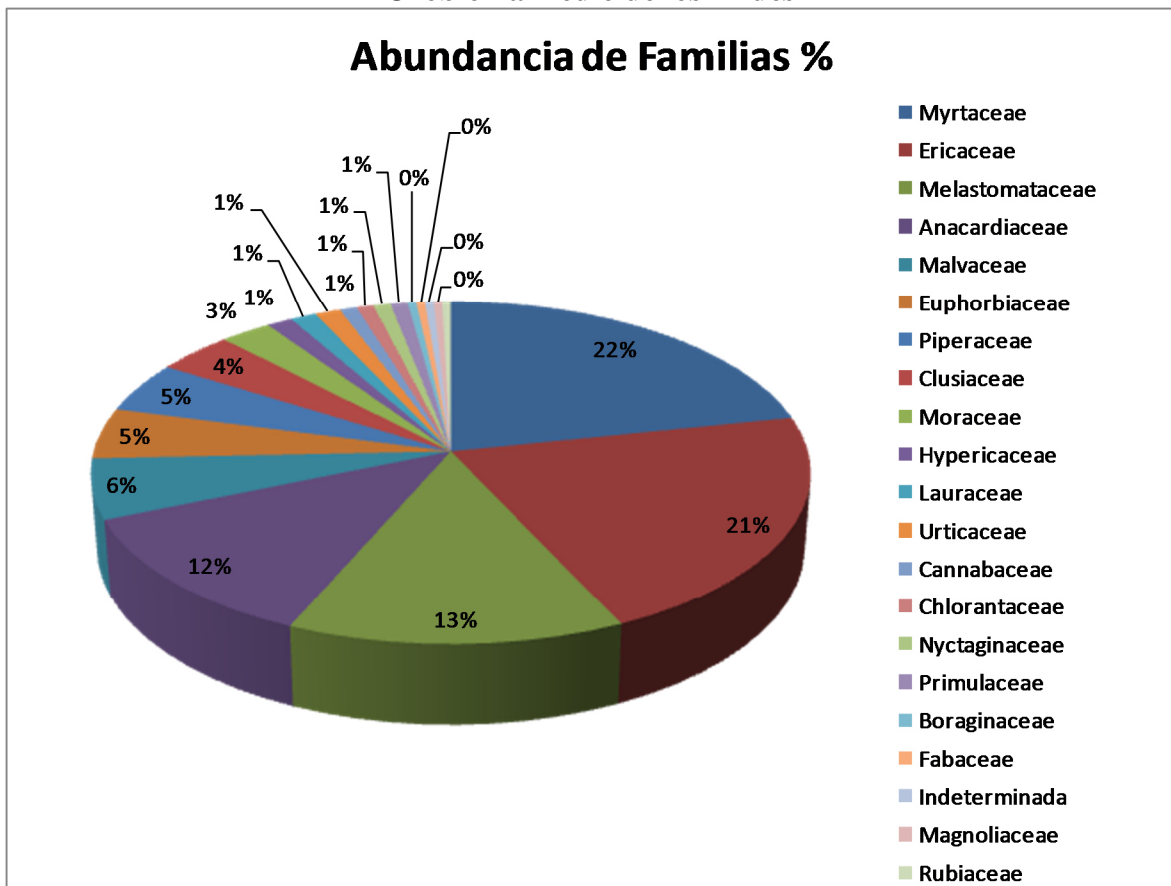
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Cabe destacar, que dentro de la composición florística de este ecosistema se encontró la

especie *Magnolia guatapensis*, especie endémica de Colombia, que se encuentra en categoría de Peligro según la UICN.

Como se muestra en la Figura 5-64, las familias con mayor número de individuos fueron Myrtaceae y Ericaceae agrupando el 43% de los individuos registrados, que equivalen a 50 y 49 árboles respectivamente. La familia Ericaceae, presente únicamente con individuos de la especie *Cavendishia pubescens*, especie más abundante en la muestra.

Figura 5-64 Abundancia de familias en porcentaje en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.2 Estructura horizontal

Para la Vegetación secundaria alta del Om-A, de las 34 especies registradas, la de mayor peso ecológico corresponde a *Cavendishia pubescens* con un IVI de 49,39% ya que es la especie más abundante y con mayor presencia en el ecosistema; seguida por *Miconia caudata* con un IVI de 34,59%, por sus volores de abundancia y frecuencia. Por su parte *Syzygium jambos* presenta la mayor dominancia ocupando la tercera posición del IVI con 34,45%. (Ver Tabla 5-64).

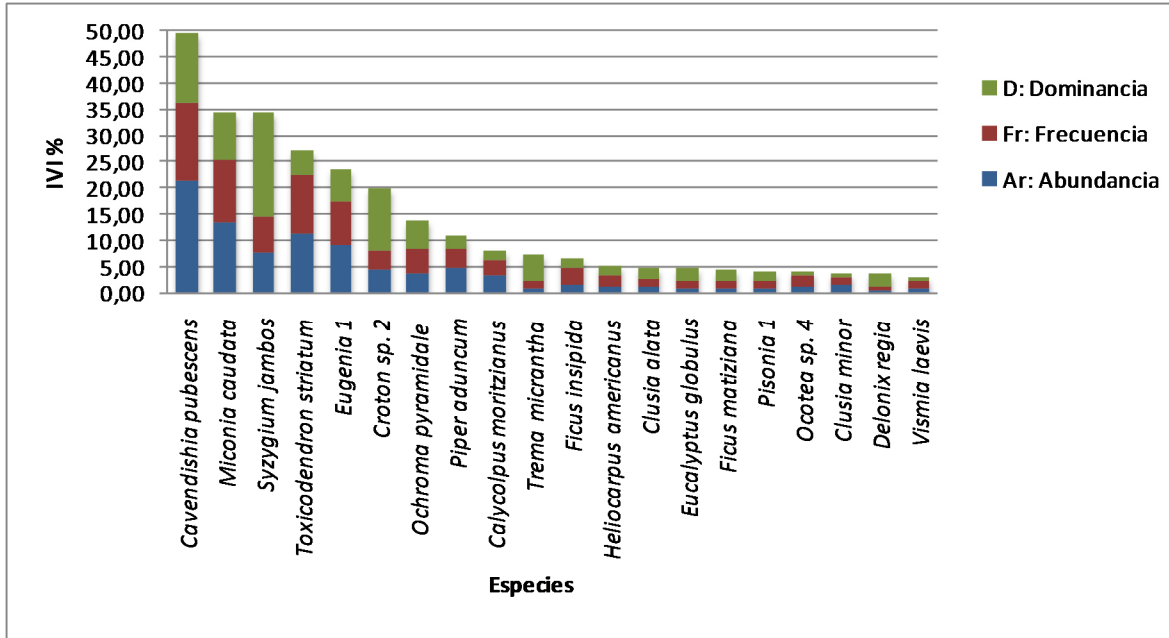
Tabla 5-64 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Calycolpus moritzianus</i>	8	3,48	4,00	2,99	0,13	1,54	8,00
<i>Cavendishia pubescens</i>	49	21,30	20,00	14,93	1,13	13,16	49,39
<i>Cecropia peltata</i>	1	0,43	1,00	0,75	0,02	0,23	1,41
<i>Clusia alata</i>	3	1,30	2,00	1,49	0,19	2,24	5,04
<i>Clusia minor</i>	4	1,74	2,00	1,49	0,06	0,70	3,93
<i>Cordia sp. 1</i>	1	0,43	1,00	0,75	0,01	0,14	1,32
<i>Croton sp. 2</i>	10	4,35	5,00	3,73	1,02	11,81	19,89
<i>Delonix regia</i>	1	0,43	1,00	0,75	0,23	2,67	3,85
<i>Eucalyptus globulus</i>	2	0,87	2,00	1,49	0,21	2,42	4,78
<i>Eugenia 1</i>	21	9,13	11,00	8,21	0,53	6,17	23,51
<i>Ficus insipida</i>	4	1,74	4,00	2,99	0,17	1,92	6,64
<i>Ficus matiziana</i>	2	0,87	2,00	1,49	0,17	1,98	4,35
<i>Hedyosmum colombianum</i>	2	0,87	1,00	0,75	0,03	0,37	1,98
<i>Heliocarpus americanus</i>	3	1,30	3,00	2,24	0,14	1,65	5,19
<i>Hieronyma macrocarpa</i>	1	0,43	1,00	0,75	0,01	0,10	1,29
<i>Indeterminada sp. 12</i>	1	0,43	1,00	0,75	0,03	0,33	1,51
<i>Magnolia guatapensis</i>	1	0,43	1,00	0,75	0,03	0,30	1,48
<i>Mauria suaveolens</i>	2	0,87	2,00	1,49	0,05	0,54	2,90
<i>Miconia caudata</i>	31	13,48	16,00	11,94	0,79	9,17	34,59
<i>Myriocarpa stipitata</i>	2	0,87	2,00	1,49	0,03	0,35	2,72
<i>Ochroma pyramidale</i>	9	3,91	6,00	4,48	0,47	5,46	13,85
<i>Ocotea sp. 4</i>	3	1,30	3,00	2,24	0,06	0,69	4,23
<i>Piper aduncum</i>	11	4,78	5,00	3,73	0,20	2,34	10,85
<i>Pisonia 1</i>	2	0,87	2,00	1,49	0,16	1,89	4,26
<i>Pseudobombax sp. 1</i>	1	0,43	1,00	0,75	0,02	0,29	1,47
<i>Psidium guajava</i>	1	0,43	1,00	0,75	0,02	0,21	1,39
<i>Psychotria brachiata</i>	1	0,43	1,00	0,75	0,01	0,13	1,31
<i>Rapanea guianensis</i>	2	0,87	2,00	1,49	0,02	0,20	2,56
<i>Syzygium jambos</i>	18	7,83	9,00	6,72	1,72	19,91	34,45
<i>Tovomita parviflora</i>	2	0,87	2,00	1,49	0,02	0,26	2,62
<i>Toxicodendron striatum</i>	26	11,30	15,00	11,19	0,40	4,65	27,15
<i>Trema micrantha</i>	2	0,87	2,00	1,49	0,43	4,98	7,34
<i>Vismia laevis</i>	2	0,87	2,00	1,49	0,07	0,82	3,18
<i>Vismia sprucei</i>	1	0,43	1,00	0,75	0,03	0,40	1,58
Total	230	100	134	100	8,62	100	300

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En la Figura 5-65 se muestran las 20 especies con mayor IVI, donde se puede observar que las especies más abundantes, son *Cavendishia pubescens* y *Miconia caudata*; donde también se hace evidente la marcada dominancia que ejerce *Syzygium jambos*.

Figura 5-65 Índice de valor de importancia por especie en el Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.2.2.3 Cociente de mezcla (CM)

La Tabla 5-65 muestra que el coeficiente de mezcla para la Vegetación secundaria alta del Om-A, da un valor de 0,15, lo cual indica que las comunidades forestales asociadas a este ecosistema tienen tendencia a la homogeneidad, es necesario muestrear 7 individuos para encontrar una nueva especie.

Tabla 5-65 Cociente de Mezcla para para en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Coefficiente de mezcla	Tendencia
34	230	0,15	Tendencia a la homogeneidad

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.2.2.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie en un ecosistema, En este caso, se analizaron las clases altimétricas, los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres substratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa; de este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

5.1.2.1.5.2.2.5 Estructura altimétrica

La Tabla 5-10 muestra la relación de individuos pertenecientes a cada rango, para la Vegetación secundaria alta del Om-A, los cuales se encuentran distribuidos en nueve clases altimétricas, con ausencia de individuos con alturas entre 19,34 y 21,67 metros.

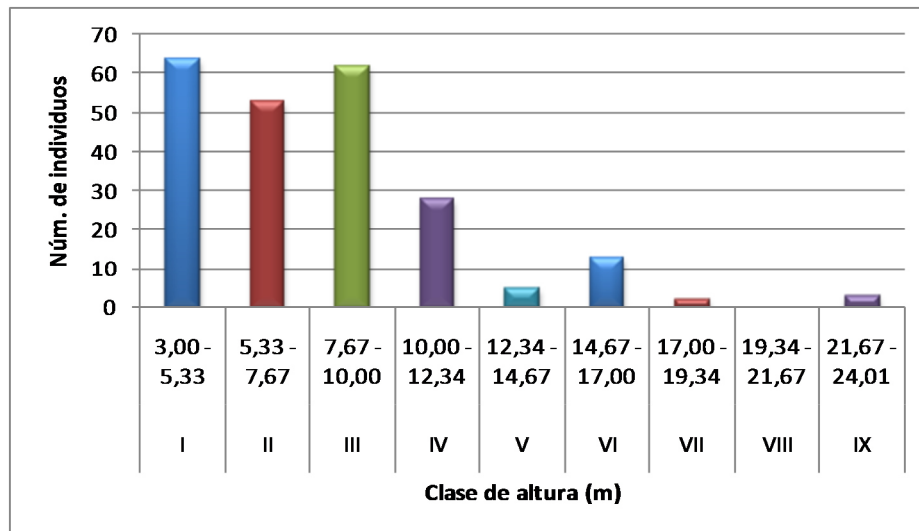
Tabla 5-66 Distribución del número de individuos por clase de altura. Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes

Clase	Rango (m)	Núm. Individuos
I	3,00 - 5,33	64
II	5,33 - 7,67	53
III	7,67 - 10,00	62
IV	10,00 - 12,34	28
V	12,34 - 14,67	5
VI	14,67 - 17,00	13
VII	17,00 - 19,34	2
VIII	19,34 - 21,67	0
IX	21,67 - 24,01	3
Total		230

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Como se observa en la Figura 5-8, la distribución de alturas para este ecosistema se presenta de forma irregular, donde el 78% de los individuos registrados en este ecosistema se encuentran agrupados en las primeras clases de alturas, entre los 3 y 10 metros.

Figura 5-66 Distribución de individuos por clase de altura. Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes



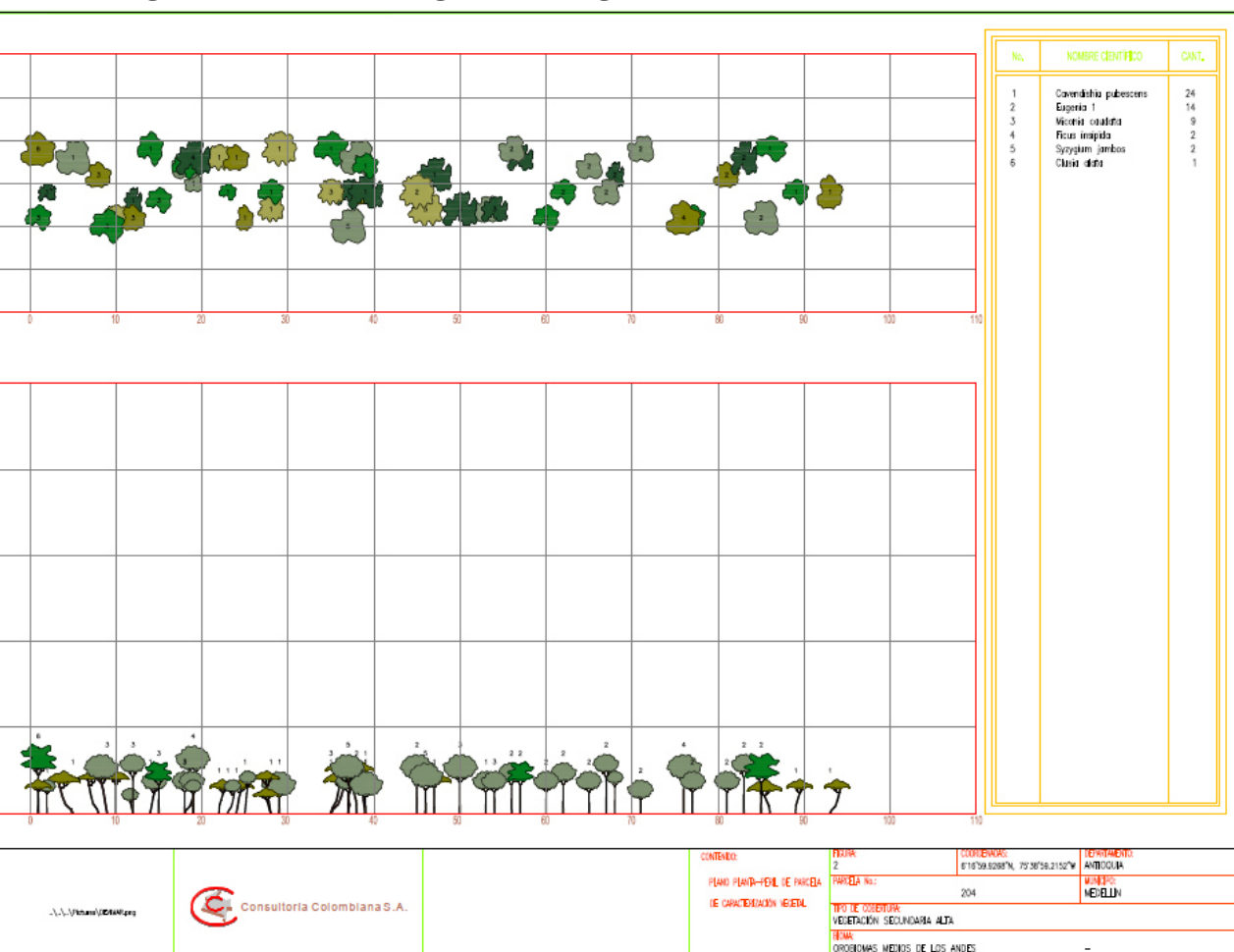
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

5.1.2.1.5.2.2.5.1 Perfil

La Figura 5-67 muestra el perfil de vegetación generado a partir de una de las parcelas de muestreo de 0,1 ha (100 metros de largo y 10 metros de ancho) establecidas para la caracterización de este ecosistema (este perfil se encuentra en el Anexo H5, Perfiles de vegetación). En el perfil de esta parcela se puede observar que la distribución de los individuos presenta pequeños claros, sobre todo entre los 70 y 80 metros en la línea de abscisado; además de presentar individuos con copas homogéneas y alturas que no superan los 9 metros.

Figura 5-67 Perfil de vegetación. Vegetación secundaria alta Om-A



5.1.2.1.5.2.2.5.2 Posición sociológica (PS)

La altura del componente arbóreo en la Vegetación secundaria alta del Om-A alcanzó los 24 metros; donde el substrato inferior estuvo constituido por categorías de altura menores a 10 metros, agrupando el 78% de individuos; mientras que el substrato medio con alturas entre 10 y 17 metros contiene el 2%; en el substrato superior se encuentran 3 especies que concentran el 2% del total de individuos con alturas que superan los 17 metros (Tabla 5-49).

La especie más abundante en el substrato inferior es *Cavendishia pubescens*, sin embargo no se presenta en los otros estratos. Por su parte *Ochroma pyramidale* es la única especie presente en los tres sub estratos con lo que asegura su lugar en la estructura y composición de este ecosistema.

Es de destacar que el 44% de las especies en la muestra (15/34), no alcanzaron el 1% de la posición sociológica, lo que permite deducir, que las especies en este tipo de ecosistema tiende a disminuir, ya sea por su adaptabilidad al ecosistema o las afectaciones antrópicas del área de estudio.

Tabla 5-67 Resultados del análisis de la estructura vertical en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes

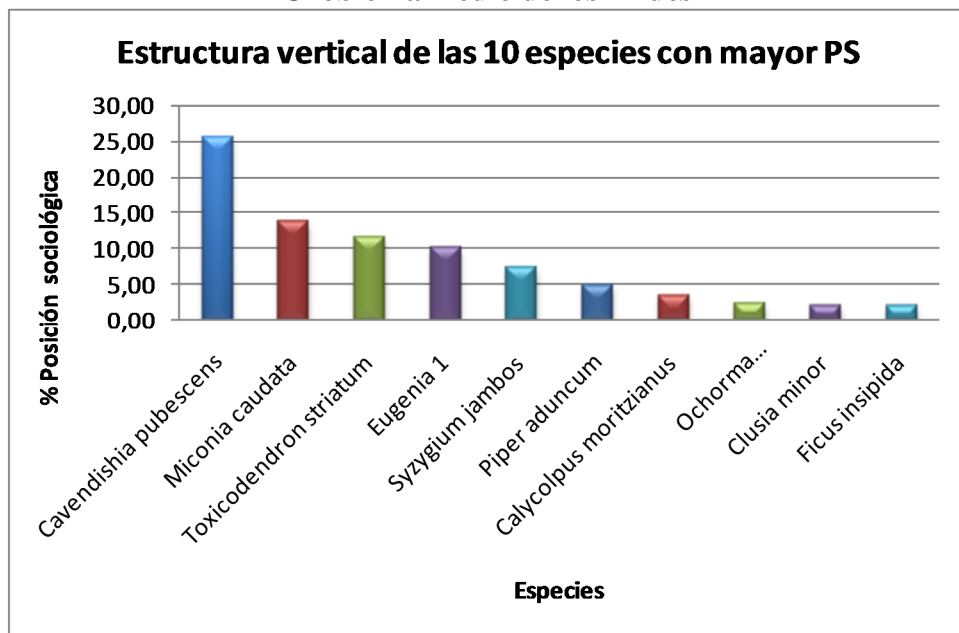
Especies	Sub-Estrato Inferior < 10m		Sub-Estrato Medio 10 - 17 m		Sub-Estrato Superior >17 m		PS _{abs}	PS _r	N°/ha
	n°/ha	Vfi	n°/ha	VFm	n°/ha	VFs			
<i>Calycolpus moritzianus</i>	6	0,03	2	0,01	0	0,00	5,07	3,41	8
<i>Cavendishia pubescens</i>	49	0,21	0	0,00	0	0,00	38,13	25,66	49
<i>Cecropia peltata</i>	0	0,00	1	0,00	0	0,00	0,20	0,13	1
<i>Clusia alata</i>	3	0,01	0	0,00	0	0,00	2,33	1,57	3
<i>Clusia minor</i>	4	0,02	0	0,00	0	0,00	3,11	2,09	4
<i>Croton sp. 2</i>	1	0,00	9	0,04	0	0,00	2,58	1,73	10
<i>Eucalyptus globulus</i>	0	0,00	0	0,00	2	0,01	0,04	0,03	2
<i>Eugenia 1</i>	19	0,08	2	0,01	0	0,00	15,19	10,22	21
<i>Ficus insipida</i>	4	0,02	0	0,00	0	0,00	3,11	2,09	4
<i>Ficus matiziana</i>	2	0,01	0	0,00	0	0,00	1,56	1,05	2
<i>Hedyosmum colombianum</i>	2	0,01	0	0,00	0	0,00	1,56	1,05	2
<i>Heliocarpus americanus</i>	0	0,00	3	0,01	0	0,00	0,60	0,40	3
<i>Hieronyma macrocarpa</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,52	1
<i>Indeterminada sp. 12</i>	0	0,00	1	0,00	0	0,00	0,20	0,13	1
<i>Magnolia guatapensis</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,52	1
<i>Mauria suaveolens</i>	2	0,01	0	0,00	0	0,00	1,56	1,05	2
<i>Miconia caudata</i>	25	0,11	6	0,03	0	0,00	20,66	13,90	31
<i>Myriocarpa stipitata</i>	2	0,01	0	0,00	0	0,00	1,56	1,05	2
<i>Ocotea sp. 4</i>	2	0,01	1	0,00	0	0,00	1,76	1,18	3
<i>Piper aduncum</i>	9	0,04	2	0,01	0	0,00	7,40	4,98	11

Especies	Sub-Estrato Inferior < 10m		Sub-Estrato Medio 10 - 17 m		Sub-Estrato Superior >17 m		PS _{abs}	PS _r	N°/ha
<i>Pisonia</i> 1	2	0,01	0	0,00	0	0,00	1,56	1,05	2
<i>Pseudobombax</i> sp. 1	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,52	1
<i>Psidium guajava</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,52	1
<i>Psychotria brachiata</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,52	1
<i>Rapanea guianensis</i>	2	0,01	0	0,00	0	0,00	1,56	1,05	2
<i>Syzygium jambos</i>	13	0,06	5	0,02	0	0,00	11,12	7,48	18
<i>Tovomita parviflora</i>	1	0,00	1	0,00	0	0,00	0,98	0,66	2
<i>Toxicodendron striatum</i>	21	0,09	5	0,02	0	0,00	17,34	11,67	26
<i>Trema micrantha</i>	0	0,00	0	0,00	2	0,01	0,04	0,03	2
<i>Vismia laevis</i>	0	0,00	2	0,01	0	0,00	0,40	0,27	2
<i>Vismia sprucei</i>	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0,78	0,52	1
<i>Delonix regia</i>	0	0,00	1	0,00	0	0,00	0,20	0,13	1
<i>Cordia</i> sp. 1	0	0,00	1	0,00	0	0,00	0,20	0,13	1
<i>Ochroma pyramidale</i>	4	0,02	4	0,02	1	0,00	3,93	2,65	9
Total	179	0,78	46	0,20	5	0,02	148,62	100	230

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Como se muestra en la Figura 5-68, la especie con mayor porcentaje de valor sociológico es *Cavendishia pubescens* con el 25,66%, seguida por *Miconia caudata* con 13,90%, *Toxicodendron striatum* con el 11,67% y *Eugenia* 1 con el 10,22%. Las especies restantes presentan porcentajes que se encuentran por debajo del 7,48%.

Figura 5-68 Estructura vertical por especie en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes

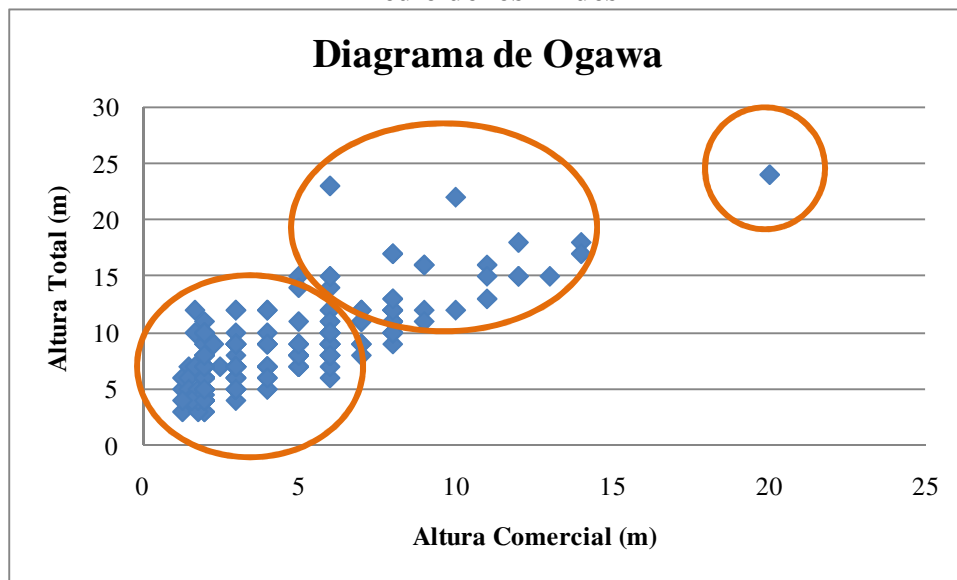


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.2.2.5.3 Estratos de Ogawa

El diagrama de Ogawa (Figura 5-69) permite establecer que la mayoría de los individuos registrados para la Vegetación secundaria alta del Om-A, se encuentran agrupados en un rango de alturas que menor a 10 metros, dispersándose paulatinamente hasta los 17 metros hasta encontrar algunos individuos con alturas superiores, de hasta 23 metros de las especies *Trema micrantha*, *Eucalyptus globulus*, *Ochroma pyramidale* y *Trema micrantha*.

Figura 5-69 Diagrama de Ogawa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.2.6 Estructura total o dinámica

El análisis de las clases diamétricas presentes, sirve para estudiar el dinamismo de las poblaciones forestales y su relación con los factores ambientales, para el caso del la Vegetación secundaria alta del Om-A se encontraron nueve clases diamétricas. La Tabla 5-50 muestra las diferentes clases diamétricas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

Tabla 5-68 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes

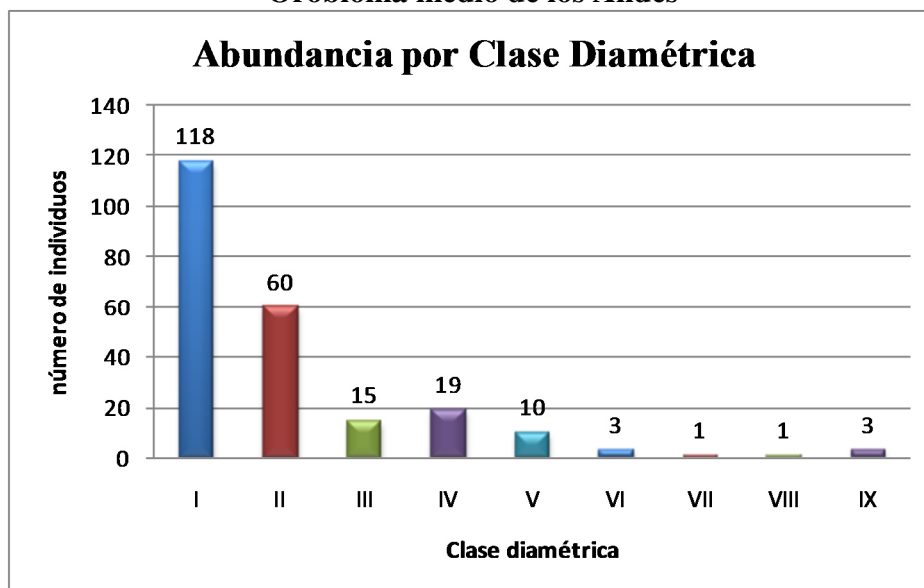
Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³)	
I	10,06 - 15,38	118	7,67	2,99	6,82	1,46
II	15,38 - 20,70	60	8,30	5,83	13,28	2,28

Clase	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal
III	20,70 - 26,02	15	9,97	3,09	5,28	0,85
IV	26,02 - 31,34	19	19,08	8,14	12,72	1,67
V	31,34 - 36,66	10	4,35	4,33	8,58	0,94
VI	36,66 - 41,98	3	1,30	3,06	3,90	0,36
VII	41,98 - 47,30	1	0,43	0,52	0,84	0,15
VIII	47,30 - 52,62	1	0,43	1,84	2,37	0,19
IX	52,62 - 57,93	3	1,30	6,38	8,87	0,74
Total		230	52,8543154	36,18	62,65	8,62

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En la Figura 5-50 se observa la distribución de los individuos por clase diamétrica, en donde la mayor cantidad (51,30%) se encuentra en la clase diamétrica I de 10,06 a 15,38 cm con 118 fustales, lo que indica que es una cobertura intervenida con presencia de arbustos y árboles en sus primeras etapas de desarrollo.

Figura 5-70 Abundancia por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes



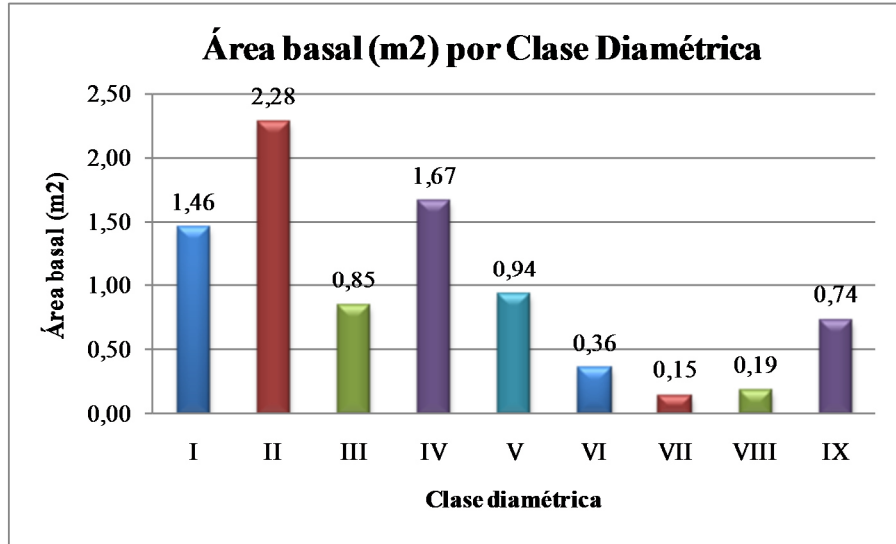
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.2.2.6.1 Cálculo del área basal

El área basal registrada para 0,6 hectáreas fue de 8,62m², donde el mayor aporte es de la clase II con 2,28 m² en 60 árboles con diámetros entre 15,38 y 20,70 cm.

La clase IV concentra 1,67 m² y la clase I 1,46 m², agrupando entre estas dos categorías el 36,27%. (Ver Tabla 5-69).

Figura 5-71 Área basal por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Orobionia medio de los Andes



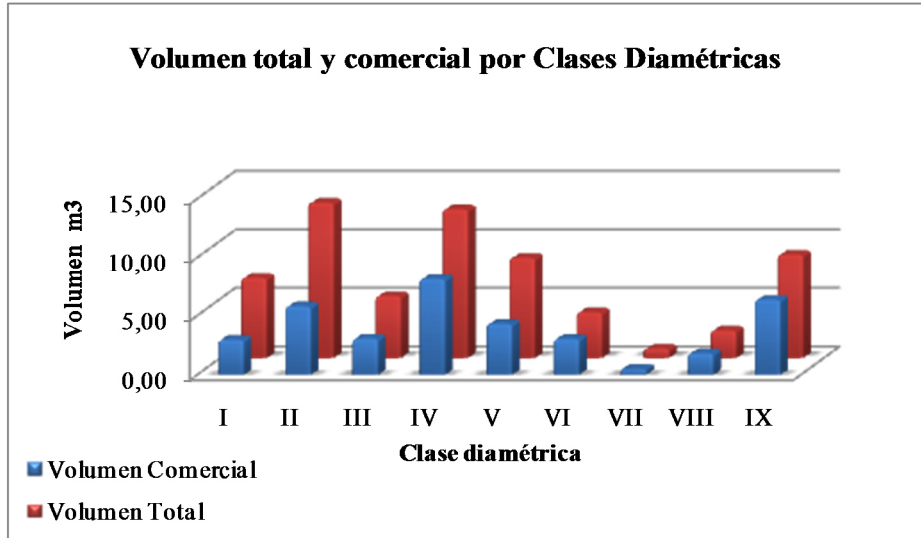
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.2.2.6.2 Cálculo del volumen total y comercial

En la distribución del volumen para 0,6 hectáreas fue de 62,65 m³ en volumen total y 36,18 m³ en volumen comercial. (VerFigura 5-72).

Los mayores aportes los realiza la clase II con 13,28 m³ de volumen total y 5,83 m³ de volumen comercial, las especies que más contribuyen con este valor son *Cavendishia pubescens*, *Miconia caudataySyzygium jambos*.

Figura 5-72 Volumen total y comercial por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.2.7 Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad se muestran en la Tabla 5-69 en donde se calcula para el ecosistema de la vegetación secundaria alta del Om-A, los índices de Shannon, Margalef y Menhinick.

Tabla 5-69 Índices de diversidad en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes

Índice de Shannon -Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
2,36	4,63	1,92

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

El índice de Shannon mide el grado promedio de incertidumbre, en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar.

Para el ecosistema se tiene un valor de 2,36 en el índice de Shannon, donde los valores cercanos a 5 representan una alta diversidad y valores menores a 3 representan tendencias a una baja diversidad. Por tanto el ecosistema Vegetación secundaria alta del Om-A, se considera con una diversidad moderada para este índice.

Por su parte, el índice de Margalef transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad. (Margaleff. R,

1995). Por lo anterior, con un valor de 4,63 se interpreta como una diversidad moderada.

Sin embargo, el índice de Menhinick, que al igual que el índice de Margalef, se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra; al arrojar un valor de 1,92, indica una diversidad baja del ecosistema, ya que el máximo valor que podría obtener es de 15,17, esto podría deberse a la dominancia de algunas especies como *Cavendishia pubescens* y *Miconia caudata*.

5.1.2.1.5.2.2.8 Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que el 64,71% de las especies se encuentran dispersas, el 29,41% tienden a estar agrupadas y *Cavendishia pubescens* y *Piper aduncum* son las únicas especies que se registra como agrupada (ver Tabla 5-70).

Tabla 5-70 Grado de agregación en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Calycolpus moritzianus</i>	0,04	0,08	1,96
<i>Cavendishia pubescens</i>	0,22	0,49	2,20
<i>Cecropia peltata</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Clusia alata</i>	0,02	0,03	1,48
<i>Clusia minor</i>	0,02	0,04	1,98
<i>Cordia</i> sp. 1	0,01	0,01	0,99
<i>Croton</i> sp. 2	0,05	0,10	1,95
<i>Delonix regia</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Eucalyptus globulus</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Eugenia</i> 1	0,12	0,21	1,80
<i>Ficus insipida</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Ficus matiziana</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Hedyosmum colombianum</i>	0,01	0,02	1,99
<i>Heliocarpus americanus</i>	0,03	0,03	0,98
<i>Hieronyma macrocarpa</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Indeterminada</i> sp. 12	0,01	0,01	0,99
<i>Magnolia guatapensis</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Mauria suaveolens</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Miconia caudata</i>	0,17	0,31	1,78
<i>Myriocarpa stipitata</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Ochroma pyramidale</i>	0,06	0,09	1,45
<i>Ocotea</i> sp. 4	0,03	0,03	0,98
<i>Piper aduncum</i>	0,05	0,11	2,14
<i>Pisonia</i> 1	0,02	0,02	0,99
<i>Pseudobombax</i> sp. 1	0,01	0,01	0,99

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Psidium guajava</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Psychotria brachiata</i>	0,01	0,01	0,99
<i>Rapanea guianensis</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Syzygium jambos</i>	0,09	0,18	1,91
<i>Tovomita parviflora</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Toxicodendron striatum</i>	0,16	0,26	1,60
<i>Trema micrantha</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Vismia laevis</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Vismia sprucei</i>	0,01	0,01	0,99

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.2.2.9 Regeneración natural

La evaluación de la regeneración natural de un ecosistema, permite identificar las especies con mayor abundancia, frecuencia y su distribución, aspectos importantes para la toma de decisiones sobre los métodos y elección de especies al momento de emplear planes de manejo ambiental en los que se incluyan regeneración, enriquecimiento y reforestación, de tal manera que se garantice no sólo la continuidad de producción de madera comercial sino la estabilidad ecológica.

El estudio de la Regeneración Natural de este ecosistema se realizó en 41 sub parcelas de las 6 parcela de fustales, es decir 41 subparcelas de 25 m² para latizales y 41 subparcelas de 4 m² para brinzales y renuevos.

5.1.2.1.5.2.2.9.1 Composición florística

En la regeneración natural de la Vegetación secundaria alta del Om-A, se registraron 211 individuos de 45 especies botánicas. Los parámetros de regeneración natural se encuentran en la Tabla 5-71.

Tabla 5-71 Parámetros de Regeneración natural en la Vegetación secundaria alta del Oroboma medio de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		R	R%	B	B%	E	E%	Reg Nat %
	Ab	Ar%	Fa	Fr%							
<i>Acrocomia aculeata</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Albizia carbonaria</i>	14	6,64	14,29	2,99	5	2,37	0	0,00	9	4,27	5,59
<i>Anaxagoraea l</i>	3	1,42	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	3	1,42	1,62
<i>Boehmeria aspera</i>	3	1,42	14,29	2,99	0	0,00	2	0,95	1	0,47	1,87
<i>Boehmeria caudata</i>	36	17,06	21,43	4,48	20	9,48	3	1,42	13	6,16	12,06
<i>Brosimum alicastrum</i>	6	2,84	7,14	1,49	5	2,37	0	0,00	1	0,47	2,11
<i>Brosimum utile</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	0	0,00	0,75
<i>Byrsonima arthropoda</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Casearia l</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	0	0,00	0,75
<i>Casearia coronata</i>	2	0,95	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	2	0,95	1,24

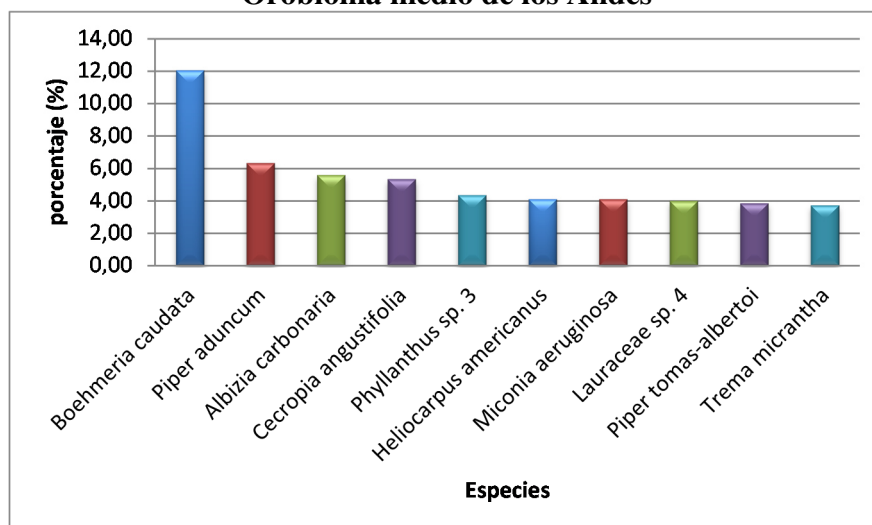
Especie	Abundancia	Frecuencia	R	R%	B	B%	E	E%	Reg Nat %		
<i>Cecropia angustifolia</i>	9	4,27	28,57	5,97	0	0,00	0	0,00	9	4,27	5,34
<i>Citrus</i> sp. 1	2	0,95	7,14	1,49	2	0,95	0	0,00	0	0,00	0,99
<i>Clarisia biflora</i>	2	0,95	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	1	0,47	1,12
<i>Coffea arabica</i>	3	1,42	7,14	1,49	0	0,00	3	1,42	0	0,00	1,25
<i>Cupania americana</i>	5	2,37	7,14	1,49	0	0,00	4	1,90	1	0,47	1,87
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0,95	14,29	2,99	0	0,00	0	0,00	2	0,95	1,74
<i>Hedyosmum colombianum</i>	4	1,90	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	4	1,90	1,99
<i>Heliocarpus americanus</i>	10	4,74	14,29	2,99	1	0,47	4	1,90	5	2,37	4,11
Indeterminada sp. 13	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
Indeterminada sp. 9	3	1,42	7,14	1,49	3	1,42	0	0,00	0	0,00	1,24
<i>Inga oerstediana</i>	3	1,42	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	2	0,95	1,49
<i>Lauraceae</i> sp. 4	12	5,69	14,29	2,99	0	0,00	12	5,69	0	0,00	4,00
<i>Machaerium biovulatum</i>	2	0,95	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	2	0,95	1,24
<i>Machaerium goudotii</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Miconia aeruginosa</i>	11	5,21	14,29	2,99	8	3,79	0	0,00	3	1,42	4,10
<i>Miconia</i> sp. 2	4	1,90	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	4	1,90	1,99
<i>Myrsine coriacea</i>	3	1,42	14,29	2,99	0	0,00	0	0,00	3	1,42	2,11
<i>Oreopanax bogotensis</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	0	0,00	0,75
<i>Oreopanax incisus</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Palicourea guianensis</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	0	0,00	0,75
<i>Palicourea</i> sp. 2	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Persea americana</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	0	0,00	0,75
<i>Phyllanthus</i> sp. 3	9	4,27	14,29	2,99	0	0,00	0	0,00	9	4,27	4,35
<i>Piper aduncum</i>	12	5,69	28,57	5,97	1	0,47	0	0,00	11	5,21	6,34
<i>Piper tomas-albertoi</i>	9	4,27	14,29	2,99	0	0,00	4	1,90	5	2,37	3,86
<i>Platymiscium darienense</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Pseudobombax</i> sp. 1	3	1,42	7,14	1,49	0	0,00	3	1,42	0	0,00	1,25
<i>Psidium pedicellatum</i>	7	3,32	7,14	1,49	3	1,42	0	0,00	4	1,90	2,73
<i>Psychotria brachiata</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Rondeletia</i> sp. 1	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Rondeletia</i> sp. 2	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0,87
<i>Senefeldera testiculata</i>	1	0,47	7,14	1,49	0	0,00	1	0,47	0	0,00	0,75
<i>Trema micrantha</i>	6	2,84	21,43	4,48	0	0,00	0	0,00	6	2,84	3,73
<i>Trichilia hirta</i>	4	1,90	21,43	4,48	0	0,00	1	0,47	3	1,42	2,86
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	6	2,84	14,29	2,99	0	0,00	5	2,37	1	0,47	2,62
Total	211	100	478,57	100	48	22,75	49	23,23	114	54,03	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La mayor contribución a la regeneración del ecosistema es por parte de la categoría de los establecidos con el 54,03% del total de individuos registrados, seguido por los brinzales con el 23,23% y los renuevos con 22,75%.

El índice de regeneración señala que las especies más importantes en la regeneración natural son *Boehmeria caudata* y *Piper aduncum*; indicando que son las especies con mayor éxito dentro del sotobosque, caracterizadas por una buena producción de semillas suficientes para garantizar ininterrumpidamente su existencia. (Lamprecht, 1990). En la Figura 5-72 se muestra la gráfica de distribución de las diez especies con mayor índice de regeneración natural.

Figura 5-72 Regeneración natural por especie en la Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.3 Caracterización vegetal de la vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes

La caracterización de esta cobertura se realizó por medio de la implementación de 3 parcelas en las veredas La Volcana-Guayabal y Naranjal, municipio de Medellín.

5.1.2.1.5.2.3.1 Composición Florística

Se registraron 53 individuos que representan 9 especies agrupadas en 8 géneros y 8 familias; en la muestra la única familia que se presenta con más de una especie es Clusiaceae con dos especies del género *Clusia*. La composición florística para este ecosistema se presenta en la Tabla 5-44.

Tabla 5-72 Composición florística en la vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes

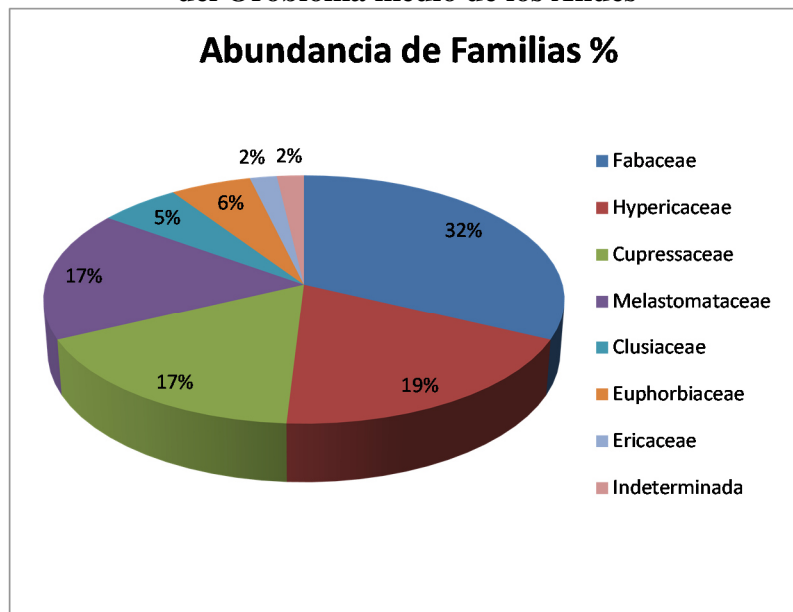
Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia minor</i>	Lechudo	1	1,89
		<i>Clusia</i> sp. 1	Chagualon	2	3,77
Cupressaceae	Cupressus	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cipres - Pino cipres	9	16,98
Ericaceae	Cavendishia	<i>Cavendishia pubescens</i>	Uvito tierra fria	1	1,89
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton</i> sp. 2	Brujo	3	5,66
Fabaceae	Albizia	<i>Albizia carbonaria</i>	Carbonero	17	32,08

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Hypericaceae	Vismia	<i>Vismia sprucei</i>	Carate - arrayan	10	18,87
Melastomataceae	Tibouchina	<i>Tibouchina lepidota</i>	Siete cueros	9	16,98
Asteraceae	Asteraceae	<i>Asteraceae 2</i>	NN	1	1,89
Total				53	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Respecto la abundancia (VerFigura 5-73) la familia con mayor número de individuos fue Fabaceae agrupando el 32% del total registrado, que equivale a 17 árboles de la especie *Albizia carbonaria*; la segunda familia en abundancia fue Hypericaceae con el 19% que equivale a 10 individuos de la especie *Vismia sprucei*.

Figura 5-73 Abundancia de familias en porcentaje en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.3.2 Estructura horizontal

Para la Vegetación secundaria baja del Om-A, de las 9 especies registradas, las especies con mayor IVI en el componente arbóreo fueron: *Albizia carbonaria* (67,74%), *Cupressus lusitanica* (64,86%) y *Tibouchina lepidota* con el 55,06%. (Ver Tabla 5-73).

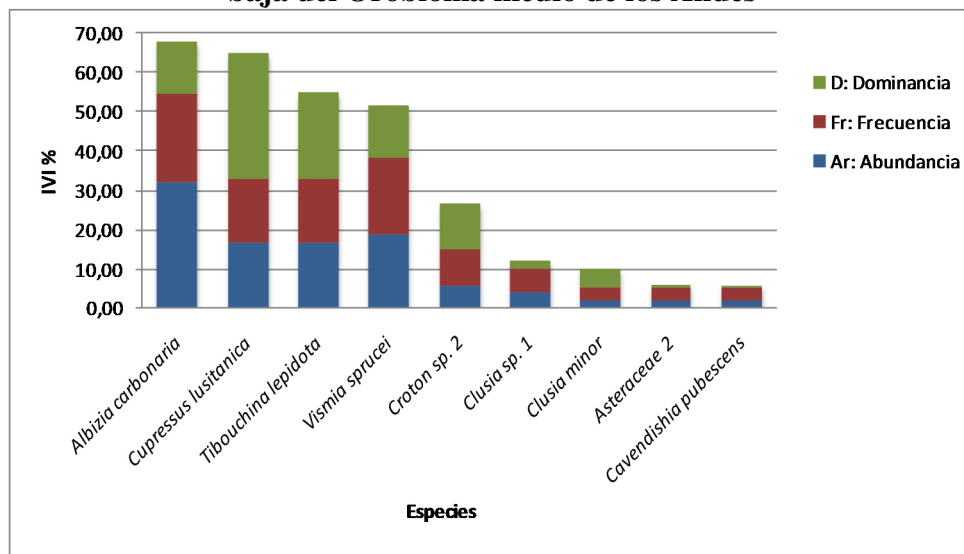
Tabla 5-73 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Albizia carbonaria</i>	17	32,08	14,00	22,58	0,17	13,09	67,74
<i>Asteraceae 2</i>	1	1,89	2,00	3,23	0,01	0,74	5,85
<i>Cavendishia pubescens</i>	1	1,89	2,00	3,23	0,01	0,66	5,77
<i>Clusia minor</i>	1	1,89	2,00	3,23	0,07	5,07	10,18
<i>Clusia sp. 1</i>	2	3,77	4,00	6,45	0,03	2,06	12,29
<i>Croton sp. 2</i>	3	5,66	6,00	9,68	0,15	11,24	26,58
<i>Cupressus lusitanica</i>	9	16,98	10,00	16,13	0,42	31,75	64,86
<i>Tibouchina lepidota</i>	9	16,98	10,00	16,13	0,29	21,95	55,06
<i>Vismia sprucei</i>	10	18,87	12,00	19,35	0,18	13,44	51,66
Total	53	100	62	100	1,315	100	300

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En la Figura 5-74 se muestra la distribución de abundancia, frecuencia y dominancia de las especies en este ecosistema; donde se puede observar que *Albizia carbonaria* es la especie con mayor abundancia y frecuencia de la muestra, mientras que *Cupressus lusitanica* se presenta como la más dominante, seguida de *Tibouchina lepidota*.

Figura 5-74 Índice de valor de importancia por especie en el Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.2.3.3 Cociente de mezcla (CM)

La Tabla 5-74 muestra que el coeficiente de mezcla para la Vegetación secundaria baja del

Om-A, da un valor de 0,17, lo cual indica que las comunidades forestales asociadas a este ecosistema tienen tendencia a la homogeneidad; es necesario muestrear a 6 individuos para registrar una nueva especie.

Tabla 5-74 Cociente de Mezcla para para en la Vegetación secundaria baja del Oroboma medio de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Coefficiente de mezcla	Tendencia
9	53	0,17	Tendencia a la homogeneidad

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.3.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie en un ecosistema, En este caso, se analizaron las clases altimétricas, los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres substratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa; de este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

5.1.2.1.5.2.3.5 Estructura altimétrica

La Tabla 5-10 muestra la relación de individuos pertenecientes a cada rango, para la Vegetación secundaria baja del Om-A, los cuales se encuentran distribuidos en siete clases altimétricas, con ausencia de individuos en las clases V y VI.

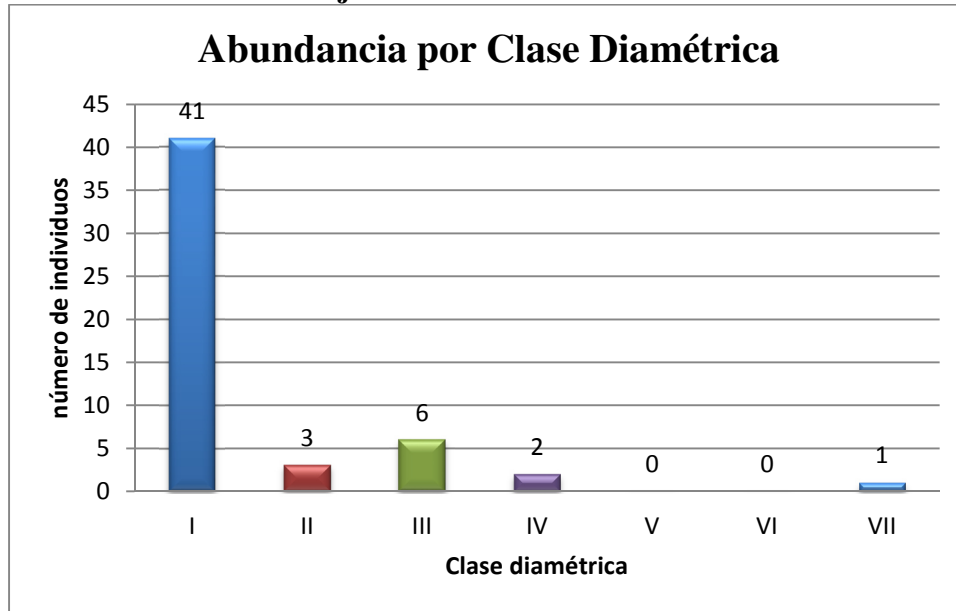
Tabla 5-75 Distribución del número de individuos por clase de altura. Vegetación secundaria baja del Oroboma medio de los Andes

Clase	Rango (m)	Núm. Individuos
I	10,03 - 15,90	41
II	15,90 - 21,77	3
III	21,77 - 27,64	6
IV	27,64 - 33,51	2
V	33,51 - 39,38	0
VI	39,38 - 45,25	0
VII	45,25 - 51,13	1
Total		53

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Como se observa en la Figura 5-75, la distribución de alturas para este ecosistema se presenta de forma normal donde la mayoría de individuos de este ecosistema se encuentran agrupados principalmente en las clases I y III, con 41 y 6 individuos respectivamente; disminuyendo drásticamente a la clase II con 3 individuos.

Figura 5-75 Distribución de individuos por clase de altura de la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes

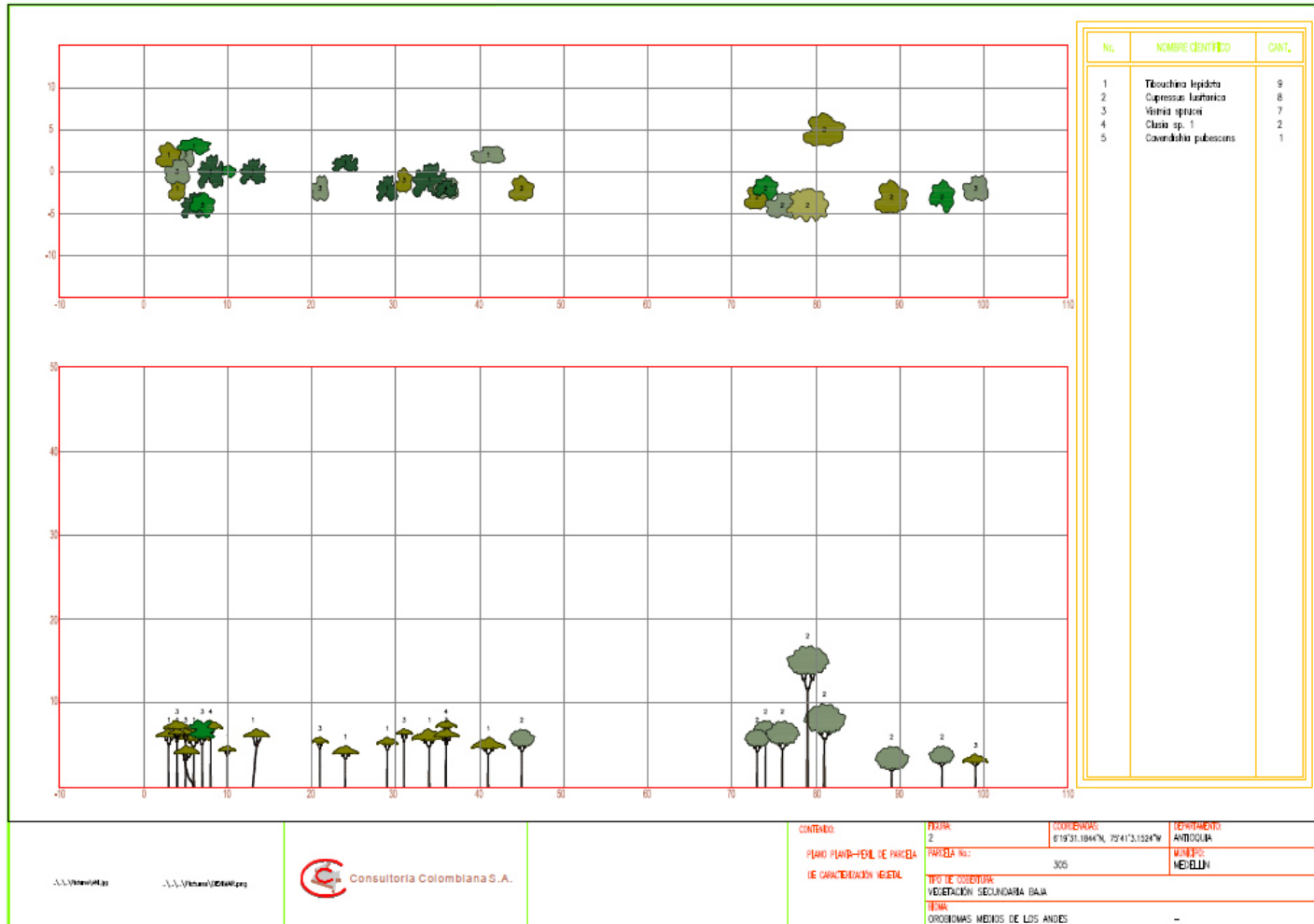


Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.3.5.1 Perfil

La Figura 5-76 muestra el perfil de vegetación generado a partir de una de las parcelas de muestreo de 0,1 ha (100 metros de largo y 10 metros de ancho) establecidas para la caracterización de este ecosistema (este perfil se encuentra en el Anexo H5, Perfiles de vegetación). En el perfil de esta parcela se puede observar la distribución de los individuos sobre el terreno, donde se evidencia la presencia de claros de más de 10 metros. Al ser una cobertura de porte bajo los elementos arbóreos no superan los 8 metros, presentando pocos individuos emergentes.

Figura 5-76 Perfil de vegetación. Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.3.5.2 Posición sociológica (PS)

La altura del componente arbóreo en la Vegetación secundaria baja del Om-A tiene un promedio de alturas de 6 metros, con algunos individuos emergentes que alcanzan los 17 metros. El substrato inferior estuvo constituido por categorías de altura menores a 7,9 metros agrupando el 79 % del total de individuos; mientras que el sub estrato medio con alturas entre 12,4 y 17 metros concentra el 17%; y el sub estrato superior (alturas mayores a 17 metros), están representados por un individuo de la especie *Cupressus lusitánica*, con el 2% restante. (Ver Tabla 5-76).

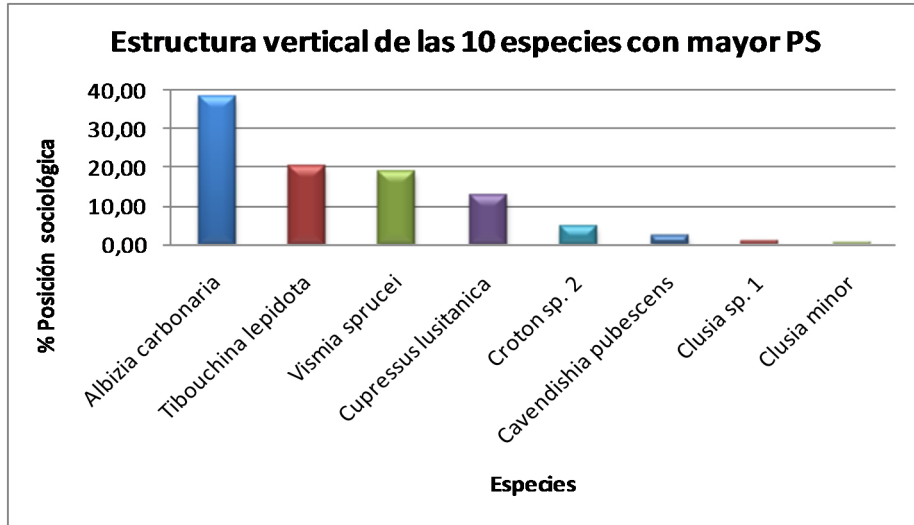
Tabla 5-76 Resultados del análisis de la estructura vertical en la Vegetación secundaria baja del Oroboma medio de los Andes

Especies	Sub-Estrato Inferior < 7,9m		Sub-Estrato Medio 10 - 12,4 m		Sub-Estrato Superior >17m		PS _{abs}	PS _r	Nº/ha
	nº/ha	Vfi	nº/ha	VFm	nº/ha	VF _s			
<i>Albizia carbonaria</i>	17	0,321	0	0,000	0	0,000	13,792	38,72	17
<i>Cavendishia pubescens</i>	1	0,02	0	0,00	0	0,00	0,81	2,28	1
<i>Clusia minor</i>	0	0,000	1	0,019	0	0,000	0,170	0,48	1
<i>Clusia sp. 1</i>	0	0,00	2	0,04	0	0,00	0,34	0,95	2
<i>Croton sp. 2</i>	2	0,038	1	0,019	0	0,000	1,792	5,03	3
<i>Cupressus lusitánica</i>	5	0,09	3	0,06	1	0,02	4,58	12,87	9
<i>Tibouchina lepidota</i>	9	0,17	0	0,00	0	0,00	7,30	20,50	9
<i>Vismia sprucei</i>	8	0,151	2	0,038	0	0,000	6,830	19,17	10
Total	42	0,79	9	0,17	1	0,02	35,62	100	52

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Como se muestra en la Figura 5-77, la especie con mayor porcentaje de valor sociológico es *Albizia carbonaria* con el 38,72%, seguida por *Tibouchina lepidota* con 20,50%, *Vismia sprucei* con 19,17% y *Cupressus lusitánica* con 12,87%. Las especies restantes presentan porcentajes que se encuentran por debajo del 5,03%.

Figura 5-77 Estructura vertical por especie en la Vegetación secundaria baja del Oroboma medio de los Andes

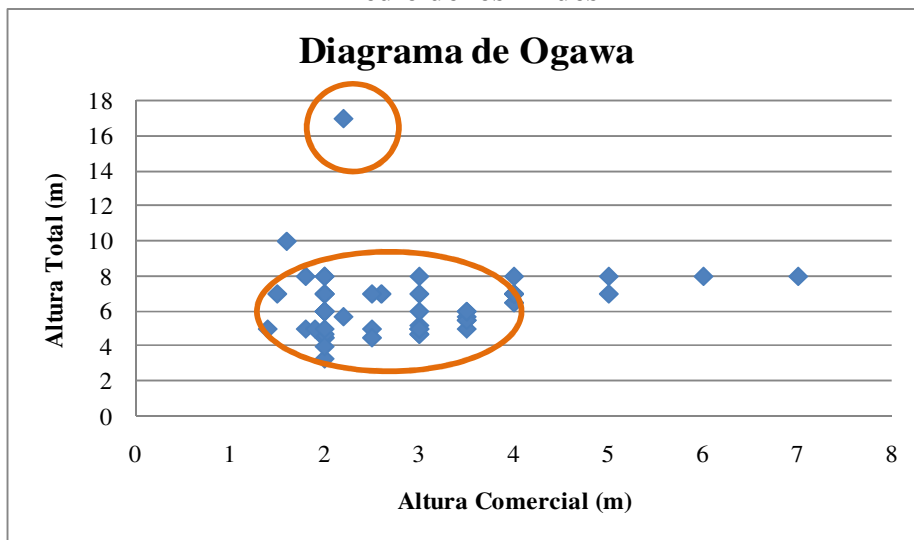


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.2.3.5.3 Estratos de Ogawa

El diagrama de Ogawa permite establecer que la mayoría de los individuos registrados para la Vegetación secundaria baja del Om-A, presenta un mayor número de individuos con alturas inferiores a 8 metros (Figura 5-78), con un registros de un individuo emergente de la especie Cupressus lusitanica.

Figura 5-78 Diagrama de Ogawa en la Vegetación secundaria baja del Oroboma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.2.3.6 Estructura total o dinámica

Para la Vegetación secundaria baja del Om-A se encontraron siete clases diamétricas, con ausencia de individuos con diámetros entre 33,51 y 45,25 cm, al registrar un individuo de 50,93 cm de diámetro. La Tabla 5-50 muestra las diferentes clases encontradas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

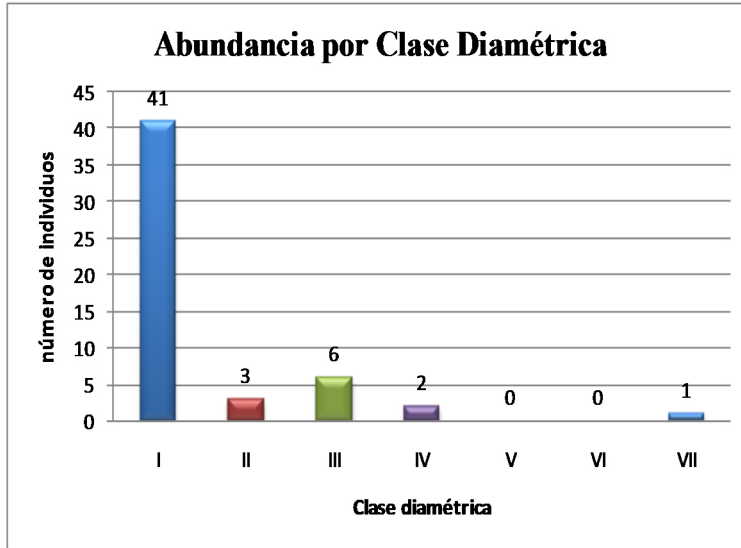
Tabla 5-77 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes

Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial (m3)	Volumen Total (m3)	
I	10,03 - 15,90	41	77,36	1,03	2,00	0,48
II	15,90 - 21,77	3	5,66	0,28	1,03	0,21
III	21,77 - 27,64	6	11,32	0,45	1,39	0,27
IV	27,64 - 33,51	2	3,77	0,55	0,86	0,15
V	33,51 - 39,38	0	0,00	0,00	0,00	0,00
VI	39,38 - 45,25	0	0,00	0,00	0,00	0,00
VII	45,25 - 51,13	1	1,89	0,31	2,42	0,20
Total		53	100	3,32	5,59	3,54

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Al analizar la abundancia por clase diamétrica se puede observar que la clase I muestra el mayor porcentaje de abundancia con el 77,36%, disminuyendo notablemente a la clase II con 5,66%. Lo cual es de esperarse al tratarse de una cobertura donde los elementos predominantes son arbustivos. (Ver Figura 5-79).

Figura 5-79 Abundancia por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes



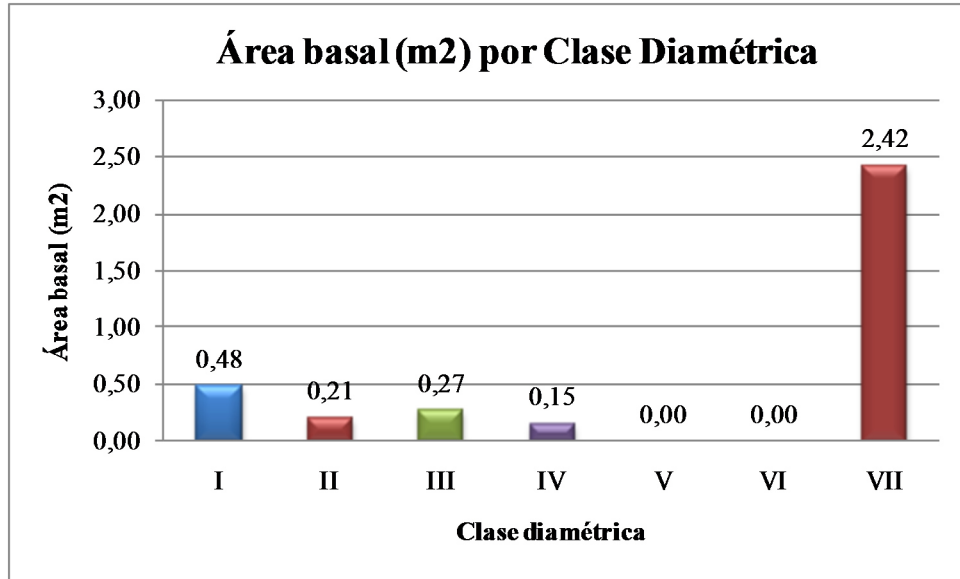
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.2.3.6.1 Cálculo del área basal

El área basal registrada para 0,3 hectáreas de Vegetación secundaria baja es de 3,54 m², donde las especies que más contribuyen con este valor son *Cupressus lusitánica*, presente en todas las clases diamétricas, *Albizia carbonaria* ubicada en la clase I y *Tibouchina lepidota* presente en las clases I y II.

La Figura 5-80 muestra la relación del área basal por la abundancia de individuos en este ecosistema.

Figura 5-80 Área basal por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Oroboma medio de los Andes



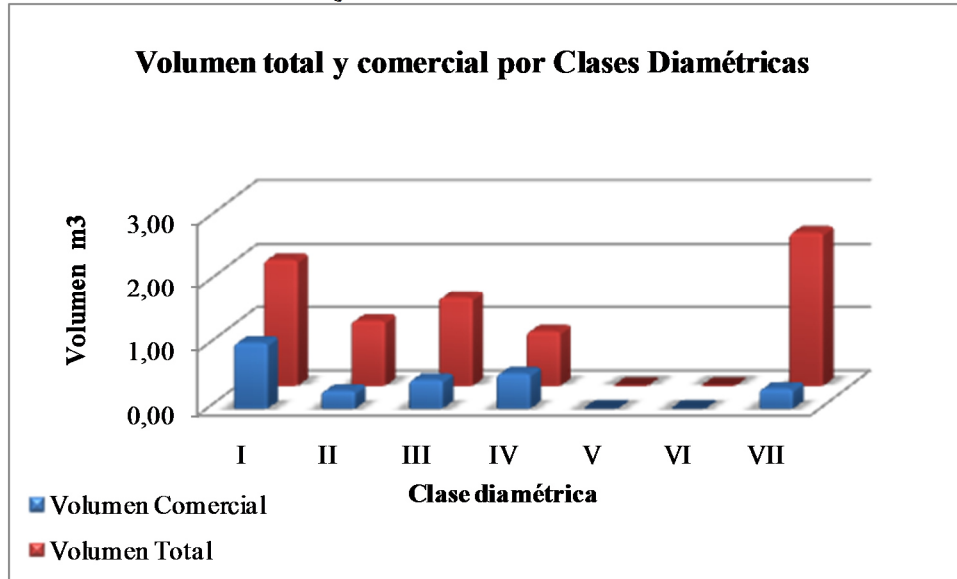
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.2.3.6.2 Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial encontrado para un área de 0,3 hectáreas fue de 3,32 m³ y 3,32 m³ respectivamente, los mayores aportes los realizó la clase diamétrica VII al presentar un individuos de gran porte, con un volumen total de 2,42 m³ y comercial de 0,31 m³, la diferencia de volumen se debe a la baja ramificación próximas a la base.

Se destaca además la clase I con valores de volumen total de 2 m³ y volumen comercial de 1,03 m³; seguida por la clase III con un volumen total de 1,39 y 0,45 m³ de volumen comercial, ver Figura 5-81.

Figura 5-81 Volumen total y comercial por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.1.5.2.3.7 Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad evaluados para los individuos de DAP >10 cm censados en los tres levantamientos, donde se encontraron 53 individuos pertenecientes a 9 especies, incluyendo un individuo arbóreo Indeterminado, se realizó por medio de los índices Shannon, Margalef y Menhinick. En la Tabla 5-78, se pueden ver los resultados obtenidos para para este tipo de ecosistema.

Tabla 5-78 Índices de diversidad en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes

Índice de Shannon -Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
1,79	2,01	1,24

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

El índice de Shannon arrojó un valor de 1,79 que corresponde a un valor de baja diversidad teniendo en cuenta que el máximo valor que puede asignar es 5 si todos los individuos registrados estuvieran representados en diferentes especies. El índice de Margalef define la muestra con una diversa baja, al arrojar un valor cercano a 2; por su lado el índice de Menhinick toma un valor de 1,24 coincidiendo los los índices anteriores.

5.1.2.1.5.2.3.8 Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio; para la Vegetación secundaria baja del Om-A se obtuvo que el 55,56% de las especies se encuentran dispersas, el 33,33% presentan una tendencia al agrupamiento y la única especie que se presenta de forma agrupada es *Albizia carbonaria* que correspondería al 11,11%, (verTabla 5-79).

Tabla 5-79 Grado de agregación en la Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Albizia carbonaria</i>	0,15	0,34	2,25
<i>Cavendishia pubescens</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Clusia minor</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Croton sp. 2</i>	0,06	0,06	0,97
<i>Cupressus lusitanica</i>	0,11	0,18	1,71
<i>Tibouchina lepidota</i>	0,11	0,18	1,71
<i>Vismia sprucei</i>	0,13	0,20	1,56
<i>Asteraceae 2</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Clusia sp. 1</i>	0,04	0,04	0,98

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016



5.1.2.1.5.2.3.9 Regeneración natural

La evaluación de la regeneración natural de un ecosistema, permite identificar las especies con mayor abundancia, frecuencia y su distribución, aspectos importantes para la toma de decisiones sobre los métodos y elección de especies al momento de emplear planes de manejo ambiental en los que se incluyan regeneración, enriquecimiento y reforestación, de tal manera que se garantice no sólo la continuidad de producción de madera comercial sino la estabilidad ecológica.

El estudio de la Regeneración Natural de este ecosistema se realizó en 19 sub parcelas de las 3 parcela de fustales; es decir 19 subparcelas de 25 m² para latizales y 19 sub parcelas de 4 m² para brinzales y renuevos.

Composición florística

El estudio de la Regeneración Natural de este ecosistema se realizó en doce sub parcelas de las 3 parcela de fustales; es decir 19 subparcelas de 10 m² para latizales y 19 subparcelas de 4 m² para brinzales y renuevos.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

En este ecosistema se registraron 98 individuos de 16 especies; donde la mayor contribución a la regeneración del ecosistema es por parte de la categoría de los establecidos con el 64,28% del total de individuos registrados, los brinzales concentran el 31,63% y los renuevos el restante 4,08%. Ver Tabla 5-80.

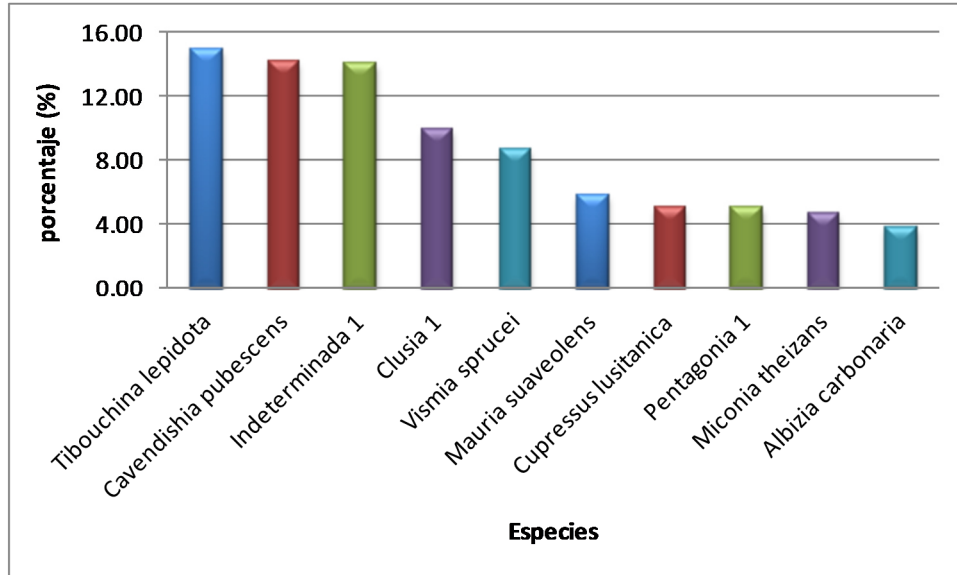
Tabla 5-80 Parámetros de Regeneración natural en la Vegetación secundaria baja del Oroboma medio de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		R	R%	B	B%	E	E%	Reg Nat %
	Ab	Ar%	Fa	Fr%							
<i>Albizia carbonaria</i>	4	4,08	10	2,27	0	0,00	0	0,00	4	4,08	3,82
<i>Cavendishia pubescens</i>	13	13,27	70	15,91	2	2,04	1	1,02	10	10,20	14,23
<i>Croton sp. 2</i>	2	2,04	10	2,27	0	0,00	1	1,02	1	1,02	2,07
<i>Cupressus lusitanica</i>	5	5,10	20	4,55	0	0,00	1	1,02	4	4,08	5,12
<i>Hedyosmum goudotianum</i>	2	2,04	10	2,27	0	0,00	1	1,02	1	1,02	2,07
<i>Heliocarpus americanus</i>	2	2,04	10	2,27	0	0,00	0	0,00	2	2,04	2,29
<i>Mauria suaveolens</i>	5	5,10	30	6,82	0	0,00	1	1,02	4	4,08	5,88
<i>Miconia theizans</i>	4	4,08	30	6,82	0	0,00	3	3,06	1	1,02	4,68
<i>Myrsine coriacea</i>	2	2,04	10	2,27	0	0,00	1	1,02	1	1,02	2,07
<i>Tibouchina lepidota</i>	16	16,33	50	11,36	0	0,00	5	5,10	11	11,22	14,95
<i>Vismia baccifera</i>	1	1,02	10	2,27	0	0,00	0	0,00	1	1,02	1,52
<i>Vismia sprucei</i>	8	8,16	40	9,09	0	0,00	2	2,04	6	6,12	8,72
<i>Weinmannia pinnata</i>	3	3,06	20	4,55	0	0,00	2	2,04	1	1,02	3,38
<i>Clusia sp. 1</i>	13	13,27	40	9,09	2	2,04	10	10,20	1	1,02	10,02
<i>Asteraceae 2</i>	13	13,27	60	13,64	0	0,00	2	2,04	11	11,22	14,06
<i>Pentagonia sp. 1</i>	5	5,10	20	4,55	0	0,00	1	1,02	4	4,08	5,12
Total	98	100	440	100	4	4,08	31	31,63	63	64,28	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

El índice de regeneración señala que las especies más importantes en la regeneración natural son *Tibouchina lepidota* y *Cavendishia pubescens* indicando que son las especies con mayor éxito dentro del sotobosque, caracterizadas por una buena producción de semillas suficientes para garantizar ininterrumpidamente su existencia. (Lamprecht, 1990). En la Figura 5-81, se muestra la gráfica de distribución de las diez especies con mayor índice de regeneración natural.

Figura 5-82 Regeneración natural por especie en la Vegetación secundaria baja del Oroboma medio de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A.2016

5.1.2.1.5.3 Uso de las especies

La diversidad de estos usos permite dividir las plantas en varios grupos. Una misma planta, puede ser clasificada en distintos grupos, no sólo en lugares diferentes, sino incluso dentro de la misma zona. Para el caso de las especies usadas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA (2009), se definieron las siguientes clases de uso: plantas maderables, combustibles, alimenticias para el hombre o animales domésticos, ornamentales, medicinales, culturales, artesanales y con otros usos.



5.1.2.1.5.3.1 Plantas utilizadas como combustible

La familia Clusiaceae (chágualos, carates y madroños) con especies reportadas para el área de estudio como *Clusia alata*, *Clusia minor*, *Clusia multiflora* y *Tovomita parviflora*, entre otras;son usadas para extracción de madera, leña, frutos comestibles y resinas.

La familia que más se destacada por el número de especies utilizadas, esFabaceae, entre las que sobresdalen las especies del género inga y senna, dado a que aportan gran cantidad de maderas finas, frutos comestibles, resinas y forraje para animales domésticos.

5.1.2.1.5.3.2 Plantas maderables

Se incluyen acá todo tipo de maderas (vastas a muy finas) y de destinación de las mismas. Entre las especies que se destinan para este uso se encuentran las de las familias Lauraceae, Fabaceae, Lecythidaceae y Annonaceae.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

5.1.2.1.5.3.3 Plantas artesanales

Las especies empleadas para leña o carbón, pertenecen a familias botánicas como Clusiaceae con 5 especies, Euphorbiaceae (6) y Annonaceae (6). Entre las clusiáceas se encuentran el grupo de chagualos (*Clusia alata*, *C. minor* y *C. multiflora*), de amplio uso en todas las zonas rurales de la jurisdicción, otra especie que se destaca es *Tovomita choysiana*.

Otras especies de importancia son los guamos del género *Inga*, encenillos (*Weinmania pinnata* y *W. pubescens*), siete cueros (*Tibouchina lepidota*) y especies del género *Alchornea* (*Alchornea grandulosa* y *A. triplenervia*).

5.1.2.1.5.3.4 Plantas alimenticias

Se aclara que en la mayoría de los casos estas plantas sólo se consumen eventualmente y no hacen parte de la dieta básica de las comunidades. Sin embargo, algunos frutos han ido ganando aceptación y se comercializan a escalas locales o regionales en épocas de cosecha, esto sucede con algarrobo, almendro, corozo, guamos, mamoncillo, mortiño, entre otros.

De acuerdo con la información obtenida en campo, se registraron 19 especies, pertenecientes a 5 familias botánicas, empleadas por diferentes comunidades para su consumo. Estas familias corresponden a: Arecaceae (1 especie), Apocynaceae (2), Clusiaceae (5), Ericaceae (1) y Myrtaceae (10). Otras especies de importancia son los guamos (género *Inga*), algarrobo (*Hymenaea courbaril*), mamoncillo (*Melicoccus bijugatus*), uvitos de monte (*Cavendishia pubescens*) y distintos frutales como *Psidium guajava*, *Mangifera indica* y *Persea americana*; entre otros.



5.1.2.1.5.3.5 Plantas medicinales

Con base en diferentes estudios (Cogollo & Ramírez, 1997; Toro, 2000; Botero, 2001; Cogollo et al., 2003; Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe, 2003; González, 2003) y en el listado oficial del vademécum colombiano de plantas medicinales (Fonnegra & Jiménez, 2006), se registran para la jurisdicción un total de 140 especies nativas de uso medicinal, las cuales pertenecen a 68 familias.

De acuerdo con lo anterior, para el área de estudio se registraron 12 familias que son empleadas por diferentes comunidades para uso medicinal, que a saber son: Fabaceae (27), Moraceae (12), Myrtaceae (10), Rubiaceae (10), Euphorbiaceae (6), Clusiaceae (5), Piperaceae (3), Acanthaceae, Apocynaceae y Solanaceae, 2 especies individualmente; y Araceae y Ericaceae con 1 especie cada una.

5.1.2.1.5.4 Identificación de especies amenazadas y/o vedadas

Posterior a la identificación del material botánico producto del censo forestal, y teniendo como base las resoluciones de amenaza, veda nacional (Res. 316 de 1974, 0213 de 1977,



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

0801 de 1977, 0463 de 1982, Ley 61 de 1985, Res. 1602 de 1995, Res. 20 de 1996 y Res. 192 de 2014) y veda regional (Resolución 10194 de abril de 2008), se determinaron 17 especies presentes en el área de influencia, con categoría de veda y/o amenaza (Tabla 5-81).

Tabla 5-81 Especies Amezadas, endémicas y/o vedas registradas en el áreas de estudio

ESPECIE	Endémica	CATEGORÍA UICN			CITES Apendice II	VEDA	
		Casi amenazada	Preocupación menor	No evaluada		Nacional	Regional
<i>Acalypha cuneata</i>				X			
<i>Acalypha villosa</i>				X			
<i>Albizia carbonaria</i>				X			
<i>Alchornea glandulosa</i>				X			
<i>Amyris pinnata</i>				X			
<i>Annona muricata</i>				X			
<i>Annona reticulata</i>				X			
<i>Aphelandra scolnikiae</i>				X			
<i>Astronium graveolens</i>				X			X
<i>Billia rosea</i>				X			
<i>Boehmeria caudata</i>				X			
<i>Brosimum alicastrum</i>				X			
<i>Brosimum utile</i>				X			
<i>Bursera simaruba</i>				X			
<i>Casearia aculeata</i>			X				
<i>Casearia mariquitensis</i>				X			
<i>Cassia fistula</i>				X			
<i>Cavendishia pubescens</i>				X			
<i>Cecropia angustifolia</i>			X				
<i>Cecropia peltata</i>			X				
<i>Cestrum racemosum</i>				X			
<i>Citharexylum</i>				X			
<i>Clarisia biflora</i>				X			
<i>Clusia alata</i>				X			
<i>Clusia minor</i>				X			
<i>Clusia multiflora</i>				X			
<i>Cochlospermum vitifolium</i>				X			
<i>Cordia alliodora</i>				X			
<i>Cordia bicolor</i>			X				
<i>Coussapoa villosa</i>			X				
<i>Crescentia cujete</i>			X				
<i>Croton hibiscifolius</i>				X			
<i>Croton mutisianus</i>			X				
<i>Cupania americana</i>				X			
<i>Cupania scrobiculata</i>				X			
<i>Dendropanax arboreus</i>				X			
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>				X			
<i>Eugenia florida</i>				X			
<i>Ficus trigonata</i>				X			
<i>Ficus americana</i>				X			
<i>Ficus calimana</i>				X			
<i>Ficus dulciaria</i>				X			
<i>Ficus insipida</i>				X			
<i>Gliricidia sepium</i>				X			

ESPECIE	Endémica	CATEGORÍA UICN			CITES Apendice II	VEDA	
		Casi amenazada	Preocupación menor	No evaluada		Nacional	Regional
<i>Guárea guidonia</i>			X				
<i>Guatteria amplifolia</i>				X			
<i>Guatteria crassipes</i>				X			
<i>Guatteria platyphylla</i>				X			
<i>Guazuma ulmifolia</i>			X				
<i>Hedyosmum colombianum</i>				X			
<i>Heliocarpus americanus</i>				X			
<i>Hymenaea courbaril</i>		X					X
<i>Inga acreana</i>				X			
<i>Inga acrocephala</i>				X			
<i>Inga cecropietorum</i>				X			
<i>Inga cocleensis</i>				X			
<i>Inga coruscans</i>				X			
<i>Inga dwyeri</i>				X			
<i>Inga edulis</i>			X				
<i>Inga gracilior</i>				X			
<i>Inga marginata</i>				X			
<i>Inga nobilis</i>			X				
<i>Inga oerstediana</i>				X			
<i>Inga pezizifera</i>				X			
<i>Inga punctata</i>			X				
<i>Inga vera</i>			X				
<i>Leucaena leucocephala</i>			X				
<i>Machaerium biovulatum</i>			X	X			
<i>Machaerium glabratum</i>				X			
<i>Machaerium goudotii</i>				X			
<i>Machaerium microphyllum</i>				X			
<i>Machaerium seemannii</i>				X			
<i>Malpighia glabra</i>				X			
<i>Matayba elegans</i>				X			
<i>Melicoccus bijugatus</i>				X			
<i>Miconia caudata</i>				X			
<i>Miconia dodecandra</i>				X			
<i>Myrcia fallax</i>				X			
<i>Myrcia popayensis</i>	X			X			
<i>Myrcianthes fragrans</i>				X			
<i>Myrsine coriaceae</i>				X			
<i>Myrsine latifolia</i>				X			
<i>Nectandra cuspidata</i>				X			
<i>Nectandra hihua</i>				X			
<i>Oreopanax bogotensis</i>				X			
<i>Palicourea demissa</i>			X				
<i>Persea americana</i>				X			
<i>Persea caerulea</i>				X			
<i>Piper aduncum</i>			X				
<i>Piper begoniicolor</i>				X			
<i>Platymiscium darienense</i>				X			
<i>Platymiscium hebestachyum</i>				X			
<i>Platymiscium pinnatum</i>				X			

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	



ESPECIE	Endémica	CATEGORÍA UICN			CITES Apendice II	VEDA	
		Casi amenazada	Preocupación menor	No evaluada		Nacional	Regional
<i>Pseudosamanea guachapele</i>				x			
<i>Randia armata</i>			x				
<i>Sapindus saponaria</i>				x			
<i>Saurauia bullosa</i>				x			
<i>Saurauia floccifera</i>				x			
<i>Saurauia ursina</i>				x			
<i>Schizocalyx bracteosus</i>				x			
<i>Senna alata</i>				x			
<i>Senna spectabilis</i>			x				
<i>Siparuna conica</i>				x			
<i>Siparuna stellulata</i>				x			
<i>Solanum erianthum</i>				x			
<i>Styrax cordatus</i>				x			
<i>Toxicodendron striatum</i>				x			
<i>Trema micrantha</i>				x			
<i>Trichilia hirta</i>			x				
<i>Trichilia martiana</i>			x				
<i>Trichilia pallida</i>				x			
<i>Triplaris dugandii</i>				x			
<i>Ureera caracasana</i>				x			
<i>Vachellia farnesiana</i>				x			
<i>Varronia cylindrostachya</i>			x				
<i>Viburnum hallii</i>				x			
<i>Vismia baccifera</i>			x				
<i>Warszewiczia coccinea</i>			x				
<i>Zanthoxylum eliasii</i>				x			
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>				x			
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>				X			

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.5 Metodología para la caracterización de especies vedadas por la Resolución 0213 y 0801 de 1977 del INDERENA

5.1.2.1.5.5.1 Fase de análisis de resultados

Se analizó la composición, riqueza, frecuencia y abundancia de las especies de plantas vasculares y no vasculares presentes en cada uno de las coberturas vegetales que caracterizan el área de impacto del proyecto. En lo que respecta a la riqueza y abundancia de especies, ya sean epífitas, rupícolas y terrestres se determinó para cada una de las coberturas las familias y géneros más diversos, así como las especies más abundantes y frecuentes. Se elaboró una curva de acumulación de especies para cada una de las coberturas vegetales caracterizadas, con ayuda de matrices de ausencia-presencia que también fueron útiles para los análisis de frecuencia y preferencia de forófitos. Los datos obtenidos en campo referentes a las coberturas de las plantas no vasculares fueron útiles para los análisis de abundancia. Las coordenadas de cada uno de los forófitos se presentan

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

en los Anexos denominados Inventario de Veda. Es importante indicar que debido a que no se ascendió al dosel, no se hicieron análisis verticales de composición y diversidad de epífitas por forófito. Desde tierra se estimó el lugar del forófito donde se hallaba la epífita vascular, de acuerdo a la zonificación de Johansson.

Resultados

Para el área de influencia se tomaron 597 registros, de los cuales 516 corresponden al derecho de vía, mientras que 81 corresponden a ZODMES y Plantas.

De los 516 registros correspondientes a 109 especies, 69 géneros y 47 familias, presentes en el derecho de vía se tiene que 328 (102 especies, 66 géneros, 39 familias) son líquenes, 96 (27 especies, 22 géneros y 20 familias) son musgos, 70 (16 especies, 12 géneros y 7 familias) son hepáticas, 24 (3 especies, 1 género) son bromelias, 4 (3 especies y 3 géneros) son orquídeas y 7 (2 especies, 1 género y 1 familia) helechos arborescentes, de los cuales solo uno tenía DAP > 10cm. En cuanto a las áreas aledañas o accesorias del proyecto correspondientes a 23 especies, 19 géneros y 17 familias, se tienen 101 (15 especies, 11 géneros y 8 familias) son líquenes, 25 (1 especie) son musgos, 26 (13 especies, 9 géneros y 8 familias) son hepáticas, 6 (1 especie) bromelias. A continuación, se relacionan las especies registradas para cada zona de interés (Tabla 5-823).

Tabla 5-82 Especies registradas en el área de intervención del proyecto

Familia	Género	Especie	DV	ZA
Arthoniaceae	Arthonia	<i>Arthonia complanata</i>	x	
		<i>Arthonia sp.</i>	x	
		<i>Arthonia sp. 2</i>	x	
	Coniocarpon	<i>Coniocarpon cinnabarinum</i>	x	
	Herpothallon	<i>Herpothallon rubrocinctum</i>	x	X
		<i>Herpothallon sp.</i>	x	X
Bromeliaceae	Tillandsia	<i>Tillandsia fendleri</i>	x	
		<i>Tillandsia recurvata</i>	x	x
		<i>Tillandsia sp.</i>	x	
Bryaceae	Bryum	<i>Bryum argenteum</i>		x
		<i>Bryum limbatum</i>	x	
Calymperaceae	<i>Calymperes</i>	<i>Calymperes afzelii</i>	x	
Candelariaceae	<i>Candelaria</i>	<i>Candelaria concolor</i>	x	x
	<i>Candelariella</i>	<i>Candelariella vitellina</i>	x	x
Cladoniaceae	Cladonia	<i>Cladonia pyxidata</i>	x	
		<i>Cladonia rappii</i>	x	
		<i>Cladonia sp.</i>	x	

Familia	Género	Especie	DV	ZA
Coenogoniaceae	<i>Coenogonium</i>	<i>Coenogonium aff. linkii</i>	X	
		<i>Coenogonium linkii</i>	X	
Collemataceae	<i>Leptogium</i>	<i>Leptogium isidioselloides</i>	X	
		<i>Leptogium rugosum</i>	X	
		<i>Leptogium sp.</i>	X	X
Cryphaceae	<i>Cryphaea</i>	<i>Cryphaea patens</i>	X	
Cyatheace	<i>Cyathea</i>	<i>Cyathea bicreana</i>	X	
		<i>Cyathea caracasana</i>	X	
Dicranaceae	<i>Dicranella</i>	<i>Dicranella sp.</i>	X	
Dyctionemataceae	<i>Cora</i>	<i>Cora sp.</i>	X	
Entodontaceae	<i>Entodon</i>	<i>Entodon cf. hampeanus</i>	X	
		<i>Entodon jamesonii</i>	X	
	<i>Erythrodontium</i>	<i>Erythrodontium squarrosum</i>		X
Erpodiaceae	<i>Erpodium</i>	<i>Erpodium coronatum</i>		X
Fabroniaceae	<i>Fabronia</i>	<i>Fabronia ciliaris</i>	X	
Fissidentaceae	<i>Fissidens</i>	<i>Fissidens elegans</i>	X	
Frullaniaceae	<i>Frullania</i>	<i>Frullania riojaneirensis</i>	X	
Graphidaceae	<i>Glyphis</i>	<i>Glyphis cicatricosa</i>	X	
	<i>Graphis</i>	<i>Graphis argentia</i>	X	X
		<i>Graphis lineola</i>		X
		<i>Graphis sitiana</i>	X	
	<i>Phaeographis</i>	<i>Phaeographis intricans</i>	X	
		<i>Phaeographis quadrifera</i>	X	
		<i>Phaeographis sculpturata</i>	X	
Hypnaceae	<i>Chryso-hypnum</i>	<i>Chryso-hypnum diminutivum</i>	X	
Hypopterigaceae	<i>Hypopterigia</i>	<i>Hypopterygium tamariscinum</i>	X	
Lecanoraceae	<i>Lecanora</i>	<i>Lecanora argentata</i>		X
		<i>Lecanora caesiorubella</i>	X	X
		<i>Lecanora caesiosora</i>	X	
Lejeuneaceae	<i>Bryopteris</i>	<i>Bryopteris filicina</i>	X	
	<i>Cheilolejeunea</i>	<i>Cheilolejeunea sp.</i>	X	
	<i>Lejeunea</i>	<i>Lejeunea cancellata</i>	X	
		<i>Lejeunea sp.</i>	X	
	<i>Lopholejeunea</i>	<i>Lopholejeunea nigricans</i>	X	
	<i>Microlejeunea</i>	<i>Microlejeunea bullata</i>	X	
	<i>Taxilejeunea</i>	<i>Taxilejeunea sp.</i>	X	
Lobariaceae	<i>Pseudocyphellaria</i>	<i>Pseudocyphellaria aurata</i>	X	
	<i>Sticta</i>	<i>Sticta colombiana</i>	X	

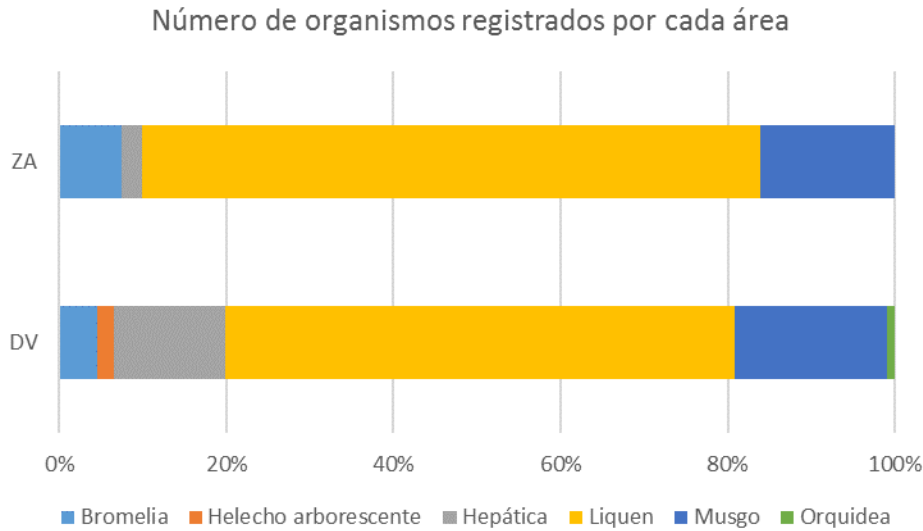
Familia	Género	Especie	DV	ZA	
		<i>Sticta weigelii</i>	x		
Macromitriaceae	<i>Macromitrium</i>	<i>Macromitrium punctatum</i>	x		
Malmideaceae	<i>Malmidea</i>	<i>Malmidea leptoloma</i>	x		
		<i>Malmidea vinosa</i>	x		
Meteoriaceae	<i>Zelometeorium</i>	<i>Zelometeorium patulum</i>	x		
Metzgeriaceae	<i>Metzgeria</i>	<i>Metzgeria consanguinea</i>	x		
		<i>Metzgeria sp.</i>	x		
Neckeraceae	<i>Neckera</i>	<i>Neckera chilensis</i>	x		
Octoblepharaceae	<i>Octoblepharum</i>	<i>Octoblepharum albidum</i>	x		
Orchidaceae	<i>Catasetum</i>	<i>Catasetum tabulare</i>	x		
	<i>Epidendrum</i>	<i>Epidendrum ibaguense</i>	x		
	<i>Stelis</i>	<i>Stelis sp.</i>	x		
Parmeliaceae	<i>Canoparmelia</i>	<i>Canoparmelia sp.</i>	x		
	<i>Flavoparmelia</i>	<i>Flavoparmelia sp.</i>	x		
	<i>Parmotrema</i>	<i>Parmotrema cetratum</i>	<i>Parmotrema cetratum</i>	x	x
		<i>Parmotrema crinitum</i>	<i>Parmotrema crinitum</i>	x	
		<i>Parmotrema cristiferum</i>	<i>Parmotrema cristiferum</i>	x	
		<i>Parmotrema hababianum</i>	<i>Parmotrema hababianum</i>	x	
		<i>Parmotrema sp. 1</i>	<i>Parmotrema sp. 1</i>	x	
	<i>Punctelia</i>	<i>Punctelia columbiana</i>	x		
<i>Usnea</i>	<i>Usnea cf. brasiliensis</i>	<i>Usnea cf. brasiliensis</i>	x		
	<i>Usnea sp.</i>	<i>Usnea sp.</i>	x	x	
Pertusariaceae	<i>Pertusaria</i>	<i>Pertusaria sp.</i>	x		
Physciaceae	<i>Dirinaria</i>	<i>Dirinaria sp.</i>	x		
	<i>Heterodermia</i>	<i>Heterodermia albicans</i>	<i>Heterodermia albicans</i>	x	
		<i>Heterodermia cf. albicans</i>	<i>Heterodermia cf. albicans</i>	x	
		<i>Heterodermia cf. comosa</i>	<i>Heterodermia cf. comosa</i>	x	
		<i>Heterodermia sp. 1</i>	<i>Heterodermia sp. 1</i>	x	
		<i>Heterodermia sp. 2</i>	<i>Heterodermia sp. 2</i>	x	
	<i>Hyperphyscia</i>	<i>Hyperphyscia syncolla</i>	x		
	<i>Physcia</i>	<i>Physcia albata</i>	<i>Physcia albata</i>	x	
		<i>Physcia aipolia</i>	<i>Physcia aipolia</i>	x	
		<i>Physcia atrostiata</i>	<i>Physcia atrostiata</i>	x	x
<i>Physcia cf. decorticata</i>		<i>Physcia cf. decorticata</i>	x		
<i>Physcia sp.</i>		<i>Physcia sp.</i>	x	x	
<i>Physcia undulata</i>	<i>Physcia undulata</i>	x			
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>	<i>Plagiochila adianthoides</i>	x		
Polytrichaceae	<i>Polytrichum</i>	<i>Polytrichum juniperinum</i>	x		

Familia	Género	Especie	DV	ZA
Porinaceae	<i>Porina</i>	<i>Porina tetracerae</i>	x	
Pottiaceae	<i>Trichostomum</i>	<i>Trichostomum tenuirostris</i>		x
Pyrenulaceae	<i>Pyrenula</i>	<i>Pyrenula sp.</i>	x	
Ramalinaceae	<i>Bacidia</i>	<i>Bacidia sp.</i>	x	
	<i>Phyllopsora</i>	<i>Phyllopsora confusa</i>	x	
	<i>Ramalina</i>	<i>Ramalina celastris</i>	x	
		<i>Ramalina sp.</i>	x	
Rhizogoniaceae	<i>Pyrrhobryum</i>	<i>Pyrrhobryum spiniforme</i>	x	
Roccellaceae	<i>Cresponea</i>	<i>Cresponea sp.</i>	x	x
	<i>Dichosporidium</i>	<i>Dichosporidium sp. 1</i>	x	
		<i>Dichosporidium sp. 2</i>	x	
	<i>Opegrapha</i>	<i>Opegrapha sp. 1</i>	x	
		<i>Opegrapha sp. 2</i>		x
Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum</i>	<i>Sematophyllum subsimplex</i>	x	x
Thuidiaceae	<i>Thuidium</i>	<i>Thuidium peruvianum</i>		x
Verrucariaceae	<i>Agonimia</i>	<i>Agonimia sp.</i>	x	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Cabe aclarar que dentro de la categoría de veda también se reportaron dos (2) especies de helechos con veda nacional (*Cyathea cf. bicreana* y *Cyathea cf. caracasana*), sin embargo, los individuos registrados para *Cyathea cf. bicreana*, corresponden a individuos con DAP > 10cm, y se reportaron solo en una parcela de 5x5m (Figura 5-83).

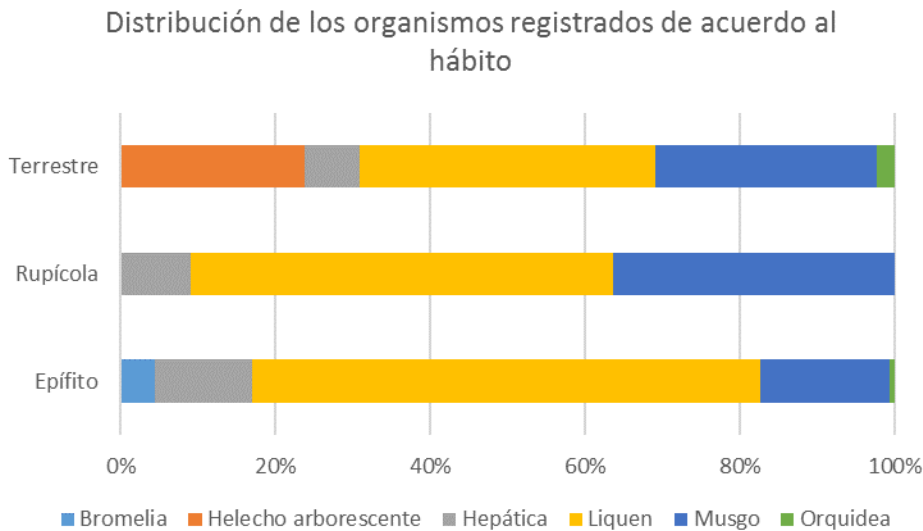
Figura 5-83 Distribución de organismos en categoría de veda registrados en las áreas de intervención del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Estos organismos se registraron en cinco (5) tipos de cobertura vegetal y, en diferentes sustratos donde se destacó el hábito epífita (536), seguido del terrestre (42) y rupícola (22) (Figura 5-84).

Figura 5-84 Registros de organismos de acuerdo al hábito



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

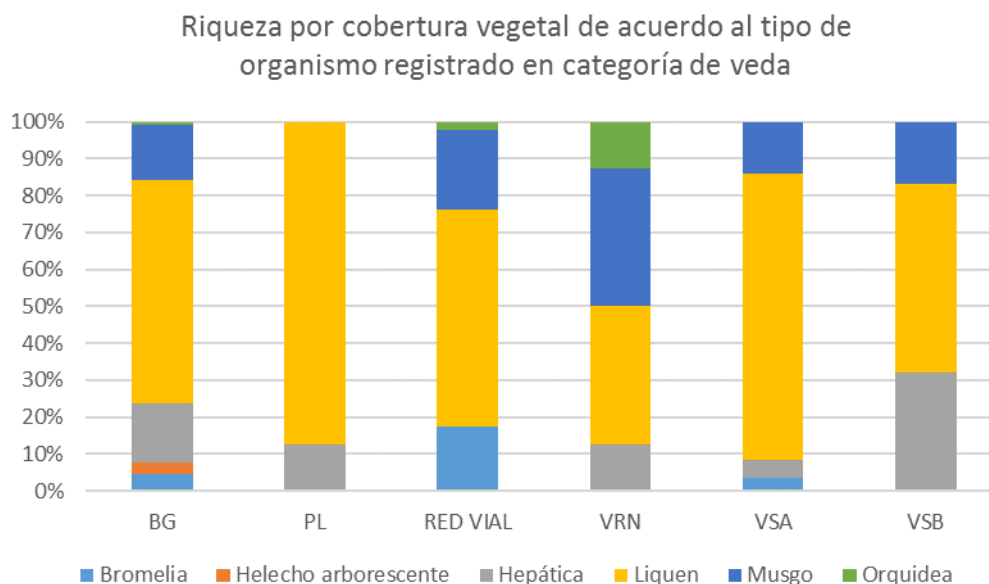
5.1.2.1.5.5.2 Riqueza de especies en veda nacional por cobertura vegetal

5.1.2.1.5.5.3 Derecho de Vía (UF 1 y 3)

Al hacer el análisis por cobertura vegetal, se evidencia que la más diversa es el Bosque de galería (BG) *sensu lato*, donde se tomaron 303 registros y 64 especies (266/64), siendo el más abundante el grupo de los líquenes (187/36), seguido hepáticas (50/13) y de musgos (46/10) (Figura 5-85).

Otra cobertura que resulta importante en cuanto al número de registros y especies, es la Vegetación secundaria alta (VSA), donde se reportaron 119 registros, siendo el grupo de los líquenes el más representativo con 92 registros y 29 especies (92/29), mientras que los musgos (17/5) y las hepáticas (6/2), son las menos representativas (Figura 5-85).

Figura 5-85 Riqueza por cobertura vegetal de acuerdo al tipo de organismo registrado en categoría de veda



(VSB: Vegetación secundaria baja; VSA: Vegetación secundaria alta; VRN: Vivienda rural nucleada; BG: Bosque de Galería; ADB: Arbustal denso bajo). Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

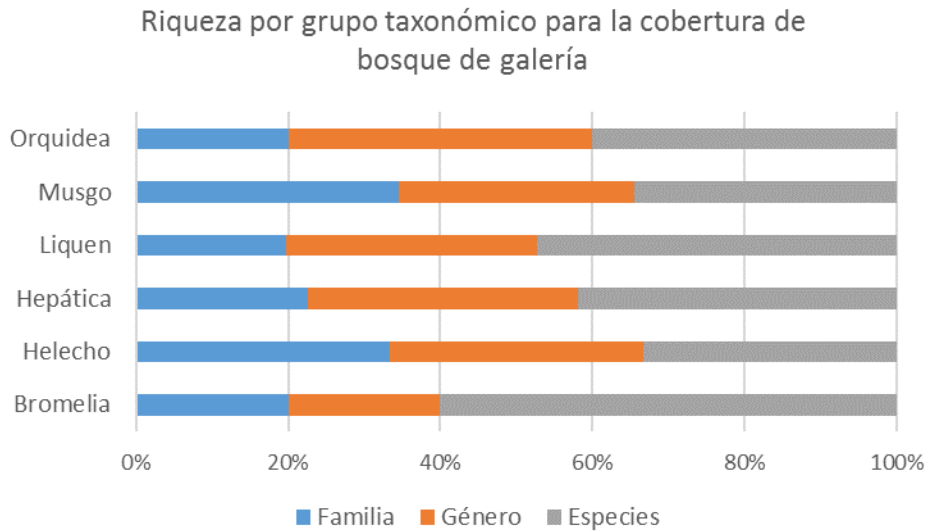
A continuación, se presenta el análisis por cobertura vegetal reportada dentro del derecho de vía del tramo comprendido entre las unidades funcionales 1 y 3, correspondientes al proyecto “EIA Medellín – Santa fe de Antioquía”.

5.1.2.1.5.5.4 Bosque de Galería

Como se mencionó anteriormente, para esta cobertura se registraron 63 especies, distribuidas en 47 géneros y 33 familias, correspondientes a los grupos de musgos,

líquenes, hepáticas, helechos arborescentes y otras plantas superiores (árboles); siendo el grupo de los líquenes el más diverso con 36 especies, 25 géneros y 15 familias, mientras que el grupo de las orquídeas, fueron el menos diverso con solo dos especies y dos géneros (Figura 5-86).

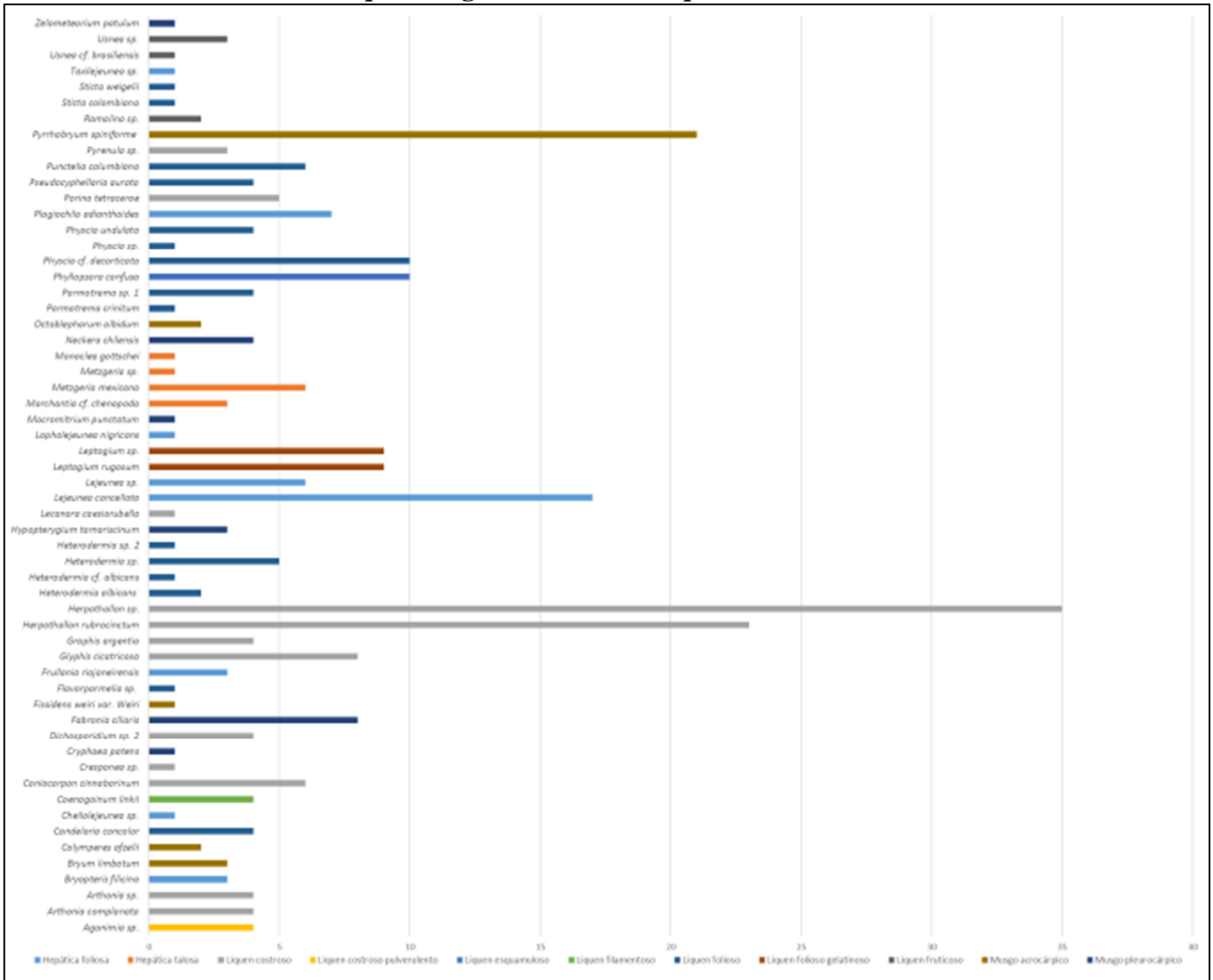
Figura 5-86 Riqueza registrada en el Bosque de Galería



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La riqueza de especies de musgos, hepáticas y líquenes, se distribuyen en once formas de crecimiento, donde los líquenes costrosos son los más representativos, seguidos de los líquenes foliosos y los musgos acrocápicos (Figura 5-84).

Tabla 5-83 Riqueza registrada en el Bosque de Galería

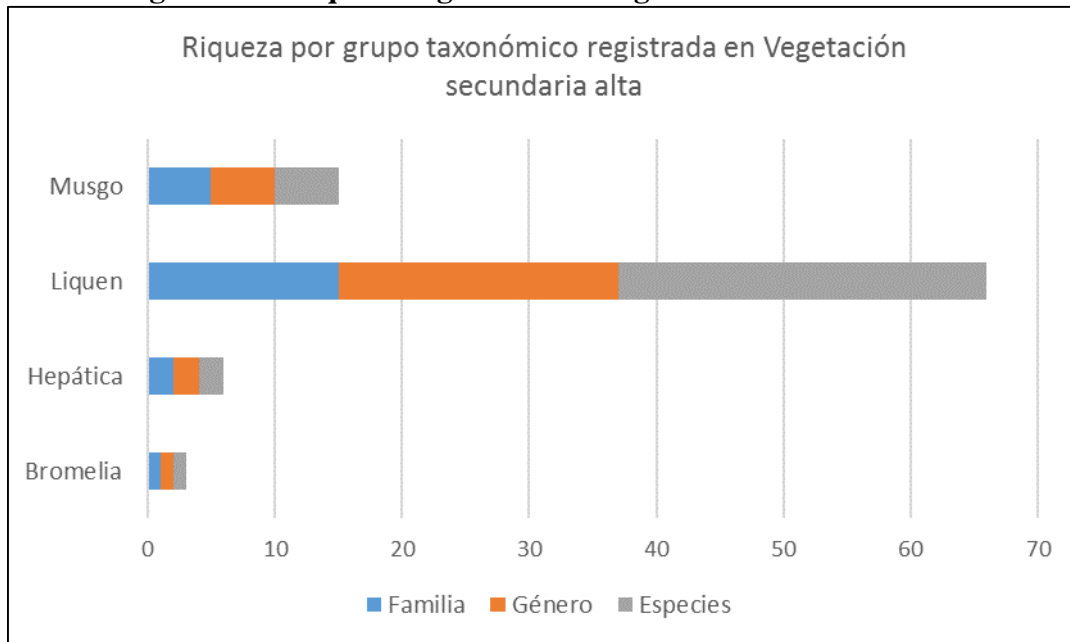


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.5 Vegetación secundaria alta

Para esta cobertura, se registraron 36 especies, distribuidas en 29 géneros y 22 familias, donde los líquenes fueron los más representativos con 29 especies, 22 géneros y 15 familias, mientras que el menos rico fue el grupo de las bromelias pues solo se reportó una (1) especie (Figura 5-87).

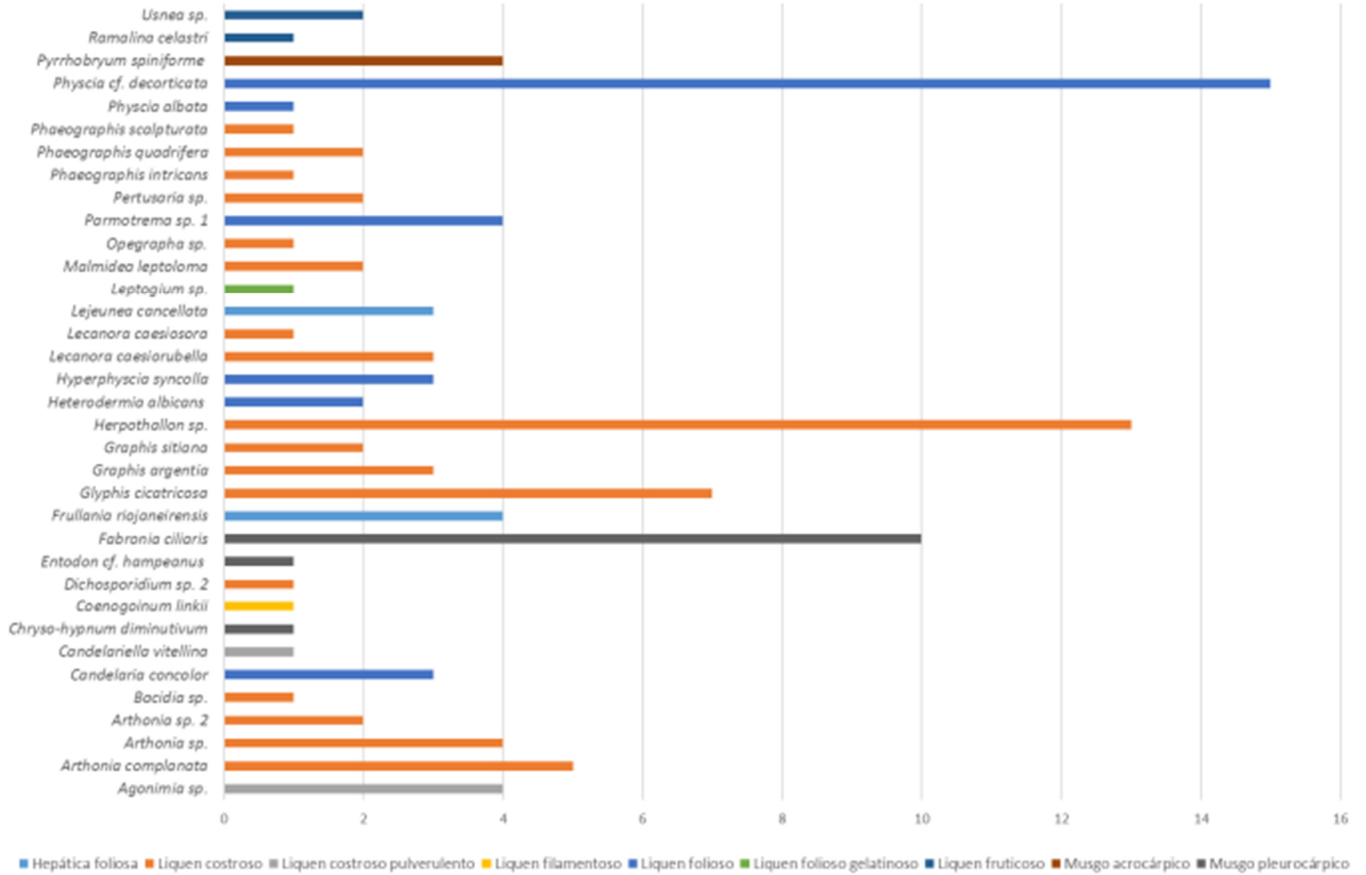
Figura 5-87 Riqueza registrada en Vegetación secundaria alta



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En esta cobertura la riqueza de las plantas no vasculares y líquenes, se distribuye en nueve formas de crecimiento, donde los líquenes costrosos son los más representativos, mientras que el liquen filamentoso es el menos representativo (Figura 5-88).

Figura 5-88 Riqueza por forma de crecimiento registrada en Vegetación secundaria alta



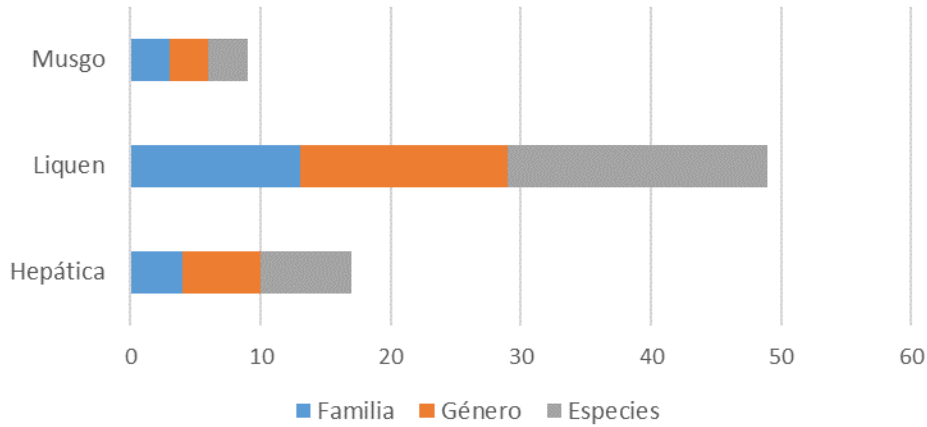
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.5.6 Vegetación secundaria baja

En esta cobertura se reportaron 29 especies de plantas y líquenes, perteneciente a 24 géneros y 19 familias, donde los líquenes son los más representativos con 20 especies, 16 géneros y 13 familias, seguido de las hepáticas con 7 especies, 6 géneros y 4 familias (Figura 5-89).

Figura 5-89 Riqueza registrada en Vegetación secundaria baja

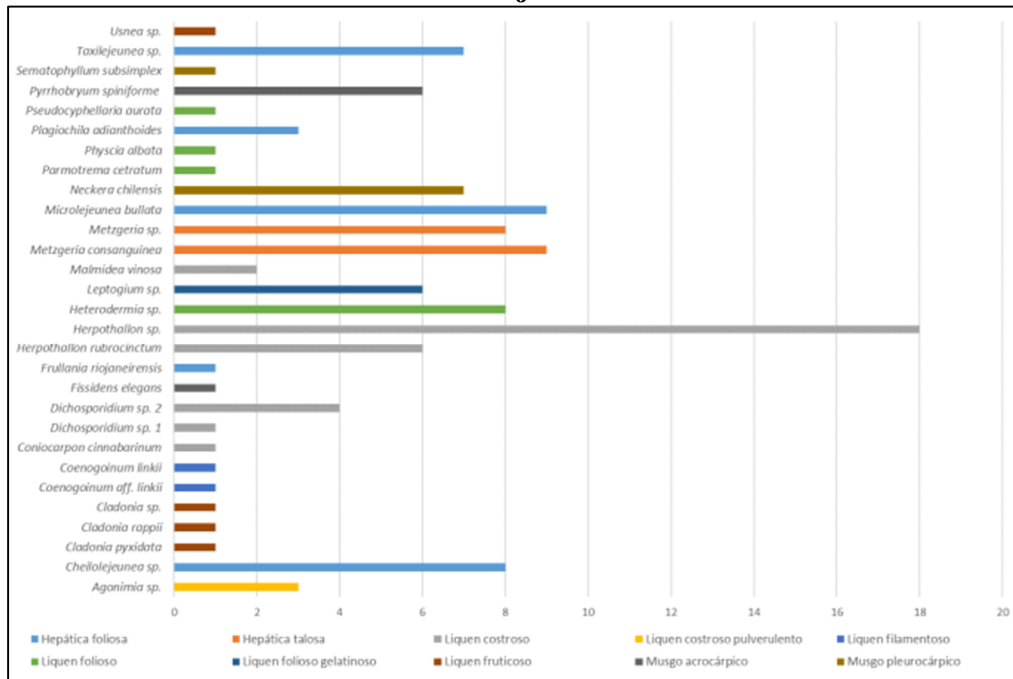
Riqueza por grupo taxonómico registradas en Vegetación secundaria baja



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Para esta cobertura, la riqueza se distribuye en diez formas de crecimiento, siendo los líquenes costrosos los más representativos, seguidos de las hepáticas foliosas y las hepáticas talosas (Figura 5-90).

Figura 5-90 Riqueza por forma de crecimiento registrada en Vegetación secundaria baja

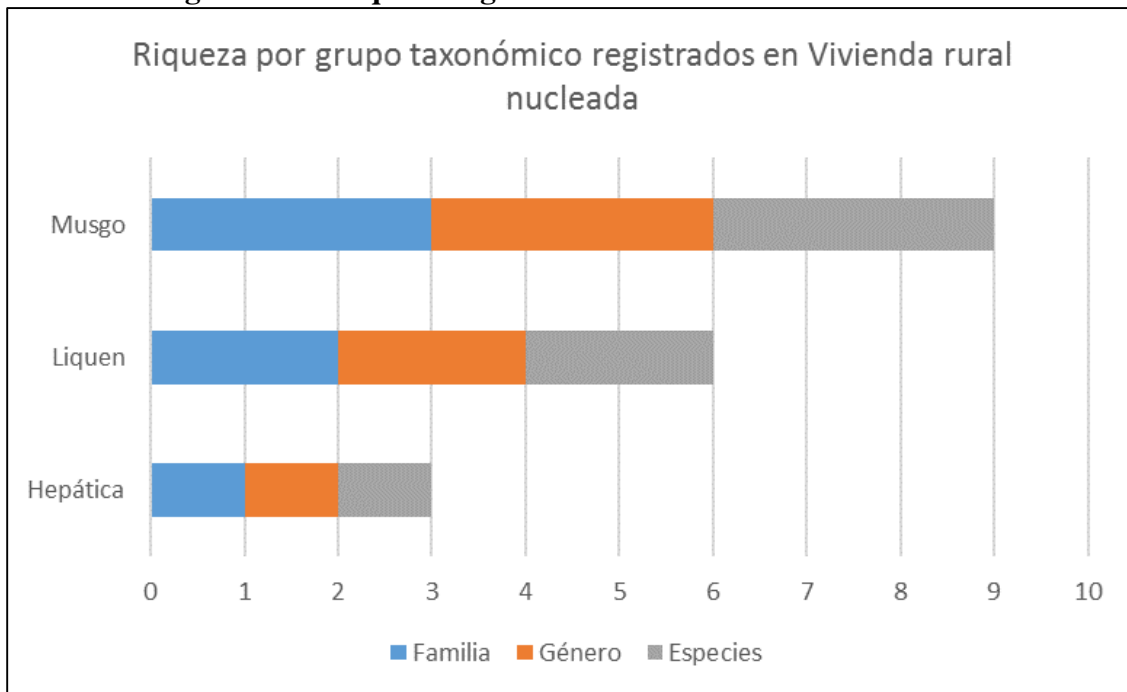


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.5.7 Vivienda rural nucleada

A pesar de ser una cobertura donde el hombre ha transformado los ecosistemas naturales, dejando solo relictos o algunos sectores donde se generan las condiciones microambientales propicias para el desarrollo de grupo específicos de plantas y líquenes. Esta cobertura, presenta ocho (8) especies catalogadas como vedas nacionales, dentro de las que se cuentan hepáticas, líquenes, musgo y orquídeas, siendo los musgos los más representativas con 3 especies (Figura 5-91).

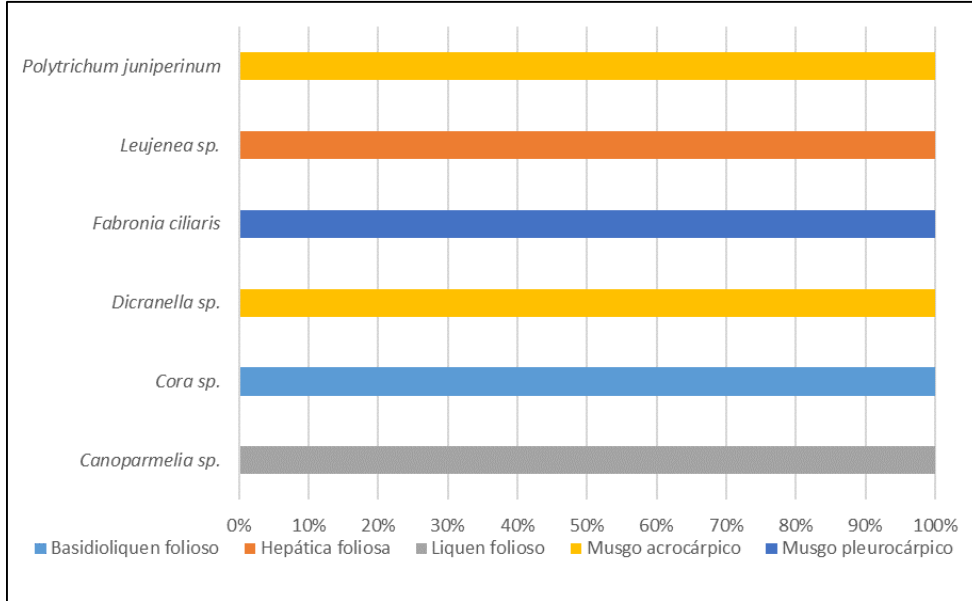
Figura 5-91. Riqueza registrada en Vivienda Rural Nucleada



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Para esta cobertura formada a partir del hombre, se registraron solo cinco formas de crecimiento, donde no hay un predominio claro, a pesar de que se registraron dos especies de musgos acrocárpicas (Figura 5-92).

Figura 5-92 Riqueza por forma de crecimiento registrada en Vivienda Rural Nucleada

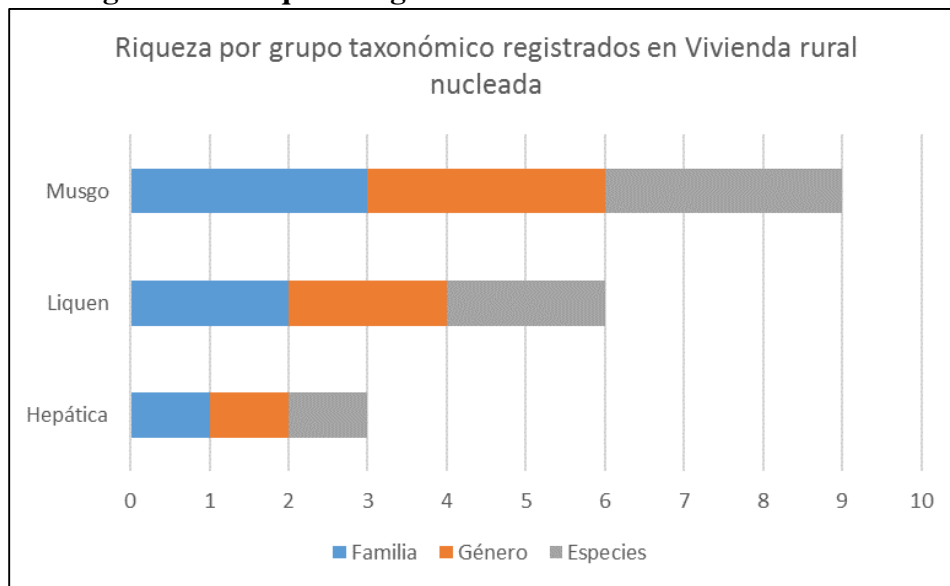


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.5.8 Red vial

Producto de la construcción de la vía actual y la intervención del hombre, para la zona aledaña a la vía, se presentaron seis (6) especies catalogadas como vedas nacionales, dentro de las que se cuentan hepáticas, líquenes y orquídeas, siendo los líquenes los más representativas con 4 especies (Figura 5-93).

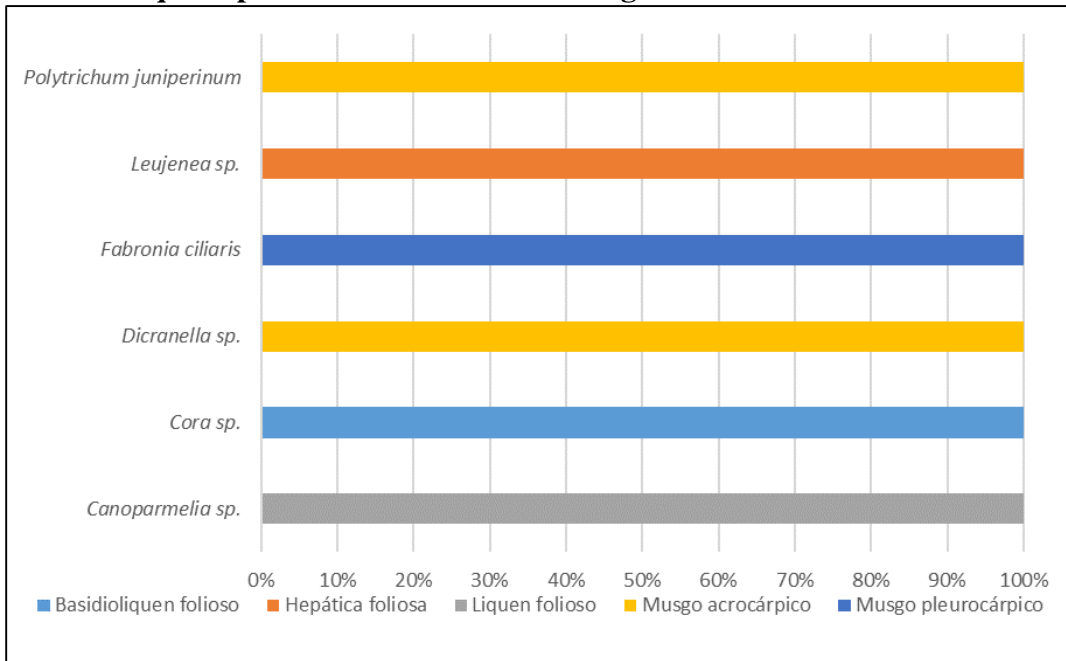
Figura 5-93 Riqueza registrada en Vivienda Rural Nucleada



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Para esta cobertura formada a partir del hombre, se registraron solo cinco formas de crecimiento, donde no hay un predominio claro, a pesar de que se registraron dos especies de musgos acrocárpico (Figura 5-94).

Figura 5-94 Riqueza por forma de crecimiento registrada en Vivienda Rural Nucleada



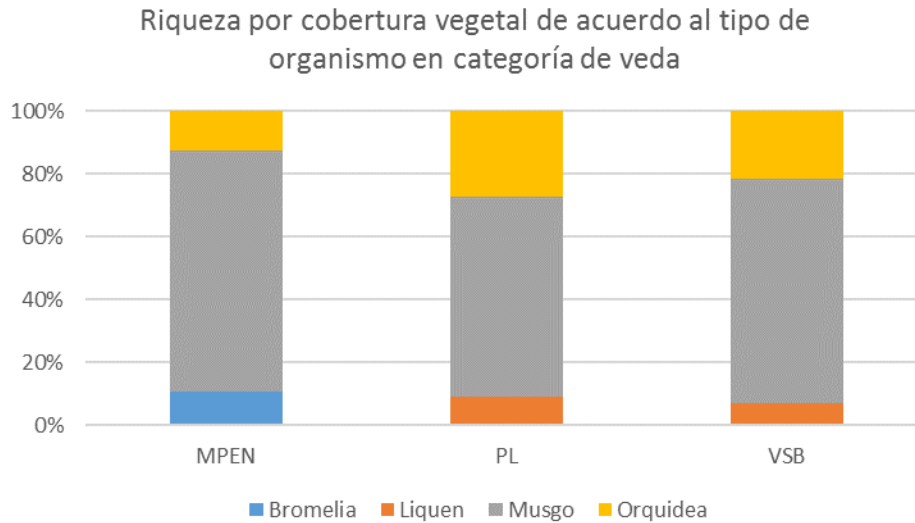
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Infraestructura asociada (ZODMES y Plantas)

Al hacer el análisis por cobertura vegetal, para estas zonas, se evidenció que la más diversa es el Mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales (MPEN), donde se reportaron 57 registros, siendo el grupo de los líquenes el más representativo con 56 registros y 17 especies y el menos representativo son las bromelias con seis registros y una sola especie (Figura 5-95).

Otra cobertura que resulta importante en cuanto al número de registros y especies, es Vegetación secundaria baja (VSB), donde se tomaron 14 registros y 13 especies (14/13), siendo el más abundante el grupo de los líquenes (10/9) (Figura 5-95).

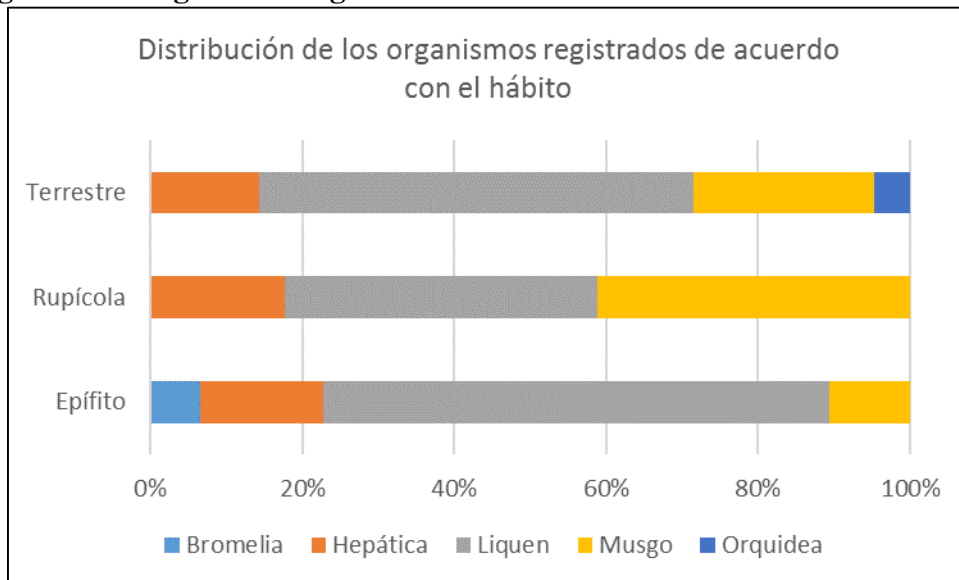
Figura 5-95 Riqueza por cobertura vegetal de acuerdo al tipo de organismo registrado en categoría de veda



(VSB: Vegetación secundaria baja; PL: Pastos limpios; MPEN: Mosaico de pastos y espacios naturales). Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Estos organismos se registraron en tres (3) tipos de cobertura vegetal y, en diferentes sustratos donde se destacó el hábito epífita (55), seguido del terrestre (14) y el rupícola (13) (Figura 5-96).

Figura 5-96 Registro de organismos de acuerdo con el hábito de crecimiento



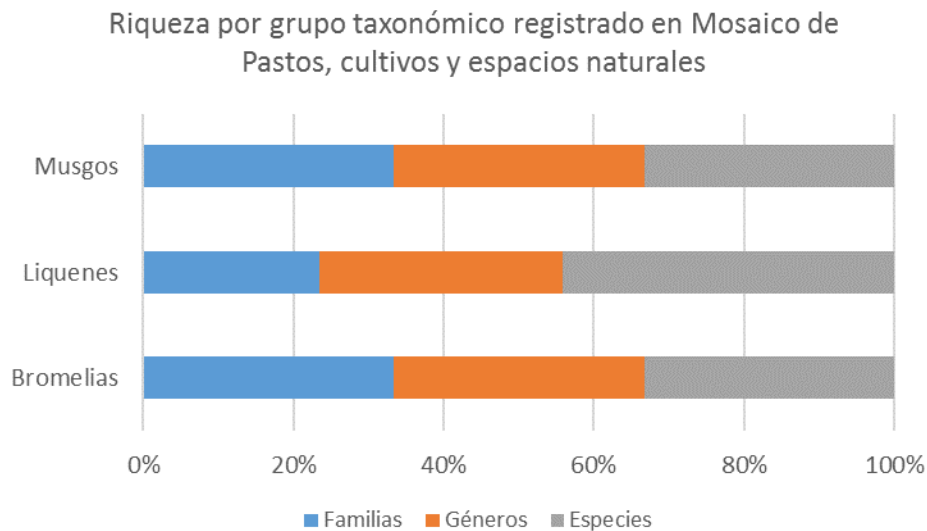
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

A continuación, se presenta la riqueza por cobertura vegetal obtenida para las zonas aledañas o infraestructura asociada.

5.1.2.1.5.9 Mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales

Para esta cobertura producto de la intervención del hombre, se registraron 17 especies, 12 géneros y 10 familias, siendo los líquenes los más representativos con 15 especies, 11 géneros y 8 familias (Figura 5-97).

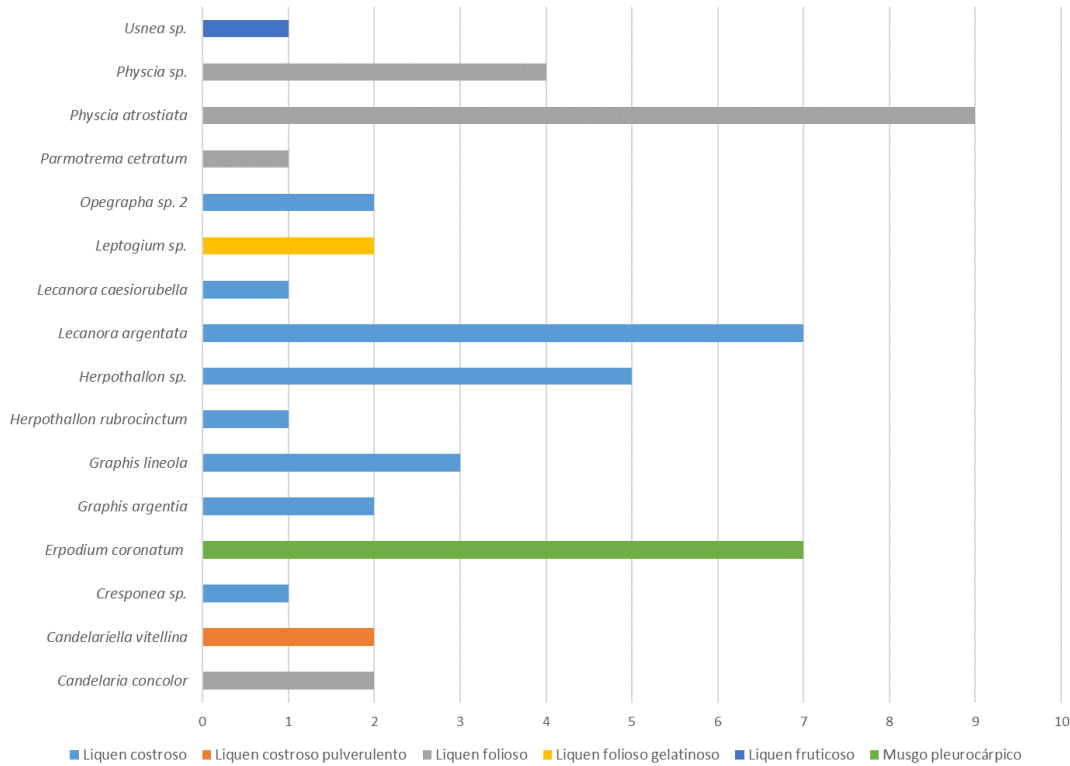
Figura 5-97. Riqueza registrada en Mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La distribución de la riqueza de plantas no vasculares y líquenes para esta cobertura, está dada por los líquenes costrosos, seguido de los líquenes foliosos (Figura 5-98).

Figura 5-98 Riqueza registrada en Mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

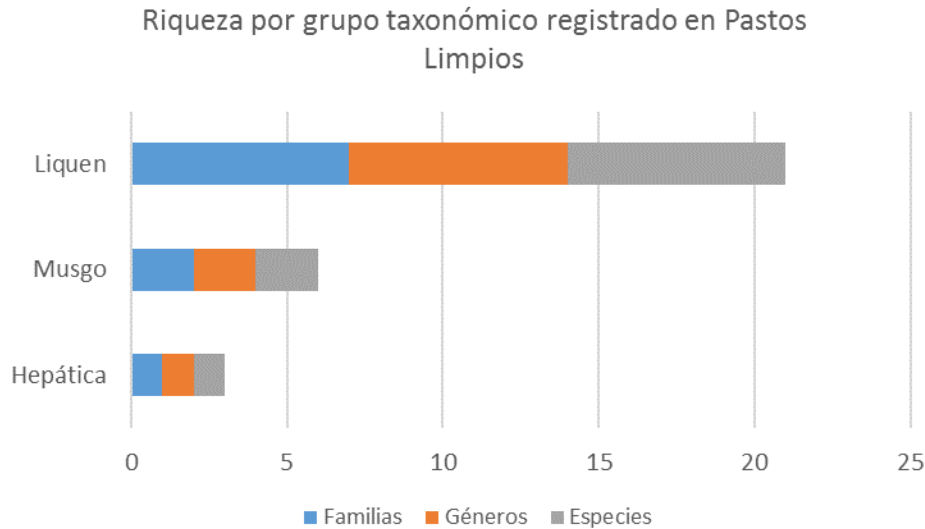
5.1.2.1.5.5.10 Pastos limpios

Para este tipo de cobertura se registraron 10 especies, 10 géneros y 10 familias, donde los líquenes fueron los más importantes con siete (7) especies, distribuidas en siete géneros y familias, respectivamente (

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

Figura 5-99).

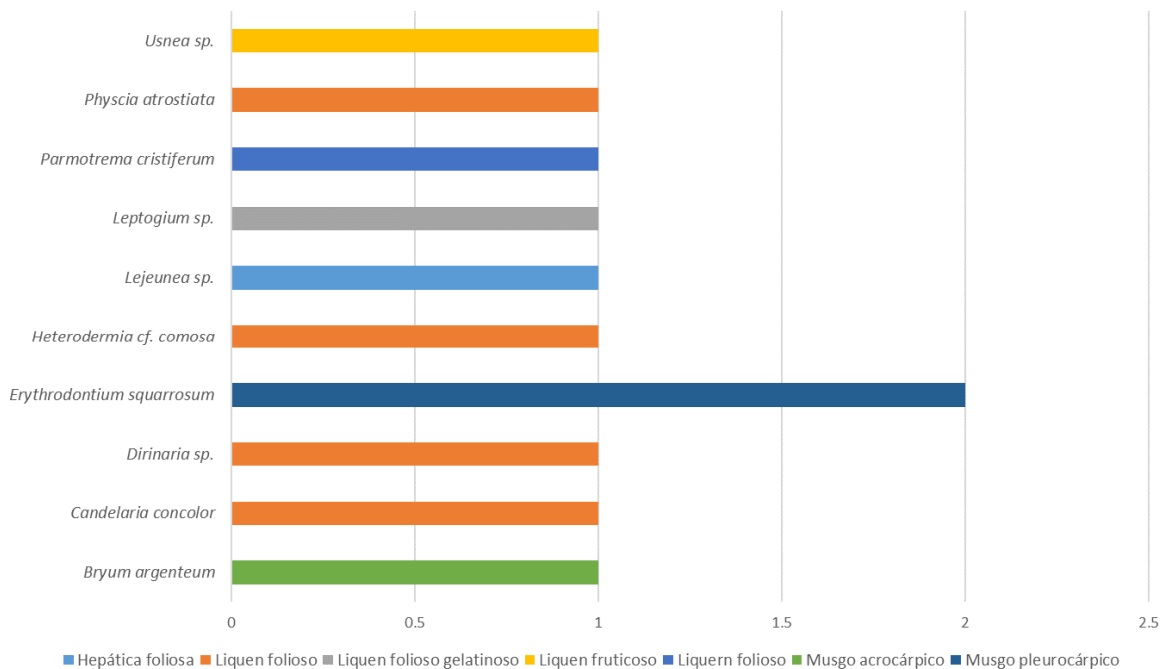
Figura 5-99 Riqueza registrada en Pastos Limpios



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La riqueza registrada para esta cobertura, asociada principalmente con la forma de crecimiento, muestra que hay una distribución de número de registros equiparables para cada forma de crecimiento, donde los líquenes foliosos fueron los que obtuvieron más reportes (Figura 5-100).

Figura 5-100 Riqueza por forma de crecimiento registrada en Pastos Limpios

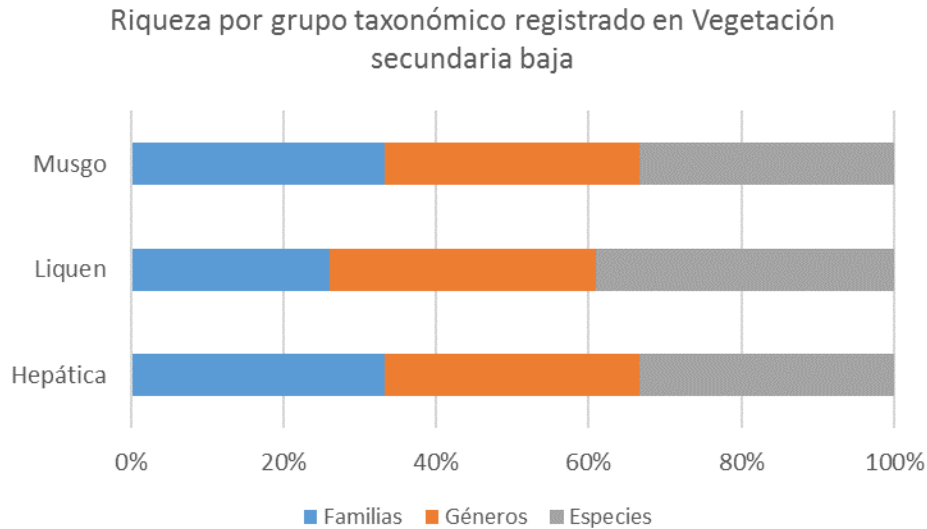


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.5.11 Vegetación secundaria baja

Para este tipo de cobertura, se registraron 13 especies, 11 géneros y 11 familias, siendo los líquenes los más representativos con 9 especies, 8 géneros y 6 familias (Figura 5-101).

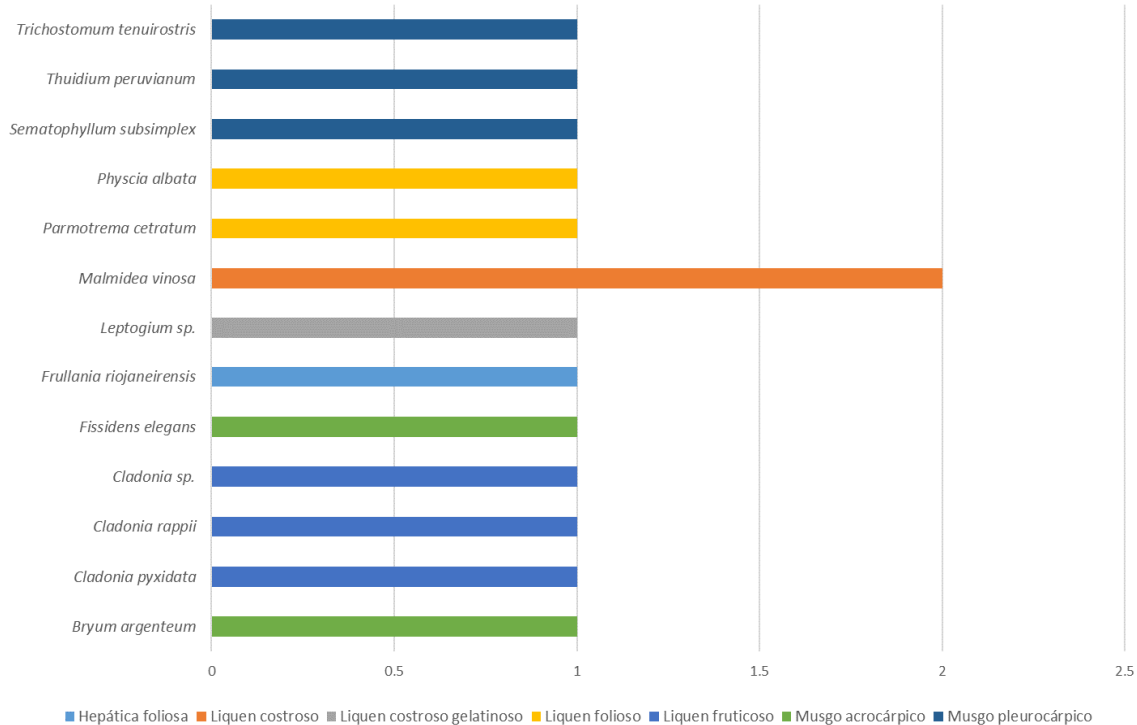
Figura 5-101 Riqueza registrada en Vegetación secundaria baja



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La riqueza registrada para esta cobertura, asociada principalmente con la forma de crecimiento, muestra que hay una distribución de número de registros equiparables para cada forma de crecimiento, donde los líquenes fruticosos y musgos pleurocárpicos fueron los que obtuvieron más reportes (Figura 5-102).

Figura 5-102 Riqueza por forma de crecimiento registrada en Vegetación secundaria baja





Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.6 Análisis de fragmentación

La fragmentación de los ecosistemas es un proceso a nivel de paisaje en el cual un ecosistema se subdivide en porciones más pequeñas, geoméricamente más complejas y más aisladas, como resultado tanto de procesos naturales como de actividades humanas. Este proceso conlleva cambios en la composición, estructura y función del paisaje y puede ser medida, con base en una caracterización previa de los ecosistemas presentes, mediante diversos tipos de índices de fragmentación (Terborgh, 1989; Whitcom et al, 1981).

El área de estudio que corresponde al EIA para la construcción de la segunda calzada Túnel - San Jerónimo UF 1 y 3, presenta parches con diferentes distancias entre sí que han sido generadas como consecuencia de las actividades antrópicas de la zona y de la construcción y operación de la vía existente entre la ciudad de Medellín y el municipio de San Jerónimo, causando alteraciones en la estructura y composición florística de las coberturas presentes y por ende afectación a el hábitat de fauna.

La construcción de la vía causa la pérdida de conectividad estructural entre ecosistemas naturales presentes en el área de estudio, debido a esto de hace necesario realizar un análisis paisajístico donde se evalué dos escenarios, el primero donde se considera la situación actual del área de estudio y el segundo donde se simula los efectos del proyecto para la

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

construcción de segunda calzada entre Medellín y San Jerónimo- Antioquia, sobre los ecosistemas naturales y de vegetación secundaria presentes en la zona. En el análisis del paisaje se realizaron las métricas de área, tamaño, densidad, y conectividad; para cada uno de los ecosistemas presentes en el paisaje, los cuales permitieron diagnosticar de acuerdo a los resultados, el grado de afectación que el proyecto genera en los ecosistemas naturales actuales.

Para el análisis de conectividad se tuvo en cuenta la diversidad de los diferentes tipos de ecosistemas que podemos encontrar en el área de estudio; teniendo en cuenta que el análisis de conectividad se debe realizar sobre los diferentes fragmentos de los ecosistemas, se procedió a calcular las métricas del paisaje.

5.1.2.1.5.6.1.1 Resultados para el escenario sin proyecto

A continuación se analizan los resultados del análisis de fragmentación del escenario sin proyecto. En la Fotografía 5-18, presenta una vista panorámica del área de la Unidad Funcional 3.

Fotografía 5-18 Panorámica del área de la UF3 del EIA para la construcción de la segunda calzada Túnel - San Jerónimo UF 1 y 3.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

A continuación se analizan los resultados del análisis del paisaje del escenario sin proyecto de las diferentes métricas obtenidas.

- **Métricas por ecosistemas (clase) para la situación sin proyecto**

Las métricas de fragmentación del escenario actual de estos ecosistemas se presentan en la Tabla 5-84, donde se observan las métricas de área, tamaño y densidad presentes en el escenario sin proyecto.

Tabla 5-84 Métricas del paisaje escenario sin proyecto

CLASE	INDICES POR TIPO		
	ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD		
Ecosistema	NP	CA (ha)	MPS (ha)
Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	5	58,35	11,67
Bosque de galería del Orobiomas bajos de los Andes	55	965,38	17,55
Bosque de galería del Orobiomas medios de los Andes	10	389,24	38,92
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	3	16,09	5,36
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes	5	75,92	15,18
Vegetación secundaria alta del Orobiomas bajos de los Andes	38	303,43	7,99
Vegetación secundaria alta del Orobiomas medios de los Andes	8	135,07	16,88
Vegetación secundaria baja del Orobiomas medios de los Andes	2	17,71	8,86
Total	126	1961,20	122,42

NP: Número de parches de la clase en el paisaje

CA: Área total (ha) de clase

MPS: Tamaño promedio del parche (ha)

Consultoría Colombiana S.A., 2016



5.1.2.1.5.6.2 Métricas de estado de área, tamaño y densidad

En este sentido las métricas de número de parche (NP), área total de la clase (CA) y tamaño promedio del parche (MPS) proporcionan información sobre la estructura del paisaje (fisionomía y composición). Permiten dar una idea general del grado de fragmentación que experimenta el sitio analizado, se considera que la fragmentación conlleva un aumento en el número de parches y una disminución del área de cada parche, lo que finalmente conlleva a un aumento en la distancia entre parches.

El paisaje está compuesto por un mosaico de parches (Urban *et al.*, 1987). Desde una perspectiva ecológica, los parches representan áreas (dominancia espacial) o periodos (dominancia temporal), relativamente discretos con condiciones ambientales homogéneas, donde los límites del parche están diferenciados por discontinuidades en el carácter ambiental del entorno que son percibidas o relevantes a los organismos o fenómenos ecológicos bajo consideración (Wiens, 1976).

La Tabla 5-84 muestra el número de parches por ecosistema analizado y el área total de la clase (CA), el total de parches en el área de estudio es de (126), con un área total de 1961,2.1 Ha. y un MPS de (122.42).

El bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes es el ecosistema que mayor número de parches presenta (55) y mayor superficie con 965.38hectáreas, seguida de la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes con (38) parches y un área de 303.43Ha. Los ecosistemas Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes y Vegetación secundaria baja del Orobiomas medios de los Andes presentan solo (3) y (2) parches de vegetación respectivamente.

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

De acuerdo con el tamaño promedio del parche (MPS), el ecosistema bosque de del Orobioma bajo de los Andes (389.24 Ha) presenta el mayor valor de MPS (38,92), por lo tanto su fragmentación con respecto a los demás ecosistemas es menor, el ecosistema posee una gran área y tan solo (10) parches, siendo un ecosistema poco intervenido.

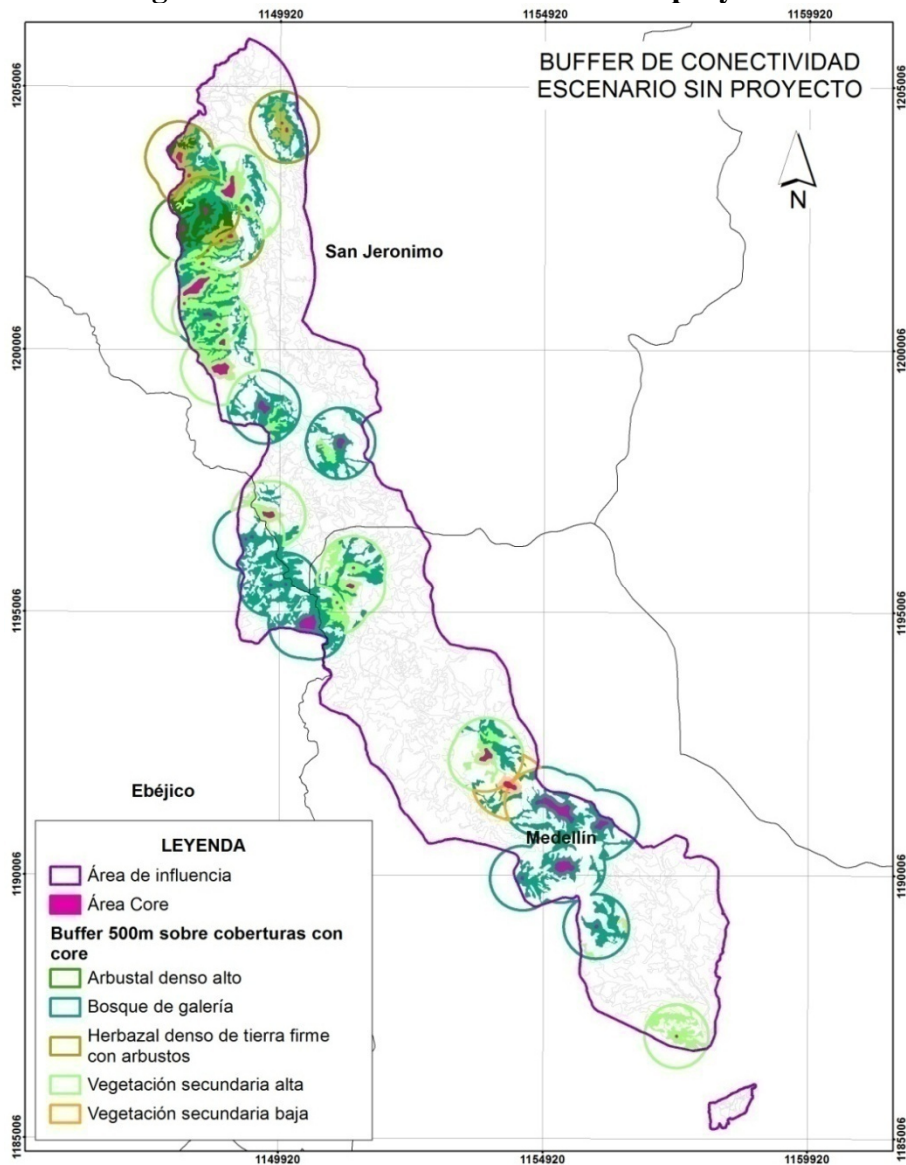
El ecosistema que mayor grado de fragmentación presenta es el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes con un MPS de (5.36), es el ecosistema que menor área presenta (16,09 Ha) y bajo número de parches (3), según estos valores el ecosistema se encuentra muy fragmentado y corre el riesgo de desaparecer.

5.1.2.1.5.6.3 Índice de estado de conectividad sin proyecto

La conectividad del paisaje se determina de acuerdo con el Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad Resolución 1517 (Agosto de 2012 MADS), el cual define “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.”

La Figura 5-103 muestra los buffer de 500 m aplicados a áreas core los cuales se presentan en la figura de color fucsia, es decir aquellos parches que por su dimensión se convierten en hábitats de especies especializadas para el grupo faunístico o especies que requieren de sombra para su desarrollo (esciófitas) para el caso de la flora; el análisis de conectividad se realizó sobre los buffer de 500m teniendo en cuenta todas las coberturas de manera que se pueda ver la continuidad paisajística de los fragmentos en el área de estudio.

Figura 5-103 Buffer de conectividad sin proyecto





Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

El resultado del contexto paisajístico para el escenario sin proyecto por ecosistemas se presenta en la Tabla 5-85.

Tabla 5-85 Contexto paisajístico CP (Conectividad) por ecosistema sin proyecto

Ecosistema	AN (ha)	ATF (ha)	CP
Arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes	58,35	5350,5	0,01
Bosque de galería del Orobomas bajos de los Andes	965,38	5350,5	0,18
Bosque de galería del Orobomas medios de los Andes	389,24	5350,5	0,07
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobomas bajos de los Andes	16,09	5350,5	0,00

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Ecosistema	AN (ha)	ATF (ha)	CP
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajos de los Andes	75,92	5350,5	0,01
Vegetación secundaria alta del Orobionomas bajos de los Andes	303,43	5350,5	0,06
Vegetación secundaria alta del Orobionomas medios de los Andes	135,07	5350,5	0,03
Vegetación secundaria baja del Orobionomas medios de los Andes	17,71	5350,5	0,00
Total	1961,20		0,37

AN: Área natural dentro de la franja

ATF: Área total de la franja.

CP: Contexto paisajístico

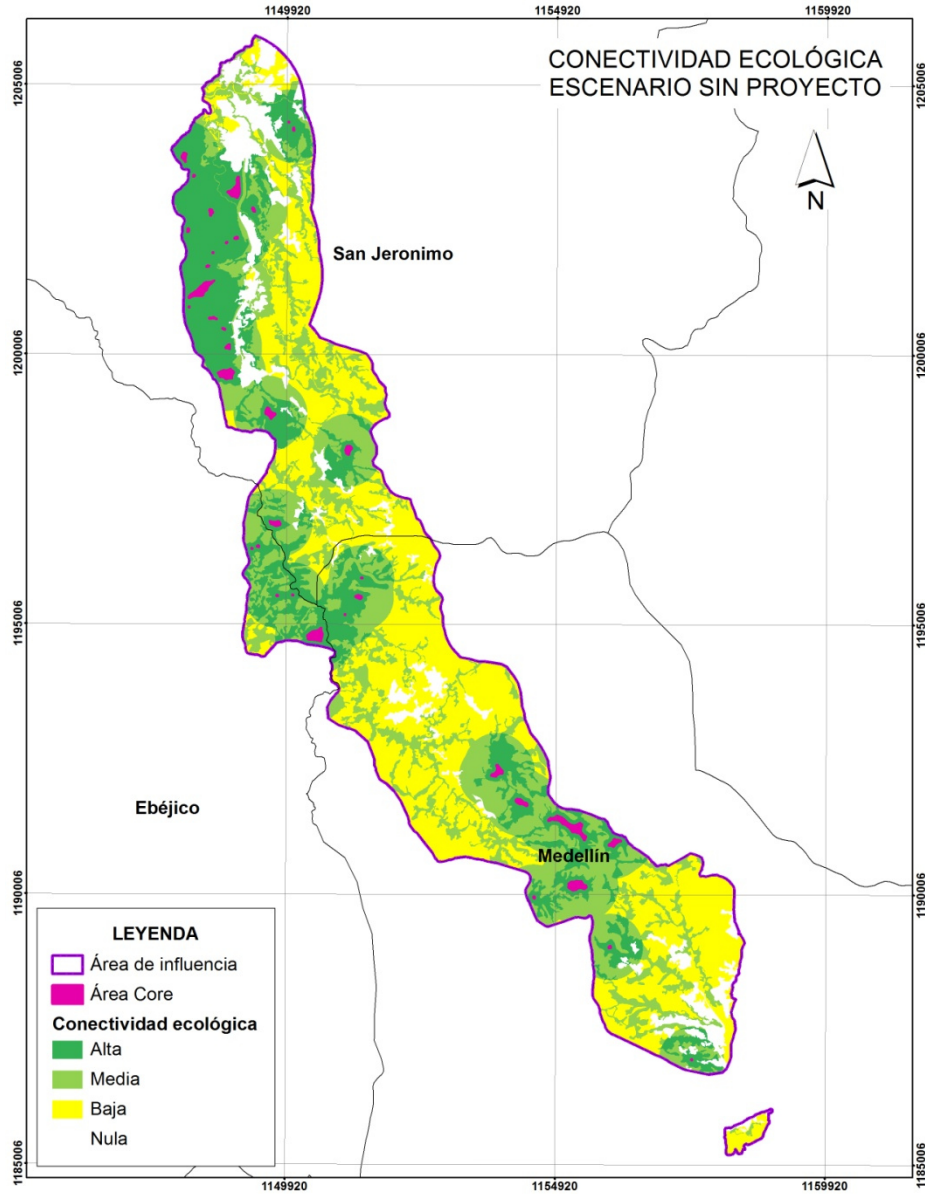
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Teniendo en cuenta la Tabla 5-85 se observa que los ecosistemas bosque fragmentado con vegetación secundaria del orobionoma medio de los Andes y la vegetación secundaria baja del orobionomas medios de los Andes presentan un bajo índice de conectividad lo cual limita las posibilidades de regeneración natural y de flujo de materia y energía.

El resultado del contexto paisajístico arroja un valor de 0,37. De acuerdo a este índice la conectividad del paisaje sin proyecto tiene una conectividad baja, dado a que el 63,35% del área total de estudio corresponde a coberturas antrópicas, como pastos limpios, mosaicos con cultivos, tejido urbano discontinuo y red vial. La conectividad de los ecosistemas se encuentra afectada por actividades antrópicas como la ganadería, la agricultura, la extracción de madera y los incendios forestales que se presentan en el área de estudio. Otro factor de afectación a la conectividad es la construcción y operación de la vía primaria que comunica los municipios de Medellín y San Jerónimo.

Teniendo en cuenta el buffer de los 500 m se identificaron las áreas en un modelo SIG vectorial (ArcGIS) creando de esta forma los polígonos de alta, media y baja conectividad. En la Figura 5-104 se presenta el mapa de conectividad paisajística sin proyecto en el área de estudio.



Figura 5-104 Conectividad ecológica sin proyecto.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.6.3.1 Resultados para el escenario con proyecto

A continuación se presentan los datos evaluados de las métricas del paisaje en el escenario con proyecto y su posible afectación respecto al escenario sin proyecto. La modificación del paisaje producida por el proyecto, es la diferencia neta entre los escenarios con y sin proyecto.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Métricas por ecosistemas (clase) para la situación con proyecto

La Tabla 5-86 muestra el resultado de las métricas de área por ecosistema, presentes en el escenario con proyecto.

Tabla 5-86 Métricas del paisaje escenario con proyecto

CLASE	INDICES POR TIPO		
	ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD		
Ecosistema	NP	CA (ha)	MPS (ha)
Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	5	58,35	11,67
Bosque de galería del Orobiomas bajos de los Andes	93	961,53	10,34
Bosque de galería del Orobiomas medios de los Andes	18	388,48	21,58
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	3	16,09	5,36
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes	5	75,92	15,18
Vegetación secundaria alta del Orobiomas bajos de los Andes	47	300,53	6,39
Vegetación secundaria alta del Orobiomas medios de los Andes	8	134,78	16,85
Vegetación secundaria baja del Orobiomas medios de los Andes	2	17,71	8,86
Total	181	1953,40	96,24

NP: Número de parches de la clase en el paisaje

CA: Área total (ha) de clase

MPS: Tamaño promedio del parche (ha)

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016



Métricas de estado de área, tamaño y densidad

La Tabla 5-86 muestra el número de parches por ecosistema y el área total de la clase (CA) en el escenario con proyecto, el total de parches es de (181), con un área total de 1953.4 Ha. y un MPS de (96.24).

El bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes es el ecosistema que mayor número de parches presentaría en el escenario con proyecto, los cuales serían (93), seguida de la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes con (47) parches.

Teniendo en cuenta la ejecución del proyecto los ecosistemas que aumentarían su número de parches son bosque de galería del orobiomas bajos de los Andes el cual de 55 parches pasaría a 93, bosque de galería del Orobiomas medios de los Andes pasaría de 10 parches a 18 y la Vegetación secundaria alta del Orobiomas bajos de los Andes pasaría de 38 a 47 parches. Es decir la ejecución del proyecto aumentaría 55 parches de vegetación en el área de estudio.

En términos de área los ecosistemas que reducirían su área son los mismos que aumentarían el número de parches, sin embargo la vegetación secundaria alta del orobiomas medios de

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

los Andes a pesar de que mantiene el mismo número de parches de vegetación en los dos escenarios, reduciría 0,3 Ha de su área en el escenario con proyecto. En total el área de ecosistemas naturales disminuiría 7, 8 Ha en el escenario con proyecto.

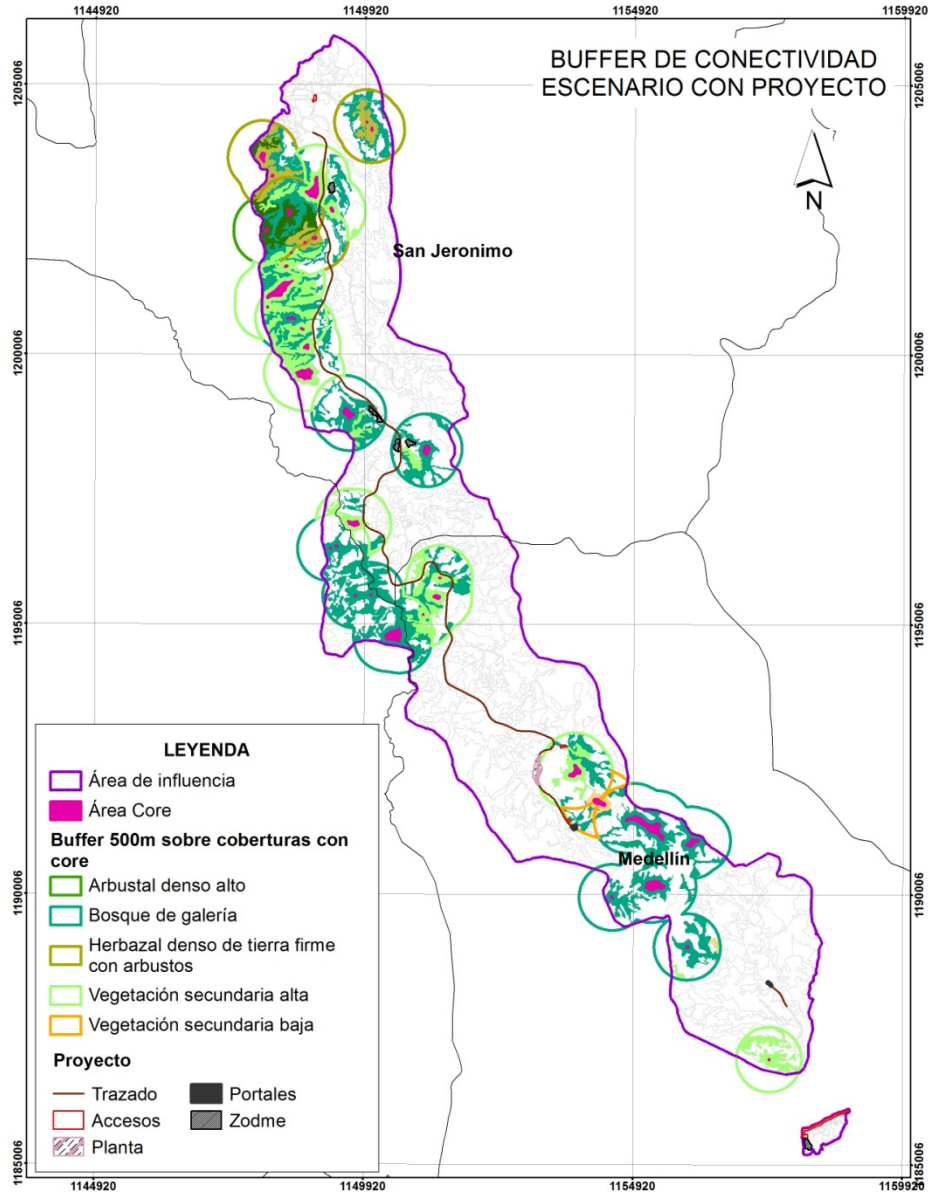
De acuerdo con el tamaño promedio del parche (MPS), el ecosistema bosque de galería del Orobiomas medios de los Andes (388,48Ha) continua presentando el mayor valor de MPS (21,58), por lo tanto su fragmentación con respecto a los demás ecosistemas es menor.

Un indicador de fragmentación es el tamaño promedio del parche (MPS), un valor de MPS menor al encontrado en otro paisaje, indica un ecosistema más fragmentado. El ecosistema que mayor grado de fragmentación, continua siendo en el escenario con proyecto es el bosque fragmentado con vegetación secundaria del oro biomas bajos de los Andes con un MPS de (5,36). Según lo anterior el ecosistema se encuentra muy fragmentado y corre el riesgo de desaparecer.

5.1.2.1.5.6.4 Índice de estado de conectividad con proyecto

La Figura 5-105 muestra la situación con proyecto señalando el trazado de la vía y las áreas asociadas a la ejecución del proyecto. Como se puede observar este trazado no afecta las áreas núcleo de los ecosistemas, logrando reducir la modificación de la conectividad de los ecosistemas.

Figura 5-105 Buffer de conectividad con proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

El contexto paisajístico en el escenario con proyecto conserva el mismo índice de conectividad del escenario sin proyecto, un índice de conectividad bajo con un valor de 0,37. El resultado del contexto paisajístico por ecosistema para el escenario con proyecto se presenta en la Tabla 5-87.



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Tabla 5-87 Contexto paisajístico CP (Conectividad) por ecosistema con proyecto

Ecosistema	AN (ha)	ATF (ha)	CP
Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	58,4	5350,5	0,011
Bosque de galería del Orobiomas bajos de los Andes	961,5	5350,5	0,180
Bosque de galería del Orobiomas medios de los Andes	388,5	5350,5	0,073
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	16,1	5350,5	0,003
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes	75,9	5350,5	0,014
Vegetación secundaria alta del Orobiomas bajos de los Andes	300,5	5350,5	0,056
Vegetación secundaria alta del Orobiomas medios de los Andes	134,8	5350,5	0,025
Vegetación secundaria baja del Orobiomas medios de los Andes	17,7	5350,5	0,003
Total	1953,4		0,37

AN: Área natural dentro de la franja

ATF: Área total de la franja.

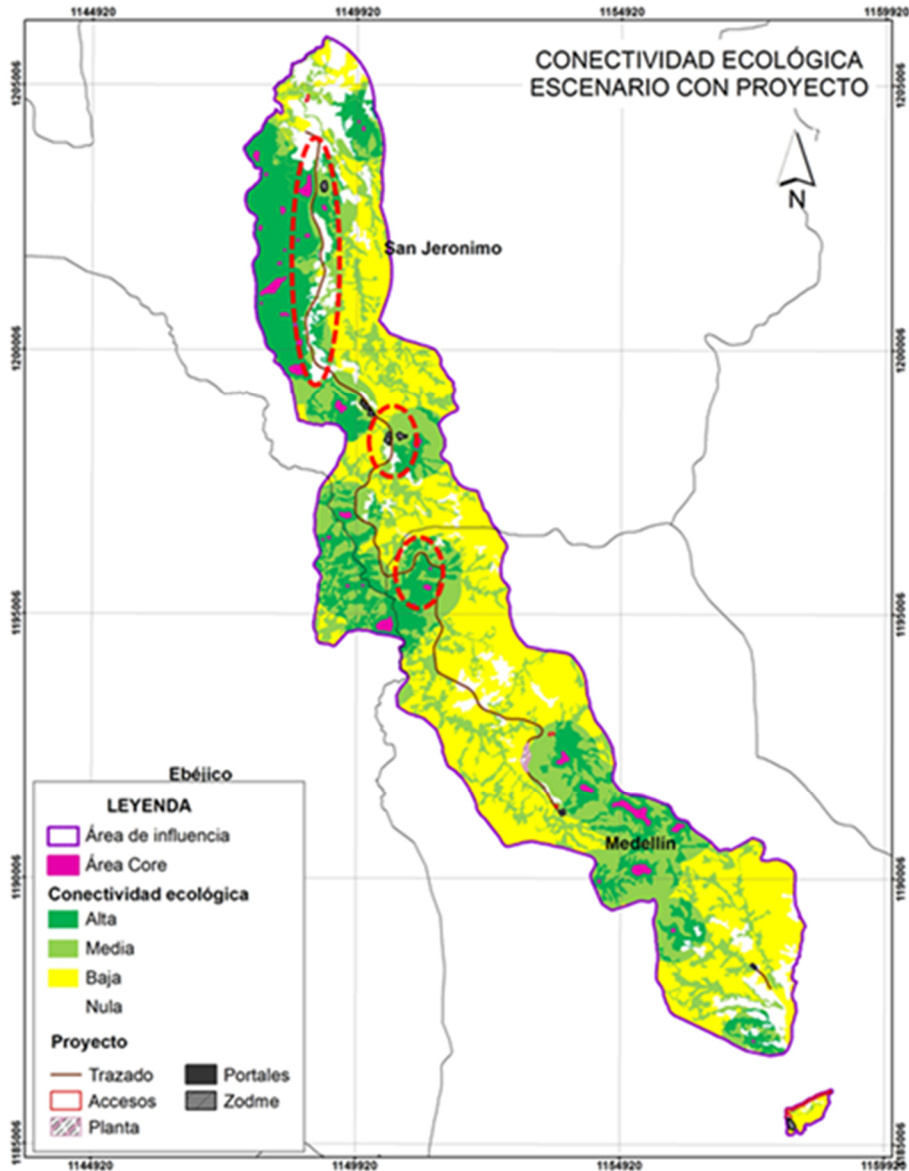
CP: Contexto paisajístico

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En comparación con los datos de conectividad obtenidos para los parches de vegetación entre los dos escenarios, se observa que los valores de contexto paisajístico no cambian significativamente, ya que conserva el mismo índice (0,37) como se observa en la Tabla 5-87, ya que la construcción de la vía se desarrollará de forma paralela a la vía existente, por lo tanto los ecosistemas a intervenir son antrópicos y los naturales se encuentran altamente intervenidos, el 63,35% del área total de estudio corresponde a ecosistemas antrópicas, limitando los procesos ecológicos de los ecosistemas. 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.

Teniendo en cuenta el buffer se los 500m, se identificaron las áreas en un modelo SIG vectorial (ArcGIS) creando de esta forma los polígonos de alta, media y baja. En la Figura 5-106 se presenta el mapa de conectividad paisajística con proyecto en el área de estudio, donde se resaltan tres sitios donde la fragmentación es alta, pero se encuentra afectada por la existencia de la vía actual y se afectaría aun más por la construcción de la vía proyectada, siendo necesaria la implementación de medidas de manejo, como la señalización y control de velocidad, (ver ficha de manejo 11.1.1.2.1.1 PMB-01 – Manejo de Fauna Silvestre), con el fin de evitar o reducir la probabilidad de atropellamiento de los animales silvestres y/o semovientes en el área de estudio, donde se sugiere instalar señales informativas (azules) y preventivas (amarillas), para alertar al personal y evitar el riesgo de accidentes y atropellamientos por parte de los trabajadores involucrados en el proyecto y de los conductores.

Figura 5-106 Conectividad ecológica con proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.6.5 Métricas de fragmentación e índice de conectividad de los dos escenarios.

El análisis a nivel de paisaje para el escenario con proyecto, Tabla 5-88 muestra que los ecosistemas naturales presentan una extensión de 2001.1 hectáreas (CA) en el escenario sin proyecto, distribuidos en 180 parches (NP). La ejecución del proyecto aumentaría el número de parches a 249 en un área de 1991.4 Ha.

Tabla 5-88 Comparación de los resultados de los índices de diversidad por paisaje en los escenarios sin proyecto (SP) y con proyecto (CP)

Tipo	Índice	Descripción	Resultado SP	Resultado CP
ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD	NP	Número de parches de la clase en el paisaje	126	181
	CA	Área total (ha) de clase	1961,2	1953,4
	MPS	Tamaño promedio del parche (ha)	122,42	96,24
CONECTIVIDAD	CP	Contexto paisajístico	0.37	0,37

NP: Número de parches de la clase en el paisaje

CA: Área total (ha) de clase

MPS: Tamaño promedio del parche (ha)

CP: Contexto paisajístico

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

El ecosistema que aumentaría en mayor proporción el número de parches por la ejecución del proyecto en el área de influencia, es bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes, en el escenario sin proyecto presenta 55 parches en un área de 965,38 Ha y en el escenario con proyecto presenta 93 parches con un área de 961,53 Ha.

En la conectividad del paisaje no se presentaría una diferencia relevante con respecto al escenario sin proyecto teniendo en cuenta la existencia de la vía paralela a la proyectada, sin embargo las actividades del proyecto a ejecutar en los diferentes ecosistemas naturales terrestres presentes en el área de estudio, va a interferir en la interacción de los flujos ecológicos, perjudicando el flujo de fauna debido a causas como la remoción de cobertura vegetal, incremento del efecto borde y alteración en el microclima en los sitios donde se presenta una conectividad alta, siendo necesario la implementación de medidas como manejo de fauna silvestre y manejo de revegetalización y/o reforestación (Ver 11.1.1 Programas de manejo Ambiental).

5.1.2.1.5.6.5.1 Conclusiones

A nivel general dentro del área de estudio se presentan procesos de transformación de los ecosistemas naturales, debido a la intervención antrópicas dadas en la región. La ganadería, agricultura y la expansión urbana han generado fragmentos o parches, que poco a poco van disminuyendo su área, quedando de esta manera aislados de los demás parches, perdiendo su capacidad de regenerarse y de ofrecer hábitat a la fauna.

Las actividades antrópicas que se realizan en el área de estudio como la ganadería, la agricultura y la extracción de madera han ido reduciendo el área de ecosistemas naturales, el cual repercute en los cambios de conectividad que se pueden generar sobre 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.

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

El tamaño promedio de los parches (MPS) indica que el ecosistema más fragmentado, en las condiciones actuales del área, corresponde al bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobomas bajos de los Andes; la fragmentación de este ecosistema aumenta el efecto borde, incidiendo en los procesos ecológicos como la distribución y disponibilidad de recursos para el establecimiento y supervivencia de especies vegetales.



La conectividad de los dos escenarios es baja (0,37), teniendo en cuenta que la intervención se realizará de forma paralela a la vía existente Medellín – San Jerónimo, la cual ha contribuido a la antropización y deterioro de los ecosistemas, limitando los procesos ecológicos asociados a la conectividad la zona., sin embargo 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.

5.2.1.1.2 Fauna

La fauna silvestre representa uno de los componentes de mayor significado en el patrimonio natural de Colombia, colocando al país a nivel global, en el primer lugar de especies de aves, en el segundo respecto a anfibios, tercero en reptiles y cuarto respecto a mamíferos (Mayr-Maldonado, 1999; Ramírez-Chaves & Suarez-Castro, 2014). Además de su valor intrínseco (o de existencia), la fauna silvestre es un componente clave de la biodiversidad y de la dinámica de los sistemas naturales ya que intervienen en ciclos de materia y energía en todos los ecosistemas, tanto los naturales como los intervenidos. Además, la fauna es fuente de ingresos económicos y de captación de divisas, desempeñando un papel importante en el desarrollo del país (Mayr-Maldonado, 1999).

La fauna asociada a las unidades vegetales pueden verse afectadas por las vías, la cuales pueden ser una importante causa de perturbación antropogénica y mortalidad de animales (Vargas-Salinas, Delgado-Ospina, & López-Aranda, 2011) ya que generan impactos directos sobre la biodiversidad debido a la fragmentación del hábitat, muerte de animales por atropellamiento y la deforestación (de la Ossa, de la Ossa-Nadjar, & Medina-Bohórquez, 2015; Arroyave, y otros, 2006). Adicionalmente, los impactos indirectos son los derivados de la intensidad de uso por la carretera como la contaminación química, contaminación sonora y la apertura de frentes de colonización, los cuales pueden ocasionar que la fauna evite áreas próximas, dejando hábitats adyacentes inhabilitados para algunas especies y afectando la estructura del ecosistema, erosionando el suelo y alterando las condiciones hidrológicas (de la Ossa, de la Ossa-Nadjar, & Medina-Bohórquez, 2015; Arroyave, y otros, 2006).

Debido a lo anterior, la identificación y aproximación al conocimiento de la composición y estructura de la fauna silvestre, conlleva al fortalecimiento de las medidas de manejo de esta, como respuesta a los impactos potenciales que pueden ser generados sobre sus hábitats por el desarrollo de proyectos de infraestructura, por lo que se hace necesario la descripción

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

del componente faunístico dentro del área de influencia de la Segunda Calzada entre el Túnel de Occidente y Santa Fe de Antioquia.

5.1.2.1.5.7 Anfibios

Los anfibios representan un grupo de interés, no sólo por sus particularidades biológicas y ecológicas, sino también por la marcada vulnerabilidad de algunas especies ante la transformación y degradación de los ecosistemas que habitan (Acosta-Galvis, 2000).

Estas especies son un componente crucial para los ecosistemas; por una parte, algunas poblaciones, especialmente sapos y ranas, son muy abundantes y aportan una biomasa muy significativa al flujo de energía, actuando como depredadores de invertebrados y a su vez, como presas de otros vertebrados. También son considerados como indicadores ideales de la calidad ambiental, tanto en el medio acuático como terrestre, ya que son sensibles a la alteración y pérdida de hábitat natural, introducción de especies, contaminantes, uso de agroquímicos y cambio climático, entre otros (Renjifo, Lasso, & Morales-Betancourt, 2009).

Según Acosta-Galvis y Cuentas (2015), actualmente se encuentran 803 especies de anfibios en Colombia distribuidos en los órdenes Anura (sapos y ranas), Gymnophiona (cecilias) y Caudata (salamandras) y en 19 familias. Lo anterior convierte al país en el segundo con mayor número de especies de este grupo, después de Brasil (Frost, 2015).

Por otra parte, para Antioquia se reportan 39 especies para la zona montañosa y 12 especies asociadas a las áreas bajas (Romero-Martínez & Lynch, 2012). Para el área de influencia se determinó la presencia probable de 26 especies de anfibios (Anexo H. Fauna).

5.1.2.1.5.7.1 Representatividad del muestreo

Para la caracterización de anfibios se realizaron recorridos de observación durante siete (7) días alternando los horarios, en la mañana, la tarde y la noche, especificados en la metodología. En total el esfuerzo de muestreo fue de 63 horas (Tabla 5-89). La metodología detallada para la caracterización de este grupo se muestra en el capítulo 2 Generalidades.

Tabla 5-89 Esfuerzo de muestreo para la caracterización de anfibios

MÉTODO	CÁLCULO	ESFUERZO DE MUESTREO
Recorridos de observación	9h*7 días	63 horas

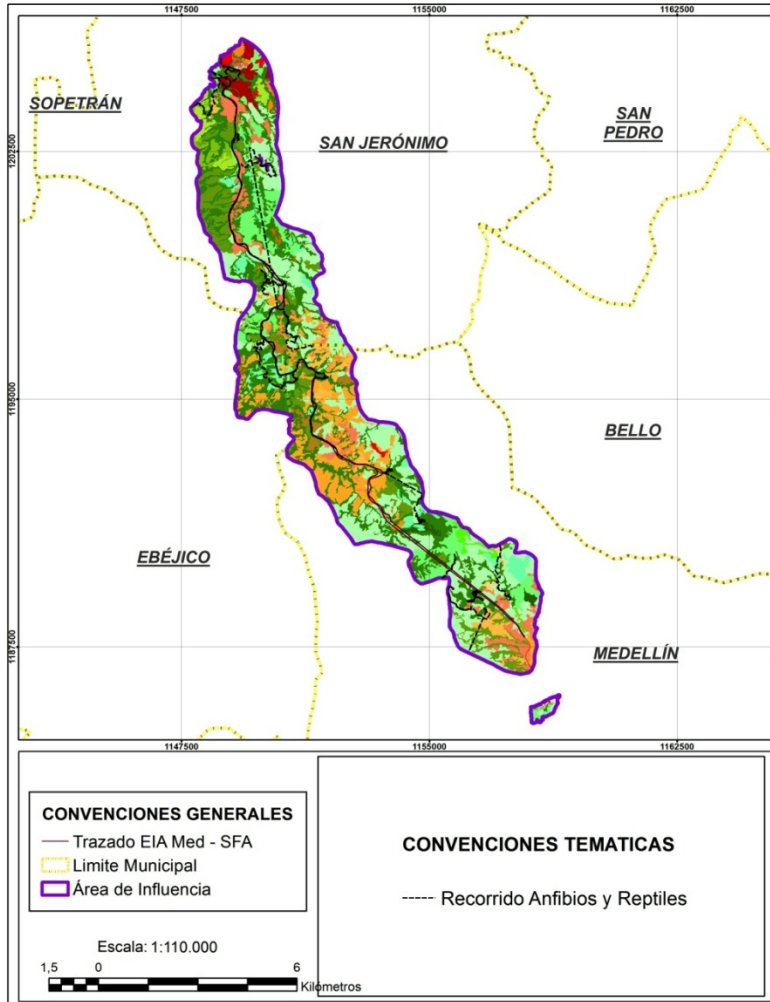
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Las curvas de acumulación sirven para evaluar que tan completo es el muestreo realizado a partir de los datos recolectados con una metodología que ha sido utilizada de manera uniforme en todas las unidades muestrales.

Los recorridos para la observación de anfibios, se muestran en la

Figura 5-107.

Figura 5-107 Recorridos libres para la observación de anfibios y reptiles



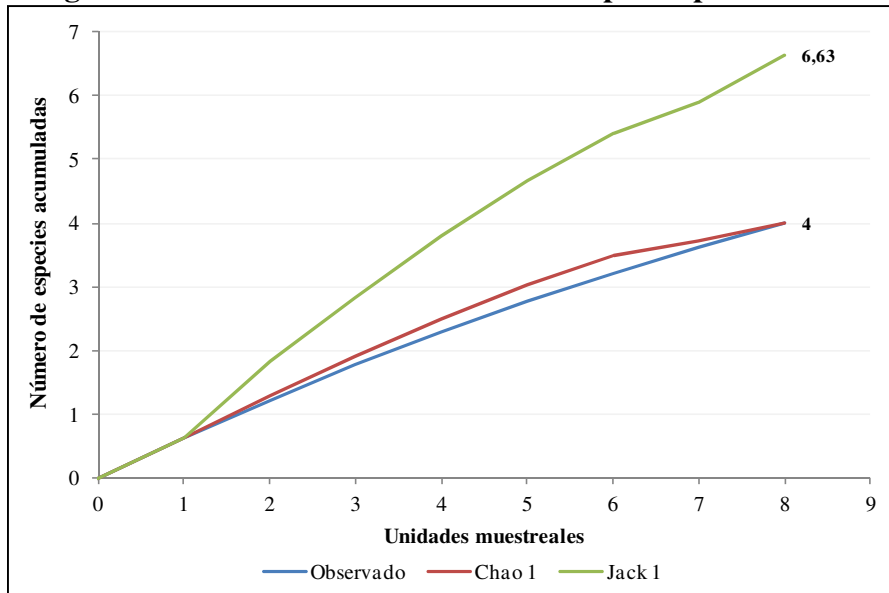
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Para evaluar que tan completo es el muestreo realizado a partir de los datos recolectados con una metodología que ha sido utilizada de manera uniforme en todas las unidades muestrales, se realizaron las curvas de acumulación de especies.

Para interpretar las curvas que se muestran en la Figura 5-108, se debe tener en cuenta su tendencia a estabilizarse (asíntota); cuando eso ocurra significa que se han encontrado el número total de especies en el sitio con el esfuerzo de muestreo empleado (Toti, Coyle, & Miller, 2000). De esta manera, debido a que las curvas de acumulación no tienden a la asíntota, se puede asegurar que no se han encontrado todas las especies de anfibios presentes en el área de influencia. Lo anterior también quiere decir que si se sigue muestreando, se seguirán encontrando especies nuevas en el muestreo. Además, este

número aumentará si se emplean otras metodologías complementarias, especialmente aquellas que involucren la búsqueda de anfibios difíciles de observar debido a sus hábitos fosoriales, arborícolas y/o acuáticos.

Figura 5-108 Curva de acumulación de especies para anfibios



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.



Chao 1 y Jackknife1 son estimadores no paramétricos del número de especies en una comunidad; el primero se basa en el número de especies raras en las muestras y el segundo se basa en el número de especies que ocurren en solamente una muestra, lo cual reduce la subestimación del verdadero número de taxones en una comunidad (Moreno, 2001).

Para el muestreo de los anfibios en el área de influencia, se estimó la detección de un rango de entre 57,1% y el 100% del total de las especies con el esfuerzo y la metodología de muestreo empleadas (Tabla 5-90), es decir, faltaron entre tres (3) y ninguna especie por observar comparado con los estimadores de riqueza no paramétricos utilizados. Los resultados están dados por el tiempo de muestreo, la heterogeneidad del área de influencia, la temporalidad de las especies y los errores de muestreo. Dado lo anterior, los análisis de diversidad, tanto alfa como beta, pueden no estar representando el estado actual del ensamblaje de anfibios en el área de influencia, por lo que se tendrá extremo cuidado en las conclusiones acerca de ellos.

Tabla 5-90 Riqueza estimada según el esfuerzo de muestreo en anfibios

	CHAO 1	JACKKNIFE
ESPECIES OBSERVADAS		4
ESPECIES ESTIMADAS	4	7
PORCENTAJE DE REPRESENTATIVIDAD	100	57,1

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Según López y Williams (2006) la medición de la riqueza requiere de mucha inversión en esfuerzo de muestreo para obtener inventarios completos (López & Williams, 2006). La diferencia entre el número estimado estadísticamente (Chao y Jackknife) y las reportadas por información secundaria para los anfibios se explican por la temporalidad de las especies, el hecho que solo se realizara el muestreo en una época climática (época de sequía con fenómeno del niño) y debido a las condiciones de intervención antrópica del área de influencia. Por lo tanto, los análisis realizados de aquí en adelante podrían no estar reflejando el estado del ensamblaje de anfibios en la zona debido principalmente a los errores de muestreo, detectabilidad y temporalidad de las especies y que se vio reflejado en que no se obtuvo la asíntota en la curva de acumulación de especies.

5.1.2.1.5.7.2 Composición de especies

Se registraron un total de cuatro (4) especies y 21 individuos de anfibios en el área de influencia. Las especies se encuentran distribuidas en un orden, Anura, y cuatro (4) familias (Tabla 5-91). Las coordenadas de los individuos encontrados se encuentran en el Anexo H Fauna, Especies Registradas, y en el archivo .GDB entregado junto al presente estudio.

Los taxones registrados mediante detección auditiva, observación y/o captura representan el 0,5% de las registradas para Colombia (803 spp.) y el 15,38% de las especies con presencia probable en el área de influencia entre el Túnel de Occidente y Santa Fe de Antioquia (26 spp. Anexo H Fauna).

Tabla 5-91 Especies de anfibios registrados en el área de influencia

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TIPO DE REGISTRO			ABUNDANCIA	COBERTURA DE LA TIERRA													
		Obs	Cap	Aud		TA	CUL	PA	MOS	BD	BF	BG	PF	HE	AR	VS	AA	RÍOS	CAA
ORDEN ANURA																			
FAMILIA BUFONIDAE																			
<i>Rhinella marina</i>	Sapo común	1	9	-	10	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-
FAMILIA CRAUGASTORIDAE																			
<i>Pristimantis aff. paisa</i>	Rana	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
FAMILIA DENDROBATIDAE																			
<i>Hyloxalus aff. lehmanni</i>	Rana	-	1	7	8	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
FAMILIA LEPTODACTYLIDAE																			
<i>Engystomops pustulosus</i>	Ranita túngara	-	2	-	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tipo de registro: Obs: Observación, Cap: Captura, Aud: Auditivo. Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, CUL: Cultivos, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, PF: Plantación forestal, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

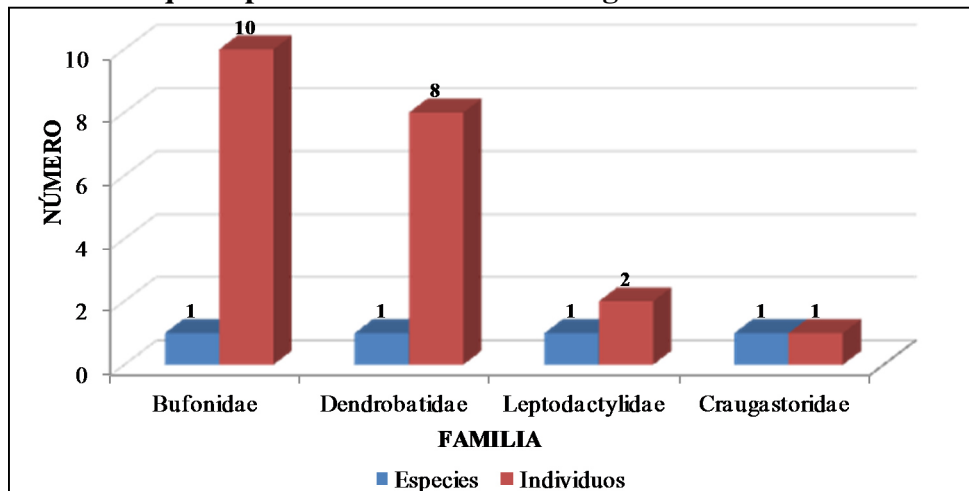
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

En el área de influencia se reportó la presencia probable de los órdenes Anura (ranas y sapos), Caudata (salamandras) y Gymnophiona (cecilias), sin embargo, en el muestreo de campo solo se encontraron representantes del orden Anura, probablemente porque su

diversidad es mayor en todo el territorio nacional, por la intervención y reducción de las coberturas naturales a los que están asociados y/o temporalidad de las especies.

Todas las familias, Bufonidae, Dendrobatidae, Leptodactylidae y Craugastoridae, estuvieron representados por una especie (Tabla 5-91, Figura 5-109). La familia Bufonidae está compuesta por sapos con distribuciones que abarcan los ecosistemas de páramo desde los 4000 metros de altura hasta las tierras bajas que ocupan ambientes desérticos y selva tropical (Acosta-Galvis & Cuentas, 2015), sin embargo, la especie encontrada de esta familia es muy común y estuvo asociada a coberturas intervenidas a lo largo de todo el área de influencia. Así mismo, las ranas venenosas de la familia Dendrobatidae se distribuyen en casi todos los ambientes pero su mayor riqueza se conoce en los bosques de niebla y en los bosques húmedos tropicales de la región amazónica y el Pacífico de Colombia (Acosta-Galvis & Cuentas, 2015). A pesar de lo anterior, la especie encontrada de esta familia se observó en los pequeños cuerpos de agua (quebradas) presentes en las zonas secas en la vereda Loma Hermosa de San Jerónimo.

Figura 5-109 Riqueza por familias de anfibios registrados en el área de influencia





Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

La familia Leptodactylidae, es una de las más diversificadas, cuya distribución de sus integrantes está enmarcan en un grupo que es eminentemente asociado a las tierras bajas (Acosta-Galvis & Cuentas, 2015). Las especies observadas de esta familia se encontraron principalmente en las zonas bajas y secas Tabla 5-91.

Por último, la familia Craugastoridae es considerada uno de los grupos de vertebrados terrestres más diversificado que incluye las ranas de desarrollo directo cuya reproducción no requiere de cuerpos de agua, lo que le permite ocupar ambientes como los páramos, bosques altoandinos hasta los bosques húmedos tropicales (Acosta-Galvis & Cuentas, 2015). En el área de influencia, esta familia se encontró en los bosques de galería (Tabla 5-91) con las mayores altitudes a los que se pudo acceder.

La especie más abundante fue el sapo común (*Rhinella marina*, Fotografía 5-19A), de la

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

cual se encontraron 10 individuos en coberturas como pastos y vegetación secundaria. Esta especie ocupa casi todos los hábitats de las tierras bajas en todos los departamentos, lo cual denota su capacidad de ocupar áreas seminaturales e intervenidas.

Fotografía 5-19 Especies de anfibios más abundantes en el área de influencia





Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

La segunda especie más abundante fue la rana venenosa (*Hyloxalus aff. lehmanni*, Fotografía 5-19 B), de la familia Dendrobatidae, la cual habita bosques subandinos y andinos dos vertientes cordillera Occidental y vertiente occidental de la cordillera Central. Esta especie estuvo asociada únicamente a bosque, específicamente bosque ripario, y a la quebrada asociada a dicho bosque (las coordenadas de los individuos encontrados se encuentran en el Anexo H Fauna, Especies Registradas, y en el archivo .GDB entregado junto al presente estudio).

5.1.2.1.5.7.3 Especies endémicas, casi endémicas y amenazadas

Según Rueda-Almonacid, Lynch & Amézquita (2004) la fauna andina colombiana es más rica y variada que la suma total de las encontradas en tierras bajas, y su endemidad es muy notable, lo cual es dado por la presencia de pocas especies simpátricas, dando como resultado que esta zona se caracterice por tener un elevado reemplazo de geográfico de especies.

A pesar de la gran diversidad de anfibios en Colombia y, especialmente, en los andes, muchas de las especies se encuentran en peligro, tanto a nivel nacional, enlistadas en la Resolución 0192 del 2014 y expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y/o el Libro Rojo de los Anfibios de Colombia, o a nivel internacional, categorización dada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Dentro de las causas de la declinación de los anfibios a nivel nacional se encuentra la destrucción y deterioro de los hábitats naturales, la introducción de especies exóticas, enfermedades emergentes y la sobreexplotación de algunas de las especies (Rueda-Almonacid, Lynch, & Amézquita, 2004).

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

En la caracterización de este grupo en el área de influencia, se registró una (1) especie endémica, una (1) especie casi endémica y una (1) especie casi amenazada, las cuales se enlistan en la Tabla 5-92.


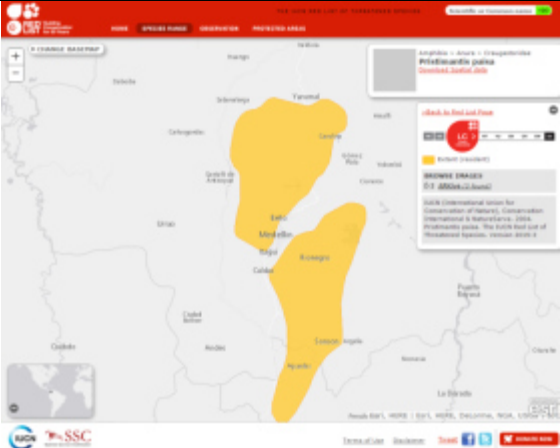
Tabla 5-92 Especies de anfibios endémicos, casi endémicos y/o amenazados



ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE DISTRIBUCIÓN	ESTADO DE AMENAZA		
			UICN	Res. 0192 de 2014	Libro Rojo
<i>Pristimantis aff. paisa</i>	Rana de lluvia	Endémica	-	-	-
<i>Hyloxalus aff. lehmanni</i>	Rana	Casi endémica	NT	-	-

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

A continuación se muestra información ecológica de las especies de anfibios endémicas, casi endémicas y amenazadas que se observaron en el área de influencia, en donde se incluye información taxonómica, distribución altitudinal, mundial y nacional, densidad relativa de la especie y estado poblacional (según información secundaria), áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación, así como la descripción de los sitios en donde fue encontrada (Tabla 5-93 y Tabla 5-94).

Tabla 5-93 Ficha de *Pristimantis paisa*, especie endémica


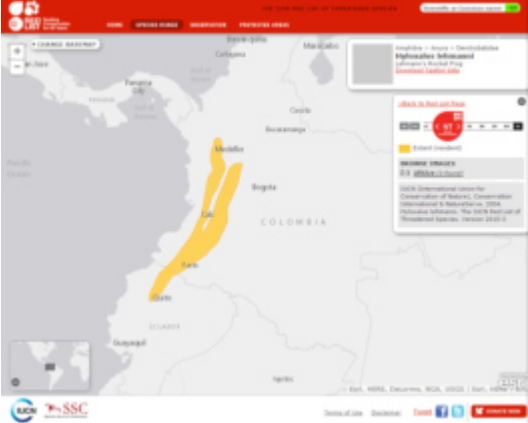
<i>Pristimantis paisa</i> (Lynch & Ardila-Robayo, 1999)	
	
<p>Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2015)</p> <p>Mapa de distribución de la especie según la UICN. Fuente: http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=56820</p>	
Clase	Amphibia
Orden	Anura
Familia	Craugastoridae
Especie	<i>Pristimantis paisa</i>
Nombre común	Sin nombre común
Estado de amenaza	LC (UICN), No incluido en la Res. 0192 de 2014 ni en el Libro Rojo
Tipo de distribución	Endémica
Distribución en el mundo	Colombia
Distribución en Colombia	Esta especie es conocida del altiplano antioqueño en la cordillera Central



 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

<i>Pristimantis paisa</i> (Lynch & Ardila-Robayo, 1999)	
Distribución altitudinal	1800 a 3100 metros
Sitios de observación en campo	Hojarasca en orilla de cuerpo de agua asociado al bosque de galería en la vereda Naranjal, Municipio de Medellín. Coordenadas: Latitud 6,302342; Longitud -75,666028.
Densidad de la especie	Es una especie común
Estado poblacional	Presenta poblaciones estables (Castro, Herrera, & Lynch, 2004).
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Especie nocturna que está activa dentro de bosques, aunque puede habitar en vegetación secundaria y en el suelo de pastos inundables. Su reproducción se da por desarrollo directo, es muy dependiente de áreas húmedas

Fuente: (Castro, Herrera, & Lynch, 2004).

Tabla 5-94 Ficha de *Hyloxalus aff. lehmanni*, especie casi endémica y casi amenazada

<i>Hyloxalus lehmanni</i> (Silverstone, 1971)	
 <p>Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2015)</p>	 <p>Mapa de distribución de la especie según la UICN. Fuente: http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=55103</p>
Clase	Amphibia
Orden	Anura
Familia	Dendrobatidae
Especie	<i>Hyloxalus aff. lehmanni</i>
Nombre común	Rana venosa
Estado de amenaza	NT (Casi amenazada, UICN), No incluido en la Res. 0192 de 2014 ni en el Libro Rojo
Tipo de distribución	Casi endémica
Distribución en el mundo	Colombia y Ecuador: cordilleras Central y Occidental desde Antioquia, en Colombia, hasta el sur de las provincias de Cotapaxi y Las Pampas, en el norte de Ecuador.
Distribución en Colombia	Bosques subandinos y andinos dos vertientes cordillera Occidental y vertiente occidental de la cordillera Central en los Departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Nariño, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca. Posiblemente en los departamentos de Cundinamarca y Norte de Santander
Distribución altitudinal	1460 a 2120 metros
Sitios de observación en campo	Rocas en quebrada asociada a bosque ripario en la vereda Loma Hermosa, Municio San Jerónimo. Coordenadas: Latitud 6,43742;

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

<i>Hyloxalus lehmanni</i> (Silverstone, 1971)	
	Longitud -75,736035.
Densidad de la especie	Es una especie común en los bosques andinos de Colombia dentro de su rango de distribución geográfica y altitudinal.
Estado poblacional	El tamaño de las poblaciones están disminuyendo (Bolívar, Coloma, Ron, & Grant, 2004).
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Vive en el suelo de bosques montanos muy húmedos, aunque ha sido encontrada en áreas abiertas y áreas muy modificadas, pero siempre cerca a quebradas. Los huevos son depositados en la hojarasca y los machos transportan las larvas hasta quebradas o arroyos de corriente lenta.

Fuente: (Bolívar, Coloma, Ron, & Grant, 2004).

Dentro de las principales presiones hacia las especies amenazadas en el área de estudio (lo cual se pudo evidenciar durante el levantamiento de información secundaria) se encuentra la pérdida de hábitat debido a la agricultura, la ganadería y la parcelación para la construcción de casa de verano, el aumento de la población, así como el aumento de la contaminación de cuerpos de agua dados por la agricultura, la ganadería y el turismo.



5.1.2.1.5.7.4 Especies de importancia económica y/o cultural y presiones de la fauna

En los ecosistemas tropicales los anfibios juegan un papel importante en el flujo de energía y ciclado de nutrientes, tanto en ambientes terrestres como acuáticos, adicionalmente, ayudan al control de poblaciones de plagas (Valencia-Aguilar, Cortés-Gómez, & Ruiz-Agudelo, 2013). Muchas especies de este grupo también pueden tener un rol importante como fuente de alimento o en actividades de tipo cultural (Valencia-Aguilar, Cortés-Gómez, & Ruiz-Agudelo, 2013). A pesar de lo anterior, en el área de influencia no se reportó ninguna especie de importancia económica y/o cultural.

Los Apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva (CITES, 2015). Sin embargo, en el área de influencia no se registró ninguna especie enlistada en los Apéndices CITES.

A pesar de lo anterior, en el área de influencia se pudieron observar varias presiones hacia las poblaciones de anfibios, entre las que se encuentra la pérdida de hábitat por la ganadería (Fotografía 5-20), la cual se extiende por todo el área y ha reducido los bosques y arbustales a parches con una baja conectividad. Adicionalmente, la expansión de la frontera agrícola también se presenta en la zona, se encuentra localizada principalmente en el área rural del municipio de Medellín y ha causado reducción de parches de vegetación natural y su aislamiento. Lo anterior es importante debido a la movilidad limitada y poca capacidad de dispersión de la mayoría de las especies de anuros.

Fotografía 5-20 Paisaje modificado con pastos para ganadería en vereda El Naranjal,

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.1		

municipio Medellín



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Por otra parte, la contaminación de los cuerpos de agua ocasionada por la expansión del turismo, la agricultura y la ganadería que se presentan en toda la zona también afecta a las especies de anfibios dentro del área de influencia debido a la marcada dependencia de este grupo a los cuerpos de agua, principalmente para su reproducción.

5.1.2.1.5.7.5 Asociación a coberturas de la tierra

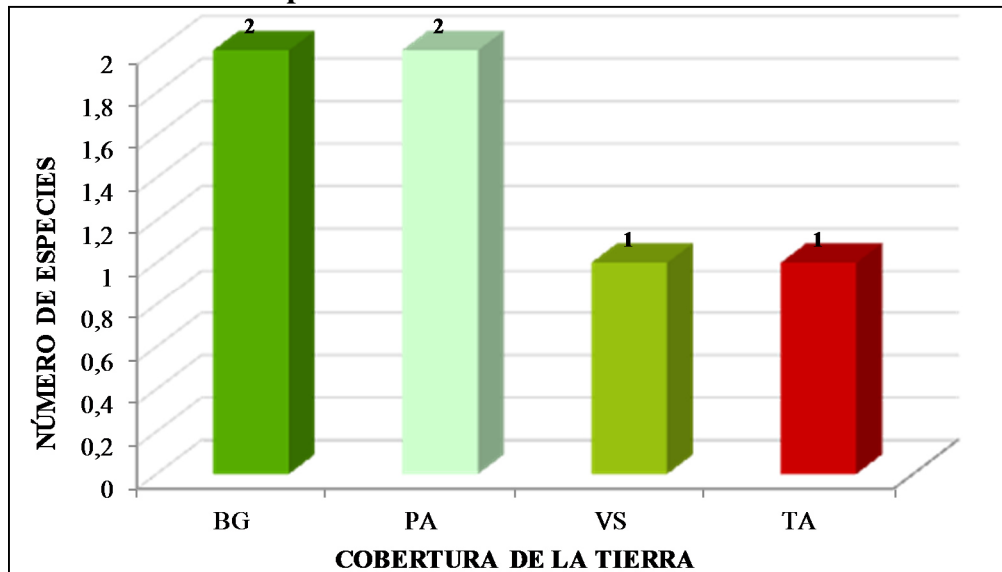
La selección de hábitat es un proceso de elegir determinados recursos espaciales entre los que se encuentran disponibles en el ambiente, tal proceso depende de la estructura física del ambiente, la fisiología del animal, la disponibilidad de alimento y la protección contra depredadores (Molina Zuluaga & Gutiérrez Cárdenas, 2007). Dicho proceso de elección determinará la distribución espacial de las especies en las unidades de coberturas presentes en el área de influencia.

Las coberturas en la que se observaron un mayor número de especies fue bosque de galería y pastos, en donde se encontraron dos (2) de las cuatro (4) taxones registrados (Figura 5-110), es decir el 50% de todas las especies muestreadas. Por una parte, los bosques de galería es una de las coberturas que puede presentar la mayor complejidad composicional y estructural dentro del área de influencia, por lo que estaría ofreciendo lugares para el refugio, la cría y reproducción dados por los cuerpos de agua asociados a ellos y que son de importancia para los anfibios debido a su dependencia de sitio húmedos para la reproducción. Se destaca la presencia de la rana casi endémica y casi amenazada *Hyloxalus* aff. *lehmanni* y de la rana endémica *Pristimantis* aff. *paisa* en esta cobertura, por lo que se debe procurar hacer la menor intervención posible en este tipo de áreas.

Por otra parte, los pastos corresponden a lugares con una estructura y composición florística mucho menos compleja dominada por pocas especies y que pueden estar asociadas a parches de bosques, sin embargo, los recursos de refugio, alimentación y sitios de

reproducción son mucho más limitados en estas coberturas, por lo cual la composición de anfibios estuvo dominada por especies generalistas como el sapo común (*Rhinella marina*) y la ranita túngara (*Engystomops pustulosus*).

Figura 5-110 Asociación de los anfibios registrados a las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia





Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, CUL: Cultivos, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, PF: Plantación forestal, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

La vegetación secundaria y los territorios artificializados presentaron una (1) especie (Figura 5-110), correspondientes al 25% de los taxones para cada cobertura. Los territorios artificializados corresponden a áreas muy intervenidas (para referencias fotográficas de cada coberturas, mirar capítulo 2 Generalidades, Metodología para la caracterización de fauna), con poca o ninguna vegetación pero con fuentes de alimento y reproducción propicias para el establecimiento de especies muy generalistas como el sapo común (*Rhinella marina*), especie que puede colonizar, además, áreas naturales y seminaturales como la vegetación secundaria.

Para medir la diversidad de anfibios en cada cobertura de la tierra analizada, se calcularon los índices de Simpson y Shannon. Estos índices se calculan para las coberturas en las que se encontró por lo menos dos (2) especies, por lo que para los territorios artificializados y vegetación secundaria no se muestran resultados de diversidad dados por los índices calculados. Los valores se muestran en la Tabla 5-95.

El índice de Simpson (1-D) es conocido como una medida de concentración (Ramírez-González, 2005) y manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

muestra sean de la misma especie. Los valores del índice de Simpson (1-D) son el complemento de la dominancia, éste va desde 0 (cuando hay dominancia), hasta 1 (cuando no hay una dominancia) (Villáreal, y otros, 2006), en cuyo caso quiere decir que el sitio es muy diverso y heterogéneo.

Tanto los pastos como los bosques de galería presentaron valores bajos para el índice de Simpson. Según algunos autores, aquellas coberturas con bajos del índice de Simpson tienen una menor probabilidad de encuentro interespecífico por competencia y depredación (Bravo-Nuñez, 1991), es decir, en estos lugares hay una menor dinámica entre las especies de anfibios y su relación con los demás componentes del ecosistema (otras especies de fauna, vegetación y elementos abióticos) que en aquellos con unos valores más altos en los que la dominancia es menor.

Tabla 5-95 Índices de diversidad de anfibios para las coberturas de la tierra

INDICES	BG	PA	TA	VS
Riqueza	2	2	1	1
Individuos	9	5	1	6
Simpson (1-D)	0,1975	0,32	-	-
Shannon (H)	0,3488	0,5004	-	-

Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, CUL: Cultivos, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, PF: Plantación forestal, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

El índice de Shannon expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001). Los valores del índice de Shannon (H') van desde cero, cuando hay una sola especie y por lo tanto no hay equidad en la repartición de los recursos; y su máximo valor es el logaritmo natural de la riqueza (para este caso $\ln 4 = 1.39$) cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Entre mayor sea el valor del índice de Shannon, se puede asumir que los recursos se reparten más equitativamente (Villáreal, y otros, 2006).

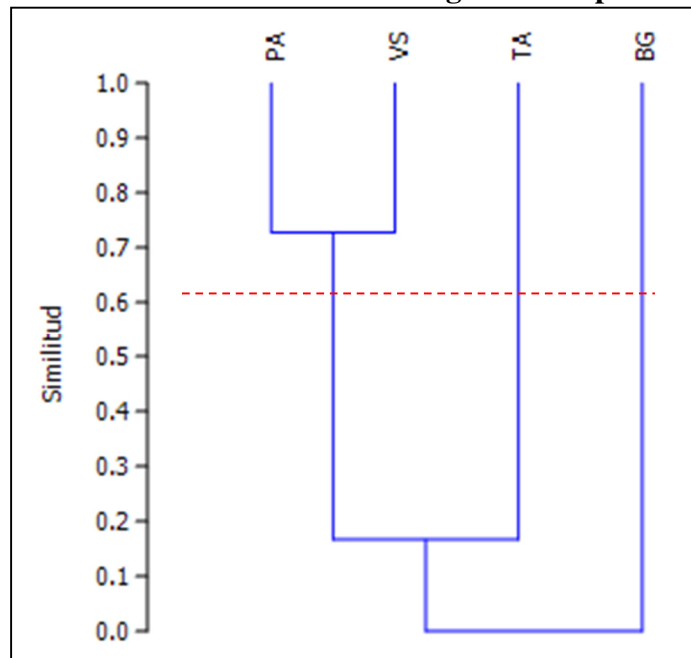
Al igual que para el índice de Simpson, los bosques y los pastos obtuvieron valores bajos para el índice de Shannon. Lo anterior hace referencia a que las especies de anfibios encontrados en las coberturas se estarían repartiendo menos equitativamente los recursos. A pesar de lo anterior, los índices podrían no estar reflejando la diversidad de anfibios en la zona debido principalmente a los errores de muestreo, detectabilidad y temporalidad de las especies y que se vio reflejado en que no se obtuvo la asíntota en la curva de acumulación de especies.

Por otro lado, la diversidad entre hábitats (diversidad beta) es el grado de reemplazamiento o cambio biótico a través de gradientes ambientales que está basada en las proporciones o diferencia de especies (Moreno, 2001). Esta diversidad mide las diferencias entre las

especies de dos puntos, dos tipos de comunidad o dos paisajes y está ligada con factores como la distancia (en el espacio y el tiempo) entre los muestreos y la heterogeneidad ambiental (heterogeneidad del paisaje) (Halffter & Moreno, 2005).

Para examinar el grado en que dos coberturas de la tierra son semejantes por el número de especies de anfibios presentes en ellas, se realizó un análisis de similitud con el coeficiente de Bray-Curtis y el método de agrupamiento clásico. El intervalo de valores para este índice va de cero (0) cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta uno (1) cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001). Los resultados se muestran en la Figura 5-111.

Figura 5-111 Similitud de las coberturas según la composición de anfibios



Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, CUL: Cultivos, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, PF: Plantación forestal, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

El gráfico muestra que hay alta similitud entre la composición de especies de los pastos y la vegetación secundaria. Estas dos coberturas tienen una estructura florística diferente, lo que haría suponer que la composición de anfibios difiere de igual manera. Ambas coberturas presentaron una riqueza baja en donde las especies y sus abundancias son similares. Sin embargo, los taxones encontradas en ellas son generalistas, como el sapo común (*R. marina*) y la rana pustulosa (*E. pustulosus*).

Los bosques y territorios artificializados, por su parte, presentan una similitud muy baja con las demás coberturas, ya que ellos albergan, además de las especies generalistas, taxones

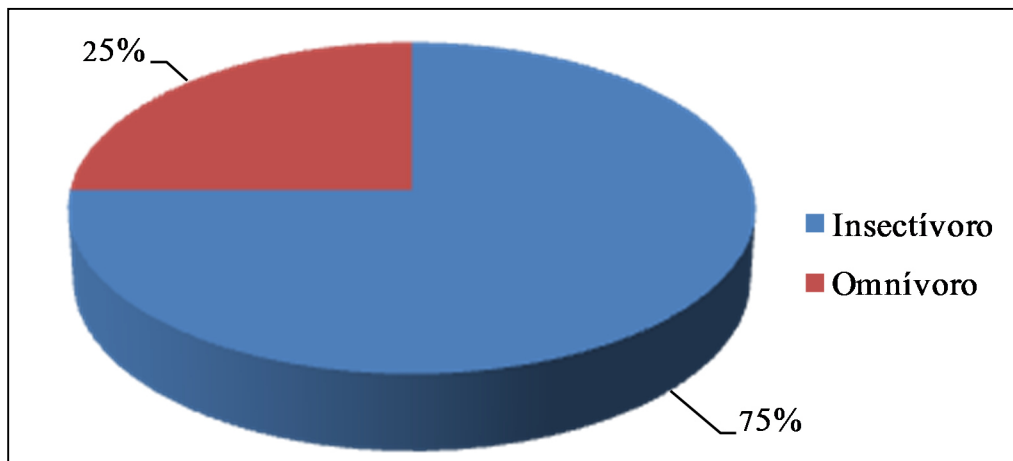
que fueron encontrados únicamente en ese tipo de áreas. Por ejemplo, la rana *Pristimantis* aff. *paisa* en arbustal y la rana venenosa (*Hyloxalus* aff. *lehmanni*) en el bosque, especies importantes debido a su endemismo y amenaza.

5.1.2.1.5.7.6 Relaciones ecológicas entre las especies: Componente trófico

La manera en que se relacionan los anfibios con su entorno marca una pauta trascendental en la importancia de este grupo en los ecosistemas. Una manera de analizar esta relación es a través de la estructura trófica del ensamble de anfibios en el área de influencia.

En la Figura 5-112 se observa las preferencias tróficas de las especies de este grupo, la cual muestra que el 75% son insectívoras y el 25% omnívoras. Lo anterior hace que este grupo juegue un papel importante en el control de plagas potenciales, rol relevante si se tiene en cuenta las áreas de cultivos que se encuentran en el área de influencia.

Figura 5-112 Preferencias tróficas de los anfibios encontrados en el área de influencia





Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

La única especie omnívora es el sapo común (*Rhinella marina*), al cual tiene una dieta compuesta principalmente por artrópodos (especialmente hormigas y termitas) y pequeños vertebrados. Adicionalmente, esta especie consume otros invertebrados como anélidos, y restos de material vegetal.

La ranita pustulosa (*Engystomops pustulosus*) consume presas pequeñas en las que se incluyen termitas, hormigas, caracoles, coleópteros e isópodos, mientras que las especies *Pristimantis* aff. *paisa* e *Hyloxalus* aff. *lehmanni* son especies insectívoras, sin embargo, no se encontró información sobre su dieta específica. Adicionalmente, las especies de ranas son depredadas por reptiles, especialmente serpientes, y diferentes tipos de aves como águilas, garzas, entre otros.

5.1.2.1.5.8 Reptiles

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

Debido a su fisiología térmica, los reptiles presentan particulares rasgos de historia de vida como respuesta clara a los cambios de su hábitat y poca movilidad. Son útiles para el estudio de la diversidad en ambientes con alta presión antrópica y sirven como modelo en la investigación ecológica, para comprender cómo los procesos destructivos dentro del ambiente afectan a las comunidades faunísticas. Además, dentro de la cadena trófica son un grupo clave por sus características fisiológicas que los hacen depósitos efectivos de energía dentro del ecosistema (Moreno-Arias, Medina-Rangel, Carvajal-Cogollo, & Castaño-Mora, 2009). Por otra parte, este grupo juega un rol importante en ecosistemas naturales ya que participa en el flujo de energía y ciclado de nutrientes de ambientes terrestres y acuáticos; adicionalmente, ayuda en el control de poblaciones de plagas y pueden actuar potencialmente como polinizadores y dispersores de semillas (Valencia-Aguilar, Cortés-Gómez, & Ruiz-Agudelo, 2013).

Este grupo es uno de los más diversos del país, a pesar de ser muy importantes ecológica y económicamente, constituyen una clase poco conocida, además sufren un alto grado de destrucción, debido a la caza comercial, el deterioro de su entorno y al temor que varias especies despiertan en la mayoría de las personas (Sanchez, Castaño-Mora, & Cárdenas, 1995; Lynch, 2012).

En el área de influencia se reporta la presencia probable de 58 especies de reptiles de las 571 especies registradas para Colombia. Las especies potenciales, así como información relevante de cada una de ellas, se pueden consultar en el Anexo H Especies de fauna potencial.

5.1.2.1.5.8.1 Representatividad del muestreo

Para la caracterización de reptiles se realizaron recorridos de observación durante siete (7) días alternando los horarios, en la mañana, la tarde y la noche, especificados en la metodología. En total el esfuerzo de muestreo fue de 63 horas (Tabla 5-96).

Tabla 5-96 Esfuerzo de muestreo para la caracterización de reptiles

MÉTODO	CÁLCULO	ESFUERZO DE MUESTREO
Recorridos de observación	9h*7 días	63 horas

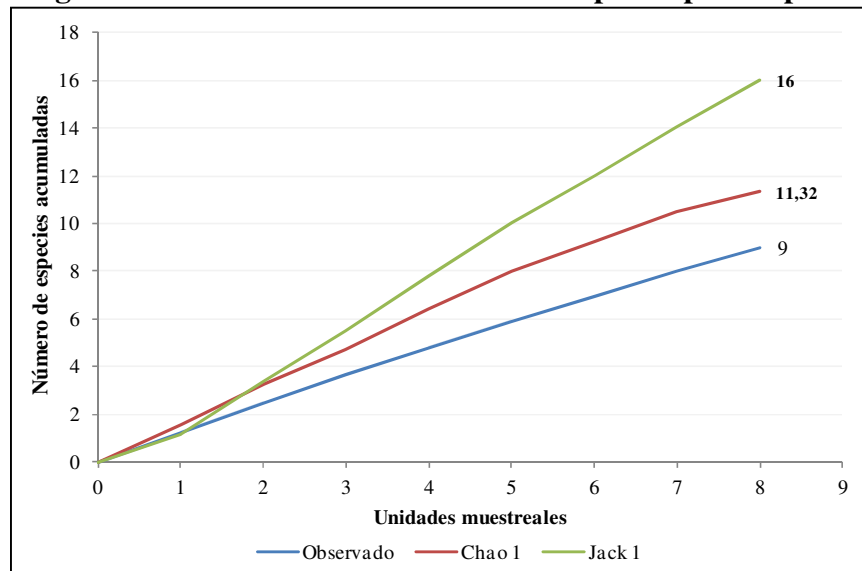
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Los recorridos para la observación de anfibios, se muestran en la Figura 5-107 (en el apartado de anfibios).

Para evaluar que tan completo fue el muestreo se realizaron las curvas de acumulación de especies a partir de los datos de reptiles recolectados con la metodología que fue utilizada de manera uniforme en todas las unidades muestréales.

Para interpretar las curvas que se muestran en la Figura 5-113, se debe tener en cuenta su tendencia a estabilizarse (asíntota); cuando eso ocurra significa que se han encontrado el número total de especies de reptiles en el sitio con el esfuerzo de muestreo empleado (Toti, Coyle, & Miller, 2000). Así, debido a que las curvas de acumulación no tienden a la asíntota, se puede asegurar que no se han encontrado todas las especies de reptiles presentes en el área de influencia. Lo anterior también quiere decir que si se sigue muestreando, se seguirán encontrando especies nuevas de este grupo en el muestreo. Igualmente, este número aumentará si se emplean otras metodologías complementarias, especialmente aquellas que involucren la búsqueda de reptiles difíciles de observar debido a sus hábitos fosoriales, arborícolas y/o acuáticos.



Figura 5-113 Curva de acumulación de especies para reptiles



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Como se mencionó en el análisis de anfibios, Chao 1 y Jacknife1 son estimadores no paramétricos del número de especies en una comunidad; el primero se basa en el número de especies raras en las muestras y el segundo se basa en el número de especies que ocurren en solamente una muestra, lo cual reduce la subestimación del verdadero número de taxones en una comunidad (Moreno, 2001).

Para el muestreo de los reptiles en el área de influencia se estimó la detección de un rango de entre 56,25% y el 75% del total de las especies, con el esfuerzo y la metodología de muestreo empleadas (Tabla 5-97), es decir, faltaron entre tres (3) y siete (7) especies por observar comparado con los estimadores de riqueza no paramétricos utilizados. Al igual que para anfibios, los resultados están dados por el tiempo de muestreo, la heterogeneidad del área de influencia, la temporalidad de las especies y los errores de muestreo. Dado lo anterior, los análisis de diversidad, tanto alfa como beta, pueden no estar representando el estado actual del ensamblaje de reptiles en el área de influencia, por lo que se tendrá

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

extremo cuidado en las conclusiones acerca de ellos.

Tabla 5-97 Riqueza estimada según el esfuerzo de muestreo para reptiles

	CHAO 1	JACKKNIFE
ESPECIES OBSERVADAS	9	
ESPECIES ESTIMADAS	12	16
PORCENTAJE DE REPRESENTATIVIDAD	75	56,25

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

La temporalidad de las especies, el hecho que solo se realizara el muestreo en una época climática (época de sequía con Fenómeno del Niño) y debido a las condiciones de intervención antrópica del área de influencia pueden explicar la diferencia entre el número estimado estadísticamente (Chao y Jackknife) y las especies de reptiles reportadas por información secundaria.

5.1.2.1.5.8.2 Composición de especies

Se registraron un total de nueve (9) especies y 14 individuos de reptiles. Las especies se encontraron distribuidas en un (1) orden, Squamata, y cinco (5) familias (Tabla 5-98).

Los taxones encontrados representan el 1,58% de las especies registradas para Colombia (571 spp.) y el 15,52% de los reptiles con presencia probable en el área de influencia (58 spp., Anexo H Fauna).

Tabla 5-98 Especies de reptiles registrados en el área de influencia

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	REGISTRO		ABUNDANCIA	COBERTURA DE LA TIERRA												
		Obs	Cap		TA	CUL	PA	MOS	BF	BG	PF	HE	AR	VS	AA	RÍOS	CAA
ORDEN SQUAMATA / SUBORDEN SAURIA																	
FAMILIA CORYTOPHANIDAE																	
<i>Basiliscus basiliscus</i>	Salta charcos, basilisco	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
FAMILIA DACTYLOIDAE																	
<i>Anolis aff. mariarum</i>	Lagartija	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anolis fuscoauratus</i>	Lagartija	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FAMILIA IGUANIDAE																	
<i>Iguana iguana</i>	Iguana	3	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FAMILIA TEIIDAE																	
<i>Ameiva ameiva</i>	Lagartija	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Lagartija arcoiris	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Holcosus festivus</i>	Lagartija	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
ORDEN SQUAMATA / SUBORDEN SERPENTES																	
FAMILIA COLUBRIDAE																	
<i>Erythrolamprus epinephelus</i>	Falsa coral	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leptophis ahaetulla</i>	Machete, culebra verde	-	2	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-

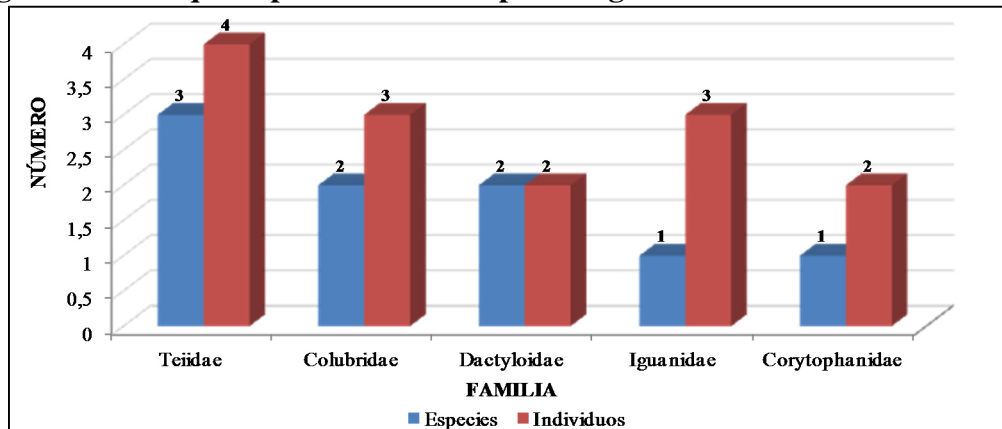
Tipo de registro: Obs: Observación, Cap: Captura. Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, CUL: Cultivos, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, PF: Plantación forestal, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

En la caracterización de los reptiles con presencia probable del área de influencia, se reportan especies de dos (2) órdenes, Squamata (lagartos, lagartijas, serpientes y afines) y Testudines (tortugas), sin embargo, en el muestreo de campo se encontraron representantes del orden Squamata.

La familia más rica fue Teiidae con tres especies y cuatro (4) individuos, seguida por Colubridae con dos (2) especies y tres (3) individuos y Dactyloidae con dos (2) taxones y una abundancia de dos (2) individuos. Las familias Iguanidae y Corytophanidae estuvieron representadas por una (1) especie y tres (3) y dos (2) especies, respectivamente (Figura 5-114).

Figura 5-114 Riqueza por familia de reptiles registrados en el área de influencia



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

La familia más rica y abundante fue Teiidae (Fotografía 5-21), compuesta por lagartos de tamaño moderado a muy grande y que presentan extremidades con dedos bien diferenciados que terminan en uña; Además, presentan cuerpo recubierto dorsalmente de escamas esféricas y homogéneas mucho más pequeñas que las ventrales (ICN, 2011). Las especies de esta familia se pueden encontrar en hábitats variados, desde bosques con poca intervención hasta áreas muy intervenidas.

Fotografía 5-21 Teiidae, familia más rica en el área de influencia



Arriba: *Ameiva Ameiva*, Centro: *Cnemidophorus lemniscatus*, Abajo: *Holcosus festivus*.
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

La Segunda familia más rica es Colubridae (Figura 5-114), es decir, las serpientes que, en su mayoría, no son venenosas. A esta familia pertenecen aproximadamente dos tercios de las serpientes acuales y cuya distribución es prácticamente mundial. Incluye especies terrestres, arborícolas, semiminadoras, semiacuáticas y acuáticas y por lo tanto, una amplia variedad de formas y estrategias de historia de vida (ICN, 2011). A la familia Dactyloidae pertenecen lagartijas conocidas como abaniquillos o anoles, de tamaño pequeño, con extremidades desarrolladas y distribuidos desde tierras bajas hasta alta montaña con hábitos terrestres y arborícolas. Adicionalmente, presentan estructuras especiales como sacos gulares (ICN, 2011).

La especie más abundante fue la iguana (*Iguana iguana*; Fotografía 5-22), de la cual se encontraron tres (3) individuos. Esta especie habita desde Costa Rica hasta gran parte de América del Sur y está asociada a bosques de tierras bajas, por lo general en la cercanía de arroyos, ríos y lagos; además, habita regiones boscosas aisladas en medio de sabanas y en áreas intervenidas siempre y cuando haya presencia de árboles y cuerpos de agua cerca. En el área de estudio la iguana estuvo asociada a territorios artificializados, es decir a árboles presentes en fincas recreativas en el municipio de San Jerónimo que quedan cerca a bosques de galería y a sus quebradas cercanas.

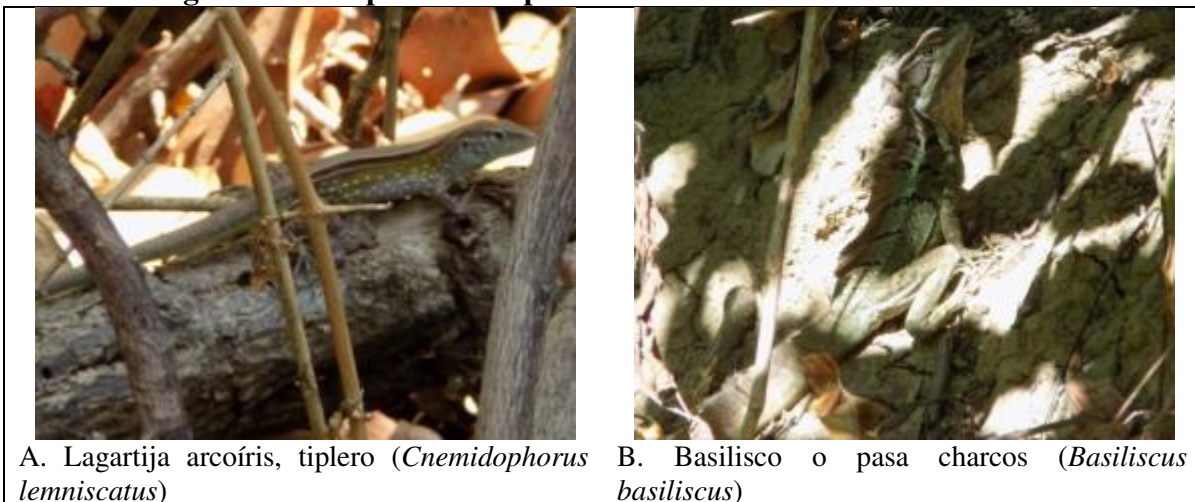
Fotografía 5-22 Iguana (Iguana iguana) especie de reptil más abundante en el área de influencia



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Otra especie abundante fue la lagartija arcoíris o tiplero (*Cnemidophorus lemniscatus*; Fotografía 5-23) de la cual se encontraron dos (2) individuos. Esta especie habita áreas abiertas y soleadas y es abundante en regiones áridas, semiáridas y deciduas. En el área de influencia, esta especie estuvo asociada a zonas arenosas y rocosas de los cuerpos de agua asociados a los bosques riparios, herbazales, arbustales y vegetación secundaria. Por otra parte, el basilisco o pasa charcos (*Basiliscus basiliscus*; Fotografía 5-23 B) es una especie que se asocia a bosques primarios como secundarios, bordes de bosque y áreas abiertas, especialmente cerca de fuentes de agua, quieta o en movimiento y en el área de influencia estuvo asociado a bosques de galería.

Fotografía 5-23 Especies de reptiles encontradas en el área de influencia




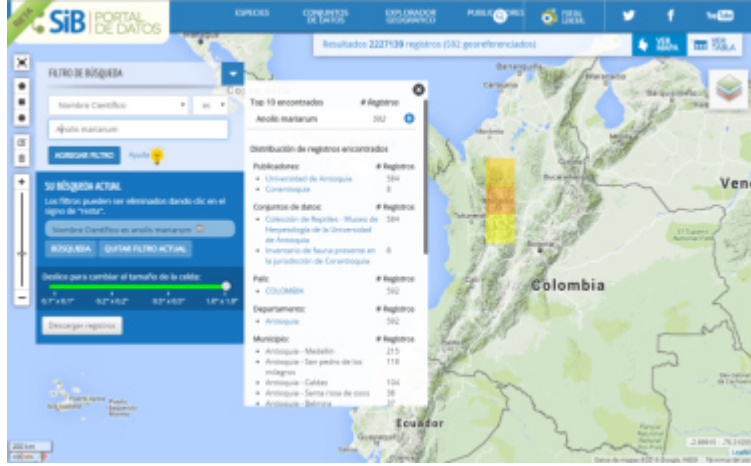
La serpiente más abundante fue la machete o lora (*Leptophis ahaetulla*) con dos (2) individuos. Esta especie tiene una amplia distribución en Colombia, la cual va desde zonas



de monte desértico tropical hasta bosques muy húmedos montano bajos, pasando por bosques secos, húmedos y muy húmedos tropicales así como por premontanos bajos de las vertientes del Caribe y del Pacífico, en clima tropical lluvioso, seco de baja latitud y de montaña tropical, desde el nivel del mar hasta los 2750 metros de altitud (Serpentario Nacional, 2015). En el área de influencia, esta especie estuvo asociada únicamente a los bosques de galería.

5.1.2.1.5.8.3 Especies endémicas, casi endémicas y amenazadas

Con 571 especies de reptiles, Colombia ocupa uno de los primeros lugares a escala global en riqueza de este grupo, cuyas especies se concentran, principalmente, en la región andina y el Chocó Biogeográfico (Castaño-Mora, 2002). A pesar de que la mayor biodiversidad colombiana se concentra en las zonas de piedemonte llanero y estribaciones inferiores de las cordilleras, la biodiversidad de los bosques de montaña presenta un alto grado de endemismos (Urbina-Cardona J. N., 2011), por lo que para el área de influencia se reporta la presencia probable de 19 especies endémicas y dos (2) casi endémicas (Anexo F. Fauna). A pesar de lo anterior, solo se observó una (1) especie endémica, *Anolis aff. mariarum*, asociada a pastos cerca a bosque de galería de la quebrada La Volcana. A continuación, en la Tabla 5-99, se presenta la información asociada a la especie.

Tabla 5-99 Ficha de *Anolis mariarum*, especie endémica encontrada en el área de influencia

<i>Anolis mariarum</i> BARBOUR, 1932	
	
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2015)	Fuente: http://data.sibcolombia.net/
Clase	Reptilia
Orden	Squamata (Suborden Sauria)
Familia	Dactyloidae
Especie	<i>Anolis mariarum</i>
Nombre común	Abaniquillo, lagartija, anole
Estado de amenaza	No evaluado
Tipo de distribución	Endémica
Distribución en el mundo	Colombia

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

<i>Anoelis mariarum</i> BARBOUR, 1932	
Distribución en Colombia	Región montañosa de las cordilleras Central y Occidental
Distribución altitudinal	>1200
Sitios de observación en campo	Rocas y raíces a la orilla de quebrada La Volcana, asociada a pastos y bosques de galería aledaños, vereda Palmitas, Municipio Medellín. Coordenadas: Latitud 6,33835; Longitud -75,688124
Densidad de la especie	Es una especie común
Estado poblacional	Desconocido
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Esta especie ocupa la vegetación baja en herbazales y pastizales abiertos (con intervención antrópica). Bosques naturales o intervenidos.

Fuente: (Rubio-Rocha, Bock, & Páez, 2011; Bock, Zapata, & Páez, 2010)



Hasta el momento los reptiles nos han sido categorizados para conocer su estatus de amenazada, exceptuando por 25 especies carismáticas y bien conocidas dentro del grupo de las tortugas y los cocodrilos (Urbina-Cardona J. N., 2011). Adicionalmente, debido a sobrexplotación, pérdida de hábitat, el cambio climático y eliminación de individuos por aversión de las comunidades humanas muchas especies como las serpientes podrían llegar a tener un riesgo de extinción alto en el país (Urbina-Cardona J. N., 2011). Lo anterior se podrá determinar a medida que aumenten los estudios ecológicos de los reptiles colombianos y la vulnerabilidad de este grupo ante cambios de uso del suelo como la fragmentación del hábitat, enfermedades emergentes y respuesta a los gradientes microclimáticos (Urbina-Cardona J. N., 2011). Tal vez por lo anterior, la marcada intervención antrópica y los errores del muestreo, no se encontraron especies de reptiles amenazados en el área de influencia.

5.1.2.1.5.8.4 Especies de importancia económica y/o cultural y presiones de la fauna

Los reptiles han sido tradicionalmente el grupo de vertebrados que más rechazo causa a las personas debido, principalmente al desconocimiento acerca de su naturaleza y del importante papel que juegan en los ecosistemas, lo cual ha causado toda clase de fantasías (Castaño-Mora, 2002). Por otra parte, la explotación de cocodrílidos ha jugado tradicionalmente un papel económico importante, incluso más que la de otros reptiles, en la economía del país (Castaño-Mora, 2002). A pesar de lo anterior, no se evidenció ningún uso, ni económico ni cultural, de las especies observadas de este grupo por parte de las comunidades humanas.

Por otra parte, los Apéndices de la CITES son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva (CITES, 2015). En el área de estudio se registró una (1) especie que está enlistada en el Apéndice II de la CITES: la iguana (*Iguana iguana*), en donde figuras los taxones que no están necesariamente en peligro de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio (CITES, 2015).

En cuanto a las presiones de los reptiles, en el área de influencia, se identificaron varias presiones hacia las poblaciones, como la pérdida de hábitat (especialmente por la ganadería

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

y la agricultura), que ha causado la reducción de los parches boscosos y otras áreas naturales, así como su conectividad. La pérdida de hábitat en los fragmentos de vegetación natural remanente podría estar reduciendo la calidad del hábitat donde una especie podría buscar refugio ante cambios microclimáticos, dándose una sinergia entre la pérdida, fragmentación y degradación de los ambientes. La falta de lluvias también afectó a las especies de reptiles dentro del área de influencia. Al presentarse eventos extremos de sequía, cambios en los patrones de precipitación a lo largo del año y la pérdida de neblina afecta a las poblaciones (Urbina-Cardona J. N., 2011). Estos factores generan la acumulación de polutos en los microhábitats y la reducción en la profundidad de cuerpos de agua, lo que puede aumentar la mortalidad en juveniles y adultos (Urbina-Cardona J. N., 2011).

5.1.2.1.5.8.5 Asociacion a coberturas de la tierra

La manera en que los reptiles se asocian a las coberturas de la tierra está determinado por la estructura física del ambiente, la fisiología del animal, la disponibilidad de alimento y la protección contra depredadores (Molina Zuluaga & Gutiérrez Cárdenas, 2007) que las coberturas le puedan brindar. Dicho proceso de elección determinará la distribución espacial de los reptiles en las unidades de coberturas presentes en el área de influencia.

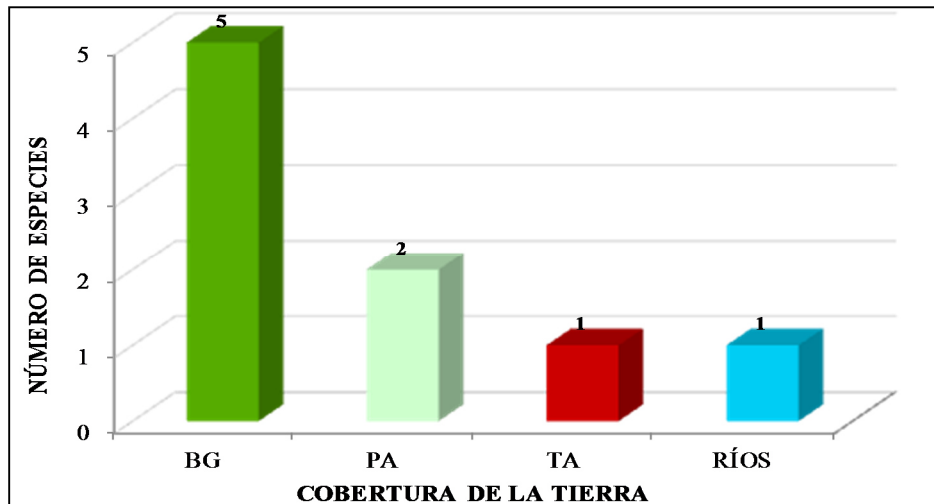
Cinco (5) especies de reptiles estuvieron asociadas a bosques de galería (Figura 5-115), especialmente a bosques riparios o de galería, es decir, el 55,5% de los taxones muestreados en el área de influencia. Los bosques están definidos principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas, y en el área de influencia el principal tipo de bosque es el ripario, el cual se refiere a las áreas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales (IDEAM, 2010). La presencia de vegetación arbórea y cuerpos de agua provee una gran cantidad de recursos alimenticios y de refugio, así como sitios de encuentro y reproducción para los reptiles, lo cual explica la mayor riqueza en esta cobertura. Dentro de las especies encontradas se encuentra el basilisco (*Basiliscus basiliscus*), la machete (*Leptophis ahaetulla*), las lagartijas *Ameiva ameiva* y *Holcosus festivus* y la serpiente *Erythrolamprus epinephelus*.

En los pastos se registraron dos (2) especies de reptiles (Figura 5-115), lo que corresponde al 22,2% de los taxones muestreados. Este tipo de áreas están constituidas por territorios cubiertos de vegetación herbácea que son utilizadas para la ganadería, principalmente (IDEAM, 2010). En estas coberturas se encontraron las lagartijas *Anolis aff. mariarum* y *Anolis fuscuauratus*. Estas especies pueden estar asociadas a áreas abiertas que estén cerca a bosques y a cuerpos de agua.

Los territorios artificializados y los ríos presentan una (1) especie (Figura 5-115), es decir, el 11,1% de los taxones encontrados para cada una. En la primera cobertura se encontró la iguana (*I. iguana*), especie generalista (Rodríguez-Guerra, 2013) y con una amplia distribución (Uetz & Hallermann, 2015) que se pueden encontrar en áreas naturales e intervenidas, en donde pueden encontrar refugio y alimentación (Rodríguez-Guerra, 2013).

En los ríos se observó a la lagartija arcoíris (*C. lemniscatus*), la cual es muy común en áreas abiertas como playas y pastos cerca de cuerpos de agua (Montgomery, Boback, Green, Paulissen, & Walker, 2011). En las demás coberturas no se encontraron especies de reptiles, lo cual no significa que las especies no se asocien a ellas. Los resultados son el efecto de un muestreo que se hizo en una sola época climática (época seca) y cuya representatividad fue baja.

Figura 5-115 Asociación de los reptiles a las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia



Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, CUL: Cultivos, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, PF: Plantación forestal, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

En cuanto a los índices de diversidad, solo se pudieron calcular para los bosques de galería y pastos, ya que en las demás coberturas se encontró una (1) sola especie o no se encontró ninguna. Los valores se muestran en la Tabla 5-100.

Al igual que para anfibios, los bosques de galería son las áreas con el valor más alto del índice de Simpson, seguido de pastos. Aquellas coberturas con valores altos y medios del índice de Simpson tienen una mayor probabilidad de encuentro interespecífico por competencia y depredación (Bravo-Nuñez, 1991), es decir, en estos lugares hay una mayor dinámica entre las especies de reptiles y su relación con los demás componentes del ecosistema (otras especies de fauna, vegetación y elementos abióticos) que en aquellos con unos valores más bajos, probablemente porque hay una menor dominancia de especies.

Tabla 5-100 Índices de diversidad de reptiles para las coberturas de la tierra

	BG	PA	RÍOS	TA
Riqueza	5	2	1	1
Individuos	7	2	2	3

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

	BG	PA	RÍOS	TA
Simpson (1-D)	0,7755	0,5	-	-
Shannon (H)	1,55	0,6931	-	-

Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, CUL: Cultivos, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, PF: Plantación forestal, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

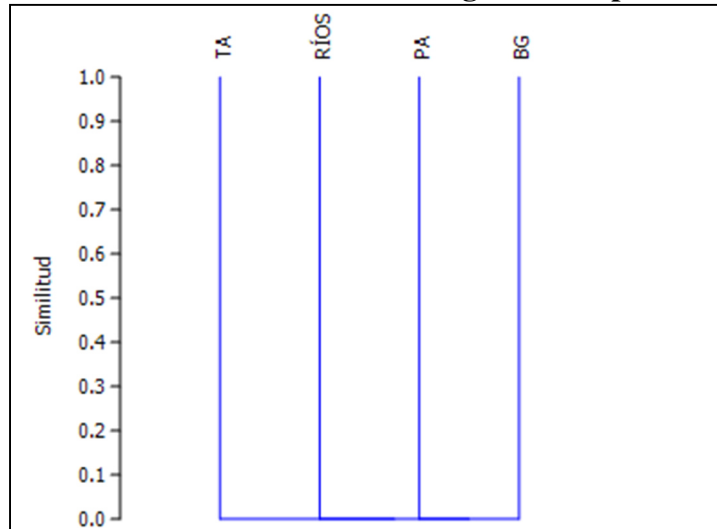
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

El índice de Shannon expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001). Los valores del índice de Shannon (H') van desde cero, cuando hay una sola especie y por lo tanto no hay equidad en la repartición de los recursos; y su máximo valor es el logaritmo natural de la riqueza (para este caso $\ln 9 = 2.197$) cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Entre mayor sea el valor del índice de Shannon, se puede asumir que los recursos se reparten más equitativamente (Villáreal, y otros, 2006). Al igual que para el índice de Simpson, los bosques de galería obtuvieron los valores más altos del índice de Shannon que los pastos. Lo anterior hace referencia a que las especies de reptiles encontrados en las coberturas con mayor valor se estarían repartiendo más equitativamente los recursos que las coberturas con valores menores.

A pesar de lo anterior, debido a que no se obtuvo la asíntota en la curva de acumulación de especies, los índices podrían no estar reflejando la diversidad de reptiles en la zona debido principalmente a los errores de muestreo como el esfuerzo de muestreo, detectabilidad y temporalidad de las especies. Por otro lado, el grado de reemplazamiento o cambio biótico a través de gradientes ambientales que está basada en las proporciones o diferencia de especies se denomina la diversidad beta o entre hábitats (Moreno, 2001). Esta diversidad mide las diferencias entre las especies de dos puntos, dos tipos de comunidad o dos paisajes y está ligada con factores como la distancia (en el espacio y el tiempo) entre los muestreos y la heterogeneidad ambiental (heterogeneidad del paisaje) (Halffter & Moreno, 2005).

Se realizó un análisis de similitud con el coeficiente de Bray-Curtis y el método de agrupamiento clásico para examinar el grado en que dos coberturas de la tierra son semejantes por el número de especies de reptiles presentes en ellas. El intervalo de valores para este índice va de cero (0) cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta uno (1) cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

Figura 5-116 Similitud de las coberturas según la composición de reptiles



Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, CUL: Cultivos, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, PF: Plantación forestal, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

De acuerdo a la explicación anterior sobre el análisis de similitud, el gráfico muestra que ninguna cobertura es similar a otra. Esto se da debido a que cada especie de reptil fue encontrada en una cobertura diferente y muestra la importancia de cada una de las unidades vegetales para sostener la fauna reptil de la zona. Estos resultados de la similaridad también se pudieron presentar como un efecto de la falta de esfuerzo de muestreo, en varias épocas del año, que permitiera la observación de otras especies de este grupo.

5.1.2.1.5.8.6 Relaciones ecológicas entre las especies: Componente trófico

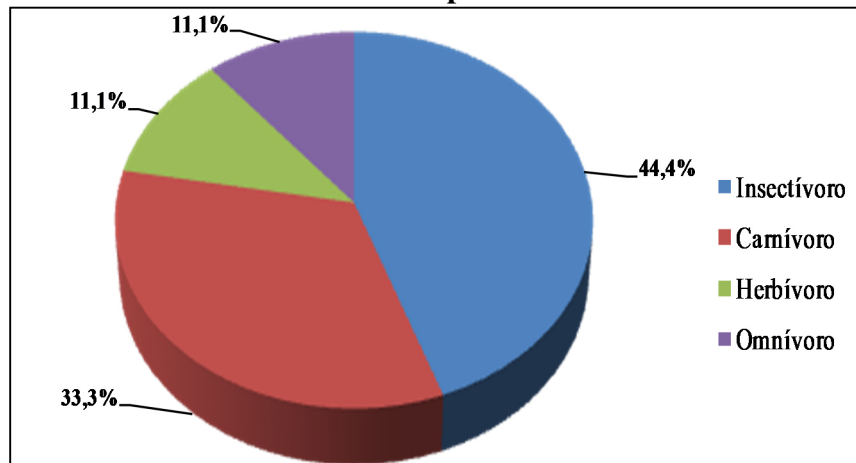
Los reptiles representan un grupo muy diverso distribuido a través de todo el mundo que llevan a cabo una gran variedad de funciones en los ecosistemas (Valencia-Aguilar, Cortés-Gómez, & Ruiz-Agudelo, 2013). En los ecosistemas neotropicales, este grupo juega un papel importante en el flujo y ciclado de nutrientes en ambientes terrestres y acuáticos, en el control de poblaciones de plagas potenciales y pueden actuar como polinizadores y dispersores de semillas, contribuyendo, directa o indirectamente, en el funcionamiento de los ecosistemas y proveyendo numerosos servicios a la humanidad (Valencia-Aguilar, Cortés-Gómez, & Ruiz-Agudelo, 2013).

El papel que juegan los reptiles está determinado, en gran parte, por su dieta. De las especies de reptiles encontradas dentro del área de influencia, 44,4% son insectívoras, 33,3% carnívoras, 11,1% herbívoras y 11,1% omnívoras (Figura 5-117).

Dentro de los insectívoros se encuentran la mayoría de las lagartijas de las familias

Dactyloidae y Teiidae. Por ejemplo, los anolis presentan una mayor tendencia al consumo de ortópteros, aunque ésta depende de la localidad en donde viven, mientras que otras poblaciones tienen dietas más diversificadas. Por otra parte, la dieta del gueco de cabeza amarilla (*G. albogularis*) consiste en pequeños insectos como grillos, cucarachas y moscas, mientras la lagartija arcoíris (*Cnemidophorus lemniscatus*) se alimenta de especies de Hymenoptera, Coleoptera, larvas de Lepidoptera, adultos de Hemíptera, Araneae, Isoptera y restos vegetales; indicando que la especie es insectívora, pero incluye también en su dieta materia vegetal, lo cual le permite colonizar con éxito una alta diversidad de hábitats. Por último, la ameiva gigante (*Ameiva ameiva*) se alimenta de insectos, arañas y, en menor medida, ranas.

Figura 5-117 Preferencias tróficas de los reptiles encontrados en el área de influencia





Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Dentro del grupo de los carnívoros se encuentran las serpientes y una especie de la familia Teiidae. La falsa coral (*Erythrolamprus epinephelus*) consume pequeños anuros y sus huevos y, a su vez, es consumida por serpientes coral (familia Elapidae) y águilas (familias Falconidae, Accipitridae) (Rodríguez-Guerra, 2010).

Otra serpiente, la machete (*Leptophis ahaetulla*) Es un forrajeador activo y se alimenta principalmente de ranas arborícolas, especialmente aquellas del género *Scinax*, aunque también se han registrado lagartijas (*Anolis*, *Thecadactylus rapicauda*, *Gonatodes*, *Ameiva*), otras serpientes, aves jóvenes, entre otros en su dieta (Pazmiño-Otamendi, 2014). Al parecer manipula sus presas antes de su ingestión ya que se ha encontrado que la mayoría han sido tragadas primero por la cabeza (Pazmiño-Otamendi, 2014).

La lagartija (*Holcosus festivus*) se alimenta de artrópodos y ranas que se encuentran en la hojarasca, mientras que la dieta del basilisco (*B. basiliscus*) es omnívora, la cual consiste en insectos, flores y pequeños vertebrados como serpientes, aves, huevos y peces. La única especie herbívora es la iguana (*I. iguana*), la cual se alimenta de hojas de varias especies de plantas que son muy ricas en proteínas y ácido oxálico; además, consume frutas y flores

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

que son digeridas por bacterias simbiotas que tiene en el intestino. La iguana puede llegar a ser una importante polinizadora y dispersora de semillas.

5.1.2.1.5.9 Aves

Entre los vertebrados terrestres, las aves ocupan el primer lugar en especies en el ámbito mundial, con alrededor de 10.507 especies conocidas (Del Hoyo *et al.*, 2014). Lo anterior, se explica debido en parte a las diferentes adaptaciones fisio-morfológicas que le han permitido a este grupo, habitar la gran mayoría de los ecosistemas del planeta y el adaptarse a variedad de hábitats entre diferentes rangos de altitud.



Así mismo, Colombia es el país con mayor diversidad de aves en el mundo con alrededor de 1911 especies descritas en la actualidad (Donegan *et al.*, 2015), cifra que corresponde al 20% de las especies globales y al 56,9% de las aves de Sudamérica (Ramírez Chávez & Suarez Castro, 2014). Esta riqueza, se debe en parte a la posición estratégica del país en el contexto geográfico, lo que da lugar al establecimiento de diferentes zonas biogeográficas, altas tasas de endemismos, especies restringidas a biomas específicos, y una oferta de hábitats y recursos variados para las aves migratorias que tienen rutas por el territorio nacional (Naranjo *et al.*, 2014).

Dentro del territorio nacional, las aves tienen distribución amplia en las cinco regiones biogeográficas del país, en donde la eco-región Caribe cuenta con cerca de 710 especies, la vertiente Pacífica con 646 especies, los Andes con 812 especies, en la Amazonía se registran 768 especies y la Orinoquía cuenta con 420 especies. Así mismo, el 73% de las aves se encuentran por debajo de los 1000 metros de altitud sobre el nivel de mar, 616 especies entre los 1000 y 2000 metros y 538 por encima de los 2000 metros de elevación y cerca de 1429 especies dependen o están restringidas al bosque húmedo (Salaman *et al.*, 2009).

Con base en lo anterior y entrando en contexto, en lo concerniente al área del proyecto, se destaca que en el ámbito regional, Antioquia es uno de los departamentos colombianos con mayor diversidad de aves, lo cual se atribuye al mosaico de hábitats en diferentes ecosistemas y zonas biogeográficas que posee; de esta manera, el área del proyecto se ubica en la dirección territorial que la Corporación denominó HEVÉXICOS, la cual, es una de las jurisdicciones de las Direcciones Territoriales en que esta administrativamente dividida CORANTIOQUIA y en cuyo territorio se verificó la presencia de fauna; desde este punto de vista, en dicha jurisdicción, hasta el 2010 se tenían registros de 246 especies de aves, respectivamente.

5.1.2.1.5.9.1 Representatividad del muestreo

El presente estudio se llevó a cabo durante un periodo de nueve días efectivos de muestreo. El estudio de la avifauna, se hizo mediante la combinación de dos métodos basados en Stiles & Roselli (1998) y Stiles & Bohórquez (2000), realizando técnicas de captura con

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

redes de niebla y observación directa por medio de recorridos, para la detección visual y auditiva de las especies de aves, además de puntos intensivos de observación. Por medio de las capturas se obtuvieron registros de aves pequeñas del sotobosque y en ecotonos, que en ocasiones son difícilmente observables o diferenciables, mientras que los transectos de observación permitieron inventariar la mayor parte de las aves medianas y grandes; así como aquellas en los estratos superiores de la vegetación.

Los esfuerzos de muestreo se describen a continuación (Tabla 5-101).

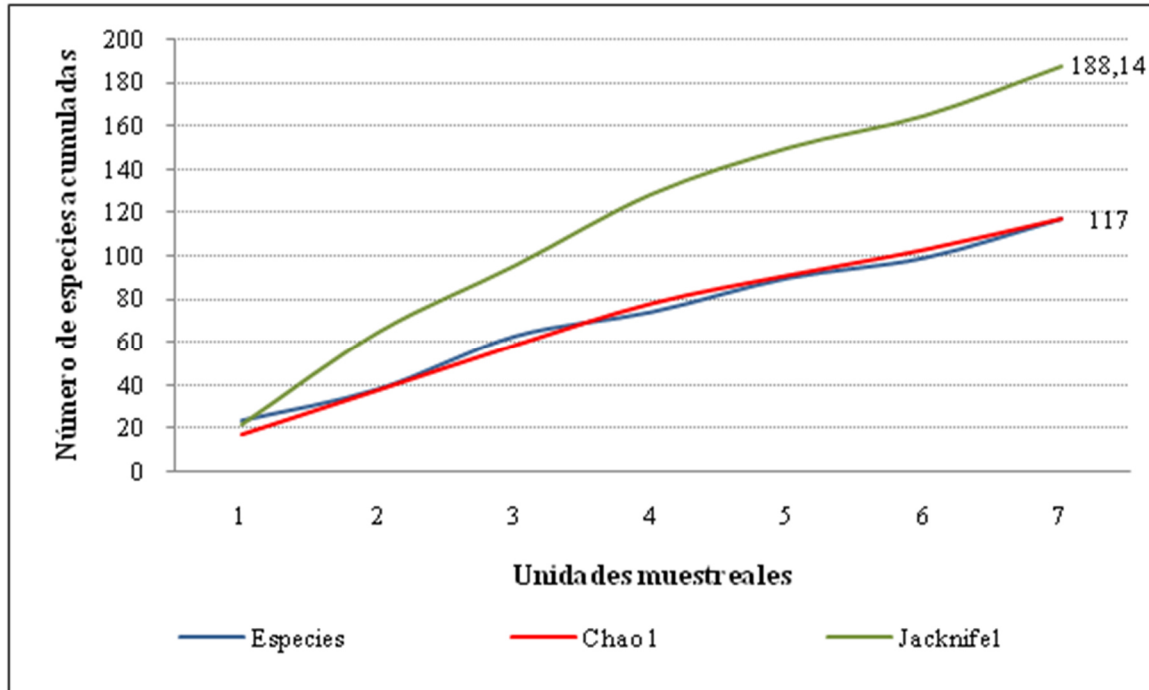
Tabla 5-101 Esfuerzo de muestreo del componente aves por método empleado

Método	Cálculo	Esfuerzo de Muestreo
Recorridos de observación	5horas* 9 días	45 horas
Puntos de conteo intensivos	2horas * 4 días	8horas
Redes de niebla	<i>Esfuerzo de muestreo por día,</i> $EM_{diario} = (\text{Metros lineales totales} \times \text{día}/12) * \text{horas diarias}$ <i>Esfuerzo de muestreo total</i> $EM_{total} = EM_{diario} * \text{número de días totales de muestreo}$	160 Horas - Red

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Se obtuvo un registro de 117 especies de aves en el área del proyecto, con este resultado, se realizó una curva de acumulación de especies, teniendo en cuenta la metodología propuesta por Villarreal *et al.* (2004), en la cual se observa como aparecen las especies registradas en cada muestra conformada por 20 registros y como algunos estimadores muestran la riqueza máxima que podría alcanzarse. Para este análisis se usaron los estimadores de riqueza JACK NIFE 1 y CHAO 1, los cuales se emplean cuando se tienen valores de abundancia por especies.

Figura 5-118 Curva de acumulación de especies registradas de aves en el área de influencia



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Teniendo en cuenta las especies registradas y los estimadores de CHAO 1 y JACK NIFE 1, se evidenciaron comportamientos de crecimiento similares que tienden a la estabilidad de las curvas, pero sin alcanzar la asíntota. Con base en los resultados del análisis, se infiere que la riqueza de especies puede seguir aumentando entre un 1% a un 38%, si el esfuerzo de muestreo aumenta, considerando criterios como el comportamiento multitemporal de las poblaciones (época seca y de lluvias, épocas de migración latitudinal y local y época reproductiva, entre otros); no obstante, la calidad y/o estado de los hábitats puede tener influencia en los resultados.

Por consiguiente, dado que las curvas de acumulación no tienden a la asíntota, puede afirmarse en primera instancia, que aún se pueden hallar especies adicionales que estarían presentes o ser de registro potencial en el área de influencia. De esta manera, se infiere que en el caso dado de continuar con un monitoreo, los nuevos registros continúan dándose.

Por otra parte, se encontró que para el área del proyecto, las aves registradas durante la fase de campo representan en promedio entre el 62,2% y el 100% de las especies esperadas de acuerdo con los valores obtenidos a partir de los estimadores JACK NIFE 1 y CHAO 1 (Tabla 5-102).



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Tabla 5-102 Representatividad del muestreo del componente aves en el área de influencia

Ítems	CHAO 1	JACK NIFE 1
Especies registradas	117	
Especies Estimadas	117	188
Porcentaje de Representatividad	100%	62,2%

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Lo anterior indica que con el esfuerzo de muestreo empleado, se encontró una riqueza significativa de aves en el área de influencia; además, si se compara con el registro histórico regional equivalente a 246 especies, este registro de especies representa el 47,6% de lo potencial, para una sola temporada y durante un periodo de tiempo menor.

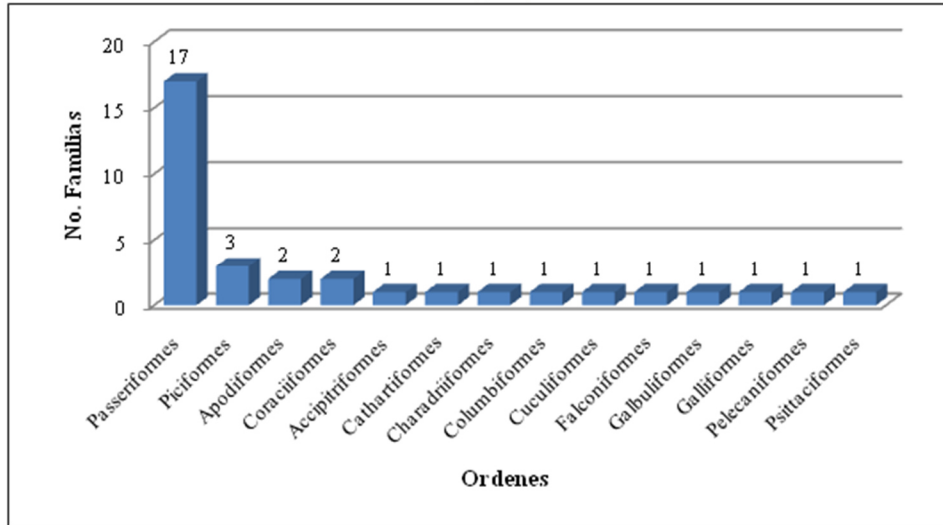
No obstante, se consideraría útil, según el análisis, realizar nuevos inventarios que den lugar a aumentar el esfuerzo de muestreo en términos de días y se consideren las épocas climáticas y temporadas de migración, así como el estado de intervención de las coberturas actuales en el área del proyecto; lo anterior con el propósito de aumentar las especies registradas y la representatividad de los inventarios.

5.1.2.1.5.9.2 Composición de especies

Se registraron en total 117 especies de aves en la fase de campo, las cuales se agruparon en 16 órdenes y 33 familias, además del grupo de especies *Incertae Sedis*. Estos resultados representan cerca del 47,6% (246 sp.) de lo esperado según referencias bibliográficas para la región en donde se encuentra inmersa el área de influencia (CORANTIOQUIA, 2010).

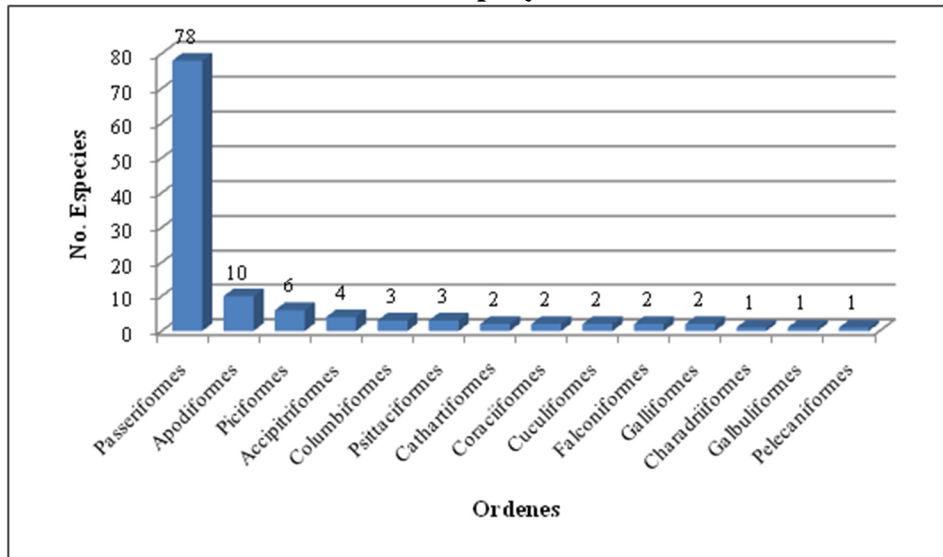
En la Figura 5-119 se presenta el número de familias de aves organizadas por orden y en la Figura 5-120, se presenta la riqueza de especies por orden. El listado completo de especies junto con atributos ecológicos de las mismas, se presenta en el Anexo H: Fauna.

Figura 5-119 Número de familias de aves registradas, agrupadas por órdenes, para el área del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Figura 5-120 Número de especies de aves registradas, agrupadas por órdenes, para el área del proyecto



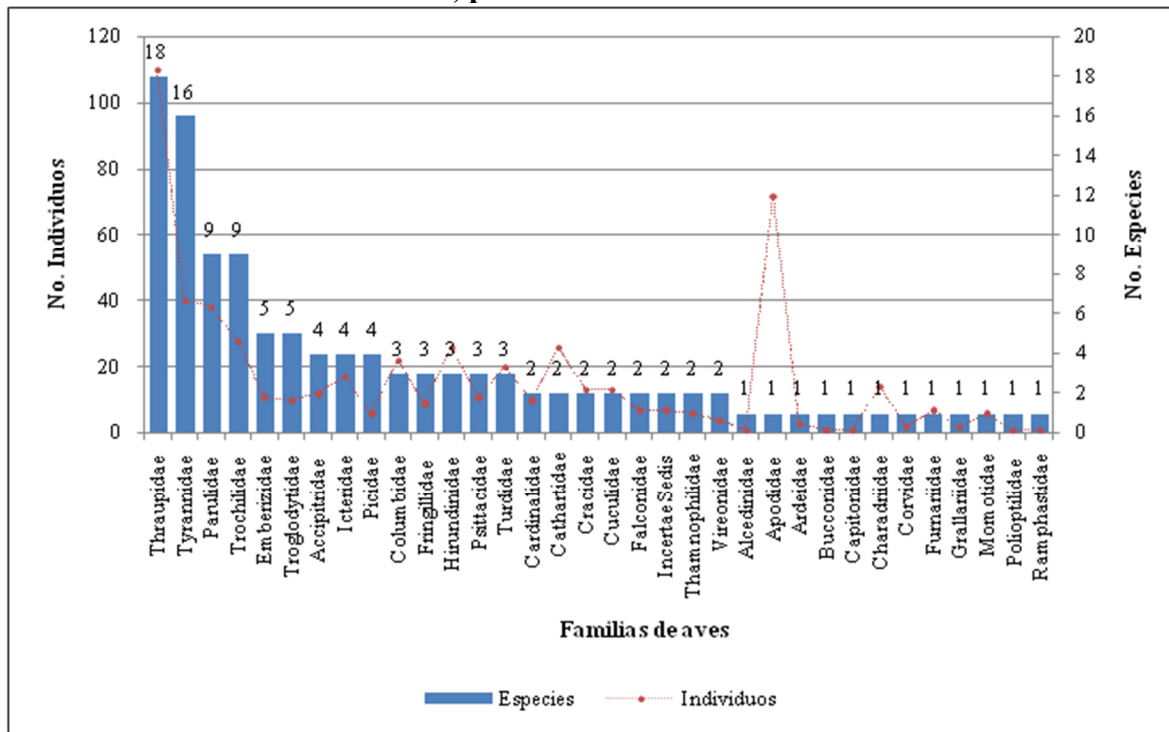
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Como puede observarse en las gráficas anteriores (ver Figura 5-119 y Figura 5-120), el orden Passeriformes fue el mejor representado con 16 familias, además del grupo *Incertae Sedis* (Razón por la que aparecen 17 columnas en la gráfica) y 78 especies, las cuales conforman el 66,7% del total de aves registradas en el área del proyecto. En los demás órdenes, se obtuvieron valores de riqueza que oscilaron entre una (1) y tres (3) familias y por especie entre una (1) y diez (10), siendo Piciformes (Picidae: Pájaros carpinteros,

Ramphastidae: Tucanes, Capitonidae: Capitos, barbuditos) el segundo orden mejor representado en cuanto a familias se refiere y Apodiformes (Apodidae: Vencejos, Trochilidae: Colibríes) en cuanto a número de especies.

Lo anterior, se explica considerando que para el caso de Passeriformes, este orden agrupa el mayor número de familias y especies del país, de alta diversidad y que habita en variedad de hábitats (Hilty & Brown, 1986; McMullan & Donegan, 2014). Respecto a los órdenes Charadriiformes y Pelecaniformes, también comprenden familias bien representadas en el país, y que de alguna manera están asociadas a ecosistemas acuáticos naturales y artificiales, áreas pantanosas, así como a vegetación riparia y macrófitas (Hilty & Brown, 1986). En lo que respecta a las familias, se presenta en la gráfica siguiente (Figura 5-121), el número de especies registradas por familia, para el área de influencia.

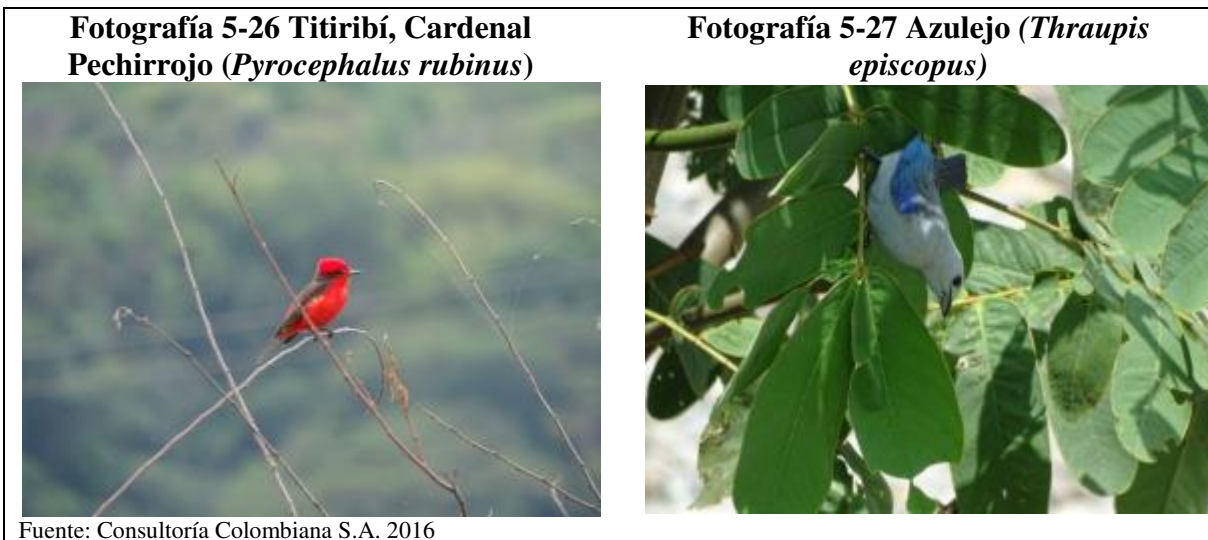
Figura 5-121 Riqueza y abundancia de especies de aves registradas agrupadas por familia, para el área de influencia.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En cuanto a las familias más representativas, puede observarse en la gráfica anterior (Figura 5-121) que Thraupidae (Traupidos, tangaras, mieleritos) y Tyrannidae (Tiránidos, atrapamoscas, papamoscas, mosqueritos), presentaron valores de riqueza de 18 y 16 especies respectivamente, seguida de Parulidae y Trochilidae con nueve especies cada una; así mismo, dos familias están representadas con cinco especies (Emberizidae y Troglodytidae), tres familias con cuatro especies, cinco familias con tres especies, siete

familias y el grupo Incertae Sedis con dos y 12 familias están representadas por una sola especie cada una (Fotografía 5-24 a Fotografía 5-27).



Con base en los resultados, puede inferirse que la distribución por especies, da indicios de que el recurso alimenticio más abundante en el área de influencia son los insectos y otros artrópodos, además de frutos; en primera instancia, puesto que los insectos y otros artrópodos son fuente de alimento de atrapamoscas (Tyrannidae), colibríes (Trochilidae) y algunas tangaras (Thraupidae) respectivamente; además, se hace inferencia a vegetación con flores y frutos, en cuyo caso, las flores proporcionan néctar consumido por colibríes y algunas tangaras (Thraupidae), cuya dieta de estas últimas, también está compuesta en un 90% por frutos, siendo en su mayoría aves frugívoras.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Desde este punto de vista, se presume que las familias Tyrannidae, Trochilidae y Thraupidae, principalmente estarían muy bien representadas en los fragmentos de bosque, bosques de galería, así como en vegetación secundaria y bordes, en el área de influencia; además, su riqueza tiende a decrecer en los pastizales, en áreas con poca cobertura arbórea, o en zonas desprovistas o con escasa vegetación (Hilty & Brown, 2001).

Los tiránidos y traúpidos, están ampliamente distribuidos en el neotrópico, ocupan hábitats heterogéneos; no obstante alcanzan mayor diversidad y abundancia en zonas bajas. Se resalta que los atrapamoscas esperados para la zona son típicos de zonas medias y particularmente se encuentran especies tanto de zonas boscosas, bordes, como de áreas abiertas.



En lo que respecta a los colibríes (Trochilidae), las especies son más frecuentes en tierras altas debido a que presentan diferentes grados de especialización en la explotación de néctar de flores de especies herbáceas andinas (Hilty & Brown, 2001). Por consiguiente, en el área del proyecto la representación fue menor, debido también en parte a la perturbación causada por diferentes actividades antrópicas. Los trochílidos o colibríes, son por lo general aves de tamaño pequeño y vistosos colores iridiscentes, de vuelo rápido, que se alimentan de néctar de las flores y pequeños artrópodos (ABO 2000, Hilty & Brown 1986).

En contexto, todas las familias dominantes poseen características en cuanto a nicho, hábitos y formas de vida muy afines, y constituyen un importante eslabón en el mantenimiento de los bosques, por su imprescindible papel ecológico en el control de posibles plagas, así como en la polinización y dispersión de semillas (información ecosistémica) (Hilty & Brown, 2000).

Entre las especies en general, existe una amplia variedad de hábitos, encontrándose aves de hábitos diurnos principalmente. Además, se encuentran formas herbívoras, frugívoras, insectívoras, nectarívoras, omnívoras, granívoras, carnívoras, piscívoras y carroñeras, que ocupan todos los estratos de los bosques húmedos, algunas llegan a elevaciones mayores (páramo, subpáramo) y pueden encontrarse también en ambientes terrestres (áreas abiertas como potreros, semiabiertas en donde se encuentra vegetación de bajo porte o escasa, áreas cultivadas, terrenos áridos) y ambientes acuáticos (cuerpos de agua lenticos e incluso lóticos), evidenciándose un marcado porcentaje hacia las dietas insectívoras, frugívoras, carnívoras o mixtas, mientras que las especies estrictamente herbívoras, representan un menor porcentaje; información que será ampliada en un ítem posterior.

5.1.2.1.5.9.3 Especies endémicas, casi endémicas y amenazadas

Las especies que se restringen a un solo país o que primordialmente se encuentran en un solo país, sirven como herramienta complementaria para identificar y determinar prioridades de conservación (Brooks *et al.*, 2006; Schmeller *et al.*, 2008; Chaparro-Herrera *et al.*, 2014).

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

En lo concerniente a las especies endémicas, el término se define basado en la distribución geográfica de la especie y si se encuentra restringida a los límites políticos de un país o nación; para el caso de las especies casi endémicas, la definición comúnmente utilizada en aves, sigue la propuesta por Stiles (1998), en donde una especie es considerada como tal, cuando presenta la mitad o más de su distribución en un país, con extensiones menores hacia uno o más países vecinos.

Por consiguiente, tanto las categorías de especies endémicas como casi-endémicas, son en conjunto una herramienta útil a un país en cuanto a realizar planes y acciones de manejo para la conservación de estas especies y sus hábitats (Chaparro-Herrera *et al.*, 2014).

Con base en lo anterior, en el área del proyecto, se registraron seis especies de distribución restringida para el país, entre ellas, dos especies de aves endémicas, cuya distribución se restringe al territorio colombiano y cinco casi endémicas, cuya distribución se comparte con otros países como Bolivia, Ecuador, Panamá, Venezuela, pero que cuentan con más del 50% de su distribución total en Colombia (Chaparro-Herrera, Echeverry-Galvis, Córdoba-Córdoba, & Sua-Herrera, 2013). Tabla 5-103, Fotografía 5-28, Fotografía 5-29, Fotografía 5-30 y Fotografía 5-31).

Tabla 5-103 Especies de aves endémicas y casi endémicas registradas en el área de influencia

Tipo de Distribución	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Endémica	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis colombiana</i>	Guacharaca Colombiana
	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryophilus sernai</i>	Cucarachero Antioqueño
Casi endémica	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpusconspicillatus</i>	Periquito de Anteojos
		Corvidae	<i>Cyanocoraxaffinis</i>	Carrquí Pechiblanco
		Troglodytidae	<i>Pheugopedius mystacalis</i>	Cucarachero Bigotudo
		Thraupidae	<i>Ramphocelusdimidiatus</i>	Toche Pico de Plata
			<i>Tangara vitriolina</i>	Tangara Rastrojera

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Fotografía 5-28 Periquito de Antejos
(*Forpus conspicillatus*)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Fotografía 5-30 Piquitorcido Oliváceo(*Oncostoma olivaceum*)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Fotografía 5-29 Carriquí Pechiblanco
(*Cyanocorax affinis*)




Fotografía 5-31 Tangara Rastrojera
(*Tangara vitriolina*)




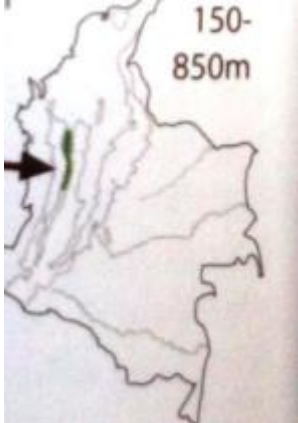
Teniendo en cuenta los registros, en la (Tabla 5-103), se presenta información relevante de las especies endémicas, registradas en el área del proyecto.

Tabla 5-104 Ficha informativa de la guacharaca colombiana (*Ortalis columbiana*)

<i>Ortalis columbiana</i> (Hellmayr, 1906)	
	
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)	Fuente: UICN (2016)
Clase	Aves
Orden	Galliformes
Familia	Cracidae
Especie	<i>Ortalis columbiana</i>
Nombre común	Guacharaca colombiana
Estado de amenaza	LC
Tipo de distribución	Endémica
Distribución en el mundo	Colombia
Distribución en Colombia	Las poblaciones que aún se mantienen se encuentran en un rango de distribución altitudinal de 100 – 2500 m.s.n.m. en la región del Valle del Cauca en los departamentos de Antioquia y Cauca principalmente y en el Valle del Magdalena entre los departamentos de Huila y Cundinamarca.
Distribución altitudinal	Desde los 100 hasta los 2500 m.s.n.m.
Densidad de la especie	Común. menos de 10.000 individuos maduros en relación con las tasas de declinación apropiadas y calificadores de subpoblación
Estado poblacional	Decreciendo. El tamaño de la población no se ha cuantificado, pero se presume que se acerca a los umbrales para especies vulnerables según el criterio de tamaño de la población (<10.000 individuos maduros con una disminución continua estimada en >10% en diez años o tres generaciones, o con una determinada estructura de la población). Por estas razones, la especie se evaluó como de Preocupación Menor (LC). (Birdlife International, 2012).
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Esta especie busca áreas boscosas para reproducirse y se tiene información de su reproducción para el mes de Febrero (Birdlife International, 2012)

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Tabla 5-105 Ficha informativa del cucarachero antioqueño (*Thryophilus sernai*)

<i>Thryophilus sernai</i> (Lara, Cuervo, Valderrama, Calderón-F & Cadena, 2012)	
	
Fuente: Consultoría Colombiana S.A.2016	Fuente: Guía de campo de las aves de Colombia (McMullan & Donegan, Field guide to the birds of Colombia , 2014).
Clase	Aves
Orden	Passeriformes
Familia	Troglodytidae
Especie	<i>Thryophilus sernai</i>
Nombre común	Cucarachero Antioqueño
Estado de amenaza	No evaluado (UICN)
Tipo de distribución	Endémica
Distribución en el mundo	Colombia
Distribución en Colombia	Identificada en la zona correspondiente al valle del río Cauca.
Distribución altitudinal	Desde los 150 hasta los 800 msnm
Densidad de la especie	No evaluado
Estado poblacional	No evaluado
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	La información de su reproducción es limitada. Hasta el momento se ha encontrado un macho y una hembra con testis y ovario bien desarrollado en el mes de agosto y un nido inactivo en el mes de diciembre en zona de bosque (Lara, Cuervo, Valderrama, Calderon, & Cadena, 2012).

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Al hacer referencia a las especies casi endémicas registradas, se corroboró que una de ellas habita en áreas de interior de bosque o vegetación densa (*Pheugopedius mystacalis*), mientras que las otras tres especies, prefieren las áreas de borde (Tangará Rastrojera, Periquito de Anteojos, Carriquí Pechiblanco, Toche Pico de Plata).

Cabe destacar que ninguna de estas especies casi endémicas se encuentra incluida en alguna categoría de amenaza nacional (MADS, 2014; Rengifoet *al.*, 2014) o global (UICN); no obstante, el Periquito de Anteojos (*Forpusconspicillatus*) se incluyó en el Apéndice II de CITES, información que se ampliará en un ítem posterior.

- **Especies Amenazadas**



En cuanto a las especies de ornitofauna amenazadas, en el área de influencia se registró el Perico Frentirrojo (*Psittacara wagleri*) en cercanías a la cabecera municipal de San

Jerónimo; esta especie, está catalogada como casi amenazada (NT) en el ámbito mundial debido a que es un taxón que luego de ser evaluado bajo los criterios establecidos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) no cumplió con todos los requisitos para ser catalogado en Peligro Crítico (CR), En peligro (EN) o Vulnerable (VU); no obstante, se considera que sus poblaciones están muy cerca de llegar a alguna de estas categorías.

Puede inferirse que la pérdida de hábitats, sumada a otros factores como la caza, el comercio ilegal e incluso el desconocimiento, han derivado en la disminución de poblaciones como la especies listada, a través del tiempo (Renjifo *et ál.*, 2014).

De acuerdo a lo anterior, en la Tabla 5-106, se presenta información relevante de la especie casi amenazada, registrada en el área de influencia.

Tabla 5-106 Ficha informativa del Perico Frentirrojo (*Psittacarawagleri*)

<i>Psittacarawagleri</i> (G. R. Gray, 1845)	
	
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)	Fuente: UICN (2016)
Clase	Aves
Orden	Psittaciformes
Familia	Psittacidae
Especie	<i>Psittacarawagleri</i>
Nombre común	Perico Frentirrojo
Estado de amenaza	NT
Tipo de distribución	Común
Distribución en el mundo	Colombia y Venezuela
Distribución en Colombia	Puede observarse en la región andina y en los valles interandinos, en el piedemonte de la Orinoquia en el departamento de Arauca Principalmente y en la región Caribe en cercanías a la Sierra nevada de Santa Marta.
Distribución altitudinal	Desde los 500 hasta los 2500 msnm
Densidad de la especie	Común. No se ha evaluado el tamaño poblacional.
Estado poblacional	Decreciendo. La tendencia de la población aparentemente no se ha cuantificado, pero se sospecha que el declive es moderadamente rápido debido a la persecución (Tenencia, comercio ilegal) y el cambio de uso del suelo (del Hoyo <i>et al.</i> , 1997)
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Esta especie habita en áreas de bosque húmedo, en vegetación secundaria y áreas de cultivo incluyendo plantaciones de café y maíz (UICN, 2016)

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016 en Birdlife International (2014).

5.1.2.1.5.9.4 Especies de importancia económica y/o cultural y presiones de la fauna

Mediante la consulta, se evidenció que el 15,4 % (18 sp.) de las especies registradas están catalogadas en el Apéndice II de la Convención sobre el comercio Internacional de especies amenazadas de Fauna y Flora Silvestres - CITES, indicando que si bien estas especies no se encuentran bajo alguna categoría de amenaza podrían llegar a estarlo si no se controla su comercialización y tráfico (CITES, 2015). En la Tabla 5-107, se presenta el listado de especies registradas incluidas en algún apéndice de la CITES.

Tabla 5-107 Especies de aves registradas en el área de influencia, incluidas en los Apéndices CITES

Apéndice CITES	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
II	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán Caminero
			<i>Buteobrachyurus</i>	Gavilán de Cola Corta
			<i>Buteoplatypterus</i>	Gavilán Aliancho
			<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Gavilán Coliblanco
	Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Pigua, Garrapatero
			<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano
	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psittacara wagleri</i>	Perico Frentirrojo
			<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito De Anteojos
			<i>Amazona amazonica</i>	Lora Amazónica
	Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis vestita</i>	Calzoncitos Reluciente
			<i>Colibrithalassinus</i>	Colibrí Verdemar
			<i>Colibricoruscans</i>	Colibrí Chillón
			<i>Haplophaedia aureliae</i>	Calzoncitos Verdoso
			<i>Chlorostilbon melanorhynchus</i>	Esmeralda Occidental
			<i>Adelomyi melanogenys</i>	Colibrí Pechipunteado
			<i>Coeligena coeligena</i>	Inca Bronceado
<i>Amazilia taczacatl</i>			Amazilia Colirrufa	
		<i>Chaetocercus mulsant</i>	Colibrí de Mulsant	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Como puede observarse en la Tabla 5-107, todas las especies registradas, se incluyen en el Apéndice II; por consiguiente, se hace útil mencionar, lo que se define puntualmente para este apéndice según CITES, para tener mayor claridad al respecto:

«En el Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación».

De esta manera, se tiene que, en dicho apéndice se incluyó a las especies que en general han sido sometidas a la presión de caza y/o comercio legal e ilegal. De esta manera, actividades tales como el comercio, la movilización y la tenencia de aves silvestres, debe ser regulada y controlada tanto en el ámbito internacional con el apoyo de CITES y en el

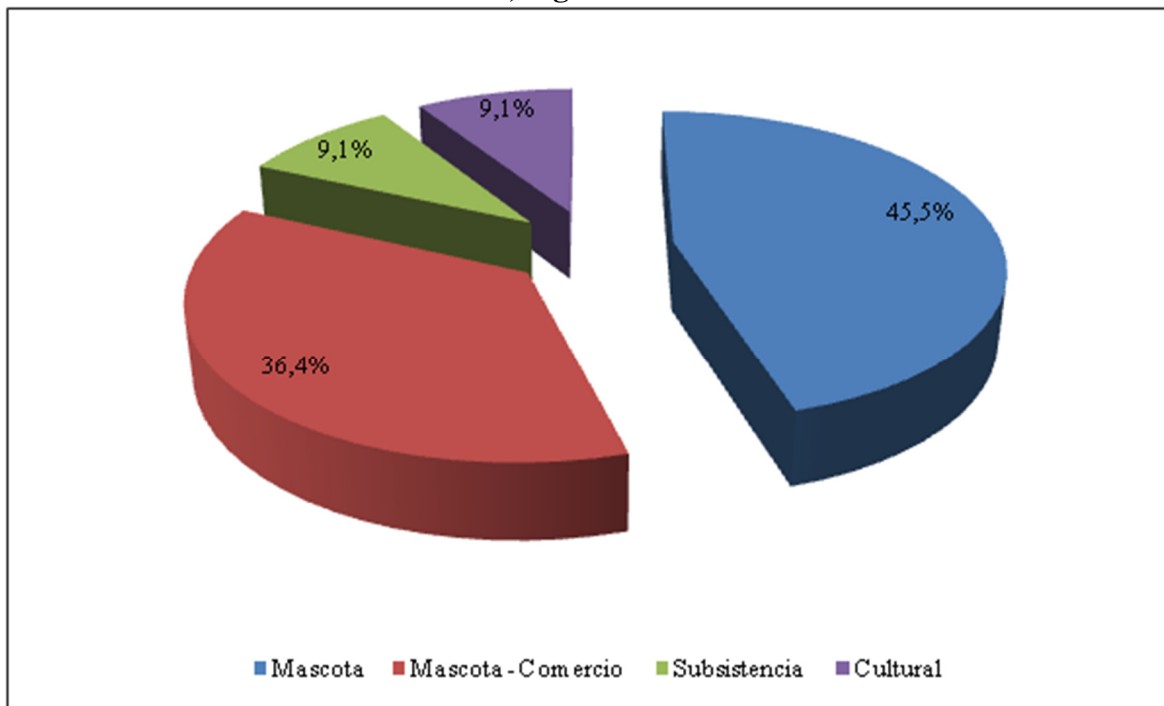
	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

territorio nacional mediante las autoridades ambientales (MADS y CARS). En consecuencia, se resalta que la Convención CITES aplica internacionalmente; entre tanto, en el ámbito nacional aplica la normatividad descrita en el Decreto 1608 de 1978 y corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales y Departamentos Administrativos de Medio Ambiente, exigir su cumplimiento como autoridades ambientales competentes; en este caso específico, el control hacia el uso, tenencia y movilización legal e ilegal de fauna silvestre corresponde a CORANTIOQUIA.

De otro lado, pese a no evidenciarse una fuerte presión de caza y/o comercialización de alguna de estas especies de aves en la zona, si se observó en cascos urbanos y áreas pobladas, el gran atractivo que sienten los pobladores por las especies de loros presentes allí (Psitaciformes) en especial para darles usos domésticos (mascotas) y sobre otras especies como las pavas y guacharacas (Galliformes: Cracidae) para ser cazadas y consumir su carne; de hecho, en el ámbito local, no obstante la normatividad vigente, al parecer, se practica clandestinamente la captura de especies canoras o de vistosos colores para comercio interno ilegal y de otras especies como fuente de alimento o como mascota (Cuervo, 1999; CORANTIOQUIA, 2010; Toro, 2002); la preferencia está relacionada con especies de alguna manera comunes o muy vistosas en la región y que pertenecen a las familias Cracidae, Psittacidae, como se mencionó, además de Ramphastidae, Thraupidae, Mimidae e Icteridae, entre otras. Estas aves son capturadas porque los pobladores gustan de sus cantos, sus colores, la compañía o para criarlas y posteriormente alimentarse de ellas o simplemente cazarlas adultas, como es el caso de las guacharacas, muy apetecidas por su carne.

Teniendo en cuenta lo anterior, según datos de pobladores y con base en referencias consultadas (Cuervo, 1999; CORANTIOQUIA, 2010; Toro, 2002), al menos 11 de las 117 especies de aves registradas en el área del proyecto, son usadas por pobladores con algún fin (Ver Anexo H: Fauna - Avifauna). La tendencia se presenta en la gráfica siguiente (Figura 5-122).

Figura 5-122 Especies de aves que presentan tendencia a uso comercial, cultural y/o como fuente de alimento, registradas en el área de influencia





Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Como puede observarse en la gráfica anterior (Figura 5-122), cinco especies (45,5%) son potencialmente usadas como mascota, cuatro (36,4%) especies como mascota y a la vez para el comercio por parte de los pobladores, una especie, la guacharaca colombiana (*O. columbiana*) como fuente de alimento (subsistencia) y otra especie presenta un uso de tipo cultural: Se trata del Chulo o Gallinazo común (*Coragyps atratus*). Cabe aclarar que todas estas actividades se consideran ilegales y se rigen bajo normatividad.

En este contexto y como se mencionó, es competencia de las autoridades ambientales locales el realizar campañas educativas en procura de propender el conocimiento, las funciones y la conservación de la avifauna y fauna silvestre en general y adoptar las medidas necesarias para controlar su uso y/o explotación.

De otra parte, también se considera como medio de presión a las especies de aves en el área del proyecto, la transformación y/o fragmentación del hábitat que deriva a una pérdida de conectividad y la escasez de recursos alimenticios, así como sitios adecuados para la reproducción y desarrollo (Cagnolo & Valladares, 2011).

Para las especies focales, tanto endémicas como amenazadas, se considera que las áreas adecuadas para su desarrollo, reproducción, fuente de alimento y refugio, son los bosques densos, de galería, fragmentados y la vegetación secundaria; lo anterior, teniendo en cuenta que se ha dado un proceso de transformación, perturbación y/o eliminación de coberturas,

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

para ser habilitadas como zonas de asentamientos urbanos, ganadería y cultivos, en la región (CORANTIOQUIA, 2010).

5.1.2.1.5.9.5 Especies Migratorias

Al hacer referencia a la migración de las aves y su incidencia en el país, cabe anotar en primera instancia que, debido a la posición geográfica de Colombia, el país es un lugar obligado para las aves migratorias latitudinales, cuya distribución geográfica incluye Sur América. Por consiguiente, se destaca que cerca del 10% de la avifauna colombiana corresponde a especies migratorias del hemisferio norte.

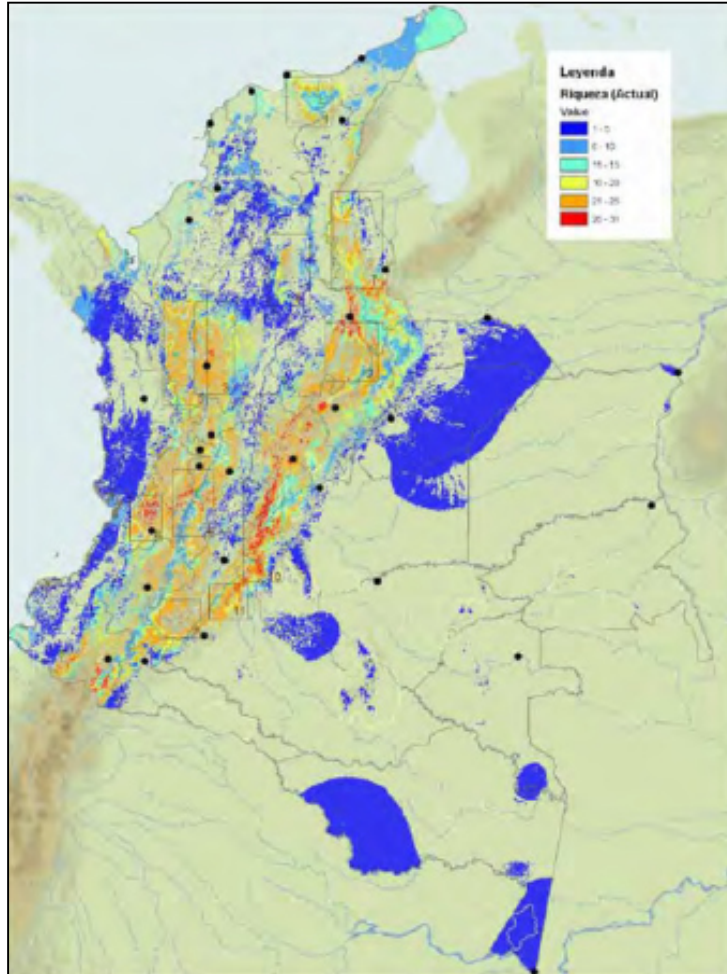
En Colombia, también se registran aves migratorias intratropicales, las cuales se reproducen en el trópico y migran a otra parte del mismo trópico en un ciclo anual. Existen también registros accidentales de aves migratorias paleárticas que se reproducen en Europa o Asia y migran hacia el sur (Moreno, 2009). Además, una porción de la avifauna residente migra altitudinal o longitudinalmente, por cuanto presentan una migración local.

Con base en lo anterior, según la información que corresponde a lo evaluado para Colombia por la Fundación ProAves: “Plan para la conservación de las aves migratorias en Colombia” (Moreno, 2009), es importante mencionar la información presentada en el mapa de riqueza de aves migratorias (

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

Figura 5-123), producto de la superposición de los modelos de presencia / ausencia de las especies migratorias terrestres en Colombia, mediante el cual se identificaron áreas prioritarias para la conservación por su importancia para las aves migratorias y dentro de las cuales, se evidencia que el área del proyecto está inmersa dentro de un Área prioritaria de migración.

Figura 5-123 Mapa de riqueza a partir de la superposición de los modelos de distribución de presencia ausencia para 33 aves migratorias terrestres en Colombia

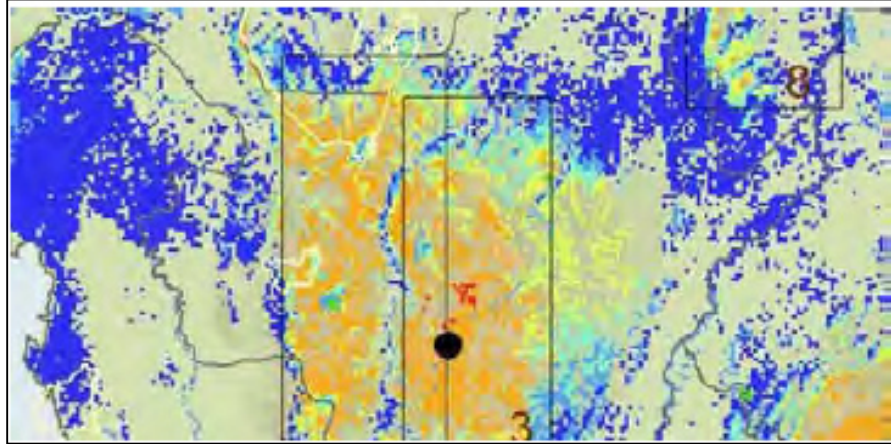


Fuente: (Gómez-Montes C., 2009)

El Área prioritaria para la conservación de las aves migratorias en Colombia, en donde se encuentra inmersa el área de influencia (Figura 5-124), se localiza en el norte de la Cordillera Central de Colombia, el cual está compuesto por un complejo de ecosistemas de montaña que incluyen bosques húmedos y muy húmedos de zonas bajas y subtropicales hasta los 3.400 m.s.n.m. (CORANTIOQUIA, 2007).

En consecuencia, este complejo de hábitats de bosque húmedo bajo hasta bosque alto andino, hace que la región sea especialmente diversa, principalmente en avifauna (Cuervo A. M., 2008).

Figura 5-124 Área prioritaria para la conservación de las aves migratorias en Colombia: Antioquia



Fuente: (Gómez-Montes C., 2009)

El norte de la Cordillera Central es un corredor de entrada y salida para las aves migratorias, desde y hacia el Caribe y el Pacífico, siendo un punto de reunión de las rutas de migración más importantes que atraviesan el norte de Sur América (Fundación ProAves, 2009). Como puede observarse en la Figura 5-124, según el modelo de riqueza de especies, en esta zona se registran alrededor de 21 a 25 especies de aves migratorias latitudinales.

Con base en lo anterior, 17 de las 117 especies registradas en el presente estudio están catalogadas como especies migratorias (Incluyendo locales), lo cual indica que alrededor del 14,5% de la avifauna encontrada no está presente en el área durante todo el año (Tabla 5-108; Fotografía 5-32 y Fotografía 5-33). La mayoría de estas especies (8 sp.) están catalogadas como especies migratorias boreales, es decir, que provienen del norte de América evadiendo el invierno que se presenta en esa zona del continente entre los meses de octubre y marzo.

Tabla 5-108 Aves migratorias registradas en el área de influencia

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Migración
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita Bueyera	MB - ML (IPR)
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Guala Cabecirroja	MB - INR
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Gavilán Aliancho	MB - INR
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma Collareja	ML
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia frantzii</i>	Elenia Montañera	ML
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Sirirí Rayado	MA - INR
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Verderón Ojirrojo	MB - IPR
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo Verdeamarillo	MB - IPR
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon</i>	Golondrina	MA - INR

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Migración
		<i>cyanoleuca</i>	Blanqui azul	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne tapera</i>	Golondrina Sabanera	MB - INR
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal Buchipecoso	MB - INR
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Degollado	MB - INR
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga Abejera	MB - IPR
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Reinita Dorada	MB - IP
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	Reinita Gorginaranja	MB - INR
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Candelita Norteña	MB - INR
Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Cebritra Trepadora	MB - INR

MB: Migratorio Boreal, MA: Migratorio Austral, ML: Migratorio Local, INR: Invernante no Reproductivo. IPR: Invernante con Poblaciones Reproductivas Permanentes.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Con base en los resultados expuestos en la tabla anterior (Tabla 5-108), dos especies son migratorias australes con poblaciones no reproductivas en Colombia, lo cual indica que provienen de la parte sur del continente, se trata del Sirirí Rayado (*Myiodynastes maculatus*) y la Golondrina Blanqui azul (*Pygochelidon cyanoleuca*).

De otra parte, entre las aves migratorias australes, se registraron trece especies, de las que cuatro mantienen poblaciones reproductivas en Colombia.

La especie restante, es un caso particular, se trata de la Garza Vaquera o Garza del Ganado (*B. ibis*), ya que es posible que entre las poblaciones residentes en el país, se encuentren además poblaciones migratorias de esta especie; no obstante, por tratarse de una especie común y ampliamente distribuida, no se sabe con certeza este hecho; además, esta especie también migra localmente (longitudinal) pero también hay registros de poblaciones boreales (Naranjo, 2012).

Fotografía 5-32 Sirirí Rayado
(*Myiodynastes maculatus*)



Fotografía 5-33 Chotacabras Chico
(*Chordeiles acutipennis*)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

De acuerdo a lo anterior, se hace evidente entonces, la dominancia de especies migratorias boreales sobre las australes; este hecho se explica teniendo en cuenta que en lo que respecta a las aves provenientes de Norteamérica, se reconocen tres (3) rutas principales, tanto en la migración de otoño como en la de primavera. Estas rutas son: el corredor del Atlántico, el del interior y la ruta Centroamericana o corredor del Pacífico. Según RESNATUR *et ál.* (2004) y Fierro (2009), en el corredor del Atlántico, varias especies de aves playeras (Scolopacidae) y algunas reinitas (Parulidae) atraviesan el Atlántico desde las costas de Nueva Inglaterra en los Estados Unidos y entran a Suramérica por las costas de las Guayanas y Venezuela después de pasar sobre las Antillas Menores. A partir de este punto de llegada, se dispersan en distintas direcciones y muchas de ellas arriban a Colombia volando a lo largo de la costa del Caribe (RESNATUR *et ál.*, 2004; Fierro, 2009).

Un segundo grupo, el del interior, inicia su viaje en el Ártico y continúa en dirección al sur a través de las praderas norteamericanas y las Montañas Rocosas (Canevari *et ál.*, 2001). Las distintas especies, llegan a las costas del golfo de México y cruzan sobre las islas mayores del Caribe para hacer su ingreso a Colombia alrededor de la Sierra Nevada de Santa Marta, antes de distribirse hacia el sur del país. De esta manera, puede inferirse que el área del proyecto, representa un sitio de arribo y parada de especies migratorias por tratarse de paso obligatorio de tales especies.

Así mismo, en lo que respecta a la migración austral, es útil aclarar que esta ocurre en gran medida dentro del continente suramericano; no obstante, es muy poco lo que se conoce sobre estas rutas migratorias. La mayoría de los registros existentes de especies migratorias australes corresponden al oriente de los Andes; por lo cual, es probable que existan corredores amazónicos con una orientación sureste-noreste (RESNATUR *et ál.*, 2004).

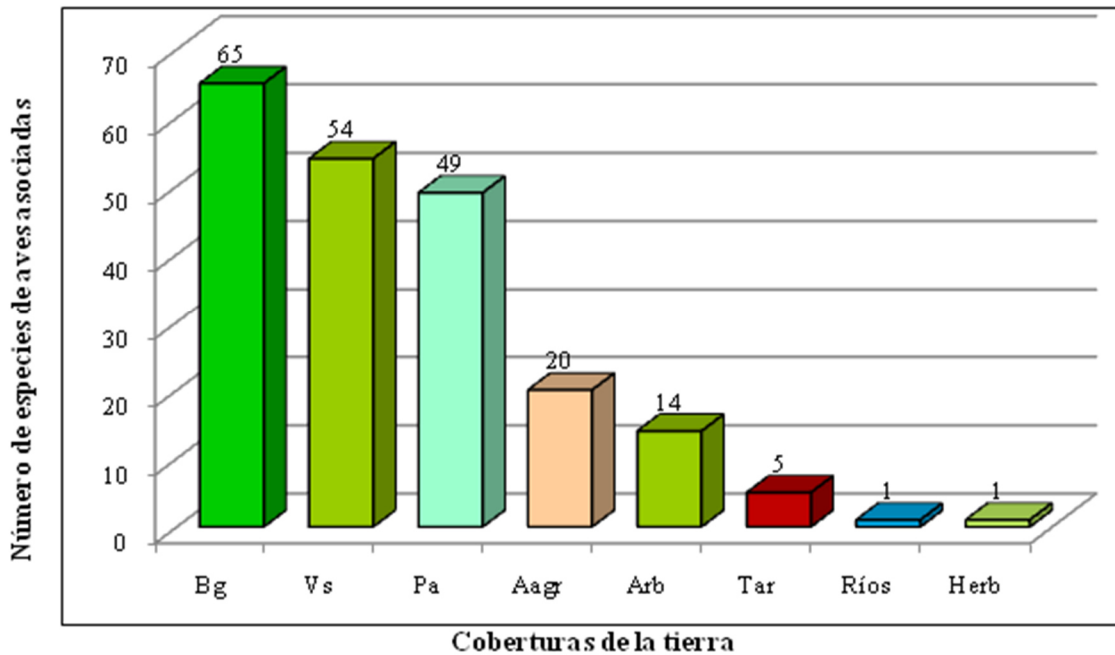
5.1.2.1.5.9.6 Asociacion a coberturas de la tierra

Antes de hacer una descripción en cuanto a patrones de uso de hábitat de la avifauna en el área de influencia, con las unidades de cobertura vegetal, se tiene en cuenta que si bien el esfuerzo de muestreo, no permitiría realizar un análisis complejo y exhaustivo de las comunidades, se hace posible describir determinadas asociaciones y algunos patrones de distribución espacial con las especies registradas. Dichas asociaciones se hacen, con el objeto de lograr una mayor aproximación a esclarecer el uso de hábitat por parte de las distintas especies, teniendo en cuenta que la mayoría de estas no son exclusivas a determinada unidad de cobertura de la tierra sino que pueden hallarse indistintamente en dos o más coberturas, ya sea para consecución de alimento, refugio, reposo, percha, o para llevar a cabo todo el proceso relacionado con la reproducción y sus etapas posteriores (Anidación, puesta, incubación, cuidado y alimentación de crías).

Desde este punto de vista, en primera instancia, se obtuvo una gráfica (Figura 5-125) en la que se interpreta la riqueza abundancia de especies frente a cada cobertura; no obstante, cabe anotar que la mayoría de especies se mueven entre distintos hábitats, por lo que su

registro o hallazgo no es específico o exclusivo a una sola cobertura de la tierra, considerando también sus desplazamientos obligatorios para satisfacer sus necesidades vitales.

Figura 5-125 Riqueza de aves por coberturas de la tierra, identificadas en el área de influencia



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Por consiguiente, con base en la gráfica anterior (Figura 5-125), se evidenció que en la cobertura de bosque de galería, fue posible registrar el mayor número de especies (65 sp.), seguida de vegetación secundaria con 54 especies, pastos (limpios, arbolados, enmalezados) con 49 especies, áreas agrícolas con 20 especies, arbustal con cuatro, territorios artificializados con cinco y finalmente ríos y herbazales con una especie cada una.

Lo anterior, permite inferir que la avifauna del área del proyecto es del tipo mixta, hallándose especies tanto generalistas, como otras que dependen de ambientes menos intervenidos.

De igual manera, se evidenció que pese a la intervención y fragmentación, tanto el bosque de galería como la vegetación secundaria, siguen siendo claves como soporte para la avifauna, considerando además que las especies que se hallan en este tipo de coberturas son más restringidas, menos oportunistas y que de alguna manera, se especializan en cuanto a consecución y búsqueda de recursos, por lo que la atención deberá centrarse en tales especies y en sus hábitats.

Además, se destaca también la influencia de cuerpos de agua y sus zonas asociadas para la presencia de aves acuáticas o que dependen de tales ambientes. No obstante, cabe aclarar que las distintas especies se desplazan entre diferentes hábitats y por consiguiente, los análisis posteriores dan lugar a obtener información más acertada de este suceso.

Por consiguiente, a partir de la riqueza y abundancia de las especies registradas en cada cobertura, se llevó a cabo un análisis de diversidad, mediante el cual se halló que las coberturas en la que las especies y sus individuos se distribuyen más equitativamente son las de bosque de galería, vegetación secundaria y pastos (Pastos arbolados, enmalezados, y limpios). Una distribución muy similar de los datos se presentó al estimar el índice de Simpson para las coberturas identificadas ya que nuevamente la vegetación secundaria y los bosques de galería presentaron valores de dominancia más altos, respecto a las demás coberturas (Tabla 5-109).

Tabla 5-109 Índices de diversidad por cobertura de la tierra

ÍNDICES	TA	PA	AR	MOS	BG	VS	HE	RÍOS
Riqueza	5	49	14	20	65	54	1	1
Abundancia	9	133	17	47	220	127	2	2
Dominance_D	0,358	0,04404	0,08651	0,09099	0,08756	0,03094	1	1
Simpson_1-D	0,642	0,956	0,9135	0,909	0,9124	0,9691	0	0
Shannon_H	1,303	3,483	2,558	2,683	3,441	3,722	0	0

Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, PA: Pastos (Arbolados, limpios, enmalezados), AA (MOS): Áreas agrícolas heterogéneas, BG: Bosque de galería, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Con base en el análisis, según los datos presentados en la Tabla 5-109, a continuación se da una explicación por cada índice / estimador.

Índice de Simpson (1-D).

Este índice muestra el grado de dominancia que unas pocas especies pueden tener sobre el resto de la comunidad, entre más cerca esté el valor a 1, mayor es la dominancia. Por consiguiente, los valores obtenidos demuestran que la cobertura de vegetación secundaria y los pastos (Arbolados, enmalezados, limpios) presentaron la mayor dominancia de especies; lo anterior se explica, teniendo en cuenta que en estas coberturas prevalecen especies generalistas, las cuáles proliferan en coberturas en regeneración o con poca vegetación, pues aprovechan esta dinámica sucesional de la cobertura vegetal para obtener los recursos del ecosistema (Moreno, 2001); así mismo, en la vegetación secundaria, además de especies generalistas, también se registran otras más exclusivas que ante la escasez de coberturas boscosas, encuentran fuente de recursos en estas.

Índice de Shannon-Wiener

Este índice relaciona el número de individuos con el número de especies encontradas; un valor de 0 indica la presencia de un solo taxón. En consecuencia, según los valores hallados para vegetación secundaria, pastos y bosques de galería y/o riparios, puede inferirse que estas son las coberturas con mayor representatividad de especies por número total de individuos, lo cual es confrontado por el índice de coberturas como ríos, herbazales y territorios artificializados; lo anterior se explica, debido a que por sus características, estas últimas coberturas no proporcionan un hábitat ideal para las especies de aves de la zona y por lo tanto, para las mismas se obtuvieron los valores más bajos para lamuestra (Moreno, 2001).

5.1.2.1.5.9.6.1 Índices de diversidad beta

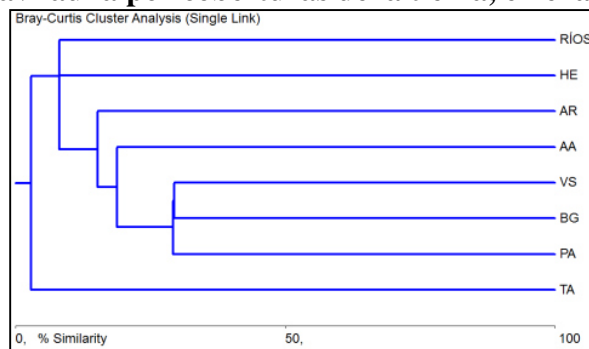
Bray-Curtis

El análisis de similaridadde Bray-Curtis, es un método de análisis clúster que permite definir las especies que comparten las coberturas de la tierra, lo que sugeriría una aproximación a reconocer que tan similares son las coberturas en relación a su composición

La disimilitud de Bray-Curtis se da entre 0 y 1, donde 0 significa que los dos sitios tienen la misma composición (es decir que comparten todas las especies), y 1 significa que los dos sitios no comparten ninguna especie (Figura 5-126). La similaridad de Bray-Curtis es a menudo llamado erróneamente una distancia; en este contexto, se aclara que no es una distancia, ya que no satisface la desigualdad del triángulo, y siempre debe ser llamado una disimilitud para evitar confusiones (Bray& Curtis, 1957).

Para el área del proyecto, las coberturas de bosque de galería, vegetación secundaria y pastos fueron los grupos de coberturas que presentaron una mediana similitud de composición de especies, respecto a las demás.

Figura 5-126 Representación gráfica del análisis de similaridadde Bray- Curtis, para los registros de avifauna por coberturas de la tierra, en el área de influencia



Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, PA: Pastos (Arbolados, limpios, enmalezados), AA (MOS): Áreas agrícolas heterogéneas, BG: Bosque de galería, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

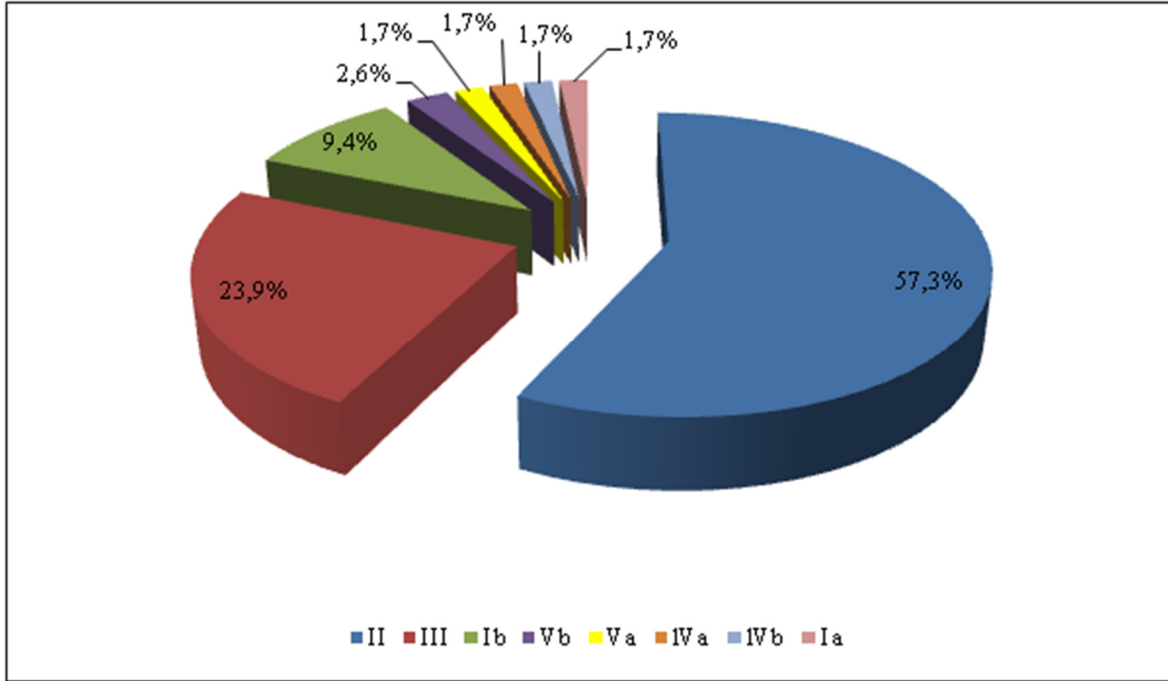
	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Como puede observarse en la gráfica anterior (Figura 5-126), se evidenció que las coberturas de vegetación secundaria, bosque de galería y pastos, además de haber presentado los valores de riqueza de especies de aves más altos, fueron las coberturas más similares en términos de la composición que cada una presentó, con un valor de aproximadamente 30%; de igual forma, las especies de coberturas de arbustal y áreas sin o con poca vegetación presentaron cierta similitud y de estas junto con las del primer grupo mencionado; no obstante, si bien estas coberturas entre sí, son las más similares en términos de riqueza, en comparación con las demás, su similitud no es significativa siendo menor al 50% y por ende, puede inferirse que tampoco lo son las demás. No obstante, se comparten especies de aves entre una y otra cobertura, lo cual como se explicó en un ítem previo, puede atribuirse a la conectividad e interacción de especies además de la transición que éstas hacen entre coberturas durante sus actividades y para satisfacer sus necesidades vitales.

5.1.2.1.5.9.6.1.1 Categorías Ecológicas

Teniendo en cuenta que la mayoría de especies no son exclusivas a determinada unidad de cobertura de la tierra como fue evidente, sino que pueden hallarse indistintamente en dos o más coberturas, ya sea para consecución de alimento, búsqueda de refugio, reposo, percha, o para llevar a cabo actividades relacionadas con la reproducción y por ende la anidación, se realizó una agrupación de las especies de aves registradas por categorías ecológicas; de esta manera, en primera instancia, al agrupar el listado obtenido de especies por categoría ecológica (Stiles & Bohórquez, 2000), con el propósito de determinar el uso de hábitat y las relaciones con las unidades de cobertura de la tierra presentes en el área de influencia, se obtuvo una gráfica que se presenta en la Figura 5-127.

Figura 5-127 Porcentaje asignado a cada categoría ecológica, para las especies de aves registradas en el área de influencia



Ia. Especies restringidas a bosque poco alterado Ib. Especies que pueden hallarse en bosque pero no restringida a este, también en bordes, vegetación secundaria; II. Especies de bordes de bosque, vegetación secundaria baja, pastos arbolados y/o enmalezados; III. Especies de áreas abiertas, áreas con poca o ninguna cobertura arbórea como pastos limpios o cultivos de porte bajo, playas; IV. Especies acuáticas: IVa. Especies asociadas a cuerpos de agua con vegetación densa; IV.b. Especies asociadas a cuerpos de agua con vegetación baja o sin esta, orillas abiertas, espejos de agua; V. Especies aéreas: Va. Especies aéreas que requieren vegetación en varios hábitat, pero sobrevuelan en amplia gama de hábitats; Vb. Especies aéreas indiferentes a la presencia de bosque, prefieren áreas abiertas (pastos limpios, cultivos de porte bajo), percha expuesta

Fuente: Consultoría Colombiana S. A., 2016; adaptado de Stiles & Bohórquez (2000)

Con base en los resultados y lo que se presenta en la gráfica anterior (Figura 5-127), en la Tabla 5-110, se hace la descripción por cada categoría ecológica, de acuerdo a su representación en el proyecto.



Tabla 5-111 Descripción de cada categoría, para las especies de aves registradas en el área de influencia

CATEGORÍA ECOLÓGICA	REPRESENTACIÓN	DESCRIPCIÓN
II	57,3%	Alrededor del 57,3% de las especies registradas, agrupadas para este análisis en la

		<p>categoría ecológica II, pueden hallarse en bosque de galería, vegetación secundaria, bordes de bosque y/o pastos arbolados; coberturas vegetales presentes en el área de influencia. En este contexto, se hace útil destacar que pese a las condiciones actuales de intervención, la presencia de estas coberturas, favorece la supervivencia de un alto porcentaje de especies registradas, tal como se evidenció dentro del registro, siendo el de mayor representación.</p> <p>Se destaca también que, las especies de aves que se agrupan en esta categoría, no se restringen exclusivamente al bosque, o que haya sido de alguna manera intervenido y también pueden utilizar otras coberturas o pueden ser halladas incluso en bordes de bosque.</p>
III	23,9	<p>En esta categoría se agrupan especies de aves que frecuentan o están asociadas a las áreas abiertas, o áreas con poca o ninguna cobertura arbórea como pastos, pastos arbolados o cultivos; en este contexto, en el área de estudio se tienen coberturas tales como pastos arbolados, pastos limpios, mosaicos, tierras desnudas y/o degradadas, en donde algunas especies generalistas u oportunistas aprovechan la oferta que el entorno pueda ofrecer.</p> <p>De igual manera, las especies agrupadas en la categoría ecológica III, no requieren de vegetación frondosa o bosque maduro para la consecución de alimento, lugares de percha o de refugio y pueden ser observadas fácilmente en áreas abiertas entre árboles dispersos, bordes, bordes de carretera e incluso alrededor de asentamientos humanos o zonas industriales. Puede inferirse que para actividades relacionadas con la reproducción de estas especies, los pastos arbolados o los bordes de vegetación secundaria, servirían de soporte. Además, se considera que estas especies son aparentemente flexibles a los cambios en su hábitat (Fotografía 5-34 y Fotografía 5-35).</p>
Ib	9,4%	<p>En esta categoría, se agrupan especies de aves que pese a no ser restringidas a bosque, se hallan en bordes y vegetación secundaria; respecto a las demás, puede afirmarse que junto con las especies agrupadas en la categoría ecológica Ia, son las especies con mayor restricción; es decir, aquellas que son más sensibles a la perturbación del hábitat, por cuanto, requieren de mayor atención en lo referente a su mantenimiento y conservación.</p>
Vb	2,6%	<p>Las especies de aves en esta categoría, son indiferentes a la presencia de bosque; es decir, se trata de aquellas especies que prefieren áreas abiertas o percha expuesta; de esta manera, tales aves pueden hallar alimento en bordes, caminos o incluso zonas más despejadas de cobertura vegetal, como pastos limpios, pastos arbolados, e incluso cultivos. Son tres especies registradas las que se incluyen en esta categoría ecológica, estas son: Gallinazos (<i>Cathartes aura</i>), Carpintero (<i>Dryocopus lineatus</i>) y la Golondrina Sabanera (<i>Progne tapera</i>). De otra parte, con el 1,7% está la categoría ecológica Va, en la cual se agrupan especies de aves aéreas pero que requieren de vegetación en varios hábitat y sobrevuelan en amplia gama de hábitats; por consiguiente, se trata de especies de aves que a diferencia de las que se agrupan en la categoría Vb, utilizan diferentes coberturas en varios hábitat y por lo general permanecen sobrevolando sobre la copa de árboles y entre las diferentes coberturas presentes, en donde encuentran alimento, percha y/o refugio; puede hallárseles tanto en bosques, como en vegetación secundaria, a veces también sobrevolando sobre áreas abiertas; su registro puede ser o no, complejo en algunos casos, siendo un factor clave las vocalizaciones emitidas por estas aves en vuelo, así como la silueta.</p>

Va	1,7%	Se agrupan las especies de aves acuáticas o asociadas a cuerpos de agua con vegetación densa, evitando áreas abiertas o soleadas; tales especies pueden hallarse en áreas pantanosas dentro de los bosques de galería, áreas abiertas, lagunas provistas de vegetación acuática, humedales o playas y zonas de inundación alrededor de los cuerpos de agua, provistas de vegetación; estas aves también pueden depender de las macrófitas en humedales o áreas inundables de ríos. De las especies agrupadas en este categoría, se destacan las siguientes especies: Gallito de Ciénaga (<i>Jacana jacana</i>), Andarríos Solitario (<i>Tringa solitaria</i>) y garzas (Ardeidae), entre otras.
IVb	1,7	En esta categoría, se agrupan las especies de aves acuáticas o asociadas a cuerpos de agua con vegetación densa, evitando áreas abiertas o soleadas; tales especies pueden hallarse en áreas pantanosas dentro de los bosques de galería, áreas abiertas, lagunas provistas de vegetación acuática, humedales o playas y zonas de inundación alrededor de los cuerpos de agua, provistas de vegetación; estas aves también pueden depender de las macrófitas en humedales o áreas inundables de ríos. De las especies agrupadas en este categoría, se destacan las siguientes especies: Gallito de Ciénaga (<i>Jacana jacana</i>), Andarríos Solitario (<i>Tringa solitaria</i>) y garzas (Ardeidae), entre otras (Fotografía 5-36 y Fotografía 5-37).
IVa	1,7	En la categoría ecológica IVb, también con una representación del 1,7%, se agrupan las especies de aves acuáticas o asociadas de alguna u otra forma al agua, con vegetación baja o sin esta, orillas abiertas, espejos de agua; las cuales hacen parte del registro y en conjunto agrupan especies características de tales ambientes.
Ia	1,7	En esta categoría, se agrupan especies de aves restringidas a bosque poco alterado. Puede afirmarse que se trata de especies sensibles a los cambios y/o transformación de su hábitat, puesto que tales especies no residen en ambientes perturbados; por consiguiente, se trata de especies en las que se debe centrar especial atención dentro del área del proyecto.

Fuente: Consultoría Colombiana, S. A.

<p>Fotografía 5-34 Alcaraván, Pellar (<i>Vanellus chilensis</i>)</p> 	<p>Fotografía 5-35 Mirla Parda, Zorzal (<i>Turdus grayi</i>)</p> 
---	--

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

En la categoría ecológica Ib, representada con el 9,4% según los resultados, se agrupan especies de aves que pese a no ser restringidas a bosque y también puedan hallarse en bordes y vegetación secundaria, respecto a las demás, puede afirmarse que junto con las



	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

especies agrupadas en la categoría ecológica Ia, son las especies con mayor restricción; es decir, aquellas que son más sensibles a la perturbación del hábitat, por cuanto, requieren de mayor atención en lo referente a su mantenimiento y conservación.

Con el 2,6% está la categoría ecológica Vb, en la cual se agrupan las especies de aves aéreas, indiferentes a la presencia de bosque; es decir, se trata de aquellas especies que prefieren áreas abiertas o percha expuesta; de esta manera, tales aves pueden hallar alimento en bordes, caminos o incluso zonas más despejadas de cobertura vegetal, como pastos limpios, pastos arbolados, e incluso cultivos. Son tres especies registradas las que se incluyen en esta categoría ecológica, estas son: Gallinazos (*Cathartes aura*), Carpintero (*Dryocopus lineatus*) y la Golondrina Sabanera (*Progne tapera*). De otra parte, con el 1,7% está la categoría ecológica Va, en la cual se agrupan especies de aves aéreas pero que requieren de vegetación en varios hábitat y sobrevuelan en amplia gama de hábitats; por consiguiente, se trata de especies de aves que a diferencia de las que se agrupan en la categoría Vb, utilizan diferentes coberturas en varios hábitat y por lo general permanecen sobrevolando sobre la copa de árboles y entre las diferentes coberturas presentes, en donde encuentran alimento, percha y/o refugio; puede hallárseles tanto en bosques, como en vegetación secundaria, a veces también sobrevolando sobre áreas abiertas; su registro puede ser o no, complejo en algunos casos, siendo un factor clave las vocalizaciones emitidas por estas aves en vuelo, así como la silueta.

En la categoría IVa, con una representación del 1,7%, se agrupan las especies de aves acuáticas o asociadas a cuerpos de agua con vegetación densa, evitando áreas abiertas o soleadas; tales especies pueden hallarse en áreas pantanosas dentro de los bosques de galería, áreas abiertas, lagunas provistas de vegetación acuática, humedales o playas y zonas de inundación alrededor de los cuerpos de agua, provistas de vegetación; estas aves también pueden depender de las macrófitas en humedales o áreas inundables de ríos. De las especies agrupadas en este categoría, se destacan las siguientes especies: Gallito de Ciénaga (*Jacana jacana*), Andarríos Solitario (*Tringa solitaria*) y garzas (Ardeidae), entre otras (Fotografía 5-36 y Fotografía 5-37).

En la categoría ecológica IVb, también con una representación del 1,7%, se agrupan las especies de aves acuáticas o asociadas de alguna u otra forma al agua, con vegetación baja o sin esta, orillas abiertas, espejos de agua; las cuales hacen parte del registro y en conjunto agrupan especies características de tales ambientes.

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

**Fotografía 5-36 Garza Patiamarilla
(*Egretta thula*)**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

**Fotografía 5-37 Garza Azul
(*Egretta caerulea*) - Inmaduro**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Un 2,9% corresponde a especies restringidas a bosque poco alterado; para efectos del proyecto, tales especies se consideran las más sensibles a los cambios o transformación de su hábitat; no obstante, dentro de esta categoría se listó únicamente a dos de las 117 especies registradas: el Calzoncitos Verdoso (*Haplophaedia aureliae*) y el Cucarachero Pechigrís (*Henicorhina leucophrys*) (*Troglodytidae*). Cabe anotar que aunque ambas especies se registraron en vegetación secundaria, tienden a los bosques; no obstante, la escasez de recursos y como se comentó la fragmentación de las coberturas puede derivar el hecho que tales especies se desplacen a otras coberturas más intervenidas.

En conclusión, mediante los análisis de coberturas de la tierra y de categorías ecológicas, se evidenció que las áreas de bosque de galería y vegetación secundaria, albergan la mayor cantidad de especies, lo cual puede deberse principalmente a tres factores, el tamaño de la cobertura, la variedad de estratos verticales y la diversidad de especies vegetales presentes, los cuales aumentan la probabilidad de encontrar una mayor diversidad de aves y determinar su permanencia en éstas áreas; así mismo, se puede entender que siendo coberturas que han sido fragmentadas o eliminadas con el paso del tiempo, en éstas se congregan variedad de especies en donde encuentran recursos de alguna manera limitados, así como refugio y sitios de soporte para la reproducción y desarrollo.

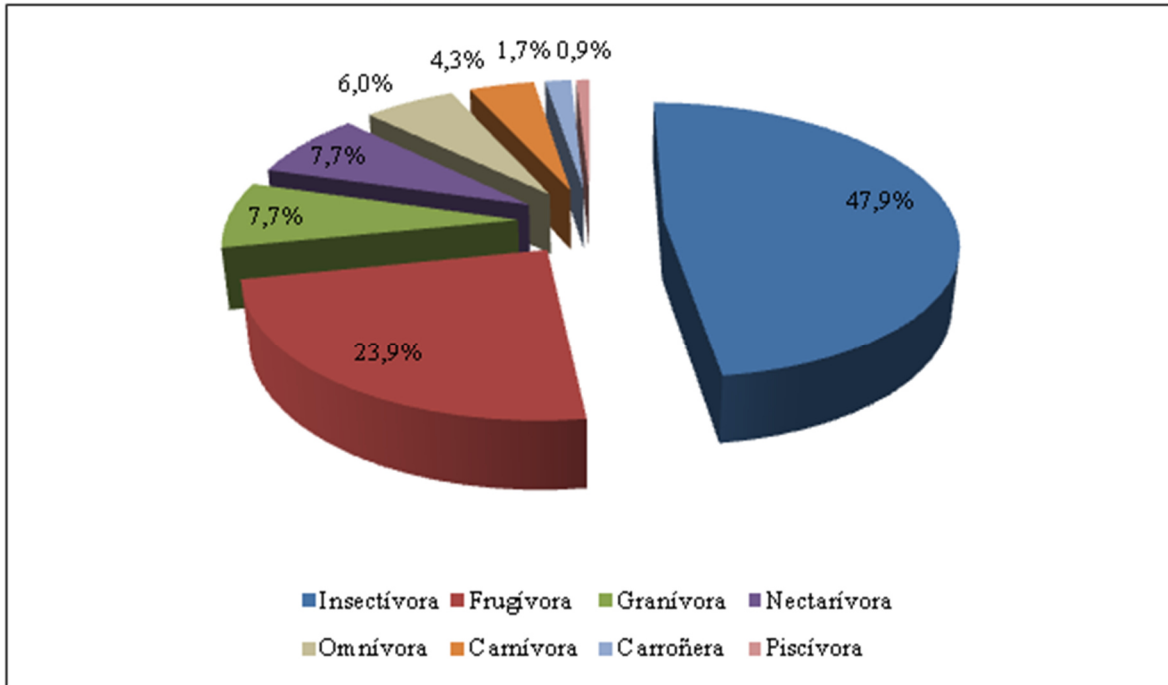
5.1.2.1.5.9.7 Relaciones ecológicas entre las especies: Componente trófico

Los gremios han sido definidos como grupos de especies que explotan la misma clase de recursos ambientales de manera similar; en estos, se agrupan especies que se superponen significativamente en sus requerimientos de nicho, sin importar su posición taxonómica (López de Casenave, 2001). Consecuentemente, el alimento ha sido el recurso utilizado para agremiar las especies, ya que se ha considerado como el limitante que produce los patrones comunitarios al ser repartido entre éstas.

Desde este punto de vista y con base en el listado obtenido de las aves registradas en el área del proyecto, se tiene que el 24,4% de las especies son consumidores primarios, encontrándose formas frugívoras, granívoras y nectarívoras, que se alimentan de los frutos, semillas, néctar, follaje y otros productos de la vegetación; entre tanto, el 75,6% de las especies, son consumidores secundarios y terciarios, ya que su dieta está compuesta por invertebrados (principalmente artrópodos), algunos vertebrados como pequeños mamíferos, reptiles e incluso otras aves, además de carroña. No obstante, cabe anotar que algunas especies como los colibríes (Trochilidae) complementan su dieta con insectos y otros artrópodos; de otra parte, los traúpidos (Thraupidae) y los trogones (Trogonidae), son aves que consumen frutos, pero también consumen artrópodos, por lo que se consideran como especies parcialmente omnívoras; por consiguiente, las aves omnívoras consumen una serie de alimentos que incluyen productos de la vegetación, artrópodos y otros invertebrados y en algunos casos pequeños vertebrados.



De esta manera, agrupando a las especies registradas en gremios tróficos, se obtuvieron porcentajes para cada gremio, los cuales se representan en la gráfica siguiente Figura 5-128.

Figura 5-128 Porcentaje por gremios tróficos, conformados por las especies de aves registradas en el área de influencia



Fuente: Consultoría Colombiana S. A., 2016

Como puede observarse en la gráfica anterior (Figura 5-128), el gremio trófico de mayor representación es el de los insectívoros con un 47,9%. 56 especies que conforman este gremio, hacen parte de 18 familias y una especie en lista de incertidumbre (Incertae sedis), destacándose a Tyrannidae dentro de aquellas familias con alto número de especies dentro

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.1		

del registro (15 sp.) (Fotografía 5-38 y Fotografía 5-39).

Se hace útil mencionar que las aves que se agrupan en este gremio, son especialistas en la captura de insectos y otros artrópodos; lo anterior, permite inferir que son aves que se ven favorecidas por los recursos que ofrece la vegetación circundante y las condiciones del hábitat en los fragmentos de bosque, característicamente con especies de plantas con flores, frutos y semillas, arbustivas y arbóreas, así como epifitas, en las que se encuentran variedad de insectos y demás artrópodos, fuente principal de alimento; de igual manera, los troncos, la madera seca, el follaje e incluso el agua estancada, también facilita el hallazgo de insectos para estas especies. De esta manera, la variabilidad de alimento que ofrece el estadio sucesional de los bosques y acciones como las talas (en este caso) derivan en la activación de una sucesión ecológica, que implica mayor disponibilidad de albergue a insectos y estados larvales, lo que a su vez facilita la presencia de aves insectívoras. De igual manera, la presencia de algunos cuerpos de agua también favorece la proliferación de insectos.

Fotografía 5-38 Sirirí Común
(*Tyrannus melancholicus*)



Fotografía 5-39 Espatulilla Común
(*Todirostrum cinereum*)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

El gremio de las especies frugívoras, con una representación del 23,9% dentro del registro, está conformado por especies de aves que se alimentan de frutos encontrados en el dosel de los bosques de galería, bordes, o en el sotobosque de los mismos, así como en vegetación secundaria y pastos arbolados. Las especies de este gremio, cumplen una función esencial en el mantenimiento de los bosques y en general de las coberturas arbóreas, realizando la dispersión de semillas, contribuyendo así a la persistencia de innumerables especies vegetales típicas de una región en particular (Loiselle & Blake, 1990).

Se destacan dentro de este gremio trófico diez familias y una especie en lista de incertidumbre (Insertae Sedis), con dominancia de la familia Thraupidae; cabe resaltar que cada familia tiene diferentes estrategias de frugivoría; de hecho, se considera que el proceso de dispersión efectuada por aves depende de cómo el ave manipula el fruto, así como de la cantidad de frutos ingeridos, teniendo en cuenta que pueden consumirse ya sea frutos

enteros o trozos de estos.

De igual manera, se ha documentado los efectos pos ingesta sobre la germinación como lo son el comportamiento, tipo de manejo, la fisiología (longitud del tracto digestivo, tiempo de retención de las semillas) dentro del dispersor (Traveser, 1998b) y junto con la fuerza de degradación de los jugos gástricos, lo cual determinará si una especie de ave es o no un dispersor efectivo, evidenciándose en la cantidad y calidad de las semillas dispersadas (Velásquez, 2010; Schupp, 1993).

Fotografía 5-40 Lora Cabeciamarilla (*Amazona ochrocephala*)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Respecto a los granívoros, el gremio trófico tiene una representación del 7,7% y está conformado por nueve especies (Fotografía 5-41 y Fotografía 5-42). Las especies de aves que constituyen este gremio, fueron registradas en variedad de hábitats como vegetación secundaria, pastos arbolados, pastos limpios y enmalezados, por lo que su dieta se compone de granos, espigas y otros productos de la vegetación, hallados en el suelo, la hojarasca, el pasto o entre la vegetación circundante.

Fotografía 5-41 Tortolita Rojiza (*Columbina talpacoti*)



Fotografía 5-42 Espiguero Saltarín (*Volatinia jacarina*)





	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

El gremio trófico en el que se incluye a las especies de aves nectarívoras, tiene una representación del 7,7% dentro del registro y está conformado por nueve especies de la familia Trochilidae (Trochílidos, colibríes, chupaflores, tominejos). En términos generales, las especies nectarívoras no solo cumplen con la función de transportar la información genética de las plantas, son además consumidores de insectos y otros artrópodos que se encuentran a la vez que buscan el néctar. Respecto a los colibríes, este gremio se separa en dos grupos: las especies pertenecientes a los ermitaños (*Phaethornis*), los cuales son colibríes de colores opacos, picos curvos y se consideran como “rutereros” o que presentan estrategias de forrajeo o búsqueda de alimento a través de una ruta más o menos regular donde las flores se encuentran muy dispersas y producen recompensas de néctar acorde al gasto energético, y un segundo grupo compuesto por los colibríes de picos rectos y de colores metalizados. En este contexto, dentro de este gremio, las especies de colibríes registradas (Anexo H: Fauna - Avifauna) están agrupadas en este gremio; estas especies pueden hallarse forrajeando insectos en “nubes de mosquitos”, mientras que los ermitaños forrajean en parches de flores de heliconias y en muy pocas ocasiones se les ve consumiendo insectos, básicamente consumen otros artrópodos como las arañas (Fierro-Calderón *et al.*, 2006).

Con una representación del 6,0% está el gremio de los omnívoros, en el cual se agrupan las especies que se consideran del tipo generalistas u oportunistas en cuanto a la selección y consecución de alimento y que pueden acceder y adaptarse adecuadamente a la oferta disponible del recurso en variedad de hábitats. Puede afirmarse, que se trata de especies de alguna manera tolerantes a los cambios en los ecosistemas y no dependen estrictamente de un tipo de hábitat, excepto el caso de las aves acuáticas incluidas en este gremio. Se encuentran en variedad de hábitats, pero predominan en la vegetación secundaria así como en pastos arbolados. Este gremio, está conformado por siete especies. Por consiguiente, las especies de este gremio, fueron registradas en diferentes unidades de cobertura vegetal, validando lo mencionado previamente (Ver Anexo H: Fauna - Avifauna).

De otra parte, el gremio conformado por las aves carnívoras, está representado dentro del registro con un 4,3% y lo integran aves rapaces tales como halcones (Falconidae) y gavilanes (Accipitridae). Dichas especies, se alimentan de anfibios, reptiles, mamíferos e incluso otras aves y en el área de estudio lo conforman cinco especies. Las aves carnívoras pueden hallarse en áreas abiertas, desprovistas de vegetación arbórea en donde capturan con facilidad sus presas; no obstante, algunas prefieren hacerlo en el dosel de los bosques, en bosques de galería, fragmentados, vegetación secundaria e incluso en bordes, en el suelo, aunque algunas especies no sean exclusivas a estas coberturas (Fotografía 5-43 y Fotografía 5-44).

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Fotografía 5-43 Gavilán Caminero
(*Rupornis magnirostris*)





Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Fotografía 5-44 Chilacoa Colinegra
(*Aramides cajaneus*)



El gremio de las aves carroñeras, presentó una baja riqueza en la zona de estudio con una representación del 1,7% y dos especies, estas son los gallinazos de la familia Cathartidae (*Cathartes aura*, *Coragyps atratus*). Las dos especies fueron observadas en diferentes tipos de hábitat, desde áreas abiertas hasta bosque de galería, bordes de bosque, lo que obedece a su condición oportunista y capacidad de alimentarse de todo tipo de cadáveres que se hallan en hábitats con diferentes características, permitiéndoles tener altas densidades poblacionales. Es útil mencionar la función clave que realizan estas especies haciendo un papel de “limpieza” en los ecosistemas para contribuir en la eliminación y reciclaje de materia orgánica, proveniente de cadáveres de animales en proceso de descomposición (Fotografía 5-45).

Las aves que se alimentan de peces como principal fuente de alimento y que complementan su dieta con otros animales vertebrados e invertebrados, se agruparon en el gremio trófico piscívoros, con una representación de tan solo el 0,9% dentro del registro y una sola especie: el Martín Pescador Gigante (*Megaceryle torquata*). Es útil mencionar que ocasionalmente según los pobladores, los dueños de criaderos de peces ven como un problema a algunas especies piscívoras por lo que según ellos, se comprometen sus intereses económicos.

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Fotografía 5-45 Gallinazo Negro, Común (Coragyps atratus)





Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

En total, son ocho gremios tróficos que están conformados por especies registradas en el área del proyecto, lo cual permite concluir en primera instancia respecto a este ítem y el análisis realizado, que en el área se encuentran variedad de especies, que cumplen una función esencial y específica en los ecosistemas, participando de las redes tróficas y en el flujo de energía, así como en el mantenimiento de los mismos; por ende, su extirpación y/o extinción local en el mayor de los casos, puede generar un desequilibrio a corto, mediano y/o largo plazo.

5.1.2.1.5.10 Mamíferos

Actualmente Colombia ocupa el sexto lugar a nivel global en riqueza de especies de mamíferos y el cuarto en el continente americano (Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, & González-Maya, 2016). El país posee una gran representación de mamíferos, casi el 10% de la riqueza mundial para este grupo, con 518 especies hasta ahora registradas con las últimas actualizaciones y adiciones de (Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, & González-Maya, 2016), y (Ramirez Chavez & Suarez Castro, 2014), (Solari, Muñoz Saba, Rodriguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013). En cuanto al endemismo de Mamíferos, se registran para Colombia 56 especies endémicas, la mayoría (55,4%) roedores, seguidos por los Primates (17,9%) y Chiroptera con (12,5%), en menor medida musarañas y marsupiales (Solari, Muñoz Saba, Rodriguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013). El departamento de Antioquia cuenta con un inventario de 179 especies de Mamíferos (Cuartas Calle & Muñoz Arango, 2003) que corresponde aproximadamente al 34,6% de los mamíferos del país (Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, & González-Maya, 2016).

La destrucción, fragmentación, degradación y reducción de los ecosistemas en Colombia están ocasionando la disminución de la diversidad de mamíferos generando aislamientos entre poblaciones y la concentración de especies en algunas regiones y zonas, impidiendo el

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

flujo genético y así la desaparición de algunas especies en el país (Rodríguez Mahecha, Alberico, Trujillo, & Jorgenson, 2006).

La riqueza de Mamíferos comparada con otros grupos puede ser una riqueza baja, pero tienen un gran impacto sobre la biodiversidad global. Son consumidores en casi todas las cadenas alimenticias siendo predadores y presas, carnívoros, herbívoros y omnívoros, especies que construyen o que modifican su hábitat y por consiguiente el de sus comunidades. Debido en parte a sus altas tasas metabólicas, los mamíferos tienen a menudo un rol ecológico desproporcionadamente grande con respecto a su abundancia numérica. La importancia de los mamíferos en un ecosistema es tan diversa que es muy difícil generalizar con todo el grupo (Solari, Muñoz Saba, Rodríguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013) .

A nivel regional, en el área de influencia, la revisión de información secundaria permitió establecer la posible presencia de 154 especies de mamíferos, pertenecientes a 32 familias y 9 órdenes (Anexo F Fauna), que representan el 29,72% de las especies reportadas a nivel nacional (Solari, Muñoz Saba, Rodríguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013) y (Ramírez Chavez & Suarez Castro, 2014).

5.1.2.1.5.10.1 Representatividad del muestreo

Para el esfuerzo de muestreo se utilizaron 50 trampas Sherman y 10 trampas Tomahawk, para un total de 60 trampas por noche, activas durante tres (3) noches dando un total de 1440 horas de trampas Tomahawk activas y 10800 horas de trampa Sherman activas. Adicionalmente, se instalaron tres (3) cámaras trampa por un día (24 horas) consecutivo de muestreo, para así obtener mayores registros de actividad de los mamíferos presentes en las coberturas asociadas, acumulando un total de 216 horas/cámara.

En el caso de las redes de niebla se instalaron un total de diez (10) redes por noche durante tres (3) noches consecutivas en coberturas boscosas, estuvieron abiertas cinco (5) horas diarias, desde las 5:30 hasta las 10:00 pm, acumulando un total de 180 horas/red. Por último se realizaron 11 recorridos de ocho (8) horas a una distancia aproximada de 1 a 2 kilómetros, cada uno durante 11 días consecutivos acumulando un total de 88 horas/hombre, por las coberturas de Bosque de galería, pastos, vegetación secundaria y mosaicos de cultivo.

En el Capítulo 2 se describen las metodologías utilizadas para la caracterización de la mastofauna en el área de influencia, mientras que en la Tabla 5-112 se describen los esfuerzos de muestreo para las diferentes metodologías aplicadas en campo a lo largo del muestreo.



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Tabla 5-112 Esfuerzo de muestreo para la caracterización de los Mamíferos en el área de influencia

Método	Cantidad	Cantidad de sitios de muestreo	Intensidad x sitio de muestreo (Horas por sitio)	Esfuerzo de muestreo (Horas/trampa y/ométodo)
Trampas Sherman	50	3	72 horas	10800 horas/trampa
Trampas Tomahawk	10	3	72 horas	1440 horas/trampa
Cámara Digital de rastreo	3	2	72 horas	432 horas/cámara
Redes de niebla	10	3	5 horas	180 Horas/red
Recorridos extensivos	11	11	8 horas	88 horas/hombre

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Para evaluar la efectividad del muestreo se calcularon estimadores no paramétricos de riqueza, los cuales se muestran en la Tabla 5-113.

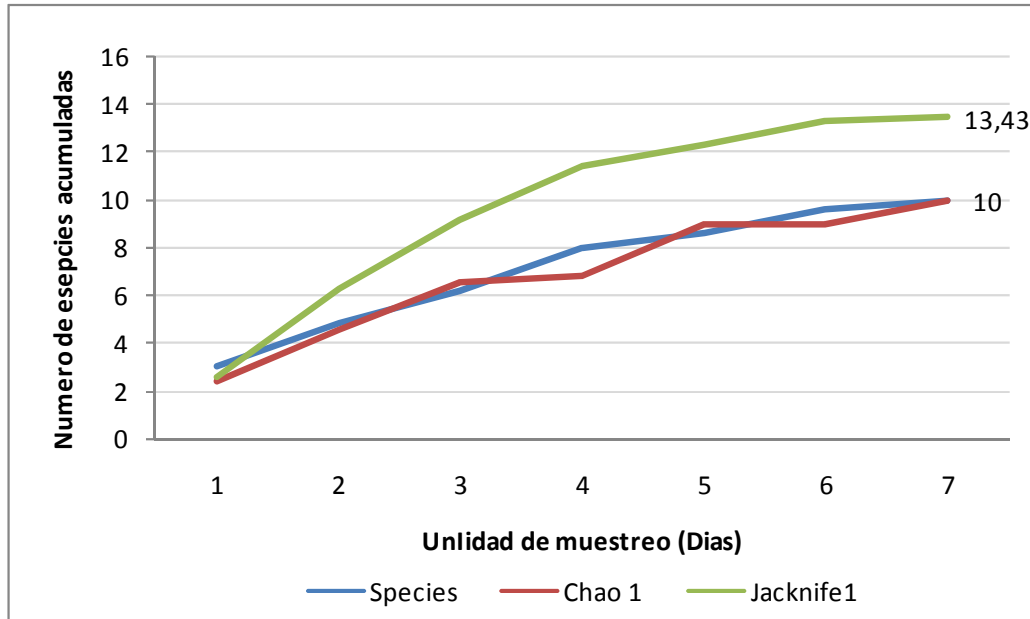
Tabla 5-113 Valores de representatividad de estimadores de riqueza no paramétricos para muestreo de mamíferos en el área de influencia

	Chao 1	Jack knife 1
Especies estimadas	10	13,43
Porcentaje de representatividad	100%	74,4%

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Con el fin de determinar la representatividad de los muestreos para mastofauna realizados en el área de influencia, se calcularon curvas de acumulación de especies con base a los estimadores de riqueza de especies S (est), Chao 1 y Jack knife 1, donde se evidencia el incremento tanto de las especies esperadas como de las observadas, a medida que aumenta los días de muestreo (Figura 5-129). El estimador Chao1 es el que muestra mayor representatividad con 100%. En cuanto al índice Jack knife 1, corroboran la tendencia mencionada, puesto que su representatividad fue de 74,4%, lo que indica que las técnicas usadas en el levantamiento de información fueron adecuadas y que la información registrada es representativa de la mastofauna del área de estudio.

Figura 5-129 Curva de acumulación de especies para mamíferos en el área de influencia



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.10.2 Composición de especies

Mediante la metodología implementada y el esfuerzo de muestreo realizado en el área de influencia, se registraron 19 especies de mamíferos, de las cuales 11 fueron repostadas mediante entrevistas semiestructuradas realizadas a habitantes del área de estudio Tabla 5-114, representados en 13 familias y ocho (8) órdenes, lo que equivale al 12,41% de las especies potenciales para el área de influencia y el 3,7% de las especies reportadas para el país (Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, & González-Maya, 2016), y (Ramirez Chavez & Suarez Castro, 2014), (Solari, Muñoz Saba, Rodríguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013). El listado de especies sigue la propuesta taxonómica de (Wilson & Reeder, 2005), con las actualizaciones propuestas en el trabajo de (Solari, Muñoz Saba, Rodríguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013).

A continuación se presenta el listado de las especies de mamíferos registradas en el área de estudio

Tabla 5-114 Listado de mamíferos registrados en el área de influencia

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TIPO DE REGISTRO				ABUNDANCIA	COBERTURA DE LA TIERRA			
		Obs	Cap	Ras	Enc		BG	BD	MOS	Pa
ORDEN DIDELPHIMORPHIA										
FAMILIA DIDELPHIDAE										
<i>Didelphis marsupialis</i>	Fara, chucha	2	-	-	-	2	-	-	2	-
<i>Marmosa regina</i>	Marmosa Lanuda de Cola Desnuda	-	-	-	x	-	-	-	-	-
ORDEN CINGULATA										
FAMILIA DASYPODIDAE										
<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo de Nueve Bandas	-	-	1	x	1	-	-	1	-
ORDEN PILOSA										
FAMILIA MYRMECOPHAGIDAE										
<i>Tamandua mexicana</i>	Hormiguero	-	-	-	x	-	-	-	-	-
ORDEN CHIROPTERA										
FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE										
<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago Frugívoro Grande Gris	-	2	-	-	2	-	2	-	-
<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago	2	17	-	-	19	2	-	17	-
ORDEN CARNIVORA										
FAMILIA CANIDAE										
<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro Cangrejero	2	-	-	x	2	-	-	-	2
FAMILIA FELIDAE										
<i>Leopardus wiedii</i>	Ocelote	-	-	-	x	-	-	-	-	-
FAMILIA MUSTELIDAE										
<i>Eira barbara</i>	Tayra; comadreja	-	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	-	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Nasua nasua</i>	Cusumbo	-	-	1	x	1	1	-	-	-
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mapache	-	-	2	x	2	2	-	-	-
ORDEN PRIMATES										
FAMILIA AOTIDAE										
<i>Aotus lemurinus</i>	Marteja	-	-	-	x	-	-	-	-	-
ORDEN RODENTIA										
FAMILIA CUNICULIDAE										
<i>Cuniculus paca</i>	Lapa	-	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Dasyprocta punctata</i>	Ñeque	-	-	1	x	1	-	-	1	-
FAMILIA CAVIIDAE										
<i>Hydrochoerus isthmius</i>	Chiguiro	-	-	-	x	-	-	-	-	-
FAMILIA SCIURIDAE										
<i>Notosciurus granatensis</i>	Ardilla de Cola Roja	3	-	-	x	3	2	0	0	1
<i>Notosciurus pucheranii</i>	Ardilla colorada, ardilla roja	5	-	-	-	5	3	2	0	0
ORDEN LAGOMORPHA										
FAMILIA LEPORIDAE										
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo Silvestre	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Total	-	14	19	5	-	38	10	4	21	3

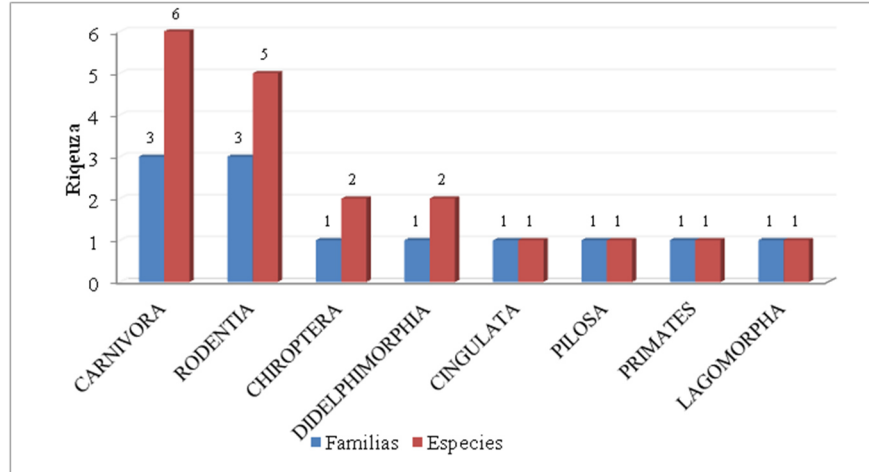
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TIPO DE REGISTRO				ABUNDANCIA	COBERTURA DE LA TIERRA			
		Obs	Cap	Ras	Enc		BG	BD	MOS	Pa
Convención: Cobertura Vegetal: He: Herbazales, Ar: Arbustales, PA: Pastos, Ca: Cuerpos de agua, Ta: Territorios artificializados. Tipo de Registro: Obs: Observación, Cap: Captura, Ras: Rastro, Enc: Encuesta										

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Como podemos observar en la tabla Tabla 5-114, el valor más representativo en cuanto al mayor número de especies corresponde al orden Carnívora, para el cual fueron reportadas seis (6) especies lo que corresponde al 31,5% del total de las especies registradas, de las cuales tres (3) fueron registradas mediante entrevistas semi-estructuradas realizadas a habitantes del área de estudio, seguido del orden Rodentia, para el cual fueron registradas cinco (5) especies, de los cuales dos especies se obtuvieron mediante observación directa, una especie mediante rastros y dos especies por entrevistas semi-estructuradas, vale la pena aclarar que para cada orden fueron registradas tres (3) familias. Y para los órdenes Chiroptera, Didelphimorphia, Cingulata, Pilosa, Primates y Lagomorpha fue reportada una especie respectivamente. Es importante resaltar que del total de las especies registradas el 26,3% fueron reportadas mediante observación directa, el 10,5% por medio de captura, 21% por medio de registro de indicios o rastros y el 73% fueron confirmadas mediante entrevistas semi-estructuradas.

En cuanto al número de individuos, los Chiroptera (21 ind) fue el grupo más abundante, seguidos de los Roedores (9 ind) Figura 5-130. La mayor abundancia de murciélagos se obtuvo por las capturas de individuos con las redes niebla utilizadas en la cobertura de bosque de galería y cerca de cuerpos de agua, esencialmente por individuos de la familia Phyllostomidae, hecho esperado para esta familia, ya que se constituye en la familia más diversa del nuevo mundo tanto en número de grupos taxonómicos como de individuos (Muñoz Arango, 2001).

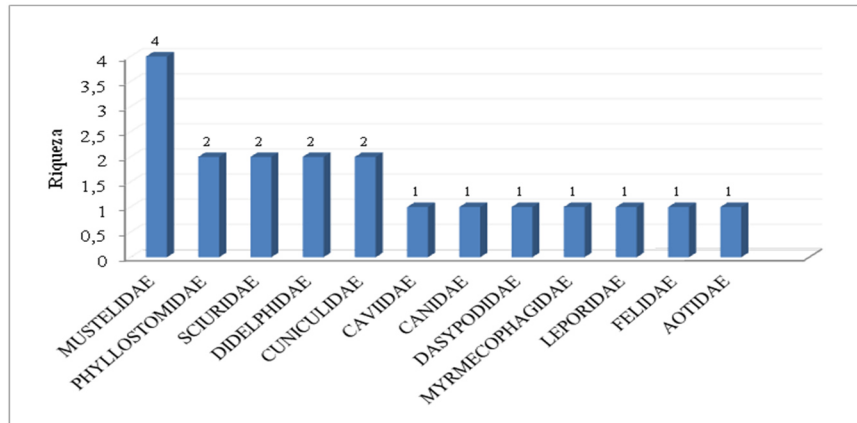
Figura 5-130 Número de especies y familias de mamíferos por orden registrados en área de influencia



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En cuanto a las familias de Mamíferos reportadas en el área de influencia, la familia Mustelidae, agrupó la mayor riqueza con cinco (5) especies, seguido de las familias Phyllostomidae, Sciuridae, Didelphidae, Cuniculidae, para las cuales se reportaron dos (2) especies respectivamente, y finalmente para las familias Cavidae, Canidae, Dasypodidae, Myrmecophagidae, Leporidae, Felidae y Aotidae, fue reportada una especie por cada familia. Es importante resaltar que la mayor riqueza de murciélagos de la familia Phyllostomidae se da principalmente porque, como lo menciona (Mantilla Meluk, Jiménez Ortega, & Baker, 2009), los Andes colombianos tienen un doble rol, como una barrera eficaz para aislar poblaciones naturales en las vertientes oriental y occidental de las cordilleras, así como una fuente de innumerables oportunidades de nicho para los murciélagos filostómidos, reclutando especies de otras regiones.

Figura 5-131 Número de especies de mamíferos registrados por familia en el área de influencia







Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.1.2.1.5.10.3 Especies endémicas, casi endémicas y amenazadas

De las especies registradas en el área de influencia, dos (2) especies se encuentran amenazadas, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Naranjo & Amaya Espinel, Plan nacional de las especies migratorias: diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia), el libro rojo de mamíferos (Rodríguez-Mahecha, Alberico, Trujillo, & Jorgenson, 2006) y la Resolución 0192 (Misterio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014). Especies como el tigrillo (*Leopardus wiedii*, Tabla 5-115) y la Marteya (*Aotus lemurinus*, (Tabla 5-116) fueron obtenidas mediante encuestas realizadas a moradores del área de influencia.

Tabla 5-115 Datos ecológicos, distribución y estado de amenaza del Tigrillo (*Leopardus wiedii*)

Tigrillo (<i>Leopardus wiedii</i>)(Schinz,1821)	
 <p>Fuente: Tomada de estudios anteriores de Consultoría Colombiana S.A. (2014)</p>	
Clase	Mammalia
Orden	Carnivora
Familia	Felidae
Especie	<i>Leopardus wiedii</i>
Nombre común	Tigrillo o Marquei
Estado de amenaza	Esta especie esta categorizada a nivel global por la (UICN Versión 2016), como Casi amenazada (NT) y en Colombia se incluye en la misma categoría, según el libro rojo de los mamíferos de Colombia (Rodríguez Mahecha, Alberico, Trujillo, & Jorgenson, 2006).
Tipo de distribución	Cosmopolita
Distribución en el mundo	Del Tigrillo se conoce muy poco de la biología e historia natural. Desde el norte-centro de México hasta Uruguay y el norte de Argentina (Payán Garrido & Soto Vargas, 2012).
Distribución en Colombia	En Colombia, se encuentra reportada en todas las regiones naturales, principalmente en alturas inferiores a los 1200 m, aunque ha sido registrada en zonas de bosque en los municipios de Guasca y Ubalá (Cundinamarca) entre los 2581 y los 2845 m.



 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Tigrillo (<i>Leopardus wiedii</i>)(Schinz,1821)	
Distribución altitudinal	Desde los 0 hasta los 1800 msnm
Sitios de observación en campo	La especie fue registrada mediante entrevistas semi-estructuradas realizadas a habitantes del área de estudio. Donde se presenta conflicto con la especie por alimentarse de novillos y aves de corral.
Densidad de la especie	El rango hogareño del <i>Leopardus wiedii</i> está estimado entre 1-20 km ² para hembras y entre 4-16 km ² para machos, pero usualmente se reportan promedios de 4,8 km ² (Garrido & Soto Vargas, 2012).
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Habita bosques húmedos y muy húmedos tropicales, bosques de niebla y de galería. Debido a sus hábitos arborícolas, se considera la especie de felino más susceptible a la deforestación, no obstante, puede encontrarse en corredores de áreas fragmentadas. Se alimenta principalmente de pequeños roedores y marsupiales, aunque en algunos casos puede cazar conejos, armadillos, osos perezosos, pequeños primates, aves, insectos y ranas arborícolas (Suarez Castro & Ramírez Chavez, 2015).

Fuente: (Payán Garrido & Soto Vargas, 2012), (Suarez Castro & Ramírez Chavez, 2015).

Tabla 5-116 Datos ecológicos, distribución y estado de amenaza del mico de noche Andino (*Aotus lemurinus*)

mico de noche andino (<i>Aotus lemurinus</i>)(I.GEOFFROY, 1843)	
	
<p>Fuente: Tomada de estudios anteriores de Consultoría Colombiana S.A. (2014)</p>	
Clase	Mammalia
Orden	Primates
Familia	Aotidae
Especie	<i>Aotus lemurinus</i>
Nombre común	mico de noche andino
Estado de amenaza	Esta especie esta categorizada a nivel global por la UICN como Vulnerable (VU) y en Colombia se incluye en la misma categoría.
Tipo de distribución	Endémica
Distribución en el mundo	Colombia
Distribución en Colombia	El <i>Aotus lemurinus</i> se extiende por toda la cordillera de

 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

mico de noche andino (<i>Aotus lemurinus</i>)(I.GEOFFROY, 1843)	
	los Andes, desde Ecuador hasta Venezuela. En Colombia se encuentra en las tres cordilleras en los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá. Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Santander, Sucre y Tolima. (Solari, Muñoz Saba, Rodríguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013)
Distribución altitudinal	Desde los 1500 hasta los 3200 msnm
Sitios de observación en campo	La especie fue registrada mediante entrevistas semi-estructuradas realizadas a habitantes del área de estudio, donde manifiestan observarlos en los patios de las casa alimentándose de frutas.
Densidad de la especie	(Heltne, 1977), calculo una densidad de 150 animales por Km ² y ámbito de hogar de 4 a 15 ha, los cuales son definidos de otras familias, su presencia tan cercana y la facilidad para el acceso a la mayoría de los bosques de la región se convierten en una oportunidad importante para aumentar el conocimiento sobre la historia natural de las especies.
Estado poblacional	En el valle de aburra se desconoce el estado de su población, pero se sabe que para encontrar alimentos y refugio depende de la disposición de los bosques, los cuales están en constante disminución en la ladera de la región. Finalmente su conservación en la zona está supeditada a la protección y conectividad de los fragmentos de bosques existentes
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	El <i>Aotus lemurinus</i> habita en diferentes tipos de bosques como son el bosque ripario, primario, secundario así como fragmentos inmersos en áreas agrícolas, se les observa durmiendo en las plantaciones en el dosel de las plantaciones de ciprés, en sitios donde este es más tupido y oscuro. Se trata de animales netamente arborícolas y nocturnos, sus ojos grandes les permite adaptarse a tales hábitos, generalmente pasan el día en huecos en los árboles o en la vegetación densa. Se alimentan principalmente de frutos, hojas y flores y en menor medida, de huevos y artrópodos (Defler T. R., 2010).

Fuente: (Solari, Muñoz Saba, Rodríguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013) (Defler T. R., 2010).

5.1.2.1.5.10.4 Especies de importancia económica y/o cultural y presiones de la fauna

Por otra parte es importante resaltar que a partir de las entrevistas semi-estructuradas realizadas a habitantes del área de influencia, se identificaron siete (7) especies de mastofauna con valor económico y/o cultural (Tabla 5-117). Dentro de las actividades destacadas para la obtención de las especies de interés económico y cultural se encuentran: la cacería de subsistencia, comercialización ilegal o captura de ejemplares como mascotas. En la que se incluyen las especies de mamíferos más representativas para los usos mencionados.

Tabla 5-117 Especies de mamíferos con importancia económica y/o cultural registradas en el área de influencia

APÉNDICE CITES	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USO ANTROPICO
I	Carnívora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	Animales familiarizados, económico
II	Primates	Aotidae	<i>Aotus lemurinus</i>	mico de noche andino	Animales familiarizados, económica
	Carnívora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tayra	-
	Carnívora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro guache	-
-	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	Consumo local
	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo sabanero	Consumo local
	Rodentia	Sciuridae	<i>Notosciurus granatensis</i>	Ardilla	Animales familiarizados

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

En cuanto a la importancia ecológica de los mamíferos podemos inferir son organismos con un valor ecológica muy alto dentro de los diferentes ecosistemas en que se encuentran. No solo por el gran aporte de biomasa, sino también, porque cada especie desarrolla un papel fundamental dentro de la estructuración de los ecosistemas. Son dispersores de semillas, polinizadores, y por sus hábitos de herbívoros, participan en la incorporación de nutrientes en la dinámica de las florestas (Galvis et al. 2011; Morales -Jiménez, et al. 2008).

- Orden Cingulata

Las especies *Dasyopus novemcinctus*, juega un papel importante en los ecosistemas al ser presa, e importantes dispersores de semilla, y al mismo tiempo son las especies de caza preferidas por los cazadores de subsistencia dada la cantidad y calidad de su carne que proveen.

- Orden Primates

El mono nocturno andino (*Aotus lemurinus*), además de ser utilizado como mascota, también es capturado para ser utilizado en investigaciones biomédicas, ya que exhibe una alta susceptibilidad al plasmodium, causante de la enfermedad de la malaria, hecho que la hace el modelo ideal para adelantar investigaciones relacionadas con esta enfermedad (Defler T. R., 2010).

- Orden Rodentia

La paca (*Cuniculus paca*) y el ñeque (*Dasyprocta punctata*), al igual que muchos animales que se alimentan de frutos, son eficientes dispersores de semillas, contribuyen a la descomposición de la hojarasca al revolverla para buscar frutos, así mismo, las lapas son germinadores indirectos de especies vegetales, ya que almacenan semillas de frutos grandes entre la hojarasca y no siempre alcanzan a consumirlas antes de su germinación (Cabrera,

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Lozano, & Molano Rueda, 1995).

- Orden Lagomorpha

Sylvilagus brasiliensis (Conejo); se considera una de las especies claves y un eslabón fundamental en la cadena alimenticia (Rodríguez-Mahecha 2008). Por ser uno de los primeros en aprovechar la energía disponible aun en las zonas más degradadas y canalizarla a sus predadores. La importancia ecológica de esta especie se ve reflejada en que al disminuir sus poblaciones, disminuyen también las poblaciones de rapaces y de otros mamíferos predadores de esta especie (Valero & Durant, 2001).

- OrdeCarnivora

El Cusumbo (*Nasua nasua*), cuya importancia ecológica es la de actuar como controlador biológico de invertebrados ayuda a la aireación y descomposición de la hojarasca debido a la remoción del material que se encuentra en el suelo cuando está buscando sus presas (Morales-Jiménez , Sánchez , Poveda , & Cadena , 2004) (Cabrera, Lozano, & Molano Rueda, 1995). En el caso del Mapache (*Procyon cancrivorus*) se tiene que sus presas son individuos adultos de moluscos, crustáceos y anfibios en caños ubicados dentro del bosque lo que hace que las poblaciones de estos invertebrados permanezcan estables ya que alcanzan su etapa reproductiva (Cabrera, Lozano, & Molano Rueda, 1995) .

El Guache o Ulamá (*Eira barbara*), es depredador de varias especies carnívoras que consumen las crías de los peces, así mismo, esta especie contribuye a regular las poblaciones de peces y moluscos en cuerpos de agua asociados a los bosques (Cabrera, Lozano, & Molano Rueda, 1995).

En ocasiones el tigrillo (*Leopardus wiedii*), ataca aves de corral y esto lo hace objeto de persecución y cacería. Su piel fue usada en la época de las tigrilladas, las cuales surtieron los mercados de la moda de pieles de Norteamérica y Europa en la década de los sesenta y setenta (Payán Garrido & Soto Vargas, 2012). En la actualidad es uno de los felinos más comúnmente tenido ilegalmente en cautiverio como mascota.

En el área de influencia se observó que la mayor presión sobre la fauna silvestre especialmente sobre el grupo de los mamíferos, la causan actividades antrópicas como la ganadería, la expansión de la frontera agrícola y el turismo, produciendo la fragmentación y deterioro de hábitats, disminuyendo la cobertura boscosa de la zona. Estas prácticas se observan en casi todo el trazado de la vía, observando en algunos lugares que el bosque se pierde por que se tala toda la cobertura vegetal sobre los cuerpos de agua, eliminando así la conectividad de los bosques aumentando la fragmentación de la zona. De igual manera, factores secundarios como las cadenas tróficas entre cazadores y presas naturales entran en desequilibrio debido a la intervención del hombre por las cacerías de las especies de conflicto (ataque de carnívoros sobre especies animales domesticas) y cacería para obtención de fuentes de proteínas como especies de consumo que generan reducción de la

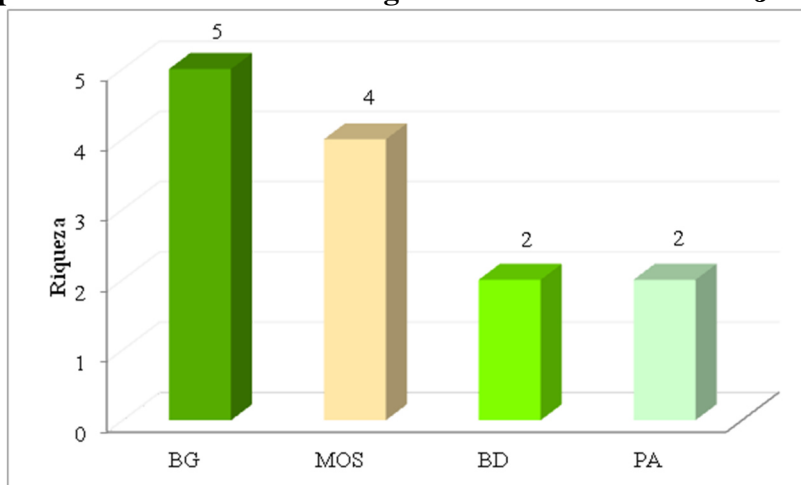
diversidad y composición de la mastofauna.

5.1.2.1.5.10.5 Asociación a coberturas de la tierra

La mastofauna hace uso amplio de las diferentes coberturas presentes en un ecosistema, ya sea en búsqueda del alimento o de refugio, o simplemente porque tiene rangos de acción muy extensos, lo que permite observar a las especies en una o en varias coberturas. Cada uno de los órdenes de mamíferos presenta características que les permiten cruzar largas distancias. Por ejemplo, los quirópteros por su capacidad para volar, abarcan tanto áreas cerradas como abiertas, teniendo mayor movilidad entre coberturas. Es así como las especies de murciélagos son más tolerantes a las modificaciones del paisaje (Oporto, Arriaga Weiss, & Castro Luna, 2015), teniendo la posibilidad de buscar refugio y alimento en otros hábitats. Debido a las interacciones dentro de los hábitats, su dieta, forrajeo y uso de las coberturas, pueden ser considerados como un elemento importante a la hora de determinar la calidad de los mismos.



Dentro del área de influencia se registraron cuatro (4) unidades de cobertura para el muestreo de mamíferos, Figura 5-132, donde los bosques de galería presentaron el mayor número de especies con 5 y 10 individuos respectivamente, seguido por los mosaicos de cultivos la cual fueron reportadas 4 especies y 21 individuos, mientras que para las unidades de Bosque denso y pastos con 2 especies y sus abundancias reportadas corresponden a cuatro (4) y tres (3) individuos respectivamente. Es importante resaltar que el mayor número de individuos en las áreas de Mosaicos de cultivo lo registró el grupo de los murciélagos ya que la instalación de las redes de nieblas se realizó en los bordes de esta cobertura.

Figura 5-132 Número de especies de mamíferos por unidad de cobertura en el área del EIA para la construcción de la segunda calzada Túnel - San Jerónimo



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Bosque de galería. Con respecto a las especies reportadas para la unidad de cobertura de

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Bosque de galería presente en el área de influencia, es importante decir que las especies de mamíferos se encuentran estrechamente relacionadas a este tipo de ecosistema característico ya que son zonas o áreas con poco déficit de agua a lo largo del año, aun en el periodo seco. En este ecosistema hay constante acumulación de nutrientes y de materia orgánica. Así mismo la oferta de alimento y de hábitat para los mamíferos crece, por la heterogeneidad funcional y estructural en la biodiversidad de las especies vegetales que alberga este ecosistema (Correa-Gómez & Stevenson, 2010). Los mamíferos asociados a esta unidad de cobertura dentro del presente estudio corresponden a un 50% del total de las especies de las reportadas cinco (5) especies y diez individuos ver Tabla 5-114, dentro de los que sobresalen *Procyon cancrivorus* Fotografía 5-46 *Nasua nasua* Fotografía 5-47, como especies reportadas exclusivas en bosque de galería y no presentes en las demás unidades de cobertura.

Fotografía 5-46 Huellas *Procyon cancrivorus*



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Fotografía 5-47 Madriguera *Nasua nasua*



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Bosque denso. Por otra parte podemos encontrar dos (2) especies en bosque denso (20%), haciendo referencia que son reportadas como frecuentes para esta unidad de cobertura, vale la pena destacar que las áreas de bosque denso generalmente están conformadas por individuos típicamente arbóreos, que conforman un dosel robusto, ocasionando disponibilidad de recursos en el suelo por la lluvia de semillas, lo que es aprovechable de manera directa por las diferentes especies de mamíferos presentes, en este caso la ardilla *Notosciurus pucheranii* Fotografía 5-49 y en el caso de las especies frugívoras como *Artibeus planirostris* Fotografía 5-48. Generalmente estas áreas han sido poco intervenidas o se encuentran en proceso maduro de conformación florística.

Fotografía 5-48 Mueciélago *Artibuis planirostris*



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Fotografía 5-49 Ardilla *Sciurus pucheranii*



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Dentro de las unidades de cobertura muestreadas se encuentran los mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, los cuales reúnen varios tipos de cobertura, las que generalmente en la zona de estudio comprenden áreas para la producción agrícola, ganadera y espacios naturales muy intervenidos que permiten el desarrollo de especies de mamíferos con hábitos mucho más generalistas como *Didelphis marsupialis* Fotografía 5-50 *Dasyopus novemcictus* Fotografía 5-51 *Carollia perspicillata* Fotografía 5-52.

Fotografía 5-50 *Didelphis marsupialis*



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Fotografía 5-51 Madriguera armadillo *Dasyopus novemcictus*



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Fotografía 5-52 Murecielago *Carollia
perspicilata*



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Pastos. En el caso de los pastos dentro del área de estudio están conformadas por coberturas vegetales que son en su totalidad gramíneas forrajeras con una mínima presencia de yerbas leñosas de porte menor. Durante el desarrollo de trabajo en campo se presentaron altas temperaturas y escases del recurso hídrico por las condiciones específicas del fuerte verano lo que acentuó en las áreas abiertas condiciones de ambiente seco y un número bajo de especies reportadas, en este caso *Notosciurus granatensis* Fotografía 5-53y *Cerdocyon thous* Fotografía 5-54.

Fotografía 5-53 Ardilla cola roja
Notosciurus granatensis



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Fotografía 5-54 Zorro *Cerdocyon thous*



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Es importante resaltar la presencia de la especie *Notosciurus granatensis* Fotografía 5-53 ya que es una especie frugívora y por lo cual se establece que la dispersión de semillas es una actividad ecológica importante y predominante para la continuidad de los bosques tropicales (Correa-Gómez & Stevenson, 2010). Es importante resaltar la presencia de *Cerdocyon thous* Fotografía 5-54, ya que esta especie es cosmopolita y transitoria entre la mayoría de unidades de cobertura del área, donde la convergencia de recursos como alimento, bebedero, refugios y sistio de descanso generan un ambiente favorable para la migración y residenciatemporal de estos individuos, teniendo en cuenta que los bosques de galería y bosque denso son un hábitat muy importante del área de estudio por la calidad de recursos que ofrece tanto a las especies que laberaga como a las que recibe temporalmente.

○ **Diversidad Alfa.**

La diversidad alfa, medida a nivel local, se puede estimar basada en el número de especies encontradas en la comunidad, es decir, la riqueza específica, o en la estructura de la misma, dependiendo de la importancia relativa de las especies presentes (Moreno, 2001). Debido a que en el presente estudio el objetivo primordial es la búsqueda de la diversidad se utilizaran básicamente dos índices ecológicos. Uno es equitatividad (Simpson_1-D), el cual busca la falta de variabilidad en las abundancias relativas; el otro es la riqueza (Shannon_H), es decir el número total de especies.

Teniendo en cuenta lo anterior se calcularon los índices de diversidad para cada una de las coberturas vegetales muestreadas del área de influencia (Tabla 5-118). La denominación de las coberturas vegetales empleadas para los análisis es Herbazales (He), Arbustales (Ar), (Pa) Pastos, (Ca) Cuerpos de agua, Territorios agrícolas.

Tabla 5-118 Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para el área de influencia

	BG	BD	MOS	Pa
Especies	5	2	4	2
Abundancia	10	4	21	3
Simpson_1-D	0,78	0,5	0,3311	0,4444
Shannon_H	1,557	0,6931	0,685	0,6365

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Diversidad Shannon_H: Este índice pertenece a las medidas cuantitativas estimadas para obtener una aproximación en la equidad del número de individuos por especie que hay dentro de la comunidad. Lo cual indica de acuerdo a los valores obtenidos que los valores de diversidad para las cuatro (4) unidades de cobertura son bajos, sin embargo los valores obtenidos indican que esta unidad de cobertura diversa que las demás coberturas, muestreadas. Este comportamiento en éste Índices es acorde con lo experimentado en campo en donde las coberturas boscosas brindaban mayores condiciones ecológicas como temperaturas estables y frescas, además de cuerpos de agua permanentes a su interior, para el mantenimiento de las poblaciones de mamíferos.

Equitatividad de Simpson_1-D: Este índice busca establecer la falta de variabilidad en las abundancias relativas dentro de la muestra. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Quiere decir de acuerdo a los valores obtenidos que existe una alta variabilidad de especies dentro del bosque de galería seguido de Bosque denso, situación que es congruente con lo observado en campo donde en los cuerpos pastos confluyeron mayor número de especies con abundancias similares buscando aprovechar las áreas abiertas principalmente. Vale la pena resaltar la presencia del 80% de las especies del Orden Chiroptera (Murciélagos), en área de pastos con presencia de individuos arbóreos aislados.

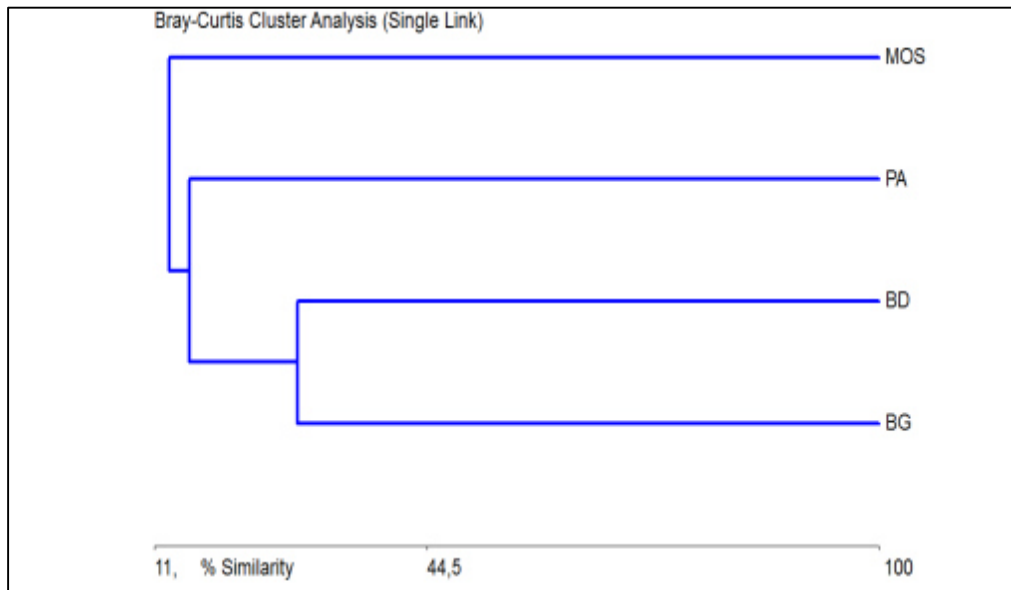
○ **Divesidad beta**

Análisis Cluster de agrupamiento (Dendrograma de similaridad entre unidades de cobertura). Este tipo de análisis nos permite visualizar los casos en que se agrupan diferentes características identificando para el caso tipo las coberturas más similares y las más disimiles con respecto a la diversidad de especies de mamíferos que pueda contener cada cobertura muestreada.

Debido a que las comunidades de mastofauna del área de estudio pueden encontrarse separadas entre sí por gradientes físicos, es decir, a lo largo de un gradiente o entre distintos hábitats, es preciso realizar el cálculo de la diversidad beta en la comunidad de mamíferos presentes en el área de influencia (Figura 5-133). Esta diversidad fue medida como la tasa de reemplazo o recambio de especies entre los diferentes hábitats o coberturas de la tierra detectados en la zona.

De acuerdo al análisis elaborado para identificar los grupos de especies registradas con técnicas de inventario por unidad de cobertura vegetal se obtuvieron 2 grandes grupos, el primer grupo esta conformado por las unidades de cobertura (BG) Bosque de galería, (BD) Bosque denso y (PA) Pastos, el segundo grupo esta conformado únicamente por la unidad de cobertura de mosaicos. Esto puede deberse a que las unidades de cobertura del primer grupo tienen características “especiales”, es decir ofrecen recursos específicos que algunas especies puede compartir como es el caso de las ardillas *Notosciurus pucheranii* y *Notosciurus granatensis*, las cuales requieren del estrato arbóreo para desplazarse a través del bosque, por otra parte los mosaicos hacen parte de el otro grupo el cual presenta elementos exclusivos durante el muestreo como *Didelphis marsupialis*, *Dasyopus novemcinctus*, que aunque son especies cosmopolitas y generalistas también se sugiere que aprovechan los recursos ofrecidos por áreas de cultivo o áreas con algún grado mayor de intervención.

Figura 5-133 Dendrograma de Similaridad –Análisis Bray Curtis para comunidades de mamíferos en el área de influencia



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

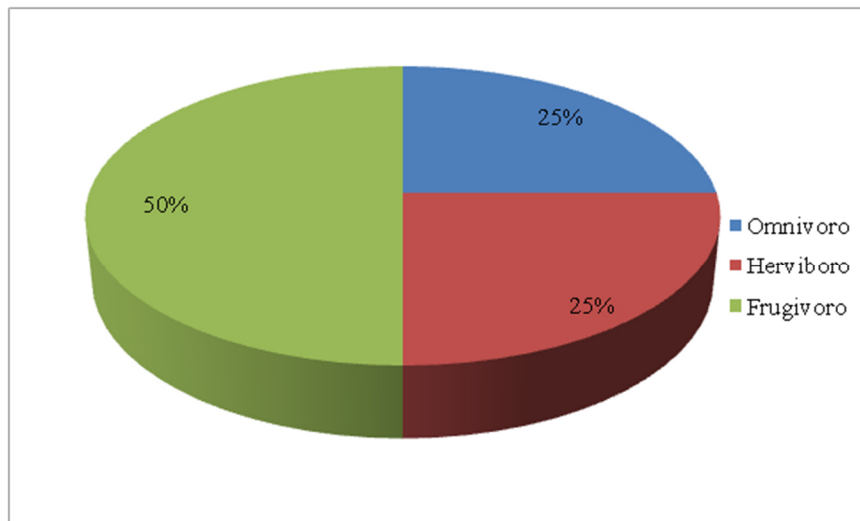
5.1.2.1.5.10.6 Relaciones ecológicas entre las especies: Componente trófico

Los mamíferos juegan un papel importante en el funcionamiento del ecosistema por su reconocido rol en el mantenimiento del bosque a través del proceso de dispersión de semillas, polinización, folivoría y frugivoría (Tirira, 2001), caso de muchos mamíferos insectívoros por ejemplo.

En el caso del área de influencia del presente proyecto el Bosque denso principalmente y el Bosque de galería son ecosistemas considerados como productores primarios de la

cadena trófica pues ofrecen un sin número de recursos alimentarios ubicados ya sea en el dosel (frutos, hojas, tallos) o en el sotobosque (edafofauna, hojarasca, semillas, frutos caídos). Estos recursos son aprovechados por los diferentes grupos de mamíferos, a nivel espacio temporal. En el caso de las áreas semiabiertas como los Mosaicos y áreas abiertas como pastos están dominadas principalmente por especies generalistas y transitorios con amplios rangos de dispersión que utilizan áreas vietas como canales de movimiento. El grupo de los consumidores primarios (herbívoros) que aprovechan directamente la energía de los productores, ya sea mediante folivoría, frugivoría o granivoría, sustentan otros grupos de mamíferos.

Figura 5-134 Preferencias tróficas de las especies de mamíferos registradas en área de influencia





Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Dentro de estos consumidores primarios reportados en el presente estudio se pueden mencionar los siguientes: *Notosciurus granatensis* y *Notosciurus pucheranii*, *Dasyprocta punctata*, *Carollia perspicillata*, *Artibeus planirostris*, *Nasua nasua*, *Procyon cancrivorous*, en este caso para los consumidores primarios tenemos que se distribuyen dentro del muestreo en 25% para los herbívoros Figura 5-134 y 50% de total de las especies de mamíferos reportadas con preferencias alimenticias como frugívoros. En el siguiente nivel trófico están los consumidores secundarios, aquellos que toman su energía a partir de proteína animal: consumidores primarios, secundarios y otros organismos como invertebrados o vertebrados pequeños y también proteína vegetal. En este nivel se ubican los omnívoros (25%), representados en el área de estudio con especies como: *Didelphis marsupialis*, *Dasyus novemcinctus* y *Cerdocyon thous*.

5.1.2.1.5.11 Mapa de Distribución de Especies Faunísticas

En el plano DVM-TSJ-AMB-CONCOL-023 se puede observar el Mapa de distribución de fauna a escala 1:25.000.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

5.1.2.2 Ecosistemás acuáticos

Los ecosistemás acuáticos epicontinentales, son todas aquellas aguas superficiales que se distribuyen en los continentes. Dentro de los ecosistemás acuáticos existen, de manera general, los sistemás lóticos (término relativo al agua corriente, por ejemplo un arroyo o un río), y los lénticos (concepto aplicado a las aguas estancadas, como pantanos, estanques, lagos y los humedales, que son cuerpos de agua someros) (Margalef, 1983).

Los ecosistemás acuáticos continentales, tanto lénticos como lóticos, poseen un alto grado de heterogeneidad temporal y espacial, así como una biota única que presenta adaptaciones en relación a las condiciones bióticas y abióticas del ecosistema (Poff & Allan, 1995). Generalmente, la diversidad de la biota acuática es mayor en el trópico que en sistemás ribereños templados, ya que temperaturas altas inciden en los ciclos de vida de los organismos acuáticos, haciéndolos cortos y por ende más abundantes (Cala, 1990); de este modo, la gran diversidad se genera por una complejidad de interacciones entre factores bióticos y abióticos.

Por lo anterior, todo organismo inmerso en un sistema resulta ser un indicador de las condiciones del medio en el cual se desarrolla, ya que de cualquier forma, su existencia en un espacio y momento determinado, responde a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales. Sin embargo, en términos más estrictos, un indicador biológico acuático se ha considerado como aquel cuya presencia y abundancia señalan algún proceso o estado del ecosistema que habita (Roldan-Pérez, 2008); por tal razón, el estudio de la biología y la ecología de las aguas continentales y sus organismos, brinda información acerca de las condiciones de hábitat y en general el estado de las comunidades en relación a variables específicas tanto bióticas como abióticas y frente a posibles alteraciones del mismo (Roldán & Ruíz, 2001).

Consecuentemente, los resultados de la caracterización de las comunidades acuáticas que en este estudio se presentan, pretenden describir la composición de la biota acuática (registrada por medio de muestreo), para el área de estudio, teniendo en cuenta ecosistemás sensibles, especies en categorías de amenaza, endémicas y/o migratorias.

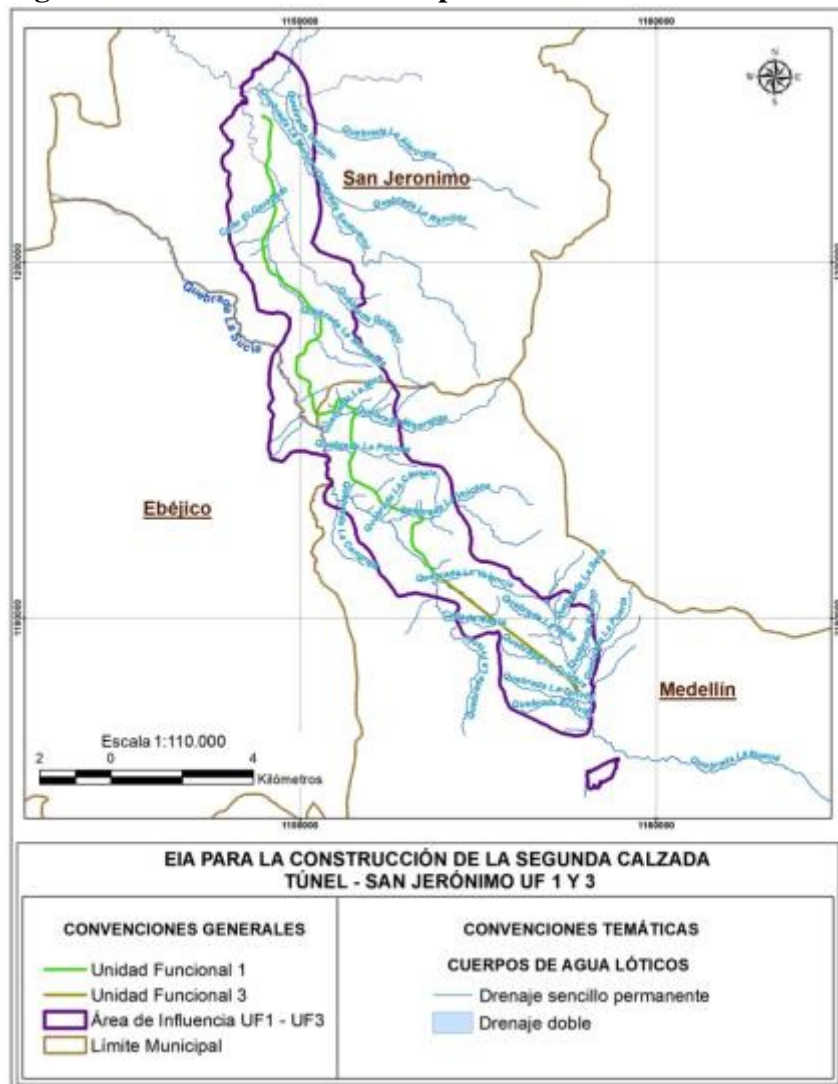
5.1.2.2.1 Principales ecosistemás acuáticos presentes en el área de estudio y su importancia en el contexto regional

El área de estudio de las unidades funcionales comprendidas en este estudio, se encuentran en el departamento de Antioquía. Específicamente la unidad funcional 1 se distribuye entre los municipios de San Jeronimo y la ciudad de Medellín; mientras que, la unidad funcional 3 se encuentra en el área rural de la ciudad de Medellín. De este modo, dentro de este contexto, las corrientes lóticas y lénticas presentes dentro del área de estudio pertenecen a la cuenca hidrográfica del Magdalena-Cauca, específicamente en la zona hidrográfica de afluentes directos al río Cauca, río Nechí y río Porce.

5.1.2.2.2 Ecosistemás lótics



La red hidrográficá en el áreá de estudio se encuentra integrada, en orden de importancia, por los ríos Cauca, Nechí y Porce. Siendo el río Cauca el principal afluente del río Magdalena (CORMAGDALENA, 2007). Por su parte, la unidad funcional 1 se encuentra influenciada principalmente por el río Cauca; mientras que, la unidad funcional 3, áreá donde se encuentra el trazado del segundo túnel de occidente, las corrientes que allí fluyen son afluentes directos del río Cauca y del río Nechí.

Figura 5-135 Corrientes lótics presentes en el áreá de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Como descripción general del río Cauca, se dice que este discurre a lo largo del valle interandino entre las cordilleras Occidental y Central, desembocando en el río Magdalena a

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

la altura del municipio de Pinillon (Bolívar). Tiene una longitud total de 1,180 km, con un área de drenaje de 59,840 km² y un caudal medio de 2,275 m³/s. Éste, a su vez, aporta el 32% del caudal total de la cuenca y drena a su paso los departamentos del Cauca, Quindío, Risaralda, Caldas, Antioquia, Córdoba, Sucre y Bolívar (CORMAGDALENA, 2007).

Específicamente en el departamento de Antioquia, la cuenca del río Cauca cubre cerca el 46% de su extensión y discurre por la parte central del departamento de sur a norte, formando un estrecho valle en donde convergen afluentes de la vertiente oriental de la cordillera occidental y de la vertiente occidental de la cordillera central. Sus tributarios principales, que desarrollan valles muy estrechos y empinados, son los ríos San Juan, Caramanta, Arma, Ituango, Tarazá, Man y Nechí (Sierra, 2006). Cabe resaltar que, dentro de la unidad funcional 3 existe el Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables de la Divisoria Valle Aburrá - Río Cauca.

Por su parte, en la cuenca media del río Magdalena, se ubica aproximadamente el 22% de la red hidrográfica de Antioquia. En todo el departamento, todos los ríos que descienden de la vertiente oriental de la cordillera central, vierten sus aguas al río Magdalena; ríos como: Cocorná sur, Samaná Sur y norte, Alicante y Cimitarra. Las cuencas altas de los tributarios conforman valles estrechos, algunas veces con fuerte control tectónico que, a medida que descienden se encuentran con una topografía de montaña baja, colinas y lomeríos hasta llegar al amplio valle del río Magdalena, donde transcurren en extensas planicies de inundación (IGAC; IDEA, 2007).

La cuenca del río Porce tiene un área de 5,248 km² y se encuentra sobre la Cordillera Central en el departamento de Antioquia; su nacimiento, está definido por el río Aburrá, que nace en el alto de San Miguel en el municipio de Caldas, recorre a su paso diez municipios y se une al río Grande en Puente Gabino, donde cambia su nombre a río Porce, el cual, tras un recorrido de 252 km vierte sus aguas en el río Nechí, en el municipio de Zaragoza. Adicionalmente, como característica de la cuenca, está su pendiente irregular, con altitudes que oscilan entre los 80 y 3.340 msnm (Arango Ochoa, 2014).

Otra de las corrientes representativas dentro del área de estudio, corresponde a la cuenca del río Aurrá, ésta posee un rango altitudinal de entre 450 y 3.000 msnm. Originalmente, esta parte de la cuenca poseía bosque seco tropical (Holdridge, 1967; Espinal, 1992), pero en la actualidad la mayoría de la zona esta ocupada por potreros, con la excepción de algunos pocos remanentes de bosque a los lados del río y de sus quebradas tributarias.

La importancia de las corrientes previamente descritas para la biodiversidad en todos los niveles en un contexto regional, radica fundamentalmente en la fuerte dependencia de la permanencia de las especies en general y especialmente, aquellas de carácter endémico, migratorias y de uso. Esta red de drenajes, constituye el escenario de desarrollo y de conjunción de la fauna acuática y terrestre, son canales de movilización, amortiguadores hídricos, zonas de alimentación y de cría (tributarios) para un amplio número de especies y, sumados a los ecosistemas lenticos son el contexto del cual depende tanto la conservación

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

de la biodiversidad como la seguridad alimentaria (Lasso, Paula, Morales-Betancourt, Agudelo, Ramírez-Gil, & Ajiaco-Martínez, 2011), (CORMAGDALENA, 2007).

5.1.2.2.3 Ecosistemás lénticos

Dentro del área de influencia se identificó en la vereda Los Almendros del municipio de Sopetrán un cuerpo de agua léntico, denominado por los pobladores de la zona como “Laguna Colfrutas”, cuenta con un área superficial aproximada de 8,5 Ha y es alimentada por la escorrentía superficial de la zona y la proveniente de la vía existente.

Adicionalmente, también se encuentran en el área de estudio, cuerpos de agua lénticos de tipo artificial, como jagüeyes o reservorios, los cuales descriptivamente son lagunas con aparente similitud con los lagos ligados generalmente al desarrollo de actividades ganaderas y piscícolas. Su existencia puede corresponder a cualquier origen, drenaje y dimensiones. Permanecen relativamente estancados y son inestables, con variaciones en el nivel de agua; pueden ser temporales o permanentes, dependiendo del régimen pluvial. Son depósitos con una profundidad media menor a los 8 metros y de forma cóncava. Esta profundidad tiende a provocar una turbiedad que origina una menor transparencia del agua, en comparación con un lago, la cual frecuentemente resulta de color pardo por la presencia de materia orgánica, por el crecimiento de algas y por la presencia de sólidos suspendidos (Cervantes, 1994), (Botero, De La Ossa, Espitia, & De La Ossa-Lacayo, 2009).

Puede argüirse que existe una relación positiva entre el número de jagüeyes y la biodiversidad de un área dada; las áreas acuáticas restringidas como los jagüeyes juegan un importante papel en la conservación, contribuyen significativamente a la biodiversidad regional, en especial cuando poseen como habitantes especies raras, endémicas o únicas, por esta razón la creación de nuevas unidades viene siendo usada como estrategia ampliamente practicada en muchos países (Declerck, y otros, 2006).

Haciendo referencia a la importancia de los almacenamientos de agua como estrategia para la conservación, se anota poseen o brindan la opción de poseer franjas de vegetación nativa que crecen a lo largo de sus orillas, que son importantes tanto para la biota terrestre como para la protección de dichos ambientes y para mantener agua en calidad y cantidad necesaria . Permiten, en efecto, el establecimiento y conservación de especies vegetales y organismos animales diversos, proveen alimento y refugio, tanto para seres vivos propios del agua como de aquellos que se asocian al sistema por las facilidades ofrecidas (Chará, Pedraza, & Gialdo, 2008).

En ambientes acuáticos construidos para fines ganaderos o piscícolas, que actúan como hábitats sustitutos, algunas especies de aves pueden sobrevivir sin que esto signifique que sus poblaciones se han aumentado ni que su área de distribución esté ampliándose, por ejemplo entre las aves acuáticas, algunas de ellas migratorias, se pueden detectar *Porphyrio martinica* (polla de agua), *Tinga* sp (playera), *Calidris* spp. (playera) y *Phimosus infuscatus* (coquito); sin contar con que especies como *Bubulcus ibis* (garza del ganado), *Vanellus*

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

chilensis (galán) y *Laterallus albigularis* (tanga), que se favorecen por la deforestación y se apoyan en los cuerpos de agua sustitutos; en cuanto a aves no acuáticas en virtud de la vegetación circundante y la oferta de alimento pueden hallarse casi todas las especies comunes para cada área (Fajardo, Gonzáles, & Neira, 2008), (Botero, De La Ossa, Espitia, & De La Ossa-Lacayo, 2009).

Adicionalmente, estos ecosistemás lénticos (naturales y artificiales) conforman un sistema natural de regulación, pues absorben las aguas en invierno y las dejan fluir durante las sequías, lo cual da sostenibilidad y vida a la cobertura vegetal del área al descender su nivel y aflorar las llanuras que se cubren de pastos estacionales (CORPAMAG- Fundación Herencia Ambiental Caribe, 2011). Sumado a esto, constituyen el hábitat de confluencia de fauna tanto terrestre como acuática, siendo lugares de alimentación, reproducción y cría.



5.1.2.2.4 Componente biótico de los ecosistemás acuáticos dentro del área de estudio

Las comunidades hidrobiológicas de aguas continentales están constituidas por diversos grupos de organismos adaptados a las características particulares de los ecosistemás acuáticos en los que habitan. Entre estas comunidades, las de mayor relevancia ecológica corresponden al plancton (fitoplancton y zooplancton), los macroinvertebrados acuáticos (o bentos) y los peces (que forman parte principal del nécton), los cuales viven en estrecha relación con el medio acuático y su presencia o ausencia reflejan la calidad del agua en la que se desarrollan (Roldán & Ramírez, 2008)

De acuerdo con las consideraciones anteriores, dichas comunidades hidrobiológicas son empleadas como indicadores en diversos estudios ambientales, por lo que se han convertido en instrumentos muy útiles para muestrear los posibles impactos ambientales que pueden generar diversos proyectos (Roldán & Ramírez, 2008).

Durante todo el monitoreo se vigiló que se cumplieran las especificaciones establecidas en los protocolos para monitoreo hidrobiológico de aguas superficiales en cuanto a la toma de muestras, preservación, almacenamiento, embalaje y transporte al laboratorio, así como, lo establecido en la resolución 1431 del 10 noviembre de 2015, emitida a la Corporación Integral del Medio Ambiente C.I.M.A., por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de Estudios Ambientales.

Para el presente estudio se caracterizaron las comunidades fitoplancton, zooplancton, planctónicas, periféricas y bentónicas, así como peces, las cuales pueden actuar como indicadores ambientales proporcionando información del estado fisicoquímico y orgánico del agua, constituyéndose en una herramienta fundamental para lograr una evaluación integral de los ecosistemás. Sin embargo, los atributos de una población acuática, como la composición específica o la abundancia de organismos, depende de las fluctuaciones medioambientales, como es el caso de las precipitaciones

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

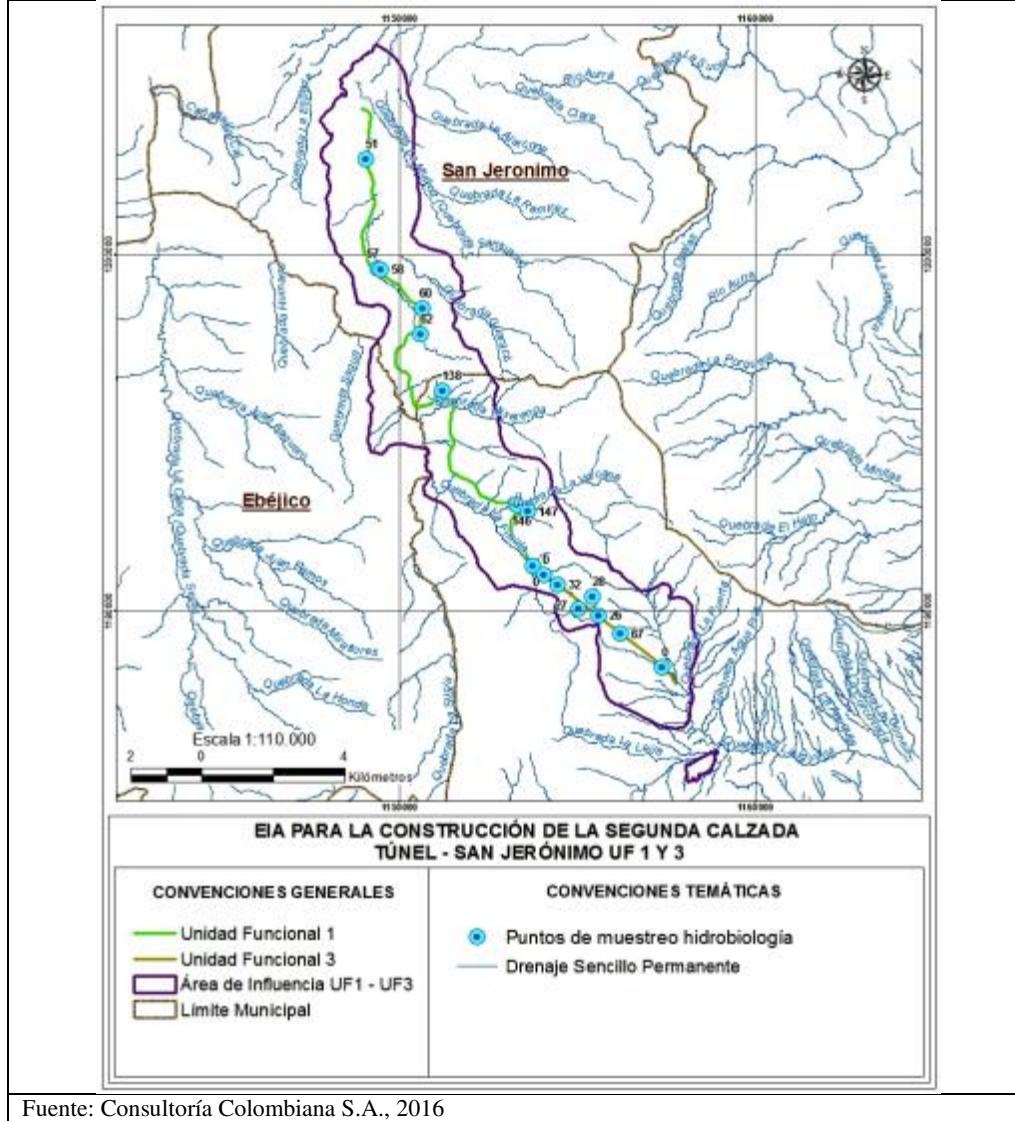
Específicamente para la unidad funcional 1 (UF-1) fueron muestreados nueve cuerpos de agua y para la unidad funcional 3 (UF-3) un total de siete (Tabla 5-119); los cuales representan aquellos cuerpos de agua que podrían verse afectados durante la ejecución del proyecto y también, aquellos que corresponden a las corrientes principales que influencia la dinámica de la biota acuática en el área de estudio. Dichos muestreos fueron llevados a cabo, para la UF-1 entre el 14 y el 18 de marzo y para la UF-3 entre el 16 y el 21 de abril del año 2016, lo cual correspondió a un periodo hidrológico de aguas bajas.

Tabla 5-119 Estaciones de muestreo definidas para los componente de hidrobiología según la unidad funcional

Unidad funcional	Id	Nombre Punto de Muestreo	Coordenadas geográficas		Coordenadas planas	
			LATITUD	LONGITUD	NORTE	ESTE
1	51	Q. La Guaracú I	6°25'38,1"N	75°43'48,5"W	1202682,14	1149065,463
	57	Q. La San Juan	6°23'58,1"N	75°43'38,6"W	1199610,21	1149377,852
	58	Caño El Gustazo	6°23'57,4"N	75°43'35,3"W	1199588,97	1149479,348
	60	Q. La Murrapala	6°23'21,5"N	75°42'57,3"W	1198488,94	1150650,355
	62	La Gasapera (Q. La San Juana II)	6°22'57,8"N	75°42'59,5"W	1197760,52	1150584,652
	138	Q. Saltos y Pisquines	6°22'06,3"N	75°42'39,7"W	1196179,66	1151197,501
	146	Q. La Cola	6°20'20,8"N	75°41'31,4"W	1192943,49	1153305,804
	147	Q. La Volcana Guayabal	6°20'15,4"N	75°41'21,9"W	1192778,34	1153598,307
	P2	Q. La Frisola planta 2	6°19'25,8"N	75°41'17,3"W	1191254,62	1153743,802
3	V3	Quebrada la Valencia	6°19'17,7"N	75°41'6,7"W	1191006,601	1154070,36
	32	Drenaje NN 32	6°19'8,56"N	75°40'53,99"W	1190726,796	1154461,87
	28	Drenaje NN 28	6°18'57,0"N	75°40'22,7"W	1190374,17	1155424,82
	27	Drenaje NN 27	6°18'46,3"N	75°40'35,28"W	1190044,34	1155038,94
	26	Drenaje NN 26	6°18'40,0"N	75°40'17,3"W	1189852,244	1155592,25
	67	afluente Q. Culebra	6°18'23,3"N	75°39'57,0"W	1189340,774	1156217,77
	PT 1	Planta 1 Q. La Culebra	6°17'52,3"N	75°39'18,8"W	1188391,394	1157394,84

Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-136 Distribución espacial de los puntos de muestreo de hidrobiología



A continuación se presentan los resultados hidrobiológicos, junto con los respectivos análisis correspondientes por cada unidad funcional.

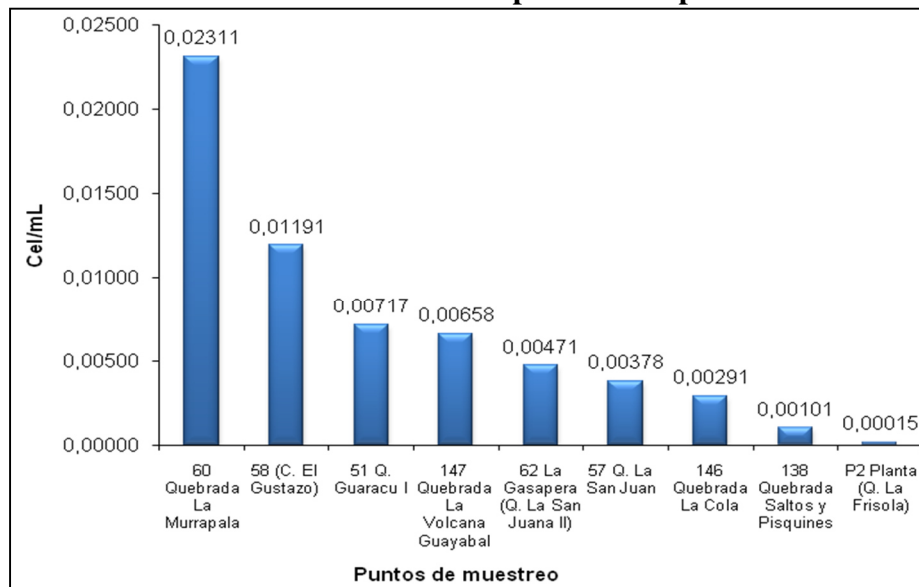
5.1.2.2.5 Unidad Funcional 1

5.1.2.2.5.1 Fitoplancton

Teniendo en cuenta la abundancia de células por mililitro del fitoplancton en cada uno de los puntos de muestreo (Figura 5-137) se encontró que, el punto 60 Q. La Murrapala, es el que presentó una mayor abundancia, seguido del punto 58 (Q. El Gustazo); mientras que los demás ecosistemas evaluados, presentaron abundancias mucho menores.

Se aclara que las abundancias del fitoplancton están relacionadas con el caudal, debido a que conforme aumenta el caudal, disminuye la abundancia del ensamble fitoplanctónico, o a factores antrópicos como podría darse en el caso del punto P2 Planta 2 Q. La Frisola, en el cual se realiza remoción de material para la construcción y este uso puede influir de alguna manera el ensamblaje fitoplanctónico en el cuerpo de agua.

Figura 5-137 Abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

La comunidad fitoplanctónica presente en los cuerpos de agua objeto de estudio se compuso de cinco (5) divisiones Charophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Ochrophyta y el phylum Cyanobacteria, las cuales hacen parte de igual número de clases, 14 ordenes, 17 familias y 20 géneros, la Tabla 5-120 resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas las muestras para esta comunidad.

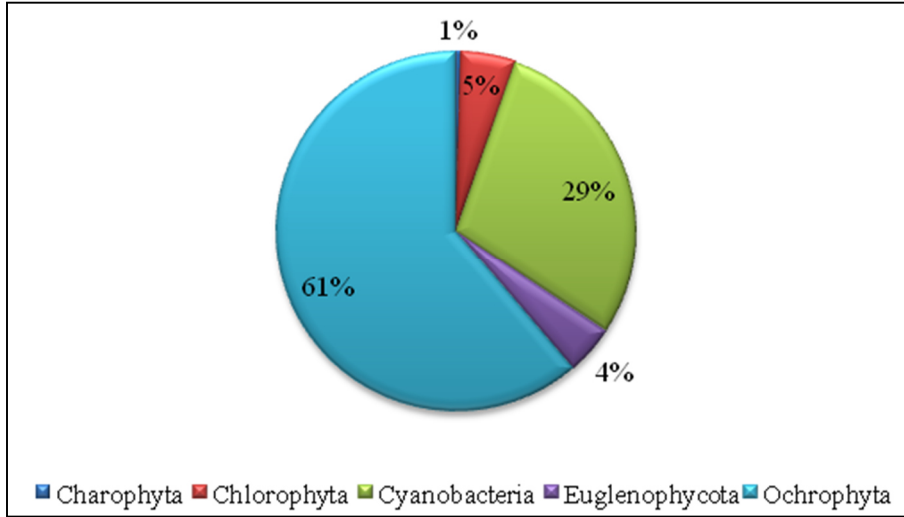
Con base en los resultados obtenidos (Tabla 5-120) se pudo establecer que la mayor abundancia la registró la división Ochrophyta, de la cual hacen parte los géneros Melosira sp, Gomphonema y Synedrea, también el phylum Cyanophycota del cual hace parte el género Oscillatoria, cuyos taxa fueron los más abundantes en relación lo hallado para los demás géneros fitoplanctónicos (Figura 5-138, Figura 5-139).

Tabla 5-120 Composición y abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo

DIVISION/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	51 Q. Guaracú I	57 Q. La San Juan	58 (C. El Gustazo)	60 Q. La Murrupala	62 La Gasapera (Q. La San Juana II)	138 Q. Saltos y Pisquines	146 Q. La Cola	147 Q. La Volcana Guayabal	P2 Planta (Q. La Frisola)	
Charophyta	Conjugato phyceae	Zygnema tales	Zygnemata ceae	<i>Spirogyra</i> sp	0	0	0	0	0,00008	0	0	0	0	
				<i>Mougeotia</i> sp	0,00015	0	0	0	0	0	0	0,00003	0	0
Chlorophy ta	Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophora ceae	<i>Cladophora</i> sp	0,00129	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i> sp	0	0	0	0,00063	0	0	0,00110	0	0	
Cyanobacteria	Cyanophy ceae	Nostoca les	Oscillatoria ceae	<i>Oscillatoria</i> sp	0	0	0	0,01778	0	0	0	0	0	
Euglenophycota	Euglenophy ceae	Euglena les	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp	0	0	0	0,00003	0	0	0	0	0	
				<i>Phacus</i> sp	0	0	0,00255	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Strombomonas</i> sp	0	0	0,00012	0	0	0	0	0	0	0
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Navicula les	Amphipleura ceae	<i>Frustulia</i> sp	0,00006	0	0	0,00123	0	0,00003	0	0	0	
		Achnanthes	Cocconeida ceae	<i>Cocconeis</i> sp	0,00006	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp	0	0	0	0	0	0	0,00005	0	0	
		Fragilaria les	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp	0,00322	0,00322	0	0,00097	0,00033	0,00011	0,00032	0,00006	0,00005	
		Melosira les	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp	0,00061	0,00014	0	0,00191	0,00330	0,00073	0,00137	0,00644	0,00005	
		Navicula les	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp	0,00050	0,00008	0,00049	0,00009	0,00016	0,00003	0	0,00003	0	
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp	0	0,00003	0,00024	0,00003	0	0	0	0	0	
			Pleurosigma ceae	<i>Gyrosigma</i> sp	0	0	0	0,00003	0,00003	0	0	0	0	
		Bacillaria les	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp	0,00059	0,00022	0,00073	0,00026	0,00044	0,00003	0	0	0,00003	
		Cymbella les	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp	0,00029	0,00006	0	0,00003	0,00008	0	0	0,00003	0,00003	
Gomphonema taceae	<i>Gomphonema</i> sp		0,00029	0,00003	0,00778	0	0,00005	0,00006	0,00008	0	0			
Surirella les	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp	0,00012	0	0	0,00014	0,00025	0,00003	0	0	0			

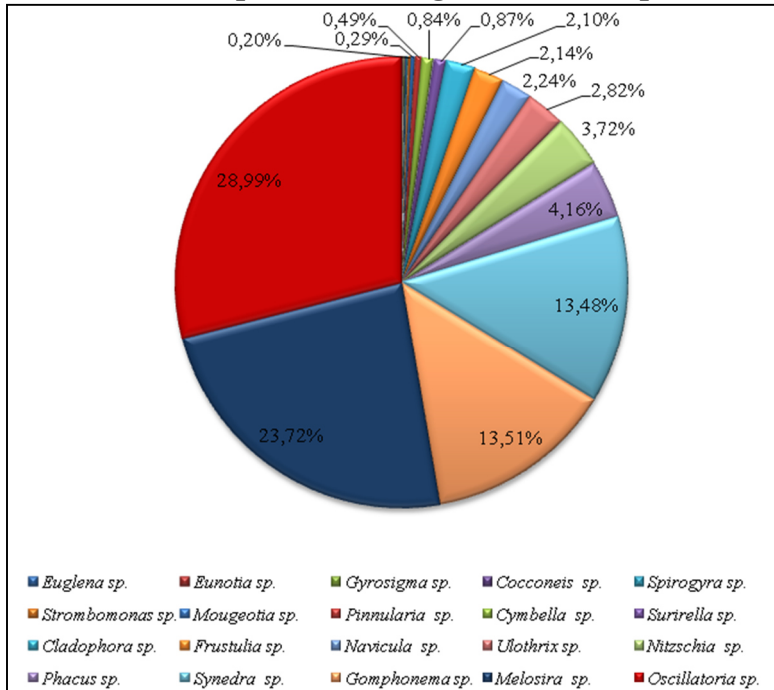
Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-138 Distribución porcentual de la riqueza específica por divisiones fitoplanctonicas en la UF 1



Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-139 Distribución porcentual de géneros del fitoplancton en la UF 1

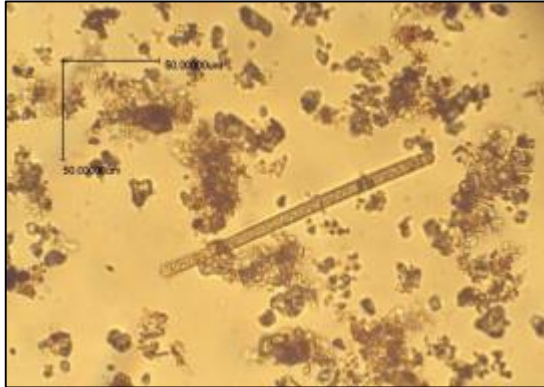


Fuente: C.I.M.A., 2016

Se evidencia la presencia de los géneros *Synedra* (Fotografía 5-58) y *Melosira* (Fotografía 5-56), en todos los ecosistemas estudiados, excepto en el punto 58 Q. El Gustazo; mientras que, el género *Oscillatoria* (Fotografía 5-55), se encuentra presente únicamente en el punto 60 Q. la Murrapala, lugar en el que se encuentra

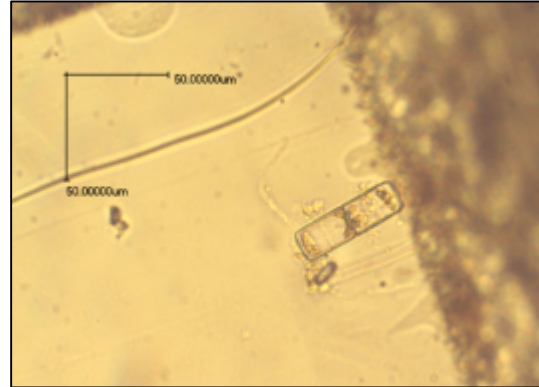
en gran abundancia en relación a los demás géneros hallados en el punto.

Fotografía 5-55 Individuo de la especie *Oscillatoria* sp



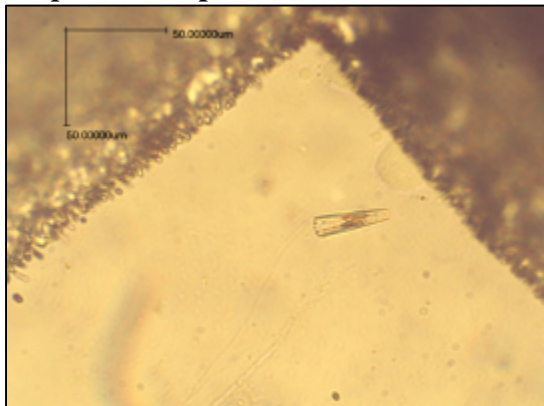
Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-56 Individuo de la especie *Melosiria* sp



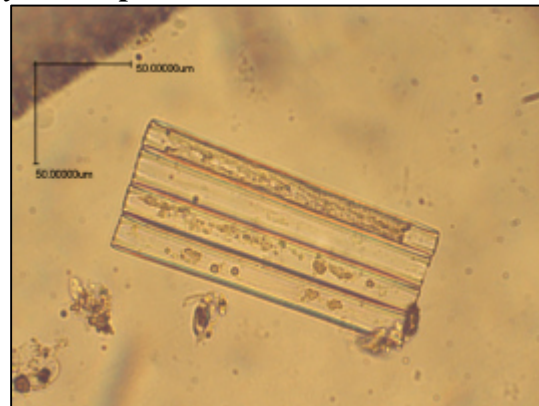
Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-57 Individuo de la especie *Gomphonema* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-58 Individuo de la especie *Synedra* sp

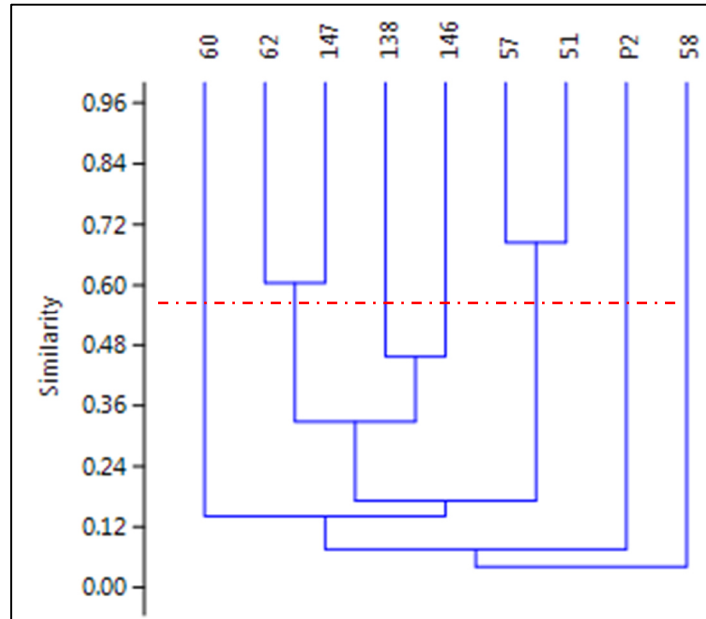


Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.5.1.1 Análisis de clasificación: índice de Bray-Curtis

El índice de similitud de Bray - Curtis toma en cuenta tanto la riqueza como la abundancia de cada especie presente en una muestra, que al multiplicarlo por 100, arroja valores porcentuales de similitud entre las muestras. De acuerdo con análisis, aplicado a todos los puntos de muestreo (Gráfica 29), se evidenció que la agrupación más fuerte, cercana al 70%, la presentan los puntos 57 Q. La San Juan y 51 Q. La Guaracú; mientras que, todas las demás agrupaciones formadas con cada uno de los puntos de muestreo son más disimiles al estar por debajo del 70% (Figura 5-140).

Figura 5-140 Análisis de clasificación índice de Bray –Curtis para el ensamble fitoplanctónico UF-1



Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.5.1.2 Índices de diversidad

El índice de Shannon, según (Roldan, 2008) presenta una ventaja en su uso, ya que es independiente al tamaño de la muestra, este puede variar entre 0,0 y 5,0 bits/individuo, por lo cual puede ser usado para evaluar la contaminación en las aguas basado en la diversidad (Tabla 5-121).

Tabla 5-121 Nivel de contaminación de aguas asociado al índice de diversidad de Shannon

INTERVALO (Bits /Ind)	INDICACIÓN
0,0 a 1,5	Aguas muy contaminadas
1,5 a 3,0	Aguas medianamente contaminadas
3,0 a 5,0	Aguas muy limpias

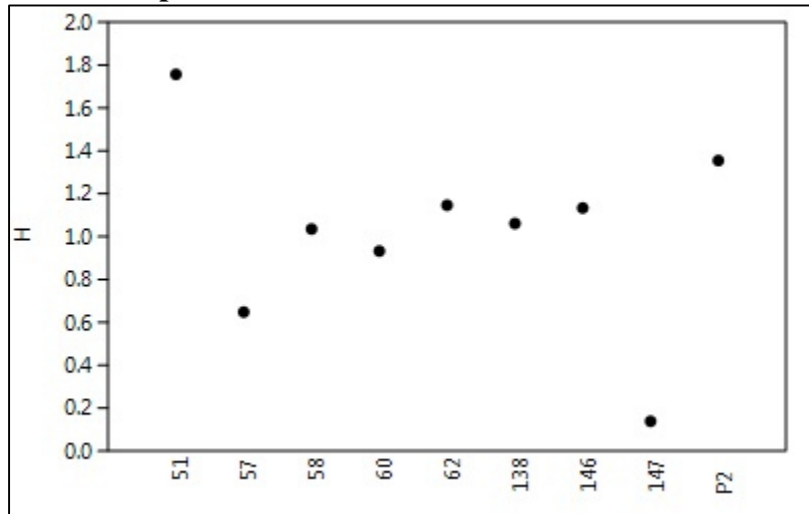
Fuente: Roldan., 2008

De acuerdo con los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-141), el valor más alto de diversidad se encontró en el punto 51 Q. Guaracú I, el cual es indicativo de aguas con contaminación media (Roldan 2008). Por su parte, los demás puntos de monitoreo, presentaron valores bajos, indicativos de aguas contaminadas (Roldan, 2008), lo cual es correspondiente a la baja riqueza y abundancia registrada para estos, el cálculo se realiza con intervalos de confianza al 95%, los cuales no presentaron amplitud.

Por otra parte, se encuentra que el punto 147 la Volcana Guayabal, es el que presenta

mayor dominancia de especies (Figura 5-142), seguido del punto 57 Q. La San Juan; en contraste, los demás no presentan una dominancia acentuada., lo cual se ve reflejado en la relación entre riqueza y abundancia de especies, representada por la equidad de Pielou (Figura 5-143), donde el punto Planta 2 (Q. La Frisola), es el que presenta mayor representación uniforme de sus especies.

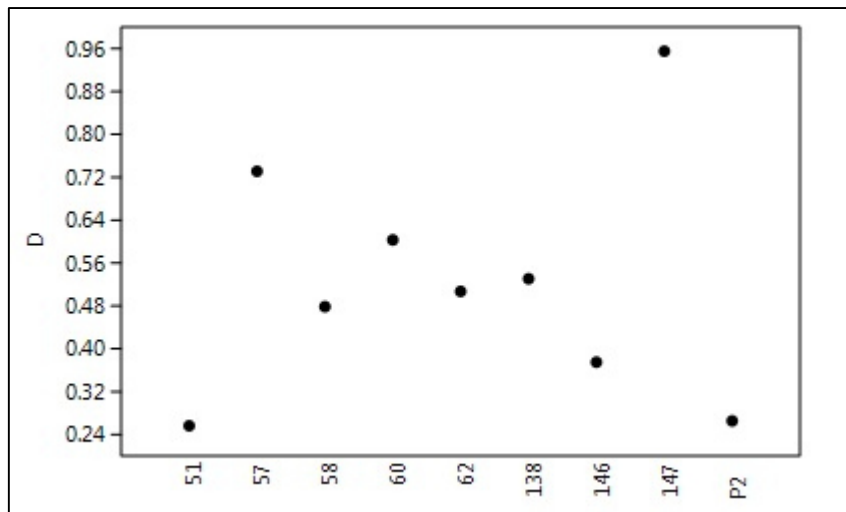
Figura 5-141 Valores del índice de diversidad de Shannon para el ensamble fitoplanctónico entre estaciones de muestreo



51 Q. Guaracu I; 57 Q. La San Juan; 58 (Q. El Gustazo); 60 Quebrada La Murrapala; 62 La Gasapera (Q. La San Juana II); 138 Quebrada Saltos y Pisquines; 146 Quebrada La Cola; 147 Quebrada La Volcana Guayabal; P2 Planta 2 (Q. La Frisola).

Fuente: C.I.M.A., 2016

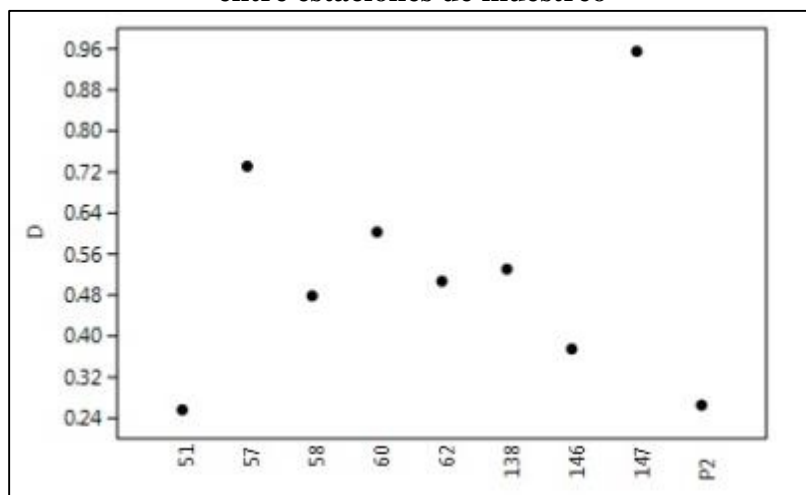
Figura 5-142 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para el ensamble fitoplanctónico entre estaciones de muestreo



51 Q. Guaracu I; 57 Q. La San Juan; 58 (Q. El Gustazo); 60 Quebrada La Murrapala; 62 La Gasapera (Q. La San Juana II); 138 Quebrada Saltos y Pisquines; 146 Quebrada La Cola; 147 Quebrada La Volcana Guayabal; P2 Planta 2 (Q. La Frisola).

Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-143 Valores del índice de equidad de Pielou para el ensamble fitoplanctónico entre estaciones de muestreo



51 Q. Guaracu I; 57 Q. La San Juan; 58 (Q. El Gustazo); 60 Quebrada La Murrapala; 62 La Gasapera (Q. La San Juana II); 138 Quebrada Saltos y Pisquines; 146 Quebrada La Cola; 147 Quebrada La Volcana Guayabal; P2 Planta 2 (Q. La Frisola).

Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.5.1.3 Bioindicación

Entre los géneros más abundantes, se encontró que entre las cianobacterias representantes del género *Oscillatoria* sp, los cuales se encuentran en sedimentos y aguas con conductividades altas, a la vez que, son indicadoras de eutrofia y mesotrofia, pudiendo ser tolerantes a pesticidas (Pinilla, 2000). Igualmente se presentan en aguas con contaminación intensa a moderada, en aguas estancadas y eutrofizadas (Strebele & Krauter, 1987) y pueden reproducirse en gran cantidad, aveces de color rojizos (Ramírez, 2000).

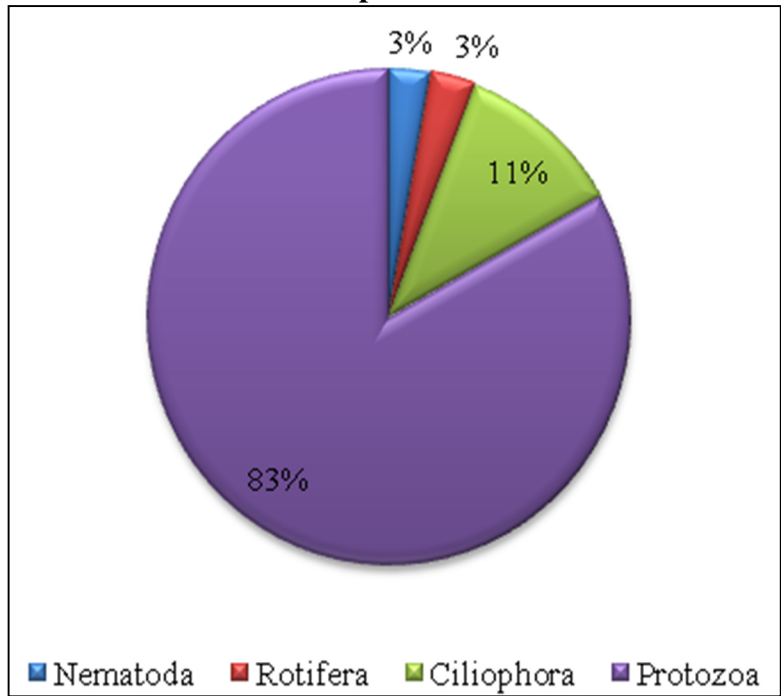
Entre las bacillariofitas se encuentran: *Melosira* (indicador de aguas moderadamente contaminadas), *Gomphonema* (Se encuentra en aguas estancadas y es principalmente, indicadora de aguas moderadamente contaminadas a limpias), *Synedra* (Indica aguas con contaminación moderada a leve) (Pinilla, 2000; Pinilla, 1998; Ramírez, 2000; Streble y Krauter, 1987).

Por su parte, en las Euglenophycotas, se presentó *Phacus* como el género más abundante, el cual se encuentra presente en aguas con materia orgánica, resistente a derramás de petróleo, sedimentos y conductividad altos (Pinilla, 2000), también se encuentra presente en aguas limpias y etancadas (Streble y Krauter, 1987).

5.1.2.2.5.2 Zooplancton

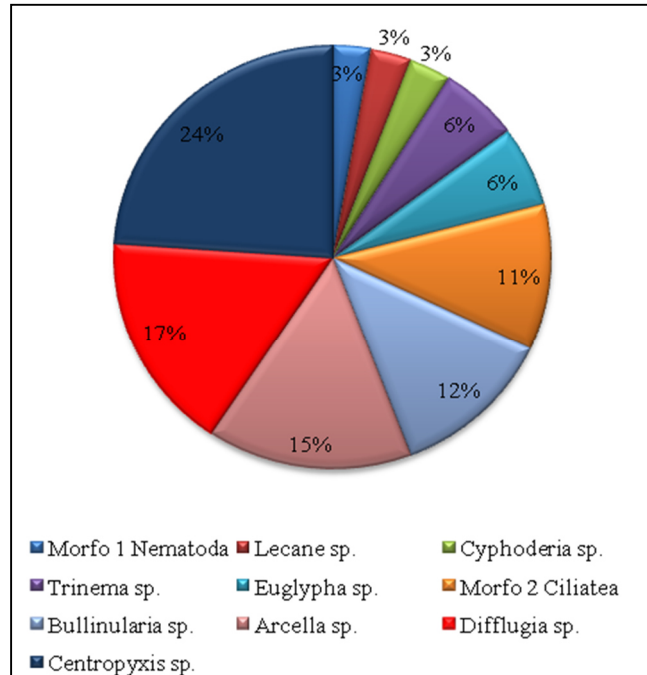
En los puntos evaluados se encontraron 10 morfotipos, de los cuales uno (1) se llevó a nivel de clase, Ciliata, uno (1) se llegó a nivel de Phylum, Nemátoda, y en ocho (8) se llegó a nivel de género, los cuales corresponden a siete (7) familias, tres (3) órdenes, tres (3) clases y dos Phylum. El Phylum con mayor representación correspondió a Protozoa, agrupando el 83% de la muestra, seguido por Ciliophora con un 11%; mientras que, Nemátoda y Rotifera presentaron los mismos valores con el 3% cada uno (Figura 5-144). Con relación a los géneros se reconoce que, *Centropyxis* sp es aquel con mayor abundancia, siendo el 24% del total registrado, seguido por *Diffugia* sp con el 17%, *Arcella* sp con el 15% y el morfo 2 Ciliata con un 11%. Los demás géneros tuvieron representaciones inferiores al 10% (Figura 5-144).

Figura 5-144 Distribución porcentual de los phylum del zooplancton



Fuente: C.I.M.A., 2016

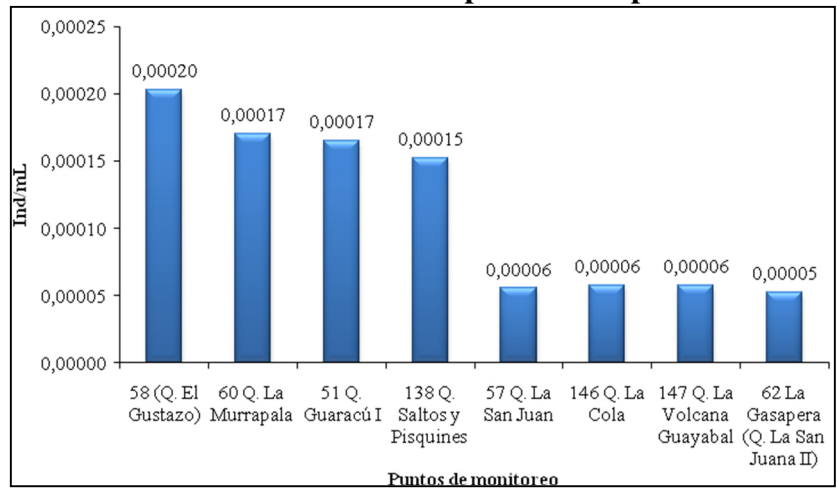
Figura 5-145 Distribución porcentual de los géneros del zooplancton



Fuente: C.I.M.A., 2016

La abundancia de individuos por mililitro del zooplancton en cada uno de los puntos de muestreo (Figura 5-146) muestra que, el punto 58 (Q. El Gustazo), es aquel con la mayor abundancia, los puntos: 60 Q. La Murrapala, 51 Q. Guaracú I y 138 Q. Saltos y Pisquines, presentan abundancias similares, mientras que los demás ecosistemas evaluados, presentaron abundancias menores.

Figura 5-146 Abundancia del ensamble zooplanctónico por estación de muestreo

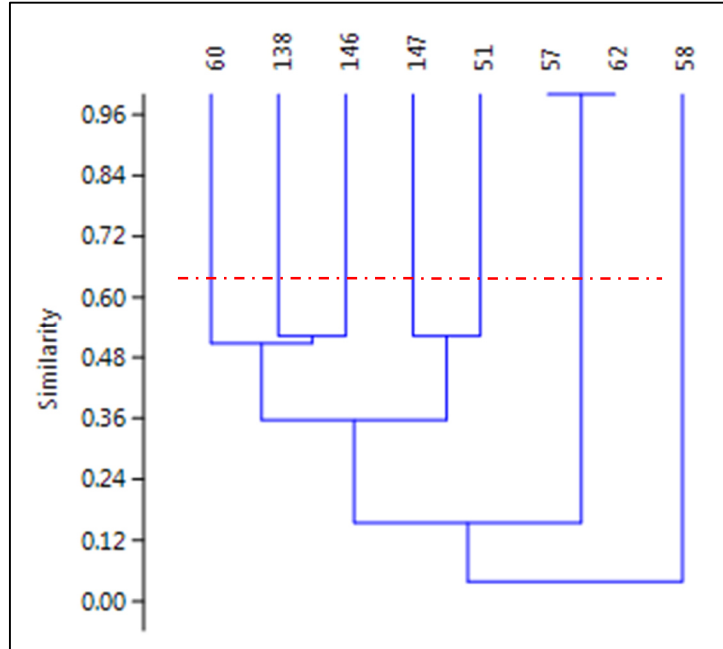


Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.5.2.1 Análisis de clasificación: índice de Bray-Curtis

De acuerdo con análisis de similitud Bray - Curtis aplicado a todos los ecosistemas acuáticos tenidos en cuenta en este estudio (Figura 5-147), se evidenció que solo se presentó un agrupación con una similitud superior al 96%, la Q. guaracú y La Gasapera, ninguno de los otros cuerpos de agua exhibieron una similitud que supere el 70 % debido a que comparten un número bajo de taxa, producto posiblemente a las diferencias fisicoquímicas y a la presencia de diferentes microhábitats en cada uno de los puntos de muestreo, entre otras tantas causas.

Figura 5-147 Dendograma de similitud índice de Bray –Curtis para el ensamble zooplanctónico

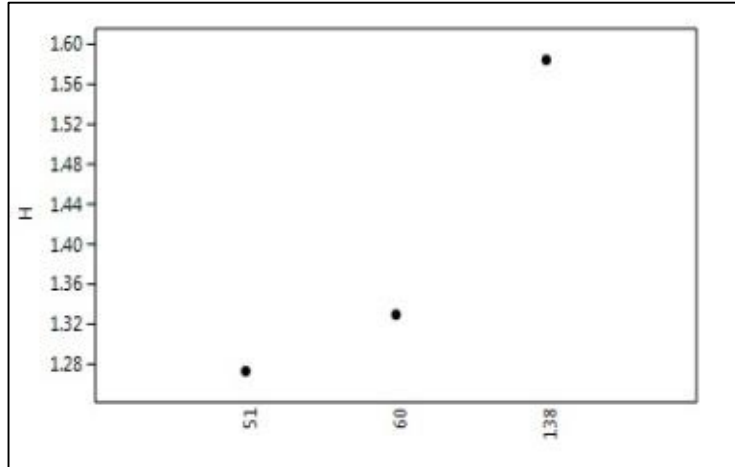


51 Q. Guaracu I; 57 Q. La San Juan; 58 (Q. El Gustazo); 60 Quebrada La Murrapala; 62 La Gasapera (Q. La San Juana II); 138 Quebrada Saltos y Pisquines; 146 Quebrada La Cola; 147 Quebrada La Volcana Guayabal; P2 Planta (Q. La Frisola). Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.2 Índices ecológicos

De acuerdo con los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-148), el valor más alto de diversidad se encontró en el punto 138 Q. Saltos y Pisquines, indicando una diversidad media, correspondientes a aguas medianamente contaminadas, mientras que los otros dos (2) puntos (51 Q. Guaracú y 60 Q. La Murrapala) indican una diversidad baja, correspondiente a aguas muy contaminadas (Roldan, 2008), mediciones realizadas teniendo en cuenta intervalos de confianza al 95%, los cuales no presentaron amplitud.

Figura 5-148 Valores del índice de diversidad de Shannon para el ensamble zooplanctónico entre estaciones de muestreo

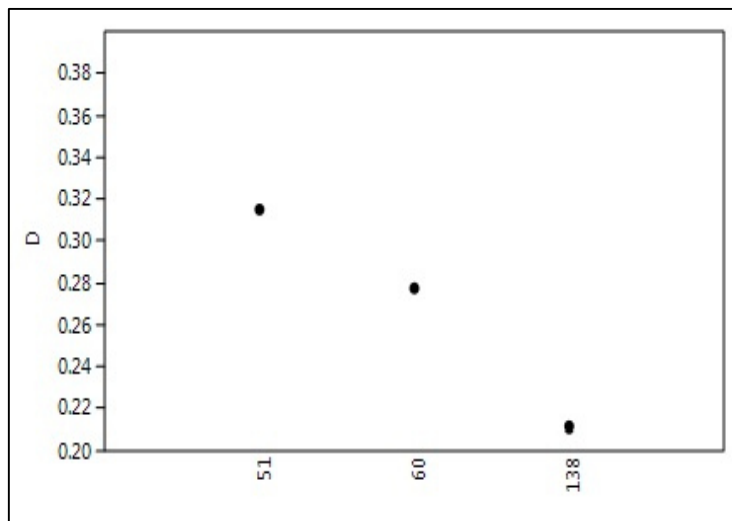


51 Q. Guaracu I; 57 Q. La San Juan; 58 (Q. El Gustazo); 60 Quebrada La Murrapala; 62 La Gasapera (Q. La San Juana II); 138 Quebrada Saltos y Pisquines; 146 Quebrada La Cola; 147 Quebrada La Volcana Guayabal; P2 Planta (Q. La Frisola).

Fuente: C.I.M.A., 2016

Por otra parte, se observa que los cuerpos de agua no presentan una marcada dominancia de especies, todos se encuentran por debajo de 0,5 (Figura 5-149). Finalmente, la riqueza y abundancia de especies, representada por la equidad de Pielou (Figura 5-150), muestra una marcada tendencia en los puntos a que todas las especies estén uniformemente representadas en los tres puntos.

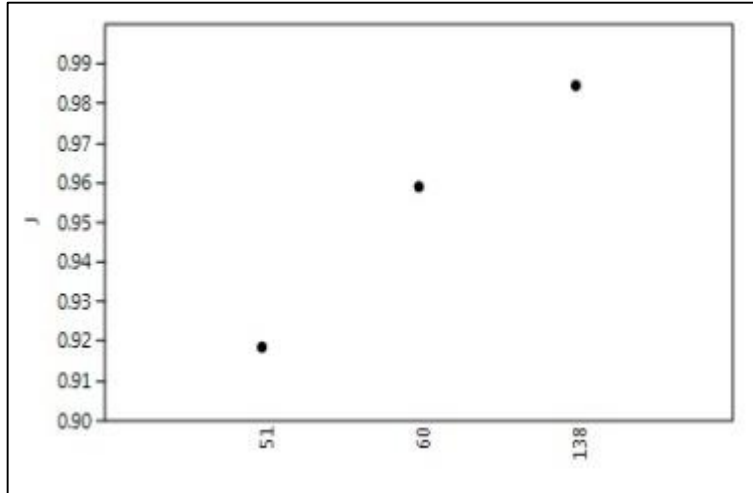
Figura 5-149 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para el ensamble zooplanctónico entre estaciones de muestreo



51 Q. Guaracu I; 57 Q. La San Juan; 58 (Q. El Gustazo); 60 Quebrada La Murrapala; 62 La Gasapera (Q. La San Juana II); 138 Quebrada Saltos y Pisquines; 146 Quebrada La Cola; 147 Quebrada La Volcana Guayabal; P2 Planta (Q. La Frisola).

Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-150 Valores del índice de equidad de Pielou para el ensamble fitoplanctónico entre estaciones de muestreo



51 Q. Guaracu I; 57 Q. La San Juan; 58 (Q. El Gustazo); 60 Quebrada La Murrápala; 62 La Gasapera (Q. La San Juana II); 138 Quebrada Saltos y Pisquines; 146 Quebrada La Cola; 147 Quebrada La Volcana Guayabal; P2 Planta (Q. La Frisola).

Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.5.2.3 Bioindicación

Esta comunidad en general evidenció valores bajos de abundancia y riqueza, condición debida probablemente por las características específicas de este grupo de microorganismos, los cuales se caracterizan por ser poco diversos en ecosistemas de aguas continentales de naturaleza lotica, ya que este tipo de cuerpos de agua presentan un flujo continuo de agua con una velocidad de la corriente específica, característica que dificultan el establecimiento de este tipo de microorganismos debido a que viven suspendidos en la columna de agua (Román, 1991; Morales-Ramírez, 2001).

Los protozoos fueron el grupo más importante al estar distribuidos en la mayoría de estaciones evaluadas. Este grupo presenta las mayores abundancias, su composición fue de cuatro géneros; *Centropyxis* (Fotografía 5-59), organismos propios de aguas estancadas y turbias de corriente lenta, de poca profundidad con presencia de materia orgánica en el cuerpo de agua; *Diffugia* (Fotografía 5-60) y *Arcella* (Fotografía 5-61), características de aguas estancadas y turberas. Estanques eutróficos, en aguas poco profundas, se encuentra cuando existe la presencia de hojarasca en el cuerpo de agua y *Bullinaria* (Fotografía 5-62), se presenta en zonas húmedas de las turberas (Streble y Krauter, 1987).

Los factores que influyen sobre la densidad del zooplancton son análogos a los que influyen sobre el fitoplancton, y se constituyen básicamente por diferencias en el flujo de la corriente, desempeñando también un papel secundario otros factores como la turbiedad, la concentración de oxígeno disuelto y la conductividad (FAO, 1992). No obstante, los microorganismos encontrados en términos generales, ostentan relevancia ecológica en el

reciclaje de nutrientes.

Fotografía 5-59 Individuo del género *Centropyxis* sp



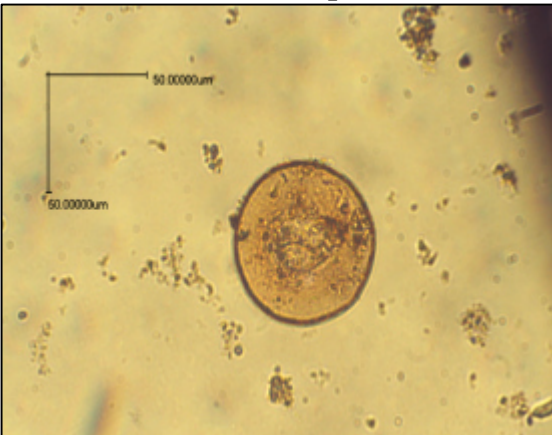
Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-60 Individuo del género *Diffflugia* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-61 Individuo del género *Arcella* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-62 Individuo del género *Bullinularia* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

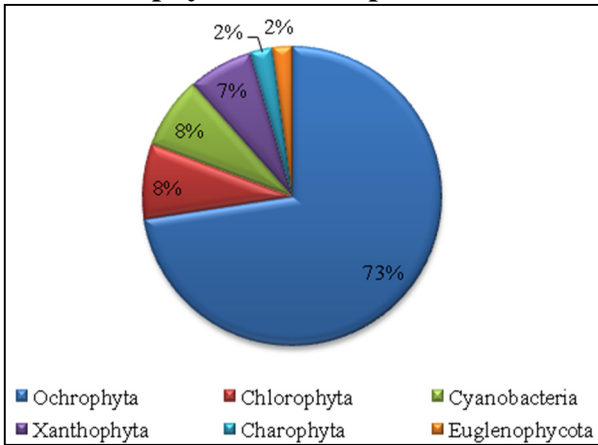
5.1.2.2.5.3 Perifiton

La comunidad perifítica se compuso por 27 géneros, correspondientes a 25 familias, 21 ordenes, ocho clases pertenecientes a las divisiones Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophycota, Ochrophyta y Xanthophyta, La Tabla 5-122, resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas las muestras para esta comunidad.

Con base en los resultados obtenidos (Figura 5-151), se puede observar que la mayor abundancia la registró la división Ochrophyta, y en las divisiones Chlorophyta, Cyanobacteria, y Xanthophyta se encuentran abundancias porcentuales similares. Esa abundancia mayor en Ochrophyta está relacionada con las abundancias de los géneros

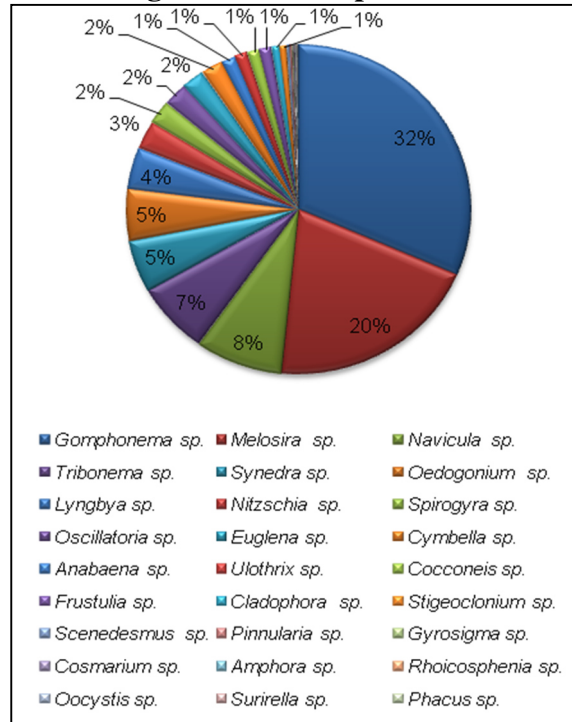
Gomphonema, Melosira y Navicula (Figura 5-152), cuyos taxa fueron los más abundantes en relación a lo hallado para los demás grupos perifíticos, encontrándose el género Navicula en todos los puntos de muestreo y Melosira en siete (7) de los nueve (9).

Figura 5-151 Distribución porcentual de los phylum del zooplancton



Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-152 Distribución porcentual de los géneros del zooplancton



Fuente: C.I.M.A., 2016

Tabla 5-122 Composición y abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo

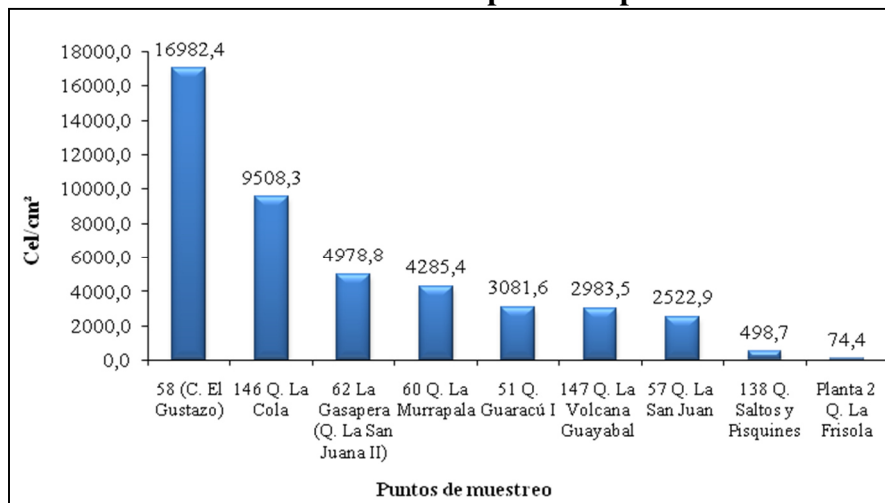
	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	60 Q. La Murra pala	62 La Gasaper a (Q. La San Juana II)	138 Q. Saltos y Pisquin es	146 Q. La Cola	147 Q. La Volcana Guayab al	51 Q. Guarac ú I	57 Q. La San Jua n	58 (C. El Gustaz o)	Plant a 2 Q. La Frisol a
yce	Desmidi ales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp	0	0	0	0	0	51,8	5,8	0	0
	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i> sp	109,1	356,4	217,6	0	343,4	0	0	0	0
e	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclo nium</i> sp	0	0	0	0	283	0	0	0	0
	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp	0	226,8	0	1624, 5	0	51,8	0	382,1	0
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp	0	0	0	0	0	138,2	0	0	0
yce	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis</i> sp	0	0	0	0	27,8	0	0	0	0
e	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora</i> sp	0	194,4	0	0	0	0	163, 5	0	0
	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i> sp	530,7	0	0	0	0	0	0	0	0
e	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp	178,6	151,2	0	0	0	299,5	0	0	0
		Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp	625	0	0	0	213,4	0	186, 9	0	0
			<i>Lyngbya</i> sp	168,6	1674	0	0	0	0	0	0	0
ea	Euglenales	Euglena ceae	<i>Phacus</i> sp	0	0	0	0	0	5,8	0	0	0
			<i>Euglena</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	955,3	0
ce	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i> sp	0	0	0	22,7	0	0	0	0	9,9
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp	724,2	756	54,4	6821, 7	505,8	86,4	75,9	0	0
	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp	605,1	464,4	136	306,7	153,1	1129	677, 4	191,1	14,9
	Achnanthes	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i> sp	19,8	54	27,2	0	9,3	270,7	134, 3	0	0

DIVISION/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	60 Q. La Murra pala	62 La Gasaper a (Q. La San Juana II)	138 Q. Saltos y Pisquin es	146 Q. La Cola	147 Q. La Volcana Guayab al	51 Q. Guarac ú I	57 Q. La San Jua n	58 (C. El Gustaz o)	Plant a 2 Q. La Frisol a	
		Bacillariales	Bacillaria ceae	<i>Nitzschia</i> sp	213,3	75,6	0	56,8	0	351,4	35	509,5	0	
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp	496	0	0	0	0	0	11,7	0	0	
			Cymbella ceae	<i>Cymbella</i> sp	109,1	54	0	0	97,4	368,6	204,4	42,5	39,7	
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp	39,7	291,6	0	261,3	1327	23	116,8	12100	0	
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp	386,9	583,2	54,4	85,2	4,6	265	911	0	9,9	
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp	5	97,2	0	0	0	0	0	0	0	0
			Pleurosigmataceae	<i>Gyrosigma</i> sp	64,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp	9,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i> sp	0	0	9,1	0	0	40,3	0	0	0	0		
Xanthophyta	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	<i>Tribonema</i> sp	0	0	0	329,4	18,6	0	0	2802,1	0	

Fuente: C.I.M.A., 2016

Teniendo en cuenta la abundancia de individuos por centímetro cuadrado del perifiton presente en cada uno de los puntos estudiados (Figura 5-153), se puede observar que la mayor representación de este grupo hidrobiológico se dió en el punto 58 C. El gustazo, luego se encuentra el punto 146 Q. La Cola, mientras que, los demás cuerpos de agua para esta comunidad presentan abundancias menores en relación a las reportadas para estos dos (2) cuerpos de agua. Sin embargo el punto Planta Q. La Frisola, presenta una abundancia baja, lo cual podría estar relacionada con las actividades antrópicas presentes en la zona, como lo es la extracción de material (arena y piedra), que interfiere con la fijación de perifiton al sustrato.

Figura 5-153 Abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo



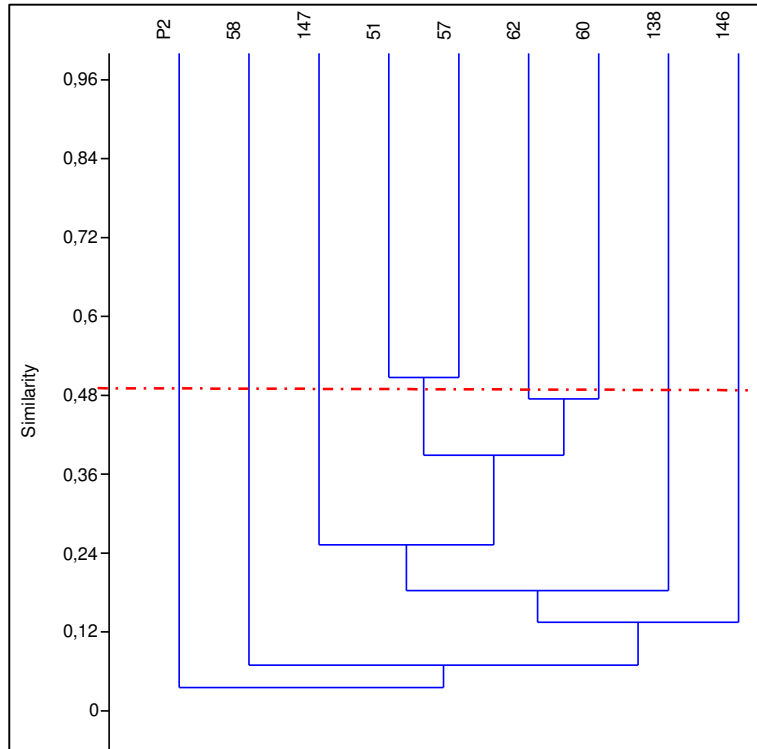
Fuente: C.I.M.A., 2016

Se resalta que las abundancias del perifiton están relacionadas con la heterogeneidad de sustratos presentes en cada punto de muestreo, debido a que conforme aumentan los sustratos, así mismo aumenta la abundancia del ensamble perifítico, ya que este grupo se desarrolla sobre superficies sólidas sumergidas (Roldan y Ramirez, 2008).

5.1.2.2.5.3.1 Análisis de clasificación: índice de Bray-Curtis

De acuerdo con el análisis de similitud Bray - Curtis estimado para todas las estaciones de muestreo (Figura 5-154), se evidenció que ninguno de los cuerpos de agua, presentan agrupaciones que estén por encima del 0,7 (70%), debido a la disimilitud de los ecosistemas al compartir un número de taxa bajo, producto de las características físicas, químicas, geológicas y morfométricas, así como, por la presencia de diferentes microhábitats presentes en cada uno de los puntos de muestreo, entre otras tantas causas de su diferencia a nivel de comunidades hidrobiológicas presentes.

Figura 5-154 Dendograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble perifítico



Fuente: C.I.M.A., 2016

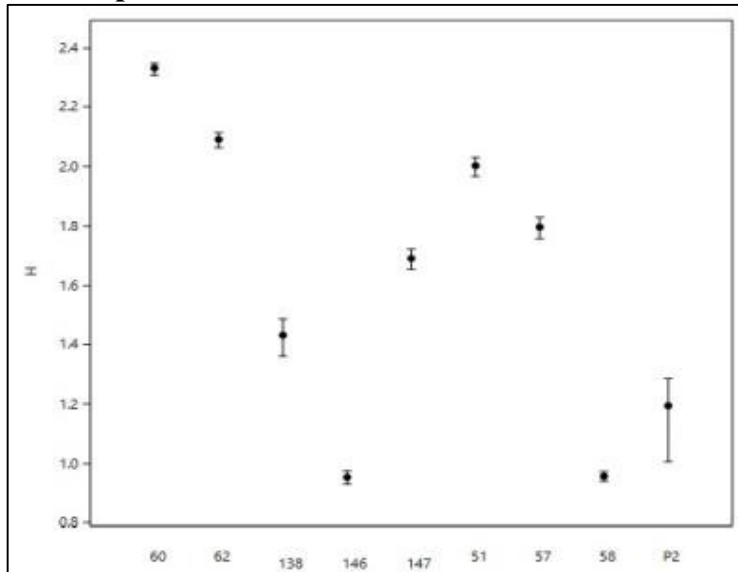
5.1.2.2.5.3.2 Índices de diversidad

De acuerdo a los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-155), el valor más alto de diversidad se encontró en el punto 60 Q. La Murrapala la estación río Sucio, seguido del punto 62 Q. La Gasapera. Por su parte, los puntos 146 Q La Cola y 58 C el gustazo, son los que presentan la menor diversidad, correspondiente a la baja riqueza y abundancia registrada para estos puntos.

Por otra parte, la dominancia es correspondiente con la baja diversidad mostrada por los puntos 146 Q. La Cola y 58 C. El Gustazo, en el resto de los puntos no se encuentra una tendencia a una dominancia por parte de alguna especie. (Figura 5-156), debido a la gran diferencia de abundancia entre los taxa reportados para cada estación de muestreo, la relación entre riqueza y abundancia de especies, representada por la equidad de Pielou (

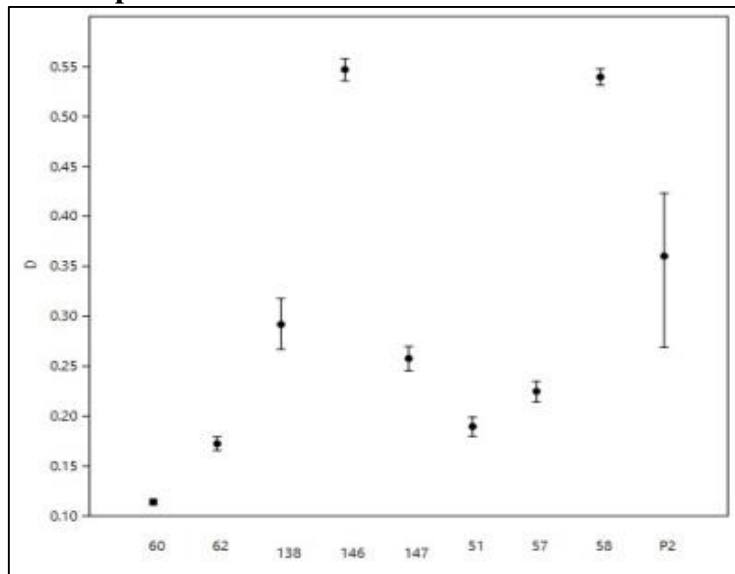
Figura 5-157), muestra una tendencia a que las especies en cada uno de los puntos estén uniformemente representadas, exceptuando los puntos 146 y 58. Se resalta que ninguna de las estaciones de muestreo se relaciona entre sí debido a que los intervalos de confianza al 95% no son amplios en cada punto de muestreo.

Figura 5-155 Valores del índice de diversidad de Shannon para el ensamble perifítico entre estaciones de muestreo



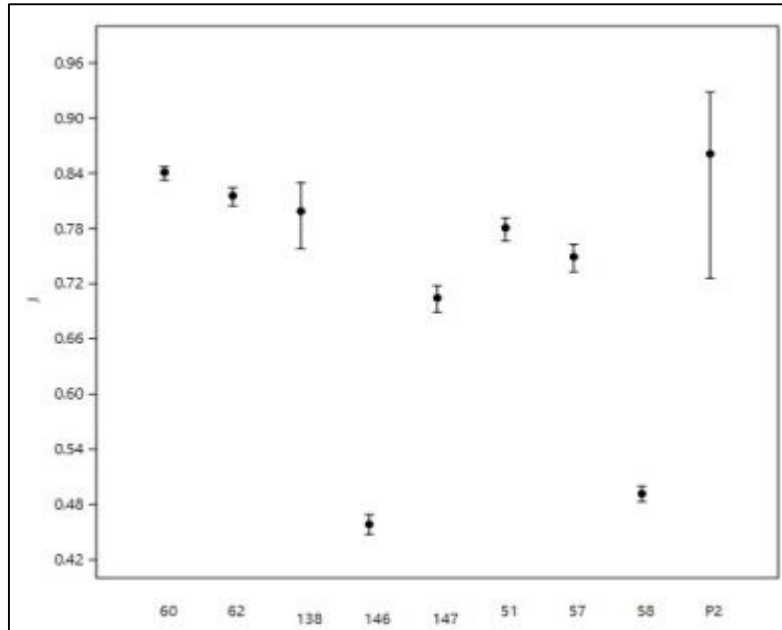
Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-156 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para el ensamble perifítico entre estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-157 Valores del índice de equidad de Pielou (J') para el ensamble perifítico entre estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.5.3 Bioindicación

A diferencia de la comunidad fitoplanctónica, Gomphonema es el género más abundante en el perifiton, el cual se encuentra en aguas estancadas principalmente. Es indicadora de aguas moderadamente contaminadas a limpias, al igual que Melosira, género que también se presenta en aguas moderadamente contaminadas. (Streble y Krauter, 1987; Ramírez, 2000), lo cual es consecuente con el resultado del índice de Shannon para los cuerpos evaluados.

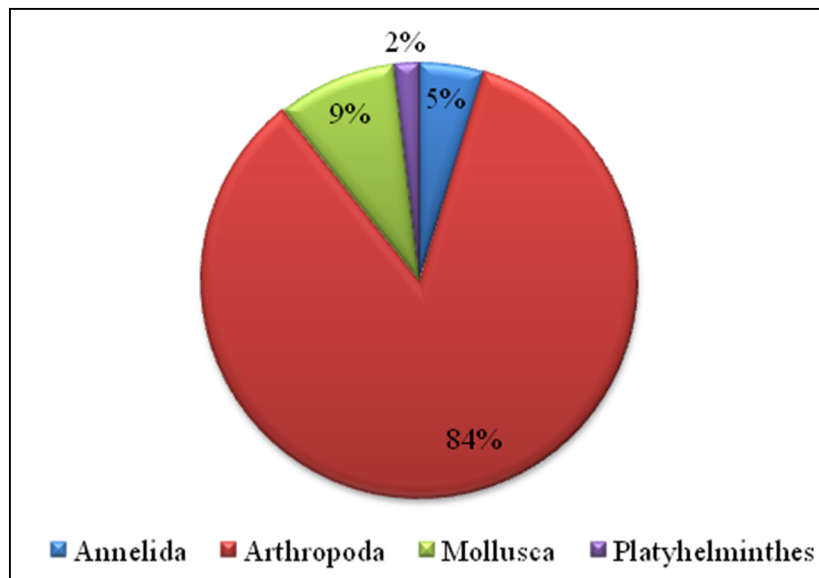
El predominio por parte de la división Ochrophyta, grupo conocido comúnmente como “diatomeas”, es debido a que este tipo de microalgas se encuentran ampliamente diversificadas tanto en ecosistemas de aguas dulces como ecosistemas salobres y marinos; este grupo de microalgas poseen uno o dos cloroplastos lobulados o muchos discoides de colores que varían desde el pardo dorado, en las formas planctónicas, hasta el pardo oscuro en las formas sésiles. En general, las diatomeas péneles son más abundantes en aguas dulces que las centrales. Los individuos de este grupo se caracterizan por presentar diversas adaptaciones a los sistemas lóticos (estructuras para adherirse al sustrato) y por desarrollarse en ambientes pobres en nutrientes. Así mismo, poseen altas tasas reproductivas que les permite compensar las pérdidas por la deriva constante de los organismos en aguas corrientes (Pinilla, 1998).

5.1.2.2.5.4 Macroinvertebrados acuáticos

En la composición general de la comunidad bentónica presente en los cuerpos de agua objeto de estudio, se presentaron organismos pertenecientes a los phylla Annelida, Arthropoda, Mollusca y Platyhelminthes (Figura 5-158), integradas en ocho (8) clases, 19 ordenes, 39 familias y 54 morfotipos.

A partir de los resultados de laboratorio se encontró que el phylum más abundante corresponde a Arthropoda, cuya mayor representación está dada por la subfamilia Chironominae (Figura 5-158) de la familia Chironomidae, resaltando que esta se encuentran en todos los puntos de muestreo, excepto en el punto 60 Q. La Murrupala. El respectivo registro fotográfico se encuentra en el Anexo I (Fauna acuática).

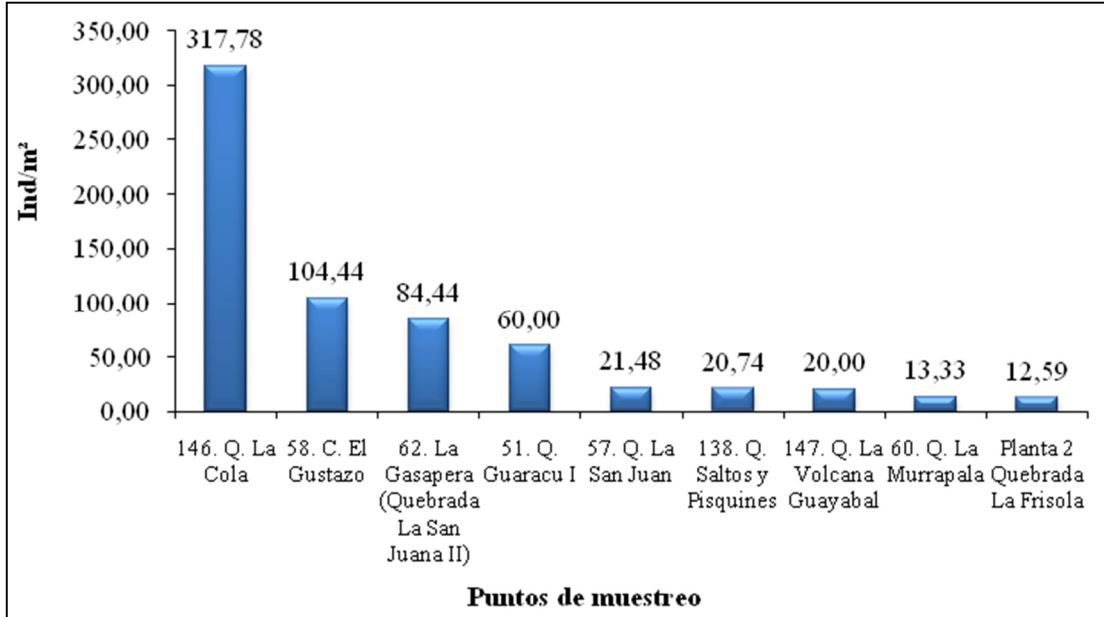
Figura 5-158 Distribución porcentual de las divisiones de macroinvertebrados acuáticos



Fuente: C.I.M.A., 2016

Con relación a la abundancia de macroinvertebrados acuáticos (Ind/m²) hallados en cada uno de los ecosistemas estudiados (Figura 5-159), fué posible establecer que la mayor representación de este grupo se dio en los puntos 146 Q. La Cola, 58 C. El gustazo, 62 La Gasapera y 51 Q Guaracú I. Los demás cuerpos de agua registraron abundancias menores, encontrándose la menor abundancia en el el punto Planta 2 Q La Frisola. La composición y abundancia de cada uno de los ecosistemas evaluados se puede observar en la Figura 5-159.

Figura 5-159 Abundancia del ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

Tabla 5-123 Composición y abundancia del ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo

DIVISION/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	60. Q. La Murrapala	62. La Gasapera (Quebrada La San Juana II)	138. Q. Saltos y Pisquines	146. Q. La Cola	147. Q. La Volcana Guayabal	51. Q. Guaracuí	57. Q. La San Juan	58. Q. El Gustazo	Planta 2 Quebrada La Frisola				
Annelida	Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	Morfoespecie 8	0	0	0	0,74	0	0	0	0	0				
				<i>Helobdella</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	2,22	0				
	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 2	6,67	1,48	0	0	3,70	0	0	13,33	0,74				
Lumbriculida				Lumbriculidae	Morfoespecie 9	0	0	0	2,22	0	0	0	0	0			
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	-	Morfoespecie 12	0	0	0	1,48	0	0	0	0	0	0			
				Elmidae	<i>Neelmis</i> sp	0	1,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					<i>Heterelmis</i> sp	0	1,48	2,22	0	0	0	0	0	0	2,22	0	
					<i>Phanocerus</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,74	
					<i>Macrelmis</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,74	
				Psephenidae	<i>Psephenus</i> sp	1,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					<i>Psephenus</i> sp	0	2,22	0	0	0	2,22	1,48	2,22	0	0		
				Ptilodactylidae	<i>Tetraglossa</i> sp	0	1,48	2,22	0	0	0	0	0	0	0	0	
				Ceratopogonidae	<i>Alluaudomyia</i> sp	0	0,74	2,22	0	0	0	0,74	0	0	0	0	
				Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 3 Pupa Chironomidae	0	0,74	0	5,19	0	0	0	0	0	0	0
						Morfoespecie 5 Subfamilia Chironominae	0	21,48	0	286,67	1,48	2,96	0,74	24,44	1,48		
						Morfoespecie 14 Subfamilia Tanypodinae	0	0	0	0	0	10,37	0,74	0	0		
					Empididae	<i>Hemerodromia</i> sp	0	0	0	0	0	0,74	0	0	0	0	
					Ephydriidae	Morfoespecie 11	0	0	0	0,74	0	0	0	0	0		
					Psychodidae	<i>Maruina</i> sp	0	0	0	0,74	0	0	0	0	0		
Morfoespecie 13	0	0	0			0,74	0	0	0	0	0						
Simuliidae	<i>Simulium</i> sp	0	0		0	14,81	0	0,74	0	0	0						

DIVISION/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	60. Q. La Murrapala	62. La Gasapera (Quebrada La San Juana II)	138. Q. Saltos y Pisquines	146. Q. La Cola	147. Q. La Volcana Guayabal	51. Q. Guaracú I	57. Q. La San Juan	58. Q. El Gustazo	Planta 2 Quebrada La Frisola	
				Morfoespecie 15 Pupa Simuliidae	0	0	0	0	0	0,74	0	0	0	
			Stratiomyidae	<i>Odontomyia</i> sp	0	0,74	0	0	0	0	0	8,89	0	
			Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp	1,48	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Ephemeroptera	Baetidae	Morfoespecie 4	0	5,93	0	0	0	0	1,48	0	0	
				<i>Baetodes</i> sp	0	0	0	0	2,22	0	1,48	0	0	1,48
				<i>Camelobaetidius</i> sp	0	0	0	0	0,74	0	0	0	0	0
			Leptohyphidae	<i>Allenhyphes</i> sp	0	7,41	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Tricorythodes</i> sp	0	6,67	0	0	0	21,48	1,48	0	0	0
				<i>Leptohyphes</i> sp	0	0	0	0	0	0,74	0	0	0	0,74
		Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp	0	1,48	0	0	1,48	0	0,74	0	0	3,70	
		Hemiptera	Corixidae	<i>Tenagobia</i> sp	0	2,96	0	0	0	0	0	0	0	
			Naucoridae	<i>Pelocoris</i> sp	0	0,74	0	0	0	0	0	0	0	
			Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp	0,74	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Lepidoptera	Crambidae	Morfoespecie 16	0	0	0	0	0	0,74	0	0	0	
		Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp	0,74	1,48	0	0	0	2,22	0	0	0	
		Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> sp	0	0	2,22	0	0	0,74	0	0	0	
			Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp	0	0,74	0	0	0	0	0	0	0	
			Gomphidae	<i>Progomphus</i> sp	0	2,22	0	0	0	0	0	0	0	
			Libellulidae	<i>Sympetrum</i> sp	0	1,48	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Dythemis</i> sp	0	0	0	0	0	9,63	2,22	0	0	0
		Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp	0	0	0	0	0	0	0,74	0	0	
		Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Culoptila</i> sp	0	0,74	0	0	0,74	0	0	0	0	
			Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp	0	0	0	0,00	1,48	0	0	0	0	
			Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp	0,74	2,96	0	0,74	5,19	5,93	2,96	0	0	0,74
				<i>Smicridea</i> sp	0,74	17,78	2,22	0	0	0	0	0	0	1,48
			Hydroptilidae	Morfoespecie 10	0	0	0	1,48	0	0	0	0	0	

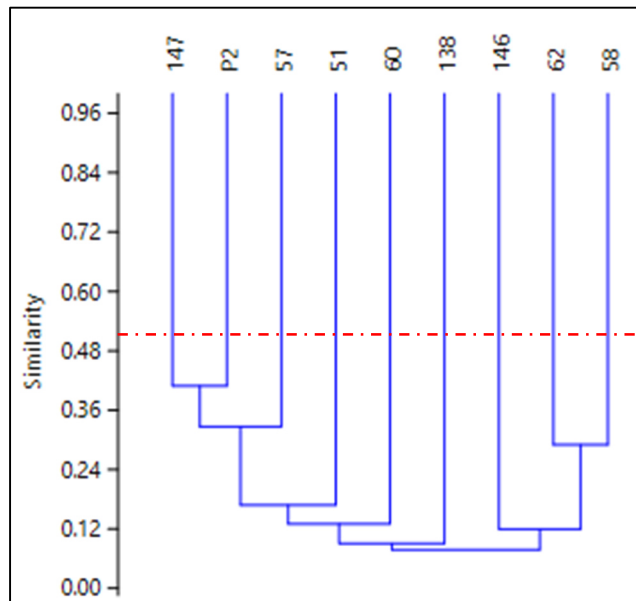
DIVISION/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	60. Q. La Murrupal a	62. La Gasapera (Quebrada La San Juana II)	138. Q. Saltos y Pisquines	146. Q. La Cola	147. Q. La Volcana Guayabal	51. Q. Guaracú I	57. Q. La San Juan	58. Q. El Gustazo	Planta 2 Quebrada La Frisola
			Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp	0	0	0	0	0	0	1,48	0	0
	Malacostraca	Isopoda	-	Morfoespecie 6	0	0	2,22	0,74	0	0	0	0	0
		Decapoda	Pseudothelphusidae	Morfoespecie 1	0,74	0	0	0	0	0	0	0	0
Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Pisidiidae	<i>Pisidium</i> sp	0	0	0	0,00	0,74	0	0	0	0
	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	<i>Stenophysa</i> sp	0	0	0	2,22	0	0,74	2,96	44,44	0
		Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanoides</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	6,67	0
Platyhelminthes	Trepaxonemata	Neophora	Planariidae	<i>Dugesia</i> sp	0	0	6,67	0,74	2,22	0	2,22	0	0,74

Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.5.4.1 Análisis de clasificación: índice de Bray-Curtis

De acuerdo al análisis de similitud Bray - Curtis aplicado a todos los ecosistemás acuáticos tenidos en cuenta en este estudio (Figura 5-160), se evidenció que ninguno de los cuerpos de agua evaluados presentan agrupaciones fuertes, todas son débiles al estar por debajo del 70%, debido a la disimilitud de los ecosistemás al compartir un número de taxa bajo, producto de las características físicas, químicas, geológicas y morfométricas, así como, por la presencia de diferentes microhábitats presentes en cada uno de los puntos de muestreo, entre otras tantas causas de su diferencia a nivel de comunidades hidrobiológicas presentes.

Figura 5-160 Dendograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos entre estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

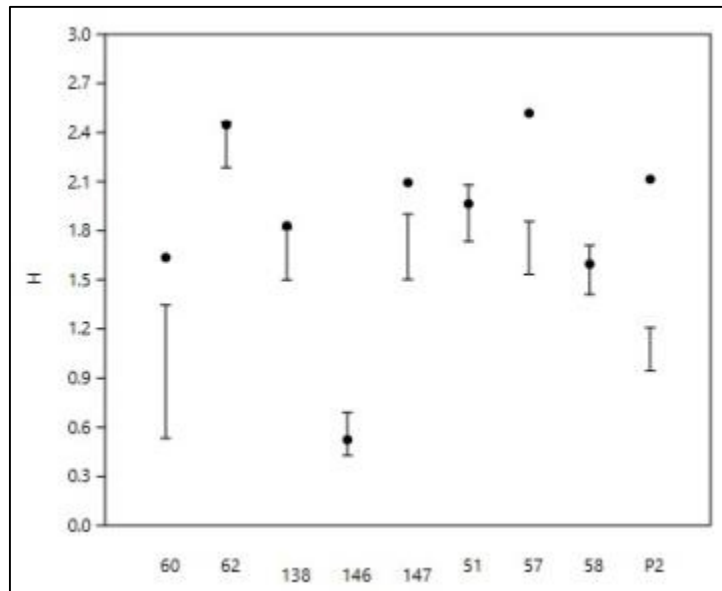
5.1.2.2.5.4.2 Índices de diversidad

De acuerdo a los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-161), el valor más alto de diversidad se encontró en los puntos 62 La Gasapera y 57 Q. Guaracú, en términos generales, todos los cuerpos de agua se encuentran dentro de un intervalo de 1,5 Bits/Ind a 3,0 Bits/ind que indica aguas moderadamente contaminadas (Roldan, 2008); mientras que el punto Q. La Cola es el que presenta menor diversidad característica de aguas muy contaminadas (Roldan, 2008).

Por otra parte, se observa que el punto 146 Q. La Cola es el que presenta, presentan la mayor dominancia de especies (Figura 5-162), lo cual corresponde con los resultados de diversidad, todos los demás puntos muestran una baja dominancia de especies, lo cual se ve reflejado en la relación entre riqueza y abundancia de especies, representada por la equidad de Pielou (Figura 5-163), pudiéndose establecer que las comunidades evaluadas en estas

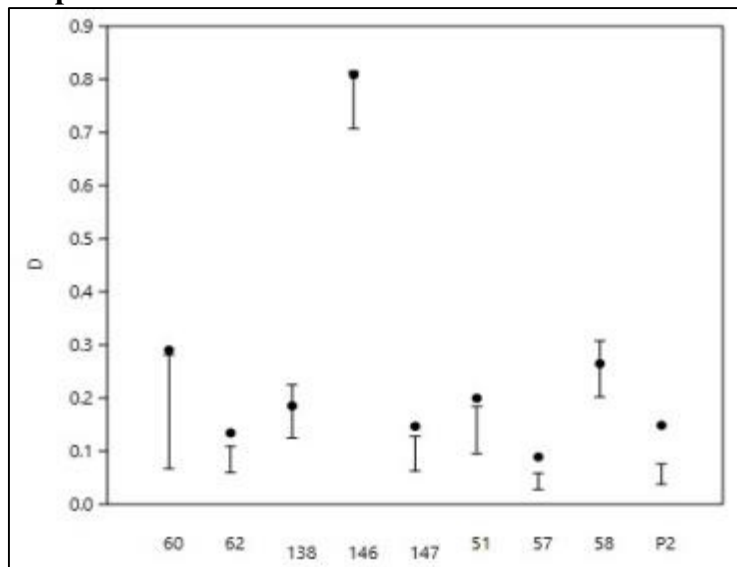
estaciones de muestreo están uniformemente representadas en cuanto a sus valores de densidad poblacional, resaltando que en su gran mayoría los puntos evaluados presentan un valor para el índice de Pielou por encima de 0,5 (50%), salvo el punto 146 Q. La Cola.

Figura 5-161 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') con sus intervalos de confianza para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos



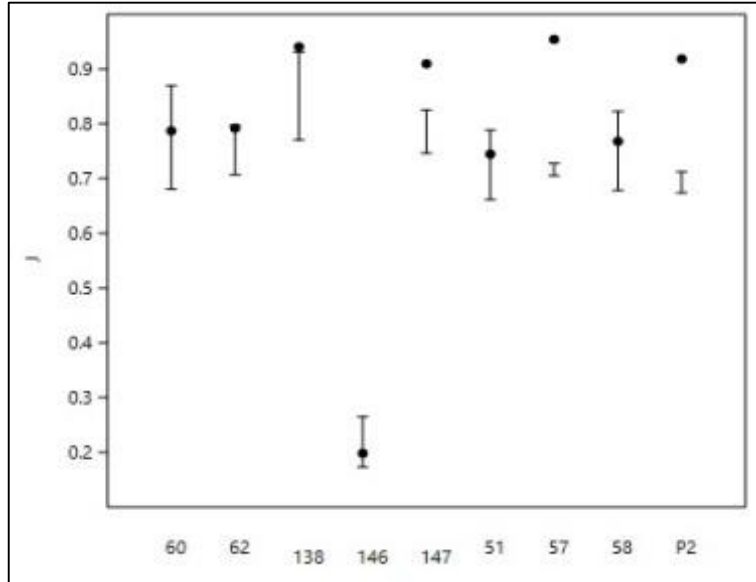
Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-162 Valores del índice de dominancia de Simpson ($1-D$) y sus intervalos de confianza del 95% para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos



Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-163 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza del 95% para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos





Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.5.4.3 Bioindicación

En términos generales, las familias identificadas para la comunidad bentónica corresponden a organismos relacionados con aguas poco contaminadas a contaminadas, influenciadas por sedimentos, vegetación y materia orgánica (Roldán, 2003). Los dípteros poseen adaptaciones para vivir en aguas con presencia de materia orgánica y moderada contaminación (Roldán, 2003). Este grupo constituye uno de los más complejos, abundantes y mejor distribuidos en todo el mundo.

El orden Díptera se considera uno de los grupos de insectos más evolucionados. Son holometábolos, usualmente las hembras ponen huevos bajo la superficie del agua, adheridos a rocas o vegetación flotante. La mayoría de las larvas pasan por tres o cuatro estadios. Su hábitat es muy variado, encontrándose en ríos, arroyos, quebrada y lagos en todas las profundidades.

Es oportuno mencionar que la familia Chironomidae, en términos ecológicos está constituida por organismos que presentan alta tolerancia a condiciones adversas en relación a la calidad del agua, por lo que se pueden encontrar desde aguas ligeramente contaminadas hasta muy contaminadas, incrementando su abundancia en sistemas con altos contenidos de materia orgánica en descomposición, dado que la mayoría de especies son colectoras de este material, mientras que otras son filtradoras o se alimentan del perifiton que raspan de rocas (Pinilla, 2000; Liévano y Ospina, 2007)

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

5.1.2.2.5.4.3.1 Índice biológico BMWP/Col

Teniendo en cuenta las familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en los cuerpos de agua estudiados, se implementó el índice BMWP y el ASPT como puntaje promedio por taxón, para la evaluación de los sitios de muestreo (Tabla 5-124).

De acuerdo con los índices BMWP y ASPT, los puntos 60 Q La Murrapala, 62 Q La Gasapera, y 138 Q Saltos y Pisquines se caracterizaron por presentar aguas de calidad “ACEPTABLE”, lo cual indica aguas ligeramente conaminadas en las que se evidencian efectos de contaminación, diferenciándose de los puntos 146 Q. La Cola, 147 Q La Volcana Guayabal, 51 Q Guaracú, 57 Q La San Juan, 58 Q El Gustazo y Planta 2 Q La Frisola, presentan una calidad “DUDOSA” correspondiente a aguas moderadamente contaminadas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se debe relacionar la presencia de algunas familias tolerantes a la polución, como es el caso de la familia Tubificidae de los anélidos; las familias Chironomidae, Tipulidae y Stratiomyidae de las larvas de moscas y mosquitos (Díptera); la familia Physidae de los caracoles, y por último, la familia Hydrophilidae, todas estas familias de interés como bioindicadores de calidad de agua.

Tabla 5-124 Valores del índice BWP/Col y ASPT y su interpretación por estación de muestreo

ESTACIONES DE MUESTREO	VALOR DEL BMWP	VALOR DEL ASPT	CALIDAD	SIGNIFICADO	CLASE
60. Q. La Murrapala	42	7	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	I
62. La Gasapera (Quebrada La San Juana II)	115	6,8			
138. Q. Saltos y Pisquines	40	6,7			
146. Q. La Cola	44	5,5	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	III
147. Q. La Volcana Guayabal	39	6,5			
51. Q. Guaracu I	60	6			
57. Q. La San Juan	63	6,3			
58. Q. El Gustazo	33	4,7			
Planta 2 Quebrada La Frisola	45	6,4			

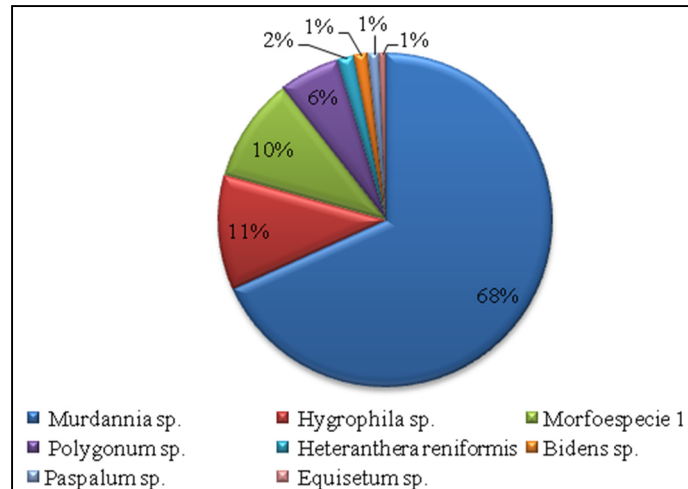
Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.5.5 Macrófitas acuáticas

En general en los puntos muestreados, se encontraron siete géneros y un morfotipo, los cuales corresponden a siete (7) familias, seis (6) órdenes, y dos (2) clases, todos

pertenecientes a la división Tracheophyta (Figura 5-164). La composición y porcentaje de cobertura de cada uno de los ecosistemas evaluados se puede observar en la (Figura 5-164).

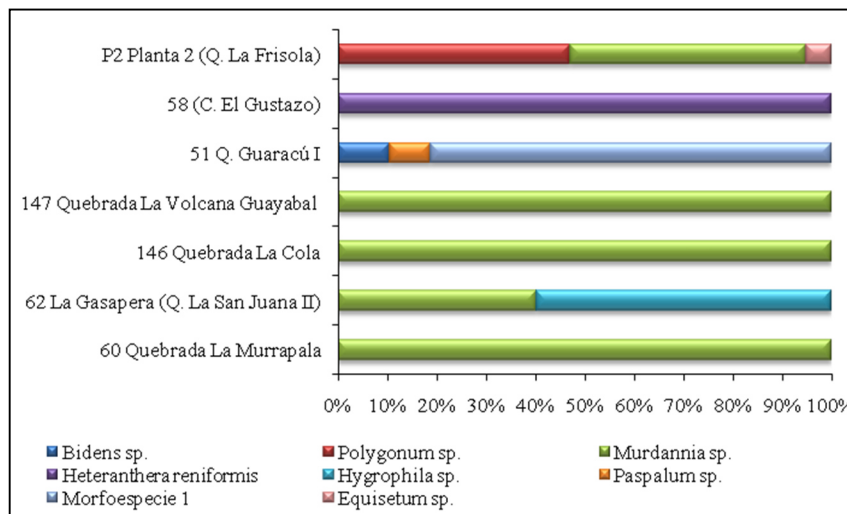
Figura 5-164 Distribución porcentual de los géneros y morfoespecies identificadas de macrófitas



Fuente: C.I.M.A., 2016

En cuanto a la estructura por cada punto se encontró que el género Murdania fue el único encontrado en los puntos 147, 146 y 60, mientras que en el punto 62 se encontró en una composición porcentual de cerca del 40%, con un 60% restante el cual correspondió al género Hygrophila, y en el punto P2 Murdania se presentó con una composición porcentual cercana al 50%. En el punto 58 el género Heteranthera fue el único que se encuentra, mientras que en el punto 51 Q Guaracú fue el género más abundante.

Figura 5-165 Porcentaje de cobertura vegetal por género y morfotipo identificado en cada estación de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

Tabla 5-125 Composición y abundancia porcentual de macrófitas acuáticas por estación de muestreo

DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	60 Quebrada La Murrapala	62 La Gasapera (Q. La San Juana II)	146 Quebrada La Cola	147 Quebrada La Volcana Guayabal	51 Q. Guaracú I	58 (C. El Gustazo)	P2 Planta 2 (Q. La Frisola)
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens</i> sp	0	0	0	0	1,3	0	0
		Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Polygonum</i> sp	0	0	0	0	0	0	5,63
		Commelinales	Commelinaceae	<i>Murdannia</i> sp	32,5	7,2	9,81	10,3	0	0	5,69
			Pontederiaceae	<i>Heteranthera reniformis</i>	0	0	0	0	0	1,56	0
		Lamiales	Acanthaceae	<i>Hygrophila</i> sp	0	10,6	0	0	0	0	0
		Poales	Poaceae	<i>Paspalum</i> sp	0	0	0	0	0	1,0	0
	Morfoespecie 1			0	0	0	0	0	9,8	0	0
Polypodiopsida	Equisetales	Equisetaceae	<i>Equisetum</i> sp	0	0	0	0	0	0	0,63	

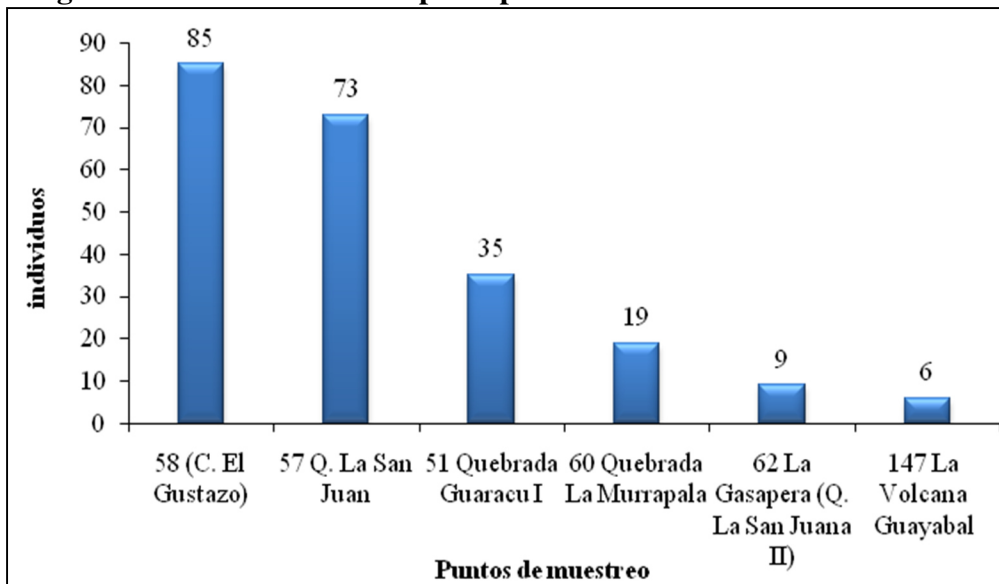
Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.5.6 Peces

En los puntos muestreados se encontraron cuatro (4) géneros, los cuales corresponden a cuatro (4) familias, tres (3) órdenes y una clase, Actinopterygii; Todos pertenecientes a la división Chordata. La composición taxonómica y cantidad de individuos por punto de muestreo se puede observar en la Figura 5-166. De los nueve cuerpos de agua evaluados, en siete se encontraron peces y se realizaron capturas, con un total de 142 individuos, de los cuales el mayor número correspondió al punto 58 C. El Gustazo, seguido del punto 57 Q. La San Juan (Figura 5-166).

Cabe resaltar que de acuerdo con los datos obtenidos no fue posible realizar análisis de diversidad del ensamble, pues la representatividad del muestreo en cuanto a riqueza y abundancia es baja, lo cual no permite una apropiada evaluación de la estructura.

Figura 5-166 Abundancia de peces por estación de muestreo en la UF 1



Fuente: C.I.M.A., 2016

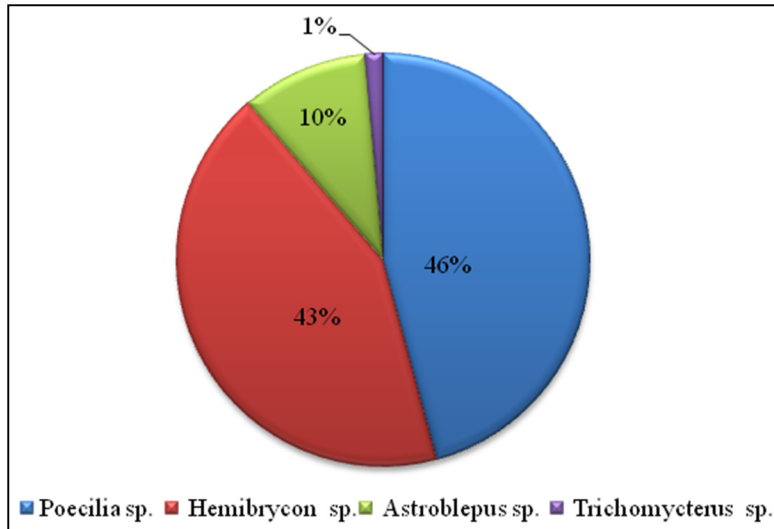
A nivel de género (Gráfica 55), se encontró que *Poecilia* fue el género más abundante, el cual fue el único género encontrado en los puntos 58 C. El Gustazo y 51 Q. La Guaracú mientras que en el punto 57 Q La San Juan fue parte importante de su composición, junto con el género *Hemibrycon*, este último género fue el único capturado en el punto 60 Q La Murrapala, en los puntos 147 La Volcana Guayabal y 62 La Gasapera, el género más representativo fue *Astroblepus*.

Poecilia es un género de peces bentopelágicos de agua dulce y salobre que alcanzará un tamaño máximo de 6 cm. Se desarrollan en un rango de pH entre 7,5 y 8,2 en un rango de dureza (dH) entre 11 y 30. No realizan migraciones y prefieren aguas de temperaturas entre los 18 y 28°C. Se distribuyen desde México hasta Colombia. Posee importancia ornamental

y se alimentan de gusanos, crustáceos, insectos y material vegetal. (Galvis et al., 1997), por lo cual se encuentran en aguas limpias a contaminadas.

Hemibrycon, presenta una línea lateral que describe una curva suave hacia abajo, posee cuerpo plateado con tonalidades amarillo – verdoso, pedúnculo caudal con una mancha negra que se proyecta sobre los radios medios de la aleta caudal. Habita aguas de muy buena calidad, con altas concentraciones de oxígeno y está asociada a gravas gruesas y riveras cubiertas por árboles y arbustos. Se ubica en zonas corrientosas; es un género omnívoro que consume material vegetal e insectos terrestres que caen al espejo de agua. Es sensible a la contaminación y los cuerpos de agua bajos en oxígeno. (Maldonado–Ocampo et al, 2005).

Figura 5-167 Distribución porcentual de la abundancia de cada género del ensamble íctico UF-1





Fuente: C.I.M.A., 2016

Tabla 5-126 Composición y abundancia del ensamble íctico por estación de muestreo en la UF 1

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	NOMBRE(S) COMÚN (ES)	60 Quebrada La Murrapala	62 La Gasapera (Q. La San Juana II)	147 La Volcana Guayabal	51 Quebrada Guaracu I	57 Q. La San Juan	58 (Q. El Gustazo)
Characiformes	Characidae	<i>Hemibrycon</i> sp	Sardina	19	0	0	0	42	0
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia</i> sp	Guppy	0	0	0	35	30	85
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus</i> sp	No se registra	0	1	0	0	1	0
	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp	No se registra	0	8	6	0	0	0

Fuente: C.I.M.A., 2016

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede reconocer una baja diversidad íctica en el área de estudio; sin embargo cabe resaltar que, para las comunidades de peces en general, a mayor altura menor diversidad de especies; no obstante, aunque menor es la diversidad, mayores son los endemismos (Meyer, Strayer, Wallace, Eggert, Helfman, & Leonard, 2007). Lo cual coincide con lo encontrado, teniendo en cuenta que, los ríos evaluados en este estudio corresponden principalmente a ríos de montaña.

5.1.2.2.5.6.1 Endémismos

De acuerdo con los datos obtenidos (géneros), no es posible identificar si alguna de las especies es de carácter o no endémico.

5.1.2.2.5.6.2 Especies migratorias

Para el área de estudio no fueron identificadas especies que realicen migraciones de ningún tipo.

5.1.2.2.5.6.3 Especies en categoría de amenaza

Ninguna de las especies identificadas se encuentra bajo alguna de las categorías de amenaza descritas en el libro rojo de especies dulceacuícolas de Colombia, La Resolución 192 (MADS, 2014), La lista roja de la IUCN y en los apéndices CITES.

5.1.2.2.5.6.4 Especies de importancia económica

No se registró ninguna especie de uso o importancia económica o cultural en el área de estudio.

5.1.2.2.6 Unidad funcional 3

5.1.2.2.6.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica presente en los cuerpos de agua objeto de estudio, se compuso de tres (3) divisiones, las cuales agrupan cuatro (4) clases, 17 ordenes, 17 familias y 17 géneros. Ver Tabla 5-127.

Tabla 5-127 Composición y abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo

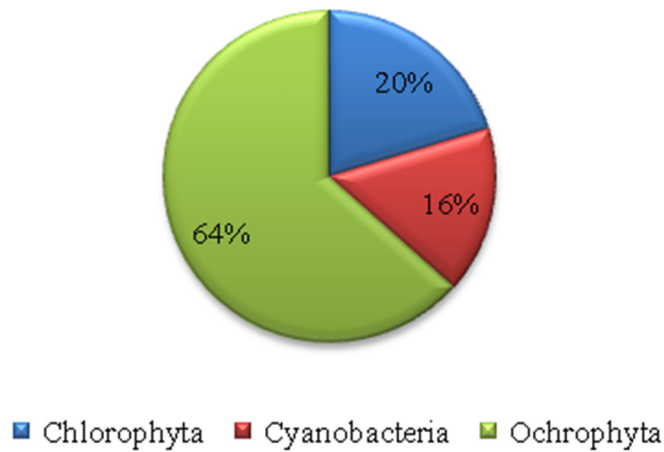
DIVISION/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNEROS	Drenaje NN 26	Drenaje NN 27	Drenaje NN 28	Drenaje NN 32	67 (Afluente a Q. Culebra)	PT 1 Planta 1 Q. Culebra	V3 Q. La Valencia
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp	0	0	0,00098	0	0	0	0,00202
		Sphaeropleales	Scenedesmeceae	<i>Coelastrum</i> sp	0,00059	0,00	0	0	0,00	0	0
	Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora</i> sp	0	0,00123	0	0	0,00	0	0
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp	0	0,00	0	0	0,00384	0	0
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphiplauraceae	<i>Frustulia</i> sp	0	0	0,00	0	0,00003	0	0
		Achnanthes	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i> sp	0,00003	0	0	0	0,00005	0,00	0
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp	0	0,00	0,00	0,00005	0,00025	0	0
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp	0	0	0,00020	0	0,00090	0	0,00950
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp	0,00005	0,00012	0,00020	0	0,00046	0,00019	0,00050
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp	0,00003	0,00	0,00007	0	0	0,00005	0
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp	0	0	0,00007	0	0,00055	0,00027	0,00013
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp	0	0,00003	0,00013	0	0,00	0,00008	0,00003
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp	0	0	0,00013	0	0,00	0	0
		Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i> sp	0	0,00	0	0	0,00003	0,00005	0,00003
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp	0,00035	0,00003	0,00020	0	0,00011	0	0,00005
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp	0,00005	0	0	0	0	0,00003	0
Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp	0	0	0	0	0	0,00003	0,00003		

Fuente: C.I.M.A., 2016

La Figura 5-168 resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas las muestras para esta comunidad.

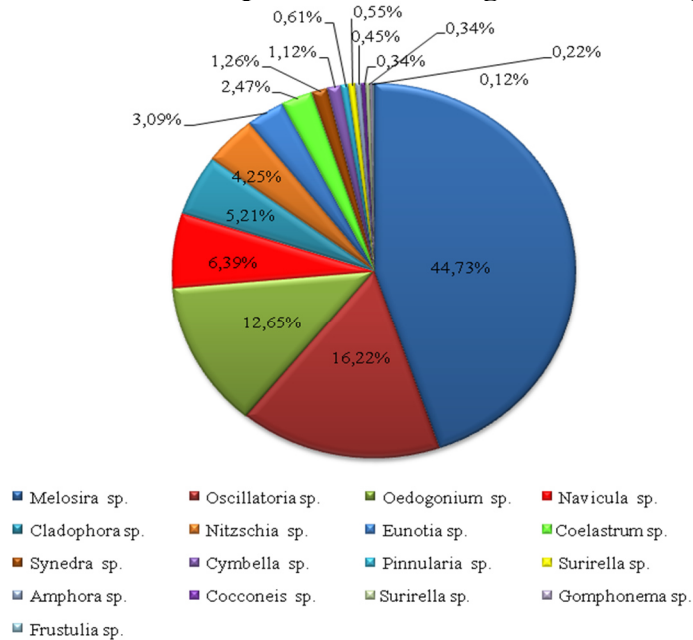
Cómo se puede observar en la Figura 5-168 se establece que la mayor abundancia la registró la división Ochrophyta, de la cual hacen parte los géneros *Melosira* sp y *Oscillatoria* sp, cuyos taxa fueron los más abundantes en relación a lo hallado para los demás géneros de fitoplancton (Figura 5-169).

Figura 5-168 Distribución porcentual de las divisiones del ensamble fitoplanctónico



Fuente: C.I.M.A., 2016

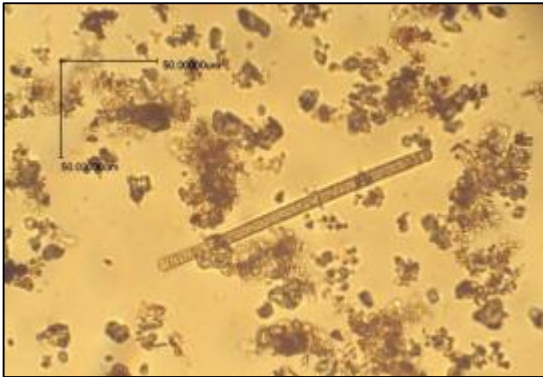
Figura 5-169 Distribución porcentual de los géneros del fitoplancton



Fuente: C.I.M.A., 2016

En cuanto a la composición y abundancia del fitoplancton presente en cada uno de los puntos de monitoreo, en donde se evidencia que la presencia del género *Oscillatoria* sp (Fotografía 5-63), el más abundante, solo se da en un solo punto, y *Melosira* sp (Fotografía 5-64) que es el segundo más abundante solo se encuentra en tres (3) de los siete puntos, mientras que el género *Navicula* sp se encontró en seis (6) de los siete (7) puntos. El respectivo registro fotográfico se encuentra en el Anexo I (Fauna acuática).

Fotografía 5-63 Individuo del género *Oscillatoria* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

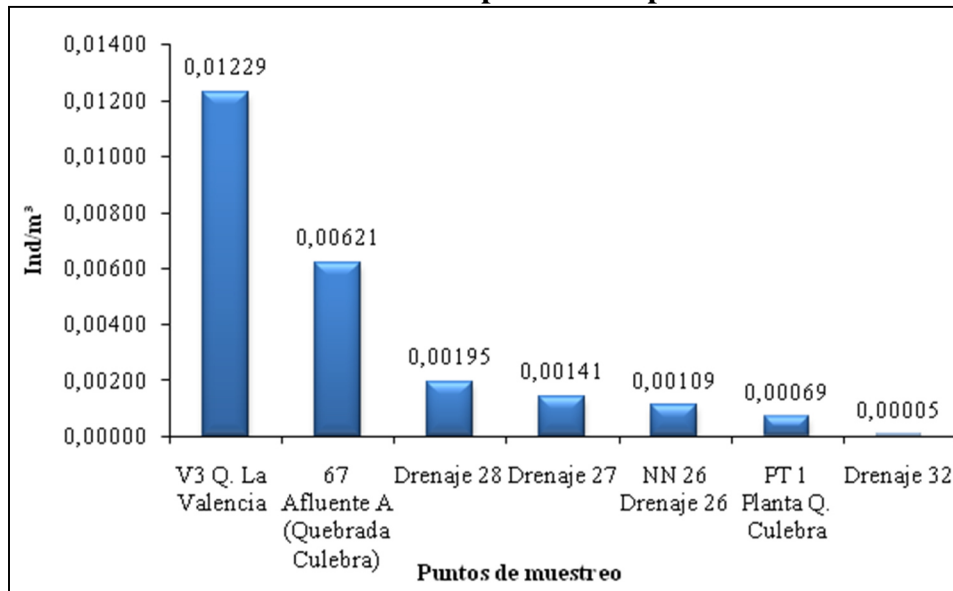
Fotografía 5-64 Individuo del género *Melosira* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

Teniendo en cuenta la abundancia de individuos por mililitro del fitoplancton en cada uno de los puntos de muestreo (Figura 5-170), se puede observar que el punto Q. La Valencia presentó la mayor abundancia de fitoplancton en general, debido a la gran abundancia presentada por el género *Melosira* sp, mientras que los demás ecosistemas evaluados, presentaron una abundancia mucho menor. Se aclara que las abundancias del fitoplancton están relacionadas con el caudal, debido a que conforme aumenta el caudal, disminuye la abundancia del ensamble fitoplanctónico, ya que este grupo no posee elementos de locomoción y por tanto no ofrece resistencia a la columna de agua.

Figura 5-170 Abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo

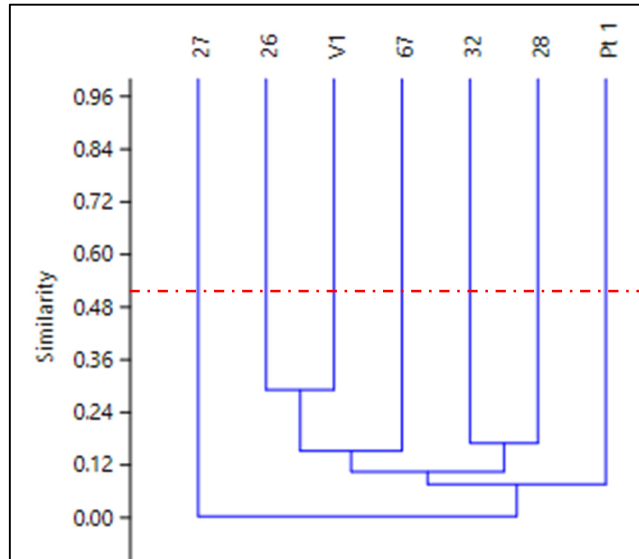


Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.6.1 Análisis de clasificación: índice de Bray-Curtis

El índice de similitud de Bray - Curtis toma en cuenta tanto la riqueza y la abundancia de cada especie presente en una muestra, que al multiplicarlo por 100, arroja valores porcentuales de similitud entre las muestras. De acuerdo con este análisis aplicado a todos los puntos de muestreo (Figura 5-171), se evidenció que las agrupaciones formadas por cada uno de los puntos de muestreo son bajas al compartir menos del 30% de sus especies, lo cual posiblemente es producto de las características físicas, químicas, geológicas y morfométricas de cada ecosistema muestreado, así como, por la presencia de diferentes microhábitats propios de cada uno de los puntos de muestreo, entre otras tantas causas de su diferencia a nivel de comunidades hidrobiológicas presentes.

Figura 5-171 Dendograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo



67: (Afluente a Q. Culebra); Pt 1: planta 1 Q. Culebra; 26: Drenaje NN 26; 27: Drenaje NN 27; 32: Drenaje NN 32; V1: Q. La Valencia; 28: Drenaje NN 28.

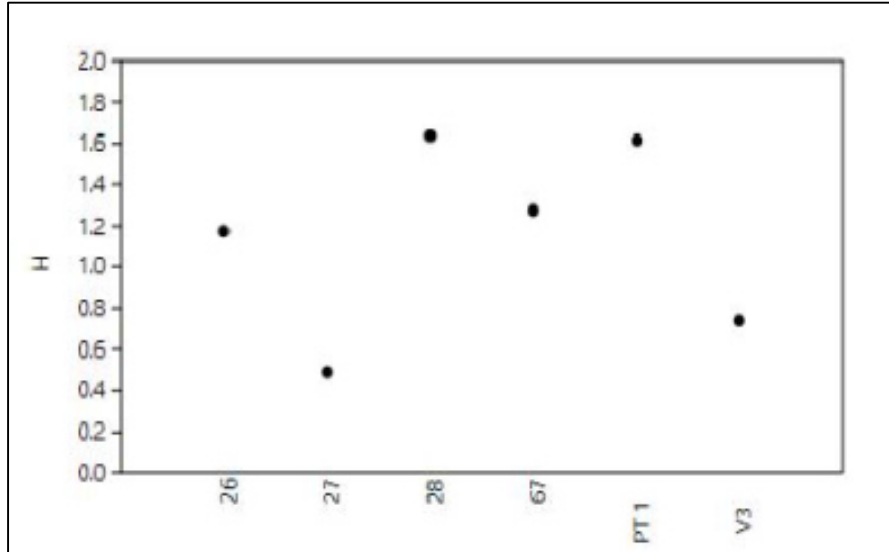
Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.6.1.2 Índices de diversidad

Para el cálculo de índices de diversidad no se puede tener en cuenta el punto Drenaje NN 32, puesto que solo presentó una taxa, y para el cálculo de estos, se requiere un mínimo de tres (3) taxa.

De acuerdo a los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-172), el valor más alto de diversidad se encontró en los puntos Drenaje NN 28 y Planta 1, con un índice de Shannon que indica aguas medianamente contaminadas (Roldan 2008), mientras que los demás puntos muestran diversidades muy bajas indicativas de aguas muy contaminadas (Roldan 2008), la baja riqueza y abundancia registrada para estos puntos, resaltando que se tuvieron en cuenta los intervalos de confianza al 95%, los cuales no presentaron dispersión. Por otra parte, se observa que el punto Drenaje NN27, presenta dominancia de especies (Figura 5-173), debido a la gran diferencia de abundancia entre los dos taxa reportados para esta estación de muestreo; en contraste, la Planta 1, presentó la menor dominancia de especies en este estudio, lo cual se ve reflejado en la relación entre riqueza y abundancia de especies, representada por la equidad de Pielou (Figura 5-174), pudiéndose establecer que los puntos Drenaje NN 28 y Planta 1 son los que presentan la mayor tendencia a estar uniformemente representados.

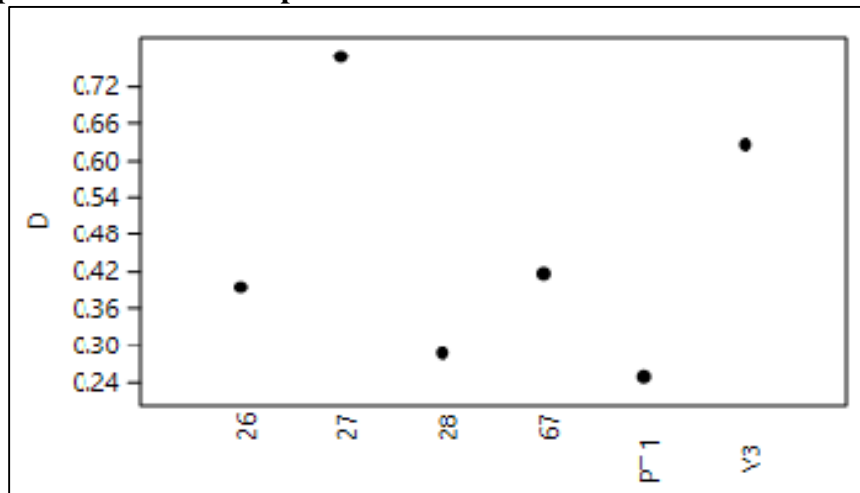
Figura 5-172 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza para el ensamble fitoplanctónico



67: (Afluente a Q. Culebra); Pt 1: planta 1 Q. Culebra; 26: Drenaje NN 26; 27: Drenaje NN 27; V1: Q. La Valencia; 28: Drenaje NN 28.

Fuente: C.I.M.A., 2016

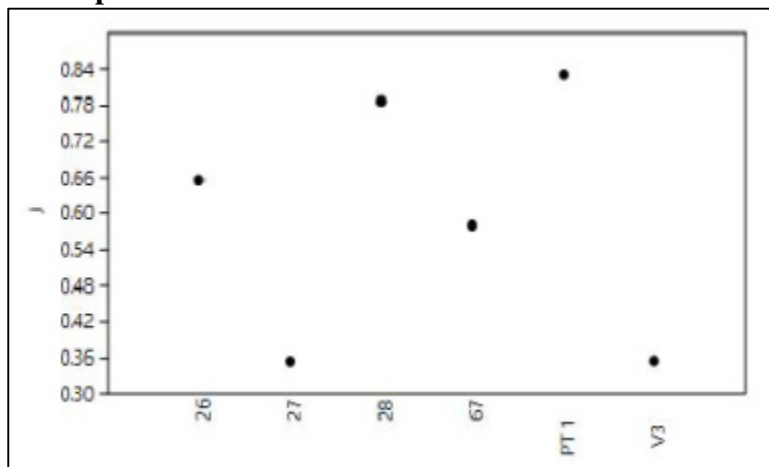
Figura 5-173 Valores del índice de dominancia de Simpson ($1-D$) y sus intervalos de confianza para el ensamble fitoplanctónico



67: (Afluente a Q. Culebra); Pt 1: planta 1 Q. Culebra; 26: Drenaje NN 26; 27: Drenaje NN 27; V1: Q. La Valencia; 28: Drenaje NN 28.

Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-174 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza para el ensamble fitoplanctónico



67: (Afluente a Q. Culebra); Pt 1: planta 1 Q. Culebra; 26: Drenaje NN 26; 27: Drenaje NN 27; V1: Q. La Valencia; 28: Drenaje NN 28.

Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.6.1.3 Bioindicación

los géneros más abundantes como *Melosira* sp se presenta en agua con altos contenidos de materia orgánica (Ramírez, 2000) y también se presenta en aguas moderadamente contaminadas (Streble y Krauter, 1987), y el género *Oscillatoria* sp se encuentran en sedimentos y aguas con conductividades altas, a la vez que, son indicadoras de eutrofia y mesotrofia tolerantes a pesticidas (Pinilla, 2000). Igualmente se presentan en aguas con contaminación intensa a moderada, en aguas estancadas y eutrofizadas (Streble y Krauter, 1987) y pueden reproducirse en gran cantidad, aveces de color rojizos (Ramírez, 2000).

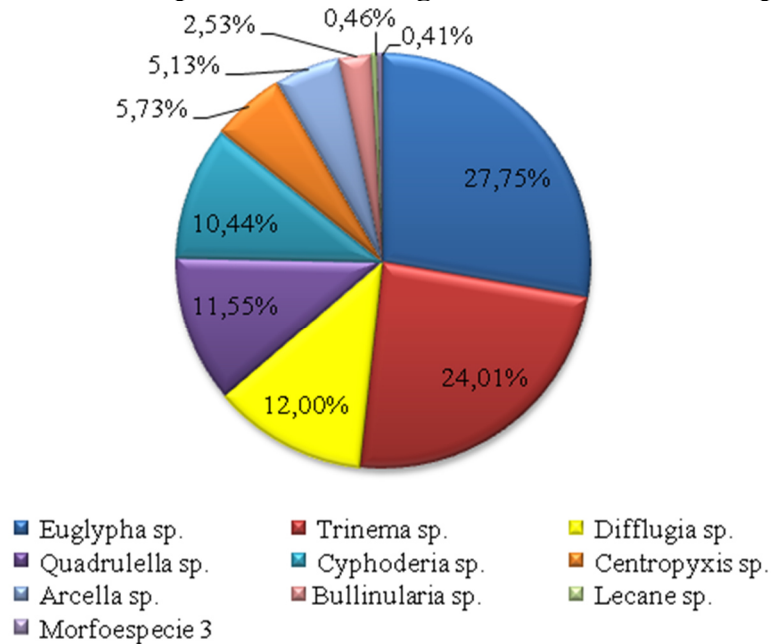
La composición del fitoplancton presenta variaciones entre las estaciones monitoreadas, en general, dichos ensambles registran la presencia de organismos con un amplio espectro de sensibilidad o tolerancia frente a procesos de descomposición, lo cual está relacionado con una presencia de materia orgánica en estos sistemas, sin que esto implique altos niveles de contaminación. Es válido inferir en términos generales que la comunidad fitoplanctónica observada en los cuerpos de agua loticos registró microalgas representantes de las divisiones Ochrophyta, Charophyta, Chlorophyta y el phylum Cyanobacteria, señalando ecosistemas con una relación alta nitrógeno – fósforo, en los cuales se presenta mezcla, ambientes propicios para que se lleve a cabo un proceso de sucesión planctónica dominado por microalgas generalistas (Pinilla, 2000; Ramírez, 2000).

5.1.2.2.6.2 Zooplancton

El zooplancton se compuso de los phylla Arthropoda, Protozoa y Rotífera, los cuales fueron representados por cuatro (4) clases, cuatro (4) órdenes, ocho familias y 10 morfotipos. De

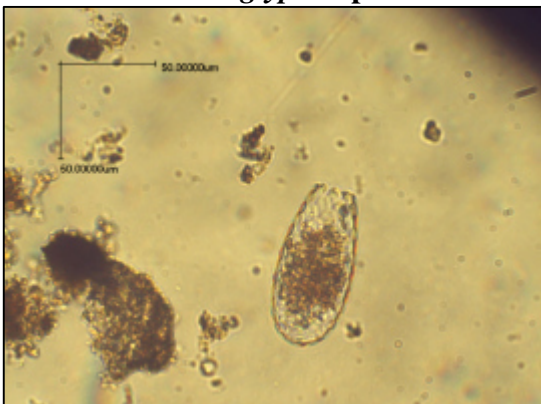
acuerdo al análisis de los resultados obtenidos, se estableció que el phylum más abundante corresponde al Protozoa, debido a la representación principal por parte de los géneros *Euglypha* sp (Fotografía 5-65), *Trinema* sp (Fotografía 5-66), *Quadrullella* sp (Fotografía 5-68) y *Cyphoderia* sp que registraron la mayor abundancia (Figura 5-175).

Figura 5-175 Distribución porcentual de los géneros del ensamble zooplanctónico



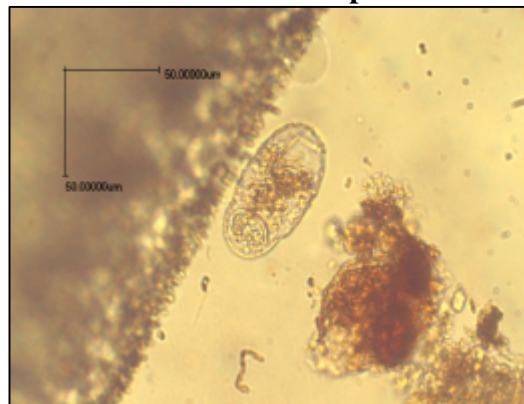
Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-65 Individuo del género *Euglypha* sp



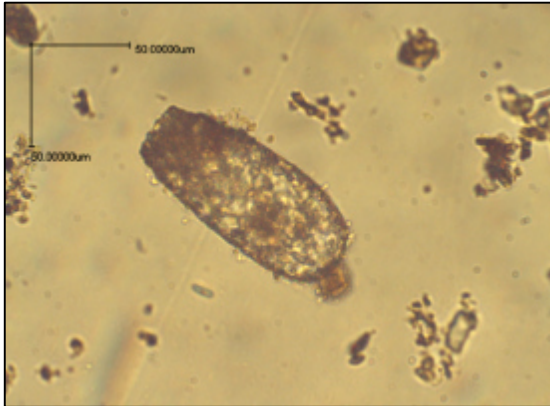
Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-66 Individuo del género *Trinema* sp



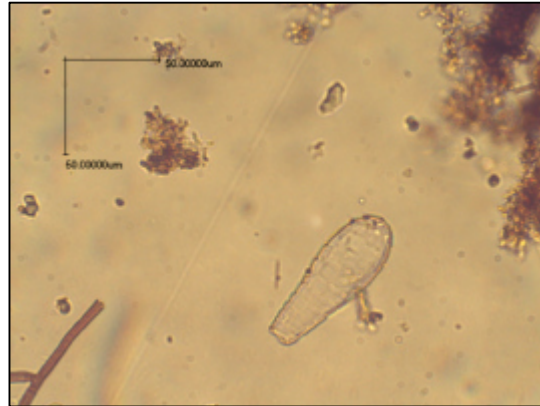
Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-67 Individuo del género *Diffugia* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

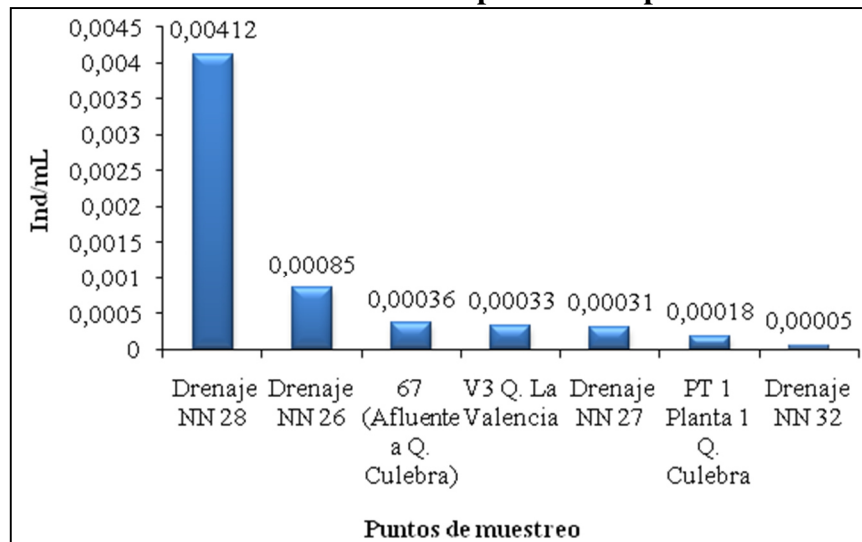
Fotografía 5-68 Individuo del género *Quadrullella* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

Teniendo en cuenta la abundancia de individuos por mililitro del zooplancton en cada uno de los puntos de muestreo (Figura 5-176), se puede observar que el punto Drenaje NN 28, presentó la mayor abundancia de zooplancton en general, debido a la gran abundancia presentada por los géneros *Euglypha* sp y *Trinema* sp, mientras que las demás estaciones evaluadas, presentaron una abundancia menor. Se aclara que las abundancias del zooplancton están relacionadas con el caudal, debido a que conforme aumenta el caudal, disminuye la abundancia del ensamble zooplanctónico, ya que este grupo no posee elementos de locomoción y por tanto no ofrece resistencia a la columna de agua (Sierra, 2011).

Figura 5-176 Abundancia del ensamble zooplanctónico por estación de muestreo

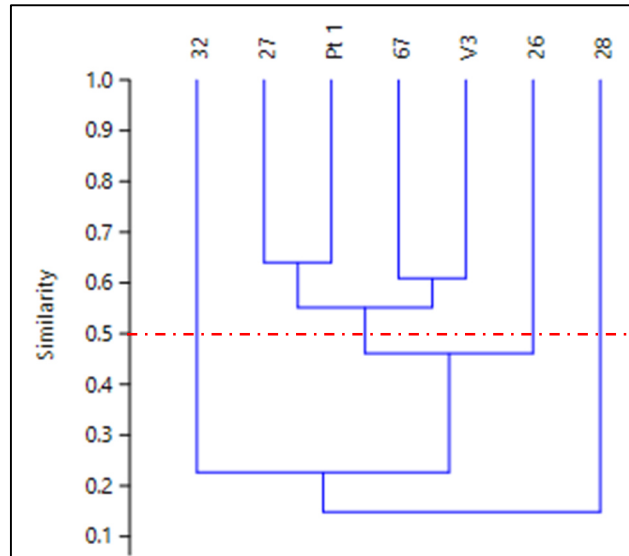


Fuente: C.I.M.A., 2016

Análisis de clasificación: índice de Bray-Curtis

De acuerdo al análisis de similitud Bray - Curtis aplicado a todos los ecosistemas acuáticos tenidos en cuenta en este estudio (Figura 5-177), se evidenció la relación de dos grupos con una similitud superior a 0,6 el grupo que presenta mayor similitud esta conformados por los puntos (Drenaje NN 27 y Planta 1) en los cuales se encontraron cuatro (4) géneros comunes, el otro grupo con una similaridad un poco menor esta conformado por los puntos (67 Afluente a Q. Culebra y Q. La Valencia), grupo que presentó cinco géneros comunes; todas las demás agrupaciones formadas con cada uno de los puntos de muestreo representan altas disimilitudes con valores de agrupación inferiores al 60%.

Figura 5-177 Dendograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble zooplanctónico



67: (Afluente a Q. Culebra); Pt 1: planta 1 Q. Culebra; 26: Drenaje NN 26; 27: Drenaje NN 27; 32: Drenaje NN 32; V1: Q. La Valencia; 28: Drenaje NN 28.

Fuente: C.I.M.A., 2016

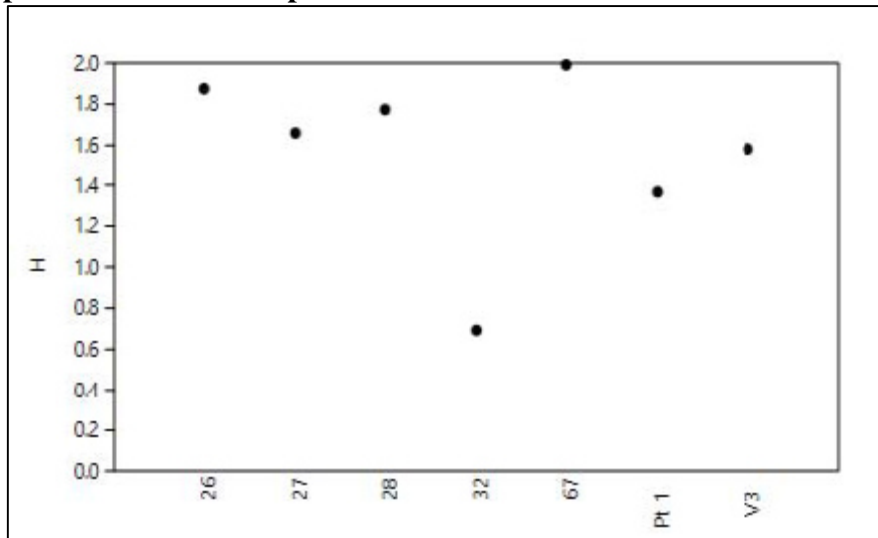
5.1.2.2.6.2.1 Índices de diversidad

De acuerdo a los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-178), el valor más alto de diversidad se encontró en los puntos (67 Afluente Q. Culebra, Drenaje NN 26, Drenaje NN 27 y Drenaje NN 28, los cuales indicarían aguas mediamante contaminadas (Roldan, 2008) los demás puntos presentan bajas diversidades indicando aguas muy contaminadas (Roldan 2008), se tuvieron en cuenta los intervalos de confianza al 95%, los cuales no presentaron dispersión.

Por otra parte, se observa que los cuerpos de agua no registraron una tendencia a la dominancia de especies (Figura 5-179). Finalmente, la riqueza y abundancia de especies,

representada por la equidad de Pielou (Figura 5-180), fue alta las estaciones de muestreo, pudiéndose establecer que las comunidades evaluadas están uniformemente representadas.

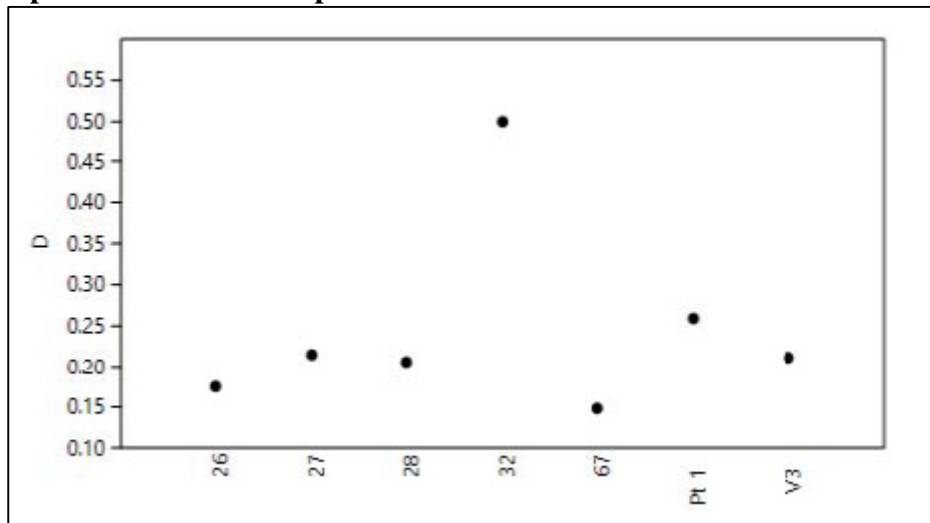
Figura 5-178 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza para el ensamble fitoplanctónico



67: (Afluente a Q. Culebra); Pt 1: planta 1 Q. Culebra; 26: Drenaje NN 26; 27: Drenaje NN 27; V1: Q. La Valencia; 28: Drenaje NN 28.

Fuente: C.I.M.A., 2016

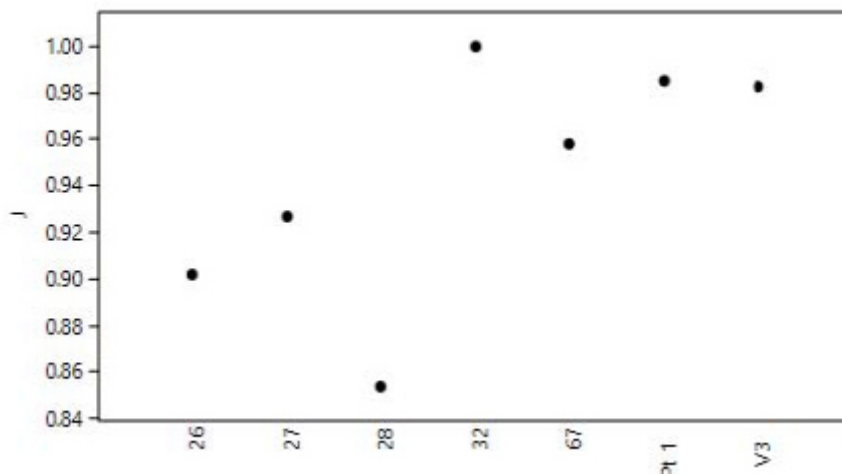
Figura 5-179 Valores del índice de dominancia de Simpson ($1-D$) y sus intervalos de confianza para el ensamble fitoplanctónico



67: (Afluente a Q. Culebra); Pt 1: planta 1 Q. Culebra; 26: Drenaje NN 26; 27: Drenaje NN 27; V1: Q. La Valencia; 28: Drenaje NN 28.

Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-180 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza para el ensamble fitoplanctónico



67: (Afluente a Q. Culebra); Pt 1: planta 1 Q. Culebra; 26: Drenaje NN 26; 27: Drenaje NN 27; V1: Q. La Valencia; 28: Drenaje NN 28.

Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.6.2 Bioindicación

Esta comunidad en general evidenció valores bajos de abundancia y riqueza, condición debida probablemente por las características específicas de este grupo de microorganismos, los cuales se caracterizan por ser poco diversos en ecosistemas de aguas continentales de naturaleza lotica, ya que este tipo de cuerpos de agua presentan un flujo continuo de agua con una velocidad de la corriente específica, característica que dificultan el establecimiento de este tipo de microorganismos debido a que viven suspendidos en la columna de agua (Román, 1991; Morales-Ramírez, 2001).

Los protozoos fueron el grupo más importante al estar distribuidos en la mayoría de estaciones evaluadas. Para este grupo se presentaron abundancias altas como la registrada por *Arcella* sp. Su composición fue determinada por la identificación de cuatro (4) géneros (*Euglypha*, *Trinema*, *Diffugia* y *Quadrulella*), estos organismos abundan en ambientes donde se están llevando a cabo procesos de nitrificación (Streble et. al., 1987). Estos procesos se pueden registrar en ambientes acuáticos naturales con concentraciones de oxígeno disuelto mayores de 0,3 mg/L, condición que cumplen los sistemas acuáticos ubicados en la zona de estudio. No obstante, es común observar que el proceso de nitrificación es limitado en ambientes acuáticos con una alta concentración de material orgánico húmico disuelto y un pH alcalino o neutral (Fuentes y Másol-Deyá, 2002).

Los factores que influyen sobre la densidad del zooplancton son análogos a los que influyen sobre el fitoplancton, y se constituyen básicamente por diferencias en el flujo de la corriente, desempeñando también un papel secundario otros factores como la turbiedad, la

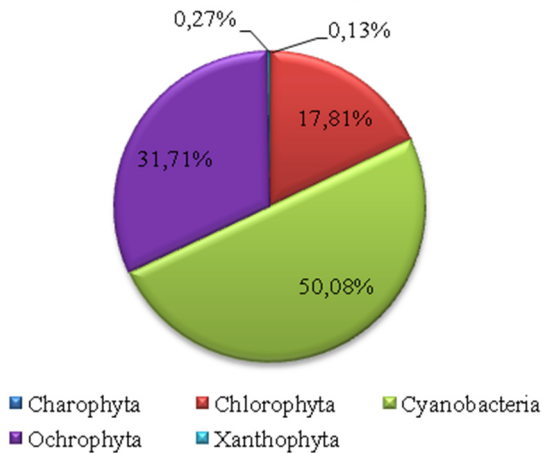
concentración de oxígeno disuelto y la conductividad (FAO, 1992). No obstante, los microorganismos encontrados en términos generales, ostentan relevancia ecológica en el reciclaje de nutrientes.

5.1.2.2.6.3 Perifiton

La comunidad perifítica se compuso de las divisiones Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Ochrophyta y Xanthophyta, integradas por seis (6) clases, 13órdenes, 19 familias y 19 géneros. La resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas las muestras para esta comunidad.

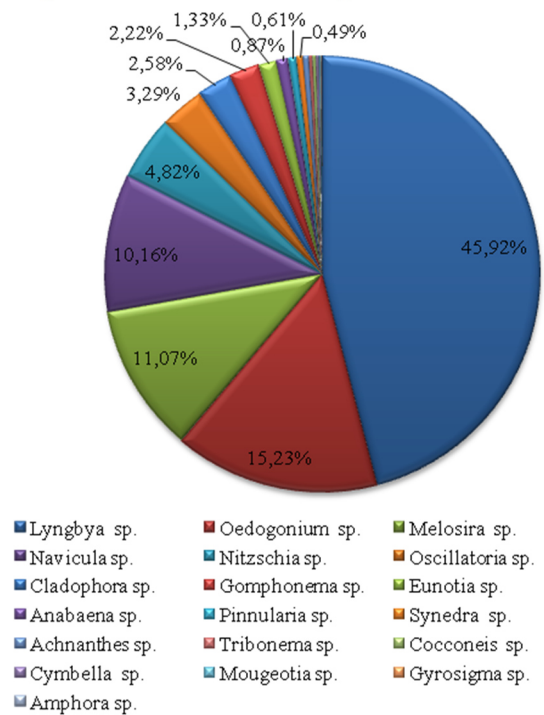
Con base en los resultados obtenidos, se puede observar que igual que en la comunidad fitoplanctónica, la mayor abundancia la registró la división Cyanobacteria, de la cual hace parte el género *Lyngbya* sp (Fotografía 5-69), cuyo taxón fue el más abundante el cual en relación a lo hallado para los demás taxa, encontrándose en cuatro (4) de los siete (7) puntos, mientras que por la división Chlorophyta, *Oedogonium* sp, fue el género más abundante, el cual se presentó en dos (2) de los siete (7) puntos; el género *Navicula* sp, es común en todos los cuerpos de agua estudiados. El respectivo registro fotográfico se encuentra en el Anexo I (Fauna acuática).

Figura 5-181 Distribución porcentual de las divisiones del ensamblaje perifítico



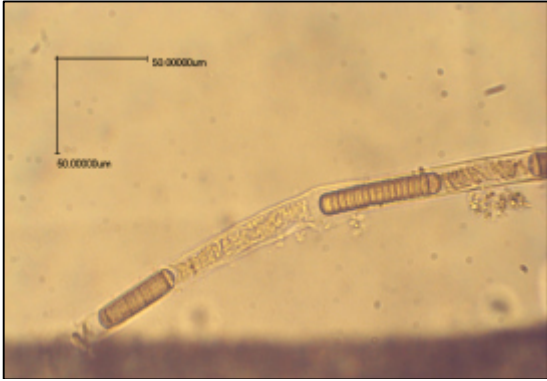
Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-182 Distribución porcentual de los géneros del ensamblaje perifítico



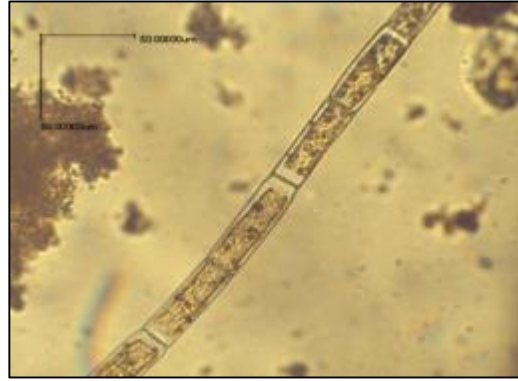
Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-69 Individuo del género *Lyngbya* sp



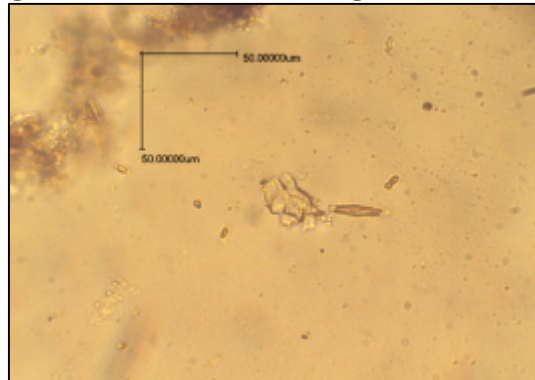
Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-70 Individuo del género *Oedogonium* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

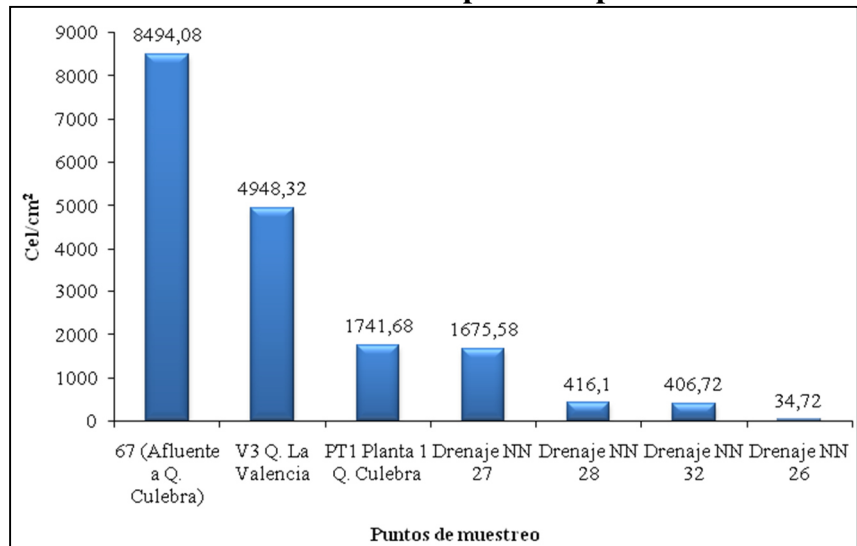
Fotografía 5-71 Individuo del género *Navícula* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

Teniendo en cuenta la abundancia de individuos por centímetro cuadrado del perifiton presente en cada uno de los ecosistemas acuáticos estudiados (Figura 5-183), se puede observar que la mayor representación de este grupo hidrobiológico se dio en el punto 67 Afluente a Q. Culebra, seguido del punyo V3 Q. La Valencia, mientras que los demás cuerpos de agua para esta comunidad presentan abundancias menores en relación a las reportadas para estos dos (2) cuerpos de agua. Se resalta que las abundancias del perifiton están relacionadas con la heterogeneidad de sustratos presentes en cada punto de muestreo, debido a que conforme aumentan los sustratos, así mismo aumenta la abundancia del ensamble perifítico, ya que este grupo se desarrolla sobre superficies sólidas sumergidas (Roldan y Ramírez, 2008).

Figura 5-183 Abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo

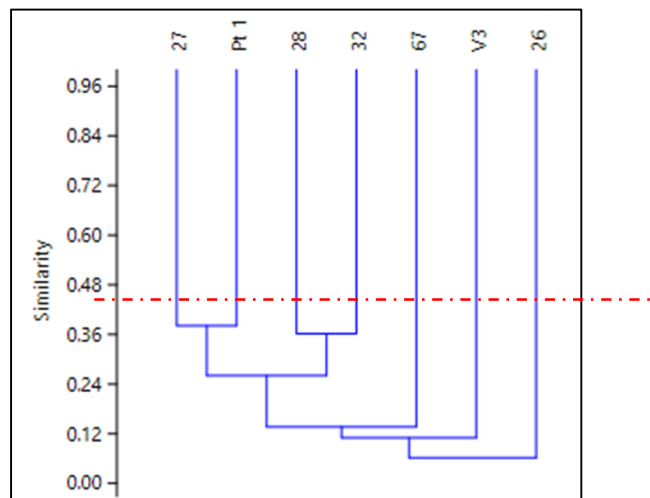


Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.6.3.1 Análisis de clasificación: índice de Bray-Curtis

De acuerdo al análisis de similitud Bray - Curtis aplicado a todos los ecosistemas acuáticos tenidos en cuenta en este estudio (Figura 5-184), se evidenció que todos los puntos de muestreo, presentan agrupaciones por debajo del 50%, lo cual representa una alta dismilitud, producto de las características físicas, químicas, geológicas y morfométricas, así como, por la presencia de diferentes microhábitats presentes en cada uno de los puntos de muestreo, entre otras tantas causas de su diferencia a nivel de comunidades hidrobiológicas presentes.

Figura 5-184 Dendograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble perifítico



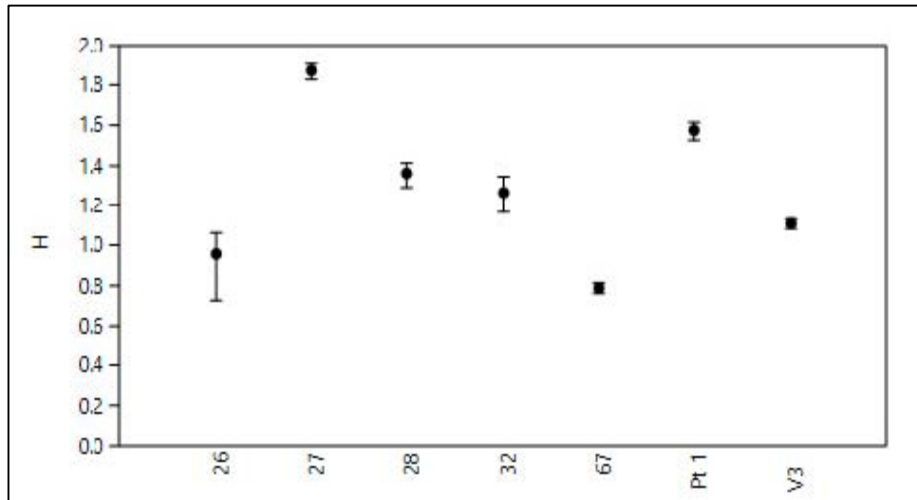
Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.6.3.2 Índices de diversidad

De acuerdo a los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-185), el valor más alto de diversidad se encontró en el punto Drenaje NN 27. Por su parte, los demás puntos de monitoreo, presentaron valores bajos, correspondiente a la baja riqueza y abundancia registrada para estos puntos, indicativos de aguas muy contaminadas mientras que para el Drenaje NN 27 su índice de Shannon es indicativo de aguas medianamente contaminadas (Roldan 2008).

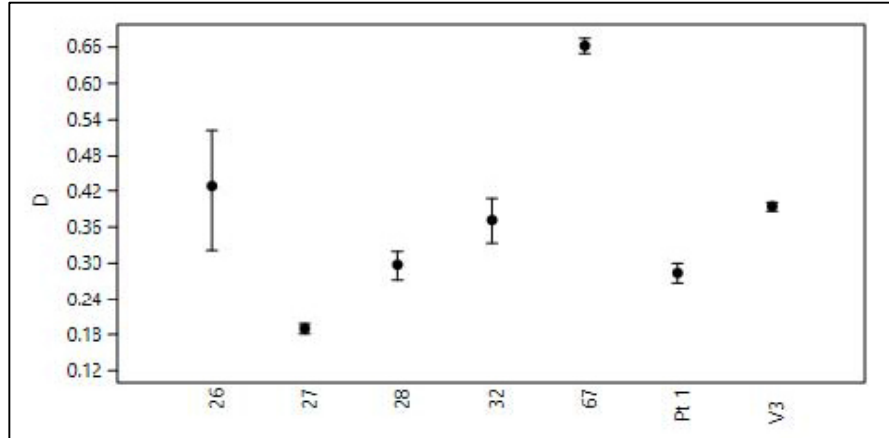
Por otra parte, se observa que los puntos de muestreo, no presentan una tendencia a la dominancia de especies (Figura 5-190), debido a la gran diferencia de abundancia entre los taxa reportados para cada estación de muestreo, mientras que en contraste, en la relación entre riqueza y abundancia de especies, representada por la equidad de Pielou (Figura 5-187), solo tres de los puntos tienden a que sus taxa estén uniformemente representados (Drenaje NN 26, Drenaje NN 27 y Drenaje NN 28). Es de destacarse que los puntos presentan mucha dispersión en sus datos por lo cual es poco probable que existan relaciones entre sí.

Figura 5-185 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza para el ensamble perifítico



Fuente: C.I.M.A., 2016

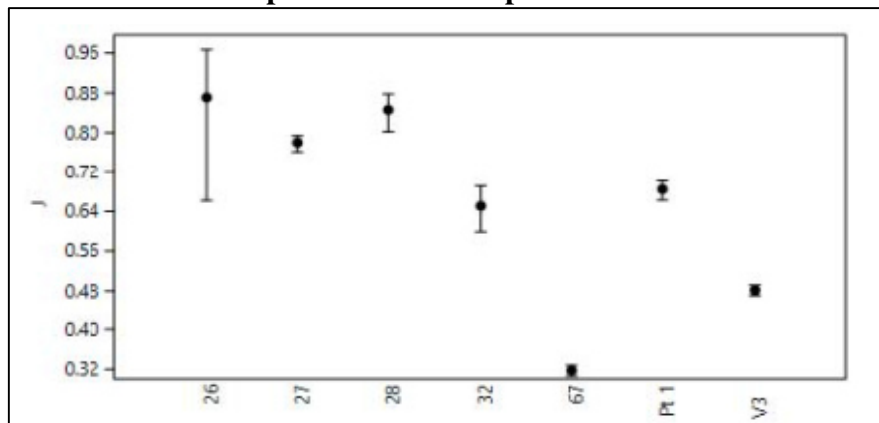
Figura 5-186 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza para el ensamble perifítico



Fuente: C.I.M.A., 2016

A diferencia de la comunidad fitoplanctónica, e género más representativo fue *Lyngbya* sp, este género muestra estratificación, sucesión avanzada, sedimentos, conductividad alta y eutrofia, oligotrofia fría (Pinilla, 2000), también se presenta en aguas estancadas y eutrofizadas (Streble y Krauter, 1987).

Figura 5-187 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza para el ensamble perifítico



Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.6.4 Macroinvertebrados acuáticos

En la composición general de la comunidad bentónica presente en los cuerpos de agua objeto de estudio se presentaron organismos pertenecientes a los phylla Annelida, Arthropoda, Mollusca y Plathelminthes, integradas en siete (7) clases, 15órdenes, 33 familias y 49 morfotipos. La Tabla 5-128 resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

las muestras para esta comunidad.

Tabla 5-128 Composición y abundancia del ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo

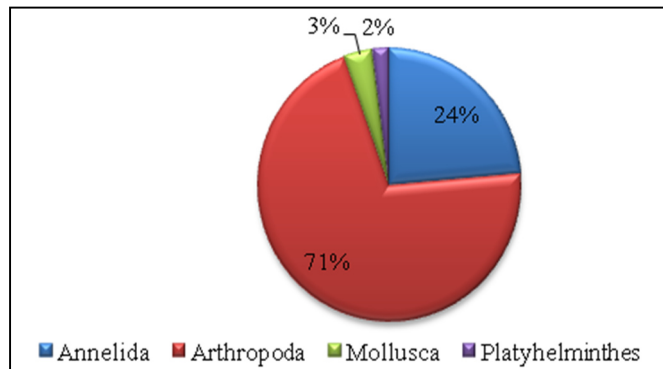
DIVISION/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	67 (Afluente A Q. Culebra)	PT 1 Planta 1 Q. Culebra	Drenaje NN 26	Drenaje NN 27	Drenaje NN 32	V3 Q. La Valencia	Drenaje NN 28	
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 2	11,11	11,85	194,81	4,44	0	20,74	0	
Arthropoda	Arachnida	Acari	-	Morfoespecie 17	0	0	0	0,74	0	0	0	
	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Laccophilus</i> sp	0	0	5,19	0	0	0	0	0
			Elmidae	<i>Neoelmis</i> sp	0,74	0,74	0	1,48	6,67	2,22	2,22	
				<i>Macrelmis</i> sp	0	7,41	0	6,67	22,22	0	0	
				<i>Heterelmis</i> sp	0	0	0	2,22	2,22	11,85	0	
			Psephenidae	<i>Psephenus</i> sp	0	0	0	8,15	2,22	0	0	
			Ptilodactylidae	<i>Tetraglossa</i> sp	0	0	0	5,93	0,74	3,7	4,44	
		Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp	0	0	2,22	0	0	0	0		
		Diptera	Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i> sp	0	0	0	0,74	0	0	0	
				<i>Alluaudomyia</i> sp	0	0	0	0,74	0	0	0	
				<i>Stilobezzia</i> sp	0	0	0	0	0,74	0	0	
			Chironomidae	Morfoespecie 7 Subfamilia Chironominae	0	7,41	116,3	14,81	26,67	0	15,56	
				Morfoespecie 14 Subfamilia Tanytopodinae	0	0	47,41	1,48	28,89	0	2,22	
			Simuliidae	<i>Simulium</i> sp	68,89	6,67	0	0	1,48	0	0	
			Tipulidae	<i>Molophilus</i> sp	0	0,74	0	0	0	0	0	
				<i>Tipula</i> sp	0	0	8,89	0	0	0	0	
				<i>Hexatoma</i> sp	0	0	0	14,81	14,81	0	0	
			Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp	0	1,48	0	0	0	0	0
		Morfoespecie 4			0	0	0	1,48	0,74	0	0	
		Leptohyphidae		<i>Haplohyphes</i> sp	0	0	0	24,44	1,48	0	0	
<i>Leptohyphes</i> sp	0			0	0	5,19	0	0	0			
Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp	0		0	0	5,19	0	0	0			
	<i>Farrodes</i> sp	0		0	0	0	11,11	0	2,22			

DIVISION/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	67 (Afluente A Q. Culebra)	PT 1 Planta 1 Q. Culebra	Drenaje NN 26	Drenaje NN 27	Drenaje NN 32	V3 Q. La Valencia	Drenaje NN 28	
		Hemiptera	Gerridae	<i>Eurygerris</i> sp	0,74	0	0	0	0	0	0	
			Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp	1,48	12,59	0	2,22	4,44	17,04	0	
		Lepidoptera	Crambidae	Morfoespecie 16	0	0	0	0,74	0	0	0	
			Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> sp	0	0	0	0	0	1,48	0
		Coenagrionidae		<i>Argia</i> sp	0	0	0,74	0	0	0	0	
	Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Dythemis</i> sp	0	7,41	0	0	0	0	0	
			Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneturia</i> sp	0	0	0	0,74	0	0	
		Trichoptera	Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp	0	0	0	7,41	25,19	2,22	0
				Glossosomatidae	<i>Culoptila</i> sp	0	18,52	0	0,74	0	0	0
				Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp	0	22,22	0	0	0	0	0
				Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp	0	0	0	0	0,74	0	0
				Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp	23,7	3,7	0	2,22	11,11	0	0
					<i>Smicridea</i> sp	1,48	0	0	2,22	0	0	0
				Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp	0	0	3,7	0	0	0	0
					<i>Atanatolica</i> sp	0	0	0	4,44	0	0	0
					<i>Nectopsyche</i> sp	0	0	0	1,48	1,48	0,74	0
					<i>Triplectides</i> sp	0	0	0	0	0,74	0	0
		Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp	0	0	0	0,74	0	0	0		
		Polycentropodidae	<i>Cyrnellus</i> sp	0,74	0	0	0	5,19	0	0		
		Malacostraca	Decapoda	Pseudothelphusidae	Morfoespecie 1	0	0	0	0	0	0	2,22
Isopoda	-		Morfoespecie 6	0	0	0	0	0	0	4,44		
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Pisidiidae	<i>Pisidium</i> sp	0	0	29,63	0,74	0	0	2,22	
	Gastropoda	Basommatophora	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i> sp	0	2,22	0	0	0	0	0	
			Physidae	<i>Stenophysa</i> sp	0	0,74	0	0	0	0	0	
Platyhelminthes	Trepaxonemeta	Neophora	Planariidae	<i>Dugesia</i> sp	0,74	0,74	5,93	2,22	3,7	7,41	0	

Fuente: C.I.M.A., 2016

A partir de los resultados obtenidos se encontró que el phylum más abundante corresponde al Arthropoda, cuya mayor representación está dada por las subfamilias Chironominae y Tanypodinae de la familia Chironomidae. Se resalta que Chironominae se encuentran en cinco de los siete puntos de muestreo y Tanypodinae, se encuentra en cuatro de los puntos de muestreo. El siguiente phylum con una muy importante representación es Annelida con el morfotipo 2 de la familia Naididae (Figura 5-188).

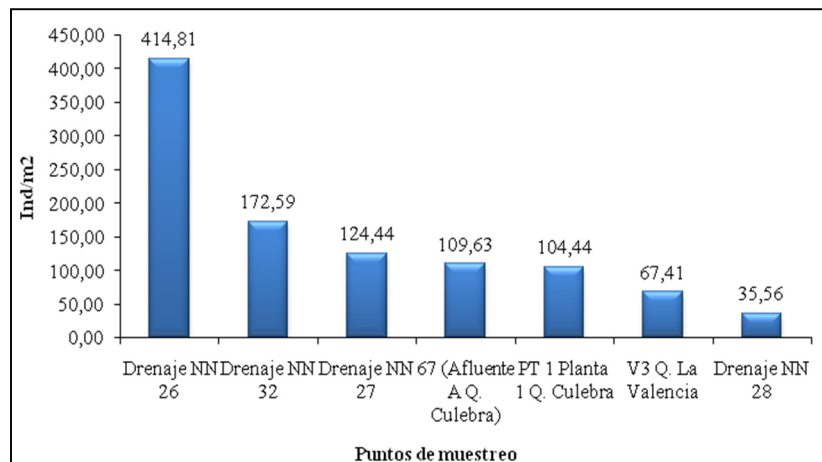
Figura 5-188 Distribución porcentual de las divisiones del ensamble de macroinvertebrados acuáticos



Fuente: C.I.M.A., 2016

Con relación a la abundancia de macroinvertebrados acuáticos (Ind/m²) hallados en cada uno de los ecosistemas estudiados (Figura 5-193), fué posible establecer que la mayor representación de este grupo se dio el Drenaje NN 26, debido a la mayor abundancia registrada para la Morfoespecie 2 de la familia Naididae (Fotografía 5-72) y a la subfamilia Chironominae (Fotografía 5-73) en este cuerpo de agua. Los demás cuerpos de agua registraron abundancias menores, encontrándose la menor abundancia en el Drenaje NN 28.

Figura 5-189 Abundancia del ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-72 Morfoespecie 2, familia Naididae



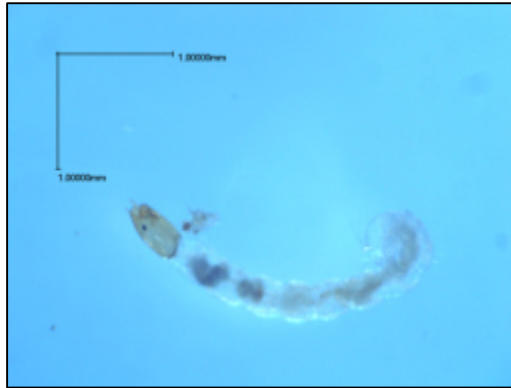
Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-73 Individuo de la subfamilia Chironominae



Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-74 Individuo de la morfoespecie 2 de la familia Tanyponidae

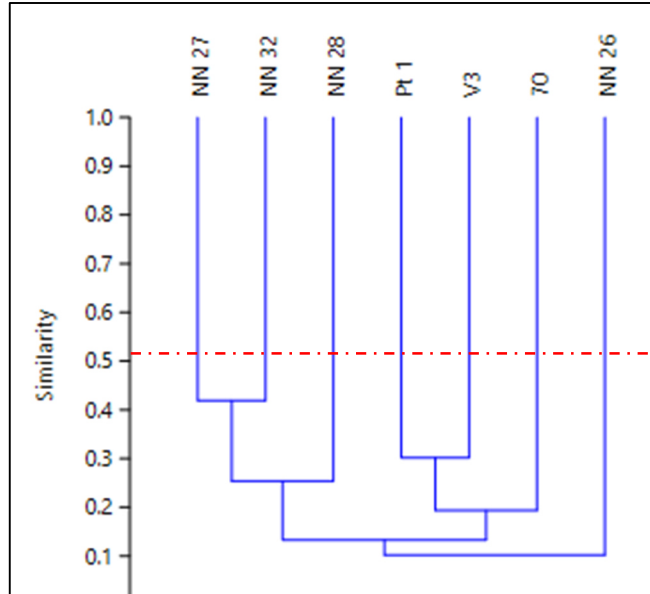


Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.6.4.1 Análisis de clasificación: índice de Bray-Curtis

De acuerdo al análisis de similitud Bray - Curtis aplicado a todos los ecosistemas acuáticos tenidos en cuenta en este estudio (Figura 5-190), se evidenció todas las agrupaciones formadas con cada una de los puntos de muestreo, son débiles al estar por debajo del 70%, debido a la disimilitud de los ecosistemas al compartir un número de taxa bajo, producto de las características físicas, químicas, geológicas y morfométricas, así como, por la presencia de diferentes microhábitats presentes en cada uno de los puntos de muestreo, entre otras tantas causas de su diferencia a nivel de comunidades hidrobiológicas presentes.

Figura 5-190 Dendograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

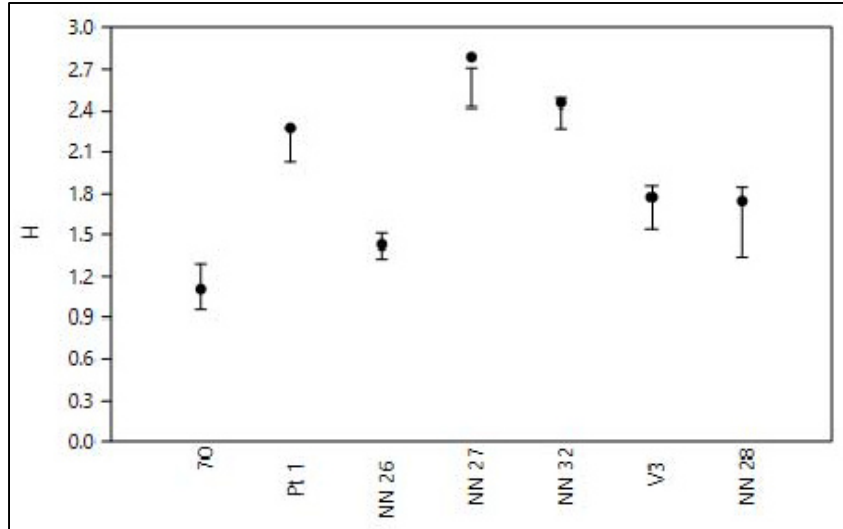
5.1.2.2.6.4.2 Índices de diversidad

El índice de Shannon (Figura 5-191), muestra el valor más alto de diversidad se encontró en los puntos Drenaje NN 27, Drenaje NN 32 y Planta 1, estos puntos junto con los puntos Q. La Valencia, y Drenaje NN 28, según los valores del índice de Shannon, son indicativos de aguas medianamente contaminadas. Por su parte, los demás puntos de monitoreo, presentaron valores bajos, indicando aguas muy contaminadas (Roldan 2008). Teniendo en cuenta intervalos de confianza del (95%), es importante evidenciar que los puntos presentaron una importante dispersión que no permite relacionar a los puntos muestreados.

Por otra parte, aunque los datos presentan una notable dispersión, ninguno de los puntos presenta una dominancia de especies marcada (Figura 5-192), debido a la gran diferencia de abundancia entre los taxa reportados para cada estación de muestreo; mientras que, en contraste, la relación entre riqueza y abundancia de especies, representada por la equidad de Pielou (

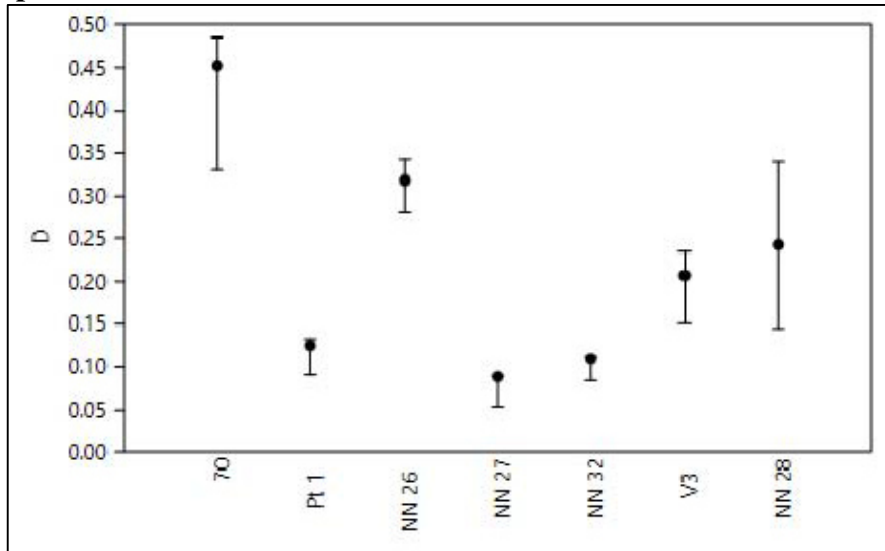
Figura 5-193) muestra que salvo los puntos 67 Afluente a Q. Culebra y Drenaje NN 26, todos los demás puntos presentan una marcada tendencia a que sus especies esten uniformemente representadas, resaltando que en su gran mayoría los puntos evaluados presentan un valor para el índice de Pielou por encima de 0,5 (50%).

Figura 5-191 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos



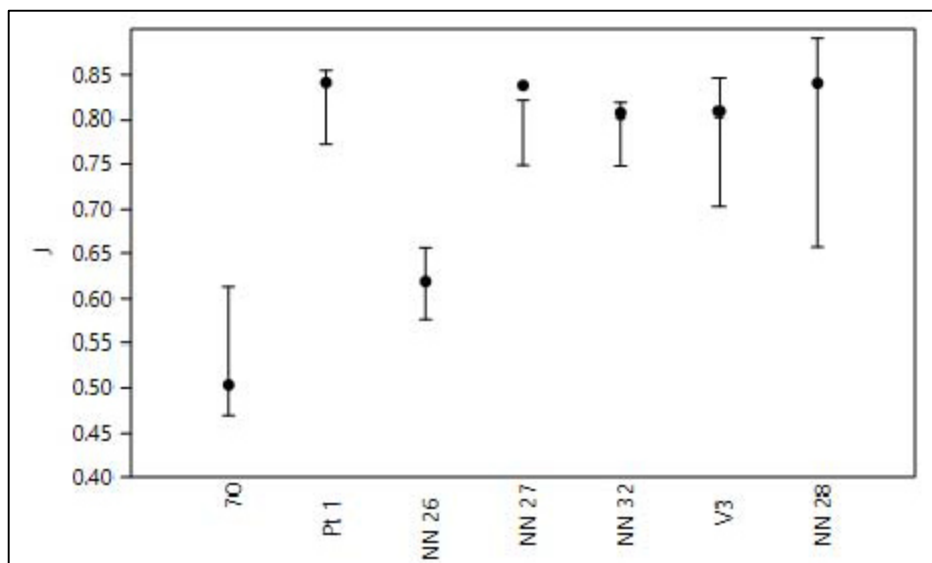
Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-192 Valores del índice de dominancia de Simpson ($1-D$) y sus intervalos de confianza para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos



Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-193 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza para el ensamble de macroinvertebrado acuáticos





Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.6.4.3 Bioindicación

En términos generales los dípteros poseen adaptaciones para vivir en aguas con presencia de materia orgánica y moderada contaminación (Roldán, 2003). Este grupo constituye uno de los más complejos, abundantes y mejor distribuidos en todo el mundo. El orden Díptera se considera uno de los grupos de insectos más evolucionados. Son holometábolos, usualmente las hembras ponen huevos bajo la superficie del agua, adheridos a rocas o vegetación flotante. La mayoría de las larvas pasan por tres o cuatro estadios. Su hábitat es muy variado, encontrándose en ríos, arroyos, quebrada y lagos en todas las profundidades. Ecológicamente, es oportuno mencionar que la familia Chironomidae está constituida por organismos que presentan alta tolerancia a condiciones adversas en relación a la calidad del agua, por lo que se pueden encontrar desde aguas ligeramente contaminadas hasta muy contaminadas, incrementando su abundancia en sistemas con altos contenidos de materia orgánica en descomposición, dado que la mayoría de especies son colectoras de este material, mientras que otras son filtradoras o se alimentan del perifiton que raspan de rocas (Pinilla, 2000; Liévano y Ospina, 2007).

La familia Naididae se caracteriza por que su alimentación consiste de algas filamentosas, diatomeas y detritos de animales y vegetales (Roldán y Ramírez, 2008). La abundancia de este organismo se puede atribuir a presencia de materia orgánica por aportes naturales de origen animal o vegetal que llega por arrastres al sistema (Liévano y Ospina, 2007). Según Pinilla, 2000, este lumbricúlido es indicador de presencia de sedimentos alóctonos, y ciertos niveles de conductividad, dureza y alcalinidad.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

5.1.2.2.6.4.3.1 Índice biológico BMWP/Col

Teniendo en cuenta las familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en los cuerpos de agua estudiados, se implementó el índice BMWP y el ASPT como puntaje promedio por taxón, para la evaluación de los sitios de muestreo (Tabla 5-129).

De acuerdo a los índices BMWP y ASPT, los puntos 67 Afluente a Q. Culebra, Drenaje NN 27, Drenaje NN 32, Q. La Valencia y Drenaje NN 28 presentan una calidad de agua aceptable, lo cual indica aguas ligeramente contaminadas en las que se evidencian algunos efectos de contaminación; los puntos, Planta 1 y Drenaje NN 26 presentan una calidad de agua “DUDOSA”, lo que indica aguas moderadamente contaminadas, lo cual indica aguas moderadamente contaminadas, producto de la presencia de algunas familias tolerantes a la polución, como es el caso de la familia Tubificidae de los anélidos; las familias Chironomidae, Tipulidae y Stratiomyidae de las larvas de moscas y mosquitos (Díptera); la familia Physidae de los caracoles, y por último, las familias Hydrophilidae y Scirtidae de los escarabajos (Coleóptera), entre otras familias de interés como bioindicadores de calidad de agua.

Tabla 5-129 Valores de los índices BWP/Col y ASPT para las estaciones de muestreo de la UF-3

ESTACIÓN DE MUESTREO	VALOR DEL BMWP	VALOR DEL ASPT	CALIDAD	SIGNIFICADO	CLASE
PT 1 Planta 1 Q. Culebra	69	5,3	DUDOSA	Aguas moderadamente contaminadas	III
Drenaje NN 26	43	6,1	DUDOSA	Aguas moderadamente contaminadas	III
67 (Afluente A Q. Culebra)	54	6,8	ACEPTABLE	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	II
Drenaje NN 27	104	6,5	ACEPTABLE	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	II
Drenaje NN 32	123	7,2	ACEPTABLE	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	II
V3 Q. La Valencia	57	7,1	ACEPTABLE	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	II
Drenaje NN 28	35	7	ACEPTABLE	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	II

Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.6.5 Macrófitas acuáticas

Se encontraron cuatro géneros, los cuales corresponden a cuatro familias, tres órdenes y una clase (Magnoliopsida), todos pertenecientes a la división Tracheophyta. La composición y porcentaje de cobertura de cada uno de los ecosistemas evaluados se puede observar en la Tabla 5-130.

Tabla 5-130 Composición y abundancia porcentual del ensamble de macrófitas acuáticas por estación de muestreo

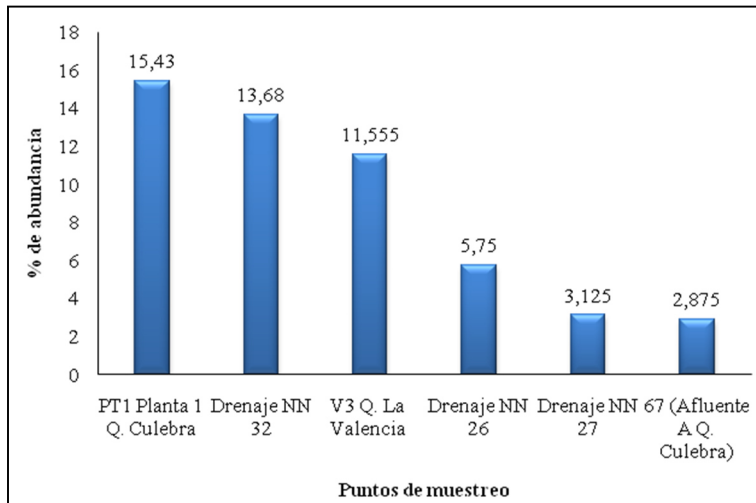
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Drenaje NN 26	Drenaje NN 27	Drenaje NN 32	67 (Afluente A Q. Culebra)	V3 Q. La Valencia	PT1 Planta 1 Q. Culebra
Apiales	Apiaceae	<i>Centella</i> sp	4,38	0	0	0	0	0
	Araliaceae	<i>Hydrocotyle</i> sp	0	0	0	0	3,13	0
Commelinales	Commelinaceae	<i>Murdannia</i> sp	0,44	3,13	10,25	2,44	8,43	15,43
Poales	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i> sp	0,94	0	3,43	0,44	0	0

Fuente: C.I.M.A., 2016

De los siete puntos muestreados se encuentran macrófitas en seis de estos, siendo el punto Planta 1 Q. Culebra el que presentó un mayor porcentaje de cobertura de macrófitas en el área de 1 m² evaluada en cada uno de ellos, mientras que el punto 67 Afluente a Q. Culebra, es el que presentó un menor porcentaje de cobertura (Tabla 5-130).

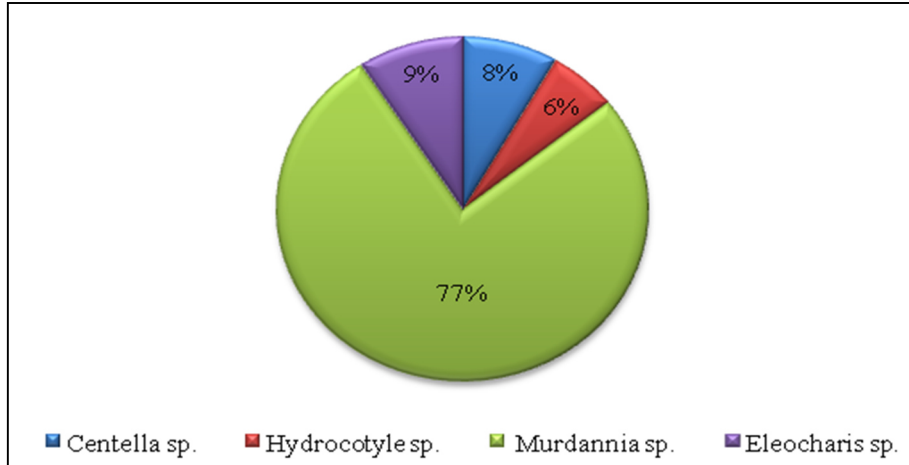
En cuanto a la estructura por cada punto se encontró que el género *Murdannia* sp fue el único encontrado en el punto Drenaje NN 27, e hizo parte importante en los puntos Q. La Valencia, 67 Afluente a Q. Culebra y Drenaje NN 32, mientras que en el punto Drenaje NN 26, *Centella* sp fue el más abundante, aunque se encontró una pequeña composición por parte de *Eleocharis* sp y *Murdannia* sp (Figura 5-194). Respecto a los géneros y se encontró que *Murdannia* spes el género más abundante, seguido de *Eleocharis* sp, *Centella* sp y finalmetne *Hydrocotyle* sp (Figura 5-195, Figura 5-194).

Figura 5-194 Porcentaje de abundancia del ensamble de macrófitas acuáticas por estación de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-195 Porcentaje de abundancia por géneros del ensamble de macrófitas acuáticas por estación de muestreo

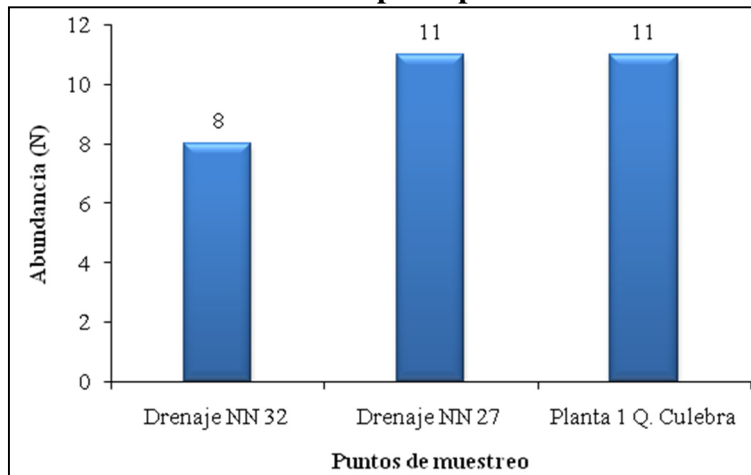


Fuente: C.I.M.A., 2016

5.1.2.2.6.6 Peces



En los puntos muestreados, se encontró un género: *Astroblepus* sp, correspondiente al orden de los Siluriformes y la familia Astroblepidae. De los siete (7) cuerpos de agua evaluados, en tres de ellos se encontraron peces y se realizaron capturas, con un total de 30 individuos registrados. En los puntos Drenaje NN27 y Planta 1 Q.Culebra, fue registrada la misma abundancia con 11 individuos para cada una y, para la estación Drenaje NN 32 ocho ejemplares, siendo la estación con menor abundancia (Figura 5-196).

Figura 5-196 Abundancia del ensamble de peces por estación de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

Las especies pertenecientes al género *Astroblepus* sp suelen ser abundantes en aguas frías, se encuentran por lo general en las partes altas y medias antes de llegar a la zona plana, en ríos

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

que presentan buenas condiciones de calidad de agua y substrato. Son una especie bentónica que prefieren los ríos y quebradas con alta pendiente, en donde hay turbulencia y corrientes fuertes; siendo capaces de remontar el cauce y migrar río arriba sin importar la topografía y la velocidad de la corriente gracias a la adaptación de sus labios en forma de ventosa que le sirve para aferrarse a las rocas; Se alimentan de insectos acuáticos bentónicos y material vegetal y es sensible a los cambios bruscos de temperatura, requiere aguas frías, con alta concentración de oxígeno disuelto y buena calidad físico química (Ortega Lara et al. 1999, 2000, 2002 citado en: Maldonado, 2005), por lo que sería indicadora de buena calidad del agua para las estaciones donde fue registrada.

5.1.2.2.6.6.1 Endémismos

De acuerdo con los datos obtenidos (géneros), no es posible identificar si alguna de las especies es de carácter o no endémico.

5.1.2.2.6.6.2 Especies migratorias

Para el área de estudio no fueron identificadas especies que realicen migraciones de ningún tipo.

5.1.2.2.6.6.3 Especies en categoría de amenaza

Ninguna de las especies identificadas se encuentra bajo alguna de las categorías de amenaza descritas en el libro rojo de especies dulceacuícolas de Colombia, La Resolución 192 (MADS, 2014), La lista roja de la IUCN y en los apéndices CITES.

5.1.2.2.6.6.4 Especies de importancia económica



No se registró ninguna especie de uso o importancia económica o cultural en el área de estudio.

5.1.2.2.6.7 Caracterización de especies vedadas de hábito epífita, litófito y/o terrestre

Para llevar a cabo la caracterización de las especies vedadas se tuvieron en cuenta las Resoluciones 0316 de 1974 (INDERENA), 0213 de 1977 (INDERENA), 0801 de 1977 (INDERENA), 0463 de 1982 (INDERENA), Ley 61 de 1985, Resoluciones 1602 de 1995 (Minambiente) y 020 de 1996 (Minambiente).

Los procedimientos base para esta caracterización se dividieron como se menciona a continuación:

- Recopilación de información secundaria
- Recopilación de la información obtenida para el proceso de licenciamiento

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

ambiental

- Fase de campo
- Fase de herbario y/o laboratorio
- Fase de Análisis de Resultados

5.2.1.3 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

En este capítulo se aborda la revisión de las distintas áreas de interés nacional y local, las cuales son objeto de directrices para el manejo de la conservación, bajo las directrices y la normatividad ambiental vigente.

5.1.2.2.7 Áreas protegidas de carácter nacional, regional y local

Mediante el Decreto 2372 de 2010 se establecieron los procedimientos para la selección, establecimiento y ordenación de las áreas protegidas y se definieron, además, algunos mecanismos que permiten una coordinación efectiva del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP mediante el establecimiento de objetivos, criterios y directrices. Como resultado de las nuevas directrices se estableció dos categorías las áreas protegidas; las públicas y las privadas. Dentro de las áreas públicas contamos con Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, las Reservas Forestales Protectoras, los Parques Nacionales Regionales, los Distritos de Manejo Integrado (DMI), los Distritos de Conservación de Suelos y las Áreas de Recreación. Y dentro de las privadas todas aquellas áreas que han sido registradas como Reservas Naturales de la Sociedad Civil.

5.1.2.2.8 Otras estrategias de conservación *in situ* y distinciones internacionales



Otras estrategias de conservación que se han incorporado en el ámbito nacional corresponden a las iniciativas de nivel internacional, como las áreas de Reserva de Biósfera, el Programa de Patrimonio de la Humanidad, el Convenio de los Humedales Ramsar y las Áreas de Importancia Internacional para la Conservación de Aves (AICAS).

Se verificó la capa del Geovisor SIAC sobre AICAS, el resultado arrojó que el área de estudio no se traslapa con ninguna de estas Área.

5.1.2.2.9 Áreas de interés científico o con Prioridades de conservación

El documento CONPES 3680 de 2014 busca establecer las pautas y orientaciones para avanzar en 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.

Este mismo documento presenta la identificación de sitios prioritarios definidos por

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

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 y Andrade (2010) el cual fue adoptado por el documento CONPES (MAVDS, 2012). La definición de las categorías es presentada 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 Biogeográfica 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

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

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”.

5.1.2.2.10 Ecosistemas estratégicos y áreas de especial importancia ecológica



Se verificó la información referente a Ecosistemas estratégicos e iniciativas de conservación, relacionadas con áreas protegidas, en el Decreto 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 que contemplan que las zonas de páramos, subpáramos, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos, son objeto de protección especial. Estos ecosistemas están definidos en Colombia como “ecosistemas estratégicos de alta montaña por su importancia para el desarrollo económico y cultural del país, ya que por su alta capacidad de interceptar, almacenar y regular los flujos hídricos contribuye al abastecimiento de agua a los centros urbanos y a la producción agrícola e industrial del territorio colombiano”.

Se verificó las capas de Reservas de Ley segunda de 1959 y Paramos 2012, en el Geovisor del SIAC, se encontró que no existe inmersa dentro del área de estudio alguna categoría de estos ecosistemas o zonas de Reserva Forestal.

5.1.2.2.11 Relictos de bosque seco tropical identificados a nivel nacional por el Instituto Alexander von Humboldt y la Corporación autónoma CORANTIOQUIA

El Bosque seco Tropical (Bs-T) se define como la formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0-1000 m de altitud; presenta temperatura superiores a los 24°C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año (Espinal 1985; Murphy & Lugo 1986, IAvH 1997). Posee gran importancia ecológica pues es considerado un ecosistema de alta fragilidad y en peligro dados los procesos de deforestación, es de singular importancia ya que a consecuencia de presentarse en zonas con una estacionalidad marcada de lluvias y periodos de sequía, se ha adaptado a condiciones extremas presentando niveles muy altos de endemismo y de diversidad beta, así mismo, la combinación de esta estacionalidad climática y la actividad de los organismos que lo habitan determinan los procesos y servicios que les presta a millones de personas que dependen directa o indirectamente de este ecosistema.

El bosque seco es considerado en la actualidad como uno de los ecosistemas más amenazados en el trópico (Janzen 1988). Debido a la fertilidad de sus suelos, es centro de poblaciones humanas y objeto de intensa transformación para la agricultura. En Colombia

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

su situación es crítica, se estima que se ha perdido más del 90% de esta formación (IAvH, 2014).

En el año 2014 el IAvH publicó la última versión del mapa de bosque seco tropical para Colombia a escala 1:100.000, con el cual se pretende aportar a la consolidación de la base científica y a la gestión integral de este ecosistema.

5.1.2.2.12 Áreas de traslape con el proyecto

Como primer paso se realizó una verificación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP, disponible en el visor geográfico del Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC. A partir de la herramienta Tremarctos3.0, se analizó la información de Alertas tempranas sobre biodiversidad y caracterización territorial.

La consulta realizada, se llevó a cabo mediante siete (7) capas de información geográfica en la zona de ubicación establecida para la “Concesión Autopista Mar 1” en el tramo Túnel de occidente – Santa fe de Antioquia. Dichas capas se listan a continuación:

- Sistema de Parques Nacionales Naturales
- Reservas Forestales Protectoras
- Parques Nacionales Regionales
- Distritos de Manejo Integrado
- Distritos de Conservación de suelos
- Áreas de recreación
- Reservas Naturales de la Sociedad Civil

Con estas capas geográficas proporcionadas por el Geovisor SIAC, se verificó y se estableció las áreas existentes entre el área de la “Concesión Autopista Mar 1” en el tramo Tunnel - San Jerónimo UF 1 y 3; de esta manera se encontró que sólo se traslapa con un área de protegida que corresponde al DMI Valle de Aburra Río Cauca.

Se verificó la información referente a Ecosistemas estratégicos e iniciativas de conservación, relacionadas con áreas protegidas, en el Decreto 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 que contemplan las zonas de páramos, subpáramos, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos.

Para establecer la identificación de sitios prioritarios definidos por procesos técnicos el cual contempla 8 categorías, se realizó la revisión del CONPES 3680 de 2014, el cual establece las pautas y orientaciones para avanzar en la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

Y a nivel local se cruzó la información proveniente de Corantioquia, cruzándola con las diferentes capas provenientes del SINAP.

5.2.1.2.1.1 Distrito De Manejo Integrado Reserva Recursos Naturales De La Zona

Ribereña Del Rio Cauca.

El Distrito de Manejo Integrado Divisoriade Aguas Aburrá – Río Cauca, se encuentra ubicado en los municipios de Medellín, Amagá, Angelópolis, Bello, Ebéjico, Caldas, Heliconia, Itagüí, La Estrella, San Jerónimo y San Pedro de Los Milagros, con un área de 28.015 hectáreas, delimitadas desde la cota 1.600 msnm, hasta los 3.130 msnm.



Se declara bajo la categoría de manejo de Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables DMI a través del Acuerdo del Consejo Directivo de Corantioquia N° 267 de 2007.

Como se observa en la Figura 5-197 el DMI de la Divisoria de Valle de Aburrá es la única área que presenta traslape con el área del proyecto, se obtiene un área de traslape de 1321 hectáreas lo que representa el 4.71% del área total del DMI

Figura 5-197 DMI Divisoria Valle de Aburrá



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

5.2.1.2.1.2 Áreas de interés científico o con Prioridades de conservación

Las principales Áreas Prioritarias de Conservación en el área de influencia corresponden a la categoría de baja insuficiencia y urgente (g) representados por Vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes (2 polígonos en la unidad Norandina Montano_Valle_Ca Orobiomas bajos de los Andes). Estas áreas ocupan 18,58 ha y 43,33 ha de la superficie total del área de estudio respectivamente (ver Tabla 5-131).

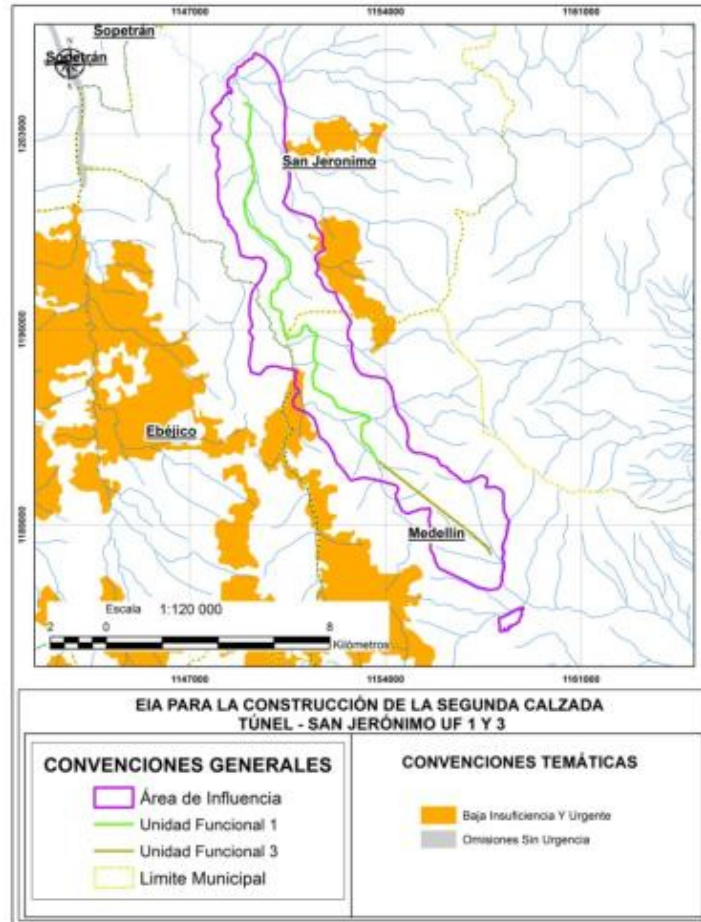
Tabla 5-131 Prioridades de conservación para el área de estudio

Ecosistema	Unidad de análisis	Prioridad	Explicación de la prioridad	Área (ha)	Cubrimiento en el área de estudio (%)
Vegetación secundaria del orobioma bajo de los Andes	NorAndina Montano_Valle_Ca Orobiomas bajos de los Andes	g	Baja Insuficiencia y Urgente	18,58	0,23%
	NorAndina Valle_Cauca Orobiomas bajos de los Andes	g	Baja Insuficiencia y Urgente	43,33	0,53%
Total prioridades de conservación para el Área de estudio				61.91	0.76%

Fuente: CONPES 3680, (2010)

En la Figura 5-198 se observan las áreas apertenecientes a las áreas de interes científico de conservacion.

Figura 5-198 Vegetación secundaria del orobioma bajo de los Andes





Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.2.13 Áreas protegidas y estrategias de conservación que se encuentran próximas al área de estudio

De acuerdo con la revisión que se realizó en el Geovisor del SIAC, el parque más cercano es el Parque Nacional Natural Las Orquídeas. Por otro lado, cercanas al proyecto se encuentran una (1) Reservas Forestales Protectoras Nacionales (RFPN) y una (1) Reservas Forestales Protectoras Regional (RFPR), las cuales se listan a continuación en la Tabla 5 10 y se detalla su ubicación con respecto al área de influencia.

También se encontró 5 áreas más; el Parque Natural Regional Metropolitano Cerro El Volador, Reserva Local: Área de reserva Astillero-Barcino-Manzanillo, Reserva de la sociedad civil (RSC Montevivo) y Área de Recreación Urbana Cerro Nutibara.



En cuanto al análisis correspondiente a la capa de Distritos de Manejo Integrado (DMI), se encontró un DMI, el Distrito de Manejo Integrado Sistema de Páramos y Bosques Alto

 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

andinos del Noroccidente Medio Antioqueño. (Ver Tabla 5-132)

Tabla 5-132 Áreas protegidas y estrategias de conservación que se encuentran próximas al área de estudio

Nombre	Acto Administrativo	Localización
Parque Nacional Natural Las Orquídeas	Se declarado Parque Nacional Natural por medio del Acuerdo N° 014 de 1973 y por Resolución N° 071 de 1974 del Ministerio de Agricultura.	Se encuentra ubicado en el flanco occidental de la Cordillera Occidental en el Departamento de Antioquia, con un área de 31.983 hectáreas, de las cuales 7.226 ha pertenecen al Municipio de Urrao, 23.232 al Municipio de Frontino y 1.525 al Municipio de Abriaquí. Se encuentra a una distancia de 36,93 km del área.
Reserva Forestal Nacional Protectora Río Nare	Fue declara por medio del Acuerdo del Inderena N° 031 de 1970, aprobado por Resolución Ejecutiva N°. 024 de 1971 del Ministerio de Agricultura, y redelimitada por la Resolución 1510 de 2010 (05 de agosto) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Se encuentra localizada en jurisdicción de los municipios de Envigado, El Retiro, Guarne, Medellín y Rionegro, con una extensión de 8.829 hectáreas. Hace parte del distrito “Bosques subandinos Quindío – Antioquia Central” de la Provincia Biogeográfica Norandina. Se encuentra a una distancia de 12,81 km del área.
Reserva Forestal Protectora Regional Farallones del Citará y su Zona de Zonas de Protección y Desarrollo	Se declara bajo la categoría de manejo de RFPR, por medio del Acuerdo del Consejo directivo de Corantioquia N° 2679 de 2008.	Se localiza entre los municipios de Andes, Betania y Ciudad Bolívar, por encima de los 2.200 msnm. Se encuentra a una distancia de 63,31 km del área.
Parque Natural Regional Metropolitano Cerro El Volador	Se declara bajo la figura de Parque Natural Regional Metropolitano a través de la Resolución Metropolitana D 0000510 de 2009, del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.	Posee un área total de 119 hectáreas, y un rango altitudinal que varía entre 1.468 msnm y 1.628 msnm. Su importancia radica en la protección de la cobertura vegetal natural que corresponde a rastrojo alto y bajo, su riqueza de especies vegetales y de fauna, hallazgos arqueológicos y por su valor de apreciación social y cultural para los habitantes del Valle de Aburrá. Este Parque Se encuentra a una distancia de 6,96 km del área.
Reserva Local: Área de reserva Astillero-Barcino-Manzanillo		Se encuentra ubicado en el municipio de Medellín, en las veredas El Astillero, El corazón - El Morro, Aguas frías, Buga - Patio Bonito, El Jardín y La Verde. Tiene una extensión total de 1.138,13 ha.
Distrito de Manejo Integrado Sistema de Páramos y Bosques Alto andinos del Noroccidente Medio Antioqueño	Se declara bajo la categoría de DMI, por medio del Acuerdo del Consejo directivo de Corantioquia N° 282 de 2.007.	Se ubica entre los municipios de Belmira, Entrerriós, San José de La Montaña, San Pedro de los Milagros y San Andrés de Cuerquia, en la zona del altiplano norte antioqueño; y en los municipios de Olaya, Liborina, Sopetrán, San Jerónimo y Sabanalarga ubicados sobre el cañón del Río Cauca. Se encuentra a 6,63 km del AI.
RSC Montevivo	Registro del 28 de Junio de 2005	Corregimiento de Santa Elena, en jurisdicción del Municipio de Medellín sobre el kilómetro 16 de la vía Medellín – Santa Elena – Río negro. Se encuentra a 19.05 km del AI.

 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.1		

Nombre	Acto Administrativo	Localización
Área de Recreación Urbana Cerro Nutibara	Esta área se declara bajo la categoría de manejo de Área de Recreación Urbana ARU a través de la Resolución Metropolitana D 0000511 de 2009, del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.	El Área de Recreación Parque Ecológico Cerro Nutibara se encuentra localizado en la comuna 16 zona centro occidente del Municipio de Medellín, con un área de 29,33 hectáreas.

Fuente: Atlas Áreas Protegidas, Geovisor SIAC, 2016

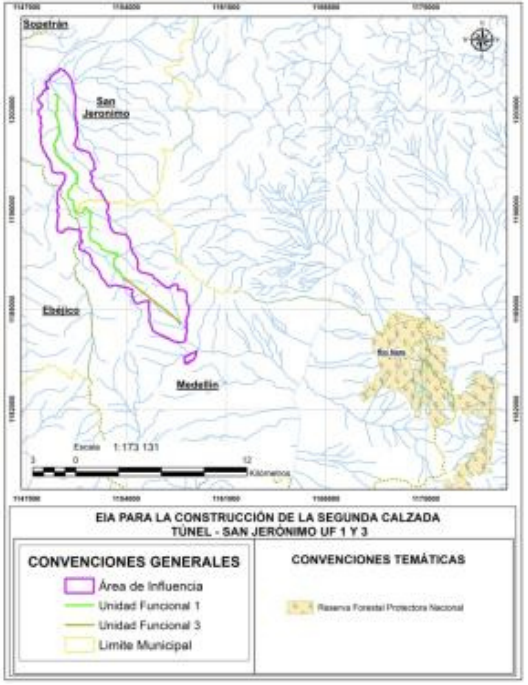
A continuación se presentan las imágenes respectivas de las áreas protegidas y estrategias de conservación que se encuentran próximas al área de estudio.

Figura 5-199 Parque Nacional Natural Las Orquídeas



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-200 Reserva Forestal Nacional Protectora Río Nare



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-201 Reserva Forestal Protectora Regional Farallones del Citará y su Zona de Zonas de Protección y Desarrollo

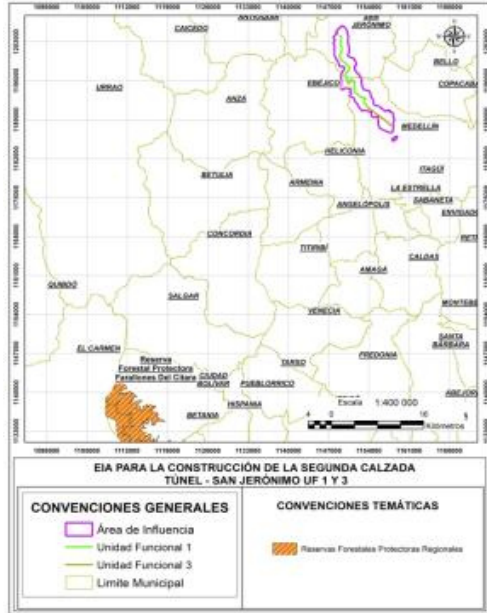
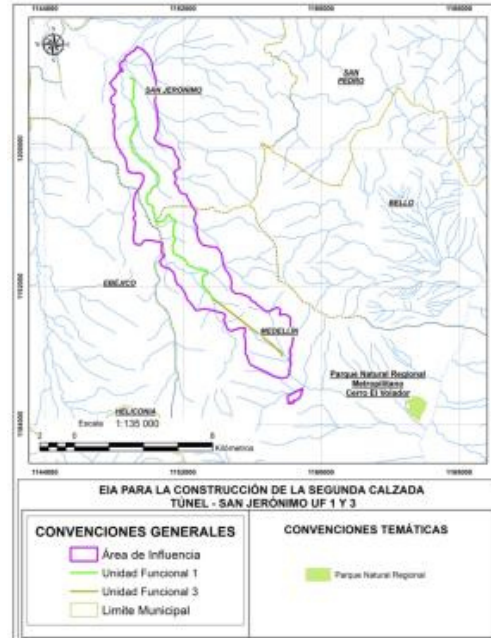


Figura 5-202 Parque Natural Regional Metropolitano Cerro El Volador

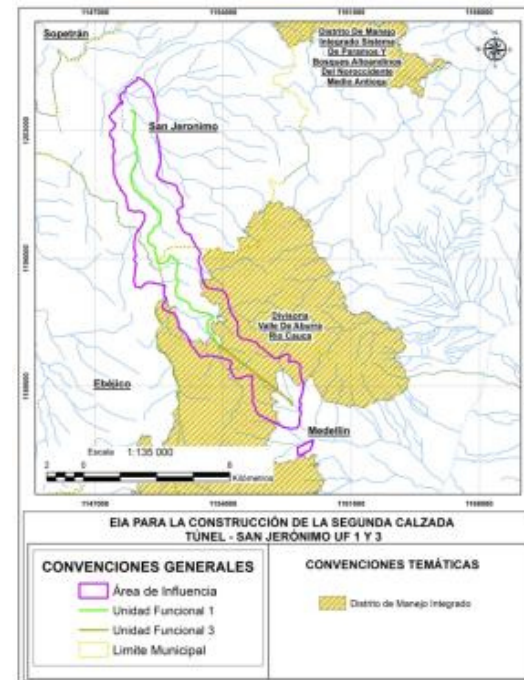


Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-203 Reserva Local: Área de reserva Astillero-Barcino-Manzanillo



Figura 5-204 DMI Sistema de Páramos y Bosques Alto andinos del Noroccidente Medio Antioqueño



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-205RSC Montevivo



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-206Área de Recreación Urbana Cerro Nutibara



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.2.14 Instrumentos de ordenamiento y planificación

- Áreas reglamentadas por planes de ordenamiento y/o manejo de cuencas hidrográficas y cuerpos hídricos (POMCA)



De acuerdo a lo establecido por el Decreto 1640 de 2012, la ordenación de una cuenca es el instrumento a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura fisicobiótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico.(Anexo J)

5.1.2.2.15 Cuenca hidrográfica del río Aburrá

Tabla 5-133 Categorías zonificación ambiental río Aburrá

CATEGORIA		OBJETIVO GENERAL	USO PRINCIPAL	USOS COMPATIBLES	USOS RESTRINGIDOS	USOS PROHIBIDOS
CONSERVACIÓN AMBIENTAL	CONSERVACIÓN AMBIENTAL	Mantenimiento y favorecimiento del desarrollo de coberturas boscosas nativas y otros tipos de ecosistemas	Conservación forestal, protector con especies nativas	Investigación	Ecoturismo (con conciencia: expediciones pedagógicas científicas contrastantes por los espacios con	Agrícola, pecuario, usos urbanos (vivienda), Turismo.

CATEGORIA		OBJETIVO GENERAL	USO PRINCIPAL	USOS COMPATIBLES	USOS RESTRINGIDOS	USOS PROHIBIDOS
		locales (humedales, corredores ribereños) por procesos de sucesión natural, de tal manera que se sostengan las cualidades naturales y la diversidad biológica en su desarrollo evolutivo.			alto componente natural y por espacios con alto deterioro ambiental, para sensibilizar a los habitantes de la cuenca en el manejo sostenible de los recursos que favorecen y garantizan el disfrute de servicios ambientales fundamentales al bienestar humano), minería.	
RECUPERACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL		Rehabilitación y restablecimiento de cobertura boscosa natural	Conservación forestal protector con especies nativas	Investigación, Ecoturismo, agroforestal (con cambio a forestal protector)	Forestal (Aprovechamiento de productos no maderables), Urbano (Vivienda) Minero.	Agrícola , pecuario
PROTECCIÓN AMBIENTAL	PROTECCIÓN AMBIENTAL	Manejo sostenible de los recursos naturales y protección del patrimonio cultural y arqueológico. Aprovechamiento o para alcanzar objetivos de flujo continuo de servicios deseados sin reducir valores ambientales ni su productividad futura.	Forestal protector con especies introducidas (con técnicas no agresivas: entresaca, tala por lotes, etc), protección de los recursos naturales	Forestal (Aprovechamiento de productos no maderables), investigación, ecoturismo, Agricultura tradicional	Usos urbanos (vivienda con baja densidad), recreación, minero, Agrícola (agricultura orgánica), pecuario (producción limpia), agroforestal	Agrícola (intensivo), pecuario (intensivo y extensivo)
RECUPERACIÓN AMBIENTAL		Recuperación de zonas erosionadas y mantenimiento de la vegetación. Recuperación de la calidad del aire	Forestal protector (revegetalización) , Estabilización de laderas y taludes.	No aplica	No aplica	En áreas erosionadas en zona rural: Pecuario

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

CATEGORIA		OBJETIVO GENERAL	USO PRINCIPAL	USOS COMPATIBLES	USOS RESTRINGIDOS	USOS PROHIBIDOS
PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL	Producción agropecuaria y forestal sostenible	Forestal productor, agrícola (tradicional y tecnificado), pecuario	Agroforestal, ecoturismo, recreación, investigación	Minero, usos urbanos (vivienda con densidad de acuerdo a normas vigentes)	No aplica
	PRODUCCIÓN INDUSTRIAL	Producción industrial limpia	Uso industrial	Otros usos urbanos excepto el residencial	Uso residencial y de recreación (alejado de las fuentes de emisiones y ruido)	No aplica
	PRODUCCIÓN MINERA	Producción minera con sistemas de gestión ambiental	Minero	Industrial, forestal protector y recuperación para la protección (en frentes de explotación)	No aplica	Usos urbanos residencial, comercial, institucional y de servicios
CONSOLIDACIÓN DE USOS URBANOS		Usos urbanos en armonía con el medio ambiente	Usos urbanos	Agrícola (en solares ecológicos)	Minero	No aplica

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016



Tabla 5-134 Categorías de Zonificación ambiental de la cuenca del río Aburra dentro del área de estudio

Categoría	Observación	Municipio	Área (ha)
Conservación ambiental	Cobertura boscosa natural	Medellín	280,422
Consolidación de usos urbanos	Suelo suburbano primera generación POT		70,5
Producción agropecuaria y forestal	Con uso inadecuado: cambiar a uso potencial		231,826
	Sin conflicto de uso: conservar uso actual		
Recuperación ambiental	Zona erosionada en suelo suburbano		10,08
	Recuperación para el uso agropecuario y forestal		
Recuperación para la conservación ambiental	Núcleo PCA o EE sin cobertura boscosa natural		215,16
	Zona erosionada en núcleo PCA o EE		
Recuperación para la protección ambiental	Sin cobertura boscosa (incluyendo plantaciones)		122,18
	Zona erosionada en área de protección ambiental		
Total			930,17

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.2.16 Cuenca Quebrada La Sucia

La cuenca hidrográfica de las Quebrada La Sucia cuentan con el “ACUERDO DE

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

LEGALIZACIÓN DEL PROCESO DE APERTURA DE ORDENACIÓN DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LAS QUEBRADAS LA CLARA Y LA SUCIA, EN JURISDICCIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE MEDELLÍN, EBÉJICO, SAN JERÓNIMO Y SOPETRÁN”, otorgado por parte de la Corporación autónoma (CORANTIOQUIA) con el ánimo de materializar y seguir ejecutando los programas y proyectos planteados en cada uno de los POMI (ya que la declaratoria de una cuenca en ordenación a la luz del decreto 1729 de 2002 es un procedimiento anterior a la realización del POMI y para el caso que nos ocupa se está en la etapa de realización exacta del respectivo plan, por tal motivo no se realiza una declaratoria que debió hacerse antes del POMI, por lo que se propone un acuerdo con retroactividad)

Las unidades de ordenamiento y manejo de esta cuenca se basaron en diferentes criterios para su zonificación como políticas y proyectos de los EOTs de varios municipios involucrados, usos del suelo entre otros; consolidación propuesta que se observa en la tabla a continuación. (Anexo J).

Tabla 5-135 Uso actual y Zonificación ambiental en la cuenca hidrográfica



Uso actual	Bosque	Rastrojo alto	Rastrojo bajo	Cultivos	Plantaciones	Pastos
Zonas de Ordenación y Manejo						
Corredores viales	Sin conflicto	Sin conflicto	Sin conflicto	Conflicto alto	Sin conflicto	Conflicto bajo
Actividades pecuarias y parcelaciones campestres	Conflicto medio	Conflicto medio	Conflicto bajo	Conflicto medio	Sin conflicto	Sin conflicto
Consolidación agraria	Conflicto medio	Conflicto medio	Conflicto medio	Sin conflicto	Sin conflicto	Conflicto medio
Protección ambiental	Sin conflicto	Sin conflicto	Conflicto alto	Conflicto alto	Conflicto medio	Conflicto alto
Retiros a fuentes de agua	Sin conflicto	Sin conflicto	Conflicto alto	Conflicto alto	Conflicto alto	Conflicto alto
Abastecedoras de acueductos	Sin conflicto	Sin conflicto	Conflicto alto	Conflicto alto	Conflicto alto	Conflicto alto
Recuperación y protección ambiental	Sin conflicto	Sin conflicto	Conflicto medio	Conflicto alto	Conflicto medio	Conflicto alto

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

En la Tabla 5-136, muestra las zonas de ordenamiento y manejo definidas para los municipio que hacen parte de la cuenca y que están dentro del área de estudio.

Tabla 5-136 Zonificación ambiental de la cuenca en el área de estudio

Zonas de Ordenación y Manejo	Medellín	Área (ha)
Corredores Viales	Ebéjico	33,51
	Medellín	214,16
	San Jerónimo	1,27

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Zonas de Ordenación y Manejo	Medellín	Área (ha)
Zona de Consolidación Agraria	Ebéjico	181,98
	Medellín	1022,19
	San Jerónimo	185,39
Zona de Protección Ambiental	San Jerónimo	0,05
	Sopetrán	3,53
Zonas de Retiros a Fuentes de Agua	Ebéjico	45,93
	Medellín	255,26
	San Jerónimo	26,03
	Sopetrán	0,03
Zona de Recuperación, Protección Ambiental	Medellín	363,16
Total		2332,49

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.1.2.2.17 Recategorización



Dado a las características de la información manejada en los instrumentos de planificación como POMCAS y las áreas protegidas que se encuentran en el área de estudio, se hizo el traslape de cada una de estas, es decir; se juntaron la zona del DMI (Distrito de Manejo Integrado de la Divisoria valle de Aburra río Cauca) con POMCAS (reglamentación del río Aburráy Qbra La Sucia).

Como resultado de la unión de estas categorías surge una Recategorización la cual consta de 14 nuevas categorías; las cuales poseen diferentes características, el primer grupo de ellas está compuesto por aquellas que surgieron de la suma de dos o más categorías que se caracterizan por presentar similitud en sus objetivos, es así como aparece los grupos del que hacen parte las categoría N° 1 a la 6, la N°9 a 10 y de la 12 a 14.

Por último se encuentran las categorías que no presentan similitud con ninguna otra, como ocurre con la N° 7 no es renombrada y la N° 8 que se desarrolló con el propósito de dar una designación en aquellas zonas las cuales no tenían ningún tipo de clasificación. En la Tabla 5-137 se presenta la recategorización de los POMCAS y DMI para el EIA para la construcción de la segunda calzada Túnel - San Jerónimo UF 1 y 3.

Tabla 5-137 Racategorizacion

categoria N°	Descripción de la categoría	POMCA río Aburra uf 1.3	POMCA quebrada La Sucia UF 1.3	(Cruce 1) DMI POMCA Aburrá - POMCA Qbra La Sucia UF 1.3
1	Recuperación - Protección	Recuperación para la protección ambiental	Zonas de recuperación, protección ambiental	Recuperación para la protección ambiental -Zonas de recuperación, protección ambiental
2	Protección		Zona de retiros a fuentes de agua	Zona de retiros a fuentes de agua
3	Agrícola-	Producción	Zona de consolidación agraria	

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

categoria N°	Descripción de la categoría	POMCA río Aburrá uf 1.3	POMCA quebrada La Sucia UF 1.3	(Cruce 1) DMI POMCA Aburrá - POMCA Qbra La Sucia UF 1.3
4	forestal	agropecuaria y forestal		
	Ambiental	Recuperación para la conservación ambiental	Protección ambiental	
5	Urbano	Consolidación usos urbanos	Corredores viales	
6	Conservación - sostenibilidad	Conservación ambiental		Conservación ambiental
7	Zonas en deterioro para recuperación	Recuperación ambiental		
8	Sin restricción	Áreas sin ninguna clase de información que la catalogue bajo algún tipo de condicionamiento		
9	Forestal - Consolidación		Zona forestal protección - producción - Zona de consolidación agraria	
10	Forestal - Retiros		Zona forestal protección - producción - Zona de retiros a fuentes de agua	
11	Protección - Agraria		Zona de Protección - Zona de consolidación agraria	
12	Conservación - Retiros (cruce 1)			Conservación ambiental - Zona de retiros a fuentes de agua
13	Conservación - Recuperación (cruce 1)			Conservación ambiental - Zonas de recuperación, protección ambiental
14	Recuperación - Retiros (cruce 1)			Recuperación para la protección ambiental - Zona de retiros a fuentes de agua



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

- Planes de Ordenamiento Territorial (POT/ EOT)

5.1.2.2.18 EOT Medellín

Tabla 5-138 Zonificación Ambiental Medellín

P.O.T. MEDELLÍN		
Zonificación Ambiental Propuesta		
TIPO DE ÁREA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Conservación y protección ambiental	503,77	6,13
Producción agrícola, ganadera y de explotación	1955,02	23,80
Suelo rural Suburbano	359,19	4,37
Suelo suburbano	5,69	0,07

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

P.O.T. MEDELLÍN		
Zonificación Ambiental Propuesta		
TIPO DE ÁREA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
TOTAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO	2823,67	34,38

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016



- Tipos de áreas:
- Conservación y protección ambiental

Esta categoría aglomera las zonas y terrenos que posean características geográficas, paisajísticas o ambientales, o que hagan parte de las zonas de utilidad pública para la provisión de servicios públicos domiciliarios, o de áreas de amenaza y riesgo, y que tengan restringida la posibilidad de urbanizarse.

Dentro del área de estudio representa el 6,13% del total, con 503,77 ha y se compone de los siguientes tipos de uso del suelo:

- Áreas de aptitud forestal: Se destina exclusivamente al establecimiento o mantenimiento y utilización racional de áreas forestales protectoras y protectoras-productoras. Este uso forestal contenido en el POT es transitorio, hasta que se reglamente en el correspondiente Plan General de Ordenación Forestal, de acuerdo al Artículo 117 del Acuerdo 2046 de 2006.
- Áreas de protección a nacimientos de corrientes naturales de agua: Hace referencia a las zonas donde las aguas subterráneas afloran o brotan en forma natural, dando origen a manantiales y corrientes naturales de agua. Las áreas circundantes a estas zonas tendrán una faja de retiro de 100 metros a la redonda, sin perjuicio de que lo defina la Autoridad Ambiental, de acuerdo al Artículo 118 del mismo Acuerdo.
- Retiros a corrientes naturales de agua: Son las fajas de terreno laterales a ambos lados de las corrientes de acuerdo a las líneas de máxima inundación o a los bordes del canal natural o artificial. Estas áreas se establecen para garantizar la permanencia de las fuentes hídricas naturales; su finalidad es la protección, el control ambiental y el constituirse como faja de seguridad ante amenazas hídricas, por tanto está prohibida la edificación en estas áreas (Artículo 119 del POT).
- Zonas de alto riesgo no recuperable: De acuerdo al Art. 120, se catalogan dentro de ésta categoría, las zonas urbanas o rurales que posean altas pendientes o procesos de inestabilidad geológica activos o latentes, por estar sometidas a amenaza o riesgo externo, altamente inestables y de difícil tratamiento para su recuperación. También abarca los terrenos ubicados en márgenes de ríos o quebradas y en planicies de inundación sin obras de protección que no son aptas para asentamientos humanos.
- Áreas de reserva para la ubicación de servicios públicos
- Reservas de la sociedad civil

- Producción agrícola, ganadera y de explotación

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Esta categoría se enmarca dentro de las áreas de Suelo Rural, de acuerdo al Art. 112 “Del Suelo Rural”, los cuales son terrenos no aptos para el uso urbano, por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas, así como usos recreativos. Por consiguiente, se excluyen las áreas urbanas y de expansión. Al interior de los suelos rurales se tienen las clases de suelo de protección y suelo suburbano. Esta categoría ocupa el 23,80% del total correspondiente a 1955 ha. (Ver Tabla 5-138)

- Suelo rural suburbano
- Suelo suburbano

Según el POT del Municipio de Medellín (2006) constituyen esta categoría las áreas ubicadas dentro del suelo rural, en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad, que pueden ser objeto de desarrollo con restricciones de uso, de intensidad y de densidad, garantizando el autoabastecimiento en servicios públicos domiciliarios, de conformidad con lo establecido en la Ley 99 de 1993 y la Ley 142 de 1994. Forman parte de esta categoría los corredores urbanos interregionales.

Dentro del área de estudio, algunas de sus veredas hacen parte de ésta categoría, la cual ocupa el 0,07% del total, correspondiente a 5,69 ha.



5.1.2.2.19 EOT San Jerónimo

Tabla 5-139 Zonificación Ambiental San Jerónimo

E.O.T SAN JERÓNIMO		
Zonificación Ambiental Propuesta		
TIPO DE ÁREA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Áreas de especial importancia ecosistema	2,10	0,03
Conservación y protección ambiental	0,58	0,01
Producción agrícola, ganadera y de explotación	335,93	4,09
Sin Información	250,77	3,05
Suelo rural Suburbano	0,57	0,01
Suelo suburbano	2767,61	33,70
Suelo urbano	1,75	0,02
TOTAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO	3359,31	40,90

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Según el esquema básico de ordenamiento territorial el municipio de San Jerónimo, presenta una distribución por áreas según el uso del suelo; para Suelo urbano de 198,16 ha, Suelo Rural 15054,1 ha, Suelo Expansión 178,1 ha, Suelo Suburbano 192,3 ha y Suelo de

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

protección 72,36. Estas áreas pueden ser objeto de modificaciones generadas por los actuales cambios por uso del suelo. (Ver Tabla 5-139)

- Tipos de áreas:
- Suelo suburbano

Se define el suelo urbano como las áreas del territorio municipal que cuentan con infraestructura vial y redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, posibilitándose su urbanización y edificación; también se clasifican como suelo urbano las áreas del territorio históricamente urbanizadas con media ó alta densidad, aunque presenten precarios sistemas de dotación o se trate de asentamientos de hecho con procesos de urbanización incompletos, continuos a áreas consolidadas con edificación, que se definan como áreas de mejoramiento integral. En suelo urbano, las zonas con pendientes superiores al 50% (22.5°) sólo se podrán destinar a la protección de la cobertura vegetal.

- Suelo suburbano



Corresponde al 1.4% del área total del municipio abarcando un total de 2181ha. Está constituido por la porción del territorio municipal destinada a la expansión urbana, que se habilitará para nuevos desarrollos y usos urbanos durante la vigencia del Esquema de Ordenamiento, y las prioridades de dotación en especial de servicios públicos y conectividad vial que determinen los Programas. Actualmente existe una dinámica de crecimiento, debido al proceso turístico que allí se lleva a cabo que lleva a prever una consolidación primordial con respecto al resto del área urbana. Se consideró la formulación del suelo de expansión urbana el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado Urbano del Municipio de San Jerónimo, en el cual se evidencia la disponibilidad hídrica para el municipio.

- Suelo rural suburbano

Dentro de estas categorías se incluyen los suelos rurales que no hacen parte de alguna de las categorías de protección que trata el Artículo 4 del Decreto 3600 de 2007, cuando reúnan condiciones para el desarrollo de núcleos de población rural, para la localización de actividades económicas y para la dotación de equipamientos comunitarios. Dentro de esta categoría, en el componente rural del esquema de ordenamiento territorial se incluye la delimitación de las áreas para parcelación para vivienda campestre y corredores suburbanos.

- Producción agrícola, ganadera y de explotación

Son áreas no aptas para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agropecuarios, forestales, de aprovechamiento social y responsable de los recursos naturales, y actividades asociadas con el ecoturismo, los equipamientos colectivos y la

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

vivienda rural en sus diversas tipologías. Conforme lo anterior estará constituido por el territorio contenido dentro de los límites Municipales menos los suelos clasificados como urbano y de expansión urbana. Para cualquiera de las clases de suelo, las zonas con pendientes superiores al 100% (45°) solo se podrán destinar a la protección de la cobertura vegetal. El ordenamiento del suelo rural está principalmente reglamentado por la Ley 388 de 1997, y los Decretos Nacionales 097 de 2006, 3600 de 2007 y 4066 de 2008, y las demás normas que las complementen, modifiquen, adicionen o sustituyan. Corresponde al mayor porcentaje de área del municipio con un 96.8%, abarcando un total de 14.6373ha.

- Suelos de conservación

Dentro de este ítem se compila las áreas destinadas a los usos del suelo Áreas de especial importancia ecosistema y Conservación y protección ambiental. Incluye las áreas que deben ser objeto de especial protección ambiental de acuerdo con la legislación vigente y las que hacen parte de la estructura ecológica principal. Dentro de esta categoría, se incluyen las establecidas por la legislación vigente, tales como: Las áreas del sistema nacional de áreas protegidas DMI, tales como el “Distrito de Manejo Divisoria Valle de Aburra Rio Cauca”, aprobado mediante el Acuerdo 327 del 30 de septiembre de 2009 y homologado mediante Acuerdo 387 de 2011, ocupando una extensión de 165.99 Ha. El Distrito de Manejo Integrado del Sistema de Paramos y Bosques Alto Andinos del Noroccidente Medio Antioqueño se integró a la categoría de zona de reserva del POMCA del Río Aurra. Las áreas de reserva forestal. (NA) las áreas de manejo especial.(NA) las áreas de especial importancia ecosistémica, tales como, nacimientos de agua, zonas de acuíferos, el área localizada entre las cotas 1800 y 2400 m.s.n.m., rondas hidráulicas de los cuerpos de agua, humedales, pantanos, lagos, lagunas, y reservas de flora y fauna.