“ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE LICENCIA NO. 1 DEL PROYECTO “ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 500 KV”

CAPÍTULO 5.2. CARACTERIZACIÓN MEDIO BIÓTICO

ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC S.A.S E.S.P

BOGOTÁ D.C., ABRIL 2024

UT PLARE GEOESTUDIOS
CL 185 # 45-03 OF. 611 TORRE EMPRESARIAL CC SANTAFÉ
TEL: +57 6017427172
CEL: +57 3153228891

Identificación del documento

Título del documento:	ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE LICENCIA NO. 1 DEL PROYECTO “ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 500 KV”
Subtítulo del documento	CAPITULO 5.2. CARACTERIZACIÓN MEDIO BIÓTICO
Proyecto No.	UTPG07 MOD. LICENCIA ATLÁNTICO
Fecha	ABRIL 2024
Versión	02
Autor	UT PLARE GEOESTUDIOS /HS&E S.A.S.
Nombre del Cliente	ENEL COLOMBIA S. A - E. S. P

Historia del Documento

				Aprobado para publicación		
Versión	Revisión	Autor	Revisado por	Nombre	Fecha	Comentarios
01	01	UT PLARE GEOESTUDIOS				
02		HS&E S.A.S.				

TABLA DE CONTENIDO

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE PROYECTO 19

5.2 MEDIO BIÓTICO 19
5.2.1 Biomas 19
5.2.1.1 Área de Influencia 19
5.2.1.2 Área de Intervención 20
5.2.2 Ecosistemas 22
5.2.2.1 Ecosistemas terrestres 22
5.2.2.1.1 Área de Influencia 22
5.2.2.1.2 Área de intervención 23
5.2.2.2 Zonas de vida 26
5.2.2.2.1 Área de influencia 26
5.2.2.2.2 Área de intervención 26
5.2.2.3 Coberturas de la tierra 26
5.2.2.3.1 Área de influencia 26
5.2.2.3.2 Área de intervención 29
5.2.2.3.3 Coberturas de la tierra identificadas en el área de influencia y de intervención del proyecto 30
5.2.2.3.4 Caracterización de ecosistemas del área de influencia 42
5.2.2.3.5 Análisis de fragmentación 139
5.2.2.3.6 Conectividad funcional 168
5.2.2.3.7 Rutas de menor costo 192
5.2.2.3.8 Análisis de coberturas en los distintos escenarios del área de influencia 198
5.2.2.3.9 Especies Vasculares y No Vasculares de Hábito Epífito, terrestres y/o Rupícola Registradas dentro del Área de Intervención del proyecto 206
5.2.2.3.10 Fauna 255
5.2.2.3.11 Ecosistemas acuáticos 357
5.2.2.3.12 Área de muestreo 357
5.2.2.3.13 Resultados 371
5.2.2.3.14 Conclusiones 423
5.2.2.4 Ecosistemas estratégicos, sensibles y áreas naturales protegidas 428
5.2.2.4.1 Ecosistemas estratégicos o sensibles de orden nacional 428
5.2.2.4.2 Mapa de humedales 429
5.2.2.4.3 Áreas de interés científico o con prioridades de conservación 429
5.2.2.4.4 Herramienta TREMARCTOS 3.0 429
5.2.2.4.5 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas de orden regional y/o local 430

LISTADO DE TABLAS

Tabla 5.2-1 Biomas del área de influencia del proyecto 19
Tabla 5.2-2 Biomas del área de intervención del proyecto 21
Tabla 5.2-3 Ecosistemas del área de influencia del proyecto 22
Tabla 5.2-4 Ecosistemas del área de intervención del proyecto 24
Tabla 5.2-5 Unidades de Coberturas de la tierra del área de influencia del proyecto 26

Tabla 5.2-6 Unidades de Coberturas de la tierra del área de intervención del proyecto 29
Tabla 5.2-7 Ubicación de las parcelas para caracterización florística 42
Tabla 5.2-8 Estadígrafos para caracterización florística 45
Tabla 5.2-9 Estadígrafos curva de acumulación de especies para bosque de galería 45
Tabla 5.2-10 Familias botánicas del bosque de galería 46
Tabla 5.2-11 Composición florística del bosque de galería 48
Tabla 5.2-12 IVI del Bosque de galería 53
Tabla 5.2-13 Distribución diamétrica de Bosque de galería 57
Tabla 5.2-14 Volumen total y comercial por especie en Bosque de galería 58
Tabla 5.2-15 Grado de agregación por especie en Bosque de galería 60
Tabla 5.2-16 Clase altimétrica en Bosque de galería 64
Tabla 5.2-17 Estratificación del Bosque de galería 66
Tabla 5.2-18 Posición sociológica por especie del Bosque de galería 67
Tabla 5.2-19 Composición florística y abundancia de la regeneración natural del bosque de galería 70
Tabla 5.2-20 INR por especie del bosque de galería 73
Tabla 5.2-21 Índices de riqueza y abundancia específica del bosque de galería 74
Tabla 5.2-22 Estadígrafos curva de acumulación de especies para vegetación secundaria alta 76
Tabla 5.2-23 Familias botánicas de la vegetación secundaria alta 77
Tabla 5.2-24 Composición florística de la vegetación secundaria alta 78
Tabla 5.2-25 IVI de la Vegetación secundaria alta 82
Tabla 5.2-26 Distribución diamétrica de la Vegetación secundaria alta 85
Tabla 5.2-27 Volumen total y comercial por especie en Vegetación secundaria alta 86
Tabla 5.2-28 Grado de agregación por especie en Vegetación secundaria alta 87
Tabla 5.2-29 Clase altimétrica en vegetación secundaria alta 89
Tabla 5.2-30 Estratificación de la Vegetación secundaria alta 92
Tabla 5.2-31 Posición sociológica por especie de la Vegetación secundaria alta 93
Tabla 5.2-32 Composición florística y abundancia de la regeneración natural de la vegetación secundaria alta 95
Tabla 5.2-33 INR por especie de la vegetación secundaria alta 96
Tabla 5.2-34 Índices de riqueza y abundancia específica de la vegetación secundaria alta 97
Tabla 5.2-35 Estadígrafos curva de acumulación de especies para la vegetación secundaria baja 98
Tabla 5.2-36 Familias botánicas de la vegetación secundaria baja 99

Tabla 5.2-37 Composición florística de la vegetación secundaria baja 100
Tabla 5.2-38 IVI de la Vegetación secundaria baja..... 103
Tabla 5.2-39 Distribución diamétrica de la Vegetación secundaria baja 106
Tabla 5.2-40 Volumen total y comercial por especie en vegetación secundaria baja..... 107
Tabla 5.2-41 Grado de agregación por especie en vegetación secundaria baja 108
Tabla 5.2-42 Clase altimétrica en vegetación secundaria baja 109
Tabla 5.2-43 Estratificación de la Vegetación secundaria baja 112
Tabla 5.2-44 Posición sociológica (ps) por especie de la Vegetación secundaria baja..... 113
Tabla 5.2-45 Composición florística y abundancia de la regeneración natural de la vegetación secundaria baja..... 115
Tabla 5.2-46 IRN de la regeneración natural de la vegetación secundaria baja..... 116
Tabla 5.2-47 Índices de riqueza y abundancia específica de la vegetación secundaria baja 117
Tabla 5.2-48 Estadígrafos curva de acumulación de especies para Pastos arbolados..... 119
Tabla 5.2-49 Familias botánicas de pastos arbolados 120
Tabla 5.2-50 Composición florística de Pastos arbolados..... 121
Tabla 5.2-51 IVI del Pastos arbolados..... 124
Tabla 5.2-52 Distribución diamétrica de Pastos arbolados 126
Tabla 5.2-53 Volumen total y comercial por especie en pastos arbolados..... 127
Tabla 5.2-54 Grado de agregación por especie en pastos arbolados 128
Tabla 5.2-55 Clase altimétrica en pastos arbolados 130
Tabla 5.2-56 Estratificación de Pastos arbolados 132
Tabla 5.2-57 Posición sociológica por especie de Pastos arbolados 133
Tabla 5.2-58 Índices de riqueza y abundancia específica de Pastos Arbolados 134
Tabla 5.2-59 Especies con algún grado de amenaza o en veda en el área de intervención 136
Tabla 5-60 Descripción de métricas de paisaje que describen la fragmentación 140
Tabla 5-61 Análisis coberturas naturales Distancia euclidiana promedio- ENN para el escenario sin proyecto y el escenario con proyecto 142
Tabla 5-62 área total (CA) de las coberturas de análisis seleccionadas de bosques y áreas seminaturales para el escenario sin proyecto y el escenario con proyecto..... 143
Tabla 5-63 Número de parches (NP) de las coberturas de análisis seleccionadas de bosques y áreas seminaturales para el escenario sin proyecto y el escenario con proyecto 145

Tabla 5-64 Análisis de coberturas naturales densidad de borde – ED para el escenario sin proyecto y con proyecto 147
Tabla 5-65 Análisis de coberturas naturales índice de forma (SHAPE) para el escenario sin proyecto y en el escenario con proyecto 149
Tabla 5-66 Análisis de las coberturas naturales índice de dimensión fractal (FRAC) para el año 2011 y 2022 150
Tabla 5-67 Índice de Shannon para los escenarios evaluados 151
Tabla 5-68 INDICE DE SHEI PARA LOS ESCENARIOS EVALUADOS 152
Tabla 5-69 Contexto paisajístico en las coberturas de análisis y su variación en el escenario sin proyecto y en el escenario con proyecto 153
tabla 5-70 análisis de coberturas áreas núcleo (ha) bosque de galería para el escenario sin proyecto y el escenario con proyecto 158
Tabla 5-71 análisis de coberturas áreas núcleo (ha) vegetacion secundaria alta en el escenario sin proyecto y el escenario con proyecto 161
tabla 5-72 análisis de coberturas áreas núcleo (ha) vegetacion secundaria baja en el escenario sin proyecto y el escenario con proyecto 165
Tabla 5-73 caracteristicas ecologicas de la especie *Cerdocyon thous* (zorro cangrejero) 170
Tabla 5-74 Características ecológicas de la especie *Alouatta seniculus* (mono aullador) 171
Tabla 5-75 Rangos para el dpcintra para la especie cerdocyon thous en el area de influencia del proyecto 174
Tabla 5-76 Rangos DPCFLUX PARA LA ESPECIE CERDOCYON THOUS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 175
Tabla 5-77 Rangos de dPCconnect para la especie Cerdocyon thous en el area de influencia del proyecto 177
tabla 5-78 rangos dpcintra para la especie alouatta seniculus en el area de influencia del proyecto 179
Tabla 5-79 Rangos dPCflux para la especie Alouatta seniculus en el area de influencia del proyecto 180
Tabla 5-80 Rangos dPCflux para la especie Alouatta seniculus en el area de influencia del proyecto 181
Tabla 5-81 Rangos dPCintra para la especie Cerdocyon thous en el contexto regional 183
Tabla 5-82 Rangos dPflux para la especie Cerdocyon thous en el contexto regional..... 185
Tabla 5-83 Rangos dPconnect para la especie Cerdocyon thous en el contexto regional..... 186
Tabla 5-84 Rangos dPCintra para la especie *Alouatta seniculus* en el contexto regional..... 188
Tabla 5-85 Rangos dPflux para la especie *Alouatta seniculus* en el contexto regional... 189

Tabla 5-86 Rangos dPCconnect para la especie *Alouatta seniculus* en el contexto regional 190
Tabla 5-87 Matriz de resistencia para la generación de la capa de resistencia. 192
tabla 5-88 coberturas registradas para el escenario sin proyecto y el escenario con proyecto en el área estudio impacto ambiental - modificación de licencia no. 1 del proyecto "atlántico photovoltaic de 199,5 mw junto a su línea de evacuación de 500 kv 198
Tabla 5-89 Ganancia, perdida o permanencia de las coberturas presentes en el escenario sin proyecto y en el escenerio con proyecto 201
Tabla 5.2-90 Número de forofitos en la caracterización de flora epífita por unidades de cobertura 207
Tabla 5.2-91 Puntos de muestreo de la caracterización de vedas dentro del área de intervención 207
Tabla 5.2-92 Listado de las especies vasculares de hábito epífito registradas 228
Tabla 5.2-93 Diversidad alfa de las especies vasculares en el área del proyecto .. 231
Tabla 5.2-94 Diversidad beta de las especies vasculares en el área del proyecto 232
Tabla 5.2-95 Diversidad beta vertical de las especies vasculares en el área del proyecto 233
Tabla 5.2-96 Preferencia de forófito para las especies vasculares de habito epífito en el ZhtMmdm del área de influencia del proyecto 234
Tabla 5.2-97 Especies no vasculares de hábito epífito registradas 245
Tabla 5.2-98 Diversidad alfa de las especies no vasculares en el área del proyecto 248
Tabla 5.2-99 Diversidad beta horizontal de las especies no vasculares en el área del proyecto 249
Tabla 5.2-100 Diversidad beta vertical de las especies no vasculares en el área del proyecto 251
Tabla 5.2-101 Preferencia de forófito de las especies no vasculares en el área del proyecto 252
Tabla 5.2-102 Lista de especies de anfibios con distribución potencial en el área de intervención 258
Tabla 5.2-103 Especies registradas en el área de influencia del proyecto 261
Tabla 5.2-104 Índices de diversidad para anfibios en el área de influencia 266
Tabla 5.2-105 Lista de especies de reptiles con distribución potencial en el área de intervención del proyecto 273
Tabla 5.2-106 Lista de especies de reptiles amenazados o en CITES con distribución potencial en el área de intervención del proyecto 276
Tabla 5.2-107 Lista de especies de reptiles registradas en el área de intervención 277
Tabla 5.2-108 Índices de diversidad para reptiles en el área de influencia 283

Tabla 5.2-109 Especies endémicas de reptiles registradas para el área de intervención 288
Tabla 5.2-110 Especies de anfibios registrados en el área de intervención según su grado de amenaza o endemismo 289
Tabla 5.2-111 Especies potenciales para el área de intervención 291
Tabla 5.2-112 Especies amenazadas, migratorias y endémicas con potencial distribución en el área de intervención 298
Tabla 5.2-113 Especies de aves registradas para el área de intervención 302
Tabla 5.2-114 Índices de diversidad de las especies de aves registradas en cada cobertura vegetal 317
Tabla 5.2-115 Especies endémicas de aves registradas para el área de intervención 326
Tabla 5.2-116 Especies de aves registradas en el área de influencia, categoría de amenaza, endemismo y tipo de migración 329
Tabla 5.2-117 Rutas de desplazamiento de algunas de las especies de aves registradas para el área de intervención 334
Tabla 5.2-118 Especies de mamíferos potencialmente presentes en el área de intervención 337
Tabla 5.2-119 Diversidad de especies de mamíferos 341
Tabla 5.2-120 Esfuerzo de muestreo de mamíferos en el área de intervención..... 347
Tabla 5.2-121 Índices de diversidad Alfa 349
Tabla 5.2-122 Especies amenazadas o en veda de la comunidad de mamíferos 354
Tabla 5.2-123 Distribución y ecología de las especies amenazadas. 355
Tabla 5.2-124 Códigos y coordenadas de las estaciones de muestreo en la caracterización hidrobiológica en los cuerpos de agua ubicados en el área de intervención del proyecto 357
Tabla 5.2-125 Puntos de Monitoreo EIA- 2020 359
Tabla 5.2-126 Puntos de monitoreo campaña 1 – Abril del 2023..... 360
Tabla 5.2-127 Puntos de Monitoreo campaña 2 – Julio del 2023..... 368
Tabla 5.2-128 Composición taxonómica macroinvertebrados colectados en el área de intervención del proyecto 372
Tabla 5.2-129 Categoría taxonómica y abundancia absoluta (número de individuos) de macroinvertebrados colectados en el área de intervención del proyecto 373
Tabla 5.2-130 Valores del índice BMWP para los puntos de muestreo en el área de intervención del proyecto 374
Tabla 5.2-131 Composición taxonómica perifiton colectado en el área de intervención del proyecto 375

Tabla 5.2-132 Categoría taxonómica y abundancia absoluta (número de individuos) de perifiton colectado en el área de intervención del proyecto 377
Tabla 5.2-133 Índices ecológicos obtenidos de la comunidad de algas perifíticas colectado en el área de intervención del proyecto 378
Tabla 5.2-134 Composición taxonómica fitoplancton colectado en el área de intervención del proyecto 379
Tabla 5.2-135 Categoría taxonómica y abundancia absoluta (número de individuos) de fitoplancton colectado en el área de intervención del proyecto 382
Tabla 5.2-136 Composición taxonómica zooplancton colectado en el área de intervención del proyecto 383
Tabla 5.2-137 Categoría taxonómica y abundancia absoluta (número de individuos) de zooplancton colectado en el área de intervención del proyecto 384
Tabla 5.2-138 Composición taxonómica macrofitas colectadas en el área de intervención del proyecto 386
Tabla 5.2-139 Categoría taxonómica y abundancia absoluta (porcentaje de cobertura) de macrofitas colectadas en el área de intervención del proyecto 386
Tabla 5.2-140 Composición taxonómica de macroinvertebrados bentónicos. Análisis multitemporal 387
Tabla 5.2-141 Abundancia de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registrados en los por puntos y épocas de muestreo 391
Tabla 5.2-142 Puntaje del BMWP/Col obtenido a partir de las familias de macroinvertebrados bentónicos registrados. por punto y época de muestreo 393
Tabla 5.2-143 Composición taxonómica de perifiton. Análisis multitemporal 394
Tabla 5.2-144 Abundancia de las morfoespecies de perifiton registrados en los por puntos y épocas de muestreo 398
Tabla 5.2-145 Composición taxonómica de fitoplancton. Análisis multitemporal 402
Tabla 5.2-146 Abundancia de las morfoespecies de fitoplancton registrado en los por puntos y épocas de muestreo 405
Tabla 5.2-147 Composición taxonómica de zooplancton. Análisis multitemporal 409
Tabla 5.2-148 Abundancia de las morfoespecies de zooplancton registrados por puntos y épocas de muestreo 412
Tabla 5.2-149 Índices ecológicos obtenidos de la comunidad de zooplancton colectado en el área de influencia del proyecto 414
Tabla 5.2-150 Composición taxonómica de peces. Análisis multitemporal 416
Tabla 5.2-151 Abundancia de las morfoespecies de peces registrados por puntos y épocas de muestreo 417

Tabla 5.2-152 Índices ecológicos obtenidos de la comunidad de peces colectado en el área de intervención del proyecto 418
Tabla 5.2-153 Categoría de Amenaza y gremios tróficos de los peces reportados en el área de intervención del proyecto 420

LISTADO DE FIGURAS

Figura 5.2-1 Biomas del área de influencia del proyecto..... 20
Figura 5.2-2 Biomas del área de intervención del proyecto..... 21
Figura 5.2-3 Ecosistemas del área de influencia del proyecto 23
Figura 5.2-4 Ecosistemas del área de intervención del proyecto 25
Figura 5.2-5 Coberturas de la tierra del área de influencia del proyecto 28
Figura 5.2-6 Coberturas de la tierra del área de intervención del proyecto 30
Figura 5.2-7 Localización de parcelas..... 44
Figura 5.2-8 Curva de acumulación de especies para el bosque de galería 46
Figura 5.2-9 Grafica de individuos por familia para el bosque de galería 48
Figura 5.2-10 Grafica de Abundancia para el bosque de galería 51
Figura 5.2-11 Grafica de Frecuencia para el bosque de galería..... 52
Figura 5.2-12 Grafica de Dominancia para el bosque de galería 53
Figura 5.2-13 IVI especies en Bosque de galería 56
Figura 5.2-14 Histograma de Frecuencias en Bosque de galería..... 56
Figura 5.2-15 Histograma de la distribución diamétrica de Bosque de galería 57
Figura 5.2-16 Grado de agregación en Bosque de galería..... 63
Figura 5.2-17 Histograma de Clase altimétrica del Bosque de galería..... 64
Figura 5.2-18 Diagrama de Ogawa de Bosque de galería 65
Figura 5.2-19 Histograma de la estratificación del Bosque de galería..... 66
Figura 5.2-20 Planta perfil de Bosque de galería 69
Figura 5.2-21 IRN de Bosque de galería..... 74
Figura 5.2-22 Curva de acumulación de especies para la vegetación secundaria alta 77
Figura 5.2-23 Grafica de individuos por familia para vegetación secundaria alta 78
Figura 5.2-24 Grafica de Abundancia para la vegetación secundaria alta..... 80
Figura 5.2-25 Grafica de frecuencia para la vegetación secundaria alta 81
Figura 5.2-26 Grafica de dominancia para la vegetación secundaria alta 82
Figura 5.2-27 IVI especies en la Vegetación secundaria alta..... 84
Figura 5.2-28 Histograma de Frecuencias en Vegetación secundaria alta..... 84
Figura 5.2-29 Histograma de la distribución diamétrica de la Vegetación secundaria alta 85

Figura 5.2-30 Grado de agregación en Vegetación secundaria alta 89
Figura 5.2-31 Diagrama de Clase altimétrica en vegetación secundaria alta 90
Figura 5.2-32 Diagrama de Ogawa de la Vegetación secundaria alta 91
Figura 5.2-33 Histograma de la estratificación de vegetación secundaria alta 92
Figura 5.2-34 Planta perfil de Vegetación secundaria alta 94
Figura 5.2-35 IRN de Vegetación secundaria alta 97
Figura 5.2-36 Curva de acumulación de especies para la vegetación secundaria baja 99
Figura 5.2-37 Grafica de individuos por familia para la vegetación secundaria baja 100
Figura 5.2-38 Grafica de Abundancia de la vegetación secundaria baja 102
Figura 5.2-39 Grafica de Frecuencia de la vegetación secundaria baja 102
Figura 5.2-40 Grafica de Dominancia de la vegetación secundaria baja 103
Figura 5.2-41 IVI especies en la Vegetación secundaria Baja 105
Figura 5.2-42 Histograma de Frecuencias en vegetación secundaría baja 105
Figura 5.2-43 Histograma de la distribución diamétrica de la Vegetación secundaria baja 107
Figura 5.2-44 Grado de agregación en vegetación secundaria baja 109
Figura 5.2-45 Histograma de Clase altimétrica en vegetación secundaria baja 110
Figura 5.2-46 Diagrama de Ogawa de la Vegetación secundaria baja 111
Figura 5.2-47 Histograma de la estratificación de la vegetación secundaria baja 112
Figura 5.2-48 Planta perfil de Vegetación secundaria baja 114
Figura 5.2-49 Clase de tamaño de Vegetación secundaria baja 117
Figura 5.2-50 Curva de acumulación de especies para Pastos arbolados 120
Figura 5.2-51 Grafica de individuos por familia para pastos arbolados 121
Figura 5.2-52 Grafica de Abundancia para pastos arbolados 123
Figura 5.2-53 Grafica de Frecuencia para para pastos arbolados 123
Figura 5.2-54 Grafica de Dominancia para para pastos arbolados 124
Figura 5.2-55 IVI especies en Pastos arbolados 125
Figura 5.2-56 Histograma de Frecuencias en pastos arbolados 126
Figura 5.2-57 Histograma de la distribución diamétrica de Pastos arbolados 127
Figura 5.2-58 Grado de agregación en pastos arbolados 130
Figura 5.2-59 Histograma de Clase altimétrica de pastos arbolados 131
Figura 5.2-60 Diagrama de Ogawa de Pastos arbolados 131
Figura 5.2-61 Histograma de la estratificación de pastos arbolados 132
Figura 5.2-62 Planta perfil de Pastos arbolados 134
Figura 5-63 DISTANCIA EUCLIDIANA PROMEDIO- ENN PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y EL ESCENARIO CON PROYECTO 142

Figura 5-64 Perdida de area (ha) de las coberturas evaluadas en el escenario con proyecto 144
Figura 5-65 Aumento en el numero de parche en el escenario proyectado 146
Figura 5-66 Análisis de coberturas naturales densidad de borde – ED para el esecnario sin proyecto y el escenario con proyecto 148
Figura 5-67 Análisis de coberturas naturales índice de forma (SHAPE) para el escenario sin proyecto y en el escenario con proyecto 150
figura 5-68 contexto paisajistico para el bosque de galeria en el escenario sin proyecto 154
figura 5-69 contexto paisajistico para la vegetacion secundaria alta en el escenario sin proyecto 154
figura 5-70 contexto paisajistico para la vegetacion secundaria baja en el escenario sin proyecto 155
Figura 5-71 Contexto paisajistico para el bosque de galeria en el escenario con proyecto 156
figura 5-72 contexto paisajistico para la vegetacion secundaria alta en el escenario con proyecto 156
Figura 5-73 Contexto paisajistico para la Vegetacion secundaria baja en el escenario con proyecto 157
figura 5-74 análisis de coberturas áreas núcleo (%) bosque de galería para el escenario sin proyecto 159
Figura 5-75 análisis de coberturas áreas núcleo (%) bosque de galería para el escenario con proyecto 159
Figura 5-76 Áreas núcleo en la cobertura Bosque de galería en el escenario sin proyecto 160
Figura 5-77 Áreas núcleo en la cobertura Bosque de galería en el escenario con proyecto 161
figura 5-78 análisis de coberturas áreas núcleo (%) vegetacion secundaria alta para el escenario sin proyecto 162
figura 5-79 análisis de coberturas áreas núcleo (%) vegetacion secundaria alta para el escenario con proyecto 163
Figura 5-80 Áreas núcleo en la cobertura Vegetacion secundaria alta en el escenario sin proyecto 164
Figura 5-81 Áreas núcleo en la cobertura Vegetación secundaria alta en el escenario con proyecto 164
figura 5-82 análisis de coberturas áreas núcleo (%) vegetacion secundaria baja para el escenario sin proyecto 165
figura 5-83 análisis de coberturas áreas núcleo (%) vegetacion secundaria baja para el escenario con proyecto 166
Figura 5-84 Áreas núcleo en la cobertura Vegetacion secundaria baja en el escenario sin proyecto 167

Figura 5-85 Áreas núcleo en la cobertura Vegetación secundaria baja en el escenario con proyecto 168
Figura 5-86 Efectos ecológicos de la fragmentación de Bosques 170
Figura 5-87 Captura programa Conefor 26. Cálculo del delta de probabilidad (dPC) para la especie *Cerdocyon thous* 173
Figura 5-88 dpcintra para la especie *cerdocyon thous* en el area de influencia del proyecto 175
figura 5-89 dpcflux para la especie cerdocyon thous en el area de influencia del proyecto 176
figura 5-90 dpcconnect para la especie cerdocyon thous en el area de influencia del proyecto 177
figura 5-91 captura programa conefor 26. cálculo del delta de probabilidad (dpc) para la especie *Alouatta seniculus* 178
figura 5-92 dpcintra para la especie alouatta seniculus en el area de influencia del proyecto 179
Figura 5-93 dPCflux para la especie Alouatta seniculus en el area de influencia del proyecto 181
Figura 5-94 dPCconnect para la especie Alouatta seniculus en el area de influencia del proyecto 182
Figura 5-95 dPCintra para la especie Cerdocyon thous en el contexto regional 184
Figura 5-96 dPCflux para la especie Cerdocyon thous en el contexto regional 185
Figura 5-97 dPCconnect para la especie Cerdocyon thous en el contexto regional 187
Figura 5-98 dPCintra para la especie *Alouatta seniculus* en el contexto regional 188
Figura 5-99 dPflux para la especie *Alouatta seniculus* en el contexto regional 190
Figura 5-100 dPCconnect para la especie Alouatta seniculus en el contexto regional ... 191
Figura 5-101 Capas de resistencia para el escenario sin proyecto 194
Figura 5-102 Rutas de menor costo en el área de influencia del proyecto en el escenario sin proyecto 195
Figura 5-103 Capas de resistencia para el escenario con proyecto 196
figura 5-104 rutas de menor costo en el área de influencia del proyecto en el escenario con proyecto 197
Figura 5-105 Coberturas de la tierra presentes en el area de .influencia en el escenario sin proyecto 199
Figura 5-106 Coberturas de la tierra presentes en el area de .influencia en el escenario con proyectopng 200
figura 5-107 Comparación de la extensión de coberturas en el ai del proyecto de las categorías de primer nivel según corine land cover de los escenarios evaluados 202
Figura 5-108 Comparación Coberturas Territorios Artificializados 203
Figura 5-109 Comparación coberturas Territorios Agrícolas 204

Figura 5-110 Comparación Bosques y áreas seminaturales 205
Figura 5-111 Comparación Áreas Húmedas 205
Figura 5-112 Comparación Superficies húmedas 206
Figura 5.2-113 curva de acumulación de especies vasculares en pastos limpios 224
Figura 5.2-114 curva de acumulación de especies vasculares en pastos arbolados 224
Figura 5.2-115 curva de acumulación de especies vasculares en pastos enmalezados 225
Figura 5.2-116 curva de acumulación de especies vasculares en bosque de galería y/o ripario 226
Figura 5.2-117 curva de acumulación de especies vasculares en Vegetación secundaria alta 227
Figura 5.2-118 curva de acumulación de especies vasculares en pastos arbolados 227
Figura 5.2-119 Riqueza de géneros y especies vasculares por familia del proyecto 229
Figura 5.2-120 Abundancia por cobertura de las especies vasculares del área del proyecto 230
Figura 5.2-121 Abundancia de especies vasculares presentes en el área del proyecto 231
Figura 5.2-122 Dendrograma de la diversidad beta horizontal de las especies vasculares en el área del proyecto 233
Figura 5.2-123 Dendrograma de la diversidad beta vertical de las especies vasculares en el área del proyecto 234
Figura 5.2-124 curva de acumulación de especies no vasculares en tejido urbano discontinuo 236
Figura 5.2-125 curva de acumulación de especies vasculares en red vial y territorios asociados 237
Figura 5.2-126 curva de acumulación de especies no vasculares en pastos limpios 238
Figura 5.2-127 curva de acumulación de especies no vasculares en pastos arbolados 239
Figura 5.2-128 curva de acumulación de especies no vasculares en pastos enmalezados 240
Figura 5.2-129 curva de acumulación de especies no vasculares en bosque de galería y/o ripario 241
Figura 5.2-130 curva de acumulación de especies no vasculares en Vegetación secundaria alta 242
Figura 5.2-131 curva de acumulación de especies no vasculares en Vegetación secundaria baja 243
Figura 5.2-132 Riqueza de especies no vasculares por tipo de organismo 244

Figura 5.2-133 Frecuencia de especies no vasculares por tipo de organismo en el área del proyecto 244
Figura 5.2-134 Frecuencia de especies no vasculares por cobertura en el área del proyecto 246
Figura 5.2-135 Riqueza de especies no vasculares por familia en el área del proyecto 247
Figura 5.2-136 Frecuencia de especies no vasculares en el área del proyecto 248
Figura 5.2-137 Dendrograma de la diversidad beta horizontal de las especies no vasculares en el área del proyecto 250
Figura 5.2-138 Dendrograma de la diversidad beta vertical de las especies no vasculares en el área del proyecto 252
Figura 5.2-139 Distribución de la riqueza de especies de anfibios por familias, con presencia potencial en el área de intervención 257
Figura 5.2-140 Distribución de especies registradas por familias 260
Figura 5.2-141 Curva de acumulación de especies de anfibios asociados al área del proyecto 266
Figura 5.2-142 Análisis de semejanza por coberturas para los anfibios registrados en la zona. 269
Figura 5.2-143 Gremios tróficos de anfibios registrados 270
Figura 5.2-144 Hábitos de las especies de anfibios registradas 270
Figura 5.2-145 Distribución de la riqueza de especies de reptiles con presencia potencial por órdenes, en el área de intervención 273
Figura 5.2-146 Número de especies registradas por familias en el área de intervención 278
Figura 5.2-147 Curva de acumulación de especies de reptiles asociados al área del proyecto 283
Figura 5.2-148 Análisis de semejanza por coberturas para los reptiles registrados en la zona 286
Figura 5.2-149 Gremios tróficos de reptiles registrados 287
Figura 5.2-150 Hábitos de las especies de reptiles registradas 287
Figura 5.2-151 Familias de aves potenciales para el área de intervención del proyecto 298
Figura 5.2-152 Ordenes de especies de aves presentes en el área de intervención, respecto a su riqueza y abundancia 312
Figura 5.2-153 Riqueza de especies por familias de aves registradas para el área de intervención 313
Figura 5.2-154 Curva de acumulación de especies de aves registradas en el área de intervención 314
Figura 5.2-155 Análisis de similitud entre la composición de especies de aves registradas en cada cobertura vegetal 318

Figura 5.2-156 Gremios tróficos de las aves registradas en el área de intervención 319
Figura 5.2-157 Porcentaje periodo de actividad de las especies de aves registradas para el área de intervención 321
Figura 5.2-158 Distribucion de aves por coberturas vegetal en el área de intervención 323
Figura 5.2-159 Rutas migratorias de las aves en América 335
Figura 5.2-160 Riqueza de especies de mamíferos potenciales en el área de intervención representados por órdenes 339
Figura 5.2-161 Representatividad de especies potenciales por familia para el área de intervención 340
Figura 5.2-162 Riqueza de Familias por orden presentes en el área de intervención 346
Figura 5.2-163 Curva de acumulación de especies de mamíferos en el área de intervención 348
Figura 5.2-164 Índice de similaridad de Jaccard para la comunidad de mamíferos .. 350
Figura 5.2-165 Número de individuos y especies por cobertura para el periodo de muestreo 352
Figura 5.2-166 Composición por Gremios tróficos de la comunidad de mamíferos en el área de intervención 353
Figura 5.2-167 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en el área de intervención del proyecto 373
Figura 5.2-168 Riqueza absoluta a nivel de phylum del perifiton colectado en el área de intervención del proyecto 376
Figura 5.2-169 Abundancia y riqueza de perifiton por punto de muestreo en el área de intervención del proyecto 377
Figura 5.2-170 Riqueza absoluta a nivel de phylum del fitoplancton colectado en el área de intervención del proyecto 380
Figura 5.2-171 Abundancia y riqueza de fitoplancton por punto de muestreo en el área de intervención del proyecto 381
Figura 5.2-172 Riqueza absoluta a nivel de phyllum del zooplancton colectado en el área de intervención del proyecto 384
Figura 5.2-173 Riqueza absoluta a nivel de phyllum de bentos en los puntos de muestreo EIA 2020 388
Figura 5.2-174 Riqueza absoluta a nivel de phyllum de bentos en los puntos de muestreo campaña 2 - 2023 388
Figura 5.2-175 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos por punto y época de muestreo 389
Figura 5.2-176 Abundancia relativa a nivel de orden de los macroinvertebrados bentónicos (%) por punto y época de muestreo 390

Figura 5.2-177 Similitud de Bray – Curtis de los macroinvertebrados bentónicos registrados en los por puntos y épocas de muestreo 393
Figura 5.2-178 Riqueza absoluta a nivel de phylum de perifiton en los puntos de muestreo EIA 2020 395
Figura 5.2-179 Riqueza absoluta a nivel de phylum de perifiton en los puntos de muestreo campaña 2 - 2023 395
Figura 5.2-180 Abundancia y riqueza de perifiton por punto y época de muestreo ... 396
Figura 5.2-181 Riqueza relativa a nivel de Clase del Perifiton (%) por punto y época de muestreo 397
Figura 5.2-182 Valores de los índices ecológicos estimados para las microalgas del perifiton registrados en los por puntos y épocas de muestreo 400
Figura 5.2-183 Similitud de Bray – Curtis de las algas perifiticas registradas en los por puntos y épocas de muestreo 401
Figura 5.2-184 Riqueza absoluta a nivel de phylum de fitoplancton en los puntos de muestreo EIA 2020 403
Figura 5.2-185 Riqueza absoluta a nivel de phylum de fitoplancton en los puntos de muestreo campaña 2 - 2023 403
Figura 5.2-186 Abundancia y riqueza de fitoplancton por punto y época de muestreo 403
Figura 5.2-187 Riqueza relativa a nivel de Clase del fitoplancton (%) por punto y época de muestreo 404
Figura 5.2-188 Valores de los índices ecológicos estimados para fitoplancton registrados en los por puntos y épocas de muestreo 407
Figura 5.2-189 Similitud de Bray – Curtis del fitoplancton registrado en los por puntos y épocas de muestreo 408
Figura 5.2-190 Riqueza absoluta a nivel de phylum de zooplancton en los puntos de muestreo EIA 2020 410
Figura 5.2-191 Riqueza absoluta a nivel de phylum de zooplancton en los puntos de muestreo campaña 2 - 2023 410
Figura 5.2-192 Abundancia y riqueza de zooplancton por punto y época de muestreo 411
Figura 5.2-193 Abundancia relativa a nivel de phylum de los zooplancton (%) por punto y época de muestreo 411
Figura 5.2-194 Similitud de Bray – Curtis de los zooplancton registrados en los por puntos y épocas de muestreo 415
Figura 5.2-195 Riqueza absoluta a nivel de phylum de peces en los puntos de muestreo EIA 2020 416
Figura 5.2-196 Riqueza absoluta a nivel de phylum de peces en los puntos de muestreo campaña 2 - 2023 416
Figura 5.2-197 Abundancia y riqueza de peces por punto y época de muestreo 417

Figura 5.2-198 Similitud de Bray – Curtis de los peces registrados en los por puntos y épocas de muestreo 419
Figura 5.2-199 Ecosistemas estratégicos o sensibles - TREMARCTOS 430

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 5.2-1 Cobertura tejido urbano discontinuo 31
Fotografía 5.2-2 Cobertura zonas industriales – SE Sabanalarga 32
Fotografía 5.2-3 Cobertura red vial y territorios asociados - Vía la Cordialidad, Sabanalarga Atlántico 33
Fotografía 5.2-4 Cobertura otros cultivos transitorios 34
Fotografía 5.2-5 Cobertura cultivos permanentes arbóreos 34
Fotografía 5.2-6 Cobertura pastos limpios 35
Fotografía 5.2-7 Cobertura pastos arbolados 36
Fotografía 5.2-8 Cobertura bosques de galería y/o ripario 37
Fotografía 5.2-9 Cobertura cultivos permanentes arbóreos 38
Fotografía 5.2-10 Cobertura vegetación secundaria alta 39
Fotografía 5.2-11 Cobertura vegetación secundaria baja 39
Fotografía 5.2-12 Cobertura zonas pantanosas 40
Fotografía 5.2-13 Cobertura ríos 41
Fotografía 5.2-14 Cobertura cuerpos de agua artificiales 42
Fotografía 5.2-15 *Leptodactylus fragilis* 262
Fotografía 5.2-16 *Leptodactylus insularum* 262
Fotografía 5.2-17 *Pseudopaludicola pusilla* 263
Fotografía 5.2-18 *Leptodactylus poecilochilus* 263
Fotografía 5.2-19 *Dendropsophus microcephalus* 263
Fotografía 5.2-20 *Engystomops pustulosus* 263
Fotografía 5.2-21 *Rhinella humbolti* 264
Fotografía 5.2-22 *Rhinella horribilis* 264
Fotografía 5.2-23 *Leptodactylus fuscus* 264
Fotografía 5.2-24 *Boana pugnax* 264
Fotografía 5.2-25 *Scinax rostratus* 265
Fotografía 5.2-26 *Trachycephalus typhonius* 265
Fotografía 5.2-27 *Anolis gaigei* (Camaleón) 279
Fotografía 5.2-28 *Anolis auratus* (Camaleón) 279
Fotografía 5.2-29 *Thamnodynastes gambotensis* (Cazadora) 280
Fotografía 5.2-30 *Porthidium lansbergii* (Patoco) 280
Fotografía 5.2-31 *Mabuya sp* (Lisa) 280

Fotografía 5.2-32 *Ameiva preasignis* (Lobo) 280
Fotografía 5.2-33 *Loxopholis rugiceps (Lagartija)* 281
Fotografía 5.2-34 *Gonatodes albogularis* (Salamanqueja) 281
Fotografía 5.2-35 *Hemidactylus frenatus* (Salamanqueja) 281
Fotografía 5.2-36 *Imantodes cenchoa* (Bejuquilla) 281
Fotografía 5.2-37 *Erythrolamprus melanotus* (Guardacamino) 282
Fotografía 5.2-38 *Epicrates maurus* 289
Fotografía 5.2-39 *Boa constrictor* 289
Fotografía 5.2-40 *Iguana iguana* 290
Fotografía 5.2-41 *Jacana jacana* (Gallito de ciénaga) 310
Fotografía 5.2-42 *Crotophaga ani* (Garrapatero piquiliso) 310
Fotografía 5.2-43 *Vanellus chilensis* (pellar común) 311
Fotografía 5.2-44 *Daptrius chimachima* (caracara) 311
Fotografía 5.2-45 *Icterus nigrogularis* (turpial amarillo) 311
Fotografía 5.2-46 *Melanerpes rubricapillus* (carpintero) 311
Fotografía 5.2-47 *Ardea alba* (garza real) 312
Fotografía 5.2-48 *Psaracolius decumanus* (oropéndola) 312
Fotografía 5.2-49 *Pachyramphus polychopterus* (Amanbe aliblanco) 315
Fotografía 5.2-50 *Setophaga petechia* (Reinita) 315
Fotografía 5.2-51 *Furnarius leucopus* (Homero patiblanco) 315
Fotografía 5.2-52 *Leptotila verreauxi* (Torcaza) 315
Fotografía 5.2-53 *Hypnelus ruficollis* 316
Fotografía 5.2-54 *Elaenia flavogaster* 316
Fotografía 5.2-55 *Buteogallus meridionalis* (Busado sabanero) 320
Fotografía 5.2-56 *Falco sparverius* (Carnicalo americano) 320
Fotografía 5.2-57 *Geranospiza caerulescens* (Aguililla sancona) 320
Fotografía 5.2-58 *Herpetotheres cachinnans* (Halcón reidor) 320
Fotografía 5.2-59 *Fluvicola pica* (Viudita pia) 321
Fotografía 5.2-60 *Campylorhynchus nuchalis* (Cucarachero) 321
Fotografía 5.2-61 Especie de hábitos nocturnos registrada en el área de intervención 322
Fotografía 5.2-62 *Phimosus infuscatus* (Coquito) 323
Fotografía 5.2-63 *Theristicus caudatus* (Bandurria) 323
Fotografía 5.2-64 *Daptrius chimachima* (Caracara) 324
Fotografía 5.2-65 *Columbina squammata* (Tortolita escamosa) 324
Fotografía 5.2-66 *Sakesphorus canadensis* (Batara copeton) 324
Fotografía 5.2-67 *Dendroplex picus* (Trepatroncos pico de lanza) 324

Fotografía 5.2-68 *Momotus subrufescens* (Barranquero ferina) 325
Fotografía 5.2-69 *Galbula ruficauda* (Jacamar colirrufo) 325
Fotografía 5.2-70 *Caracara plancus* (Caracara) 331
Fotografía 5.2-71 *Megascops choliba* (Currucutu) 331
Fotografía 5.2-72 *Glaucidium brasilianum* (Mochuelo) 331
Fotografía 5.2-73 *Ardea alba* (Garza real) 332
Fotografía 5.2-74 *Tyrannus savana* (Siriri tijereton) 332
Fotografía 5.2-75 *Geothlypis philadelphia* (Reinita) 333
Fotografía 5.2-76 *Setophaga petechia* (Reinita dorada) 333
Fotografía 5.2-77 *Glossophaga soricina* (murciélago de lengua larga común) 343
Fotografía 5.2-78 *Myotis nigricans* (myotis negro) 343
Fotografía 5.2-79 *Phyllostomus discolor* (murciélago nariz de lanza pálido) 344
Fotografía 5.2-80 *Molossus molossus* (murciélago mastín común) 344
Fotografía 5.2-81 *Noctilio albiventris* (murciélago pescador de vientre blanco) 344
Fotografía 5.2-82 *Artibeus jamaicensis* (falso vampiro gigante) 344
Fotografía 5.2-83 *Sturnira parvidens* (murciélago de charreteras menor) 345
Fotografía 5.2-84 *Lophostoma silvicolum* (murciélago de orejas redondas de garganta blanca) 345
Fotografía 5.2-85 *Syntheosciurus granatensis* (ardilla de cola roja) 345
Fotografía 5.2-86 *Sylvilagus floridanus* (conejo) 345
Fotografía 5.2-87 *Procyon cancrivorus* (mapache) 346
Fotografía 5.2-88 *Cerdocyon thous* (Zorro cangrejero) 346
Fotografía 5.2-89 Algunos macroinvertebrados acuáticos de mayor abundancia en los sitios evaluados asociados al Proyecto 391
Fotografía 5.2-90 Taxones más representativos - Perifiton 399
Fotografía 5.2-91 Taxones más representativos - Fitoplancton 406
Fotografía 5.2-92 Taxones más representativos - Fitoplancton 413
Fotografía 5.2-93 Especies asociadas al arroyo Platanal e Isabel López, durante el muestreo realizado 421

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE PROYECTO

5.2 MEDIO BIÓTICO

En el marco de la de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación de Licencia del proyecto "Atlántico Fotovoltaico de 199,5 MW, junto a su Línea de Evacuación de 500 kV", se llevó a cabo una actualización de los componentes que integran ecosistemas terrestres, es decir flora y fauna y ecosistemas acuáticos para los cuerpos de agua objeto de intervención, dado que la caracterización presentada en el EIA, 2021[1], supera la vigencia de los tres (3) años según las especificaciones de la Metodología General para Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, 2018. Esta actualización se justifica debido a la necesidad de contar con información precisa y actualizada que permita evaluar las condiciones del entorno en el que se desarrollará el proyecto. La metodología utilizada se basó en CORINE Land Cover, adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), adicionalmente, para dicha interpretación se utilizó una imagen de satélite Pleiades capturada en febrero de 2023, que ofrece una resolución espacial de 0,5 metros y 4 bandas de resolución espectral.

5.2.1 Biomas

Los biomas fueron determinados teniendo en cuenta la Metodología del Mapa de Ecosistemas Continentales Costeros y Marinos de Colombia (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi – IIAP, actualización 2017) 2 escala 1:100.000.

5.2.1.1 Área de Influencia

Para el área de influencia del proyecto se identificaron dos biomas continentales, siendo el más representativo el Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena el cual ocupa un área de 2811,99 ha (98,85%), seguido del Helobioma Cartagena y delta del Magdalena con un área de 32,61 ha (1,15%). Ver **Tabla 5.2-1.**

TABLA 5.2-1 BIOMAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

BIOMA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	32,61	1,15%
Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	2811,99	98,85%
Total	**2844.60**	**100,00%**

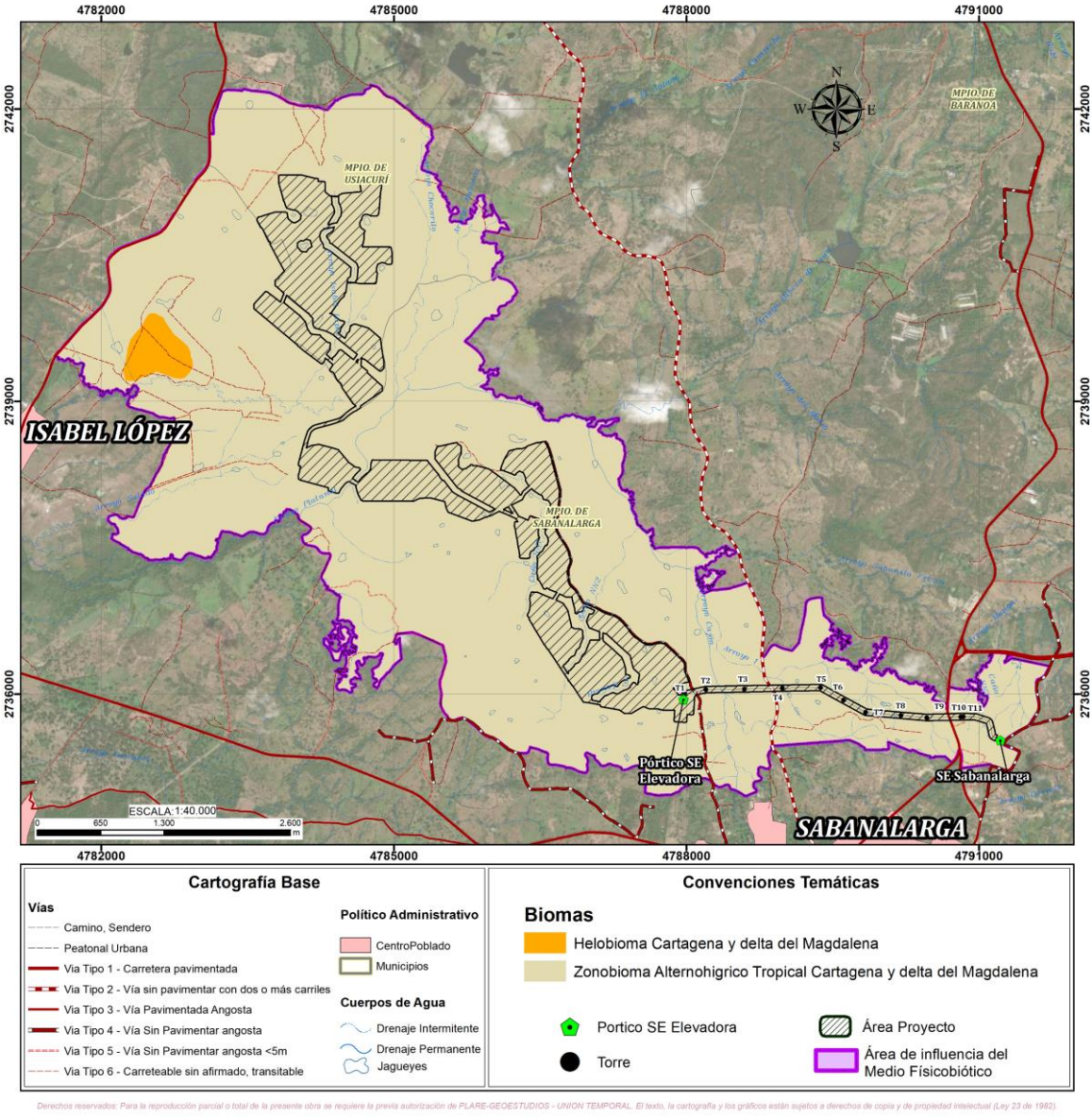
Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

[1] EIA, radicado mediante oficio 2020161852-1-000 del 22 de septiembre de 2020, e información complementaria radicada con oficio 2021049817-1-000 del 19 de marzo de 2021

[2] IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2017. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander vonn Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacifico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andreis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C, 276 p. + 37 hojas cartográficas

En la **Figura 5.2-1** se presentan los biomas continentales identificados en el área de influencia del proyecto.

FIGURA 5.2-1 BIOMAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO



Derechos reservados: Para la reproducción parcial o total de la presente obra se requiere la previa autorización de PLARE-GEOESTUDIOS - UNION TEMPORAL. El texto, la cartografía y los gráficos están sujetos a derechos de copia y de propiedad intelectual (Ley 23 de 1982).

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

5.2.1.2 Área de Intervención

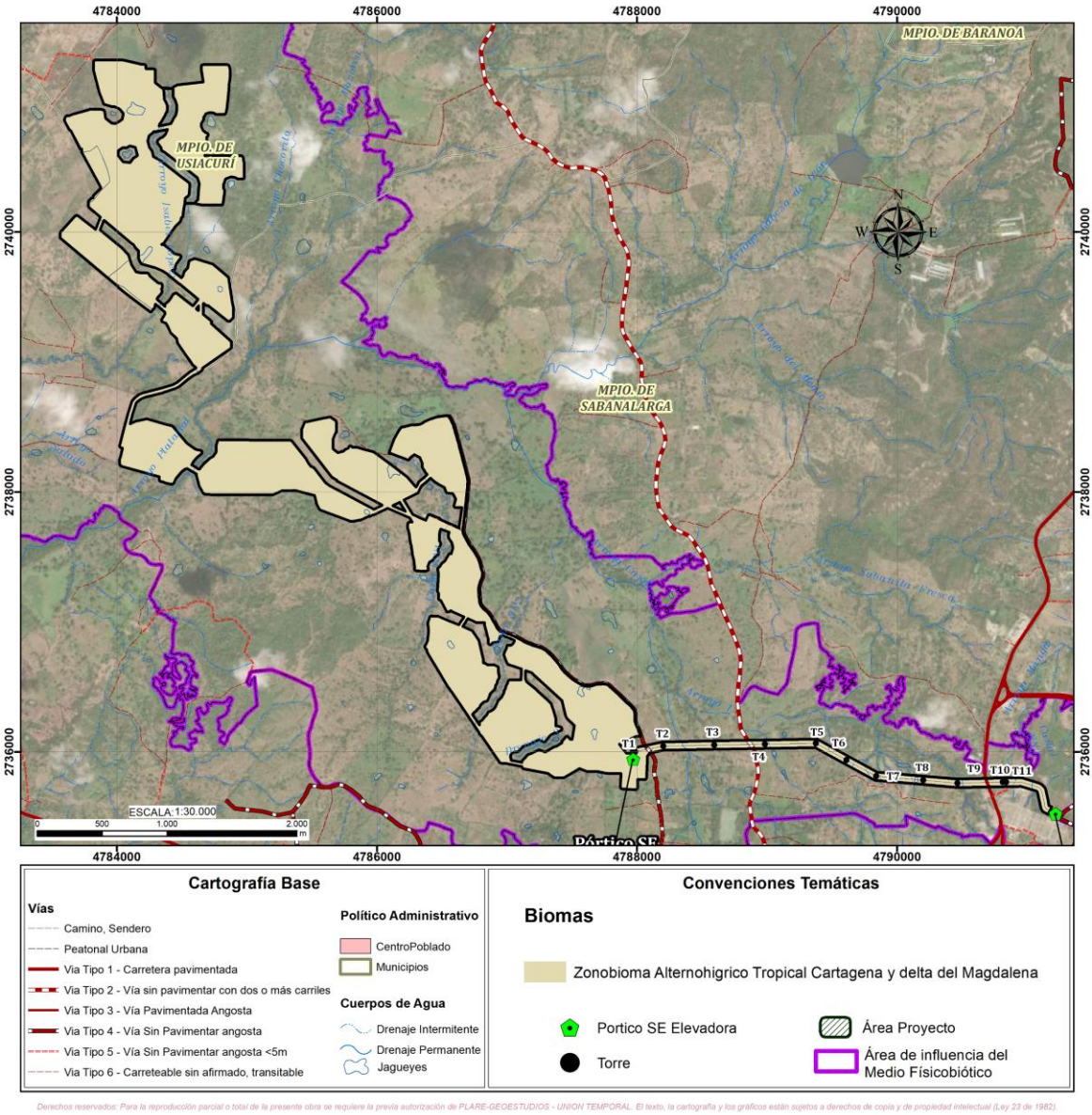
En el área de intervención se identificó el bioma Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena, el cual ocupa una extensión de 435,23 ha (100%). Ver **Tabla 5.2-2** y **Figura 5.2-2**.

TABLA 5.2-2 BIOMAS DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

BIOMA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	435,23	100%

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

FIGURA 5.2-2 BIOMAS DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO



Derechos reservados: Para la reproducción parcial o total de la presente obra se requiere la previa autorización de PLARE-GEOESTUDIOS - UNION TEMPORAL. El texto, la cartografía y los gráficos están sujetos a derechos de copia y de propiedad intelectual (Ley 23 de 1982).

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

5.2.2 Ecosistemas

5.2.2.1 Ecosistemas terrestres

La correlación entre las categorías de cobertura de la tierra y el bioma define los ecosistemas. Según el Mapa de Ecosistemas de Colombia en escala 1:100.000 (IDEAM, 2017), el área donde se planea construir el proyecto "Atlántico Photovoltaic de 199,5 MW junto a su línea de evacuación de 500 kV" pertenece al Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y Delta del Magdalena y el Helobioma Cartagena y Delta del Magdalena.

5.2.2.1.1 Área de Influencia

Esta designación indica que los ecosistemas en el Área de Influencia del proyecto están influenciados en su mayor extensión por las condiciones climáticas (Zonobioma) y la marcada estacionalidad de las lluvias (alternohígrico) y está representado por 2811,99 hectáreas. En términos de clasificaciones similares, se puede considerar que este bioma equivale a la zona de vida bosque seco tropical (bs-T) de Holdridge (Ulloa Delgado, 2016).

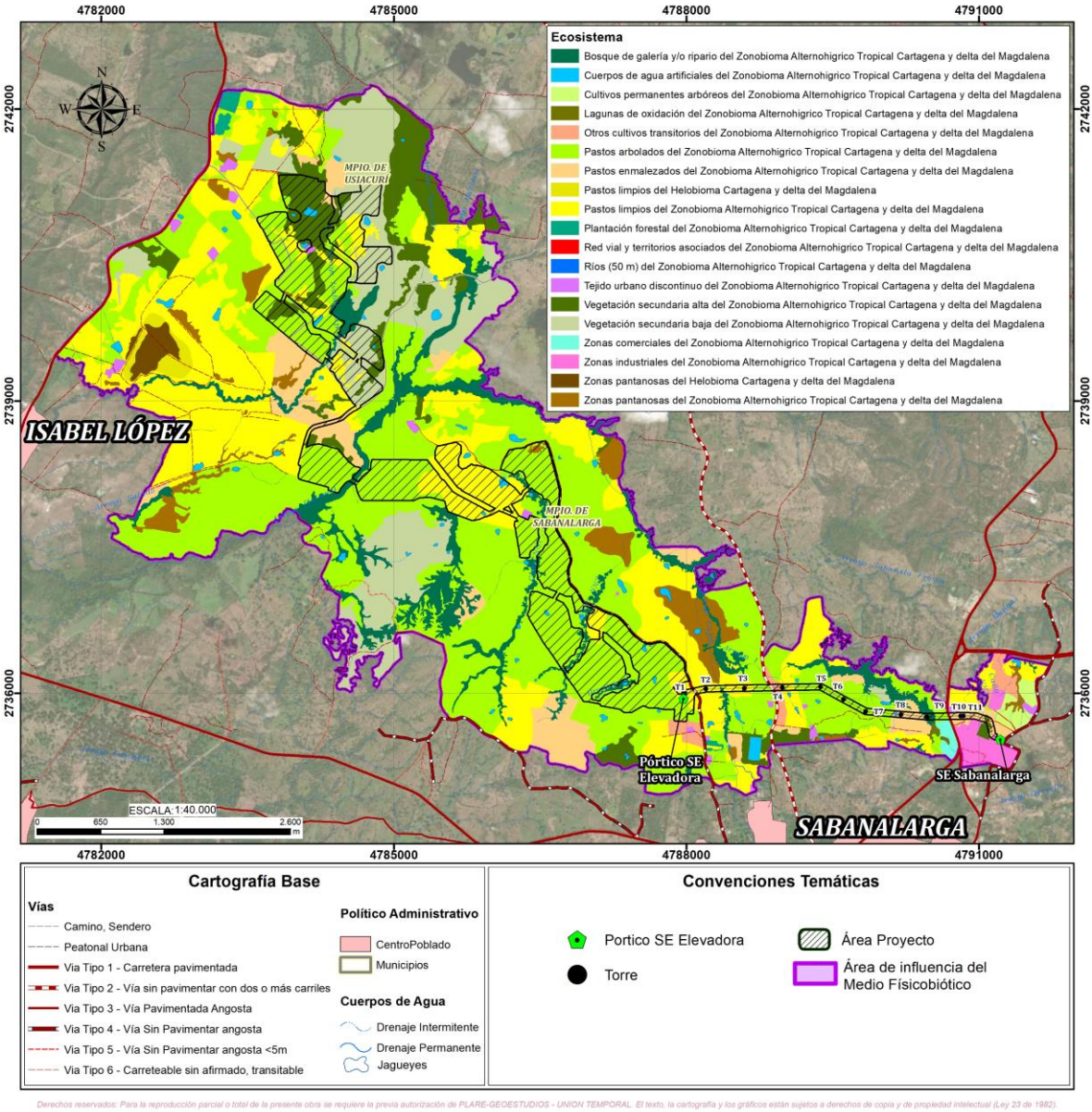
Al analizar la intersección entre las categorías de cobertura de la tierra y los biomas, se identificaron 20 ecosistemas en el área de influencia del proyecto, tres pertenecientes al Helobioma Cartagena y Delta del Magdalena y 17 del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y Delta del Magdalena como se puede ver en la **Tabla 5.2-3** y en la **Figura 5.2-3**.

TABLA 5.2-3 ECOSISTEMAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

BIOMA	ECOSISTEMAS	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Helobioma Cartagena y delta del Magdalena	1.1.2 Tejido urbano discontinuo	0,02	0,00%
	2.3.1 Pastos limpios	15,99	0,56%
	4.1.1 Zonas pantanosas	16,59	0,58%
Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1.1.2 Tejido urbano discontinuo	15,38	0,54%
	1.2.1.1 Zonas industriales	22,49	0,79%
	1.2.1.2 Zonas comerciales	5,78	0,20%
	1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	5,94	0,21%
	2.1.1 Otros cultivos transitorios	20,16	0,71%
	2.2.3 Cultivos permanentes arbóreos	12,00	0,42%
	2.3.1 Pastos limpios	686,91	24,15%
	2.3.2 Pastos arbolados	1102,68	38,76%
	2.3.3 Pastos enmalezados	127,41	4,48%
	3.1.4 Bosque de galería y/o ripario	200,31	7,04%
	3.1.5 Plantación forestal	7,99	0,28%
	3.2.3.1 Vegetación secundaria alta	182,06	6,40%
	3.2.3.2 Vegetación secundaria baja	303,51	10,67%
	4.1.1 Zonas pantanosas	93,57	3,29%
	5.1.1 Ríos	0,23	0,01%
	5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	23,92	0,84%
	5.1.4.2 Lagunas de oxidación	1,58	0,06%
Total		**2844,60**	**100,00%**

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

FIGURA 5.2-3 ECOSISTEMAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO



Derechos reservados: Para la reproducción parcial o total de la presente obra se requiere la previa autorización de PLARE-GEOESTUDIOS - UNION TEMPORAL. El texto, la cartografía y los gráficos están sujetos a derechos de copia y de propiedad intelectual (Ley 23 de 1982).

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

5.2.2.1.2 Área de intervención

Al analizar la intersección entre las categorías de cobertura de la tierra y el bioma, se identificaron doce ecosistemas, como se puede ver en la **Tabla 5.2-4** y en la **Figura 5.2-4**.

TABLA 5.2-4 ECOSISTEMAS DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

BIOMA	ECOSISTEMAS	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	4,52	1,04%
	Cuerpos de agua artificiales del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	3,15	0,72%
	Otros cultivos transitorios del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,77	0,18%
	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	253,48	58,24%
	Pastos enmalezados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	7,90	1,82%
	Pastos limpios del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	75,34	17,31%
	Red vial y territorios asociados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,92	0,21%
	Tejido urbano discontinuo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,59	0,14%
	Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	45,13	10,37%
	Vegetación secundaria baja del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	41,37	9,51%
	Zonas industriales del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,25	0,06%
	Zonas pantanosas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	1,75	0,40%
Total		**435,23**	**100,00%**

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

La **Tabla 5.2-4** presenta una distribución de áreas en hectáreas en diversas categorías dentro del Zonobioma Alternohígrico Tropical en la región de Cartagena y el delta del Magdalena. La categoría dominante son los pastos arbolados con 253,48 hectáreas, lo que equivale a más del 58% del área total.

En comparación, los pastos limpios ocupan una menor cantidad de tierra con 75.34 hectáreas, lo que representa alrededor del 17,31% del total. A diferencia de los pastos arbolados, estos están más libres de maleza, lo que indica un posible uso más intensivo para la ganadería.

Las áreas con vegetación secundaria, tanto alta como baja, también son significativas. La vegetación secundaria alta, que podría incluir arbustos y árboles más altos, abarca 45,13 hectáreas, aproximadamente el 10% del área de intervención; por otro lado, la vegetación secundaria baja, que incluye plantas de menor altura, ocupa 41,37 hectáreas, lo que representa cerca del 9,51% del total. Esto sugiere que hay áreas que se están recuperando o regenerando después de haber sido alteradas, posiblemente por actividades humanas como la agricultura, ganadería o la tala rasa.

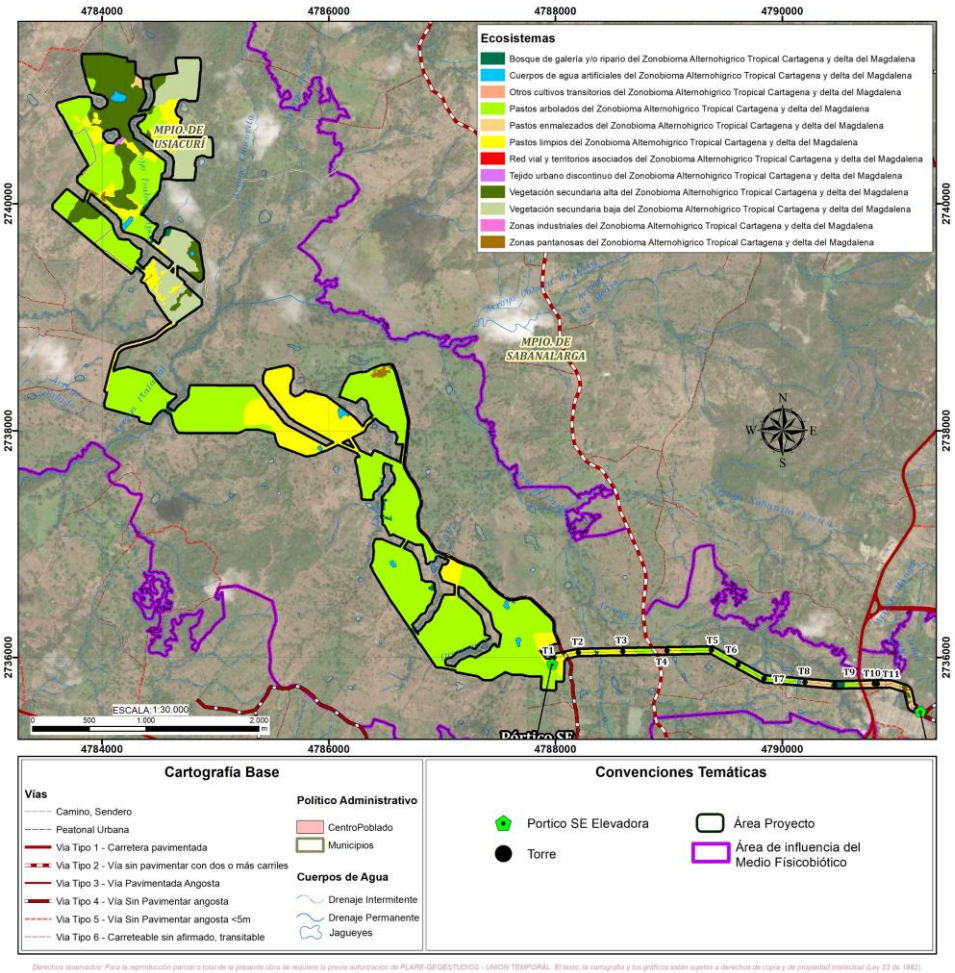
Los pastos enmalezados y los bosques de galería y/o ripario ocupan áreas mucho más pequeñas en comparación con las categorías anteriores. Los pastos enmalezados cubren 7,90 hectáreas, alrededor del 1,82% del total, mientras que los bosques de galería y/o ripario ocupan 4.52 hectáreas, aproximadamente el 1% del total. Los bosques de galería y

ripario suelen estar a lo largo de los cuerpos de agua y representan ecosistemas críticos para la biodiversidad y la calidad del agua.

Las categorías restantes representan una porción muy pequeña del área total. Los cuerpos de agua artificiales, , cubren 3,15 hectáreas. Las zonas pantanosas, que son importantes para la regulación del agua y el hábitat de la vida silvestre, cubren sólo 1,75 hectáreas. La red vial y territorios asociados, así como el tejido urbano discontinuo, que representan la infraestructura y áreas de asentamientos humanos, abarcan 0,92 y 0,59 hectáreas respectivamente. Las zonas industriales comprenden 0,25 hectáreas y las áreas de cultivos transitorios 0,77 hectáreas.

En resumen, el área de intervención está dominada por pastizales, tanto arbolados como limpios y por áreas de vegetación secundaria. Los ecosistemas críticos como los bosques de galería y las zonas pantanosa ocupan porciones más pequeñas, por lo cual la intervención del proyecto no genera una afectación significativa en estos ecosistemas.

FIGURA 5.2-4 ECOSISTEMAS DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO



Derechos reservados: Para la reproducción parcial o total de la presente obra se requiere la previa autorización de PLARE-GEOESTUDIOS - UNION TEMPORAL. El texto, la cartografía y los gráficos están sujetos a derechos de copia y de propiedad intelectual (Ley 23 de 1982).

Fuente: UT PLARE-GEOESTUDIOS, 2023

5.2.2.2 Zonas de vida

5.2.2.2.1 Área de influencia

El área de influencia del proyecto se encuentra en una zona de vida de bosque seco tropical (bs-T), determinada por características de temperatura, precipitación y altitud. Esta zona presenta una temperatura media superior a los 24°C y una precipitación anual promedio de entre 1000 y 2000 mm y se extiende desde el nivel del mar hasta los 1000 m de altitud, según la clasificación de Holdridge (2000). Otros autores también indican que el bosque seco tropical se localiza en áreas con una temperatura media anual superior a los 17°C, donde la evapotranspiración potencial excede la precipitación, que varía entre 250 y 2000 mm al año (Murphy & Lugo, 1986).

5.2.2.2.2 Área de intervención

Como se mencionó previamente, el bosque seco tropical se define como un bioma forestal con características fisionómicas y de vegetación similares; se encuentra en tierras bajas de zonas tropicales y se distingue por un periodo prolongado de déficit hídrico que puede durar hasta seis meses, tiempo durante el cual gran parte del dosel pierde su follaje (Pizano & García, 2014). Al igual que en el área de influencia, en el área de intervención solo se registra esta zona de vida.

5.2.2.3 Coberturas de la tierra

Para interpretar las coberturas presentes en el área de influencia y de intervención, se empleó la metodología CORINE Land Cover -CLC- adaptada para Colombia (IDEAM, 2010); además se utilizó la imagen de satélite Pleiades capturada en febrero de 2023, con una resolución espacial de 0.5 metros y 4 bandas de resolución espectral. y se tomaron puntos de referencia para verificar cada cobertura en el área de influencia y de intervención del proyecto. (ver **Anexo_8_Cartografía/Raster**)

5.2.2.3.1 Área de influencia

En **Tabla 5.2-5** y la **Figura 5.2-5**, se relacionan las unidades de cobertura de la tierra identificadas en el área de influencia del proyecto.

TABLA 5.2-5 UNIDADES DE COBERTURAS DE LA TIERRA DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
1. Territorios artificializados	1.1. Zonas Urbanizadas	1.1.2 Tejido urbano discontinuo	-	15,40	0,54%
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1.1 Zonas industriales	-	22,49	0,79%
		1.2.1.2 Zonas comerciales	-	5,78	0,20%
		1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	-	5,94	0,21%
2. Territorios agrícolas	2.1 Cultivos transitorios	2.1.1 Otros cultivos transitorios	-	20,16	0,71%
		2.2.3 Cultivos permanentes arbóreos	-	12,00	0,42%
	2.3. Pastos	2.3.1 Pastos limpios	-	702,90	24,71%
		2.3.2 Pastos arbolados	-	1102,68	38,76%
		2.3.3 Pastos enmalezados	-	127,41	4,48%

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
3. Bosques y áreas seminaturales	3.2. Bosques	3.1.4 Bosque de galería y/o ripario	-	200,31	7,04%
		3.1.5 Plantación forestal	-	7,99	0,28%
		3.2.3.1 Vegetación secundaria alta	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta	182,06	6,40%
		3.2.3.2 Vegetación secundaria baja	3.2.3.2. Vegetación secundaria baja	303,51	10,67%
4. Áreas húmedas	4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.1 Zonas pantanosas	-	110,16	3,87%
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.1 Ríos	-	0,23	0,01%
		5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	-	23,92	0,84%
		5.1.4.2 Lagunas de oxidación	-	1,58	0,06%
Total				**2844,60**	**100%**

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

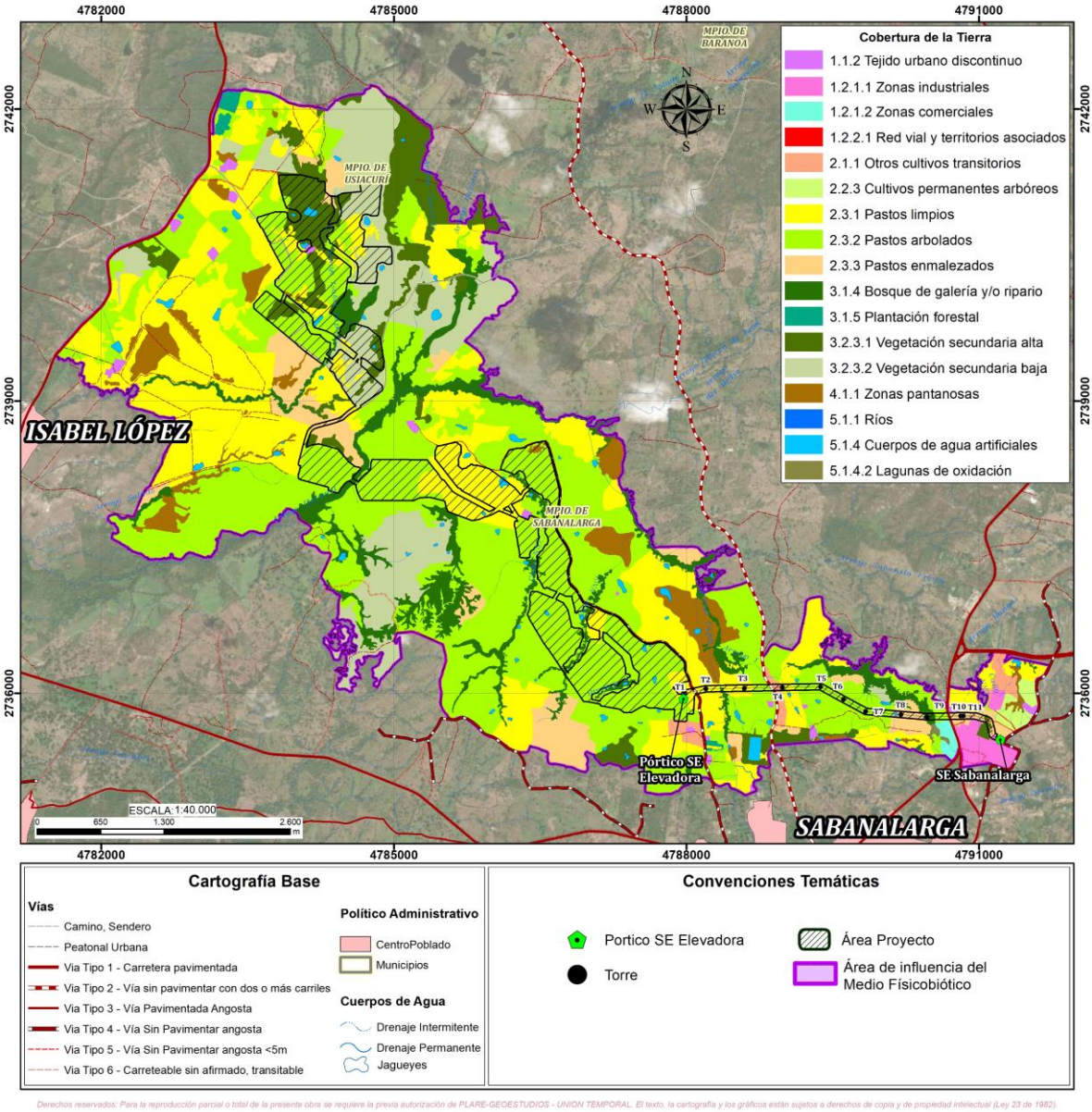
Una vez identificadas las coberturas del área de influencia, encontramos que la más representativa son los pastos arbolados con 1102,68 hectáreas, que representan el 38,76% del total, le sigue los pastos limpios con un área de 702,90 ha (24,71%).

Por otro lado, los bosques y áreas seminaturales tienen una gran presencia en la zona, lo que se evidencia en la extensión de la vegetación secundaria alta y baja que se encuentra representada en el área de influencia con 182,06 ha y 303,51 ha, respectivamente.

Por su parte los bosques de galería y/o riparios alcanzan una representación del 7,04% (200,31 ha) en el área de influencia.

Acorde al resultado anterior, se observa que el área de influencia está compuesta por una matriz de áreas asociadas a pastos y cultivos, mostrando así un territorio antropizado; sin embargo, se observa que existe un proceso de restauración ecológica representado en la presencia de un porcentaje relativamente alto de coberturas naturales y seminaturales.

FIGURA 5.2-5 COBERTURAS DE LA TIERRA DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO



Derechos reservados: Para la reproducción parcial o total de la presente obra se requiere la previa autorización de PLARE-GEOESTUDIOS - UNION TEMPORAL. El texto, la cartografía y los gráficos están sujetos a derechos de copia y de propiedad intelectual (Ley 23 de 1982).

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

5.2.2.3.2 Área de intervención

A continuación, se detallan los resultados obtenidos (ver **Tabla 5.2-6** y la **Figura 5.2-6**).

TABLA 5.2-6 UNIDADES DE COBERTURAS DE LA TIERRA DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
1. Territorios artificializados	1.1. Zonas Urbanizadas	1.1.2 Tejido urbano discontinuo	-	0,59	0,14%
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1.1 Zonas industriales	-	0,25	0,06%
		1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	-	0,92	0,21%
2. Territorios agrícolas	2.1 Cultivos transitorios	2.1.1 Otros cultivos transitorios	-	0,77	0,18%
	2.3. Pastos	2.3.1 Pastos limpios	-	75,34	17,31%
		2.3.2 Pastos arbolados	-	253,48	58,24%
		2.3.3 Pastos enmalezados	-	7,90	1,82%
3. Bosques y áreas seminaturales	3.2. Bosques	3.1.4 Bosque de galería y/o ripario	-	4,52	1,04%
		3.2.3.1 Vegetación secundaria alta	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta	45,13	10,37%
		3.2.3.2 Vegetación secundaria baja	3.2.3.2. Vegetación secundaria baja	41,37	9,51%
4. Áreas húmedas	4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.1 Zonas pantanosas	-	1,75	0,40%
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	-	3,15	0,72%
Total general				**435,23**	**100,00%**

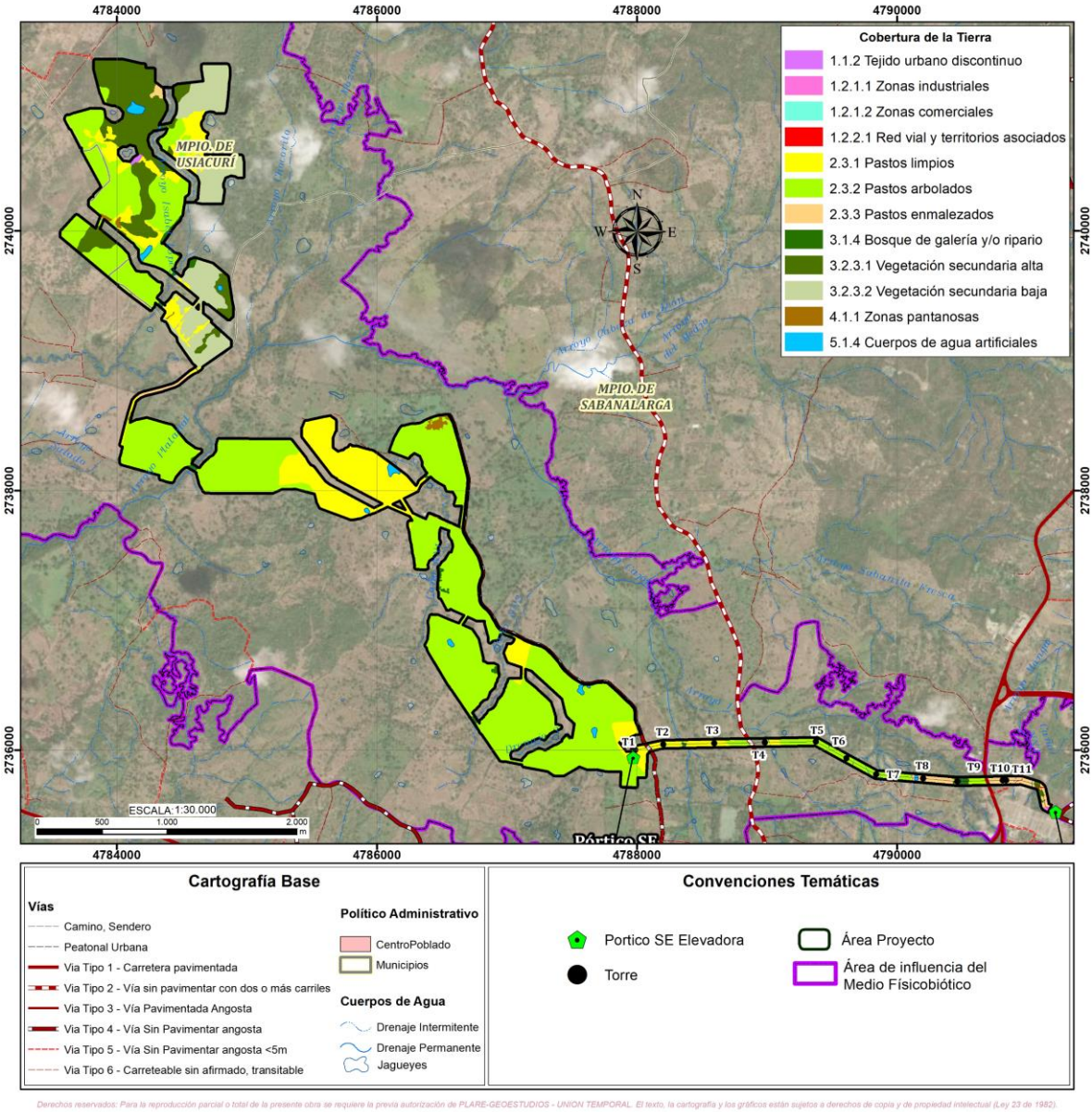
Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

De la tabla anterior podemos mencionar que, en el área de intervención del proyecto la cobertura con mayor presencia son los pastos arbolados con un total de 253,49 hectáreas, que representan el 58,24%, seguida por los pastos limpios, los cuales ocupan 75,35 ha (17,31%).

Las vegetaciones secundaria alta y baja se encuentran representadas con un área de 45,13 ha y 41,38 ha, lo que equivale al 10,37% y 9,51% del total.

Los bosques de galería reducen su extensión considerablemente en comparación al área de influencia con un 1,04% (4,52 ha), debido a que fueron excluidos de las áreas de intervención del proyecto, por lo cual se presenta una excepción para intervención asociada al aprovechamiento para el desarrollo de las ocupaciones de cauce para obras de vías, vallado y zanjado.

FIGURA 5.2-6 COBERTURAS DE LA TIERRA DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO



Derechos reservados: Para la reproducción parcial o total de la presente obra se requiere la previa autorización de PLARE-GEOESTUDIOS - UNION TEMPORAL. El texto, la cartografía y los gráficos están sujetos a derechos de copia y de propiedad intelectual (Ley 23 de 1982).

Fuente: UT PLARE-GEOESTUDIOS, 2023

5.2.2.3.3 Coberturas de la tierra identificadas en el área de influencia y de intervención del proyecto

A continuación, se hace una descripción de las coberturas de la tierra identificadas para el área de influencia y de intervención del proyecto, tomando como base la información del documento de la CORINE Land Cover del año 2010 y de acuerdo con las características encontradas en campo para cada cobertura.

➢ **Territorios artificializados**

Según CORINE Land Cover (CLC, 2010) los territorios artificializados se refieren a áreas urbanas y poblaciones, así como a las zonas periféricas que se integran gradualmente a las áreas urbanas a través de procesos de urbanización o cambio del uso del suelo para fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos.

- Zonas urbanizadas

Las zonas urbanizadas incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados con ellas, que configuran un tejido urbano (CLC, 2010).

  - Tejido urbano discontinuo

De acuerdo con CLC (2010), son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. En este tipo de cobertura las edificaciones, vías e infraestructura artificial cubren el terreno de manera dispersa (discontinua), dejando el resto del área cubierta por vegetación.

La cobertura de la tierra denominada tejido urbano discontinuo está representada en el área de influencia por 15,41 ha, lo que equivale al 0,54% del total; por su parte en el área de intervención del proyecto abarca una extensión de 0.59 hectáreas, lo que representa el 0.14% del total de área analizada (ver **Fotografía 5.2-1**).

FOTOGRAFÍA 5.2-1 COBERTURA TEJIDO URBANO DISCONTINUO



Fuente: Imagen satelital Pleidaes, 2023

  - Zonas industriales o comerciales

Se denominan Zonas industriales o comerciales a las áreas cubiertas por infraestructura artificial, como terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados, sin una presencia dominante de áreas verdes, se utilizan para actividades comerciales o industriales, según la definición del IDEAM (2010). Estas áreas están destinadas principalmente a usos no residenciales y se caracterizan por su urbanización y falta de vegetación significativa (CLC, 2010).

En el área de influencia se identificaron 22,49 ha que corresponden a zonas industriales, lo que equivale al 0,79% del total del área, por su parte las zonas comerciales ocupan un área de 5,78 ha (0,20%).

En el área de intervención del proyecto las zonas industriales identificadas corresponden a la subestación Sabanalarga la cual abarca un área de 0,25 hectáreas, representando el 0,06% del total de área analizada (ver **Fotografía 5.2-2**). No se reportaron zonas comerciales.

FOTOGRAFÍA 5.2-2 COBERTURA ZONAS INDUSTRIALES – SE SABANALARGA



Coordenadas Planas Origen Nacional
E 4790773.51 N 2735554.01

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- Red vial y territorios asociados

Esta cobertura se refiere a las áreas ocupadas por la red vial, que incluye carreteras, calles, autopistas y otros elementos de infraestructura vial. Además de la infraestructura vial en sí, esta categoría también engloba los territorios asociados a estas vías, como áreas de servicio, estacionamientos, áreas de descanso y otros espacios adyacentes destinados a actividades relacionadas con el transporte y la movilidad (CLC, 2010).

En el área de influencia se identificaron 5,94 ha de la cobertura descrita, lo que equivale al 0,21% del total.

La cobertura de la tierra denominada Red vial y territorios asociados abarca un área de 0.92 hectáreas, lo que representa el 0.21% del total de área intervención (ver **Fotografía 5.2-3**).

FOTOGRAFÍA 5.2-3 COBERTURA RED VIAL Y TERRITORIOS ASOCIADOS - VÍA LA CORDIALIDAD, SABANALARGA ATLÁNTICO



Coordenadas Planas Origen Nacional
E 4790756.05 N 2735595.29

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- **Territorios Agrícolas**

Estos terrenos se destinan principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales. Incluyen áreas dedicadas tanto a cultivos permanentes como a cultivos transitorios, así como a pastizales y zonas agrícolas heterogéneas que pueden ser utilizadas para fines pecuarios y agrícolas (CLC, 2010).

- Cultivos transitorios

Los cultivos transitorios se refieren a aquellos cultivos agrícolas que se siembran y cosechan en un período de tiempo relativamente corto, generalmente en menos de un año. Estos cultivos tienen un ciclo de vida más breve en comparación con los cultivos permanentes, como los árboles frutales o los cultivos perennes (CLC, 2010).

  - Otros cultivos transitorios

Esta categoría hace referencia a los cultivos que se caracterizan por ser de corta duración y que se siembran con el propósito de obtener una cosecha en un período de tiempo relativamente corto. Se incluyen en esta clasificación cultivos como hortalizas de ciclo corto, legumbres, tubérculos y otros cultivos anuales que tienen una duración limitada (CLC, 2010).

En el área de influencia fueron registradas 20,16 hectáreas correspondientes a esta unidad de cobertura.

Por otro lado, en el área de intervención esta cobertura abarca un área de 0.77 hectáreas, lo que representa el 0.18% del total estudiado (ver **Fotografía 5.2-4**).

FOTOGRAFÍA 5.2-4 COBERTURA OTROS CULTIVOS TRANSITORIOS



Coordenadas Planas Origen Nacional
E 4788899.95 N 2736073,35

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- Cultivos permanentes arbóreos

Cobertura principalmente ocupada por cultivos de hábito arbóreo, diferentes de plantaciones forestales maderables o de recuperación, como cítricos, palma, mango, etc. (CLC, 2023)

En el área de influencia la unidad de cobertura está representada por 12,00 ha que equivalen al 0,42% del total del área muestreada (ver **Fotografía 5.2-5**). En el área de intervención no se reportaron áreas ocupadas con este tipo de cobertura.

FOTOGRAFÍA 5.2-5 COBERTURA CULTIVOS PERMANENTES ARBÓREOS



Coordenadas Planas Origen Nacional
E 4791525.70 N 2735365,63

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- Pastos limpios

La cobertura de Pastos limpios se refiere a áreas de tierra dedicadas principalmente al cultivo de pastos para la alimentación del ganado. En esta categoría, los pastos se mantienen limpios y libres de malezas y otros tipos de vegetación indeseada (CLC, 2010).

En el área de influencia esta unidad de cobertura es una de las más extensas representando el 24,81% del total, lo que corresponde a 702,90 hectáreas. En el área de intervención los Pastos limpios, se caracterizan por ser zonas de pastoreo intensivo sin árboles, comprenden 75.34 hectáreas, equivalentes al 17.31% del total, siendo una parte significativa del área total, refuerza la idea de la importancia de la ganadería en la región (ver **Fotografía 5.2-6**).

FOTOGRAFÍA 5.2-6 COBERTURA PASTOS LIMPIOS



Coordenadas Planas Origen Nacional
E 4788300,13 N 2736055,30

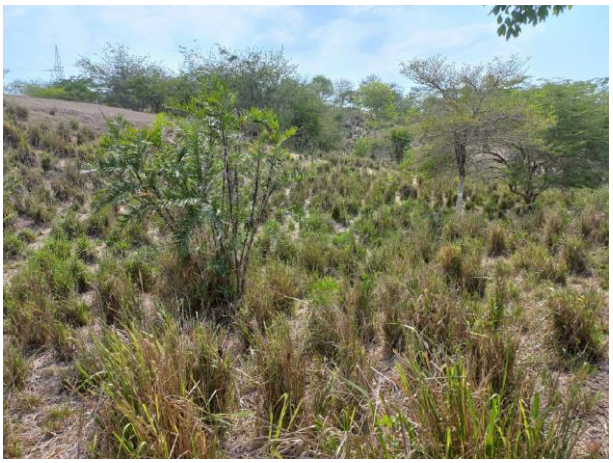
Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

- Pastos arbolados

Los pastos arbolados son áreas de tierra donde se combina la presencia de pastizales con árboles dispersos o agrupados. Esta combinación ofrece beneficios para la producción animal, la conservación del suelo y el medio ambiente en general (CLC, 2010).

Dentro del área de influencia del proyecto los pastos arbolados son la categoría dominante, abarcando 1102,68 hectáreas, que equivalen al 38,76% del total. Así mismo, en el área de intervención se identificaron 253.48 hectáreas, lo que representa el 58.24% del área total. Esto indica una preponderancia de tierras de pastoreo con árboles dispersos, lo que podría sugerir un uso extensivo de la tierra para la ganadería y la silvicultura (ver **Fotografía 5.2-7**).

FOTOGRAFÍA 5.2-7 COBERTURA PASTOS ARBOLADOS



Coordenadas Planas Origen Nacional
E 4789727.04 N 2735873.80

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023.

- **Bosques y áreas seminaturales**

Estos terrenos se destinan principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales. Incluyen áreas dedicadas tanto a cultivos permanentes como a cultivos transitorios, así como a pastizales y zonas agrícolas heterogéneas que pueden ser utilizadas para fines pecuarios y agrícolas. Las coberturas vegetales incluidas en esta categoría abarcan una variedad de tipos de bosques, arbustos y vegetación herbácea. Estas coberturas se desarrollan en diferentes sustratos y altitudes, como resultado de procesos climáticos. Además, se consideran también los territorios desnudos o con afloramientos rocosos y arenosos, los cuales son producto de procesos naturales (CLC, 2010).

- Bosques

Los bosques se definen como áreas con una cubierta vegetal dominado principalmente por árboles, con una altura mínima de 5 metros y una cobertura de copa superior al 30%. Estas áreas boscosas pueden incluir diferentes tipos de bosques, como bosques naturales, bosques secundarios en proceso de regeneración o plantaciones forestales (CLC, 2010).

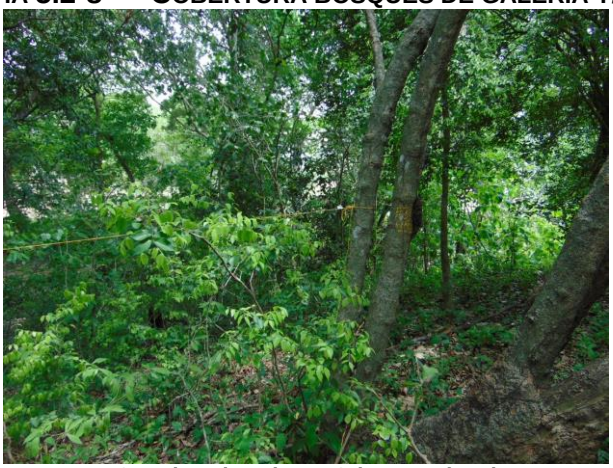
  - Bosque de galería y/o ripario

Los bosques de galería y/o ripario son aquellos que se encuentran a lo largo de los ríos, arroyos o cuerpos de agua, caracterizados por su vegetación densa y adaptada a las condiciones húmedas. Estos bosques desempeñan un papel esencial en la regulación de los ecosistemas acuáticos y terrestres, y en la conservación de la biodiversidad.

Sin embargo, tanto en el área de influencia, como, en la de intervención esta cobertura se caracteriza por ser poco densa, lo que evidencia los altos grados de degradación de las áreas naturales en la zona (CLC, 2010).

El bosque de galería y/o ripario ocupa en el área de influencia un total de 200,31 hectáreas; sin embargo, en el área de influencia solo se identificaron un área de 4.52 hectáreas, lo que representa el 1.04% del total de las coberturas de la tierra analizadas. Aunque su extensión es relativamente pequeña en comparación con los pastizales, estos bosques desempeñan un papel crucial en la biodiversidad y la regulación hídrica (ver **Fotografía 5.2-8**).

FOTOGRAFÍA 5.2-8 COBERTURA BOSQUES DE GALERÍA Y/O RIPARIO



Coordenadas Planas Origen Nacional
E 4788393,53 N 2735978,05

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023.

- Plantación forestal

De acuerdo con lo mencionado en la CLC (2010) *"son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras)*".

En el área de influencia se identificaron 7.99 ha que corresponden a este tipo de cobertura de la tierra. El área de intervención del proyecto no cuenta con representación de plantaciones forestales.

FOTOGRAFÍA 5.2-9 COBERTURA CULTIVOS PERMANENTES ARBÓREOS



Coordenadas Planas Origen Nacional
E 4791525.70 N 2735365,63

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- Vegetación secundaria alta

Se refiere a áreas de vegetación que se han regenerado de forma natural después de haber sido sometidas a actividades humanas o disturbios, como la agricultura, la deforestación o los incendios (CLC, 2010).

Esta vegetación secundaria alta se caracteriza por presentar una altura significativa, generalmente superior a los 5 metros, y una densidad de cobertura considerable. En comparación con los bosques primarios o naturales, la vegetación secundaria alta tiende a tener una estructura más heterogénea y una menor diversidad de especies.

En el área de influencia esta unidad de cobertura se extiende en 182,06 ha, lo que representa el 6,40%. Esta situación presume el desarrollo de procesos de restauración ecológica en la zona.

En el área de intervención ocupa 45,13 hectáreas, lo que representa aproximadamente el 10,37% del total muestreado. Aunque la extensión de la vegetación secundaria alta puede ser menor en comparación con otros tipos de cobertura de la tierra, su importancia radica en su capacidad para recuperar ecosistemas y contribuir a la biodiversidad. Estas áreas proporcionan hábitats para la fauna y desempeñan funciones ecológicas, como la captura de carbono y la protección del suelo contra la erosión.

La presencia de vegetación secundaria alta indica una tendencia hacia la recuperación de áreas previamente afectadas por actividades humanas o disturbios naturales. Si se les permite crecer y desarrollarse durante un período de tiempo suficiente, estas áreas pueden convertirse en bosques maduros o en ecosistemas más diversos (ver **Fotografía 5.2-10**).

FOTOGRAFÍA 5.2-10 COBERTURA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA



Coordenadas Planas Origen Nacional
E 4783858,83 N 2739961,42

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023.

- Vegetación secundaria baja

La vegetación secundaria baja se refiere a áreas donde la vegetación se ha regenerado de forma natural después de disturbios o actividades humanas, pero con una altura y densidad de cobertura más reducidas en comparación con la vegetación secundaria alta. Estas áreas están dominadas por arbustos, hierbas y otros tipos de vegetación de menor porte (CLC, 2010).

Esta cobertura ocupa un área considerable en el área de influencia, reportando un total de 303,51 ha (10,67%); por otro lado, en el área de intervención se identificaron 41,35 ha, representando el 9,50% del total. Aunque presenta una altura y densidad de cobertura reducidas, esta vegetación desempeña un papel importante en la recuperación de los ecosistemas y puede facilitar la sucesión hacia la vegetación primaria (CLC, 2010) (ver **Fotografía 5.2-11**).

FOTOGRAFÍA 5.2-11 COBERTURA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA



Coordenadas Planas Origen Nacional
E 4784663,03 N 2739031,14

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023.

➢ Áreas Húmedas

Comprenden ecosistemas caracterizados por la presencia de agua, ya sea de manera permanente o estacional, y que albergan una amplia diversidad de flora y fauna adaptada a estas condiciones, sea hacia bordes marinos o en los continentes (CLC, 2010).

- Áreas húmedas continentales

Las Áreas húmedas continentales se refieren a ecosistemas acuáticos de agua dulce que se encuentran en el interior de los continentes. Estas áreas comprenden una variedad de hábitats, como lagos, ríos, humedales, pantanos y ciénagas (CLC, 2010).

  - Zonas pantanosas

Según la clasificación de Corine Land Cover se refieren a áreas de terreno cubiertas principalmente por vegetación pantanosa y caracterizadas por la presencia de suelos saturados de agua de forma permanente o estacional (CLC, 2010).

Esta cobertura está presente tanto dentro del área de influencia, como dentro del área de intervención y su extensión es de 110,16 ha (3,87%) y por 1,75 ha (0,40%), respectivamente (ver **Fotografía 5.2-12**).

FOTOGRAFÍA 5.2-12 COBERTURA ZONAS PANTANOSAS



Coordenadas Planas Origen Nacional
E 4783917,94 N 2740095,92

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023.

➢ Superficies de Agua

Según la clasificación de Corine Land Cover se refieren a áreas cubiertas por cuerpos de agua, tanto naturales como artificiales. Estas superficies de agua pueden incluir océanos, mares, lagos, ríos, embalses, estuarios, lagunas y otros cuerpos de agua (CLC, 2010).

- Aguas continentales

Se refieren a las superficies de agua dulce que se encuentran en los continentes, como ríos, lagos, embalses, lagunas, humedales y otros cuerpos de agua interiores (CLC, 2010).

- Ríos

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río (CLC, 2010).

En el área de influencia se identificaron 0,23 ha de esta unidad de cobertura; sin embargo, en el área de intervención no se evidenció (ver **Fotografía 5.2-13**).

FOTOGRAFÍA 5.2-13 COBERTURA RÍOS



Coordenadas Planas Origen Nacional
E 4788470,86 N 2735330,84

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Cuerpos de agua artificiales

Los cuerpos de agua artificiales se refieren a aquellos que han sido creados por el ser humano con el propósito específico de almacenar agua. Estos cuerpos de agua pueden incluir embalses, represas, lagos artificiales y otros sistemas de almacenamiento de agua (CLC,2010).

En el área de influencia se registraron 23,92 hectáreas, lo que corresponde en términos de porcentaje del área total a 0,84%.

En el área de intervención esta cobertura ocupa un área de 3.15 hectáreas, representando el 0.72% del total. Estos cuerpos de agua son creados por el ser humano con el propósito de almacenar agua y cumplen funciones importantes, el abastecimiento de agua potable y el control de caudales. En esta categoría se identifican los jagüeyes, que son utilizados como abrevaderos para la actividad ganadera. Su gestión adecuada es esencial para garantizar su funcionamiento eficiente y sostenible (ver **Fotografía 5.2-14**).

En resumen, las coberturas de la tierra encontradas en el área de intervención reflejan una región dominada por pastizales, con una significativa presencia de vegetación secundaria en regeneración. Las áreas de bosques, cuerpos de agua y zonas pantanosas son comparativamente menores, esto puede implicar que la zona en estudio tiene un enfoque en la ganadería y posiblemente en la agricultura, con limitada urbanización e industrialización.

FOTOGRAFÍA 5.2-14 COBERTURA CUERPOS DE AGUA ARTIFICIALES



Coordenadas Planas Origen Nacional
E 4786569,07 N 2736825,66

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023.

5.2.2.3.4 Caracterización de ecosistemas del área de influencia

- **Zonobioma Alternohígrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena**

La caracterización de los ecosistemas presentes en el área de influencia se hizo en los ecosistemas más representativos en términos del área, así como en los lugares en los cuales se obtuvieron permiso de acceso a los predios para poder realizar el muestreo. En la Tabla 5.2-7 se relacionan las parcelas con la cobertura asociada y sus coordenadas.

TABLA 5.2-7 UBICACIÓN DE LAS PARCELAS PARA CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA

Municipio	Cobertura	ID Parcela	Coordenadas MGNS SIRGAS Origen Nacional	
			Este	Norte
SABANALARGA (Atlántico)	Bosque de galería y/o ripario	BG-SD-P33	4784355,792	2738010,054
		BG-SD-P33A	4784189,275	2737911,852
		BG-SD-P34A	4784706,12	2738412,05
		BG-VP-F32	4784483,73	2738071,87
		BG-VP-F34	4784637,72	2738236,97
		BG-EN-7	4787072,715	2736962,622
		BG-EN-9	4785460,827	2737150,051
		BG-EN-10	4790438,088	2735838,298
	Pastos arbolados	PA-SD-P43	4784940,526	2739801,679
		PA-SD-P44	4784834,077	2739042,764
		PA-SD-P45	4784579,913	2738277,72
		PA-SD-P46	4786253,975	2738409,975
		PA-SD-P49	4786842,352	2737040,937

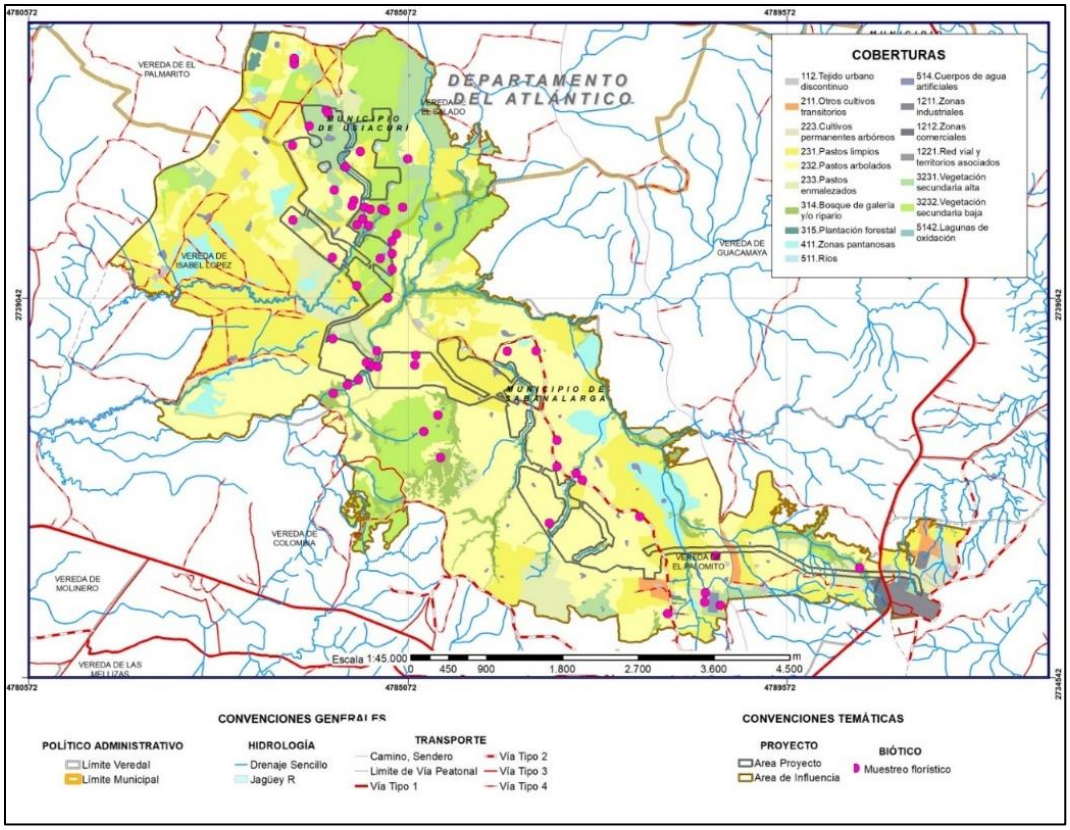
Municipio	Cobertura	ID Parcela	Coordenadas MGNS SIRGAS Origen Nacional	
			Este	Norte
		PA-SD-P51	4786751,06	2736370,905
		PA-SD-P52	4786597,126	2738413,226
		PA-SD-P55	4783707,543	2739963,378
		PA-SD-P56	4784885,401	2739566,734
		PA-EN-5	4785167,84	2738362,29
		PA-EN-11	4788728,766	2735982,293
		PA-EN-12	4784713,807	2738228,102
		PA-EN-13	4785156,279	2738247,729
		PA-EN-14	4786845,535	2737354,765
		PA-EN-15	4787145,992	2736881,766
		PA-EN-16	4787825,717	2736445,88
		PA-EN-17	4788159,044	2735296,112
	Vegetación secundaria alta	VSA-VP-F66	4784181	2738560
		VSA-EN-6	4788783,273	2735397,419
		VSA-EN-7	4788604,715	2735543,594
		VSA-EN-10	4788597,304	2735432,594
	Vegetación secundaria baja	VSB-EN-1	4785432,169	2737653,314
		VSB-EN-2	4785262,484	2737459,196
USIACURÍ	Bosque de galería y/o ripario	BG-SD-P27	4784556,2	2740117,42
		BG-SD-P28	4784763,88	2740096,19
		BG-SD-P29	4784807,06	2740074,34
		BG-SD-P29A	4784471,76	2739911,893
		BG-SD-P30	4784606,22	2739899,24
		BG-SD-P35	4784538,93	2739981,5
	Pastos arbolados	PA-SD-P37	4784507,87	2740781,44
		PA-SD-P38	4783902,142	2741080,658
		PA-SD-P39	4783705,14	2740851,102
		PA-SD-P41	4785073,947	2740691,728
		PA-SD-P42	4784625,255	2740094,634
		PA-SD-P53	4784178,333	2739522,539
		PA-SD-P57	4784332,925	2740598,266
		PA-EN-1	4784432,406	2740195,805
		PA-EN-3	4784409,652	2740134,421
		PA-EN-7	4783723,326	2741856,905
		PA-EN-8	4783722,224	2741816,6
		PA-EN-9	4783725,399	2741884,466

Municipio	Cobertura	ID Parcela	Coordenadas MGNS SIRGAS Origen Nacional	
			Este	Norte
	Vegetación secundaria alta	VSA-VP-F59	4784106	2741266
		VSA-VP-F60	4784128	2741232
		VSA-VP-F61	4784200	2740322
		VSA-VP-F62	4784886	2739380
		VSA-VP-F63	4784884	2739718
	Vegetación secundaria baja	VSB-SD-P67	4784466,2	2739186,01
		VSB-SD-P67A	4785011,32	2740117,61
		VSB-SD-P68A	4785011,32	2740117,61
		VSB-SD-P71	4784745,51	2739513,16

Fuente: HS&E S.A.S., 2024.

En la siguiente figura, se puede observar las parcelas mencionadas anteriormente espacialmente en el área de influencia físico-biótica del proyecto.

FIGURA 5.2-7 LOCALIZACIÓN DE PARCELAS



Fuente: HS&E S.A.S., 2024.

Cabe resaltar, que para cada cobertura de la tierra muestreada se realizó el cálculo de estadígrafos con una probabilidad del 95% y un error de muestreo inferior al 15%, de acuerdo a lo descrito en los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental para los proyectos fotovoltaicos, así como de la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MADS – ANLA, 2018). En la ***Tabla 5.2-8*** se muestran los estadígrafos para la caracterización de las diferentes coberturas es así como el error de muestreo, en este caso, para el bosque de galería es de 14,98%, para la vegetación secundaria alta es de 14,99%, para la vegetación secundaria es de 13,21% y para los pastos arbolados de 14,24%, lo que indica que están dentro de los parámetros solicitados.

TABLA 5.2-8 ESTADÍGRAFOS PARA CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA

Cobertura	Bgr	Pa	Vsa	Vsb
N°. Parcelas	14	29	9	6
Tamaño Parcela (ha)	0,10	0,01	0,10	0,10
t-student (Fórmula)	2,16	2,05	2,31	2,57
Error de muestreo permitido (%)	15,00	15,00	15,00	15,00
Grados de libertad	13,00	28,00	8,00	5,00
Máximo Volumen	26,07	1,86	10,15	7,03
Mínimo Volumen	12,90	0,61	6,15	5,21
Volumen (m3)	264,95	30,02	74,94	37,35
Media (m3/por parcela)	18,93	1,04	8,33	6,22
Media (m3/ha)	189,25	103,52	83,27	62,25
Desviación estándar (m3)	4,91	0,39	1,62	0,78
Coeficiente de Variación (%)	25,94	37,43	19,51	12,58
n	13,96	26,13	8,99	4,65
Error estandar	1,31	0,07	0,54	0,32
Error de muestreo absoluto	2,83	0,15	1,25	0,82
Límite de confianza superior (m3)	21,76	1,18	9,57	7,05
Límite de confianza Inferior (m3)	16,09	0,89	7,08	5,40
ERROR DE MUESTREO (%)	**14,98%**	**14,24%**	**14,99%**	**13,21%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024.

- Caracterización Bosque de galería

Para la cobertura de Bosque de galería se calcularon los estadígrafos de acumulación de especies, en la **Tabla 5.2-9** se observan los resultados.

TABLA 5.2-9 ESTADÍGRAFOS CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA BOSQUE DE GALERÍA

Estimador	Riqueza-Estimada	Representatividad-(%)
ACE Mean	97,9	80,69%
Bootstrap Mean	95,03	83,13%
Cole Rarefaction	79	100,00%
Efectividad de Muestreo		87,87

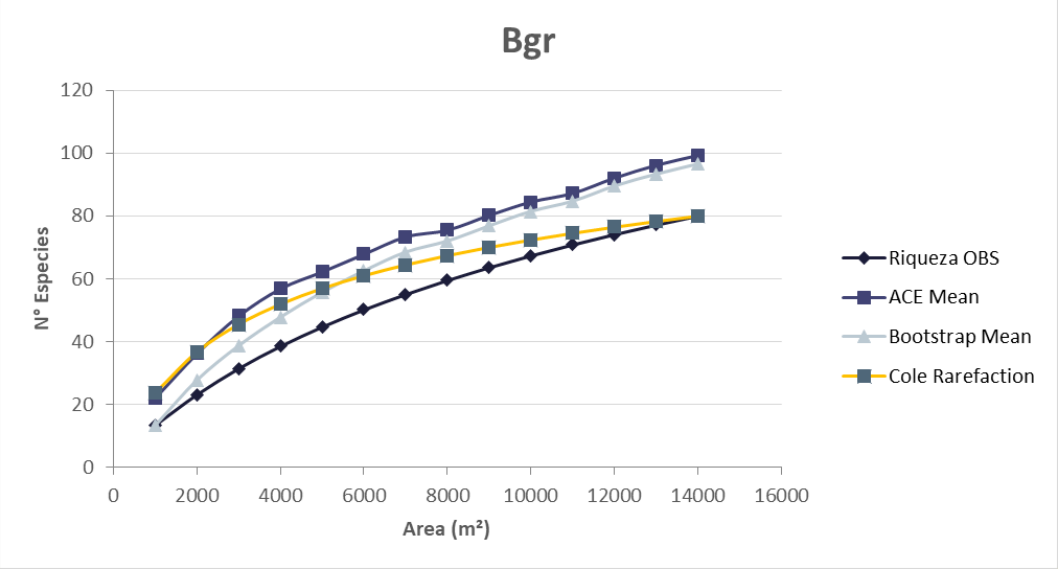
Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Se realizó un muestreo con un total de catorce parcelas en un entorno de bosque de galería, que ha experimentado una considerable intervención humana. A lo largo de este proceso, se identificaron un total de 79 de riqueza observada.

Para evaluar la diversidad de especies en el área de estudio, se emplearon tres índices comúnmente utilizados: ACE Mean, Bootstrap Mean y Cole Rarefaction.

Los resultados revelan que todos los índices superan el umbral del 80% establecido como indicador de una representatividad aceptable del muestreo. El índice ACE Mean ofrece una estimación de riqueza en la población, calculando una cifra de 97,9 de riqueza estimada, con una representatividad del 80,69%. El índice Bootstrap Mean, por otro lado, proporcionó una estimación de 95,03 riqueza estimada, con una representatividad del 83,13% Finalmente, el índice Cole Rarefaction estimó una riqueza esperada de 79, con una representatividad del 100%. Estos resultados indican que el muestreo capturó una proporción significativa de la diversidad esperada de especies en el área estudiada. (ver **Figura 5.2-8**).

FIGURA 5.2-8 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL BOSQUE DE GALERÍA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Caracterización florística del Bosque de galería

En el bosque de galería se censaron 509 individuos arbóreos, representados en 32 familias botánicas y 79 especies, tal como lo muestra la Tabla 5.2-10.

TABLA 5.2-10 FAMILIAS BOTÁNICAS DEL BOSQUE DE GALERÍA

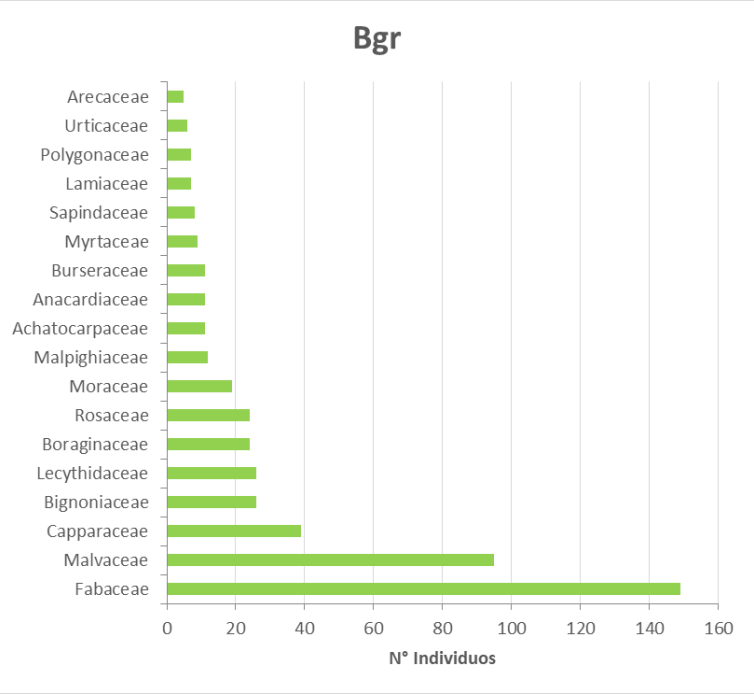
Familia	N° Individuos	% Individuos
FABACEAE	149	29,3%
MALVACEAE	95	18,7%
CAPPARACEAE	39	7,7%

Familia	N° Individuos	% Individuos
BIGNONIACEAE	26	5,1%
LECYTHIDACEAE	26	5,1%
BORAGINACEAE	24	4,7%
ROSACEAE	24	4,7%
MORACEAE	19	3,7%
MALPIGHIACEAE	12	2,4%
ACHATOCARPACEAE	11	2,2%
ANACARDIACEAE	11	2,2%
BURSERACEAE	11	2,2%
MYRTACEAE	9	1,8%
SAPINDACEAE	8	1,6%
LAMIACEAE	7	1,4%
POLYGONACEAE	7	1,4%
URTICACEAE	6	1,2%
ARECACEAE	5	1,0%
COMBRETACEAE	2	0,4%
EUPHORBIACEAE	2	0,4%
RHAMNACEAE	2	0,4%
RUTACEAE	2	0,4%
SALICACEAE	2	0,4%
SYMPLOCACEAE	2	0,4%
ACANTHACEAE	1	0,2%
APOCYNACEAE	1	0,2%
CACTACEAE	1	0,2%
CANNABACEAE	1	0,2%
LAURACEAE	1	0,2%
PHYLLANTHACEAE	1	0,2%
PRIMULACEAE	1	0,2%
RUBIACEAE	1	0,2%
Total	**509**	**100,0%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La Familia más diversa es la Fabaceae con un total de 21 especies, al igual que la que cuenta con mayor número de individuos, con un total de 149, seguida de Malvaceae con 95 individuos.

FIGURA 5.2-9 GRAFICA DE INDIVIDUOS POR FAMILIA PARA EL BOSQUE DE GALERÍA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Aunque la Familia más diversa y con mayor número de individuos es la Fabaceae se destaca la *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae) como la especie más abundante con un total de 73 árboles reportados (***Tabla 5.2-11***).

TABLA 5.2-11 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL BOSQUE DE GALERÍA

Familia	Especie	N° Individuos
ACANTHACEAE	*Bravaisia integerrima (Spreng.) Standl.*	1
ACHATOCARPACEAE	*Achatocarpus aff. pubescens C.H. Wright, Bull.*	11
ANACARDIACEAE	*Astronium graveolens Jacq.*	7
ANACARDIACEAE	*Spondias mombin L.*	4
APOCYNACEAE	*Aspidosperma aff. polyneuron Müll.Arg.*	1
ARECACEAE	*Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess.Boer*	4
ARECACEAE	*Bactris guineensis (L.) H.E.Moore*	1
BIGNONIACEAE	*Crescentia cujete L.*	6
BIGNONIACEAE	*Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.*	9
BIGNONIACEAE	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose*	4
BIGNONIACEAE	*Tabebuia aff serratifolia (Vahl) S.O.Grose*	4
BIGNONIACEAE	*Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.*	3
BORAGINACEAE	*Cordia collococca L. y Vitex*	5
BORAGINACEAE	*Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.*	19

Familia	Especie	N° Individuos
BURSERACEAE	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	11
CACTACEAE	*Pereskia guamacho F.A.C.Weber*	1
CANNABACEAE	*Celtis spp L.*	1
CAPPARACEAE	*Capparidastrum bonifazianum (Cornejo & Iltis)*	8
CAPPARACEAE	*Capparidastrum petiolare (Kunth) Hutch.*	1
CAPPARACEAE	*Crateva tapia L.*	11
CAPPARACEAE	*Cynophalla aff. Heterophylla (Ruiz & Pav. ex DC.) Iltis & Cornejo*	2
CAPPARACEAE	*Cynophalla flexuosa (L.) J.Presl*	1
CAPPARACEAE	*Cynophalla polyantha (Triana & Planch.)*	4
CAPPARACEAE	*Quadrella indica (L.) Iltis & Cornejo.*	4
CAPPARACEAE	*Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.*	8
COMBRETACEAE	*Buchenavia aff. tetraphylla (Aubl.) R. Howard.*	1
COMBRETACEAE	*Terminalia buceras (L.) C.Wright*	1
EUPHORBIACEAE	*Hura crepitans L.*	1
EUPHORBIACEAE	*Sapium glandulosum (L.) Morong.*	1
FABACEAE	*Acacia aff. polyphylla DC.*	3
FABACEAE	*Acacia glomerosa Benth.*	32
FABACEAE	*Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart*	19
FABACEAE	*Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.*	9
FABACEAE	*Crudia aff. bracteata Benth.*	6
FABACEAE	*Crudia aff. glaberrima (Steud.) J.F.Macbr.*	2
FABACEAE	*Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.*	3
FABACEAE	*Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.*	2
FABACEAE	*Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.*	10
FABACEAE	*Machaerium aff floridum (Mart. ex Benth.) Ducke.*	3
FABACEAE	*Muellera sanctae-marthae (Pittier) M.J.Silva & A.M.G.Azevedo*	1
FABACEAE	*Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.*	1
FABACEAE	*Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand.*	1
FABACEAE	*Prosopis juliflora (Sw.) DC.*	5
FABACEAE	*Pseudosamanea guachapele (Kunth) Dugand*	16
FABACEAE	*Pterocarpus rohrii Vahl.*	5
FABACEAE	*Samanea saman (Jacq.) Merr.*	16
FABACEAE	*Senna atomaria (L.) H.S.Irwin & Barneby*	1
FABACEAE	*Senna spp Mill.*	2
FABACEAE	*Swartzia dipetala Willd. ex Vogel.*	9
FABACEAE	*Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn*	3
LAMIACEAE	*Aegiphila ssp Jacq.*	4
LAMIACEAE	*Vitex cymosa L.*	3
LAURACEAE	*Nectandra turbacensis (Kunth) Nees*	1

Familia	Especie	N° Individuos
LECYTHIDACEAE	*Lecythis minor Jacq.*	9
LECYTHIDACEAE	*Lecythis tuyrana Pittier*	17
MALPIGHIACEAE	*Bunchosia aff. nitida (Jacq.) DC.*	12
MALVACEAE	*Ceiba pentandra (L.)*	2
MALVACEAE	*Guazuma ulmifolia Lam.*	73
MALVACEAE	*Pachira quinata (Jacq.) Dugand.*	9
MALVACEAE	*Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.*	5
MALVACEAE	*Sterculia apetala Jacq. H.Karst.*	6
MORACEAE	*Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.*	8
MORACEAE	*Sorocea sprucei (Baill.) J.F.Macbr.*	11
MYRTACEAE	*Eugenia aeruginea DC.*	9
PHYLLANTHACEAE	*Phyllanthus amarus Schumach. & Thonn.*	1
POLYGONACEAE	*Ruprechtia sp C.A.Mey.*	1
POLYGONACEAE	*Triplaris americana (L.) Pav. ex Meisn.*	1
POLYGONACEAE	*Triplaris spp Loefl. ex L.*	5
PRIMULACEAE	*Myrsine coriacea (Sw.) R. Br.*	1
RHAMNACEAE	*Ziziphus thyrsiflora Benth.*	2
ROSACEAE	*Hesperomeles spp Lindl.*	24
RUBIACEAE	*Genipa americana L.*	1
RUTACEAE	*Swinglea glutinosa Merr.*	2
SALICACEAE	*Casearia arborea (Rich.) Urb.*	1
SALICACEAE	*Casearia spp Jacq.*	1
SAPINDACEAE	*Melicoccus bijugatus Jacq.*	6
SAPINDACEAE	*Sapindus saponaria L.*	2
SYMPLOCACEAE	*Symplocos spp. Jacq.*	2
URTICACEAE	*Cecropia peltata L.*	6
Total		509

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Análisis estructural Bosque de galería

Para examinar una población determinada, es esencial comprender su dinámica ecológica y estructura organizacional. Al emplear diversas variables e índices en el estudio estructural, se puede evaluar esta situación. Se lleva a cabo un análisis en dos dimensiones: vertical, que considera los estratos y varias fases de crecimiento de la vegetación; y horizontal, que se enfoca en aspectos como la densidad, la abundancia, la diversidad, entre otros.

✓ Estructura horizontal de Bosque de galería

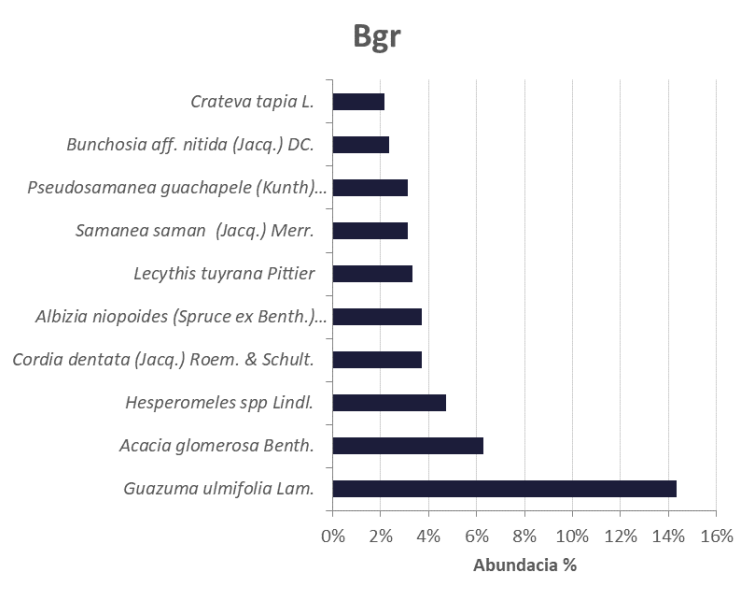
La estructura horizontal de un bosque se refiere a la distribución y composición de las especies en la superficie del bosque. Para evaluar esta estructura, se utilizan diferentes

índices que proporcionan información sobre las ocurrencias y el número de especies, así como su importancia ecológica dentro del ecosistema.

- ✓ Abundancia

En cuanto a la abundancia, la especie más destacada es *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae), con 73 individuos, representando el 14,342% del total. Le siguen *Acacia glomerosa* Benth. (Fabaceae) con 32 individuos (6.287%), y *Hesperomeles spp Lindl.* (Rosaceae) con 24 individuos (4,715%). Estas especies muestran una presencia significativa en el bosque, lo que indica que desempeñan un papel importante en la estructura del ecosistema (**Tabla 5.2-12**).

FIGURA 5.2-10 GRAFICA DE ABUNDANCIA PARA EL BOSQUE DE GALERÍA

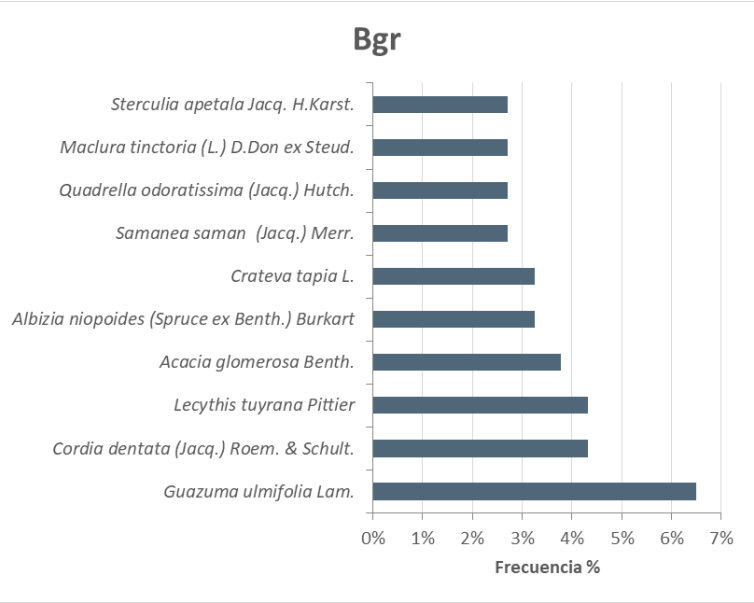


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- ✓ Frecuencia

Destacan *Guazuma ulmifolia Lam.* (Guasimo) con 6,486% de frecuencia y *Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.* (Uvito) al igual que Lecythis tuyrana Pittier (olla de mono), representando el 4,324% cada una. Estas especies muestran una distribución regular en el área de estudio y están presentes en una proporción considerable de las parcelas muestreadas (**Tabla 5.2-12**).

FIGURA 5.2-11 GRAFICA DE FRECUENCIA PARA EL BOSQUE DE GALERÍA



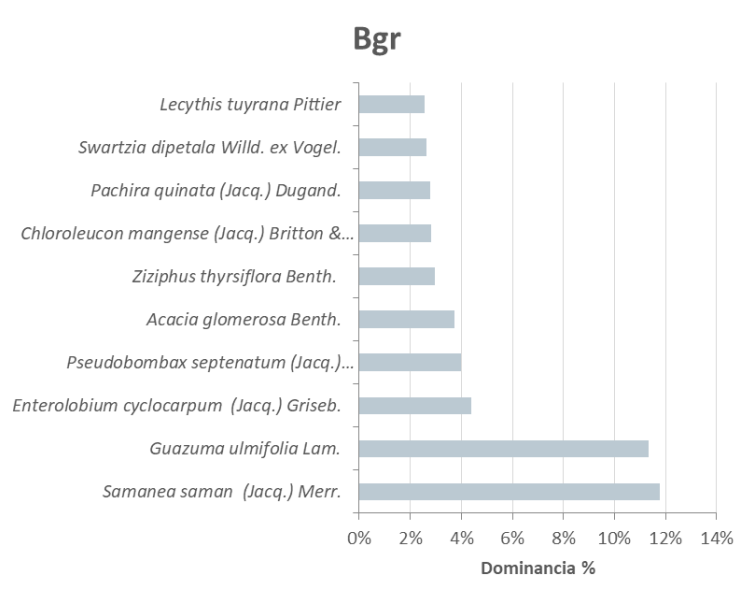
Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- ✓ Dominancia

Las especies que muestran mayor dominancia en términos son *Samanea saman* (Jacq.) Merr. (Fabaceae) y Guazuma *ulmifolia* Lam. (Malvaceae) representando el 11.791% y 11,358% respectivamente (**Tabla 5.2-12**).

Estas especies muestran una ocupación significativa en el espacio del bosque, lo que indica su influencia en la estructura y competencia por los recursos disponibles. Es importante destacar que la dominancia puede estar relacionada con características específicas de las especies, como su tamaño, capacidad competitiva y adaptación al entorno.

FIGURA 5.2-12 GRAFICA DE DOMINANCIA PARA EL BOSQUE DE GALERÍA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- ✓ Índice de valor de importancia

El Índice de Valor de Importancia (IVI) nos permite evaluar la importancia ecológica de las especies en la comunidad. *Guazuma ulmifolia Lam. y Samanea saman (Jacq.) Merr* se destacan como las especies con mayor IVI, indicando su importancia en términos de abundancia y dominancia en el ecosistema (**Tabla 5.2-12**).

En general, el bosque de galería estudiado muestra una diversidad de especies significativas, con la presencia de especies dominantes y abundantes que contribuyen de manera sustancial a la estructura y composición del bosque de galería. La presencia de especies de diferentes familias, como Malvaceae, Fabaceae y Lecythidaceae, indica una mezcla diversa de especies en el ecosistema.

Además, es importante resaltar que las especies identificadas en este análisis pueden ser indicadores de las condiciones ambientales y de las interacciones entre las especies en el bosque de galería.

TABLA 5.2-12 IVI DEL BOSQUE DE GALERÍA

Especie	Abundancia %	Dominancia %	Frecuencia %	IVI
Guazuma ulmifolia Lam.	14,342%	11,358%	6,486%	32,187%
Samanea saman (Jacq.) Merr.	3,14%	11,79%	2,70%	17,64%
Acacia glomerosa Benth.	6,287%	3,742%	3,784%	13,813%
Lecythis tuyrana Pittier	3,34%	2,58%	4,32%	10,24%
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	3,73%	1,62%	4,32%	9,68%
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	3,73%	2,45%	3,24%	9,42%
Hesperomeles spp Lindl.	4,715%	2,499%	2,162%	9,376%
Crateva tapia L.	2,16%	2,48%	3,24%	7,89%

Especie	Abundancia %	Dominancia %	Frecuencia %	IVI
Pseudosamanea guachapele (Kunth) Dugand	3,14%	2,56%	1,08%	6,78%
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.	0,98%	3,98%	1,62%	6,59%
Bursera simaruba (L.) Sarg.	2,16%	2,18%	2,16%	6,50%
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	1,77%	2,83%	1,62%	6,21%
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	0,59%	4,38%	1,08%	6,05%
Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	1,57%	1,75%	2,70%	6,03%
Swartzia dipetala Willd. ex Vogel.	1,77%	2,62%	1,62%	6,01%
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	1,18%	1,61%	2,70%	5,49%
Bunchosia aff. nitida (Jacq.) DC.	2,36%	1,77%	1,08%	5,21%
Melicoccus bijugatus Jacq.	1,18%	1,81%	2,16%	5,15%
Pachira quinata (Jacq.) Dugand.	1,77%	2,76%	0,54%	5,07%
Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.	1,77%	1,06%	2,16%	4,99%
Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.	1,96%	1,79%	1,08%	4,83%
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	1,57%	0,46%	2,70%	4,73%
Ziziphus thyrsiflora Benth.	0,39%	2,97%	1,08%	4,45%
Sorocea sprucei (Baill.) J.F.Macbr.	2,16%	1,04%	1,08%	4,28%
Lecythis minor Jacq.	1,77%	1,83%	0,54%	4,14%
Achatocarpus aff. pubescens C.H. Wright, Bull.	2,16%	0,86%	1,08%	4,11%
Astronium graveolens Jacq.	1,38%	0,38%	2,16%	3,92%
Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess.Boer	0,79%	2,01%	1,08%	3,88%
Pterocarpus rohrii Vahl.	0,98%	1,00%	1,62%	3,61%
Aegiphila ssp Jacq.	0,79%	1,19%	1,62%	3,59%
Cordia collococca L. y Vitex	0,98%	0,91%	1,62%	3,51%
Spondias mombin L.	0,79%	1,09%	1,62%	3,50%
Crudia aff. bracteata Benth.	1,18%	1,70%	0,54%	3,42%
Eugenia aeruginea DC.	1,77%	0,41%	1,08%	3,26%
Crescentia cujete L.	1,18%	0,44%	1,62%	3,24%
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	0,98%	0,51%	1,62%	3,12%
Cecropia peltata L.	1,18%	1,24%	0,54%	2,95%
Capparidastrum bonifazianum (Cornejo & Iltis)	1,57%	0,76%	0,54%	2,87%
Tabebuia aff serratifolia (Vahl) S.O.Grose	0,79%	0,79%	1,08%	2,66%
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	0,79%	0,39%	1,08%	2,25%
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	0,59%	0,35%	1,08%	2,03%
Ceiba pentandra (L.)	0,39%	0,50%	1,08%	1,98%
Acacia aff. polyphylla DC.	0,59%	0,18%	1,08%	1,85%
Vitex cymosa L.	0,59%	0,13%	1,08%	1,80%
Hura crepitans L.	0,20%	1,01%	0,54%	1,75%
Triplaris spp Loefl. ex L.	0,98%	0,18%	0,54%	1,70%
Quadrella indica (L.) Iltis & Cornejo.	0,79%	0,36%	0,54%	1,69%
Cynophalla polyantha (Triana & Planch.)	0,79%	0,28%	0,54%	1,61%
Senna spp Mill.	0,39%	0,08%	1,08%	1,56%
Crudia aff. glaberrima (Steud.) J.F.Macbr.	0,39%	0,60%	0,54%	1,53%
Aspidosperma aff. polyneuron Müll.Arg.	0,20%	0,74%	0,54%	1,48%
Symplocos spp. Jacq.	0,39%	0,53%	0,54%	1,46%
Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.	0,39%	0,53%	0,54%	1,46%
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	0,59%	0,33%	0,54%	1,46%

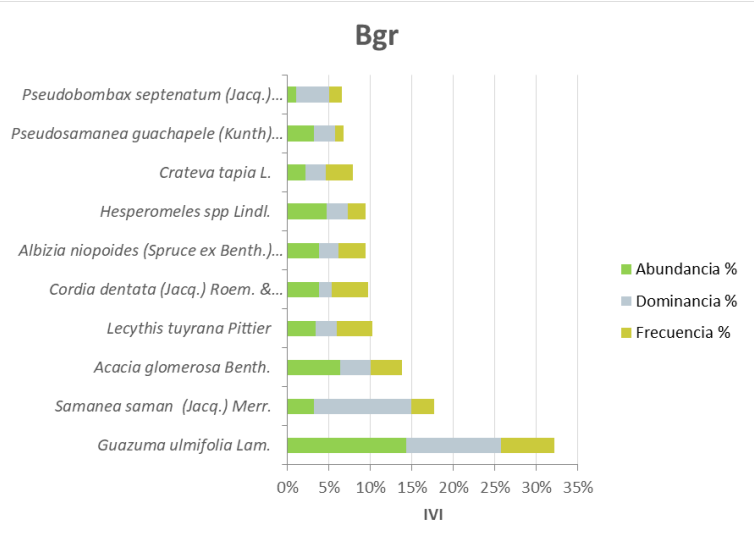
Especie	Abundancia %	Dominancia %	Frecuencia %	IVI
Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.	0,20%	0,62%	0,54%	1,36%
Machaerium aff floridum (Mart. ex Benth.) Ducke.	0,59%	0,17%	0,54%	1,30%
Bravaisia integerrima (Spreng.) Standl.	0,20%	0,53%	0,54%	1,26%
Sapium glandulosum (L.) Morong.	0,20%	0,50%	0,54%	1,24%
Sapindus saponaria L.	0,39%	0,20%	0,54%	1,13%
Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand.	0,20%	0,39%	0,54%	1,13%
Casearia spp Jacq.	0,20%	0,38%	0,54%	1,12%
Cynophalla aff. Heterophylla (Ruiz & Pav. ex DC.) Iltis & Cornejo	0,39%	0,12%	0,54%	1,05%
Swinglea glutinosa Merr.	0,39%	0,10%	0,54%	1,03%
Genipa americana L.	0,20%	0,25%	0,54%	0,99%
Nectandra turbacensis (Kunth) Nees	0,20%	0,21%	0,54%	0,94%
Myrsine coriacea (Sw.) R. Br.	0,20%	0,20%	0,54%	0,94%
Celtis spp L.	0,20%	0,15%	0,54%	0,89%
Capparidastrum petiolare (Kunth) Hutch.	0,20%	0,15%	0,54%	0,89%
Casearia arborea (Rich.) Urb.	0,20%	0,13%	0,54%	0,87%
Buchenavia aff. tetraphylla (Aubl.) R. Howard.	0,20%	0,10%	0,54%	0,84%
Phyllanthus amarus Schumach. & Thonn.	0,20%	0,08%	0,54%	0,82%
Bactris guineensis (L.) H.E.Moore	0,20%	0,07%	0,54%	0,81%
Triplaris americana (L.) Pav. ex Meisn.	0,20%	0,05%	0,54%	0,79%
Cynophalla flexuosa (L.) J.Presl	0,20%	0,04%	0,54%	0,78%
Muellera sanctae-marthae (Pittier) M.J.Silva & A.M.G.Azevedo	0,20%	0,04%	0,54%	0,77%
Ruprechtia sp C.A.Mey.	0,20%	0,04%	0,54%	0,77%
Terminalia buceras (L.) C.Wright	0,20%	0,03%	0,54%	0,77%
Pereskia guamacho F.A.C.Weber	0,20%	0,03%	0,54%	0,77%
Senna atomaria (L.) H.S.Irwin & Barneby	0,20%	0,03%	0,54%	0,77%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	300,00%

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En la **Figura 5.2-13** del Índice de Valor de Importancia (IVI) de esta cobertura del bosque de galería se representan las 10 especies más importantes en términos de su contribución a la estructura y composición del ecosistema.

Esta gráfica permite visualizar de manera clara y concisa el impacto relativo de cada especie en la comunidad vegetal. A través de sus valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa, podemos identificar las especies que destacan por su abundancia, distribución y ocupación del espacio en este ecosistema. El análisis del IVI proporciona información crucial para comprender la importancia ecológica y el papel desempeñado por estas especies clave en el bosque de galería.

FIGURA 5.2-13 IVI ESPECIES EN BOSQUE DE GALERÍA

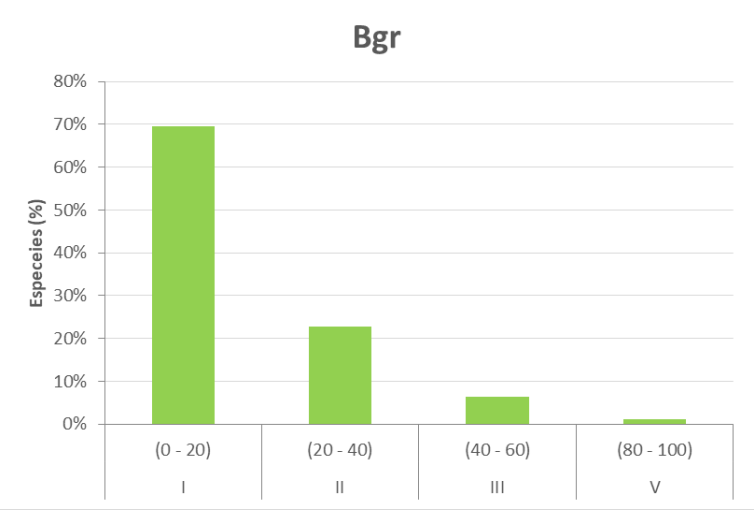


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- ✓ Histograma de frecuencias

Como complemento a la evaluación de la estructura horizontal, en la siguiente figura se ilustra el histograma de frecuencia, en la cual se percibe que el mayor porcentaje de especies está ubicado en la categoría I del histograma. Esto muestra una heterogeneidad florística acentuada en las coberturas evaluadas.

FIGURA 5.2-14 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS EN BOSQUE DE GALERÍA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

✓ Distribución diamétrica de Bosque de galería

Para la determinación de la distribución diamétrica, se utilizó el método de Sturges, para definir las clases diamétricas.

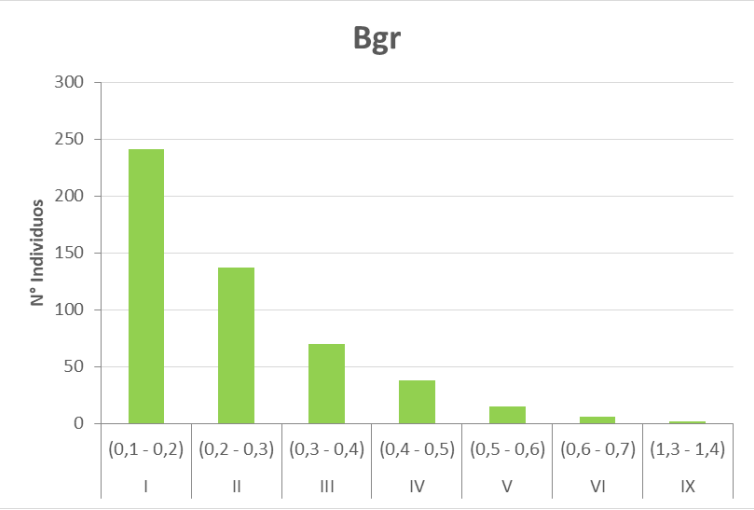
TABLA 5.2-13 DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DE BOSQUE DE GALERÍA

Clase	DAP (m)	N° Individuos	% Individuos
I	(0,1 - 0,2)	241	47,3%
II	(0,2 - 0,3)	137	26,9%
III	(0,3 - 0,4)	70	13,8%
IV	(0,4 - 0,5)	38	7,5%
V	(0,5 - 0,6)	15	2,9%
VI	(0,6 - 0,7)	6	1,2%
IX	(1,3 - 1,4)	2	0,4%
Total		**509**	**100%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La distribución diamétrica de la cobertura del bosque muestra que la mayoría de los árboles se encuentran en las clases de menor diámetro (I a III), representando el 88,016% del total de individuos (**Tabla 5.2-13** y **Figura 5.2-15**). Esto indica una prevalencia de árboles jóvenes y en etapas tempranas de crecimiento en el bosque. A medida que se incrementa el diámetro, la cantidad de árboles disminuye considerablemente, siendo las clases IV a IX menos representativas en términos de número de individuos. Este patrón sugiere un bosque en proceso de regeneración, donde se están estableciendo nuevas cohortes de árboles. Es importante considerar esta distribución diamétrica al planificar estrategias de manejo y conservación, para asegurar la sostenibilidad y la diversidad de la comunidad arbórea en el bosque.

FIGURA 5.2-15 HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DE BOSQUE DE GALERÍA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Volumen total por especies

Tal como se observa en la ***Tabla 5.2-14***, el Bosque de galería y/o ripario, presenta un volumen total de 189,253 m^3 y un volumen comercial de 99,234 m^3. Se destaca que la especie *Samanea saman* (Jacq.) Merr. es la que presenta mayor volumen total y comercial con 23,057 m^3 y 12,861 m^3 respectivamente con 16 individuos, le sigue *Guazuma ulmifolia* Lam. con un volumen total y comercial de 18,976 m^3 y 7,942 m^3 respectivamente con 73 individuos, el hecho que una especie con menor abundancia presente mayor volumen comercial, se puede explicar teniendo en cuenta las dimensiones del mismo y la dominancia que presenta dentro de la cobertura.

TABLA 5.2-14 VOLUMEN TOTAL Y COMERCIAL POR ESPECIE EN BOSQUE DE GALERÍA

Especie	N° Individuos	Vol, Total (m^3/ha)	Vol, Com (m^3/ha)	Biomasa (Kg/ha)
Samanea saman (Jacq.) Merr.	16	23,057	12,861	40127,69
Guazuma ulmifolia Lam.	73	18,976	7,942	28880,27
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	3	9,025	7,580	17081,59
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.	5	8,171	5,824	13193,38
Acacia glomerosa Benth.	32	7,620	4,043	8388,06
Ziziphus thyrsiflora Benth.	2	7,550	4,614	10278,99
Bursera simaruba (L.) Sarg.	11	6,560	2,360	5486,98
Pachira quinata (Jacq.) Dugand.	9	6,335	3,259	7130,20
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	19	5,683	2,902	5397,24
Swartzia dipetala Willd. ex Vogel.	9	5,330	2,985	6958,87
Crateva tapia L.	11	5,221	1,584	6434,82
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	9	4,943	2,910	7145,45
Lecythis tuyrana Pittier	17	4,861	2,601	6339,56
Pseudosamanea guachapele (Kunth) Dugand	16	4,260	2,405	5862,02
Melicoccus bijugatus Jacq.	6	4,115	1,485	4754,01
Crudia aff. bracteata Benth.	6	3,844	1,039	4854,73
Hesperomeles spp Lindl.	24	3,771	1,643	5834,56
Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.	10	3,694	1,658	4282,69
Lecythis minor Jacq.	9	3,533	1,946	4275,81
Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess.Boer	4	3,289	1,528	5534,52
Bunchosia aff. nitida (Jacq.) DC.	12	3,251	0,437	4026,96
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	6	3,190	1,946	4673,69
Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	8	3,014	0,447	4302,02
Aegiphila ssp Jacq.	4	2,235	0,721	3248,21
Cecropia peltata L.	6	2,071	1,316	2873,80
Hura crepitans L.	1	2,066	0,885	3154,18
Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.	9	2,061	0,806	2311,53
Pterocarpus rohrii Vahl.	5	1,881	0,790	2695,47
Sorocea sprucei (Baill.) J.F.Macbr.	11	1,836	1,062	2183,62
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	19	1,831	0,723	3297,72
Cordia collococca L. y Vitex	5	1,700	0,752	2212,86
Spondias mombin L.	4	1,594	0,833	2896,74
Aspidosperma aff. polyneuron Müll.Arg.	1	1,517	0,217	2187,18
Tabebuia aff serratifolia (Vahl) S.O.Grose	4	1,457	0,564	1911,14

Especie	N° Individuos	Vol, Total (m^3/ha)	Vol, Com (m^3/ha)	Biomasa (Kg/ha)
Crudia aff. glaberrima (Steud.) J.F.Macbr.	2	1,349	0,539	1560,03
Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.	1	1,272	0,909	1775,56
Capparidastrum bonifazianum (Cornejo & Iltis)	8	1,216	0,000	1586,28
Bravaisia integerrima (Spreng.) Standl.	1	1,150	0,460	1451,35
Achatocarpus aff. pubescens C.H. Wright, Bull.	11	0,942	0,219	1755,10
Sapium glandulosum (L.) Morong.	1	0,875	0,583	1367,40
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	8	0,855	0,154	855,36
Symplocos spp. Jacq.	2	0,849	0,291	1291,41
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	5	0,827	0,259	1123,86
Astronium graveolens Jacq.	7	0,769	0,350	721,51
Ceiba pentandra (L.)	2	0,733	0,488	1224,32
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	3	0,685	0,357	744,82
Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand.	1	0,681	0,341	1016,66
Cynophalla polyantha (Triana & Planch.)	4	0,620	0,143	532,89
Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.	2	0,616	0,181	1293,54
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	4	0,528	0,214	778,41
Casearia spp Jacq.	1	0,503	0,279	998,08
Quadrella indica (L.) Iltis & Cornejo.	4	0,426	0,053	790,48
Crescentia cujete L.	6	0,395	0,090	870,70
Eugenia aeruginea DC.	9	0,379	0,123	726,66
Genipa americana L.	1	0,369	0,184	610,16
Acacia aff. polyphylla DC.	3	0,361	0,078	332,27
Sapindus saponaria L.	2	0,336	0,194	411,76
Triplaris spp Loefl. ex L.	5	0,306	0,260	297,35
Myrsine coriacea (Sw.) R. Br.	1	0,265	0,059	468,15
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	3	0,243	0,117	688,88
Nectandra turbacensis (Kunth) Nees	1	0,241	0,075	480,16
Machaerium aff floridum (Mart. ex Benth.) Ducke.	3	0,224	0,000	303,71
Bactris guineensis (L.) H.E.Moore	1	0,204	0,000	141,28
Vitex cymosa L.	3	0,172	0,090	221,19
Casearia arborea (Rich.) Urb.	1	0,168	0,028	272,37
Phyllanthus amarus Schumach. & Thonn.	1	0,164	0,141	157,06
Celtis spp L.	1	0,156	0,011	336,64
Capparidastrum petiolare (Kunth) Hutch.	1	0,153	0,044	327,64
Senna spp Mill.	2	0,124	0,052	143,49
Buchenavia aff. tetraphylla (Aubl.) R. Howard.	1	0,121	0,015	212,26
Cynophalla aff. Heterophylla (Ruiz & Pav. ex DC.) Iltis & Cornejo	2	0,109	0,028	224,49
Triplaris americana (L.) Pav. ex Meisn.	1	0,068	0,045	92,89
Swinglea glutinosa Merr.	2	0,060	0,030	183,38
Cynophalla flexuosa (L.) J.Presl	1	0,045	0,000	65,66
Muellera sanctae-marthae (Pittier) M.J.Silva & A.M.G.Azevedo	1	0,038	0,022	63,38
Ruprechtia sp C.A.Mey.	1	0,031	0,021	59,69
Terminalia buceras (L.) C.Wright	1	0,030	0,010	57,89
Senna atomaria (L.) H.S.Irwin & Barneby	1	0,027	0,018	49,38

Especie	N° Individuos	Vol, Total (m^3/ha)	Vol, Com (m^3/ha)	Biomasa (Kg/ha)
Pereskia guamacho F.A.C.Weber	1	0,024	0,004	49,38
Total	**509**	**189,253**	**92,234**	**40127,69**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Grado de agregación

Este parámetro hace referencia a la distribución espacial de las especies registradas en el muestreo, por ende, en la Tabla 3-15, se puede observar el grado de agregación que presenta cada una de las especies para el ecosistema en mención.

TABLA 5.2-15 GRADO DE AGREGACIÓN POR ESPECIE EN BOSQUE DE GALERÍA

Especie	N° Individuos	Nº Parcelas	Frecuencia Abs	De	Do	Ga	Ga Rango
Acacia aff. polyphylla DC.	3	2	14,29%	0,14	0,21	1,50	Tendencia al Agrupamiento
Acacia glomerosa Benth.	32	7	50,00%	0,50	2,29	4,56	Distribución Agrupada
Achatocarpus aff. pubescens C.H. Wright, Bull.	11	2	14,29%	0,14	0,79	5,50	Distribución Agrupada
Aegiphila ssp Jacq.	4	3	21,43%	0,21	0,29	1,33	Tendencia al Agrupamiento
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	19	6	42,86%	0,43	1,36	3,16	Distribución Agrupada
Aspidosperma aff. polyneuron Müll.Arg.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Astronium graveolens Jacq.	7	4	28,57%	0,29	0,50	1,75	Tendencia al Agrupamiento
Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess.Boer	4	2	14,29%	0,14	0,29	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Bactris guineensis (L.) H.E.Moore	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Bravaisia integerrima (Spreng.) Standl.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Buchenavia aff. tetraphylla (Aubl.) R. Howard.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Bunchosia aff. nitida (Jacq.) DC.	12	2	14,29%	0,14	0,86	6,00	Distribución Agrupada
Bursera simaruba (L.) Sarg.	11	4	28,57%	0,29	0,79	2,75	Distribución Agrupada
Capparidastrum bonifazianum (Cornejo & Iltis)	8	1	7,14%	0,07	0,57	8,00	Distribución Agrupada
Capparidastrum petiolare (Kunth) Hutch.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Casearia arborea (Rich.) Urb.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Casearia spp Jacq.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Cecropia peltata L.	6	1	7,14%	0,07	0,43	6,00	Distribución Agrupada
Ceiba pentandra (L.)	2	2	14,29%	0,14	0,14	1,00	Dispersa
Celtis spp L.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	9	3	21,43%	0,21	0,64	3,00	Distribución Agrupada

Especie	N° Individuos	Nº Parcelas	Frecuencia Abs	De	Do	Ga	Ga Rango
Cordia collococca L. y Vitex	5	3	21,43%	0,21	0,36	1,66	Tendencia al Agrupamiento
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	19	8	57,14%	0,57	1,36	2,37	Distribución Agrupada
Crateva tapia L.	11	6	42,86%	0,43	0,79	1,83	Tendencia al Agrupamiento
Crescentia cujete L.	6	3	21,43%	0,21	0,43	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Crudia aff. bracteata Benth.	6	1	7,14%	0,07	0,43	6,00	Distribución Agrupada
Crudia aff. glaberrima (Steud.) J.F.Macbr.	2	1	7,14%	0,07	0,14	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Cynophalla aff. Heterophylla (Ruiz & Pav. ex DC.) Iltis & Cornejo	2	1	7,14%	0,07	0,14	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Cynophalla flexuosa (L.) J.Presl	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Cynophalla polyantha (Triana & Planch.)	4	1	7,14%	0,07	0,29	4,00	Distribución Agrupada
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	3	2	14,29%	0,14	0,21	1,50	Tendencia al Agrupamiento
Eugenia aeruginea DC.	9	2	14,29%	0,14	0,64	4,50	Distribución Agrupada
Genipa americana L.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.	2	1	7,14%	0,07	0,14	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Guazuma ulmifolia Lam.	73	12	85,71%	0,86	5,21	6,06	Distribución Agrupada
Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.	9	4	28,57%	0,29	0,64	2,25	Distribución Agrupada
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	4	2	14,29%	0,14	0,29	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Hesperomeles spp Lindl.	24	4	28,57%	0,29	1,71	5,99	Distribución Agrupada
Hura crepitans L.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Lecythis minor Jacq.	9	1	7,14%	0,07	0,64	9,00	Distribución Agrupada
Lecythis tuyrana Pittier	17	8	57,14%	0,57	1,21	2,12	Distribución Agrupada
Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.	10	2	14,29%	0,14	0,71	5,00	Distribución Agrupada
Machaerium aff floridum (Mart. ex Benth.) Ducke.	3	1	7,14%	0,07	0,21	3,00	Distribución Agrupada
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	8	5	35,71%	0,36	0,57	1,60	Tendencia al Agrupamiento
Melicoccus bijugatus Jacq.	6	4	28,57%	0,29	0,43	1,50	Tendencia al Agrupamiento
Muellera sanctae-marthae (Pittier) M.J.Silva & A.M.G.Azevedo	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Myrsine coriacea (Sw.) R. Br.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Nectandra turbacensis (Kunth) Nees	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa

Especie	N° Individuos	Nº Parcelas	Frecuencia Abs	De	Do	Ga	Ga Rango
Pachira quinata (Jacq.) Dugand.	9	1	7,14%	0,07	0,64	9,00	Distribución Agrupada
Pereskia guamacho F.A.C.Weber	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Phyllanthus amarus Schumach. & Thonn.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	5	3	21,43%	0,21	0,36	1,66	Tendencia al Agrupamiento
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.	5	3	21,43%	0,21	0,36	1,66	Tendencia al Agrupamiento
Pseudosamanea guachapele (Kunth) Dugand	16	2	14,29%	0,14	1,14	7,99	Distribución Agrupada
Pterocarpus rohrii Vahl.	5	3	21,43%	0,21	0,36	1,66	Tendencia al Agrupamiento
Quadrella indica (L.) Iltis & Cornejo.	4	1	7,14%	0,07	0,29	4,00	Distribución Agrupada
Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	8	5	35,71%	0,36	0,57	1,60	Tendencia al Agrupamiento
Ruprechtia sp C.A.Mey.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Samanea saman (Jacq.) Merr.	16	5	35,71%	0,36	1,14	3,19	Distribución Agrupada
Sapindus saponaria L.	2	1	7,14%	0,07	0,14	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Sapium glandulosum (L.) Morong.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Senna atomaria (L.) H.S.Irwin & Barneby	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Senna spp Mill.	2	2	14,29%	0,14	0,14	1,00	Dispersa
Sorocea sprucei (Baill.) J.F.Macbr.	11	2	14,29%	0,14	0,79	5,50	Distribución Agrupada
Spondias mombin L.	4	3	21,43%	0,21	0,29	1,33	Tendencia al Agrupamiento
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	6	5	35,71%	0,36	0,43	1,20	Tendencia al Agrupamiento
Swartzia dipetala Willd. ex Vogel.	9	3	21,43%	0,21	0,64	3,00	Distribución Agrupada
Swinglea glutinosa Merr.	2	1	7,14%	0,07	0,14	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Symplocos spp. Jacq.	2	1	7,14%	0,07	0,14	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Tabebuia aff serratifolia (Vahl) S.O.Grose	4	2	14,29%	0,14	0,29	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	3	2	14,29%	0,14	0,21	1,50	Tendencia al Agrupamiento
Terminalia buceras (L.) C.Wright	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Triplaris americana (L.) Pav. ex Meisn.	1	1	7,14%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Triplaris spp Loefl. ex L.	5	1	7,14%	0,07	0,36	5,00	Distribución Agrupada

Especie	N° Individuos	Nº Parcelas	Frecuencia Abs	De	Do	Ga	Ga Rango
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	3	1	7,14%	0,07	0,21	3,00	Distribución Agrupada
Vitex cymosa L.	3	2	14,29%	0,14	0,21	1,50	Tendencia al Agrupamiento
Ziziphus thyrsiflora Benth.	2	2	14,29%	0,14	0,14	1,00	Dispersa

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Este parámetro indica la tendencia al agrupamiento de los individuos de las especies que componen una determinada cobertura, su valor siempre se mueve en tres rangos, los cuales se describen a continuación:

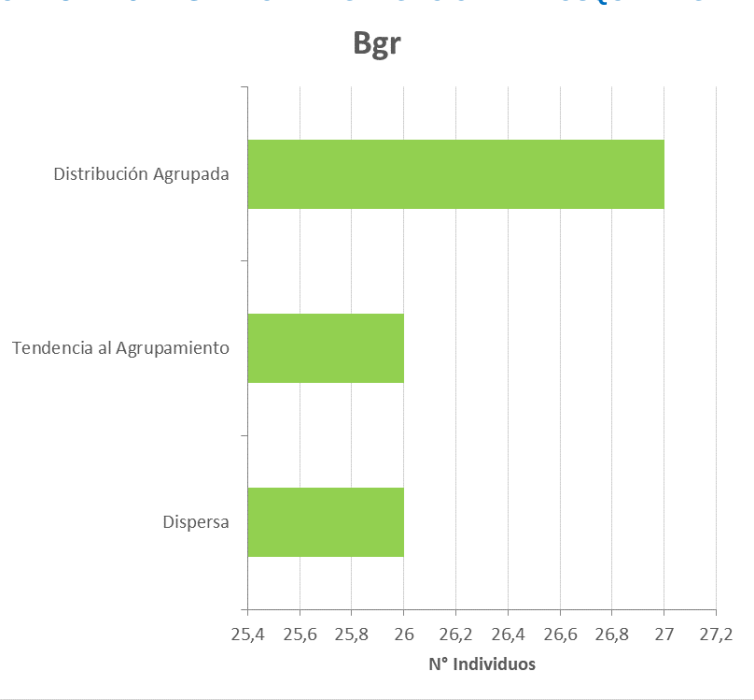
GA≥ a 1, y < a 2 indica tendencia al agrupamiento

GA≥ a 2, Indica que la especie tiene una distribución agrupada

GA< a 1; Indica que la especie se encuentra dispersa

Por lo tanto, se puede observar que, en las 79 especies registradas en el inventario para el Bosque de galería, 26 corresponden a especies dispersas, 27 a especies agrupadas y 26 a especies con tendencia al agrupamiento.

FIGURA 5.2-16 GRADO DE AGREGACIÓN EN BOSQUE DE GALERÍA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Estructura vertical de Bosque de galería

La estructura vertical del bosque se puede analizar a través de la distribución de alturas de los árboles. Al graficar los datos tomados en campo, se observan las alturas totales y

comerciales de los árboles. La altura total varía desde 3 metros hasta 35 metros, mientras que la altura comercial va hasta los 13 metros. En el bosque de galería hay ausencia de árboles pertenecientes a las clases altimétricas VI y VIII y acumulación de individuos en las primeras clases altimétricas.

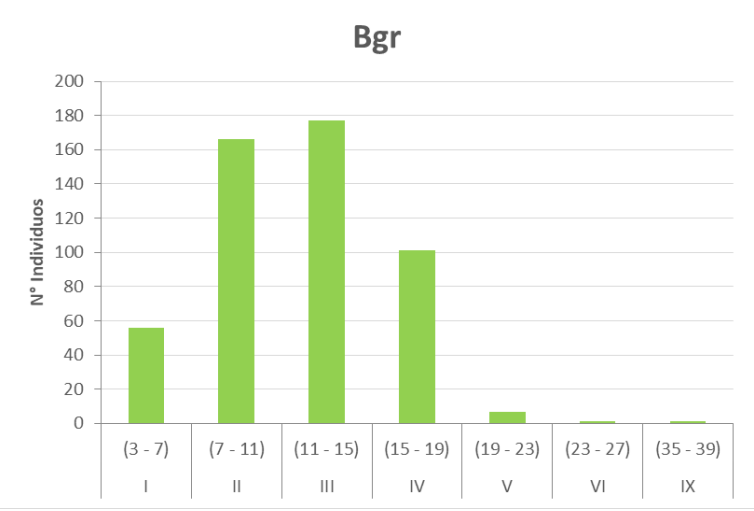
TABLA 5.2-16 CLASE ALTIMÉTRICA EN BOSQUE DE GALERÍA

Clase	Altura (m)	N° Individuos	% Individuos
I	(3 - 7)	56	11,0%
II	(7 - 11)	166	32,6%
III	(11 - 15)	177	34,8%
IV	(15 - 19)	101	19,8%
V	(19 - 23)	7	1,4%
VI	(23 - 27)	1	0,2%
IX	(35 - 39)	1	0,2%
Total		**509**	**100,0%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En la Tabla 5.2-16**,** que representa la estructura vertical del bosque, se puede apreciar la presencia de diferentes estratos arbóreos. Se observan árboles de menor altura representando a las especies más jóvenes o de menor desarrollo. A medida que se aumenta en la gráfica, se encuentran árboles de mayor altura, Indicando una mayor edad y desarrollo.

FIGURA 5.2-17 HISTOGRAMA DE CLASE ALTIMÉTRICA DEL BOSQUE DE GALERÍA

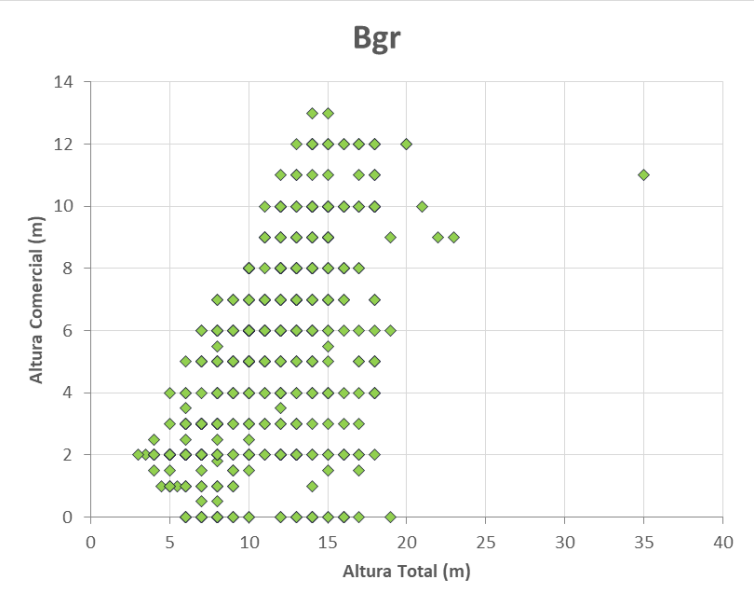


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La caracterización de la estructura vertical se llevó a cabo considerando el diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al. (1965). Este diagrama, una gráfica cartesiana, registra los valores de altura total (ordenadas) y reiteración (abscisas). Sin embargo, en este estudio, se optó por analizar la altura comercial para complementar la

descripción del ecosistema en cuestión. La dispersión de puntos no muestra estratificación evidente, lo cual sugiere una representación de bosques más heterogéneos y maduros.

FIGURA 5.2-18 DIAGRAMA DE OGAWA DE BOSQUE DE GALERÍA

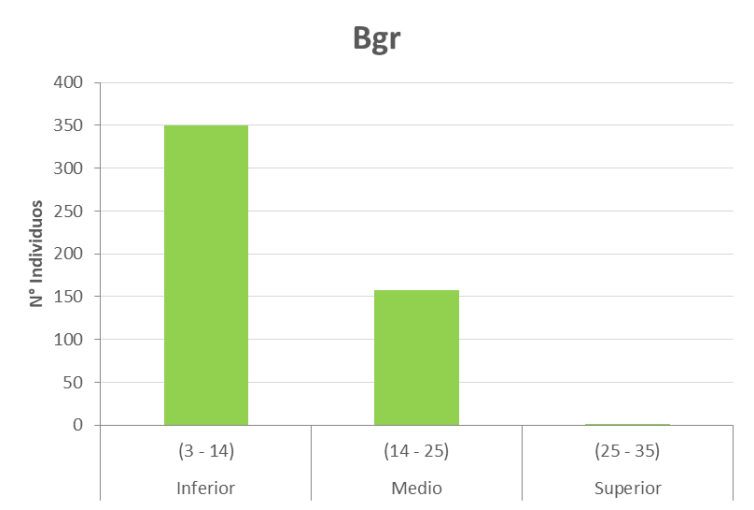


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Posición sociológica de Bosque de galería

De acuerdo con Cantillo (2001), la posición sociológica de una especie en un bosque se determina por su presencia en los distintos estratos arbóreos. Si una especie se encuentra en todos los estratos, esto garantizará su participación en la estructura y composición florística del bosque. Para evaluar la regularidad de la abundancia de individuos en cada estrato, se asignan valores numéricos a cada especie. Si se observa una disminución gradual en el número de individuos de una especie desde el estrato inferior hasta el estrato superior, se le otorgará mayor importancia en su posición sociológica.

FIGURA 5.2-19 HISTOGRAMA DE LA ESTRATIFICACIÓN DEL BOSQUE DE GALERÍA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En la **Tabla 5.2-17**, se puede observar la posición sociológica del bosque de galería caracterizado.

TABLA 5.2-17 ESTRATIFICACIÓN DEL BOSQUE DE GALERÍA

Estrato	Altura (m)	N° Individuos	% Individuos
Inferior	(3 - 14)	350	68,762%
Medio	(14 - 25)	158	31,041%
Superior	(25 - 35)	1	0,196%
Total		**509**	**100,0%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Los datos proporcionados muestran que los individuos se distribuyen en tres estratos: inferior, medio y superior.

En el estrato inferior, que abarca alturas de 3 metros a 14 metros, se encuentran 350 individuos, lo que representa aproximadamente el 68,762% del total de individuos.

En el estrato medio, que abarca alturas de 14 metros a 25 metros, se registra la presencia de 158 árboles, representando aproximadamente el 31,041% del total de individuos.

En el estrato superior, que abarca alturas de 25 metros a 35 metros, se encuentra 1 individuo, lo que representa aproximadamente el 0,196% del total de individuos.

Estos datos indican una distribución que con mayor representatividad de individuos de menor estrato. El estrato superior es el menos poblado, seguido del estrato medio y el estrato inferior.

En la **Tabla 5.2-18** se pueden observar las especies en el bosque en función de su distribución en los distintos estratos. Al analizar los números de individuos por estrato, se asignan valores numéricos que representan la importancia de cada especie en su posición

sociológica. La especie *Guazuma ulmifolia* Lam ocupa la posición más destacada, con una presencia significativa en los estratos inferior y medio del bosque, lo que le otorga un valor de 14,46% en su posición sociológica (PS). Otra especie como *Acacia glomerosa* Benth. (5,77%) también presentan una presencia considerable, lo que les confiere cierta importancia sociológica. Por otro lado, la especie *Bursera simaruba* (L.) Sarg. A pesar de ser la única que tiene presencia en los tres estratos no cuenta con una posición sociológica destacada (1,85%) debido principalmente a que es una especie que tiene poca abundancia. En general, se puede concluir que la distribución y presencia de las especies en los diferentes estratos del bosque influye en su importancia sociológica dentro del ecosistema.

TABLA 5.2-18 POSICIÓN SOCIOLÓGICA POR ESPECIE DEL BOSQUE DE GALERÍA

Especie	No. INDIVIDUOS/ESTRATO			Posición Sociológica	
	Estrato Inferior	Estrato Medio	Estrato superior	Ps	Ps%
Guazuma ulmifolia Lam.	350,69	68,29	0,00	418,98	14,46%
Acacia glomerosa Benth.	123,77	43,46	0,00	167,23	5,77%
Hesperomeles spp Lindl.	151,28	6,21	0,00	157,49	5,44%
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	110,02	9,31	0,00	119,33	4,12%
Lecythis tuyrana Pittier	75,64	18,62	0,00	94,26	3,25%
Pseudosamanea guachapele (Kunth) Dugand	61,89	21,73	0,00	83,61	2,89%
Samanea saman (Jacq.) Merr.	61,89	21,73	0,00	83,61	2,89%
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	41,26	40,35	0,00	81,61	2,82%
Achatocarpus aff. pubescens C.H. Wright, Bull.	75,64	0,00	0,00	75,64	2,61%
Sorocea sprucei (Baill.) J.F.Macbr.	55,01	9,31	0,00	64,32	2,22%
Bunchosia aff. nitida (Jacq.) DC.	48,13	15,52	0,00	63,65	2,20%
Eugenia aeruginea DC.	61,89	0,00	0,00	61,89	2,14%
Crateva tapia L.	48,13	12,42	0,00	60,55	2,09%
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	55,01	3,10	0,00	58,11	2,01%
Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.	48,13	6,21	0,00	54,34	1,88%
Bursera simaruba (L.) Sarg.	41,26	12,42	0,02	53,69	1,85%
Lecythis minor Jacq.	41,26	9,31	0,00	50,57	1,75%
Swartzia dipetala Willd. ex Vogel.	41,26	9,31	0,00	50,57	1,75%
Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.	34,38	15,52	0,00	49,90	1,72%
Capparidastrum bonifazianum (Cornejo & Iltis)	41,26	6,21	0,00	47,47	1,64%
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	34,38	9,31	0,00	43,69	1,51%
Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	34,38	9,31	0,00	43,69	1,51%
Cecropia peltata L.	41,26	0,00	0,00	41,26	1,42%
Crescentia cujete L.	41,26	0,00	0,00	41,26	1,42%
Pachira quinata (Jacq.) Dugand.	20,63	18,62	0,00	39,25	1,35%
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	34,38	3,10	0,00	37,49	1,29%
Astronium graveolens Jacq.	27,50	9,31	0,00	36,82	1,27%
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	34,38	0,00	0,00	34,38	1,19%
Crudia aff. bracteata Benth.	27,50	6,21	0,00	33,71	1,16%
Cordia collococca L. y Vitex	27,50	3,10	0,00	30,61	1,06%
Melicoccus bijugatus Jacq.	20,63	9,31	0,00	29,94	1,03%
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	27,50	0,00	0,00	27,50	0,95%
Quadrella indica (L.) Iltis & Cornejo.	27,50	0,00	0,00	27,50	0,95%

Especie	No. INDIVIDUOS/ESTRATO			Posición Sociológica	
	Estrato Inferior	Estrato Medio	Estrato superior	Ps	Ps%
Spondias mombin L.	27,50	0,00	0,00	27,50	0,95%
Pterocarpus rohrii Vahl.	20,63	6,21	0,00	26,84	0,93%
Triplaris spp Loefl. ex L.	20,63	6,21	0,00	26,84	0,93%
Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess.Boer	20,63	3,10	0,00	23,73	0,82%
Tabebuia aff serratifolia (Vahl) S.O.Grose	20,63	3,10	0,00	23,73	0,82%
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	20,63	0,00	0,00	20,63	0,71%
Vitex cymosa L.	20,63	0,00	0,00	20,63	0,71%
Aegiphila ssp Jacq.	13,75	6,21	0,00	19,96	0,69%
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.	6,88	12,42	0,00	19,29	0,67%
Machaerium aff floridum (Mart. ex Benth.) Ducke.	13,75	3,10	0,00	16,86	0,58%
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	13,75	3,10	0,00	16,86	0,58%
Cynophalla polyantha (Triana & Planch.)	6,88	9,31	0,00	16,19	0,56%
Ceiba pentandra (L.)	13,75	0,00	0,00	13,75	0,47%
Cynophalla aff. Heterophylla (Ruiz & Pav. ex DC.) Iltis & Cornejo	13,75	0,00	0,00	13,75	0,47%
Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.	13,75	0,00	0,00	13,75	0,47%
Sapindus saponaria L.	13,75	0,00	0,00	13,75	0,47%
Senna spp Mill.	13,75	0,00	0,00	13,75	0,47%
Swinglea glutinosa Merr.	13,75	0,00	0,00	13,75	0,47%
Symplocos spp. Jacq.	13,75	0,00	0,00	13,75	0,47%
Acacia aff. polyphylla DC.	6,88	6,21	0,00	13,08	0,45%
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	6,88	6,21	0,00	13,08	0,45%
Crudia aff. glaberrima (Steud.) J.F.Macbr.	6,88	3,10	0,00	9,98	0,34%
Buchenavia aff. tetraphylla (Aubl.) R. Howard.	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Capparidastrum petiolare (Kunth) Hutch.	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Casearia arborea (Rich.) Urb.	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Casearia spp Jacq.	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Celtis spp L.	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Cynophalla flexuosa (L.) J.Presl	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Genipa americana L.	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Muellera sanctae-marthae (Pittier) M.J.Silva & A.M.G.Azevedo	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Myrsine coriacea (Sw.) R. Br.	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Nectandra turbacensis (Kunth) Nees	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Pereskia guamacho F.A.C.Weber	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand.	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Ruprechtia sp C.A.Mey.	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Sapium glandulosum (L.) Morong.	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Senna atomaria (L.) H.S.Irwin & Barneby	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Terminalia buceras (L.) C.Wright	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Triplaris americana (L.) Pav. ex Meisn.	6,88	0,00	0,00	6,88	0,24%
Ziziphus thyrsiflora Benth.	0,00	6,21	0,00	6,21	0,21%
Aspidosperma aff. polyneuron Müll.Arg.	0,00	3,10	0,00	3,10	0,11%
Bactris guineensis (L.) H.E.Moore	0,00	3,10	0,00	3,10	0,11%
Bravaisia integerrima (Spreng.) Standl.	0,00	3,10	0,00	3,10	0,11%

Especie	No. INDIVIDUOS/ESTRATO			Posición Sociológica	
	Estrato Inferior	Estrato Medio	Estrato superior	Ps	Ps%
Hura crepitans L.	0,00	3,10	0,00	3,10	0,11%
Phyllanthus amarus Schumach. & Thonn.	0,00	3,10	0,00	3,10	0,11%
Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.	0,00	3,10	0,00	3,10	0,11%
Total					**100%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Perfil de vegetación de Bosque de galería

En la **Figura 5.2-20**, se diferencian en general tres estratos, un estrato superior a aproximadamente 35 m y otro medio a los 25 m. Algunas especies tienden a ser árboles emergentes como el *Bursera simaruba* (L.) Sarg. alcanzando alturas de 35 m.

FIGURA 5.2-20 PLANTA PERFIL DE BOSQUE DE GALERÍA



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Regeneración natural de Bosque de galería

En el estudio de Cao et al. (2017), menciona que la regeneración natural consiste en el desarrollo de una estructura de plantas que se acerca a su estado original. Según este enfoque, el progreso regenerativo viable implica que la composición y diversidad de las comunidades de plantas pueden ser cambiantes y dependen de diversas características del área, así como de los rasgos funcionales de las especies, como la dispersión de semillas, las interacciones entre especies y el tamaño de las flores, entre otros.

Para el análisis de la regeneración natural, se tuvieron en cuenta las especies de tipo arbóreo y arbustivo, que se encontraron en estado de brinzal (DAP < 2.5 cm) y latizal (DAP

entre 2.5 - 10 cm), de acuerdo con la metodología propuesta. A continuación, se presenta la composición florística y los parámetros estructurales correspondientes.

- Composición florística de la regeneración natural en Bosque de Galería

En el estudio, se identificaron varias especies importantes en el proceso de regeneración natural en dos categorías: brinzal y latizal. En la categoría de brinzal, se encontraron especies como *Morisonia aff. americana* L., *Acacia glomerosa* Benth. y *Eugenia aeruginea* DC., con 36, 21 y 15 individuos respectivamente. Estas especies destacan por su presencia y abundancia en esta etapa temprana de regeneración del bosque.

Por otro lado, en la categoría de latizal, las especies más importantes fueron *Hesperomeles spp* Lindl., *Morisonia aff. americana* L., *Acacia glomerosa* Benth. y *Guazuma ulmifolia* Lam. con 8, 5, 5 y 5 individuos respectivamente. Estas especies han logrado establecerse y desarrollarse en un estado más avanzado de regeneración, mostrando su capacidad para adaptarse a las condiciones del entorno.

En total, se registraron 212 individuos en la categoría de brinzal y 54 individuos en la categoría de latizal. Estos resultados indican la presencia de una diversidad de especies que contribuyen activamente al proceso de regeneración natural del bosque. Es importante destacar el papel clave de estas especies en la restauración y mantenimiento de la estructura y composición florística del bosque.

TABLA 5.2-19 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ABUNDANCIA DE LA REGENERACIÓN NATURAL DEL BOSQUE DE GALERÍA

Regeneración	Familia	Especie	Nombre Común	N° Individuos
Brinzales	Anacardiaceae	*Astronium graveolens Jacq.*	Quebracho	1
	Anacardiaceae	*spondias spp L.*	Hobo	2
	Arecaceae	*Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess.Boer*	Palma real	2
	Bignoniaceae	*Crescentia cujete L.*	Totumo	5
	Bignoniaceae	*Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.*	Polvillo	7
	Boraginaceae	*Cordia collococca L. y Vitex*	Muñeco	1
	Boraginaceae	*Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.*	Uvito	5
	Burseraceae	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Resbala mono	1
	Capparaceae	*Capparidastrum petiolare (Kunth) Hutch.*	Guanabito 2	12
	Capparaceae	*Crateva tapia L.*	Naranjillo	3
	Capparaceae	*Cynophalla flexuosa (L.) J.Presl*	Bruje murciélago	1
	Capparaceae	*Cynophalla polyantha (Triana & Planch.)*	Bruje murciélago 2	1
	Capparaceae	*Morisonia aff. americana L.*	Concha prieta	36
	Capparaceae	*Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.*	Olivo	4
	Fabaceae	*Acacia aff. polyphylla DC.*	Baranoa 2	10
	Fabaceae	*Acacia glomerosa Benth.*	Baraona	21

Regeneración	Familia	Especie	Nombre Común	N° Individuos
	Fabaceae	*Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart*	Guacamayo	6
	Fabaceae	*Cassia spp L.*	Cañafístula	1
	Fabaceae	*Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.*	Vainillo	2
	Fabaceae	*Clitoria sp L.*	Campañilla	2
	Fabaceae	*Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.*	Matarraton	1
	Fabaceae	*Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.*	Bollo limpio	1
	Fabaceae	*Machaerium aff floridum (Mart. ex Benth.) Ducke.*	Sangregado	5
	Fabaceae	*Samanea saman (Jacq.) Merr.*	Saman (Tabaco)	6
	Fabaceae	*Senna spp Mill.*	Flor de la India	2
	Fabaceae	*Swartzia dipetala Willd. ex Vogel.*	Cucharo	1
	Lamiaceae	*Aegiphila ssp Jacq.*	Blanquillo	1
	Lecythidaceae	*Lecythis tuyrana Pittier*	Olla de mono	10
	Malpighiaceae	*Bunchosia aff. nitida (Jacq.) DC.*	Guayabito	5
	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia Lam.*	Guásimo	14
	Malvaceae	*Sterculia apetala Jacq. H.Karst.*	Camajón	1
	Moraceae	*Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.*	Mora	4
	Myrtaceae	*Eugenia aeruginea DC.*	Guayabo	15
	Phyllanthaceae	*Phyllanthus amarus Schumach. & Thonn.*	Manito pilón	1
	Polygonaceae	*Triplaris spp Loefl. ex L.*	Vara santa	1
	Rhamnaceae	*Ziziphus thyrsiflora Benth.*	Angolito	1
	Rosaceae	*Hesperomeles spp Lindl.*	Mancamula	8
	Rubiaceae	*Randia armata (Sw.) DC*	Patica de paloma	1
	Salicaceae	*Casearia spp Jacq.*	Chocolatillo	2
	Sapindaceae	*Cupania cinerea Poepp.*	Guacharaco	3
	Sapindaceae	*Melicoccus bijugatus Jacq.*	Mamón de mico	2
	Sapindaceae	*Sapindus saponaria L.*	Mamón	4
Total brinzales				212
Latizales	Anacardiaceae	*spondias spp L.*	Hobo	1
	Bignoniaceae	*Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.*	Polvillo	4
	Boraginaceae	*Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.*	Uvito	2
	Burseraceae	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Resbala mono	2
	Capparaceae	*Capparidastrum petiolare (Kunth) Hutch.*	Guanabito 2	2
	Capparaceae	*Cynophalla polyantha (Triana & Planch.)*	Bruje murciélago 2	1
	Capparaceae	*Morisonia aff. americana L.*	Concha prieta	5

Regeneración	Familia	Especie	Nombre Común	N° Individuos
	Combretaceae	*Terminalia buceras (L.) C.Wright*	Manca mulo	1
	Euphorbiaceae	*Hura crepitans L.*	Ceiba lechosa	2
	Fabaceae	*Acacia glomerosa Benth.*	Baraona	5
	Fabaceae	*Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart*	Guacamayo	1
	Fabaceae	*Machaerium aff floridum (Mart. ex Benth.) Ducke.*	Sangregado	2
	Fabaceae	*Pterocarpus rohrii Vahl.*	Sangregado 2	1
	Fabaceae	*Samanea saman (Jacq.) Merr.*	Saman (Tabaco)	1
	Fabaceae	*Swartzia dipetala Willd. ex Vogel.*	Cucharo	1
	Lecythidaceae	*Lecythis tuyrana Pittier*	Olla de mono	2
	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia Lam.*	Guásimo	5
	Malvaceae	*Sterculia apetala Jacq. H.Karst.*	Camajón	1
	Moraceae	*Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.*	Mora	3
	Myrtaceae	*Eugenia aeruginea DC.*	Guayabo	1
	Polygonaceae	*Triplaris spp Loefl. ex L.*	Vara santa	1
	Primulaceae	*Myrsine coriacea (Sw.) R. Br.*	Cucharo	1
	Rosaceae	*Hesperomeles spp Lindl.*	Mancamula	8
	Sapindaceae	*Sapindus saponaria L.*	Mamón	1
Total latizales				54
Total Regeneración				266

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En el análisis de las especies encontradas en las tres categorías (brinzal, latizal y fustal), se observa una amplia diversidad de especies que contribuyen al proceso de regeneración natural del bosque. Algunas de las especies más destacadas presentes en todas las categorías son: *Acacia glomerosa* Benth., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Lecythis tuyrana* Pittier y *Handroanthus affimpetiginosus* (Mart. ex DC.) Standl.

Estas especies desempeñan un papel fundamental en el proceso de regeneración del bosque, ya que se encuentran presentes en diferentes etapas de su desarrollo, desde el brinzal hasta el fustal. Su presencia en múltiples categorías sugiere su capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales y su importancia en la sucesión ecológica del bosque. Asimismo, la presencia de estas especies en diferentes categorías de tamaño indica su contribución a la estructura y composición del bosque en distintas etapas de su desarrollo.

- Índice de regeneración natural para Bosque de galería

Para examinar una población determinada, es esencial comprender su dinámica ecológica y estructura organizacional. Al emplear diversas variables e índices en el estudio estructural, se puede evaluar

TABLA 5.2-20 INR POR ESPECIE DEL BOSQUE DE GALERÍA

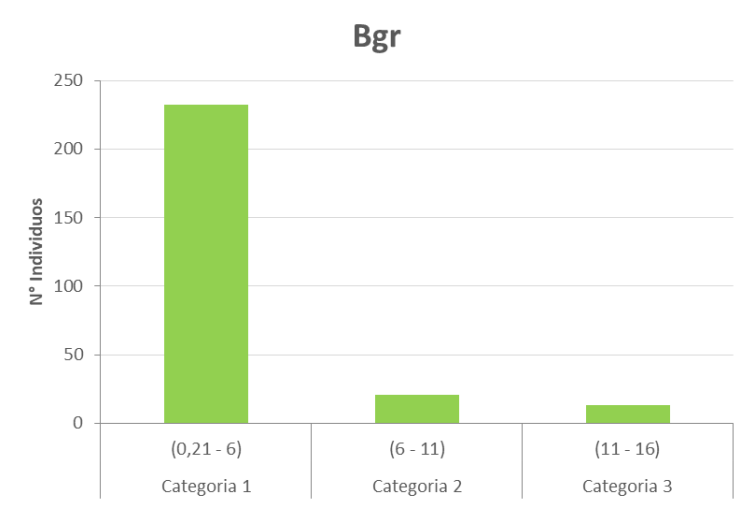
Especie	Nº CT1	Nº CT2	Nº CT3	CT	CT%
Morisonia aff. americana L.	39	2	0	341,73	16,70%
Acacia glomerosa Benth.	21	2	3	186,20	9,10%
Eugenia aeruginea DC.	16	0	0	139,55	6,82%
Guazuma ulmifolia Lam.	15	2	2	133,38	6,52%
Capparidastrum petiolare (Kunth) Hutch.	14	0	0	122,11	5,97%
Hesperomeles spp Lindl.	13	3	0	115,75	5,66%
Acacia aff. polyphylla DC.	10	0	0	87,22	4,26%
Lecythis tuyrana Pittier	9	2	1	80,56	3,94%
Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.	7	1	3	63,31	3,09%
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	7	0	0	61,05	2,98%
Samanea saman (Jacq.) Merr.	7	0	0	61,05	2,98%
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	6	1	0	53,12	2,60%
Machaerium aff floridum (Mart. ex Benth.) Ducke.	6	1	0	53,12	2,60%
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	6	0	1	52,82	2,58%
Bunchosia aff. nitida (Jacq.) DC.	5	0	0	43,61	2,13%
Sapindus saponaria L.	5	0	0	43,61	2,13%
Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	3	0	1	26,65	1,30%
Bursera simaruba (L.) Sarg.	3	0	0	26,17	1,28%
Crateva tapia L.	3	0	0	26,17	1,28%
Cupania cinerea Poepp.	3	0	0	26,17	1,28%
spondias spp L.	3	0	0	26,17	1,28%
Crescentia cujete L.	2	3	0	19,81	0,97%
Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess.Boer	2	0	0	17,44	0,85%
Casearia spp Jacq.	2	0	0	17,44	0,85%
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	2	0	0	17,44	0,85%
Clitoria sp L.	2	0	0	17,44	0,85%
Hura crepitans L.	2	0	0	17,44	0,85%
Melicoccus bijugatus Jacq.	2	0	0	17,44	0,85%
Swartzia dipetala Willd. ex Vogel.	2	0	0	17,44	0,85%
Triplaris spp Loefl. ex L.	2	0	0	17,44	0,85%
Cynophalla polyantha (Triana & Planch.)	1	1	0	9,51	0,46%
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	1	1	0	9,51	0,46%
Aegiphila ssp Jacq.	1	0	0	8,72	0,43%
Astronium graveolens Jacq.	1	0	0	8,72	0,43%
Cassia spp L.	1	0	0	8,72	0,43%
Cordia collococca L. y Vitex	1	0	0	8,72	0,43%
Cynophalla flexuosa (L.) J.Presl	1	0	0	8,72	0,43%

Especie	Nº CT1	Nº CT2	Nº CT3	CT	CT%
Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.	1	0	0	8,72	0,43%
Myrsine coriacea (Sw.) R. Br.	1	0	0	8,72	0,43%
Pterocarpus rohrii Vahl.	1	0	0	8,72	0,43%
Randia armata (Sw.) DC	1	0	0	8,72	0,43%
Terminalia buceras (L.) C.Wright	1	0	0	8,72	0,43%
Ziziphus thyrsiflora Benth.	1	0	0	8,72	0,43%
Senna spp Mill.	0	0	2	0,98	0,05%
Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.	0	1	0	0,79	0,04%
Phyllanthus amarus Schumach. & Thonn.	0	1	0	0,79	0,04%
Total	232	21	13		100

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En la **Figura 5.2-21** se puede observar que 232 individuos, el equivalente a 87,2%, se encuentran en la categoría 1, que corresponde a alturas comprendidas entre los 0,21 y 6 metros; 21 individuos (7,9%) a la categoría 2 con alturas entre 6 y 11 metros y 13 individuos entre los 11 y 16 metros de altura.

FIGURA 5.2-21 IRN DE BOSQUE DE GALERÍA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Índices de riqueza y abundancia en fustales y regeneración natural para el Bosque de Galería

A continuación, se relacionan los índices calculados para fustales y regeneración natural del bosque de galería.

TABLA 5.2-21 ÍNDICES DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA ESPECÍFICA DEL BOSQUE DE GALERÍA

Índice	Fustal	Regeneración natural
Numero Individuos	509	266

Índice	Fustal	Regeneración natural
Numero Especies	79	46
CM	0,16	0,17
Relación	6,44	5,78
Índice de dominancia de Simpson (D)	0,33	0,40
Índice de Equidad de Shannon (H)	3,77	3,24
Riqueza Específica de Margalef (Dmg)	12,52	8,06
Riqueza Específica de Menhinick (Dmn)	3,50	2,82
Índice de dominancia de Simpson (1-D)	0,67	0,60
Máxima diversidad esperada	4,37	3,83
Diversidad encontrada	86,22	84,56

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Los resultados del análisis de los índices de riqueza y abundancia específica para dos estratos del bosque, correspondientes a fustales y regeneración natural, revelan una serie de observaciones significativas. En el estrato de fustales, se registraron 509 individuos pertenecientes a 79 especies, con un cociente de mezcla de 0,16 y una relación de 6,44. El índice de dominancia de Simpson (D) fue de 0,33, mientras que el índice de equidad de Shannon (H) se ubicó en 3,77. Las mediciones de riqueza específica revelaron valores de 12,52 para el índice de Margalef (Dmg) y 3,50 para el índice de Menhinick (Dmn). Por otro lado, en el estrato de regeneración natural se contabilizaron 266 individuos distribuidos en 46 especies, con un cociente de mezcla de 0,17 y una relación de 5,78. Los índices de dominancia de Simpson (D) y equidad de Shannon (H) fueron de 0,40 y 3,24, respectivamente. Además, se registraron valores de 8,06 para el índice de Margalef (Dmg) y 2,82 para el índice de Menhinick (Dmn).

Estos resultados reflejan una notable diversidad y estructura en la comunidad vegetal de ambos estratos del bosque. La presencia de un elevado número de individuos y especies indica una riqueza vegetal significativa en el área estudiada. Además, los valores de los índices de dominancia y equidad sugieren una distribución relativamente uniforme de la abundancia entre las especies, lo que apunta hacia una alta diversidad equitativa en la comunidad. Los índices de riqueza específica, por su parte, indican una considerable variedad de especies en relación con el número total de individuos presentes en cada estrato. En resumen, estos hallazgos revelan la presencia de una comunidad vegetal diversificada en el bosque estudiado, tanto en el estrato de fustales como en el de regeneración natural. Esta diversidad es crucial para la estabilidad y la sostenibilidad a largo plazo del ecosistema, resaltando la importancia de su conservación y gestión adecuada.

- Caracterización Vegetación secundaria alta

En el área de intervención del proyecto la cobertura ocupa 45,12 hectáreas, lo que representa el 10,37% del total, para su caracterización se instalaron nueve (9) parcelas de muestreo siguiendo lo planeado en la metodología. Para la cobertura de Vegetación secundaria alta se calcularon los estadígrafos de acumulación de especies, en la **Tabla 5.2-22** se observan los resultados.

TABLA 5.2-22 ESTADÍGRAFOS CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

Estimador	Riqueza-Estimada	Representatividad-(%)
Jack 1 Mean	51,11	70,4%
Bootstrap Mean	42,71	84,29%
Cole Rarefaction	36	100,00%
Efectividad de Muestreo		84,91%

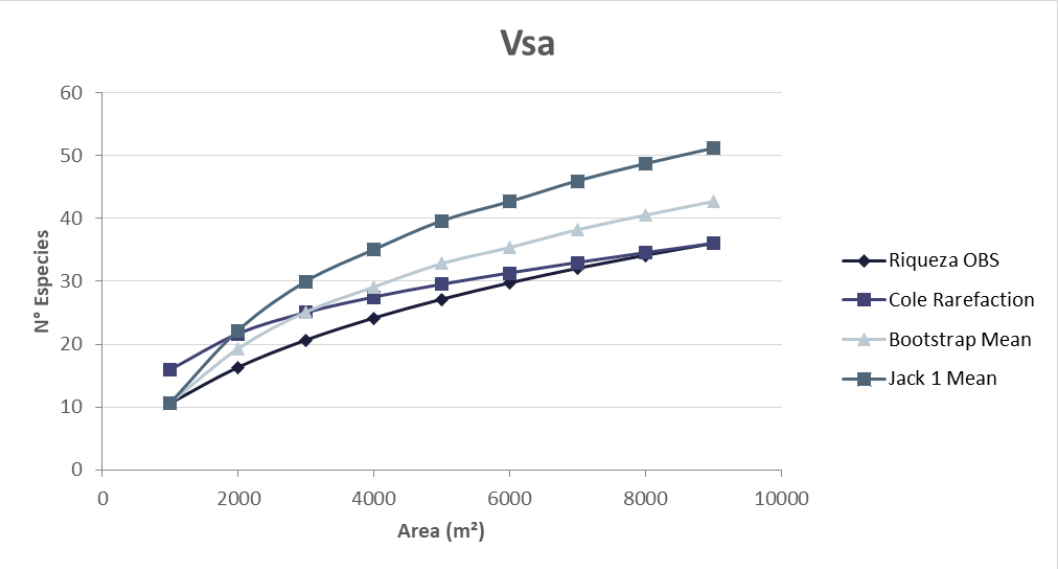
Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Se llevó a cabo un muestreo minucioso en 9 parcelas dentro de un contexto de vegetación secundaria alta, notablemente intervenida. Durante este proceso, se obtuvo una riqueza observada de 36. Para evaluar la diversidad de especies en el área estudiada, se utilizaron tres índices comunes:

Jack 1 Mean, Cole Rarefaction y Bootstrap Mean. El índice Jack 1 Mean proporciona una estimación del número esperado de especies en la población, en este caso, 51,11 de riqueza esperada, aunque con una representatividad del 70,44%, lo que significa que aproximadamente el 70,44% de la diversidad real de especies se estima que está siendo capturada por el muestreo. Por otro lado, el índice Cole Rarefaction arrojó una expectativa de riqueza de 36, con una representatividad del 100%. Esto indica que el muestreo capturó la totalidad de la diversidad esperada de especies en el área estudiada. Finalmente, el índice Bootstrap Mean proporcionó una estimación de 42,71 de riqueza esperada, con una representatividad del 84,29%. Esto sugiere que aproximadamente el 84,29% de la diversidad real de especies se estima que está siendo capturada por el muestreo.

Es importante destacar que tanto Cole Rarefaction como Bootstrap Mean superan el umbral del 80% establecido en Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad como indicativo de una representatividad aceptable del muestreo. Estos resultados implican que los datos recopilados son indicativos y representativos de la riqueza de especies en el área estudiada. (ver **Figura 5.2-22**).

FIGURA 5.2-22 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Caracterización florística de la Vegetación Secundaria Alta

En la cobertura de Vegetación secundaria alta se censaron 377 individuos arbóreos, representados en 16 familias botánicas y 36 especies.

TABLA 5.2-23 FAMILIAS BOTÁNICAS DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

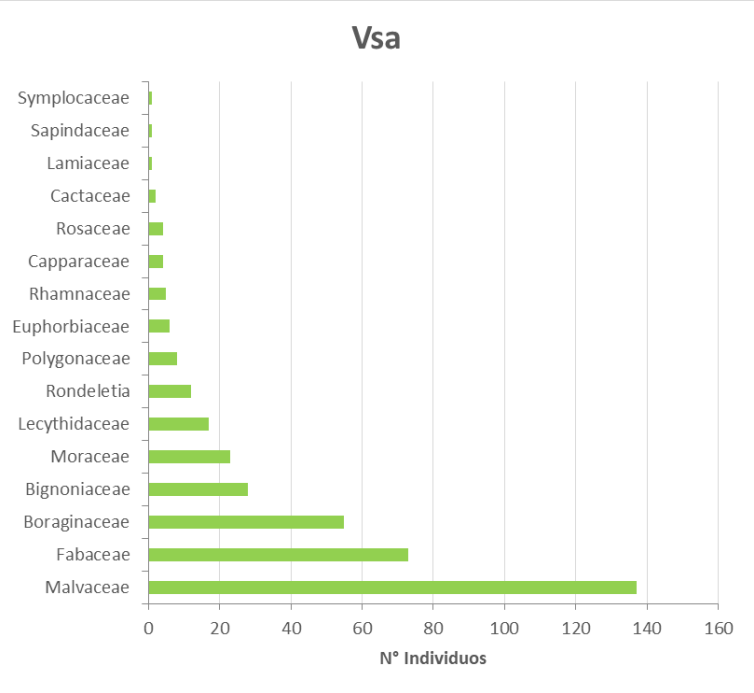
Familia	N° Individuos	% Individuos
MALVACEAE	137	36,3%
FABACEAE	73	19,4%
BORAGINACEAE	55	14,6%
BIGNONIACEAE	28	7,4%
MORACEAE	23	6,1%
LECYTHIDACEAE	17	4,5%
RONDELETIA	12	3,2%
POLYGONACEAE	8	2,1%
EUPHORBIACEAE	6	1,6%
RHAMNACEAE	5	1,3%
CAPPARACEAE	4	1,1%
ROSACEAE	4	1,1%
CACTACEAE	2	0,5%
LAMIACEAE	1	0,3%
SAPINDACEAE	1	0,3%

Familia	N° Individuos	% Individuos
SYMPLOCACEAE	1	0,3%
Total	**377**	**100,0%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La Familia más diversa es la Fabaceae con un total de 11 especies. Sin embargo, destaca la familia Malvaceaes como la más abundante, principalmente por los individuos arbóreos de la especia *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae) con un total de 116 árboles reportados de solo esta especie (**Tabla 5.2-24**).

FIGURA 5.2-23 GRAFICA DE INDIVIDUOS POR FAMILIA PARA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Seguido de las Malvaceaes, se encuentra que las familia con mayor número de individuos son Fabaceae, Boraginaceae y Bignonaceae con 73, 55 y 28 individuos arbóreos respectivamente.

TABLA 5.2-24 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

Familia	Especie	N° Individuos
BIGNONIACEAE	*Crescentia cujete L.*	18
BIGNONIACEAE	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose*	1
BIGNONIACEAE	*Handroanthus billbergii (Bureau & K.Schum.) S.O.Grose*	9
BORAGINACEAE	*Cordia collococca L. y Vitex*	5
BORAGINACEAE	*Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.*	50

Familia	Especie	N° Individuos
CACTACEAE	*Pereskia guamacho F.A.C.Weber*	2
CAPPARACEAE	*Crateva tapia L.*	2
CAPPARACEAE	*Cynophalla ecuadorica (Iltis) Iltis & Cornejo.*	1
CAPPARACEAE	*Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.*	1
EUPHORBIACEAE	*Sapium glandulosum (L.) Morong.*	6
FABACEAE	*Albizia guachapele (Kunth) Dugand*	4
FABACEAE	*Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart*	2
FABACEAE	*Calliandra sp Benth.*	1
FABACEAE	*Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.*	13
FABACEAE	*Crudia aff. bracteata Benth.*	1
FABACEAE	*Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.*	14
FABACEAE	*Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.*	7
FABACEAE	*Prosopis juliflora (Sw.) DC.*	21
FABACEAE	*Senna aff angulata L.*	1
FABACEAE	*Senna atomaria (L.) H.S.Irwin & Barneby*	1
FABACEAE	*Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn*	8
LAMIACEAE	*Vitex cooperi V. cooperi*	1
LECYTHIDACEAE	*Lecythis tuyrana Pittier*	17
MALVACEAE	*Ceiba pentandra (L.)*	12
MALVACEAE	*Guazuma ulmifolia Lam.*	116
MALVACEAE	*Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.*	8
MALVACEAE	*Sterculia apetala Jacq. H.Karst.*	1
MORACEAE	*Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.*	22
MORACEAE	*Pseudolmedia laevigata Trécul.*	1
POLYGONACEAE	*Ruprechtia apetala Wedd.*	1
POLYGONACEAE	*Ruprechtia sp C.A.Mey.*	7
RHAMNACEAE	*Ziziphus thyrsiflora Benth.*	5
RONDELETIA	*Rondeletia spp L*	12
ROSACEAE	*Hesperomeles spp Lindl.*	4
SAPINDACEAE	*Sapindus saponaria L.*	1
SYMPLOCACEAE	*Symplocos spp. Jacq.*	1
Total		377

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En cuanto al número de especies, tal como lo habíamos mencionado antes, la de mayor abundancia es *Guazuma ulmifolia* Lam. con 116 individuos, seguido de *Cordia dentata* (Jacq.) Roem. & Schult. Con 50 individuos.

- Análisis estructura Vegetación secundaria alta

Para examinar una población determinada, es esencial comprender su dinámica ecológica y estructura organizacional. Al emplear diversas variables e índices en el estudio estructural, se puede evaluar esta situación. Se lleva a cabo un análisis en dos dimensiones: vertical, que considera los estratos y varias fases de crecimiento de la vegetación; y horizontal, que se enfoca en aspectos como la densidad, la abundancia, la diversidad, entre otros.

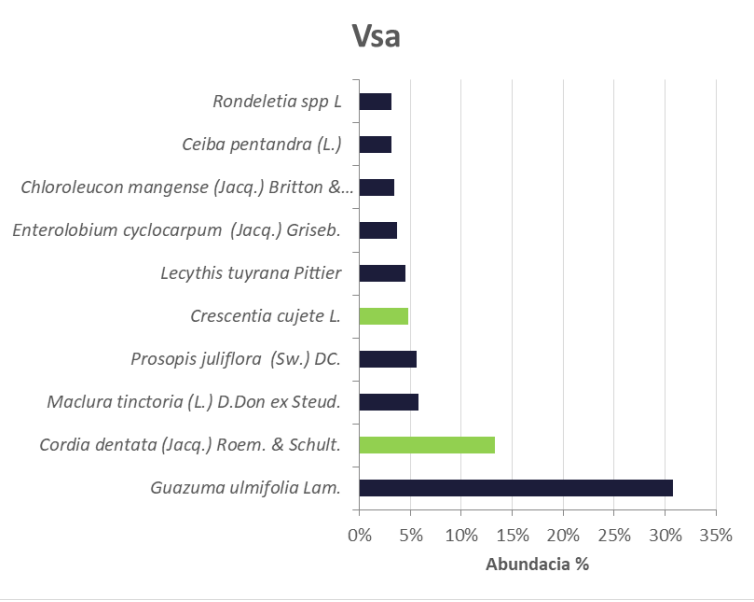
- Estructura horizontal de Vegetación secundaria alta

La estructura horizontal de un bosque se refiere a la distribución y composición de las especies en la superficie del bosque. Para evaluar esta estructura, se utilizan diferentes índices que proporcionan información sobre las ocurrencias y el número de especies, así como su importancia ecológica dentro del ecosistema.

✓ Abundancia

La abundancia en la cobertura de vegetación secundaria alta se refiere al número de individuos de cada especie presente en el área. La especie más abundante es *Guazuma ulmifolia* Lam., con un total de 116 individuos, lo que representa aproximadamente el 30,77% del total de individuos registrados. Otras especies también tienen una presencia significativa, como *Cordia dentata* (Jacq.) Roem. & Schult. con 50 individuos (30,77%) y *Maclura tinctoria (L.)* D.Don ex Steud. con 22 árboles (5,84%). Cada especie tiene un porcentaje que indica su contribución relativa a la abundancia total en la comunidad. (**Tabla 5.2-25**).

FIGURA 5.2-24 GRAFICA DE ABUNDANCIA PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

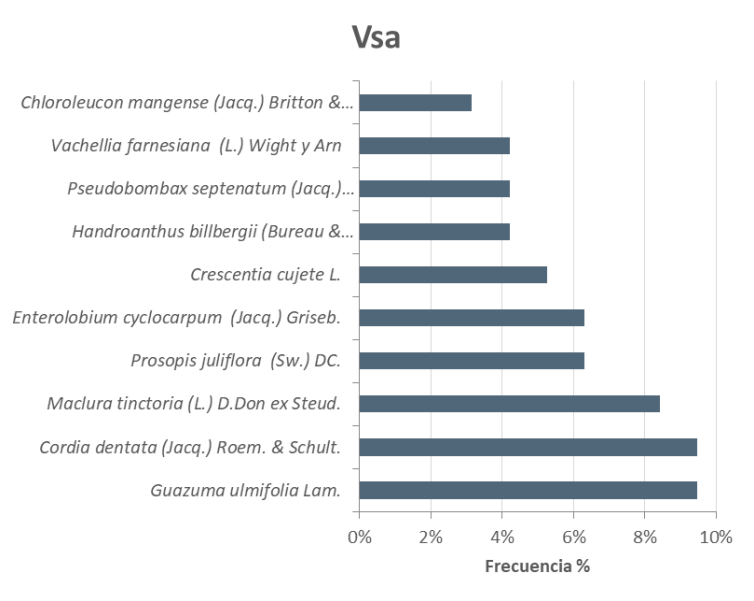


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

✓ Frecuencia

La frecuencia en la cobertura de vegetación secundaria alta se refiere a la presencia de cada especie en las diferentes unidades de prueba. La especie más frecuente es *Guazuma ulmifolia* Lam., que está presente en el 9.47% de las unidades de prueba al igual que *Cordia dentata* (Jacq.) Roem. & Schult. Otras especies también muestran una frecuencia significativa, como *Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud. con una frecuencia del 8,42% y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. *Y Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. con una frecuencia del 6,32%, cada una (**Tabla 5.2-25**).

FIGURA 5.2-25 GRAFICA DE FRECUENCIA PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

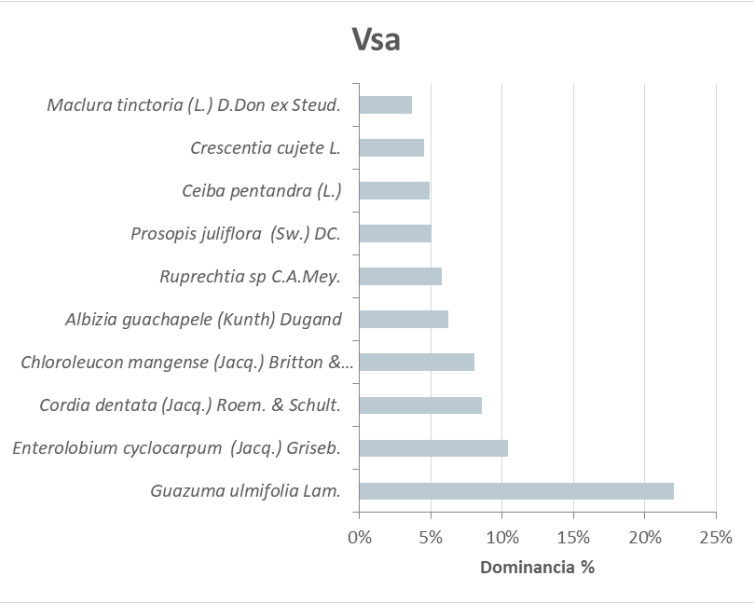


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

✓ Dominancia

La dominancia se refiere al grado de contribución de cada especie a la estructura de la comunidad. La especie más dominante es *Guazuma ulmifolia* Lam., que representa el 22,06% de la dominancia total. Otras especies que también muestran una dominancia significativa son *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. con un 10,40% de dominancia y *Cordia dentata* (Jacq.) Roem. & Schult. con un 8,59% de dominancia (**Tabla 5.2-25**).

FIGURA 5.2-26 GRAFICA DE DOMINANCIA PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- ✓ Índice de valor de importancia

El análisis de la estructura horizontal de la cobertura vegetal secundaria alta se puede realizar teniendo en cuenta los valores de abundancia y distribución espacial de las especies. En general, la estructura horizontal de la cobertura Vegetación secundaria alta está influenciada por la presencia y el grado de dominancia de ciertas especies. Estos resultados sugieren que *Guazuma ulmifolia* Lam. (IVI: 62,30) desempeña un papel importante en la comunidad, seguido por otras especies como *Cordia dentata* (Jacq.) Roem. & Schult. y *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. (IVI: 31,32 y 20,43 respectivamente) (**Tabla 5.2-25**).

TABLA 5.2-25 IVI DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

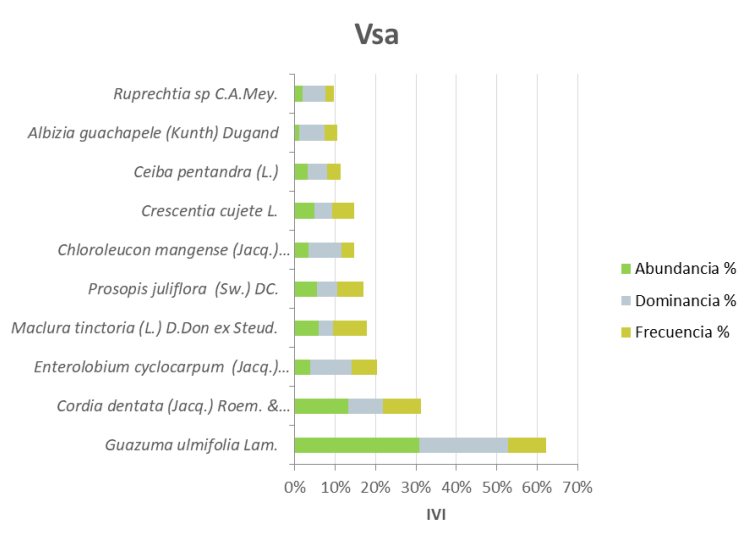
Especie	Abundancia %	Dominancia %	Frecuencia %	IVI
Guazuma ulmifolia Lam.	30,77%	22,06%	9,47%	62,30%
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	13,26%	8,59%	9,47%	31,32%
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	3,71%	10,40%	6,32%	20,43%
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	5,84%	3,67%	8,42%	17,93%
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	5,57%	5,03%	6,32%	16,91%
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	3,45%	8,08%	3,16%	14,68%
Crescentia cujete L.	4,77%	4,55%	5,26%	14,59%
Ceiba pentandra (L.)	3,18%	4,90%	3,16%	11,24%
Albizia guachapele (Kunth) Dugand	1,06%	6,25%	3,16%	10,47%
Ruprechtia sp C.A.Mey.	1,86%	5,75%	2,11%	9,71%
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.	2,12%	3,22%	4,21%	9,55%
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	2,12%	1,96%	4,21%	8,30%

Especie	Abundancia %	Dominancia %	Frecuencia %	IVI
Handroanthus billbergii (Bureau & K.Schum.) S.O.Grose	2,39%	0,87%	4,21%	7,47%
Lecythis tuyrana Pittier	4,51%	1,83%	1,05%	7,39%
Rondeletia spp L	3,18%	1,21%	1,05%	5,45%
Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.	1,86%	0,92%	2,11%	4,89%
Sapium glandulosum (L.) Morong.	1,59%	0,92%	2,11%	4,62%
Ziziphus thyrsiflora Benth.	1,33%	0,93%	2,11%	4,36%
Hesperomeles spp Lindl.	1,06%	0,87%	2,11%	4,04%
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	0,27%	2,64%	1,05%	3,96%
Cordia collococca L. y Vitex	1,33%	0,51%	2,11%	3,94%
Crateva tapia L.	0,53%	0,69%	2,11%	3,32%
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	0,53%	1,13%	1,05%	2,71%
Sapindus saponaria L.	0,27%	0,81%	1,05%	2,13%
Pereskia guamacho F.A.C.Weber	0,53%	0,30%	1,05%	1,89%
Crudia aff. bracteata Benth.	0,27%	0,41%	1,05%	1,73%
Symplocos spp. Jacq.	0,27%	0,39%	1,05%	1,71%
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	0,27%	0,22%	1,05%	1,53%
Ruprechtia apetala Wedd.	0,27%	0,20%	1,05%	1,51%
Calliandra sp Benth.	0,27%	0,20%	1,05%	1,51%
Vitex cooperi V. cooperi	0,27%	0,11%	1,05%	1,43%
Senna aff angulata L.	0,27%	0,11%	1,05%	1,42%
Cynophalla ecuadorica (Iltis) Iltis & Cornejo.	0,27%	0,07%	1,05%	1,39%
Pseudolmedia laevigata Trécul.	0,27%	0,07%	1,05%	1,39%
Senna atomaria (L.) H.S.Irwin & Barneby	0,27%	0,07%	1,05%	1,39%
Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	0,27%	0,07%	1,05%	1,39%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	300,00%

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En la **Figura 5.2-27** se relacionan las 10 especies más importantes en términos de su contribución a la estructura y composición del ecosistema. Esta gráfica nos permite visualizar de manera clara y concisa el impacto relativo de cada especie en la comunidad vegetal. A través de sus valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa, podemos identificar las especies que destacan por su abundancia, distribución y ocupación del espacio en este ecosistema.

FIGURA 5.2-27 IVI ESPECIES EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

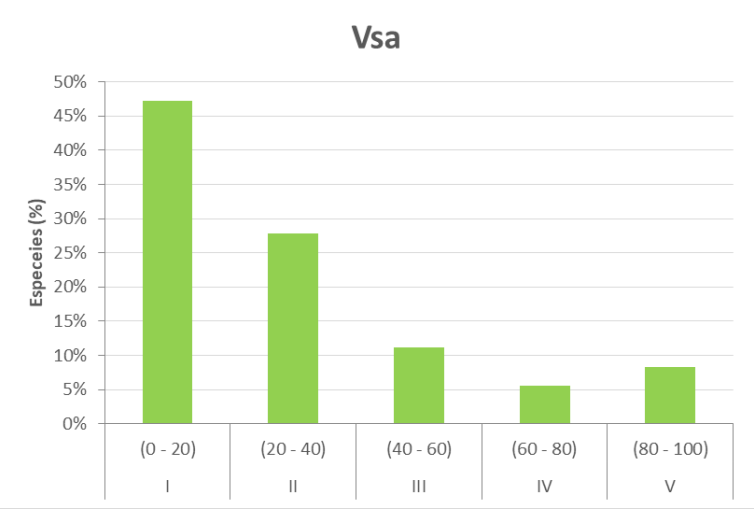


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

✓ Histograma de frecuencias

Como complemento a la evaluación de la estructura horizontal, en la siguiente figura se ilustra el histograma de frecuencia, en la cual se percibe que el mayor porcentaje de especies está ubicado en la categoría I del histograma. Esto muestra una heterogeneidad florística acentuada en las coberturas evaluadas.

FIGURA 5.2-28 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS EN VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- ✓ Distribución diamétrica de Vegetación secundaria alta

Para la determinación de la distribución diamétrica, se utilizó el método de Sturges, para definir las clases diamétricas.

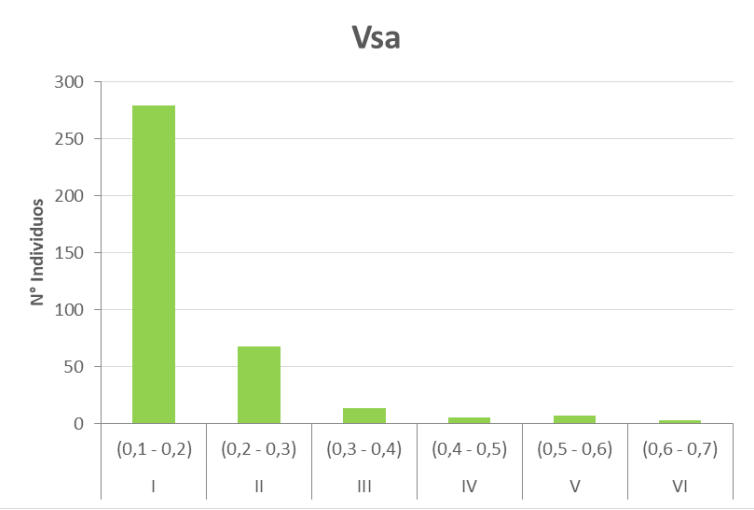
TABLA 5.2-26 DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

Clase	DAP (m)	N° Individuos	% Individuos
I	(0,1 - 0,2)	279	74,0%
II	(0,2 - 0,3)	68	18,0%
III	(0,3 - 0,4)	14	3,7%
IV	(0,4 - 0,5)	6	1,6%
V	(0,5 - 0,6)	7	1,9%
VI	(0,6 - 0,7)	3	0,8%
Total		**377**	**100%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La distribución diamétrica de la vegetación secundaria muestra una concentración significativa de individuos en las clases de diámetro más pequeñas (I y II), que representan el 74,01% y 18,04% respectivamente. A medida que los diámetros aumentan, el número de individuos disminuye. Las clases III, IV, V y VI tienen un número reducido de individuos. Esto indica una predominancia de individuos jóvenes y de menor tamaño en la comunidad, con una escasez de individuos mayores, comportamiento característico de la vegetación secundaria (**Tabla 5.2-26** y **Figura 5.2-29**).

Figura 5.2-29 Histograma de la distribución diamétrica de la Vegetación secundaria alta



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Volumen total por especies

Tal como se observa en la ***Tabla 5.2-27***, la vegetación secundaria alta, presenta un volumen total de 83,27 m^3 y un volumen comercial de 27,49 m^3. Se destaca que la especie *Guazuma ulmifolia* Lam. es la que presenta mayor volumen total con 18,34 m^3 con 116 individuos, sin

embargo no es la que presenta el mayor volumen comercial, este lo tiene el *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. con un volumen total y comercial de 4,34 m^3 con 14 individuos, esto debido a características físicas propias de cada especie.

TABLA 5.2-27 VOLUMEN TOTAL Y COMERCIAL POR ESPECIE EN VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

Especie	N° Individuos	Vol, Total (m3/ha)	Vol, Com (m3/ha)	Biomasa (Kg/ha)
Guazuma ulmifolia Lam.	116	18,34	2,90	26095,39
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	14	11,19	4,34	17114,05
Ruprechtia sp C.A.Mey.	7	5,50	0,91	11060,81
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	13	5,31	2,73	11998,05
Albizia guachapele (Kunth) Dugand	4	5,04	2,94	10552,45
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	50	4,96	1,00	9889,87
Crescentia cujete L.	18	4,63	0,84	5987,08
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	21	4,24	0,46	5961,65
Ceiba pentandra (L.)	12	3,80	3,11	6950,20
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	1	3,15	2,70	4795,42
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.	8	3,04	1,56	4677,74
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	22	2,70	0,74	4110,24
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	8	1,75	0,25	2323,25
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	2	1,42	0,62	1534,26
Lecythis tuyrana Pittier	17	1,23	0,41	1873,34
Rondeletia spp L	12	0,94	0,20	1227,91
Ziziphus thyrsiflora Benth.	5	0,87	0,16	1063,02
Sapium glandulosum (L.) Morong.	6	0,84	0,40	1048,90
Hesperomeles spp Lindl.	4	0,75	0,15	1064,52
Handroanthus billbergii (Bureau & K.Schum.) S.O.Grose	9	0,62	0,13	885,92
Sapindus saponaria L.	1	0,48	0,14	1176,62
Crudia aff. bracteata Benth.	1	0,45	0,02	526,60
Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.	7	0,39	0,17	997,75
Crateva tapia L.	2	0,35	0,22	925,55
Cordia collococca L. y Vitex	5	0,31	0,12	518,09
Symplocos spp. Jacq.	1	0,26	0,10	494,70
Pereskia guamacho F.A.C.Weber	2	0,13	0,05	335,38
Calliandra sp Benth.	1	0,12	0,01	220,68
Ruprechtia apetala Wedd.	1	0,08	0,01	221,01
Senna aff angulata L.	1	0,08	0,00	105,94
Vitex cooperi V. cooperi	1	0,07	0,03	110,68

Especie	N° Individuos	Vol, Total (m3/ha)	Vol, Com (m3/ha)	Biomasa (Kg/ha)
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	1	0,07	0,04	245,65
Cynophalla ecuadorica (Iltis) Iltis & Cornejo.	1	0,04	0,01	67,08
Pseudolmedia laevigata Trécul.	1	0,04	0,01	67,08
Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	1	0,03	0,02	62,49
Senna atomaria (L.) H.S.Irwin & Barneby	1	0,03	0,02	67,08
Total	377	83,27	27,49	136356,46

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Grado de agregación

Este parámetro hace referencia a la distribución espacial de las especies registradas en el muestreo, por ende, en la **Tabla 5.2-28**, se puede observar el grado de agregación que presenta cada una de las especies para el ecosistema en mención.

TABLA 5.2-28 GRADO DE AGREGACIÓN POR ESPECIE EN VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

Especie	N° Individuos	Nº Parcelas	Frecuencia Abs	De	Do	Ga	Ga Rango
Albizia guachapele (Kunth) Dugand	4	3	33,33%	0,33	0,44	1,33	Tendencia al Agrupamiento
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	2	1	11,11%	0,11	0,22	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Calliandra sp Benth.	1	1	11,11%	0,11	0,11	1,00	Dispersa
Ceiba pentandra (L.)	12	3	33,33%	0,33	1,33	3,99	Distribución Agrupada
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	13	3	33,33%	0,33	1,44	4,33	Distribución Agrupada
Cordia collococca L. y Vitex	5	2	22,22%	0,22	0,56	2,50	Distribución Agrupada
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	50	9	100,00%	1,01	5,56	5,53	Distribución Agrupada
Crateva tapia L.	2	2	22,22%	0,22	0,22	1,00	Dispersa
Crescentia cujete L.	18	5	55,56%	0,56	2,00	3,59	Distribución Agrupada
Crudia aff. bracteata Benth.	1	1	11,11%	0,11	0,11	1,00	Dispersa
Cynophalla ecuadorica (Iltis) Iltis & Cornejo.	1	1	11,11%	0,11	0,11	1,00	Dispersa
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	14	6	66,67%	0,67	1,56	2,33	Distribución Agrupada
Guazuma ulmifolia Lam.	116	9	100,00%	1,01	12,89	12,82	Distribución Agrupada
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	1	1	11,11%	0,11	0,11	1,00	Dispersa
Handroanthus billbergii (Bureau & K.Schum.) S.O.Grose	9	4	44,44%	0,45	1,00	2,24	Distribución Agrupada
Hesperomeles spp Lindl.	4	2	22,22%	0,22	0,44	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Lecythis tuyrana Pittier	17	1	11,11%	0,11	1,89	16,99	Distribución Agrupada
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	22	8	88,89%	0,89	2,44	2,74	Distribución Agrupada

Especie	N° Individuos	Nº Parcelas	Frecuencia Abs	De	Do	Ga	Ga Rango
Pereskia guamacho F.A.C.Weber	2	1	11,11%	0,11	0,22	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.	7	2	22,22%	0,22	0,78	3,50	Distribución Agrupada
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	21	6	66,67%	0,67	2,33	3,49	Distribución Agrupada
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.	8	4	44,44%	0,45	0,89	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Pseudolmedia laevigata Trécul.	1	1	11,11%	0,11	0,11	1,00	Dispersa
Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	1	1	11,11%	0,11	0,11	1,00	Dispersa
Rondeletia spp L	12	1	11,11%	0,11	1,33	11,99	Distribución Agrupada
Ruprechtia apetala Wedd.	1	1	11,11%	0,11	0,11	1,00	Dispersa
Ruprechtia sp C.A.Mey.	7	2	22,22%	0,22	0,78	3,50	Distribución Agrupada
Sapindus saponaria L.	1	1	11,11%	0,11	0,11	1,00	Dispersa
Sapium glandulosum (L.) Morong.	6	2	22,22%	0,22	0,67	3,00	Distribución Agrupada
Senna aff angulata L.	1	1	11,11%	0,11	0,11	1,00	Dispersa
Senna atomaria (L.) H.S.Irwin & Barneby	1	1	11,11%	0,11	0,11	1,00	Dispersa
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	1	1	11,11%	0,11	0,11	1,00	Dispersa
Symplocos spp. Jacq.	1	1	11,11%	0,11	0,11	1,00	Dispersa
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	8	4	44,44%	0,45	0,89	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Vitex cooperi V. cooperi	1	1	11,11%	0,11	0,11	1,00	Dispersa
Ziziphus thyrsiflora Benth.	5	2	22,22%	0,22	0,56	2,50	Distribución Agrupada

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Este parámetro indica la tendencia al agrupamiento de los individuos de las especies que componen una determinada cobertura, su valor siempre se mueve en tres rangos, los cuales se describen a continuación:

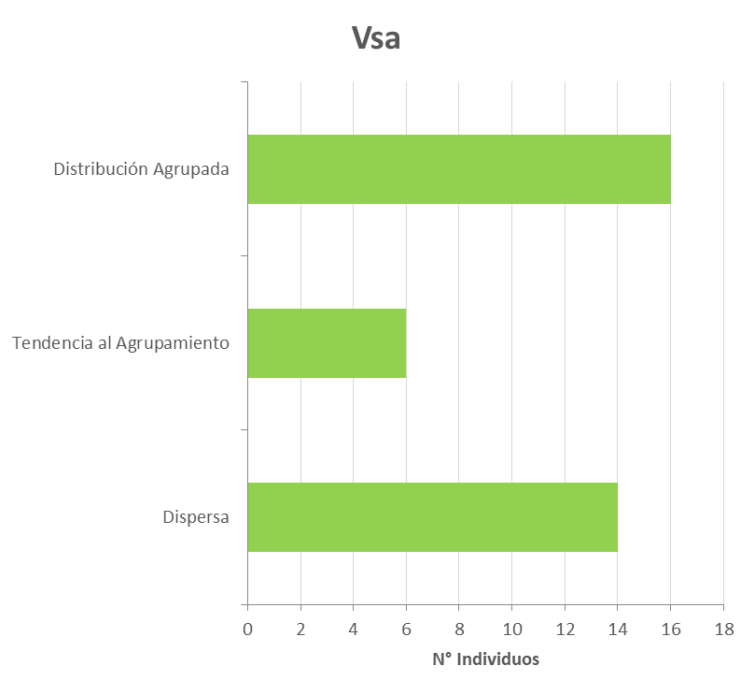
GA≥ a 1, y < a 2 indica tendencia al agrupamiento

GA≥ a 2, Indica que la especie tiene una distribución agrupada

GA< a 1; Indica que la especie se encuentra dispersa

Por lo tanto, se puede observar que, en las 36 especies registradas en el inventario para el Bosque de galería, 14 corresponden a especies dispersas, 16 a especies agrupadas y 6 a especies con tendencia al agrupamiento.

FIGURA 5.2-30 GRADO DE AGREGACIÓN EN VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Estructura vertical de Vegetación secundaria alta

La estructura vertical de la vegetación secundaria alta, según los datos proporcionados, muestra una variación en las alturas de los individuos. Las alturas totales varían desde 3 hasta 19 metros, con una mayor concentración de individuos en el rango de 7 a 9 metros. Por otro lado, las alturas comerciales, que son una medida de la altura del tronco sin tener en cuenta la copa, presentan una gama más estrecha, oscilando entre 0,1 y 12 metros (**Figura 5.2-32**).

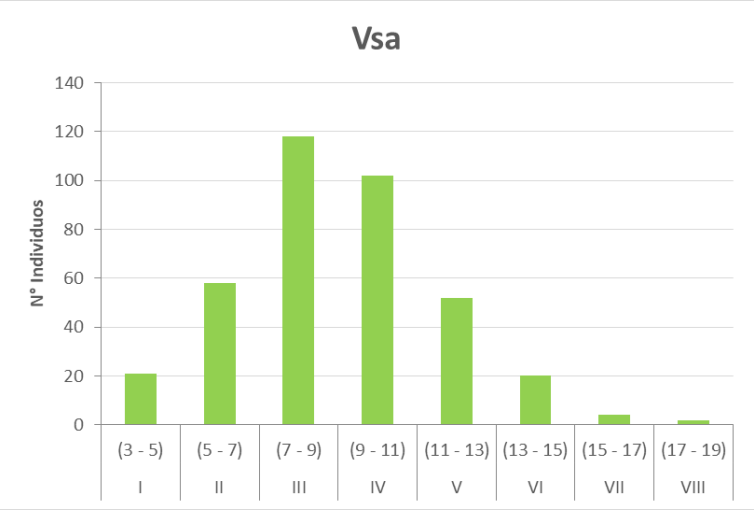
TABLA 5.2-29 CLASE ALTIMÉTRICA EN VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

Clase	Altura (m)	N° Individuos	% Individuos
I	(3 - 5)	21	5,6%
II	(5 - 7)	58	15,4%
III	(7 - 9)	118	31,3%
IV	(9 - 11)	102	27,1%
V	(11 - 13)	52	13,8%
VI	(13 - 15)	20	5,3%
VII	(15 - 17)	4	1,1%
VIII	(17 - 19)	2	0,5%
Total		**377**	**100,0%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En la Tabla 5.2-16**,** que representa la estructura vertical del bosque, se puede apreciar la presencia de diferentes estratos arbóreos. Se observan árboles de menor altura representando a las especies más jóvenes o de menor desarrollo. A medida que se aumenta en la gráfica, se encuentran árboles de mayor altura, Indicando una mayor edad y desarrollo.

FIGURA 5.2-31 DIAGRAMA DE CLASE ALTIMÉTRICA EN VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA



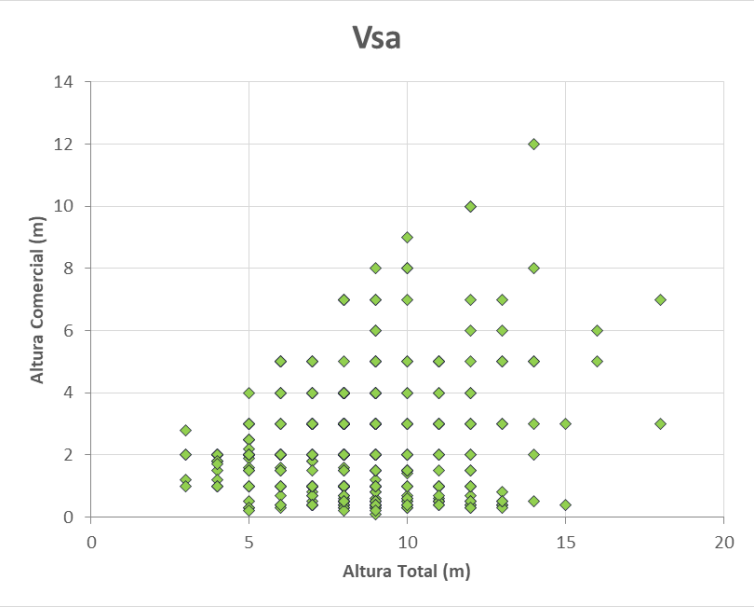
Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En general, se observa una presencia significativa de individuos en las alturas de 9 a 11 metros, con una concentración especialmente notable en el rango de 7 a 9 metros. Sin embargo, también hay individuos presentes en alturas más bajas y altas, aunque en menor proporción.

Estos datos sugieren que la vegetación secundaria alta presenta una estructura vertical diversa, con individuos de diferentes tamaños y edades. La presencia de individuos en una amplia gama de alturas indica una mezcla de árboles jóvenes y maduros en la comunidad. La presencia de individuos de mayor altura sugiere la existencia de árboles emergentes que sobresalen por encima del dosel.

La caracterización de la estructura vertical se llevó a cabo considerando el diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al. (1965). Este diagrama, una gráfica cartesiana, registra los valores de altura total (ordenadas) y reiteración (abscisas). Sin embargo, en este estudio, se optó por analizar la altura comercial para complementar la descripción del ecosistema en cuestión. La dispersión de puntos no muestra estratificación evidente.

FIGURA 5.2-32 DIAGRAMA DE OGAWA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

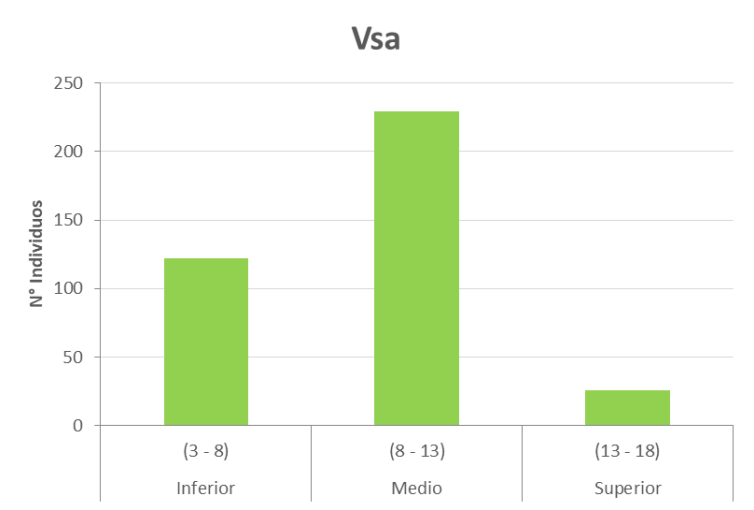


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Posición sociológica de Vegetación secundaria alta

La posición sociológica de la cobertura de Vegetación secundaria alta puede ser estudiada a través de la evaluación de la presencia de las especies en los distintos estratos arbóreos. Según Cantillo (2001), la presencia de una especie en todos los estratos arbóreos garantiza su participación en la estructura y composición florística del bosque. Para determinar la regularidad de la abundancia de individuos en cada estrato, se asignan valores numéricos a cada especie. Si se observa una mayor concentración de individuos en el estrato medio, seguido del estrato inferior, este comportamiento es característico de la vegetación secundaria, con algunos árboles emergentes que indican que aún está en evolución.

FIGURA 5.2-33 HISTOGRAMA DE LA ESTRATIFICACIÓN DE VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En la **Tabla 5.2-30**, se puede apreciar la posición sociológica de la cobertura caracterizada.

TABLA 5.2-30 ESTRATIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

Estrato	Altura (m)	N° Individuos	% Individuos
Inferior	(3 - 8)	122	32,4%
Medio	(8 - 13)	229	60,7%
Superior	(13 - 18)	26	6,9%
Total		**377**	**100,0%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La tabla proporciona información sobre la distribución de individuos en distintos estratos de altura en la vegetación secundaria alta. En el estrato que mayor presencia de especies tiene es el medio, que abarca alturas entre 8 y 13 metros, se registraron 229 individuos, lo que representa el 60,7% del total.

En el estrato inferior, que abarca alturas entre 3 y 8 metros, se encontraron 122 individuos, lo que constituye el 32,4% del total.

Por otro lado, en el estrato superior, que comprende alturas entre 13 y 18 metros, se registraron 26 individuos, lo que corresponde al 6,9% del total. Aunque es el estrato con menor número de individuos, sigue siendo relevante en la estructura de la vegetación.

En resumen, la distribución de individuos en los estratos de altura muestra una clara dominancia en el estrato medio, seguida por el estrato inferior y finalmente el estrato superior. Estos datos nos brindan información importante sobre la estructura vertical de la vegetación secundaria alta y nos ayudan a comprender mejor su composición y distribución en función de la altura.

Por otro lado, en la **Tabla 5.2-31** se proporciona información sobre la distribución de diferentes especies en los distintos estratos de la vegetación secundaria alta. La especie

más abundante y con mayor posición sociológica es *Guazuma ulmifolia* Lam., la cual se encuentra en los tres estratos, con 9 individuos en el estrato alto, 85 individuos en el estrato medio y 22 individuos en el estrato inferior. Representa el 30,769% de los individuos y tiene una posición sociológica del 32,92%. Otras especies que tienen presencia en los 3 estratos son *Cordia dentata* (Jacq.) Roem. & Schult., *Crescentia cujete* L., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose., *Pseudobombax septenatum* (Jacq.) y Dugand., y *Sapium glandulosum* (L.) Morong. En comparación con el bosque de galería, en esta cobertura se presentan mayor numero de especies que se encuentran en los 3 estratos, lo anterior debido a que es una vegetación en desarrollo.

En resumen, la vegetación secundaria alta está compuesta principalmente por la especie *Guazuma ulmifolia* Lam., que se encuentra en todos los estratos y tiene una posición sociológica destacada. Las demás especies presentes tienen una presencia más limitada y una menor importancia sociológica en la estructura de la vegetación.

TABLA 5.2-31 POSICIÓN SOCIOLÓGICA POR ESPECIE DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

Especie	No. INDIVIDUOS/ESTRATO			Posición Sociológica	
	Estrato Inferior	Estrato Medio	Estrato superior	Ps	Ps%
Guazuma ulmifolia Lam.	22	85	9	593,71	32,92%
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	25	22	3	216,60	12,01%
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	6	16	0	116,60	6,46%
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	4	17	0	116,21	6,44%
Crescentia cujete L.	4	12	2	87,21	4,84%
Lecythis tuyrana Pittier	9	8	0	77,72	4,31%
Rondeletia spp L	3	9	0	64,38	3,57%
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	1	9	4	60,66	3,36%
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	5	7	1	59,39	3,29%
Ceiba pentandra (L.)	7	5	0	53,02	2,94%
Handroanthus billbergii (Bureau & K.Schum.) S.O.Grose	4	5	0	43,32	2,40%
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	0	7	1	43,21	2,40%
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.	1	6	1	40,37	2,24%
Sapium glandulosum (L.) Morong.	1	4	1	28,22	1,56%
Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.	6	1	0	25,49	1,41%
Ruprechtia sp C.A.Mey.	6	1	0	25,49	1,41%
Ziziphus thyrsiflora Benth.	0	4	1	24,99	1,39%
Cordia collococca L. y Vitex	3	2	0	21,86	1,21%
Albizia guachapele (Kunth) Dugand	1	3	0	21,46	1,19%
Hesperomeles spp Lindl.	2	2	0	18,62	1,03%
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	0	1	1	6,76	0,37%
Crateva tapia L.	2	0	0	6,47	0,36%
Pereskia guamacho F.A.C.Weber	2	0	0	6,47	0,36%
Senna aff angulata L.	0	1	0	6,07	0,34%

Especie	No. INDIVIDUOS/ESTRATO			Posición Sociológica	
	Estrato Inferior	Estrato Medio	Estrato superior	Ps	Ps%
Symplocos spp. Jacq.	0	1	0	6,07	0,34%
Vitex cooperi V. cooperi	0	1	0	6,07	0,34%
Calliandra sp Benth.	1	0	0	3,24	0,18%
Cynophalla ecuadorica (Iltis) Iltis & Cornejo.	1	0	0	3,24	0,18%
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	1	0	0	3,24	0,18%
Pseudolmedia laevigata Trécul.	1	0	0	3,24	0,18%
Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	1	0	0	3,24	0,18%
Ruprechtia apetala Wedd.	1	0	0	3,24	0,18%
Sapindus saponaria L.	1	0	0	3,24	0,18%
Senna atomaria (L.) H.S.Irwin & Barneby	1	0	0	3,24	0,18%
Crudia aff. bracteata Benth.	0	0	1	0,69	0,04%
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	0	0	1	0,69	0,04%
Total					**100%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Perfil de vegetación de Vegetación secundaria alta

En esta cobertura vegetal, en el estrato medio se observa una mayor presencia de especies que alcanzan alturas entre los 8 y 13 metros. En el estrato alto se pueden observar algunas especies emergente con alturas superiores a 15 metros (**Figura 5.2-34**).

FIGURA 5.2-34 PLANTA PERFIL DE VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Regeneración natural de Vegetación secundaria alta

En el estudio de Cao et al. (2017), menciona que la regeneración natural consiste en el desarrollo de una estructura de plantas que se acerca a su estado original. Según este

enfoque, el progreso regenerativo viable implica que la composición y diversidad de las comunidades de plantas pueden ser cambiantes y dependen de diversas características del área, así como de los rasgos funcionales de las especies, como la dispersión de semillas, las interacciones entre especies y el tamaño de las flores, entre otros.

Para el análisis de la regeneración natural, se tuvieron en cuenta las especies de tipo arbóreo y arbustivo, que se encontraron en estado de brinzal (DAP < 2.5 cm) y latizal (DAP entre 2.5 - 10 cm), de acuerdo con la metodología propuesta. A continuación, se presenta la composición florística y los parámetros estructurales correspondientes.

- Composición florística de la regeneración natural en Vegetación Secundaria Alta

La **Tabla 5.2-32** proporciona información sobre la regeneración de especies vegetales en dos categorías de tamaño, brinzal y latizal, en diferentes familias botánicas. En total, se identificaron 15 especies pertenecientes a 8 familias botánicas.

La familia botánica con mayor número de especies es Fabaceae, con 5 reportadas, aunque la especie *Guazuma ulmifolia* Lam. de la familia Malvaceae en la más abundante con 26 individuos en la categoría de brinzal y 4 individuo en la categoría de latizal.

TABLA 5.2-32 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ABUNDANCIA DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

Regeneración	Familia	Especie	Nombre Común	N° Individuos
Brinzales	Bignoniaceae	*Crescentia cujete L.*	Totumo	2
	Bignoniaceae	*Handroanthus billbergii (Bureau & K.Schum.) S.O.Grose*	Coralibe	2
	Boraginaceae	*Cordia collococca L. y Vitex*	Muñeco	1
	Boraginaceae	*Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.*	Uvito	8
	Capparaceae	*Crateva tapia L.*	Naranjillo	3
	Capparaceae	*Morisonia aff. americana L.*	Concha prieta	1
	Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.*	Carito	2
	Fabaceae	*Prosopis juliflora (Sw.) DC.*	Trupillo	3
	Fabaceae	*Pseudosamanea guachapele (Kunth) Dugand*	Campano	2
	Fabaceae	*Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn*	Aromo	2
	Lecythidaceae	*Lecythis tuyrana Pittier*	Olla de mono	6
	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia Lam.*	Guásimo	26
	Moraceae	*Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.*	Mora	10
	Rosaceae	*Hesperomeles spp Lindl.*	Mancamula	1
Total Brinzales				69
Latizales	Boraginaceae	*Cordia collococca L. y Vitex*	Muñeco	1
	Boraginaceae	*Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.*	Uvito	3
	Fabaceae	*Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.*	Vainillo	1

Regeneración	Familia	Especie	Nombre Común	N° Individuos
	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia Lam.*	Guásimo	4
	Moraceae	*Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.*	Mora	1
Total latizales				10
Total Regeneración				79

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Índice de regeneración natural para Vegetación Secundaria Alta

Para examinar una población determinada, es esencial comprender su dinámica ecológica y estructura organizacional. Al emplear diversas variables e índices en el estudio estructural, se puede evaluar el índice de regeneración natural de la cobertura especifica.

TABLA 5.2-33 INR POR ESPECIE DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

Especie	Nº CT1	Nº CT2	Nº CT3	CT	CT%
Guazuma ulmifolia Lam.	26	3	1	236,46	36,69%
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	11	0	0	98,86	15,34%
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	8	3	0	74,56	11,57%
Lecythis tuyrana Pittier	6	0	0	53,92	8,37%
Crateva tapia L.	3	0	0	26,96	4,18%
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	3	0	0	26,96	4,18%
Cordia collococca L. y Vitex	2	0	0	17,97	2,79%
Crescentia cujete L.	2	0	0	17,97	2,79%
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	2	0	0	17,97	2,79%
Handroanthus billbergii (Bureau & K.Schum.) S.O.Grose	2	0	0	17,97	2,79%
Pseudosamanea guachapele (Kunth) Dugand	2	0	0	17,97	2,79%
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	2	0	0	17,97	2,79%
Hesperomeles spp Lindl.	1	0	0	8,99	1,39%
Morisonia aff. americana L.	1	0	0	8,99	1,39%
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	0	1	0	0,89	0,14%
Total	77	7	1		100

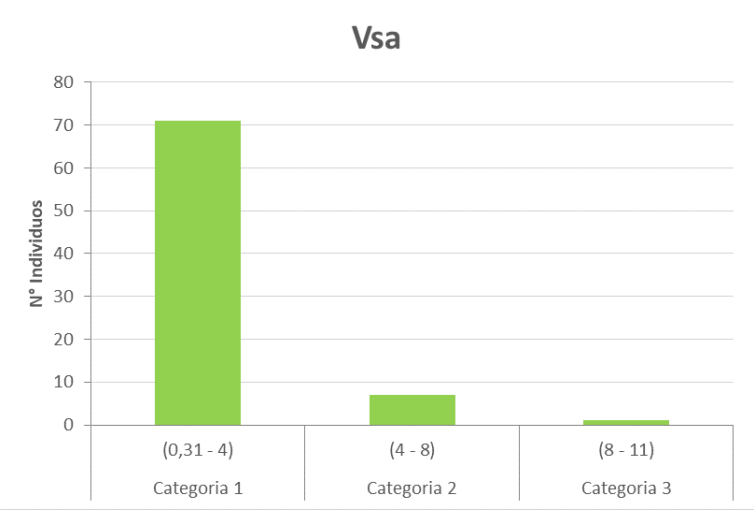
Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En la **Figura 5.2-35,** se puede observar que en términos del valor de IRNr, la especie más importante es *Guazuma ulmifolia* Lam., con un valor de 36,69%. Esto indica que esta especie tiene una presencia significativa y desempeña un papel importante en la regeneración natural del área estudiada.

Otras especies que muestran un valor alto de IRNr incluyen *Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud. y *Cordia dentata* (Jacq.) Roem. & Schult. Estas especies también tienen una importancia notable en términos de su contribución a la regeneración natural del ecosistema.

Por otro lado, algunas especies muestran valores de IRNr más bajos, como *Hesperomeles spp* Lindl., *Morisonia aff. americana* L. *y Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose.. Aunque su importancia relativa es menor en comparación con las especies mencionadas anteriormente, aún desempeñan un papel en la regeneración natural del área.

FIGURA 5.2-35 IRN DE VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Índices de riqueza y abundancia en fustales y regeneración natural para la Vegetación Secundaria Alta

El presente estudio analiza los índices de diversidad vegetal en dos estratos distintos de un bosque, centrándose en la composición de especies y la distribución de individuos en fustales y regeneración natural. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 5.2-34.

TABLA 5.2-34 ÍNDICES DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA ESPECÍFICA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

Índice	Fustal	Regeneración natural
Numero Individuos	377	79
Numero Especies	36	15
CM	0,10	0,19
Relación	10,47	5,27
Índice de dominancia de Simpson (D)	0,40	0,42
Índice de Equidad de Shannon (H)	2,67	2,09
Riqueza Específica de Margalef (Dmg)	5,90	3,20
Riqueza Específica de Menhinick (Dmn)	1,85	1,69
Índice de dominancia de Simpson (1-D)	0,60	0,58
Máxima diversidad esperada	3,58	2,71
Diversidad encontrada	74,39	77,00

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En el estrato de fustales, se registraron un total de 377 individuos pertenecientes a 36 especies diferentes. El cociente de mezcla, que indica la proporción entre los dos estratos, fue de 0,10, sugiriendo una marcada diferencia entre ellos. Por otro lado, la relación entre individuos y especies se calculó en 10,47. Los índices de dominancia de Simpson y su complementario fueron de 0,40 y 0,60 respectivamente. La equidad de Shannon se estimó en 2,67, mientras que la riqueza específica de Margalef y Menhinick fue de 5,90 y 1,85 respectivamente. La máxima diversidad esperada fue de 3,58, mientras que la diversidad encontrada fue de 74,39. En contraste, en el estrato de regeneración natural se contabilizaron 79 individuos distribuidos en 15 especies. El cociente de mezcla fue de 0,19 y la relación de 5,27. Los índices de dominancia de Simpson y su complementario se registraron en 0,42 y 0,58 respectivamente. La equidad de Shannon fue de 2,09. La riqueza específica de Margalef y Menhinick fue de 3,20 y 1,69 respectivamente. La máxima diversidad esperada y la diversidad encontrada fueron de 2,71 y 77 respectivamente.

Los resultados sugieren una mayor diversidad y equidad en el estrato de fustales en comparación con la regeneración natural. Esto se evidencia en el mayor número de individuos y especies, así como en la distribución más uniforme de individuos entre especies en el estrato de fustales. La discrepancia entre los índices de diversidad esperada y encontrada puede indicar la presencia de factores ambientales que influyen en la composición y estructura de la comunidad vegetal en ambos estratos del bosque.

- Caracterización Vegetación secundaria baja

En el área de intervención del proyecto la cobertura ocupa 41,35 hectáreas, lo que representa el 9,50% del total, para su caracterización se instalaron seis (6) parcelas de muestreo siguiendo lo planeado en la metodología. Para la cobertura de Vegetación secundaria baja se calcularon los estadígrafos de acumulación de especies, y en la **Tabla 5.2-35** se observan los resultados.

TABLA 5.2-35 ESTADÍGRAFOS CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

Estimador	Riqueza-Estimada	Representatividad-(%)
ACE Mean	14,8	94,59%
Chao 1 Mean	14,5	96,55%
Bootstrap Mean	16,09	87,01%
Efectividad de Muestreo		**92,72%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

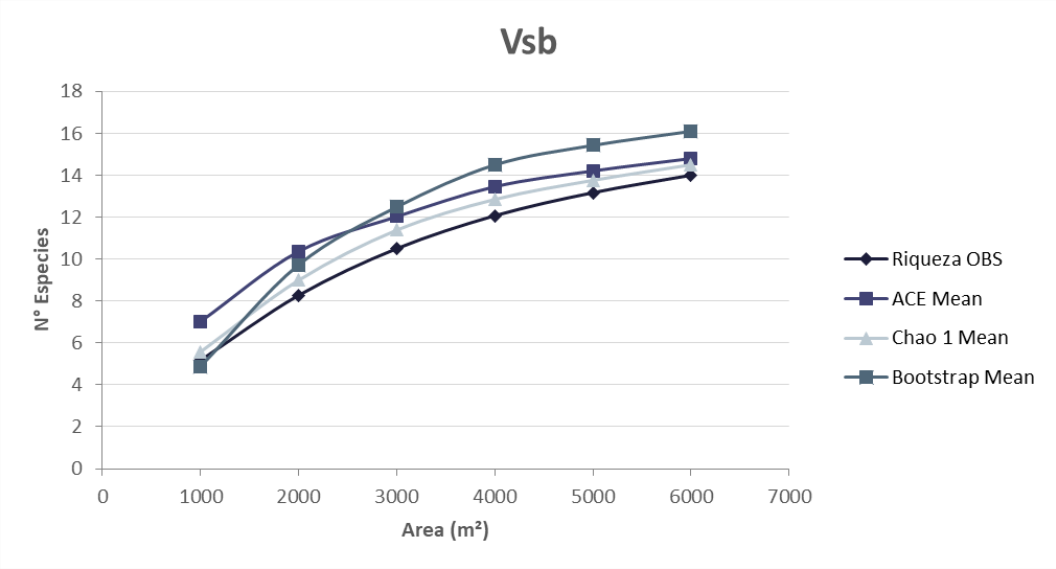
Se realizó un muestreo en un entorno de vegetación secundaria baja, que ha experimentado una considerable intervención humana, con un total de 6 parcelas. Durante este proceso, se obtuvo una riqueza observada total de 14. Para evaluar la diversidad de especies en el área de estudio, se emplearon tres índices comúnmente utilizados: ACE Mean, Chao 1 Mean y Bootstrap Mean.

Los resultados revelan que todos los índices superan el umbral del 80% establecido en el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad como indicador de una representatividad aceptable del muestreo.

El índice ACE Mean ofrece una estimación de la riqueza esperada, calculando una cifra de 14.8, con una representatividad del 94.59%. El índice Chao 1 Mean, por otro lado, proporcionó una estimación de riqueza esperada de 14.5, con una representatividad del 96.55%. Finalmente, el índice Bootstrap Mean estimó una riqueza esperada de 16.09, con una representatividad del 87.01%.

Estos resultados indican que el muestreo capturó una proporción significativa de la diversidad esperada en términos de riqueza de especies en el área estudiada. (ver **Figura 5.2-36**).

FIGURA 5.2-36 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Caracterización florística de la Vegetación secundaria baja

En la cobertura de Vegetación secundaria baja se censaron 165 individuos arbóreos, representados en 6 familias botánicas y 14 especies.

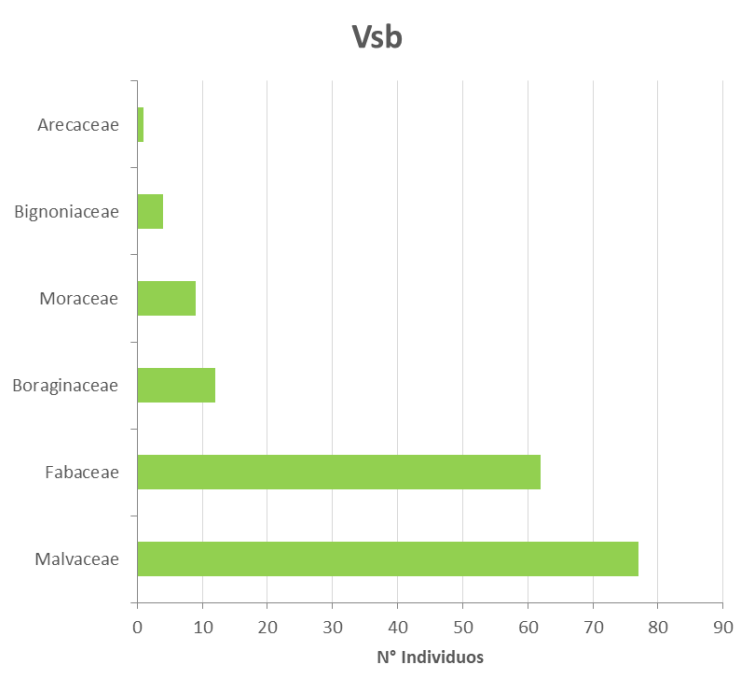
TABLA 5.2-36 FAMILIAS BOTÁNICAS DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

Familia	N° Individuos	% Individuos
MALVACEAE	77	46,7%
FABACEAE	62	37,6%
BORAGINACEAE	12	7,3%
MORACEAE	9	5,5%
BIGNONIACEAE	4	2,4%
ARECACEAE	1	0,6%
Total	**165**	**100,0%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Las familias con mayor número de individuos son Malvaceaes y Fabaceae con 77 y 62 individuos respectivamente, seguida de Boraginaceae, Moraceae, Bignoniaceae y Arecaceae, con 12, 9, 4 y 1 individuo respectivamente.

FIGURA 5.2-37 GRAFICA DE INDIVIDUOS POR FAMILIA PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La Familia más diversa es la Fabaceae con un total de 8 especies. Sin embargo, destaca la *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae) como la más abundante con un total de 77 árboles reportados (**Tabla 5.2-37**).

TABLA 5.2-37 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

Familia	Especie	N° Individuos
ARECACEAE	*Elaeis guineensis Jacq.*	1
BIGNONIACEAE	*Crescentia cujete L.*	4
BORAGINACEAE	*Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.*	12
FABACEAE	*Albizia guachapele (Kunth) Dugand*	4
FABACEAE	*Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart*	7
FABACEAE	*Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.*	4
FABACEAE	*Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.*	4
FABACEAE	*Prosopis juliflora (Sw.) DC.*	7
FABACEAE	*Samanea saman (Jacq.) Merr.*	31
FABACEAE	*Senna spp Mill.*	2

Familia	Especie	N° Individuos
FABACEAE	*Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn*	3
MALVACEAE	*Guazuma ulmifolia Lam.*	77
MORACEAE	*Ficus dendrocida Kunth.*	1
MORACEAE	*Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.*	8
Total		165

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Análisis estructura Vegetación secundaria baja

Es fundamental tener un conocimiento profundo de la dinámica ecológica y la estructura organizativa de una población específica para realizar un análisis exhaustivo. Al utilizar diferentes variables e índices en el estudio de la estructura, podemos evaluar la situación de manera integral.

Este análisis se realiza en dos dimensiones: la dimensión vertical, que tiene en cuenta los estratos y las distintas fases de crecimiento de la vegetación; y la dimensión horizontal, que se centra en aspectos como la densidad, la abundancia y la diversidad, entre otros.

Estas dimensiones nos permiten comprender la distribución espacial y la composición de la población, así como su organización en términos de recursos disponibles y la interacción entre las diferentes especies. En conjunto, este enfoque nos brinda una visión completa y detallada de la estructura de la población y nos ayuda a comprender mejor su funcionamiento ecológico.

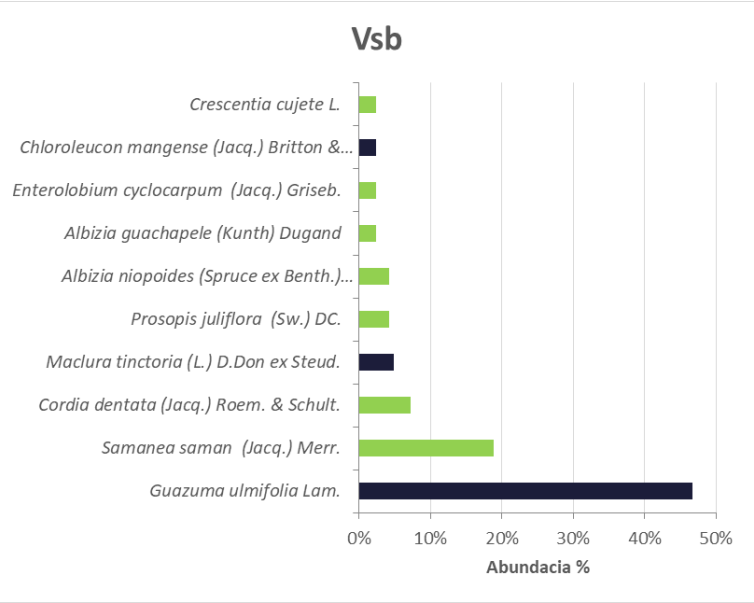
- ✓ Estructura horizontal de Vegetación secundaria baja

La estructura horizontal de un bosque se refiere a la distribución y composición de las especies en la superficie del bosque. Para evaluar esta estructura, se utilizan diferentes índices que proporcionan información sobre las ocurrencias y el número de especies, así como su importancia ecológica dentro del ecosistema.

- ✓ Abundancia

La especie con mayor abundancia en la comunidad es *Guazuma ulmifolia* Lam., con un total de 77 individuos, lo que representa el 46,67% del total de individuos registrados. Le sigue *Samanea saman* (Jacq.) Merr. con 31 individuos (18,79%) (**Tabla 5.2-38**).

FIGURA 5.2-38 GRAFICA DE ABUNDANCIA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

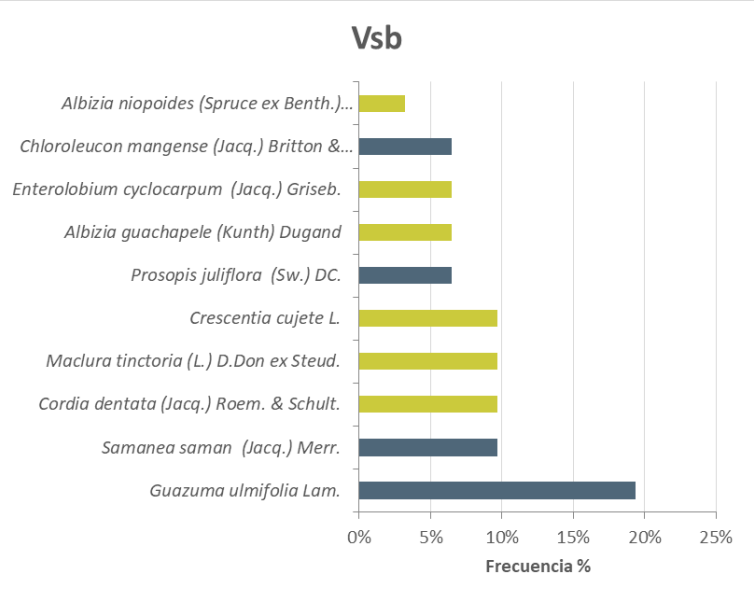


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- ✓ Frecuencia

En cuanto a la frecuencia, *Guazuma ulmifolia* Lam. también ocupa el primer lugar, con un 19,35%, seguida por *Samanea saman* (Jacq.) Merr., *Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud., *Cordia dentata* (Jacq.) Roem. & Schult. y *Crescentia cujete* L. con una frecuencia relativa de 9,68% cada una (**Tabla 5.2-38**).

FIGURA 5.2-39 GRAFICA DE FRECUENCIA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

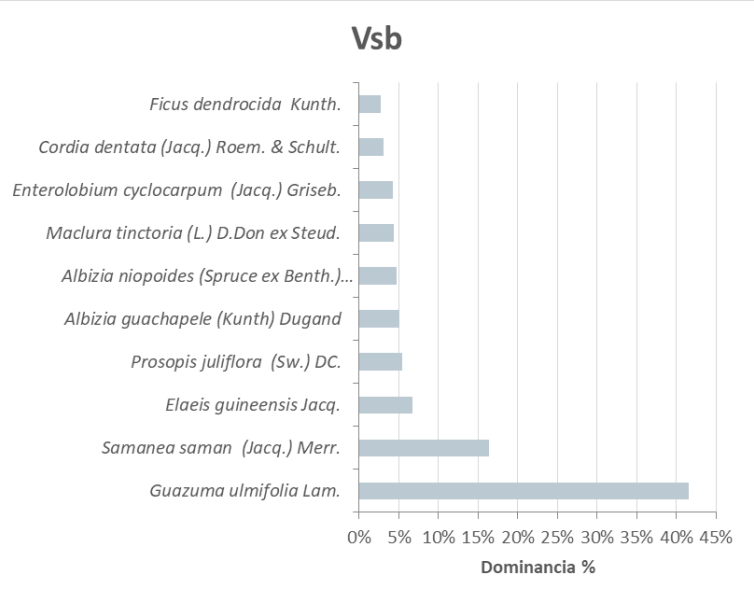


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

✓ Dominancia

En términos de dominancia, *Guazuma ulmifolia* Lam. también se destaca con un valor del 41,54%, seguida de *Samanea saman* (Jacq.) Merr. (16,42%) (**Tabla 5.2-38**).

FIGURA 5.2-40 GRAFICA DE DOMINANCIA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

✓ Índice de valor de importancia

El Índice de Valor de Importancia (IVI) combina los tres parámetros anteriores y nos brinda una medida general de la importancia de cada especie en la comunidad. *Guazuma ulmifolia* Lam. presenta el IVI más alto con un valor de 107,56%, seguida por *Samanea saman* (Jacq.) Merr. (44,89%) y *Cordia dentata* (Jacq.) Roem. & Schult. (20,09%). (**Tabla 5.2-38**).

TABLA 5.2-38 IVI DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

Especie	Abundancia %	Dominancia %	Frecuencia %	IVI
Guazuma ulmifolia Lam.	46,67%	41,54%	19,35%	107,56%
Samanea saman (Jacq.) Merr.	18,79%	16,42%	9,68%	44,89%
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	7,27%	3,14%	9,68%	20,09%
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	4,85%	4,38%	9,68%	18,90%
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	4,24%	5,45%	6,45%	16,14%
Albizia guachapele (Kunth) Dugand	2,42%	5,13%	6,45%	14,01%
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	2,42%	4,24%	6,45%	13,11%
Crescentia cujete L.	2,42%	0,90%	9,68%	13,00%
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	4,24%	4,69%	3,23%	12,15%
Elaeis guineensis Jacq.	0,61%	6,73%	3,23%	10,56%
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	2,42%	1,55%	6,45%	10,42%
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	1,82%	2,74%	3,23%	7,78%
Ficus dendrocida Kunth.	0,61%	2,78%	3,23%	6,61%

Especie	Abundancia %	Dominancia %	Frecuencia %	IVI
Senna spp Mill.	1,21%	0,32%	3,23%	4,76%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	300,00%

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

De la información relacionada en la tabla anterior podemos mencionar que, la especie *Guazuma ulmifolia* con un IVI de 107,56%, es la más dominante en la vegetación secundaria baja del área estudiada. La densidad y dominancia de esta especie son las más altas. Esto sugiere que podría ser una especie pionera o simplemente muy adaptada a las condiciones actuales del ecosistema.

Por otro lado, la especie *Samanea saman,* aunque su densidad es significativamente menor a la de la *Guazuma ulmifolia*, su dominancia es considerable. Esto sugiere que, aunque no es tan abundante en términos de número de individuos, ocupa un área significativa, lo que podría deberse a un mayor tamaño del árbol o una copa más extensa.

Desde *Cordia dentata* hasta *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart, las especies tienen un IVI que oscila entre 12% y 20%. Aunque son menos dominantes que las dos primeras, todavía tienen una presencia considerable. Es posible que estas especies estén en una etapa sucesional posterior a *Guazuma ulmifolia* o que simplemente sean menos competitivas en las condiciones actuales.

Las especies desde *Elaeis guineensis Jacq.* hasta *Senna spp Mill.*tienen un IVI menor al 10,6%. Estas especies, aunque están presentes, tienen una representación mucho menor en el ecosistema, ya sea en términos de densidad, frecuencia o dominancia. Lo que indica que pueden ser menos competitivas, o simplemente podrían encontrarse en áreas microclimáticas específicas dentro del ecosistema.

Ecológicamente, lo que esta tabla sugiere es que es probable que el área haya experimentado algún tipo de perturbación en el pasado, y las especies presentes ahora representan diferentes etapas de recuperación o sucesión.

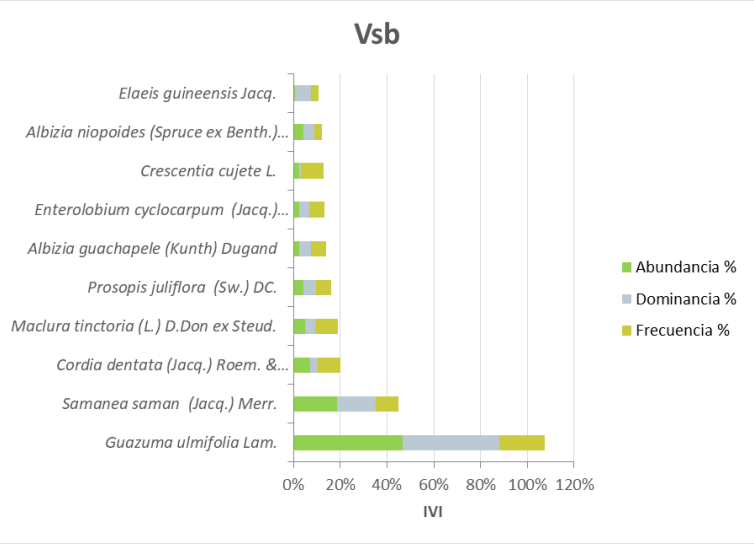
En términos de diversidad, aunque *Guazuma ulmifolia* es la especie dominante, la presencia de otras especies sugiere que hay una diversidad razonable en esta vegetación secundaria. Sin embargo, la diversidad podría aumentar a medida que el ecosistema evolucione y se estabilice.

Finalmente, las especies dominantes, especialmente *Guazuma ulmifolia* y *Samanea saman* probablemente desempeñen funciones ecológicas clave en términos de estructura del dosel, hábitat y recursos para la fauna, y regulación del microclima.

En la **Figura 5.2-41** se muestran los datos del Índice de Valor de Importancia (IVI) calculados para esta cobertura y las 15 especies encontradas en la muestra. Esta gráfica permite ver el impacto relativo de cada especie en la comunidad vegetal.

A través de sus valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa, podemos identificar las especies que destacan por su abundancia, distribución y ocupación del espacio en este ecosistema.

FIGURA 5.2-41 IVI ESPECIES EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

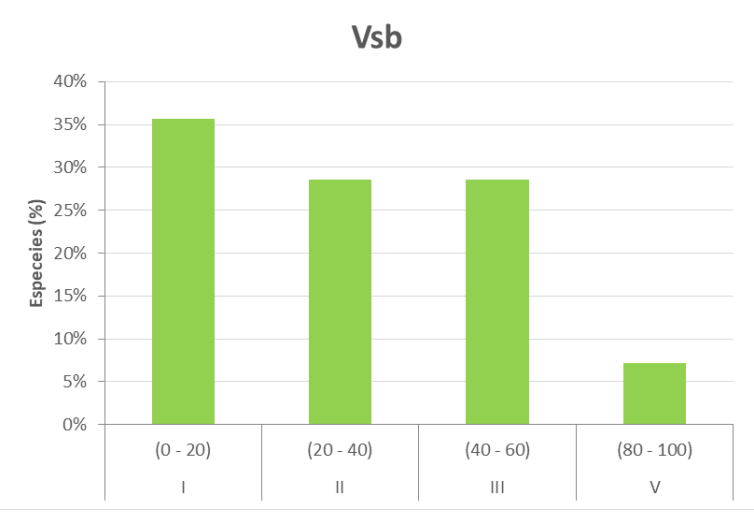


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

✓ Histograma de frecuencias

Como complemento a la evaluación de la estructura horizontal, en la siguiente figura se ilustra el histograma de frecuencia, en la cual se percibe que el mayor porcentaje de especies está ubicado en la categoría I del histograma. Esto muestra una heterogeneidad florística acentuada en las coberturas evaluadas.

FIGURA 5.2-42 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS EN VEGETACIÓN SECUNDARÍA BAJA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

✓ Distribución diamétrica de Vegetación secundaria baja

Para la determinación de la distribución diamétrica, se utilizó el método de Sturges, para definir las clases diamétricas.

TABLA 5.2-39 DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

Clase	DAP (m)	N° Individuos	% Individuos
I	(0,1 - 0,2)	106	64,2%
II	(0,2 - 0,3)	42	25,5%
III	(0,3 - 0,4)	11	6,7%
IV	(0,4 - 0,5)	4	2,4%
V	(0,5 - 0,6)	1	0,6%
VI	(0,6 - 0,7)	1	0,6%
Total		**165**	**100%**

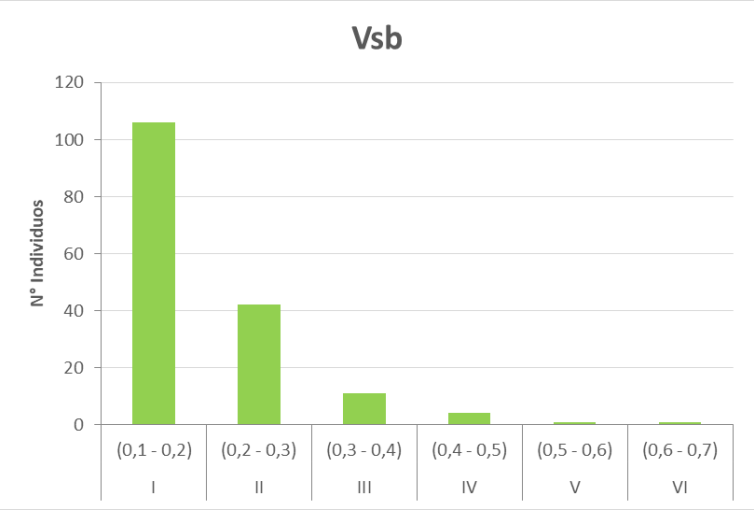
Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La distribución diamétrica de la vegetación secundaria baja se analiza y describe mediante la clasificación de los individuos en diferentes clases de intervalos de diámetro. En la Clase I, que abarca un intervalo de diámetro desde 0,1 hasta 0,2 metros, se registraron 106 individuos, lo que representa aproximadamente el 64,2% del total. En la Clase II, que tiene un rango de diámetro de 0,2 a 0,3 metros, se contabilizaron 42 individuos, correspondiendo al 25,5% del total.

En la Clase III, con un intervalo de diámetro de 0,3 a 0,4 metros, se encontraron 11 individuos, lo que representa el 6,7% del total. La Clase IV, con un rango de diámetro de 0,4 a 0,5 metros, cuenta con 4 individuos, lo que equivale al 2,4% del total. En las Clases V y VI, que abarcan el intervalo de 0,5 a 0,7 metros, se registró 1 individuos por cada clase diamétrica. (**Tabla 5.2-39** y **Figura 5.2-43**).

La distribución diamétrica de la vegetación secundaria baja muestra que la mayoría de los árboles se encuentran primeras etapas de desarrollo, con 89,7% en las dos primeras clases diamétricas; esto, y la marcada disminución en el número de árboles a medida que se incrementa el diámetro, sugiere que este ecosistema podría estar en una etapa temprana o intermedia de sucesión, habiendo experimentado alguna perturbación en el pasado.

FIGURA 5.2-43 HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Volumen total por especies

Tal como se observa en la ***Tabla 5.2-40***, en la vegetación secundaria baja se presenta un volumen total de 62,25 m^3 y un volumen comercial de 28,10 m^3. Se destaca que la especie *Guazuma ulmifolia* Lam. es la que presenta mayor volumen total y comercial con 25,47 m^3 y 13,27 m^3 respectivamente con 77 individuos, le sigue *Samanea saman* (Jacq.) Merr. con un volumen total y comercial de 11,26 m^3 y 5,43 m^3 respectivamente con 31 individuos, relacionado directamente con la cantidad de individuos incluidos en esta cobertura.

TABLA 5.2-40 VOLUMEN TOTAL Y COMERCIAL POR ESPECIE EN VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

Especie	N° Individuos	Vol, Total (m3/ha)	Vol, Com (m3/ha)	Biomasa (Kg/ha)
Albizia guachapele (Kunth) Dugand	4	3,13	1,11	6061,30
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	7	3,90	2,27	4724,60
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	4	0,55	0,42	1514,70
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	12	1,63	0,71	2709,73
Crescentia cujete L.	4	0,31	0,13	738,52
Elaeis guineensis Jacq.	1	5,50	0,00	10331,27
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	4	2,63	1,65	4931,94
Ficus dendrocida Kunth.	1	1,89	0,00	3624,90
Guazuma ulmifolia Lam.	77	25,47	13,27	46363,31
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	8	2,14	1,16	4448,62
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	7	2,58	1,30	5969,53

Especie	N° Individuos	Vol, Total (m3/ha)	Vol, Com (m3/ha)	Biomasa (Kg/ha)
Samanea saman (Jacq.) Merr.	31	11,26	5,43	17125,00
Senna spp Mill.	2	0,13	0,09	245,90
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	3	1,12	0,56	3055,88
Total	165	62,25	28,10	111845,18

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Grado de agregación

Este parámetro hace referencia a la distribución espacial de las especies registradas en el muestreo, por ende, en la Tabla 5.2-41, se puede observar el grado de agregación que presenta cada una de las especies para el ecosistema en mención.

TABLA 5.2-41 GRADO DE AGREGACIÓN POR ESPECIE EN VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

Especie	N° Individuos	Nº Parcelas	Frecuencia Abs	De	Do	Ga	Ga Rango
Albizia guachapele (Kunth) Dugand	4	2	33,33%	0,33	0,67	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	7	1	16,67%	0,17	1,17	6,99	Distribución Agrupada
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	4	2	33,33%	0,33	0,67	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	12	3	50,00%	0,50	2,00	3,99	Distribución Agrupada
Crescentia cujete L.	4	3	50,00%	0,50	0,67	1,33	Tendencia al Agrupamiento
Elaeis guineensis Jacq.	1	1	16,67%	0,17	0,17	1,00	Dispersa
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	4	2	33,33%	0,33	0,67	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Ficus dendrocida Kunth.	1	1	16,67%	0,17	0,17	1,00	Dispersa
Guazuma ulmifolia Lam.	77	6	100,00%	1,01	12,83	12,77	Distribución Agrupada
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	8	3	50,00%	0,50	1,33	2,66	Distribución Agrupada
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	7	2	33,33%	0,33	1,17	3,49	Distribución Agrupada
Samanea saman (Jacq.) Merr.	31	3	50,00%	0,50	5,17	10,31	Distribución Agrupada
Senna spp Mill.	2	1	16,67%	0,17	0,33	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	3	1	16,67%	0,17	0,50	3,00	Distribución Agrupada

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Este parámetro indica la tendencia al agrupamiento de los individuos de las especies que componen una determinada cobertura, su valor siempre se mueve en tres rangos, los cuales se describen a continuación:

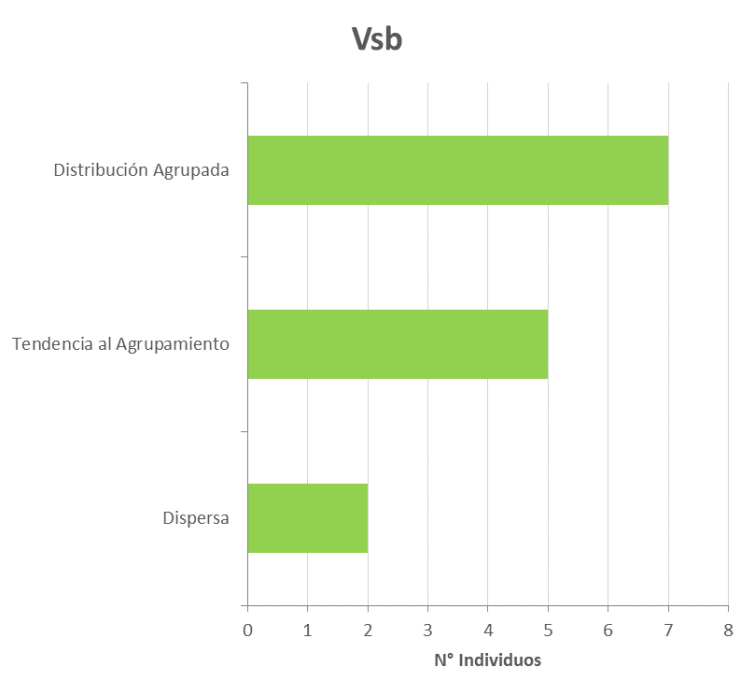
GA≥ a 1, y < a 2 indica tendencia al agrupamiento

GA≥ a 2, Indica que la especie tiene una distribución agrupada

GA< a 1; Indica que la especie se encuentra dispersa

Por lo tanto, se puede observar que, en las 14 especies registradas en el inventario para la vegetación secundaria baja, 2 corresponden a especies dispersas, 7 a especies agrupadas y 5 a especies con tendencia al agrupamiento.

FIGURA 5.2-44 GRADO DE AGREGACIÓN EN VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Estructura vertical de Vegetación secundaria baja

La estructura vertical de este tipo de vegetación se puede analizar a través de la distribución de alturas de los árboles. Al graficar los datos tomados en campo, se observan las alturas totales y comerciales de los árboles. La altura total varía desde 3 metros hasta 55 metros.

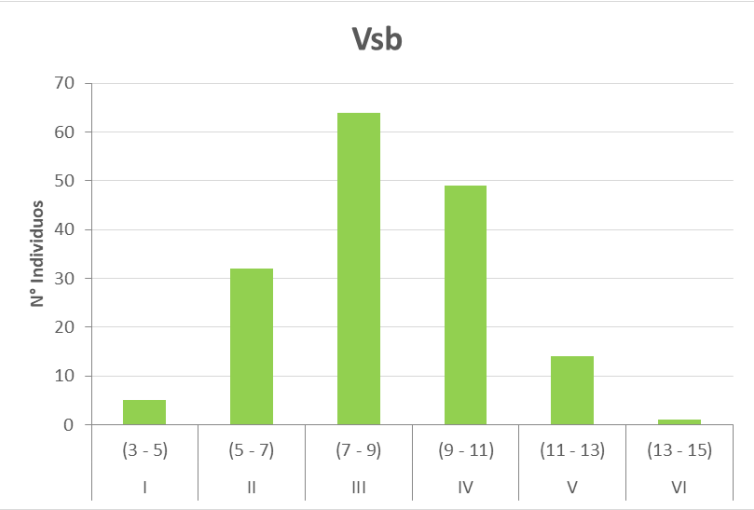
TABLA 5.2-42 CLASE ALTIMÉTRICA EN VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

Clase	Altura (m)	N° Individuos	% Individuos
I	(3 - 5)	5	3,0%
II	(5 - 7)	32	19,4%
III	(7 - 9)	64	38,8%
IV	(9 - 11)	49	29,7%
V	(11 - 13)	14	8,5%
VI	(13 - 15)	1	0,6%
Total		**165**	**100,0%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Se identifica la acumulación de individuos en las clases II, III y IV, con pocos individuos en la clase I, este comportamiento es el esperable en este tipo de coberturas en proceso de sucesión.

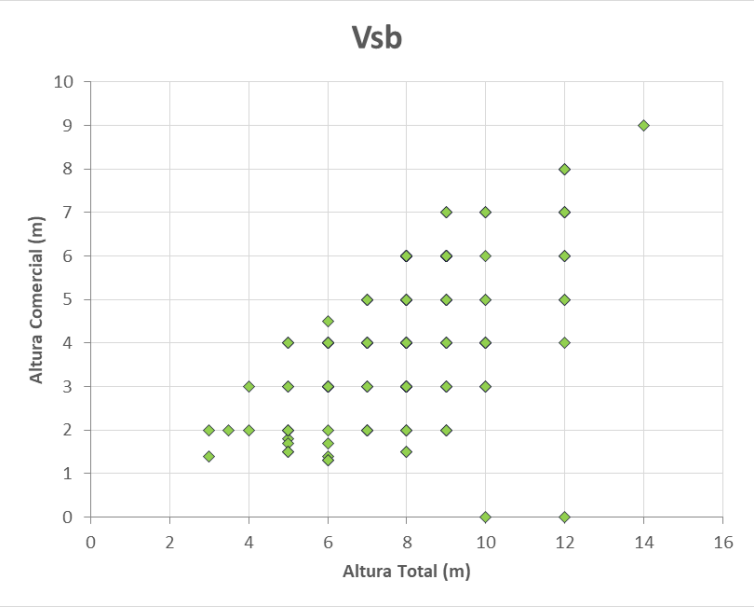
FIGURA 5.2-45 HISTOGRAMA DE CLASE ALTIMÉTRICA EN VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Predominan los individuos de la clase altimétrica III en donde se encuentran los individuos arbóreos que van desde 7 metros hasta 9 metros. La caracterización de la estructura vertical se llevó a cabo considerando el diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al. (1965). Este diagrama, una gráfica cartesiana, registra los valores de altura total (ordenadas) y reiteración (abscisas). Sin embargo, en este estudio, se optó por analizar la altura comercial para complementar la descripción del ecosistema en cuestión. La dispersión de puntos no muestra estratificación evidente (**Figura 5.2-46**).

FIGURA 5.2-46 DIAGRAMA DE OGAWA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

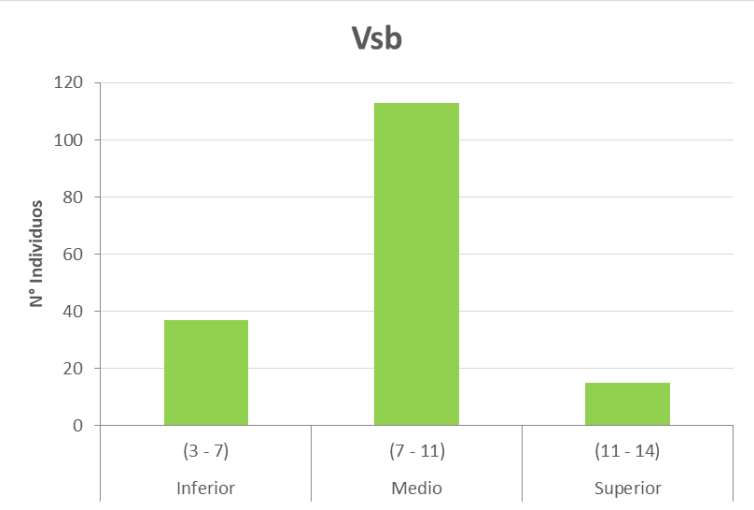


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Posición sociológica de Vegetación secundaria baja

La posición sociológica de la cobertura de Vegetación secundaria baja puede ser estudiada a través de la evaluación de la presencia de las especies en los distintos estratos arbóreos. Según Cantillo (2001), la presencia de una especie en todos los estratos arbóreos garantiza su participación en la estructura y composición florística del bosque. Para determinar la regularidad de la abundancia de individuos en cada estrato, se asignan valores numéricos a cada especie. Si se observa una disminución gradual en el número de individuos de una especie desde el estrato inferior hasta el estrato superior, esto otorgará mayor importancia en su posición sociológica.

FIGURA 5.2-47 HISTOGRAMA DE LA ESTRATIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En la **Tabla 5.2-43**, se aprecia la posición sociológica de la cobertura caracterizada.

TABLA 5.2-43 ESTRATIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

Estrato	Altura (m)	N° Individuos	% Individuos
Inferior	(3 - 7)	37	22,4%
Medio	(7 - 11)	113	68,5%
Superior	(11 - 14)	15	9,1%
Total		**165**	**100,0%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En el estrato inferior, que abarca alturas entre 3 metros y 7 metros, se observa la presencia de 37 individuos, lo que representa aproximadamente el 22,4% del total. Esta información sugiere que su importancia en términos de participación en la estructura y composición de la vegetación es moderada.

El estrato medio se extiende desde 7 metros hasta 11 metros y alberga a 113 individuos, lo que constituye la mayoría con aproximadamente el 68,5% del total. Este estrato es el más destacado en términos de abundancia de individuos y contribuye significativamente a la estructura de la cobertura de vegetación secundaria baja.

En el estrato superior, que abarca alturas desde 11 metros hasta 14 metros, se registran 15 individuos, lo que representa aproximadamente el 9,1% del total. Aunque la cantidad de individuos en este estrato es menor en comparación con el estrato medio.

TABLA 5.2-44 POSICIÓN SOCIOLÓGICA (PS) POR ESPECIE DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

Especie	No. INDIVIDUOS/ESTRATO			Posición Sociológica	
	Estrato Inferior	Estrato Medio	Estrato superior	Ps	Ps%
Guazuma ulmifolia Lam.	22,42	445,15	1,82	469,39	53,92%
Samanea saman (Jacq.) Merr.	8,97	150,67	4,55	164,18	18,86%
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	4,48	68,48	0,00	72,97	8,38%
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	6,73	34,24	0,00	40,97	4,71%
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	8,97	20,55	0,00	29,52	3,39%
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	0,00	27,39	0,00	27,39	3,15%
Albizia guachapele (Kunth) Dugand	4,48	13,70	0,00	18,18	2,09%
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	6,73	6,85	0,00	13,58	1,56%
Crescentia cujete L.	8,97	0,00	0,00	8,97	1,03%
Ficus dendrocida Kunth.	0,00	6,85	0,00	6,85	0,79%
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	6,73	0,00	0,00	6,73	0,77%
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	0,00	0,00	6,36	6,36	0,73%
Senna spp Mill.	4,48	0,00	0,00	4,48	0,52%
Elaeis guineensis Jacq.	0,00	0,00	0,91	0,91	0,10%
Total					**100%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La **Tabla 5.2-44** nos permite analizar la distribución de especies según su posición sociológica en la cobertura de vegetación secundaria baja, se observa que *Guazuma ulmifolia* Lam. es la especie más representativa, con 2 individuos en el estrato superior, 65 en el estrato medio y 10 en el estrato inferior. Esta especie ocupa una posición sociológica dominante, con un porcentaje de participación sociológica (PS) del 53,92% y un PS total de 469,39.

Por otro lado, Samanea saman (Jacq.) Merr. tiene una presencia significativa en el estrato medio con 22 individuos, su presencia en los demás estratos es de de 4 individuos en estrato inferior y 5 en estrato superior. Esta especie contribuye con un PS del 18,86%.

En general, la cobertura de vegetación secundaria baja está dominada por *Guazuma ulmifolia* Lam., seguida de *Samanea saman* (Jacq.) Merr. Estas dos especies juegan un papel destacado en la estructura y composición de la vegetación, mientras que las demás especies tienen una representación menos significativa en términos de abundancia y posición sociológica.

- Perfil de vegetación de Vegetación secundaria baja

En la **Figura 5.2-48,** se observa que la altura predominante es entre los 7 y 11 metros de especies típicas de zonas intervenidas y con alguna representación de especies emergentes que alcanzan alturas de 14 m. Estas características lo sitúan entre un estado sucesional temprano y uno degradado de acuerdo con lo expuesto en Polania (2019).

FIGURA 5.2-48 PLANTA PERFIL DE VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Regeneración natural de Vegetación secundaria baja

En el estudio de Cao et al. (2017), menciona que la regeneración natural consiste en el desarrollo de una estructura de plantas que se acerca a su estado original. Según este enfoque, el progreso regenerativo viable implica que la composición y diversidad de las comunidades de plantas pueden ser cambiantes y dependen de diversas características del área, así como de los rasgos funcionales de las especies, como la dispersión de semillas, las interacciones entre especies y el tamaño de las flores, entre otros.

Para el análisis de la regeneración natural, se tuvieron en cuenta las especies de tipo arbóreo y arbustivo, que se encontraron en estado de brinzal (DAP < 2.5 cm) y latizal (DAP entre 2.5 - 10 cm), de acuerdo con la metodología propuesta. A continuación, se presenta la composición florística y los parámetros estructurales correspondientes.

- Composición florística de la regeneración natural en Vegetación Secundaria Baja

La **Tabla 5.2-45** proporciona información sobre la composición y distribución de 16 especies pertenecientes a 10 familias botánicas en diferentes categorías de tamaño (brinzal y latizal) en la cobertura de vegetación secundaria baja.

La familia Achatocarpaceae está representada por *Achatocarpus nigricans* Triana, con 10 individuos en la categoría de brinzal y 4 en la categoría de latizal, sumando un total de 14 individuos.

En la familia Bignoniaceae se encuentra *Handroanthus affimpetiginosus* (Mart. ex DC.) Standl., con 2 individuo en cada categoría, totalizando 4 individuos.

Dentro de la familia Capparaceae, se registra *Capparidastrum bonifazianum* (Cornejo & Iltis) con 4 individuos en la categoría de brinzal y 2 en latizal.

La familia Fabaceae presenta varias especies. *Acacia glomerosa* Benth. tiene 3 individuos en la categoría de brinzal y 2 individuo en latizal, *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart. (4 individuos en brinzal), *Calliandra sp* Benth. (2 en latizal), *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC. (1 en brinzal y 1 en latizal), *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (3 en latizal) y *Senna spp* Mill. (2 en brinzal y 1 en latizal.

La familia Lecythidaceae está representada por *Lecythis tuyrana* Pittier, con 17 individuos en la categoría de brinzal y 9 en la categoría de latizal, sumando un total de 26 individuos.

Guazuma ulmifolia Lam. de la familia Malvaceae tiene 7 individuos en la categoría de brinzal y 5 en la categoría de latizal, sumando un total de 12 individuos.

Maclura tinctoria (L.) D. Don ex Steud. de la familia Moraceae tiene 9 individuos en la categoría de brinzal y 1 en la categoría de latizal, sumando un total de 10 individuos.

TABLA 5.2-45 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ABUNDANCIA DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

Regeneración	Familia	Especie	Nombre Común	N° Individuos
Brinzales	Achatocarpaceae	*Achatocarpus nigricans Triana*	Rabo de iguana	10
	Bignoniaceae	*Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.*	Polvillo	2
	Capparaceae	*Capparidastrum bonifazianum (Cornejo & Iltis)*	Guanabito	4
	Fabaceae	*Acacia glomerosa Benth.*	Baraona	3
	Fabaceae	*Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart*	Guacamayo	4
	Fabaceae	*Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.*	Bollo limpio	1
	Fabaceae	*Senna spp Mill.*	Flor de la India	2
	Lecythidaceae	*Lecythis tuyrana Pittier*	Olla de mono	17
	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia Lam.*	Guásimo	7
	Moraceae	*Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.*	Mora	9
	Phyllanthaceae	*Phyllanthus amarus Schumach. & Thonn.*	Manito pilón	2
	Zygophyllaceae	*Bulnesia arborea Lorentz ex Griseb.*	Guayacan	8
Total Brinzales				69
Latizales	Achatocarpaceae	*Achatocarpus nigricans Triana*	Rabo de iguana	4
	Bignoniaceae	*Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.*	Polvillo	2
	Boraginaceae	*Cordia bicolor A.DC.*	Muñeco 2	1
	Boraginaceae	*Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.*	Uvito	1
	Capparaceae	*Capparidastrum bonifazianum (Cornejo & Iltis)*	Guanabito	2

Regeneración	Familia	Especie	Nombre Común	N° Individuos
	Fabaceae	*Acacia glomerosa Benth.*	Baraona	2
	Fabaceae	*Calliandra sp Benth.*	Carbonero	2
	Fabaceae	*Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.*	Bollo limpio	1
	Fabaceae	*Prosopis juliflora (Sw.) DC.*	Trupillo	3
	Fabaceae	*Senna spp Mill.*	Flor de la India	1
	Lecythidaceae	*Lecythis tuyrana Pittier*	Olla de mono	13
	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia Lam.*	Guásimo	5
	Moraceae	*Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.*	Mora	1
	Zygophyllaceae	*Bulnesia arborea Lorentz ex Griseb.*	Guayacan	1
Total latizales				39
Total Regeneración				108

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Índice de regeneración natural para Vegetación secundaria baja

Para examinar una población determinada, es esencial comprender su dinámica ecológica y estructura organizacional. Al emplear diversas variables e índices en el estudio estructural, se puede evaluar el índice de regeneración. En la **Figura 5.2-49**, nos permite observar el índice de regeneración de las especies registradas de vegetación secundaria baja.

TABLA 5.2-46 IRN DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

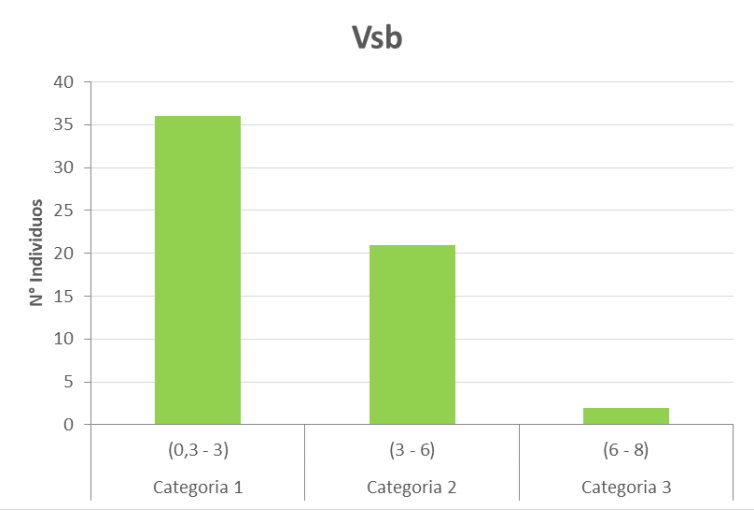
Especie	Nº CT1	Nº CT2	Nº CT3	CT1	CT2	CT3	CT	CT%
Lecythis tuyrana Pittier	7	9	0	42,71	32,03	0,00	74,75	25,33%
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	7	0	0	42,71	0,00	0,00	42,71	14,47%
Achatocarpus nigricans Triana	5	3	0	30,51	10,68	0,00	41,19	13,96%
Guazuma ulmifolia Lam.	5	1	1	30,51	3,56	0,34	34,41	11,66%
Bulnesia arborea Lorentz ex Griseb.	4	0	0	24,41	0,00	0,00	24,41	8,27%
Acacia glomerosa Benth.	1	2	0	6,10	7,12	0,00	13,22	4,48%
Capparidastrum bonifazianum (Cornejo & Iltis)	2	0	0	12,20	0,00	0,00	12,20	4,14%
Phyllanthus amarus Schumach. & Thonn.	2	0	0	12,20	0,00	0,00	12,20	4,14%
Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.	1	1	0	6,10	3,56	0,00	9,66	3,27%
Senna spp Mill.	1	1	0	6,10	3,56	0,00	9,66	3,27%
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	1	0	0	6,10	0,00	0,00	6,10	2,07%
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	0	1	1	0,00	3,56	0,34	3,90	1,32%
Cordia bicolor A.DC.	0	1	0	0,00	3,56	0,00	3,56	1,21%
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	0	1	0	0,00	3,56	0,00	3,56	1,21%
Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.	0	1	0	0,00	3,56	0,00	3,56	1,21%

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La especie *Guazuma ulmifolia* Lam., se encuentra presente en las 3 clases determinadas, indicando que la misma especie se encuentra en diferentes etapas de crecimiento, lo que se puede relacionar con los resultados obtenidos en fustales, en donde se determinó que esta era la especie con mayor valor de importancia (IVI).

Ecológicamente, estas especies con alto CT pueden considerarse como especies pioneras o de rápida colonización, fundamentales para estabilizar el suelo, proporcionar hábitats iniciales y preparar el terreno para la sucesión de otras especies, facilitando la transición hacia un ecosistema más maduro y diverso con el tiempo.

FIGURA 5.2-49 CLASE DE TAMAÑO DE VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Índices de riqueza y abundancia en fustales y regeneración natural para Vegetación Secundaria Baja

El presente estudio examina los índices de riqueza y abundancia específica en dos estratos de vegetación, fustales y regeneración natural. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 5.2-47.

TABLA 5.2-47 ÍNDICES DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA ESPECÍFICA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

Índice	Fustal	Regeneración natural
Numero Individuos	165	108
Numero Especies	14	16
CM	0,08	0,15
Relación	11,79	6,75
Índice de dominancia de Simpson (D)	0,36	0,46
Índice de Equidad de Shannon (H)	1,82	2,35
Riqueza Específica de Margalef (Dmg)	2,55	3,20
Riqueza Específica de Menhinick (Dmn)	1,09	1,54

Índice	Fustal	Regeneración natural
Índice de dominancia de Simpson (1-D)	0,64	0,54
Máxima diversidad esperada	2,64	2,77
Diversidad encontrada	69,12	84,63

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En el estrato de fustales, se identificaron un total de 165 individuos distribuidos en 14 especies distintas. El cociente de mezcla entre fustales y regeneración natural fue de 0,08, indicando una proporción relativamente baja de fustales en comparación con la regeneración natural. La relación entre individuos y especies fue de 11,79, lo que sugiere una alta relación de individuos por especie en este estrato. El índice de dominancia de Simpson (D) fue de 0,36, lo que apunta a una distribución relativamente equitativa de las especies en este estrato. El índice de equidad de Shannon (H) fue de 1,82, lo que indica una distribución moderadamente uniforme de individuos entre las especies presentes. Además, la riqueza específica de Margalef (Dmg) y de Menhinick (Dmn) fue de 2,55 y 1,09 respectivamente. El índice de dominancia de Simpson complementario (1-D) fue de 0,64, mientras que la máxima diversidad esperada fue de 2,64 y la diversidad encontrada fue de 69,12. Por otro lado, en el estrato de regeneración natural, se registraron 108 individuos pertenecientes a 16 especies diferentes. El cociente de mezcla fue de 0,15 y la relación de 6,75. El índice de dominancia de Simpson (D) fue de 0,46, indicando una distribución ligeramente más dominada por algunas especies en comparación con el estrato de fustales. El índice de equidad de Shannon (H) fue de 2,35, lo que sugiere una distribución más uniforme de individuos entre las especies en este estrato en comparación con fustales. Asimismo, la riqueza específica de Margalef (Dmg) y de Menhinick (Dmn) fue de 3,20 y 1,54 respectivamente. El índice de dominancia de Simpson complementario (1-D) fue de 0,54, y la máxima diversidad esperada y la diversidad encontrada fueron de 2,77 y 84,63 respectivamente.

Estos resultados revelan diferencias significativas en la composición y estructura de la vegetación entre los dos estratos estudiados. La mayor relación de individuos por especie y la distribución menos equitativa de individuos entre especies en el estrato de fustales pueden reflejar una mayor dominancia de ciertas especies en este ambiente. Por otro lado, la distribución más uniforme de individuos entre las especies y la mayor diversidad encontrada en el estrato de regeneración natural sugieren una comunidad vegetal más diversa y equitativa en este entorno. Estas diferencias son propias de la cobertura de vegetación secundaria baja, en donde el sistema está en constante desarrollo.

- Caracterización Pastos arbolados

En el área de intervención del proyecto la cobertura ocupa 253,47 hectáreas, lo que representa el 58,25% del total, para su caracterización se instalaron 29 parcelas de muestreo siguiendo lo planeado en la metodología. Para la cobertura de Pastos arbolados se calcularon los estadígrafos de acumulación de especies, en la **Tabla 5.2-48** se observan los resultados.

TABLA 5.2-48 ESTADÍGRAFOS CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA PASTOS ARBOLADOS

Estimador	Riqueza-Estimada	Representatividad-(%)
Chao 1 Mean	28,4	73,94%
Bootstrap Mean	25,9	81,08%
Cole Rarefaction	21	100,00%
Efectividad de Muestreo		85,01

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Se llevó a cabo un muestreo minucioso en 29 parcelas dentro de un contexto de pastos arbolados siendo esta una cobertura seminatural. Durante este proceso, se identifico una riqueza observada total de 21.

En pastos arbolados, una cobertura agrícola no natural, es importante destacar que la captura completa de la riqueza de especies es un desafío inherente. Esta dificultad surge debido a la naturaleza antropogénica de esta cobertura, donde la diversidad vegetal está directamente influenciada por las actividades humanas. Además, la composición específica de especies presentes en cada predio puede variar según las decisiones individuales de los propietarios en cuanto a la gestión y selección de especies. Para evaluar la diversidad de especies en el área estudiada, se emplearon tres estimadores de riqueza comunes:

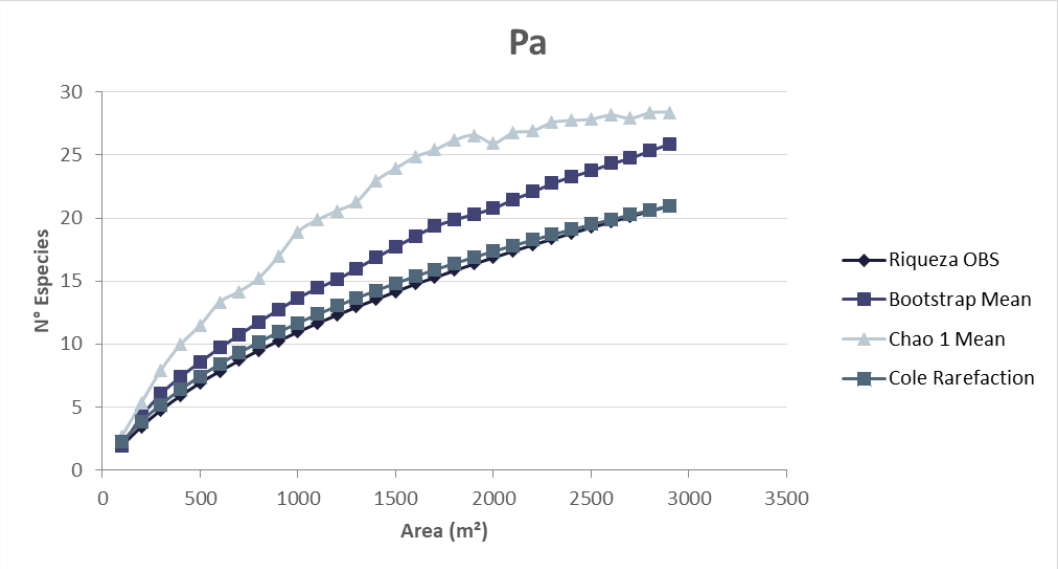
Chao 1 Mean: Este estimador proporciona una estimación de la riqueza esperada. En este caso, Chao 1 Mean estimó una riqueza esperada de 28,4, con una representatividad del 73,94%. Esto sugiere que aproximadamente el 73,94% de la diversidad real de especies se estima que está siendo capturada por el muestreo.

Bootstrap Mean: Proporciona una estimación de la riqueza esperada de especies. En este caso, se estima en 25,9, con una representatividad del 81,08%. Esto sugiere que aproximadamente el 81,08% de la diversidad real de especies se estima que está siendo capturada por el muestreo.

Cole Rarefaction: Arrojó una estimación de riqueza esperada de 21, con una representatividad del 100%. Esto indica que el muestreo capturó la totalidad de la diversidad esperada de especies en el área estudiada.

Es crucial destacar que tanto Bootstrap Mean como Cole Rarefaction superan el umbral del 80% establecido en el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad y Chao 1 Mean se encuentra próximo a este valor, como indicativo de una representatividad aceptable del muestreo. Estos resultados sugieren que los datos recopilados son indicativos y representativos de la riqueza de especies en el área estudiada. (ver **Figura 5.2-50**).

FIGURA 5.2-50 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA PASTOS ARBOLADOS



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Caracterización florística de Pastos Arbolados

En la cobertura de Pastos arbolados se censaron 78 individuos arbóreos, representados en 10 familias botánicas y 21 especies.

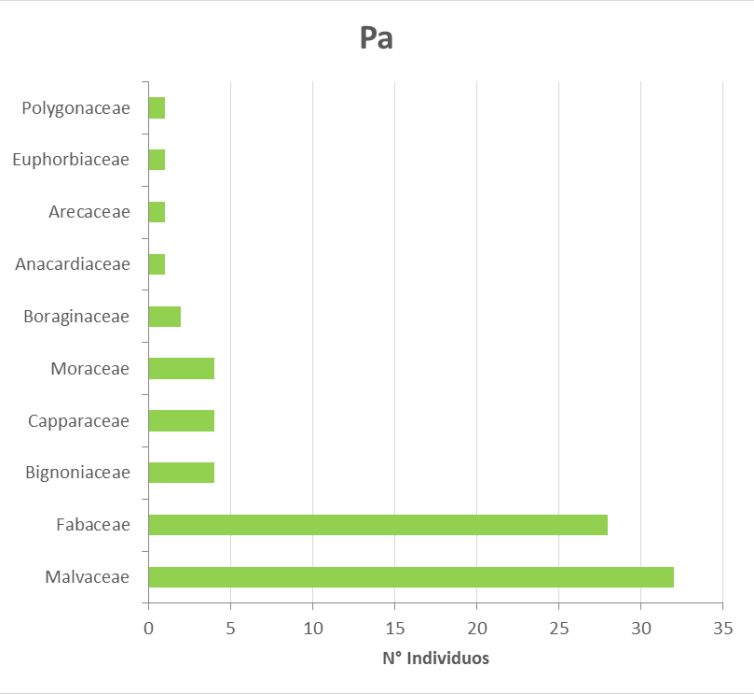
TABLA 5.2-49 FAMILIAS BOTÁNICAS DE PASTOS ARBOLADOS

Familia	N° Individuos	% Individuos
Malvaceae	32	41,0%
Fabaceae	28	35,9%
Bignoniaceae	4	5,1%
Capparaceae	4	5,1%
Moraceae	4	5,1%
Boraginaceae	2	2,6%
Anacardiaceae	1	1,3%
Arecaceae	1	1,3%
Euphorbiaceae	1	1,3%
Polygonaceae	1	1,3%
Total	**78**	**100,0%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La familia con mayor numero de individuos registrados es Malvaceae con 32 individuos, seguido de Fabaceae con 28. En menos proporción Bignoniaceae, Capparaceae, Moraceae (con 4 individuos cada 1), Boraginaceae con 2 individuos, Anacardiaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae y Polygonaceae, con 1 individuo cada una.

FIGURA 5.2-51 GRAFICA DE INDIVIDUOS POR FAMILIA PARA PASTOS ARBOLADOS



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La Familia más diversa es la Fabaceae con un total de 8 especies. Sin embargo, destaca la *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae) como la más abundante con un total de 30 árboles reportados (**Tabla 5.2-50**).

TABLA 5.2-50 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE PASTOS ARBOLADOS

Familia	Especie	N° Individuos
Anacardiaceae	*Spondias mombin L.*	1
Arecaceae	*Elaeis guineensis Jacq.*	1
Bignoniaceae	*Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.*	1
Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose*	1
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.*	2
Boraginaceae	*Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.*	2
Capparaceae	*Crateva tapia L.*	4
Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum (L.) Morong.*	1
Fabaceae	*Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart*	2
Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.*	7
Fabaceae	*Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.*	2
Fabaceae	*Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand.*	1
Fabaceae	*Prosopis juliflora (Sw.) DC.*	4
Fabaceae	*Samanea saman (Jacq.) Merr.*	9

Familia	Especie	N° Individuos
Fabaceae	*Senna spp Mill.*	1
Fabaceae	*Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn*	2
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia Lam.*	30
Malvaceae	*Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.*	1
Malvaceae	*Sterculia apetala Jacq. H.Karst.*	1
Moraceae	*Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.*	4
Polygonaceae	*Ruprechtia apetala Wedd.*	1
Total		78

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Análisis estructura Pastos arbolados

Para examinar una población determinada, es esencial comprender su dinámica ecológica y estructura organizacional. Al emplear diversas variables e índices en el estudio estructural, se puede evaluar esta situación. Se lleva a cabo un análisis en dos dimensiones: vertical, que considera los estratos y varias fases de crecimiento de la vegetación; y horizontal, que se enfoca en aspectos como la densidad, la abundancia, la diversidad, entre otros.

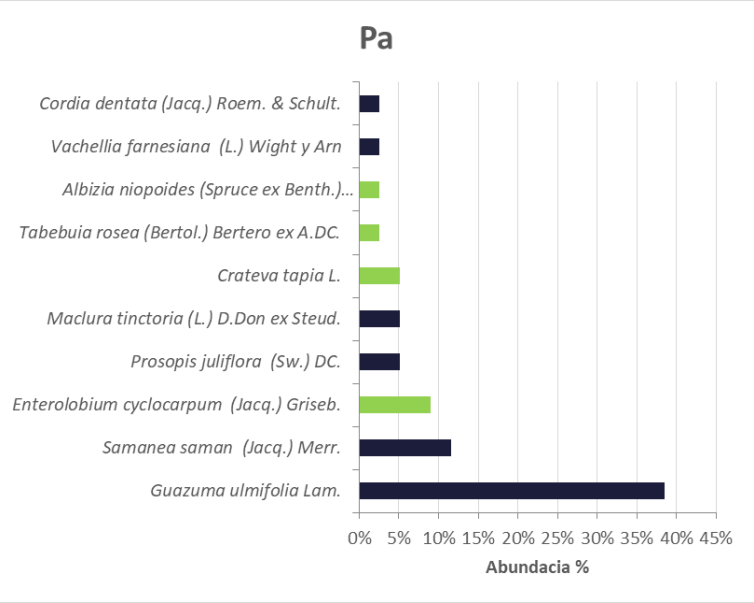
✓ Estructura horizontal Pastos arbolados

La estructura horizontal de un bosque se refiere a la distribución y composición de las especies en la superficie del bosque. Para evaluar esta estructura, se utilizan diferentes índices que proporcionan información sobre las ocurrencias y el número de especies, así como su importancia ecológica dentro del ecosistema.

✓ Abundancia

Se han identificado un total de 21 especies de árboles en el área estudiada. Entre estas especies, *Guazuma ulmifolia* Lam. se destaca por su abundancia, con un total de 30 individuos registrados. Le sigue *Samanea saman* (Jacq.) Merr. con 9 individuos y *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. con 7 árboles (**Tabla 5.2-51**).

FIGURA 5.2-52 GRAFICA DE ABUNDANCIA PARA PASTOS ARBOLADOS

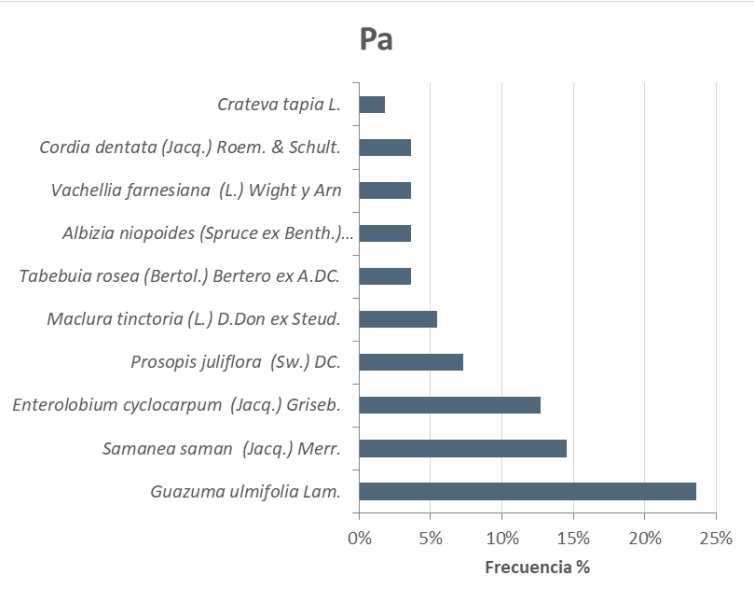


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- ✓ Frecuencia

En cuanto a la frecuencia, se observa que *Guazuma ulmifolia* tiene la mayor presencia en la muestra, con un 23,64% de ocurrencias en el área estudiada. *Samanea saman* (Jacq.) Merr. y *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. también son frecuentes, con un 14,55% y un 12,73% respectivamente (**Tabla 5.2-51**).

FIGURA 5.2-53 GRAFICA DE FRECUENCIA PARA PARA PASTOS ARBOLADOS

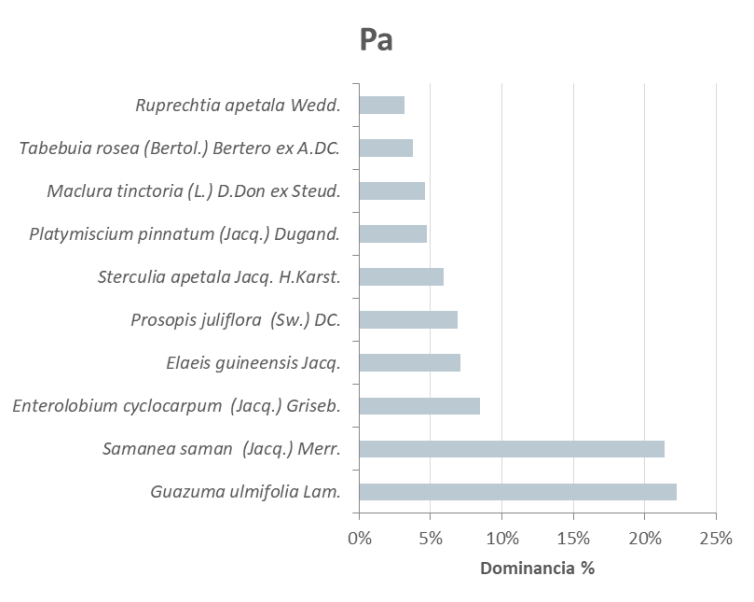


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

✓ Dominancia

La dominancia relativa de los árboles en la cobertura de pastos arbolados está encabezada por *Guazuma ulmifolia* Lam., con un porcentaje de dominancia del 22,25%, seguido de Samanea saman (Jacq.) Merr. con porcentaje de 21,42% respectivamente. (**Tabla 5.2-51**).

FIGURA 5.2-54 GRAFICA DE DOMINANCIA PARA PARA PASTOS ARBOLADOS



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

✓ Índice de valor de importancia

Para evaluar la importancia relativa de cada especie en la comunidad de pastos arbolados, se utiliza el Índice de Valor de Importancia (IVI). *Guazuma ulmifolia* Lam. muestra el mayor IVI, con un valor de 84,34%. A continuación, se encuentran *Samanea saman* (Jacq.) Merr. y *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., con valores de IVI de 47,50% y 30,15% respectivamente (**Tabla 5.2-51**).

TABLA 5.2-51 IVI DEL PASTOS ARBOLADOS

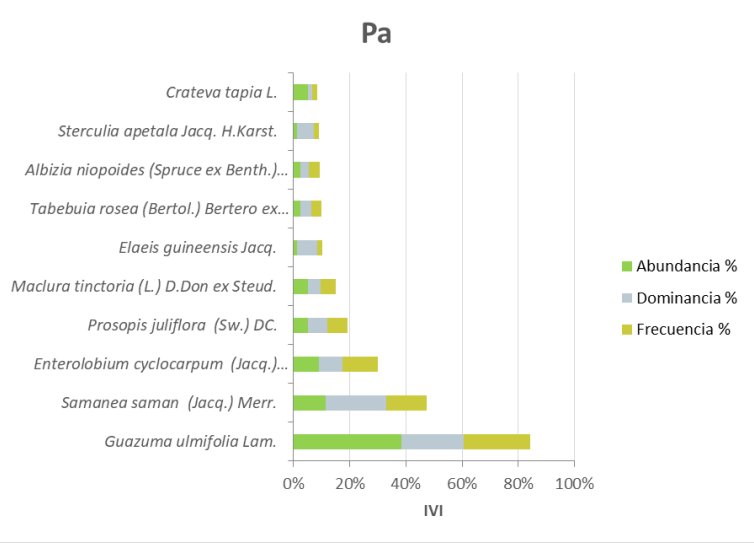
Especie	Abundancia %	Dominancia %	Frecuencia %	IVI
Guazuma ulmifolia Lam.	38,46%	22,25%	23,64%	84,34%
Samanea saman (Jacq.) Merr.	11,54%	21,42%	14,55%	47,50%
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	8,97%	8,45%	12,73%	30,15%
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	5,13%	6,90%	7,27%	19,31%
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	5,13%	4,58%	5,45%	15,17%
Elaeis guineensis Jacq.	1,28%	7,10%	1,82%	10,20%
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	2,56%	3,73%	3,64%	9,93%
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	2,56%	2,99%	3,64%	9,19%
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	1,28%	5,93%	1,82%	9,03%
Crateva tapia L.	5,13%	1,38%	1,82%	8,33%
Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand.	1,28%	4,73%	1,82%	7,83%

Especie	Abundancia %	Dominancia %	Frecuencia %	IVI
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	2,56%	0,88%	3,64%	7,08%
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	2,56%	0,43%	3,64%	6,63%
Ruprechtia apetala Wedd.	1,28%	3,17%	1,82%	6,27%
Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.	2,56%	0,71%	1,82%	5,09%
Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.	1,28%	1,98%	1,82%	5,08%
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	1,28%	1,65%	1,82%	4,75%
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.	1,28%	0,65%	1,82%	3,75%
Sapium glandulosum (L.) Morong.	1,28%	0,46%	1,82%	3,56%
Spondias mombin L.	1,28%	0,46%	1,82%	3,56%
Senna spp Mill.	1,28%	0,15%	1,82%	3,25%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	300,00%

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En la **Figura 5.2-55** del Índice de Valor de Importancia (IVI) de esta cobertura las 21 especies encontradas en la cobertura muestreada. Esta gráfica nos permite visualizar de manera clara y concisa el impacto relativo de cada especie en la comunidad vegetal. A través de sus valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa, podemos identificar las especies que destacan por su abundancia, distribución y ocupación del espacio en este ecosistema.

FIGURA 5.2-55 IVI ESPECIES EN PASTOS ARBOLADOS

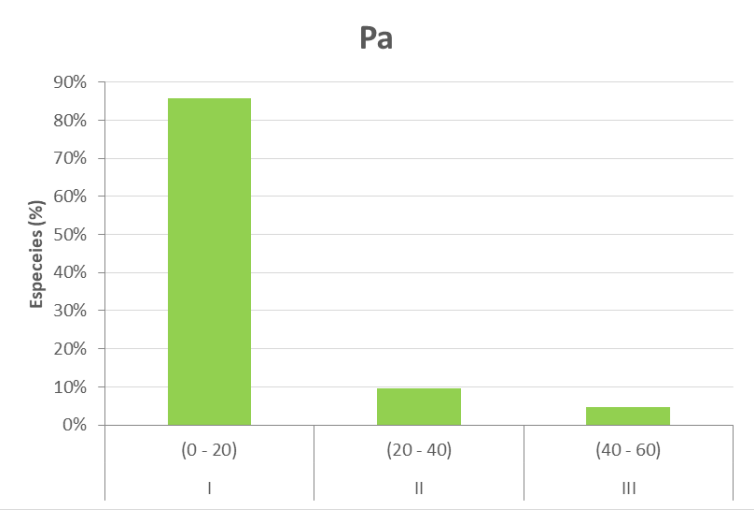


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

✓ Histograma de frecuencias

Como complemento a la evaluación de la estructura horizontal, en la siguiente figura se ilustra el histograma de frecuencia, en la cual se percibe que el mayor porcentaje de especies está ubicado en la categoría I del histograma. Esto muestra una heterogeneidad florística acentuada en las coberturas evaluadas.

FIGURA 5.2-56 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS EN PASTOS ARBOLADOS



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

✓ Distribución diamétrica de Pastos arbolados

Para la determinación de la distribución diamétrica, se utilizó el método de Sturges, para definir las clases diamétricas.

Tabla 5.2-52 Distribución diamétrica de Pastos arbolados

Clase	DAP (m)	N° Individuos	% Individuos
I	(0,1 - 0,2)	106	64,2%
II	(0,2 - 0,3)	42	25,5%
III	(0,3 - 0,4)	11	6,7%
IV	(0,4 - 0,5)	4	2,4%
V	(0,5 - 0,6)	1	0,6%
VI	(0,6 - 0,7)	1	0,6%
Total		**165**	**100%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La **Tabla 5.2-52** presenta información sobre la distribución diamétrica de los árboles en los pastos arbolados. Se han identificado siete clases de diámetro, cada una con su respectivo intervalo de tamaño.

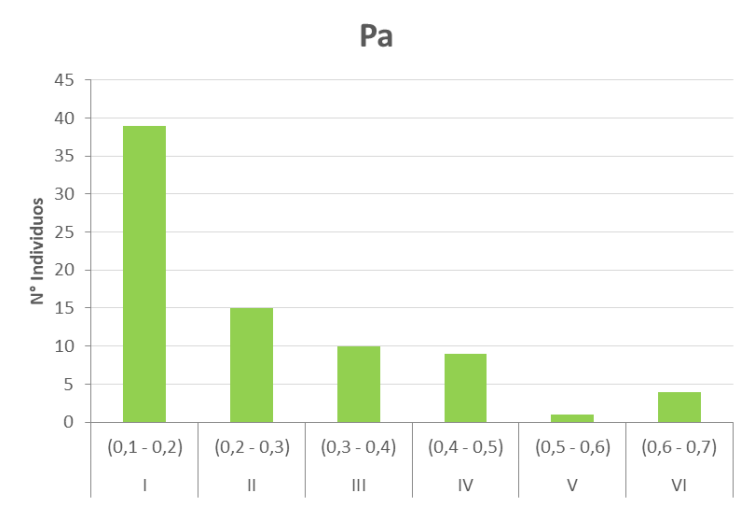
La Clase I abarca un rango de diámetro desde 0,1 metros hasta 0,4 metros. En esta clase se encuentra la mayor cantidad de individuos, con un total de 49 árboles, lo que representa el 64,2% del total.

Las Clases II y III tienen intervalos de diámetro de 0,2 a 0,3 metros y de 0,3 a 1,4 metros respectivamente. Cada una de estas clases contiene 42 (25,5%) y 11 (6,7%) individuos respectivamente.

La Clase IV (0,4 a 0,5 metros) tiene 4 individuos registrados lo que representa 2,4% del total de los individuos inventariados.

Las Clases V y VI incluyen árboles con diámetros que van desde 0,6 metros hasta 0,8 metros, se encuentra 1 individuo en cada clase diamétrica, representando conjuntamente el 2,1% del total (**Tabla 5.2-52 y Figura 5.2-57**).

FIGURA 5.2-57 HISTOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DE PASTOS ARBOLADOS



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Volumen total por especies

Tal como se observa en la ***Tabla 5.2-14***, los pastos arbolados, presenta un volumen total de 103,52 m^3 y un volumen comercial de 44,89 m^3. Se destaca que la especie *Guazuma ulmifolia* Lam. es la que presenta mayor volumen total y comercial con 22,81 m^3 y 8,32 m^3 respectivamente con 30 individuos, le sigue *Samanea saman* (Jacq.) Merr. con un volumen total y comercial de 22,19 m^3 y 14,78 m^3 respectivamente con 9 individuos, a pesar de ser menos abundante, las características físicas de la especie hace que *Samanea saman* (Jacq.) Merr. tenga un volumento total casi igual y un volumen comercial mayor a *Guazuma ulmifolia* Lam..

TABLA 5.2-53 VOLUMEN TOTAL Y COMERCIAL POR ESPECIE EN PASTOS ARBOLADOS

Especie	N° Individuos	Vol, Total (m3/ha)	Vol, Com (m3/ha)	Biomasa (Kg/ha)
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	2	4,43	2,01	5779,75
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	2	0,19	0,09	560,75
Crateva tapia L.	4	0,77	0,35	1964,83
Elaeis guineensis Jacq.	1	5,58	0,00	17391,93
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	7	9,36	4,01	15288,94
Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.	2	0,91	0,14	1006,65
Guazuma ulmifolia Lam.	30	22,81	8,32	39272,25
Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.	1	2,22	0,89	3815,68

Especie	N° Individuos	Vol, Total (m3/ha)	Vol, Com (m3/ha)	Biomasa (Kg/ha)
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	1	2,22	0,74	3081,63
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	4	4,97	1,34	8120,04
Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand.	1	5,30	2,12	10736,69
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	4	7,46	2,21	13668,58
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.	1	0,37	0,15	1024,33
Ruprechtia apetala Wedd.	1	2,85	1,07	6689,17
Samanea saman (Jacq.) Merr.	9	22,19	14,78	46459,95
Sapium glandulosum (L.) Morong.	1	0,62	0,36	679,22
Senna spp Mill.	1	0,19	0,07	184,34
Spondias mombin L.	1	0,46	0,15	673,49
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	1	5,99	3,99	14040,44
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	2	3,81	2,02	7838,25
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	2	0,83	0,10	1294,84
Total	78	103,52	44,89	199571,75

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Grado de agregación

Este parámetro hace referencia a la distribución espacial de las especies registradas en el muestreo, por ende, en la Tabla 5.2-54, se puede observar el grado de agregación que presenta cada una de las especies para el ecosistema en mención.

TABLA 5.2-54 GRADO DE AGREGACIÓN POR ESPECIE EN PASTOS ARBOLADOS

Especie	N° Individuos	Nº Parcelas	Frecuencia Abs	De	Do	Ga	Ga Rango
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	2	2	6,90%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	2	2	6,90%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Crateva tapia L.	4	1	3,45%	0,03	0,14	4,00	Distribución Agrupada
Elaeis guineensis Jacq.	1	1	3,45%	0,03	0,03	1,00	Dispersa
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	7	7	24,14%	0,24	0,24	1,00	Dispersa
Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.	2	1	3,45%	0,03	0,07	2,00	Tendencia al Agrupamiento
Guazuma ulmifolia Lam.	30	13	44,83%	0,45	1,03	2,30	Distribución Agrupada
Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.	1	1	3,45%	0,03	0,03	1,00	Dispersa
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	1	1	3,45%	0,03	0,03	1,00	Dispersa
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	4	3	10,34%	0,10	0,14	1,33	Tendencia al Agrupamiento
Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand.	1	1	3,45%	0,03	0,03	1,00	Dispersa

Especie	N° Individuos	Nº Parcelas	Frecuencia Abs	De	Do	Ga	Ga Rango
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	4	4	13,79%	0,14	0,14	1,00	Dispersa
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.	1	1	3,45%	0,03	0,03	1,00	Dispersa
Ruprechtia apetala Wedd.	1	1	3,45%	0,03	0,03	1,00	Dispersa
Samanea saman (Jacq.) Merr.	9	8	27,59%	0,28	0,31	1,12	Tendencia al Agrupamiento
Sapium glandulosum (L.) Morong.	1	1	3,45%	0,03	0,03	1,00	Dispersa
Senna spp Mill.	1	1	3,45%	0,03	0,03	1,00	Dispersa
Spondias mombin L.	1	1	3,45%	0,03	0,03	1,00	Dispersa
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	1	1	3,45%	0,03	0,03	1,00	Dispersa
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	2	2	6,90%	0,07	0,07	1,00	Dispersa
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	2	2	6,90%	0,07	0,07	1,00	Dispersa

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Este parámetro indica la tendencia al agrupamiento de los individuos de las especies que componen una determinada cobertura, su valor siempre se mueve en tres rangos, los cuales se describen a continuación:

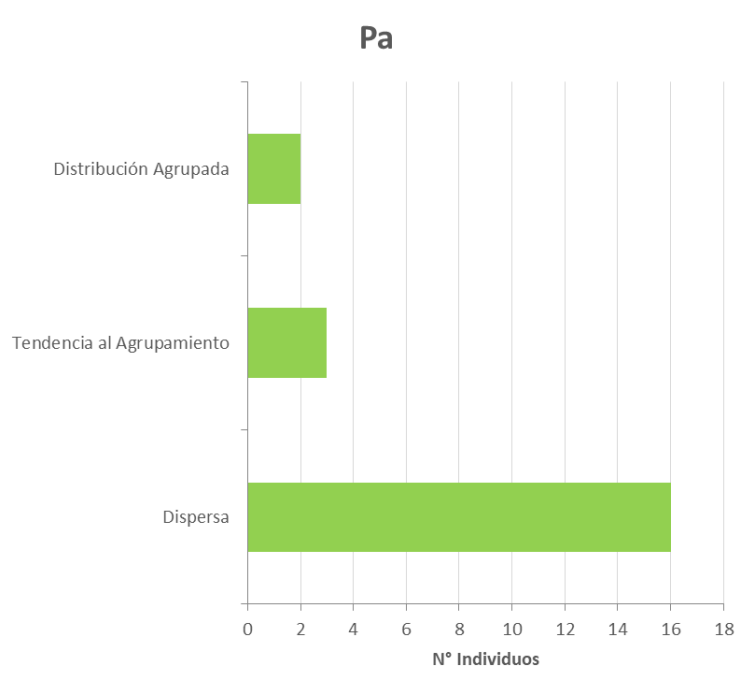
GA≥ a 1, y < a 2 indica tendencia al agrupamiento

GA≥ a 2, Indica que la especie tiene una distribución agrupada

GA< a 1; Indica que la especie se encuentra dispersa

Por lo tanto, se puede observar que, en las 21 especies registradas en el inventario para el Bosque de galería, 16 corresponden a especies dispersas, 2 a especies agrupadas y 3 a especies con tendencia al agrupamiento, comportamiento característico de los pastos arbolados.

FIGURA 5.2-58 GRADO DE AGREGACIÓN EN PASTOS ARBOLADOS



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Estructura vertical de Pastos arbolados

La estructura vertical de la cobertura de pastos arbolados se puede analizar a partir de las alturas totales y comerciales registradas en los diferentes individuos. En función de estas alturas, se pueden identificar varios estratos en la vegetación.

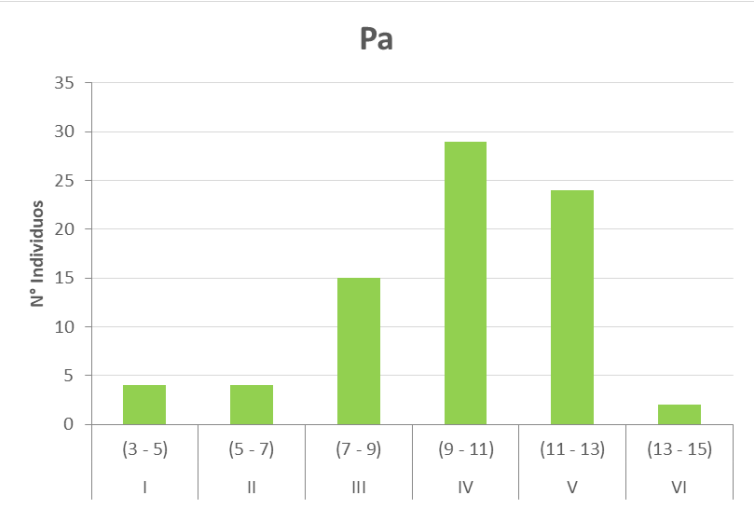
TABLA 5.2-55 CLASE ALTIMÉTRICA EN PASTOS ARBOLADOS

Clase	Altura (m)	N° Individuos	% Individuos
I	(3 - 5)	4	5,1%
II	(5 - 7)	4	5,1%
III	(7 - 9)	15	19,2%
IV	(9 - 11)	29	37,2%
V	(11 - 13)	24	30,8%
VI	(13 - 15)	2	2,6%
Total		**78**	**100,0%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Se observa predominio de árboles de las clases III, IV y V, con intervalos entre los 7 y 13 metros de altura, entre estas categorías se encuentran el 87,2% de los individuos arbóreos registrados.

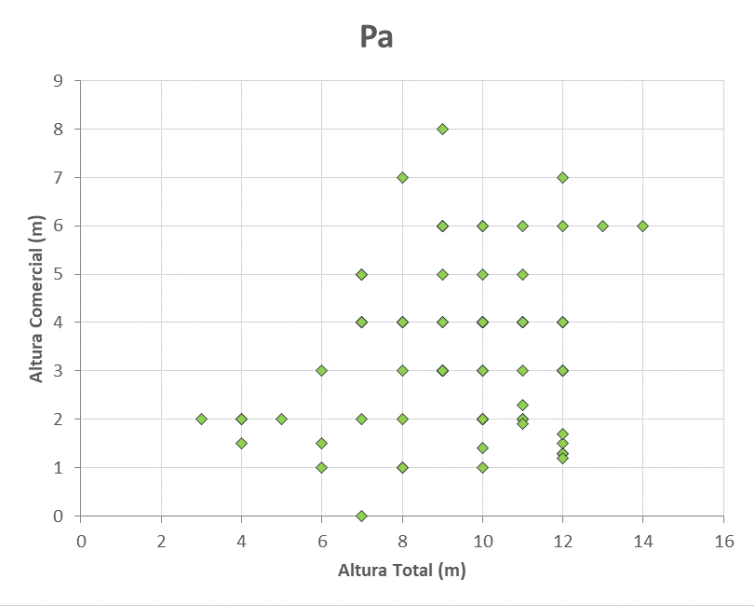
FIGURA 5.2-59 HISTOGRAMA DE CLASE ALTIMÉTRICA DE PASTOS ARBOLADOS



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En el estrato superior, se encuentran los árboles más altos, con alturas totales y comerciales que superan los 13 metros. Estos individuos dominan la parte superior de la cobertura y contribuyen a la estructura más alta de la vegetación. La caracterización de la estructura vertical se llevó a cabo considerando el diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al. (1965). Este diagrama, una gráfica cartesiana, registra los valores de altura total (ordenadas) y reiteración (abscisas). Sin embargo, en este estudio, se optó por analizar la altura comercial para complementar la descripción del ecosistema en cuestión. (**Figura 5.2-60**).

FIGURA 5.2-60 DIAGRAMA DE OGAWA DE PASTOS ARBOLADOS

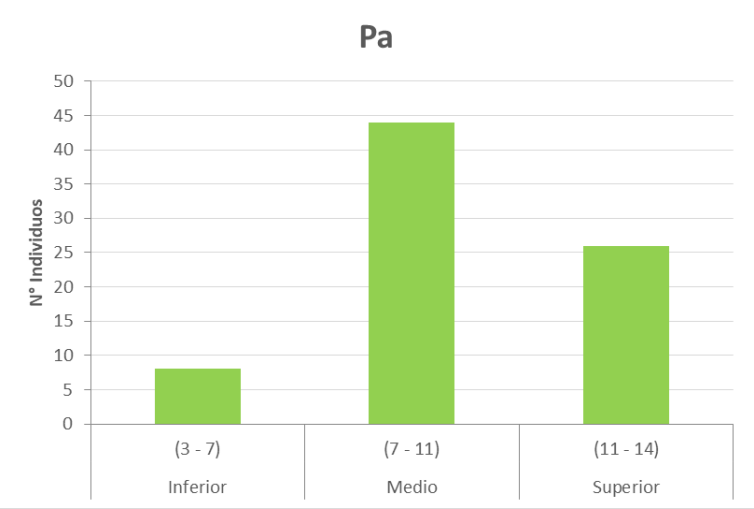


Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Posición sociológica de Pastos arbolados

De acuerdo con Cantillo (2001), la posición sociológica de una especie en un bosque se determina por su presencia en los distintos estratos arbóreos. Si una especie se encuentra en todos los estratos, esto garantizará su participación en la estructura y composición florística. Para evaluar la regularidad de la abundancia de individuos en cada estrato, se asignan valores numéricos a cada especie. Si se observa una disminución gradual en el número de individuos de una especie desde el estrato inferior hasta el estrato superior, se le otorgará mayor importancia en su posición sociológica.

FIGURA 5.2-61 HISTOGRAMA DE LA ESTRATIFICACIÓN DE PASTOS ARBOLADOS



Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En la **Tabla 5.2-56 s**e muestra la posición sociológica de la cobertura de pastos arbolados. En el estrato inferior, que abarca alturas de 5,00 a 5,33 metros, se registraron 4 individuos, lo que representa el 3,57% del total y una importancia del 0,36%.

En el estrato medio, que comprende alturas de 5,33 a 10,67 metros, se encontraron 74 individuos, que corresponden al 66,07% del total y una importancia del 6,61%.

En el estrato superior, que abarca alturas de 10,67 a 16,00 metros, se registraron 34 árboles, que representan el 30,36% del total de individuos y una importancia del 3,04%.

En general, se observa una mayor presencia y abundancia de individuos en el estrato medio, lo que indica su importancia sociológica en la cobertura de pastos arbolados. Sin embargo, también se registran individuos en los estratos inferior y superior, lo que demuestra la diversidad y complejidad de la estructura vertical de la vegetación en esta área en particular.

TABLA 5.2-56 ESTRATIFICACIÓN DE PASTOS ARBOLADOS

Estrato	Altura (m)	N° Individuos	% Individuos
Inferior	(3 - 7)	8	10,3%
Medio	(7 - 11)	44	56,4%

Estrato	Altura (m)	N° Individuos	% Individuos
Superior	(11 - 14)	26	33,3%
Total		**78**	**100,0%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La **Tabla 5.2-57** proporciona la posición sociológica por especie en los estratos de alto, medio e inferior de la cobertura de pastos arbolados.

En el estrato alto, se destaca *Guazuma ulmifolia* Lam. con 15 individuos, adicionalmente esta especie se presenta en los 3 estratos.

TABLA 5.2-57 POSICIÓN SOCIOLÓGICA POR ESPECIE DE PASTOS ARBOLADOS

Especie	No. INDIVIDUOS/ESTRATO			Posición Sociológica	
	Estrato Inferior	Estrato Medio	Estrato superior	Ps	Ps%
Guazuma ulmifolia Lam.	1	14	15	130,00	37,89%
Samanea saman (Jacq.) Merr.	0	6	3	43,85	12,78%
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	0	6	1	37,18	10,84%
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	0	4	0	22,56	6,58%
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	0	4	0	22,56	6,58%
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	0	1	1	8,97	2,62%
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	0	1	1	8,97	2,62%
Crateva tapia L.	3	1	0	8,72	2,54%
Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.	0	0	2	6,67	1,94%
Vachellia farnesiana (L.) Wight y Arn	1	1	0	6,67	1,94%
Elaeis guineensis Jacq.	0	1	0	5,64	1,64%
Handroanthus affimpetiginosus (Mart. ex DC.) Standl.	0	1	0	5,64	1,64%
Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand.	0	1	0	5,64	1,64%
Ruprechtia apetala Wedd.	0	1	0	5,64	1,64%
Spondias mombin L.	0	1	0	5,64	1,64%
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	0	1	0	5,64	1,64%
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	0	0	1	3,33	0,97%
Sapium glandulosum (L.) Morong.	0	0	1	3,33	0,97%
Senna spp Mill.	0	0	1	3,33	0,97%
Cordia dentata (Jacq.) Roem. & Schult.	2	0	0	2,05	0,60%
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.	1	0	0	1,03	0,30%
Total					**100%**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Perfil de Pastos arbolados

En esta cobertura el estrato medio es el predominante con alturas entre los 7 y 11 metros. Sin embargo, existen individuos que se ubican en el estrato alto llegando a alcanzar altura mayores o iguales a 14 metros, como es el caso de la especie *Samanea saman* (Jacq.) Merr (ver **Figura 5.2-62**).

FIGURA 5.2-62 PLANTA PERFIL DE PASTOS ARBOLADOS



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Índices de riqueza y abundancia para Pastos Arbolados

El presente estudio se centra en los índices de riqueza y abundancia específica del estrato de fustales en una cobertura de pastos arbolados. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 5.2-58.

TABLA 5.2-58 ÍNDICES DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA ESPECÍFICA DE PASTOS ARBOLADOS

Índice	Fustal
Numero Individuos	78
Numero Especies	21
CM	0,27
Relación	3,71
Índice de dominancia de Simpson (D)	0,39
Índice de Equidad de Shannon (H)	2,32
Riqueza Específica de Margalef (Dmg)	4,59
Riqueza Específica de Menhinick (Dmn)	2,38
Índice de dominancia de Simpson (1-D)	0,61
Máxima diversidad esperada	3,04
Diversidad encontrada	76,15

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Se contabilizaron un total de 78 individuos pertenecientes a 21 especies diferentes en el estrato de fustales. El cociente de mezcla entre fustales y otros tipos de vegetación fue de 0,27, indicando una predominancia considerable de pastos arbolados en la zona estudiada. La relación entre individuos y especies fue de 3,71, lo que sugiere una relación moderada de individuos por especie en este estrato. El índice de dominancia de Simpson (D) fue de 0,39, lo que indica una distribución relativamente equitativa de las especies en este estrato.

El índice de equidad de Shannon (H) fue de 2,32, lo que sugiere una distribución moderadamente uniforme de individuos entre las especies presentes. Además, la riqueza específica de Margalef (Dmg) y de Menhinick (Dmn) fue de 4,59 y 2,38 respectivamente. El índice de dominancia de Simpson complementario (1-D) fue de 0,61, mientras que la máxima diversidad esperada fue de 3,04 y la diversidad encontrada fue de 76,15.

- Especies en categoría de amenaza

La **Tabla 5.2-59** muestra las especies que se encuentran en algún grado de amenaza o en veda en el área de intervención. Se presentan los datos correspondientes a la clasificación de las especies según las categorías establecidas por CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y MADS (Ministerio de Ambiente) y Desarrollo Sostenible).

Las especies que se encuentran en el Apéndice CITES son *Pereskia guamacho* F.A.C.Weber. Estas especies han sido identificadas y reguladas debido a su comercio internacional, ya que están sujetas a ciertas restricciones para asegurar su conservación.

En cuanto a la clasificación según la UICN, varias especies son consideradas de "Preocupación Menor" (LC). Estas incluyen *Achatocarpus aff. pubescens* C.H. Wright, Bull., *Achatocarpus nigricans* Triana, Crateva tapia L., *Cynophalla flexuosa* (L.) J.Presl, *Handroanthus billbergii* (Bureau & K.Schum.) S.O.Grose, *Morisonia aff. americana* L., *Quadrella indica* (L.) Iltis & Cornejo., *Quadrella odoratissima* (Jacq.) Hutch., *Acacia aff. polyphylla* DC., *Aspidosperma aff. polyneuron* Müll.Arg., *Lonchocarpus aff atrpurpureus* Benth., *Ruprechtia apetala* Wedd., *Ruprechtia* sp C.A.Mey., *Terminalia buceras* (L.) C.Wright, *Bulnesia arborea* Lorentz ex Griseb., *Lecythis minor* Jacq., Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand., Spondias mombin L., Astronium graveolens Jacq., *Genipa americana* L., *Lecythis tuyrana* Pittier, *Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud., *Samanea saman* (Jacq.) Merr., *Ceiba pentandra* (L.), *Guazuma ulmifolia* Lam., *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart, *Bactris guineensis* (L.) H.E.Moore, *Bauhinia picta* (Kunth) DC., *Bravaisia integerrima* (Spreng.) Standl., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Casearia arborea* (Rich.) Urb., Cecropia peltata L., Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose., *Cordia bicolor* A.DC., *Cordia collococca* L. y Vitex, *Cordia dentata* (Jacq.) Roem. & Schult., *Crescentia cujete* L., Cupania cinerea Poepp., Elaeis guineensis Jacq., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Ficus dendrocida* Kunth., *Ficus pallida* Vahl, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., *Hura crepitans* L., *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC., *Melicoccus bijugatus* Jacq., *Nectandra turbacensis* (Kunth) Nees, *Pachira quinata* (Jacq.) Dugand., *Pereskia guamacho* F.A.C.Weber, *Pithecellobium lanceolatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth., *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., *Pseudobombax septenatum* (Jacq.) Dugand., *Pseudolmedia laevigata* Trécul., *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Dugand, *Pterocarpus rohrii* Vahl., *Randia armata* (Sw.) DC, Sapindus saponaria L., *Sapium glandulosum* (L.) Morong., *Senna atomaria* (L.) H.S.Irwin & Barneby, *Sterculia apetala* Jacq. H.Karst., *Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.DC., *Tabernaemontana cymosa* Jacq., *Triplaris americana* (L.) Pav. ex Meisn., *Vachellia farnesiana* (L.) Wight y Arn y *Vitex cymosa* L., también se encuentra *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O.Grose, clasificada como En Peligro (EN) y las especies *Swartzia dipetala Willd*. ex Vogel. y *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O.Grose en categoría Vulnerable (VU).

TABLA 5.2-59 ESPECIES CON ALGÚN GRADO DE AMENAZA O EN VEDA EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN

Especie	CITES	UICN	MADS	VEDA	Res. VEDA
Acacia aff	No aplica	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)		
Acacia collinsii	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Acacia farmesiana	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Achatocarpus aff. pubescens	No aplica	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)		
Achatocarpus nigricans	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Albizia niopoides	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Aspidosperma aff. polyneuron	No aplica	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)		
Astronium graveolens	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	Regional	Acuerdo 100-02-02--01-007-08
Bactris guineensis	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Bauhinia picta	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Bravaisia integerrima	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Buchenavia aff. tetraphylla	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Bulnesia arborea	No aplica	Preocupación Menor (LC)	Peligro (EN)	Regional	Acuerdo 003
Bunchosia aff. nitida	No aplica	No Evaluado (NE)	Datos insuficientes (DD)		
Bursera simaruba	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Capparidastrum bonifazianum	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Capparidastrum petiolare	No aplica	No Evaluado (NE)	Datos insuficientes (DD)		
Casearia arborea	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Cecropia peltata	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Ceiba pentandra	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	Regional	Resolución 495
Chloroleucon mangense	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Cordia bicolor	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Cordia collococca	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Cordia dentata	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Crateva tapia	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		

Especie	CITES	UICN	MADS	VEDA	Res. VEDA
Crescentia cujete	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Crudia aff. bracteata	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Crudia aff. glaberrima	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Cupania cinerea Poepp.	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Cynophalla aff. Heterophylla	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Cynophalla ecuadorica	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Cynophalla flexuosa	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Cynophalla polyantha	No aplica	No Evaluado (NE)	Datos insuficientes (DD)		
Elaeis guineensis Jacq.	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Enterolobium cyclocarpum	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Eugenia aeruginea	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Ficus dendrocida	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Ficus pallida	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Genipa americana	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	Regional	Acuerdo 100-02-02--01-007-08
Gliricidia sepium	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Guazuma ulmifolia	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	Regional	Resolución 495
Handroanthus affimpetiginosus	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Handroanthus chrysanthus	No aplica	Vulnerable (VU)	No aplica		
Handroanthus serratifolius	No aplica	Peligro (EN)	No aplica		
Handroanthus billbergii	No aplica	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)		
Hura crepitans	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Lecythis minor	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	Regional	Acuerdo 003 de 2012
Lecythis tuyrana	No aplica	Preocupación Menor (LC)	Vulnerable (VU)	Regional	Acuerdo 100-02-02--01-007-08
Lonchocarpus aff atrpurpureus	No aplica	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)		
Lonchocarpus sericeus	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Machaerium aff floridum	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		

Especie	CITES	UICN	MADS	VEDA	Res. VEDA
Maclura tinctoria	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	Regional	Acuerdo 100-02-02--01-007-08
Melicoccus bijugatus	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Morisonia aff. americana	No aplica	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)		
Muellera sanctae-marthae	No aplica	No Evaluado (NE)	Datos insuficientes (DD)		
Nectandra turbacensis	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Pachira quinata	No aplica	Preocupación Menor (LC)	Peligro (EN)	Regional	Resolución 110 en Corpoamazonia
Pereskia guamacho	Apendice II	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Phyllanthus amarus	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Pithecellobium lanceolatum	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Platymiscium pinnatum	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	Regional	Acuerdo 003 de 2012
Prosopis juliflora	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Pseudobombax septenatum	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Pseudolmedia laevigata	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Pseudosamanea guachapele	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Pterocarpus rohrii	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Quadrella indica	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Quadrella odoratissima	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Randia armata	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Ruprechtia apetala	No aplica	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)		
Ruprechtia sp	No aplica	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)		
Samanea saman	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	Regional	Acuerdo 17 de 1973
Sapindus saponaria	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Sapium glandulosum	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Senna atomaria	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Senna spp	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Sorocea sprucei	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		

Especie	CITES	UICN	MADS	VEDA	Res. VEDA
Spondias mombin	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica	Regional	Acuerdo 100-02-02-01-007-08
Sterculia apetala	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Swartzia dipetala	No aplica	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU)		
Symplocos spp.	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Tabebuia aff serratifolia	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		
Tabebuia rosea	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Tabernaemontana cymosa	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Terminalia buceras	No aplica	Preocupación Menor (LC)	Preocupación Menor (LC)		
Triplaris americana	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Vachellia farnesiana	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Vitex cymosa	No aplica	Preocupación Menor (LC)	No aplica		
Ziziphus thyrsiflora	No aplica	No Evaluado (NE)	No Evaluado (NE)		

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

5.2.2.3.5 Análisis de fragmentación

La fragmentación de los paisajes naturales debe entenderse como el proceso en que extensas áreas de vegetación forestal reducen su superficie al dividirse en varias manchas más pequeñas por la acción de un agente externo. En estos casos, si bien existen factores naturales que contribuyen a la fragmentación, la causa fundamental de la creciente disgregación de los ecosistemas es la presión antrópica.

Un ecosistema fragmentado puede ser descrito por atributos tales como número de fragmentos, tamaño, forma, grado de aislamiento de los fragmentos y el tipo de matriz que rodea a los fragmentos, la cual determina los efectos (conocido como efecto borde) sobre los componentes bióticos y abióticos de cada fragmento, principalmente en su perímetro. Cada uno de estos atributos interactúa de manera distinta dependiendo de su condición, es decir, fragmentos pequeños tienen una relación perímetro/área mayor que fragmentos grandes, lo cual significa una mayor influencia de la matriz circundante; el efecto borde puede llegar a ser importante si los fragmentos son alargados o de formas irregulares por la mayor relación perímetro/ área; una matriz con estructura similar a la del fragmento tendrá una influencia menor que una matriz con estructura muy diferente, dada la sensibilidad al efecto borde.

El análisis busca determinar los efectos de la fragmentación a nivel estructural y funcional. El análisis estructural del paisaje se realiza mediante la evaluación de la disposición espacial de los elementos y su continuidad en el espacio; y a nivel funcional, adicionalmente involucra las dinámicas ecológicas y las preferencias de hábitats de las especies,

especialmente de aquellas que puedan resultar más vulnerables a los efectos de la fragmentación. Es necesario entonces definir una unidad mínima de análisis que permita cuantificar los efectos de la fragmentación.

Para establecer los efectos de la fragmentación en el paisaje se tomó como unidad mínima de análisis la cobertura vegetal, la cual es el resultado de la asociación espacio temporal de los elementos biológicos vegetales característicos, los cuales forman unidades estructurales y funcionales. El uso de la cobertura de la tierra se refiere a la utilización de recursos naturales, y a la transformación en el paisaje, que generalmente se da a través de la alteración y transformación de las coberturas vegetales y a cuya consecuencia ocurren cambios en otros componentes del ecosistema, como procesos hidrológicos, geomorfológicos, climáticos (micro y macro) y fauna (Etter, 1991).

➢ Métricas a nivel de paisaje

De acuerdo con Aguilera, 2010, la información que aportan estas métricas consiste únicamente en un conjunto de valores numéricos (una parte de ellos con un rango de variación definido), que por sí solos, es decir, en términos absolutos, no tienen un valor determinante. Sin embargo, desde el punto de vista comparativo, los resultados de dichos índices pueden aportar una información muy valiosa acerca de la evolución y cambios que tienen lugar en un paisaje determinado. Estos indicadores integran medidas estadísticas, que permiten el análisis de la estructura y composición de un paisaje. Sumado a lo anterior, se incluyeron 2 métricas de diversidad.

TABLA 5-60 DESCRIPCIÓN DE MÉTRICAS DE PAISAJE QUE DESCRIBEN LA FRAGMENTACIÓN

ESCALA	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN
Métricas de parche	ENN	Distance Euclidian to	Distancia euclidiana
		Nearest Neighbour	al vecino más cercano
Métricas de clase	CA	Total Área (ha)	Área total (ha)
	NP	Number of Patches	Número de parches
	ED	Edge Density	Densidad de borde
	SHAPE	Shape Index	Índice de forma
	FRAC	Fractal Dimensión Index	Índice de dimensión fractal
Métricas de diversidad	SHD	Shannon's Diversity Index	Índice de diversidad
			de Shannon
	SHEI	Shannon's Evenness Index	Índice de diversidad

ESCALA	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN
			de Shannon Uniforme

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

A continuación, se analiza cada una de las métricas desarrolladas:

- Métricas a nivel de parche
  - Distancia Euclidiana al vecino más cercano (ENN)

El índice de distancia euclidiana describe el comportamiento de los fragmentos en función de la conectividad, basado en la distancia entre parches de la misma clase. Es decir, mide en unidades de distancia (de 0 metros en adelante), la cercanía entre bordes de cada parche de la misma clase. Este parámetro permite identificar las restricciones o facilidades de movilidad que tienen los organismos en el paisaje, lo que determina la persistencia regional de las poblaciones.

Este parámetro se expresa como la distancia en línea recta desde el centro de cada celda en el ráster hasta el parche más inmediato, es decir la distancia entre los bordes más cercanos de los fragmentos del mismo tipo; esta métrica a pesar de ser importante para establecer conectividad entre fragmentos y de utilidad para formular áreas sensibles para la conservación como corredores de conservación, es de interpretación diferencial acorde con la bioecología de cada especie; dado que debe considerarse como premisa que la fragmentación opera en diferentes escalas asociadas a las poblaciones de diferentes especies y a sus requerimientos de hábitat.

De tal forma que lo que se considera un hábitat fragmentado para una especie, puede no serlo para otra, en razón a su capacidad de dispersión y/o movilidad. Sin embargo, debe tomarse en consideración la existencia de barreras fisiográficas, que limiten la dispersión de una especie, lo cual no es indicativo que dos fragmentos que estén muy cercanos garanticen una oferta de hábitat adecuado para una especie, ya que pueden existir barreras naturales como ríos, alguna actividad agropecuaria, geoformas abruptas o taludes que limiten radicalmente la movilidad o vías de alta movilidad.

En ese sentido, este tipo de métrica es sensible a las transformaciones y cambios en el paisaje, partiendo de la distancia que existe entre parches o fragmentos determinando en primera medida el aislamiento que pueda generar pérdida de conectividad tanto estructural como funcional dentro de una zona.

Con los datos obtenidos para la métrica ENN para el escenario sin proyecto (Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Sin proyecto\Coberturas y Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Con proyecto\ Coberturas) registrados se puede evidenciar que la distancia euclidiana entre vecinos más cercanos tiende a la disminución en el escenario proyectado (Figura 5.2-1). Particularmente bosque de galería pasaría de un promedio de 250.54 m a 80.6 m, vegetación secundaria alta de 269.33 m a 150.66 m y vegetación secundaria baja de 780.44 m a 248.74 m respectivamente. Esta disminución en la distancia puede atribuirse a procesos de fragmentación, donde la aparición de nuevos parches ha contribuido a acortar la distancia entre vecinos más

cercanos. Este fenómeno puede generar desviaciones estándar menos altas (Tabla 5-61), indicando una mayor proximidad.

TABLA 5-61 ANÁLISIS COBERTURAS NATURALES DISTANCIA EUCLIDIANA PROMEDIO-ENN PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y EL ESCENARIO CON PROYECTO

CÓDIGO/ NOMBRE	COBERTURA	SIN PROYECTYO		CON PROYECTO	
		MEAN ENN	SD	MEAN ENN	SD
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	Bosque de galería y/o ripario	250.54	297.35	80.6	188.37
	Vegetación secundaria alta	269.33	438.18	150.66	306.12
	Vegetación secundaria baja	780.44	1445.67	248.742	859.75

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Aunque la fragmentación del hábitat puede considerarse generalmente como un fenómeno negativo que puede tener consecuencias adversas para la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema, puede haber algunos beneficios asociados con un mayor aumento de parches debido a procesos de fragmentación. Por un lado, la fragmentación del hábitat puede dar lugar a la creación de nuevos parches, lo que a su vez aumenta la diversidad de hábitats en el paisaje. Esto puede ofrecer oportunidades para la colonización de especies que prefieren hábitats más pequeños o especializados sumado a que pueden proporcionar condiciones ambientales únicas y diversificadas, conocidas como hábitats de borde. Estas áreas pueden ser particularmente ricas en biodiversidad, ya que pueden albergar especies adaptadas a ambientes de transición entre diferentes tipos de hábitats.

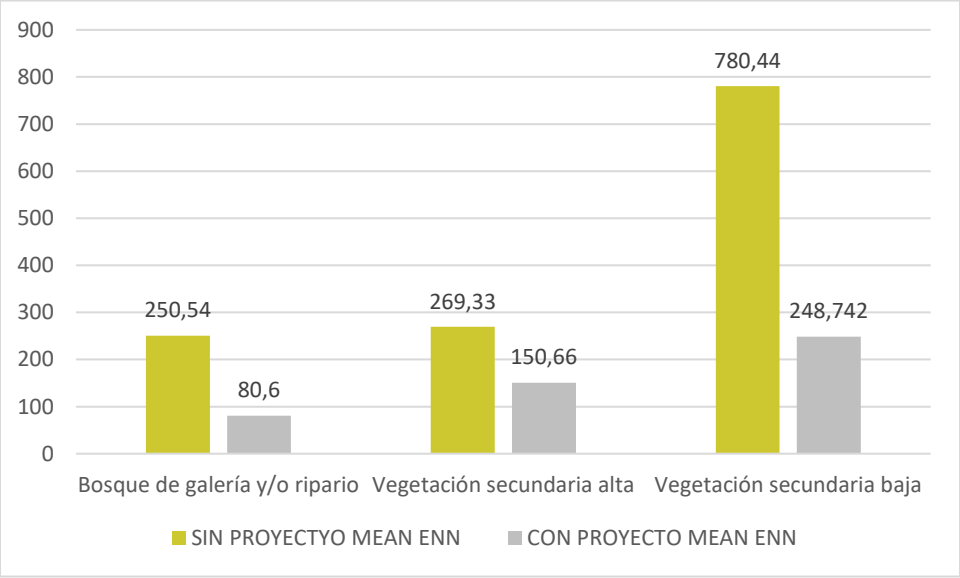


FIGURA 5-63 DISTANCIA EUCLIDIANA PROMEDIO- ENN PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Métricas a nivel de clase

Para la identificación de índices de fragmentación, se escogió el nivel de clase, el cual hace referencia al grupo de coberturas naturales que contienen un grupo de fragmentos cada una. Dentro de cada clase, se analizaron tres (3) categorías que comprenden las métricas de área y borde, de forma y de diversidad. Estos indicadores integran medidas estadísticas, que permiten el análisis de la estructura y composición de un paisaje.

- Área total (CA)

De acuerdo con McGarigal, 1995 el área total es una medida de la composición del paisaje, analizado a partir de la cobertura que tiene importantes implicaciones ecológicas. El área proviene del tamaño medio de los fragmentos de una cobertura y se calcula sumando la superficie de todos los fragmentos de dicha cobertura que se encuentran en un área de interés, dividido luego el resultado por el número de fragmentos. Esta métrica determina la cantidad de superficie neta por hectárea del paisaje, compuesto por un determinado tipo o clase de cobertura.

Por otra parte, el grado de fragmentación de una cobertura hace más vulnerable a las poblaciones de fauna, incluidas, por ejemplo, las poblaciones de felinos, primates, anfibios y reptiles siendo el tamaño de los parches el atributo espacial con mayor efecto sobre las especies. Varios estudios han demostrado que la extinción local de especies es mayor en los parches más pequeños y la reducción del tamaño de los parches impulsa la explotación de recursos forestales provocando cambios en la composición y estructura de la vegetación (Arroyo-Rodríguez, 2007; Fischer & Lindenmayer, 2007).

TABLA 5-62 ÁREA TOTAL (CA) DE LAS COBERTURAS DE ANÁLISIS SELECCIONADAS DE BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y EL ESCENARIO CON PROYECTO

CÓDIGO/ NOMBRE	COBERTURA	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
		Área (ha)	Área(ha)
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	Bosque de galería y/o ripario	200.31	196.47
	Vegetación secundaria alta	182.07	137.41
	Vegetación secundaria baja	303.51	262.14

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En términos generales se observa que las coberturas naturales y seminaturales en el área de influencia pasarían por procesos de fragmentación en mayor o menor medida. En la Tabla 5-62 se observa como las tres coberturas de análisis presentarían una disminución en su área en el escenario proyectado, donde bosque de galería pasaría de un área de 200.31 ha a 196.47 ha, vegetación secundaria alta de 182.07 ha a 137.41 ha y vegetación secundaria baja de 303.51 ha a 262.14 ha. Este fenómeno se atribuirá a la construcción de diversas infraestructuras asociadas al proyecto fotovoltaico actual, como los bloques y las líneas de transmisión, junto con sus correspondientes servidumbres.

Particularmente bosque de galería presentaría una pérdida de 3.84 ha derivado principalmente a su traslape con el bloque B y bloque C que se encuentran planteados en parte se su estructura vertical característica. Por otro lado, la cobertura vegetación secundaria alta seria la que menor perdida presentaría, con un total de 44.66 ha, debido a traslape con el bloque A del presente proyecto; finalmente, vegetación secundaria baja presentaría la mayor perdida identificada con un área de 41.38 ha derivado de la intervención que tendría debido al bloque A proyectado (ver Figura 5-64).

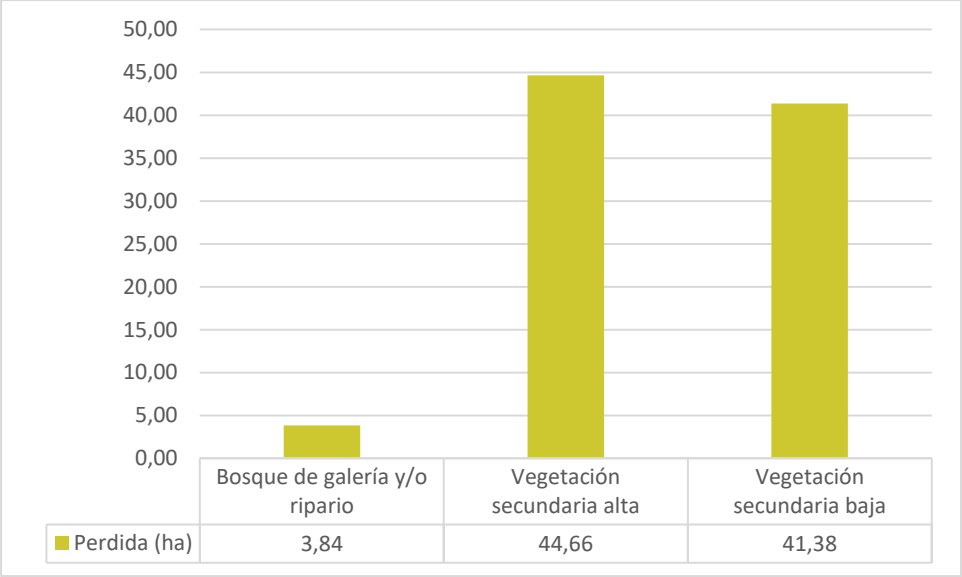


FIGURA 5-64 PERDIDA DE AREA (HA) DE LAS COBERTURAS EVALUADAS EN EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Numero de parches

El número de fragmentos de un ecosistema es una medida simple de la subdivisión o fragmentación de este. Sin embargo, según lo reportado por *MacGarigal (1995*), el número de parches de una clase puede ser importante para los procesos ecológicos, aunque con frecuencia tiene un limitado valor interpretativo, dado que no contiene información acerca del área, distribución o densidad de los parches.

El número de fragmentos de una clase determinada se calcula sumando el número de fragmentos en que está dividido un ecosistema en un área de interés. El indicador es 1 cuando el ecosistema o la clase determinada en un tiempo determinado no está fragmentado y aumenta a medida que el ecosistema se fragmenta (Humboldt., 2003).

El valor neto de esta métrica indica la cantidad de parches que posee una determinada clase dentro del área objeto del análisis. Uno de los indicadores más concluyentes respecto

a la fragmentación de los bosques es el número de parches. Una alta fragmentación en unidades poco significativas minimiza ampliamente el potencial de establecer programas de restauración ecológica, porque los componentes primarios de cada parche es posible que desaparecieran si han permanecido aislados por un largo periodo. La funcionalidad de los fragmentos está estrictamente relacionada con su tamaño y su forma y un sistema natural que ha perdido su área presenta problemas derivados de la deforestación.

TABLA 5-63 NÚMERO DE PARCHES (NP) DE LAS COBERTURAS DE ANÁLISIS SELECCIONADAS DE BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y EL ESCENARIO CON PROYECTO

CÓDIGO/ NOMBRE	COBERTURA	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
		NP	NP
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	Bosque de galería y/o ripario	18	33
	Vegetación secundaria alta	24	44
	Vegetación secundaria baja	8	27

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Los resultados para las coberturas analizadas en el área de influencia (ver Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Sin proyecto\ análisis de área y Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Con proyecto\ análisis de área) reflejan una tendencia al aumento en el escenario proyectado (ver Tabla 5-63) siendo vegetación secundaria alta con 20, seguida de vegetación secundaria baja con 19 y bosque de galería con 15 (ver Figura 5-65).

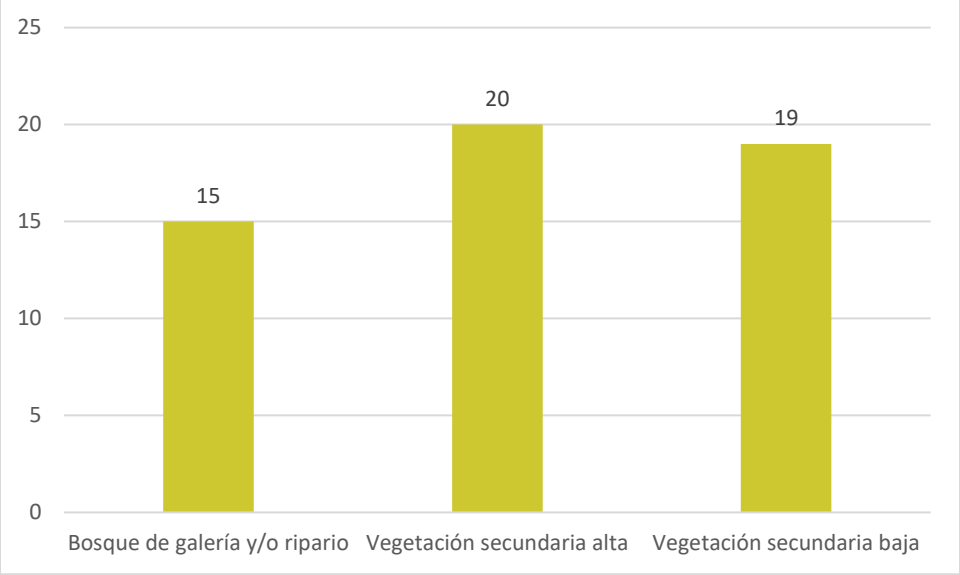


FIGURA 5-65 AUMENTO EN EL NUMERO DE PARCHE EN EL ESCENARIO PROYECTADO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Esta tendencia a la fragmentación del hábitat puede traer consigo efectos negativos significativos, también existen posibles efectos positivos asociados con un aumento en el número de parches en el paisaje. Esta subdivisión puede conducir a una mayor diversidad de hábitats locales, proporcionando nichos ecológicos adicionales y oportunidades para una variedad más amplia de especies. Además, los parches más pequeños pueden albergar condiciones ambientales especializadas, favoreciendo a especies especialistas y aumentando la diversidad biológica. La fragmentación también puede aumentar la heterogeneidad del paisaje, lo que fortalece la resiliencia del ecosistema y facilita la regeneración natural de la vegetación.

- Densidad de borde

La densidad de borde está dada por la suma de las longitudes de todos los segmentos del borde de los fragmentos del hábitat de interés, dividido por el área total del paisaje (en m^2), multiplicado por 10.000 (para convertir a hectáreas). Es un valor que aumenta con los parches pequeños, tiene relación numérica directa con la fragmentación del hábitat hasta cierto nivel, ya que en caso de que la fragmentación crezca mucho, hasta el punto de que los parches de cobertura natural y seminatural analizados se unan, la densidad de borde puede disminuir debido al incremento de la razón perímetro área. El análisis de borde es utilizado igualmente para definir áreas centrales dado que estas no estarían afectadas por su efecto negativo sobre algunas especies sensibles al efecto borde. (ELIANO, 2010). (ver Tabla 5-64)

TABLA 5-64 ANÁLISIS DE COBERTURAS NATURALES DENSIDAD DE BORDE – ED PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y CON PROYECTO

COBERTURA	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
	ED (m)	ED (m)
Bosque de galería y/o ripario	34.90	34.69
Vegetación secundaria alta	15.69	14.28
Vegetación secundaria baja	17.51	16.96

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Esta métrica expresa la sumatoria de todas las longitudes de borde de una clase dividida entre el área total del paisaje y multiplicada por 10.000, establece la superficie en metros (Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Sin proyecto\analsisi de borde y Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Con proyecto\ análisis de borde).

Los resultados presentados en la Tabla 5-64 revelan que la cobertura de bosque de galería exhibe la mayor densidad de borde (ED) en ambos escenarios evaluados, con una variación mínima de 34.90 m a 34.69 m. Esta característica se atribuye principalmente a la forma alargada de la cobertura, la cual desempeña un papel crucial para la fauna al proporcionar alimento y refugio para aves, ganado y otros animales, además de actuar como un amortiguador frente a los fenómenos de erosión que afectan a los suelos desprovistos de vegetación. La disminución de la densidad de borde también está relacionada con la pérdida de densidad dentro de la cobertura, la reducción en su área, así como la forma alargada e irregular de sus polígonos.

Seguida a bosques de galería, la segunda cobertura que presenta mayor densidad de borde es vegetación secundaria baja, reportándose un ED de 17.51 m para el escenario sin proyecto y de 16.96 m para el escenario con proyecto (ver Figura 5-66). Finalmente, vegetación secundaria alta fue la cobertura que menor densidad de borde presento para ambos escenarios evaluados. Registrándose 15.69 m2 en el escenario sin proyecto y de 14.28 m en el escenario con proyecto.

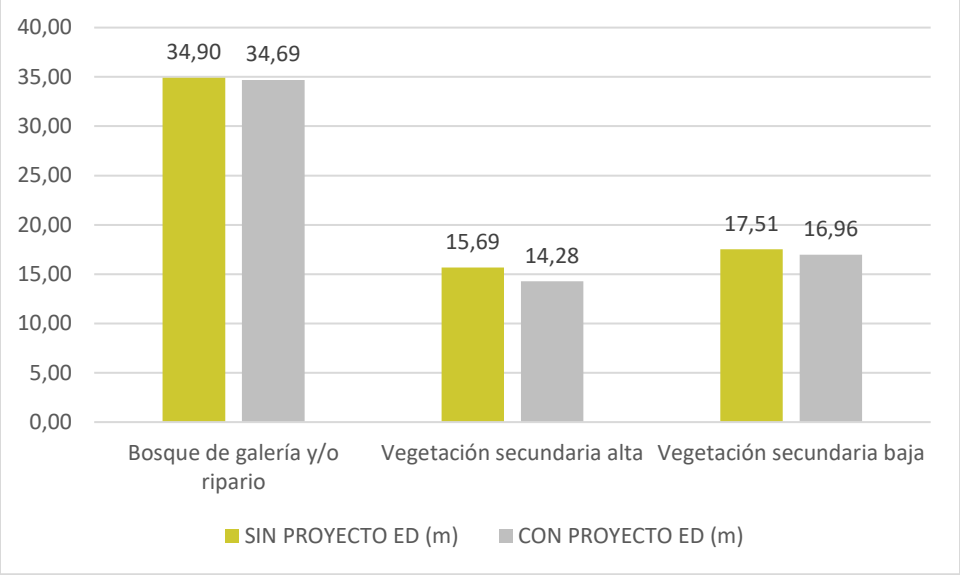


FIGURA 5-66 ANÁLISIS DE COBERTURAS NATURALES DENSIDAD DE BORDE – ED PARA EL ESECNARIO SIN PROYECTO Y EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En términos generales, se observa una tendencia a la disminución de la densidad de borde en las tres coberturas estudiadas. Esta disminución puede atribuirse principalmente a la presencia de infraestructura asociada al proyecto. Aunque inicialmente se podría esperar un aumento en el borde expuesto debido al incremento en el número de parches (NP), se ha observado una reducción en el tamaño de la mayoría de los parches analizados. Como resultado, se registra una disminución en el borde total de cada una de estas coberturas. Esto podría conducir a una mayor predominancia de hábitats interiores más estables y menos expuestos a perturbaciones. Esto puede proporcionar refugio y condiciones más consistentes para ciertas especies, promoviendo la estabilidad del ecosistema a largo plazo. A demás que una disminución en la densidad de borde implica una menor proporción de interfaz entre diferentes tipos de cobertura. Esto puede disminuir los efectos de borde, como cambios en la temperatura, la humedad, la radiación solar y la disponibilidad de recursos. Estos cambios pueden mejorar las condiciones microclimáticas y la disponibilidad de hábitat, influyendo en la distribución y abundancia de especies, así como en la diversidad biológica.

- Índice de forma

El índice de forma muestra la relación área-perímetro ajustada a un cuadrado, la cual se representa por la suma del perímetro de los parches dividido por la raíz cuadrada del área del parche (hectáreas) para cada clase determinada (nivel o escala de clase) o para todos los parches en conjunto (escala de paisaje). Cuando el valor del índice de forma es igual o cercano a 1 es porque los parches (polígonos) son circulares y compactos. De acuerdo con McGarigal, 1995, entre más lejos esté de 1, más irregular es la forma.

Las formas compactas son efectivas para proteger los recursos interiores contra los efectos negativos del ambiente exterior; por eso, los fragmentos más alargados son menos efectivos para la conservación de los recursos internos que los fragmentos redondeados. Por esto, en términos de hábitat, los fragmentos con mayor área y con formas más redondeadas son los más aptos para mantener poblaciones de fauna, específicamente, organismos especialistas adaptados a ambientes interiores con menor incidencia de los efectos exteriores, de acuerdo con Forman, 1995.

Forman (1995), indica que, en relación con la categoría de métricas de forma, se ha identificado que el atributo de forma influye en los procesos inter-parche como la migración de mamíferos y la colonización de plantas leñosas. El significado principal de esta medida en la composición del paisaje se relaciona con el "efecto de borde".

Este parámetro es equivalente a la relación del perímetro del fragmento dividido por la raíz cuadrada del área del fragmento ajustada con una constante para el ráster. El índice de forma tiene valor 1 cuando el parche es compacto (circular en un vector y cuadrado en un ráster) y aumenta su valor conforme aumenta la complejidad de la forma.

TABLA 5-65 ANÁLISIS DE COBERTURAS NATURALES ÍNDICE DE FORMA (SHAPE) PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y EN EL ESCENARIO CON PROYECTO

CÓDIGO/ NOMBRE	COBERTURA	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
		MSI	MSI
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	Bosque de galería y/o ripario	4.55	3.30
	Vegetación secundaria alta	2.15	2.07
	Vegetación secundaria baja	2.80	2.23

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En la Tabla 5-65 se evidencia el cambio del indicador en los escenarios analizados el cual refleja que las tres coberturas presentaron una disminución, (Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Sin proyecto\analisis de forma y Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Con proyecto\ análisis de forma).

Para el caso de bosques de galería y/o ripario para el escenario sin proyecto se registró un MSI de 4.55 el cual para el escenario con proyecto disminuyo a 3.30 (ver Tabla 5-65) que en términos generales son valores altos, esto puede atribuírsele a las características propias de la cobertura como las alteraciones en el régimen de perturbaciones, debido a disturbios naturales como inundaciones, sequias o incendios. Los cuales podría alterar la estructura de la comunidad y la distribución de tamaños de los árboles. Por otro lado, los cambios en la disponibilidad del agua, al ser fundamental para este tipo de coberturas, las variaciones en los patrones de precipitación o la extracción de agua para fines agrícolas o urbanos podrían afectar la salud y la estructura de los árboles en el bosque, lo que podría influir en la distribución de tamaños.

En cuanto a otras coberturas como vegetación secundaria alta como baja presentaron disminución en el valor de esta métrica en el escenario proyectado, pasando de 2.15 a 2.07

y de 2.80 a 2.23. En general se observa que son coberturas que tienen una forma muy uniforme y predecible, con un perímetro relativamente simple en comparación con su área.

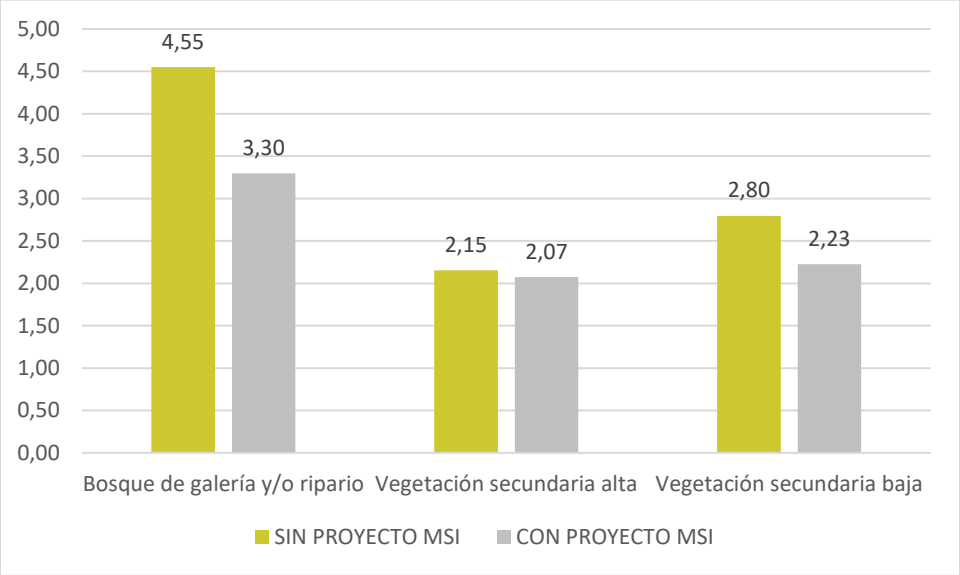


FIGURA 5-67 ANÁLISIS DE COBERTURAS NATURALES ÍNDICE DE FORMA (SHAPE) PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y EN EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La disminución de estos índices en el escenario con proyecto puede ser atribuido a la construcción infraestructuras y áreas asociadas a este proyecto, puesto que parte de esta presentarían traslape con estas coberturas y darían como resultado la formación de parches con formas más compactas y perímetros simples.

- Índice de dimensión fractal

El Fractal Dimention Index-FRAC, es una medida de la complejidad de las formas de las teselas, puede ser considerada como el descriptor más adecuado para cuantificar la fragmentación de diferentes tipos de paisajes, además es invariante de escala y estadísticamente robusta. Su categorización varía de 1 a 2, es decir, el valor de uno para formas euclidianas simples (cuadrados y círculos) y de 1.001 a 2, para formas complejas análogas u objetos fractales.

La Tabla 5-66 muestra el cambio del indicador en las temporalidades analizadas, y los resultados de la presente métrica se encuentran en la siguiente ruta Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Sin proyecto\analisis de forma y Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Con proyecto\analisis de forma.

TABLA 5-66 ANÁLISIS DE LAS COBERTURAS NATURALES ÍNDICE DE DIMENSIÓN FRACTAL (FRAC) PARA EL AÑO 2011 Y 2022

CÓDIGO/ NOMBRE	COBERTURA	SIN PROYECTO	CON PROYECTO

		MFRACT	MFRACT
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	Bosque de galería y/o ripario	1.50	1.60
	Vegetación secundaria alta	1.51	1.58
	Vegetación secundaria baja	1.37	1.58

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En el caso del bosque de galería y/o ripario, se observa un incremento en el valor de MFRACT de 1.50 a 1.60 con la implementación del proyecto, indicando un borde más irregular y complejo. Similarmente, la vegetación secundaria alta muestra un ligero aumento en la complejidad del borde, pasando de un valor de MFRACT de 1.51 a 1.58. Sin embargo, el cambio más significativo se evidencia en la vegetación secundaria baja, donde el valor de MFRACT aumenta drásticamente de 1.37 a 1.58 (ver Tabla 5-66). Este incremento pronunciado sugiere una alteración considerable en la estructura del borde de la vegetación secundaria baja debido al proyecto. Estos resultados sugieren que la implementación del proyecto podría tener un impacto en la complejidad y la irregularidad de los bordes de los hábitats estudiados.

En general este indicador muestra valores medios (entre 1.37 y 1.60) para las coberturas analizadas, por lo que se puede concluir en general que las coberturas naturales presentan formas con cierto nivel de complejidad en el área de influencia.

- Métricas de diversidad

Para el análisis de diversidad a nivel de paisaje se utilizó como métrica de cobertura el índice de diversidad de Shannon. Los índices de diversidad son aplicados para medir la composición y estructura del paisaje, siendo utilizados por la sensibilidad a la riqueza y unidades ecosistémicas comunes.

- Índice de diversidad Shannon (SHDI)

El SHDI representa la abundancia proporcional de cada tipo de ecosistemas dentro del área de interés. Es un índice sensitivo a la rareza de algunos tipos de ecosistemas. Cuando el paisaje contiene solo un parche SHDI es igual a 0 (no hay diversidad). Este índice se incrementa a medida que aumenta el número de parches, o si la distribución proporcional de los parches entre las diferentes clases se hace más equitativa.

TABLA 5-67 ÍNDICE DE SHANNON PARA LOS ESCENARIOS EVALUADOS

INDICES	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
SHDI	1.79	1.92

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

El resultado del índice es de 1.79 para el escenario sin proyecto y de 1.92 para el escenario con proyecto (Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Sin proyecto\analsisi de diversidad y Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Con proyecto\ análisis de diversidad), esto refleja una baja diversidad y

dominancia de coberturas antrópicas con respecto a las naturales, lo que evidencia un proceso de antropización en la zona, siendo un paisaje con unidades antrópicos. La Tabla 5-67 muestra el valor del indicador para el AI.

- Índice de equitatividad de Shannon uniforme (SHEI).

El índice de uniformidad de Shannon (SHEI), expresa en forma absoluta una distribución uniforme del área entre los diferentes tipos de parche, es un índice en donde la uniformidad es el elemento predominante. Mide la distribución y abundancia de las teselas a nivel de paisaje. Para contemplar el índice de diversidad de Shannon, el SHEI indica con resultado 1 si la distribución y abundancia son uniformes, mientras si es 0, significa que no hay regularidad espacial.

TABLA 5-68 INDICE DE SHEI PARA LOS ESCENARIOS EVALUADOS

INDICES	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
SHEI	0.63	0.69

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Para el escenario sin proyecto se obtuvo un valor de 0.63 presentándose así un aumento a comparación del escenario con proyecto donde este índice tuvo un valor de 0,69 ((Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Sin proyecto\analsisi de diversidad y Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Con proyecto\ análisis de diversidad), lo que supone una leve inequidad en el tamaño de los parches y la distribución de estos en el paisaje. La Tabla 5-68 muestra el valor del indicador SHEI para las temporalidades analizadas.

➢ Contexto paisajístico

Una vez obtenidas las métricas del paisaje en las que se determinó el estado de fragmentación de los escenarios, a continuación, se presenta el estado de conectividad de las coberturas vegetales por medio del contexto paisajístico, métrica que hace referencia a la conectividad del fragmento del ecosistema natural estudiado con otros fragmentos con coberturas naturales.

El contexto paisajístico es definido como las características del paisaje circundante a una determinada unidad ecológica de estudio (ya sea un parche de bosque o un corredor biológico). Estas características están determinadas en primer lugar por su composición, es decir, los diferentes tipos de hábitat y elementos del paisaje incluyendo los distintos tipos de usos de la tierra, construcciones, zonas de cultivo, pastizales, entre otros; en segundo lugar se encuentra la configuración espacial, es decir la manera en la que dichos elementos se distribuyen (McGarigal, K., & Romme, 2012) (Turner et al, 2001) (Turner, M., 2005).

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 cero (0) y uno (1), los valores cercanos a uno (1) representan un mejor contexto paisajístico.

$$CP = AN/ATF$$

CP: Contexto paisajístico

AN: Área natural dentro de la franja

ATF: Área total de la franja

En el anexo Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Sin proyecto\contexto paisajístico y Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Con proyecto\Contexto paisajístico se pueden observar tres tipos de archivos: El buffer de 500 m (ATF) un SHP y el clip del shape, puesto que se pasa de raster a vector; esto por daca una de las coberturas analizadas.

TABLA 5-69 CONTEXTO PAISAJÍSTICO EN LAS COBERTURAS DE ANÁLISIS Y SU VARIACIÓN EN EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y EN EL ESCENARIO CON PROYECTO

COBERTURA	SIN PROYECTO			CON PROYECTO		
	AN	ATF	CP	AN	ATF	CP
Bosque de galería y/o ripario	200.31	2206.64	0.09	196.47	2205.10	0.09
Vegetación secundaria alta	182.07	1476.51	0.12	137.41	1470.51	0.09
Vegetación secundaria baja	303.51	1216.07	0.25	262.14	1215.21	0.22

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En la Tabla 5-69 se encuentran los valores de contexto paisajísticos (CP) obtenidos para cada uno de los escenarios y coberturas evaluadas. Para el escenario sin proyecto se observa que las coberturas bosque de galería y/o ripario, vegetación secundaria alta presentan un nivel de fragmentación extrema y por ende un nivel de conectividad muy baja (ver figura 5-68 y figura 5-69). En contraste, la cobertura vegetación secundaria baja presentó un nivel de fragmentación fuerte con una conectividad baja (ver figura 5-70). Estos niveles pueden dar como resultado múltiples consecuencias, tales como el aislamiento de poblaciones de plantas y animales, lo que puede llevar a problemas genéticos a largo plazo debido a la falta de flujo genético entre poblaciones, además de la disminución de la diversidad biológica, ya que las especies especializadas que dependen de hábitats específicos pueden desaparecer o disminuir en número. Por último, la fragmentación puede afectar la capacidad del ecosistema para proporcionar servicios ecosistémicos como la regulación del clima, la purificación del agua y la polinización, ya que estos procesos a menudo dependen de sistemas ecológicos saludables y bien conectados.

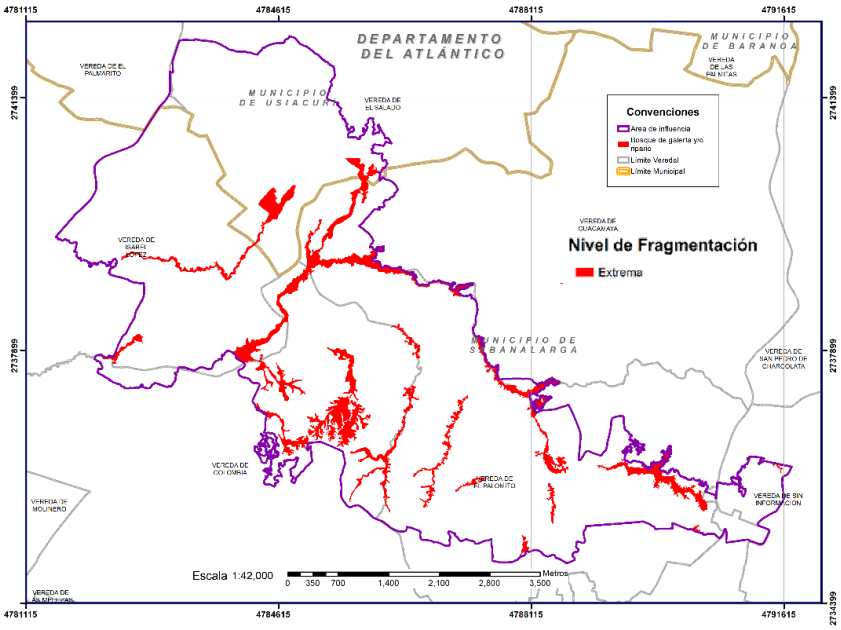


FIGURA 5-68 CONTEXTO PAISAJISTICO PARA EL BOSQUE DE GALERIA EN EL ESCENARIO SIN PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

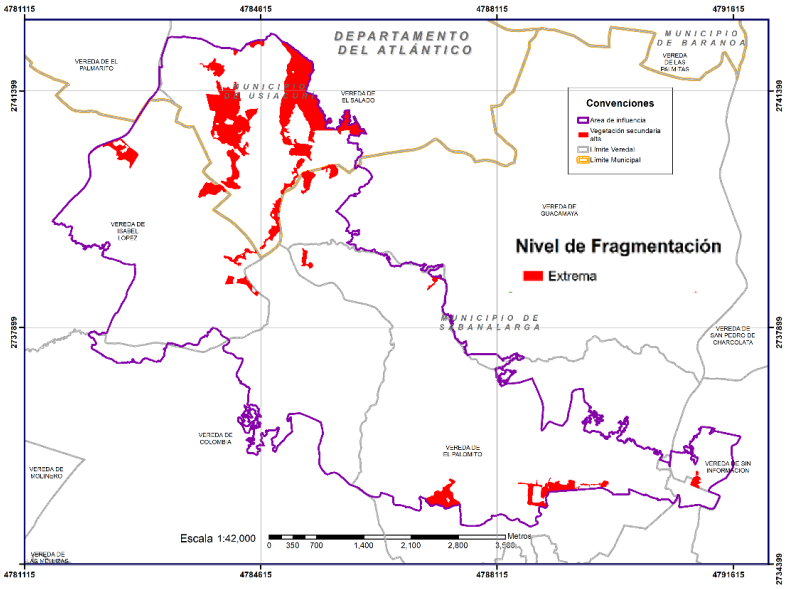


FIGURA 5-69 CONTEXTO PAISAJISTICO PARA LA VEGETACION SECUNDARIA ALTA EN EL ESCENARIO SIN PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

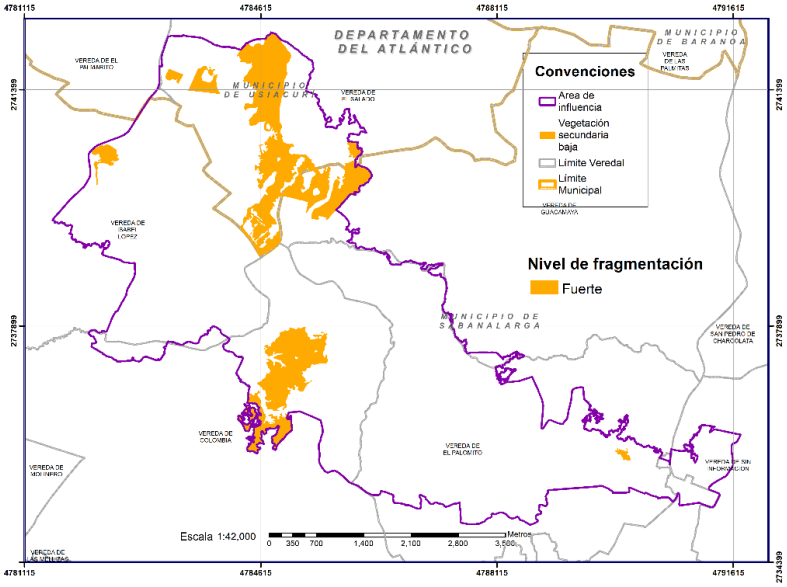


FIGURA 5-70 CONTEXTO PAISAJISTICO PARA LA VEGETACION SECUNDARIA BAJA EN EL ESCENARIO SIN PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Respecto al escenario con proyecto, se observó que la implementación de este mantendría los niveles de fragmentación y por ende los de conectividad de forma constante para las coberturas bosque de galería y vegetación secundaria baja con valores de CP de 0.9 para ambos casos (ver Tabla 5-69) (fragmentación extrema- conectividad muy baja); Para el caso de vegetación secundaria baja se pasó de un CP de 0.25 a 0.22(fragmentación fuerte y nivel de conectividad baja), sin embargo, al ser el cambio poco significativo no genera un cambio sustancial en el nivel de fragmentación y conectividad (ver Figura 5-71, figura 5-72 y Figura 5-73).

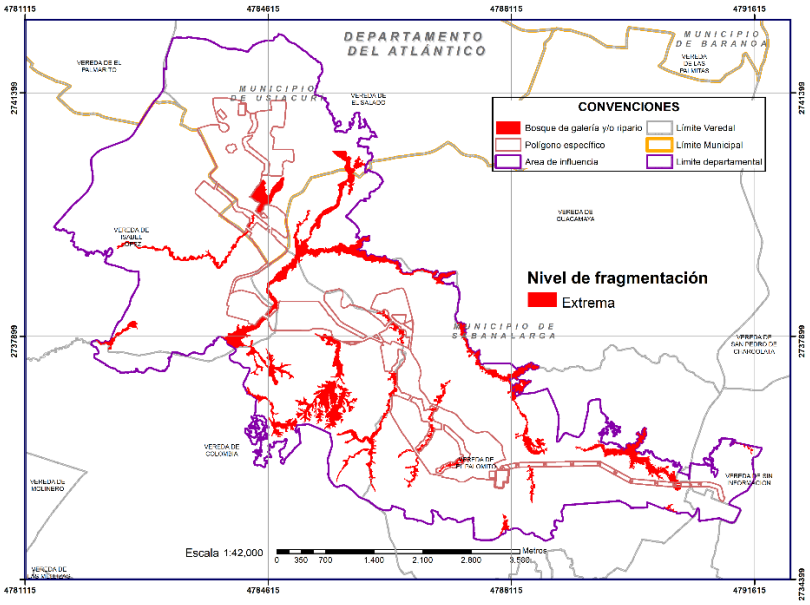


FIGURA 5-71 CONTEXTO PAISAJISTICO PARA EL BOSQUE DE GALERIA EN EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

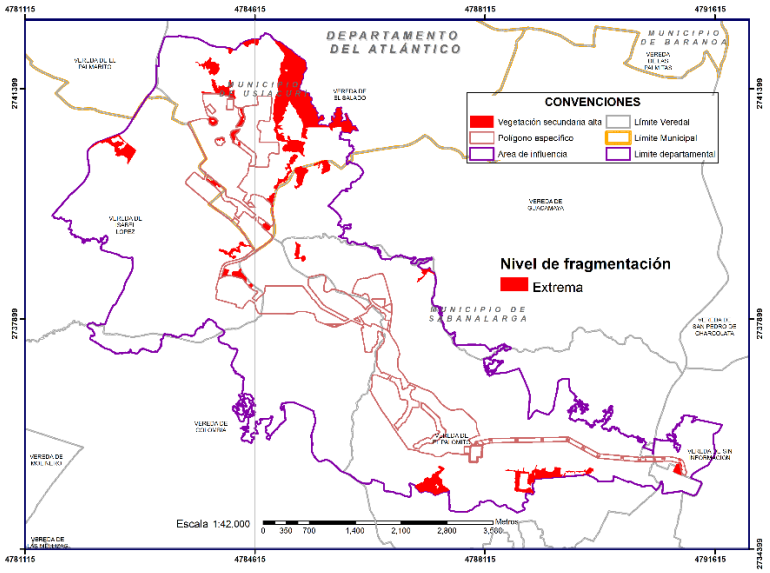


FIGURA 5-72 CONTEXTO PAISAJISTICO PARA LA VEGETACION SECUNDARIA ALTA EN EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

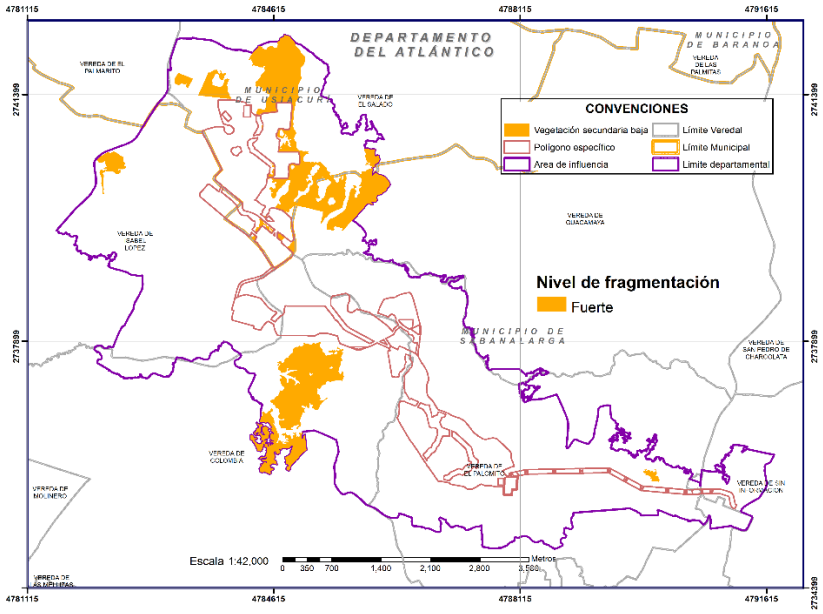


FIGURA 5-73 CONTEXTO PAISAJISTICO PARA LA VEGETACION SECUNDARIA BAJA EN EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

➢ Áreas Core en la estructura del paisaje

El área núcleo corresponde al área remanente al interior de un parche, descontando el área de borde, es decir, el área que se encuentra menos afectada por el efecto borde y mantiene las condiciones originales del ecosistema. El efecto borde se caracteriza por presentar diferencias microclimáticas entre los dos lados del borde del bosque, creando un gradiente de temperatura, humedad y luminosidad que varían entre el interior y el borde de cada parche de bosque, el cual se estima que desaparece alrededor de los 50 metros al interior del fragmento. Las áreas núcleo corresponden entonces a las áreas mejor conservadas de cada tipo de ecosistema analizado.

Por el contrario, las categorías de borde, transición y parche, que son las que mayor área registran en la cuenca, dejan en evidencia las transformaciones del paisaje y la mayor probabilidad de sufrir fragmentación de estos pequeños parches residuales.

En el análisis de fragmentación de las coberturas una de las afectaciones de mayor interés son los cambios en la franja exterior que las coberturas boscosas presentan, con el paso del tiempo, en lo que se conoce como ecotonos o áreas de borde. En relación con el efecto de borde, este supone la aparición de propiedades y dinámicas generadas por el contacto de los fragmentos de bosque con la matriz externa ((Baudry, 2002), y que conlleva a la transformación de los bordes en hábitats diferentes de los que existen en el interior de los fragmentos. (Harper, y otros, 2005)

Las afectaciones son evidentes cuando los cambios en la composición y la estructura inciden en las interacciones entre especies y procesos ecológicos, como la dispersión de semillas, la polinización, el crecimiento de las plantas, los patrones de supervivencia o la migración de especies, con variaciones en el funcionamiento y la productividad de las comunidades en el borde de los fragmentos.

Una de las afectaciones más evidentes en las áreas borde es la variabilidad en términos de composición de especies con relación al área núcleo, siendo usual que los valores más altos de riqueza, diversidad y abundancia se concentren en el borde de los fragmentos, y tiendan a disminuir hacia el interior, lo que se explica en función del incremento de recursos tróficos y de una mayor movilidad y distribución de especies, propios de las áreas de borde, sin embargo, este aumento de diversidad usualmente está asociado a presencia de especies generalistas y de vegetación en transición.

Los resultados del presente análisis se encuentran en los anexos Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Sin proyecto\analisis de areas nucleo y Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.1 Metricas\Con proyecto\ análisis de areas nucleo.

Los datos presentados revelan la distribución del Bosque de Galería y/o Ripario las distintas categorías dentro de dos escenarios: sin proyecto y con proyecto (ver tabla 5-70). Se observa una ligera disminución en el área del núcleo, pasando del 2.47% al 2.33% entre los dos escenarios, lo que sugiere una posible pérdida de hábitat de alta calidad. Asimismo, el categoría interior también experimenta una leve disminución, del 1.73% al 1.67%, indicando una reducción en la proporción de áreas menos perturbadas dentro del bosque(ver figura 5-74 y Figura 5-75).

TABLA 5-70 ANÁLISIS DE COBERTURAS ÁREAS NÚCLEO (HA) BOSQUE DE GALERÍA PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y EL ESCENARIO CON PROYECTO

Bosque de galería y/o ripario				
Categorias	**SIN PROYECTO (ha)**	**(%) SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO (ha)**	**(%) CON PROYECTO**
Núcleo	9.63	2.47	8.96	2.33
Interior	6.73	1.73	6.42	1.67
Perforado	0.00	0.00	0.00	0.00
Borde	121.84	31.25	118.94	30.88
Transición	83.56	21.43	81.89	21.26
Parche	168.08	43.12	168.98	43.87

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

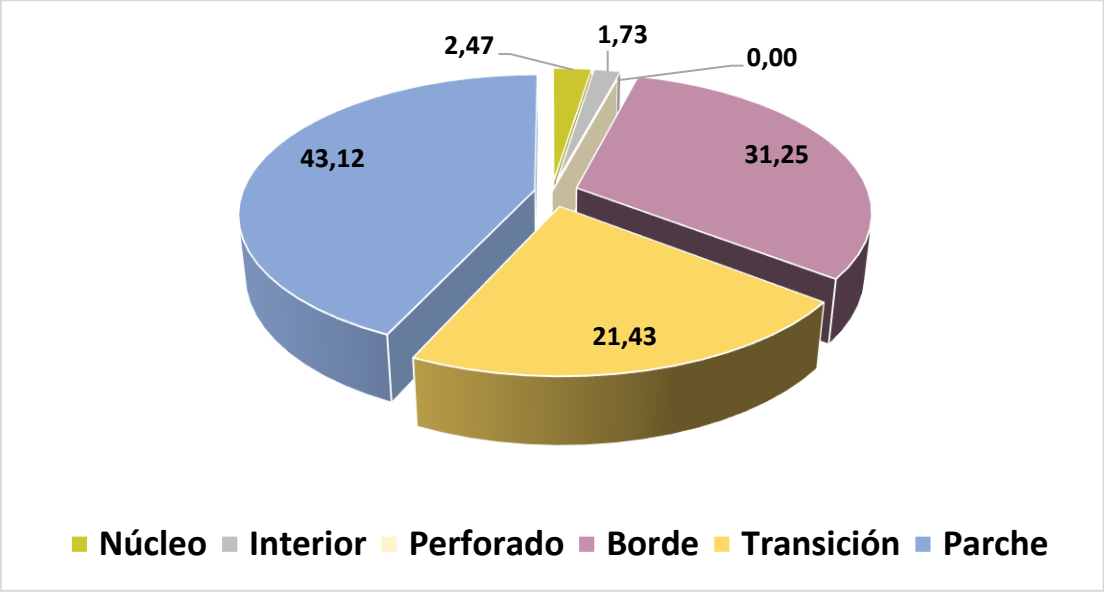


FIGURA 5-74 ANÁLISIS DE COBERTURAS ÁREAS NÚCLEO (%) BOSQUE DE GALERÍA PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

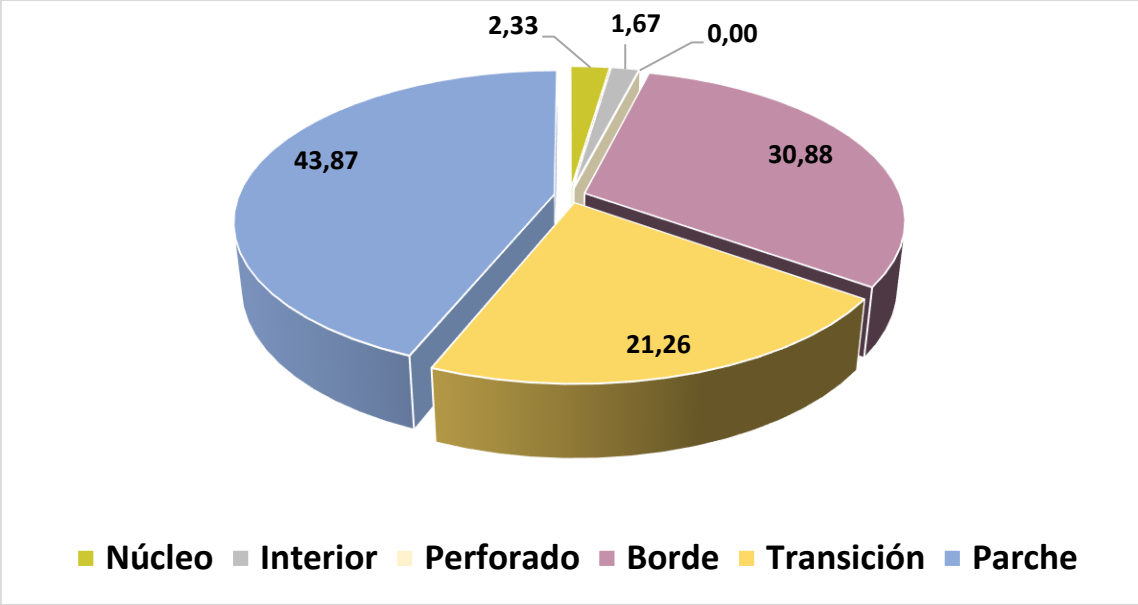


FIGURA 5-75 ANÁLISIS DE COBERTURAS ÁREAS NÚCLEO (%) BOSQUE DE GALERÍA PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

No se registran áreas perforadas en ninguno de los escenarios (ver tabla 5-70), lo que sugiere una buena conservación en términos de fragmentación. Sin embargo, el borde del bosque de galería representa una parte significativa del área en ambos escenarios (ver Figura 5-76 y Figura 5-77), lo que podría aumentar su vulnerabilidad a los efectos del borde y a perturbaciones externas. Las áreas de transición son importantes para mantener la conectividad del paisaje, y los parches de bosque son fundamentales para la estructura y diversidad del hábitat.

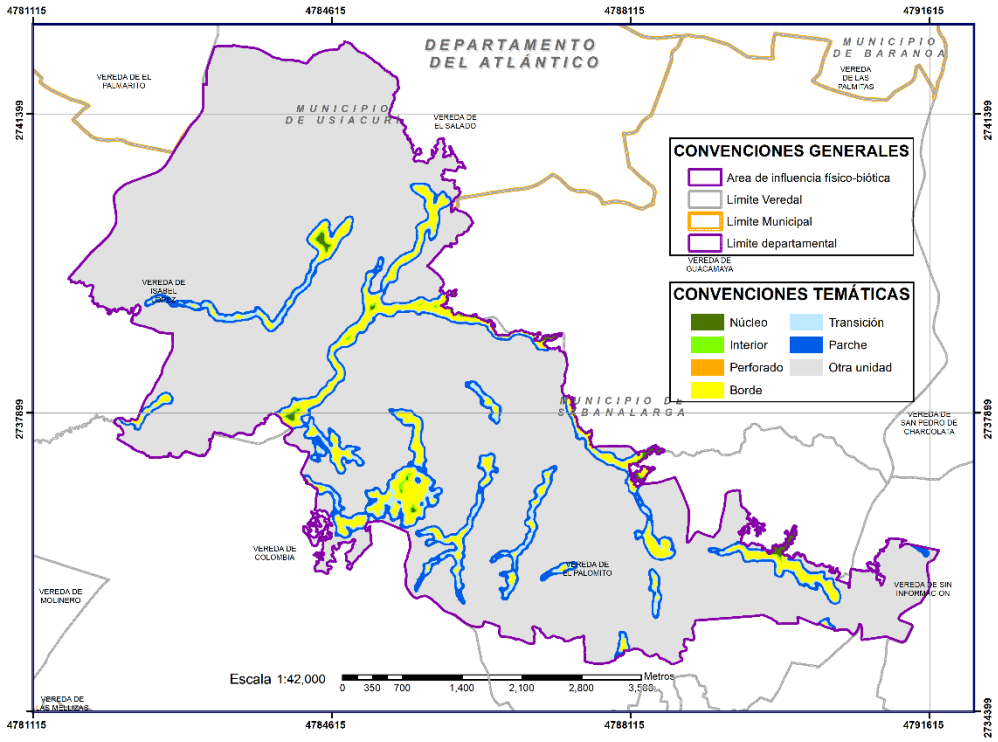


FIGURA 5-76 ÁREAS NÚCLEO EN LA COBERTURA BOSQUE DE GALERÍA EN EL ESCENARIO SIN PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

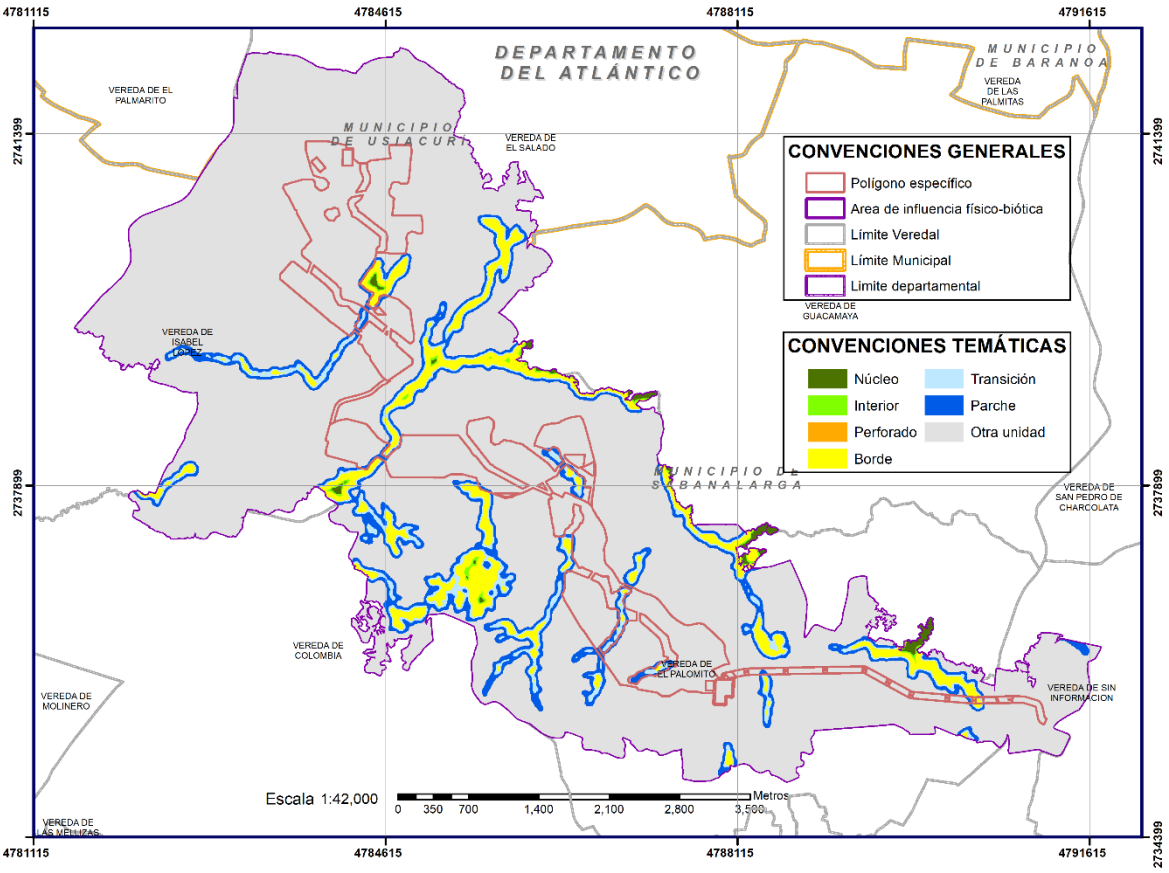


FIGURA 5-77 ÁREAS NÚCLEO EN LA COBERTURA BOSQUE DE GALERÍA EN EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Los datos sobre la distribución de la Vegetación Secundaria Alta en distintas categorías, tanto en escenarios sin proyecto como con proyecto (ver Tabla 5-71, figura 5-78 y figura 5-79), ofrecen una visión de los posibles cambios en la composición y calidad del hábitat. Se observa una tendencia a la disminución en el área del núcleo, que pasa del 18.86% al 17.81% entre ambos escenarios, sugiriendo una potencial merma en hábitats de alta calidad. Asimismo, el área del interior también experimenta un decremento del 4.64% al 3.69%, indicando una reducción proporcional de áreas menos afectadas dentro del hábitat.

TABLA 5-71 ANÁLISIS DE COBERTURAS ÁREAS NÚCLEO (HA) VEGETACION SECUNDARIA ALTA EN EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y EL ESCENARIO CON PROYECTO

Vegetación secundaria alta				
Categorías	**SIN PROYECTO (ha)**	**(%) SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO (ha)**	**(%) CON PROYECTO**
Núcleo	52.09	18.86	39.02	17.81

Vegetación secundaria alta				
Categorías	SIN PROYECTO (ha)	(%) SIN PROYECTO	CON PROYECTO (ha)	(%) CON PROYECTO
Interior	12.81	4.64	8.09	3.69
Perforado	0.00	0.00	0.00	0.00
Borde	92.27	33.41	64.86	29.60
Transición	38.85	14.06	32.99	15.05
Parche	80.19	29.03	74.19	33.85

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

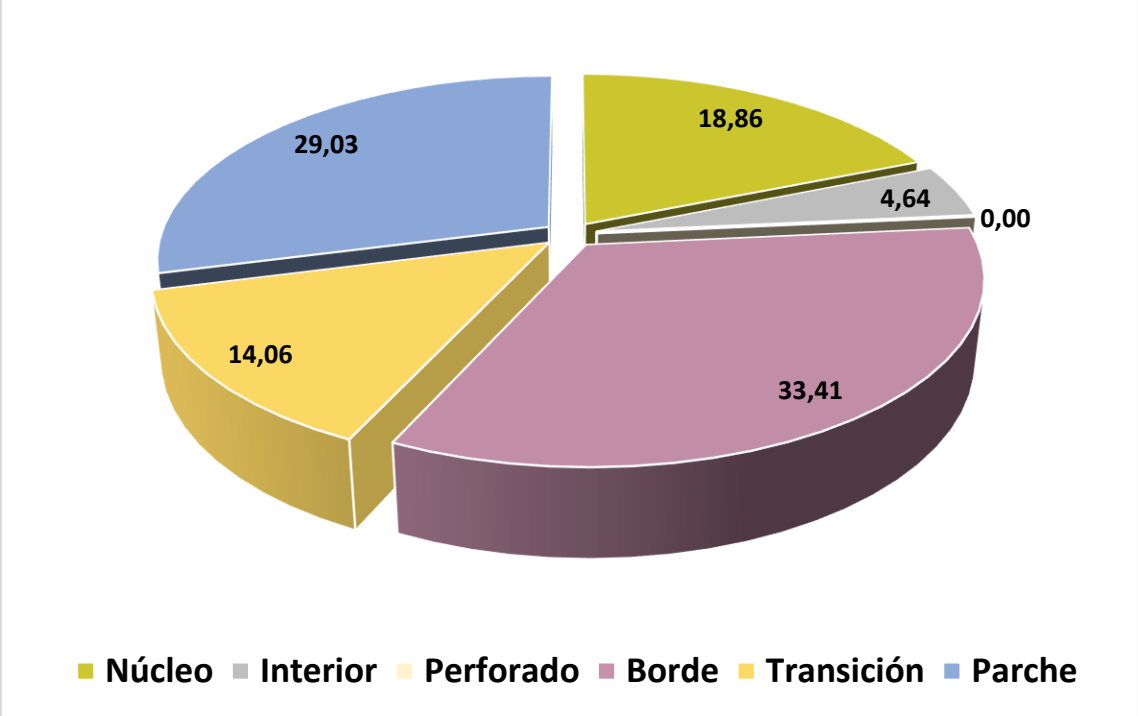


FIGURA 5-78 ANÁLISIS DE COBERTURAS ÁREAS NÚCLEO (%) VEGETACION SECUNDARIA ALTA PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

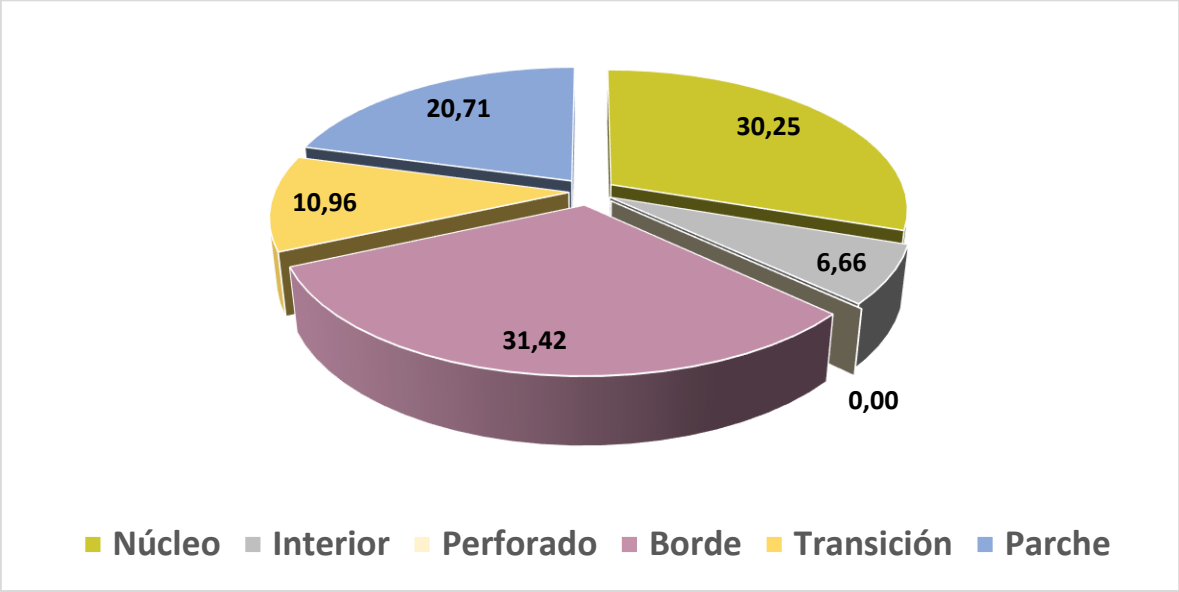


FIGURA 5-79 ANÁLISIS DE COBERTURAS ÁREAS NÚCLEO (%) VEGETACION SECUNDARIA ALTA PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La ausencia de áreas perforadas en ambos escenarios sugiere una relativa estabilidad en términos de fragmentación (ver Tabla 5-71). No obstante, el área de borde de la vegetación secundaria alta, con una disminución del 33.41% al 29.60%, evidencia una pérdida significativa de esta zona, lo que podría disminuir la vulnerabilidad del hábitat a los efectos del borde y a perturbaciones externas. Por otro lado, se observa un ligero aumento en las áreas de transición, del 14.06% al 15.05%, indicando una potencial mejora en la conectividad del paisaje. Finalmente, los parches representan una proporción considerable del área en ambos escenarios, con un incremento del 29.03% al 33.85%, lo que podría sugerir una concentración de la vegetación en áreas más específicas.

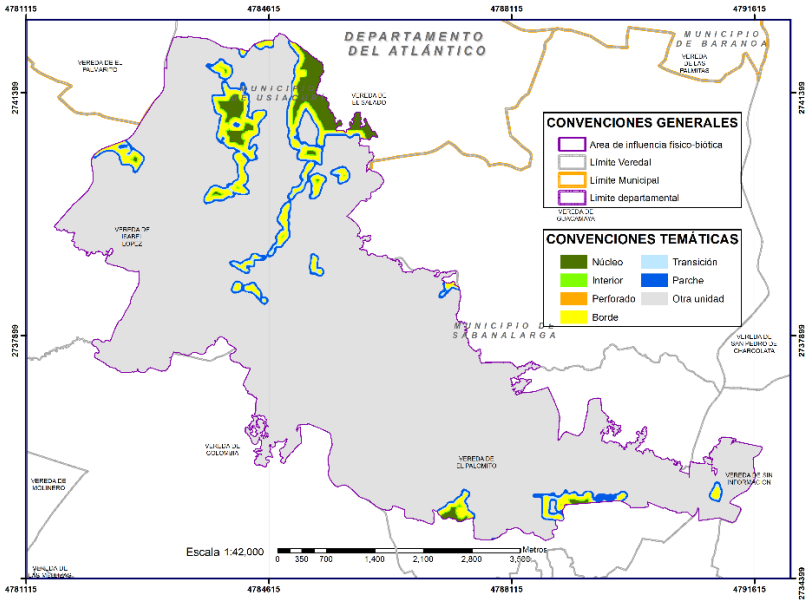


FIGURA 5-80 ÁREAS NÚCLEO EN LA COBERTURA VEGETACION SECUNDARIA ALTA EN EL ESCENARIO SIN PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

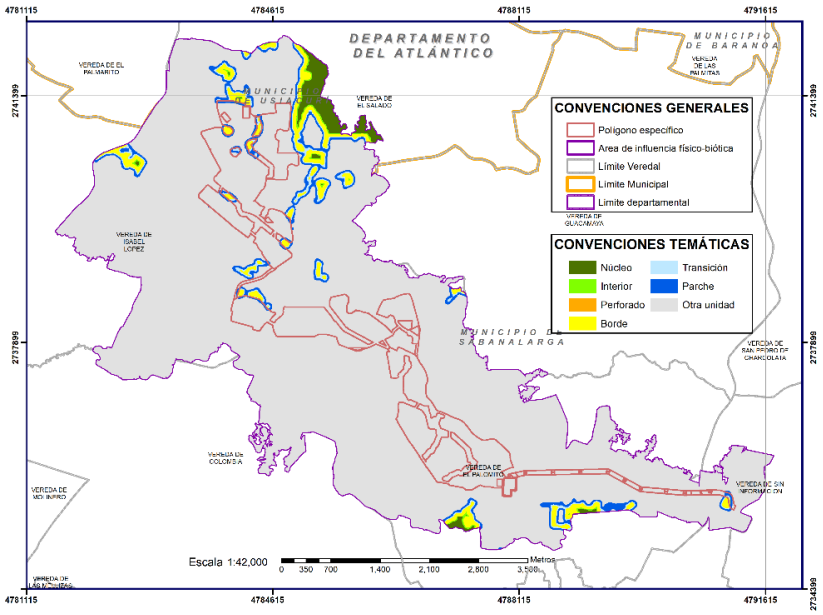


FIGURA 5-81 ÁREAS NÚCLEO EN LA COBERTURA VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA EN EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Finalmente, respecto a la Vegetación Secundaria baja se observa una tendencia general hacia una ligera disminución en el área del núcleo, pasando del 31.60% al 30.25% entre ambos escenarios. Esta disminución podría indicar una potencial reducción en la extensión de hábitats de alta calidad y menos perturbados. Además, el área del interior también muestra una disminución, del 7.28% al 6.66%, lo que sugiere una posible pérdida de áreas menos afectadas dentro del hábitat (ver figura 5-82y figura 5-83).

TABLA 5-72 ANÁLISIS DE COBERTURAS ÁREAS NÚCLEO (HA) VEGETACION SECUNDARIA BAJA EN EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y EL ESCENARIO CON PROYECTO

Vegetación secundaria baja				
Categorías	**SIN PROYECTO (ha)**	**(%) SIN PROYECTO**	**CON PROYECTO (ha)**	**(%) CON PROYECTO**
Núcleo	125.00	31.60	106.86	30.25
Interior	28.79	7.28	23.53	6.66
Perforado	0.00	0.00	0.00	0.00
Borde	130.56	33.00	110.96	31.42
Transición	39.87	10.08	38.71	10.96
Parche	71.37	18.04	73.16	20.71

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

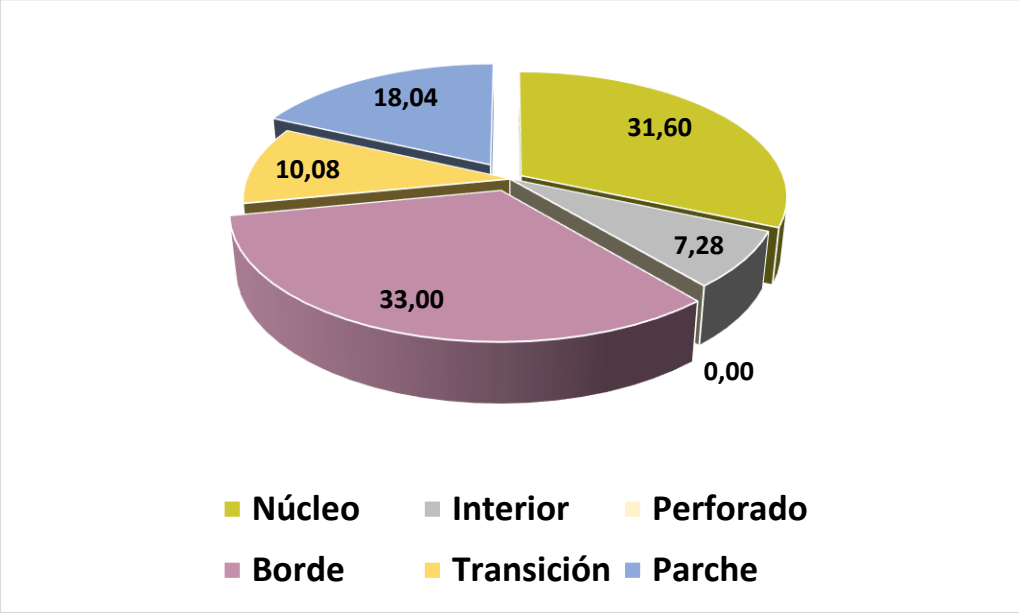


FIGURA 5-82 ANÁLISIS DE COBERTURAS ÁREAS NÚCLEO (%) VEGETACION SECUNDARIA BAJA PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

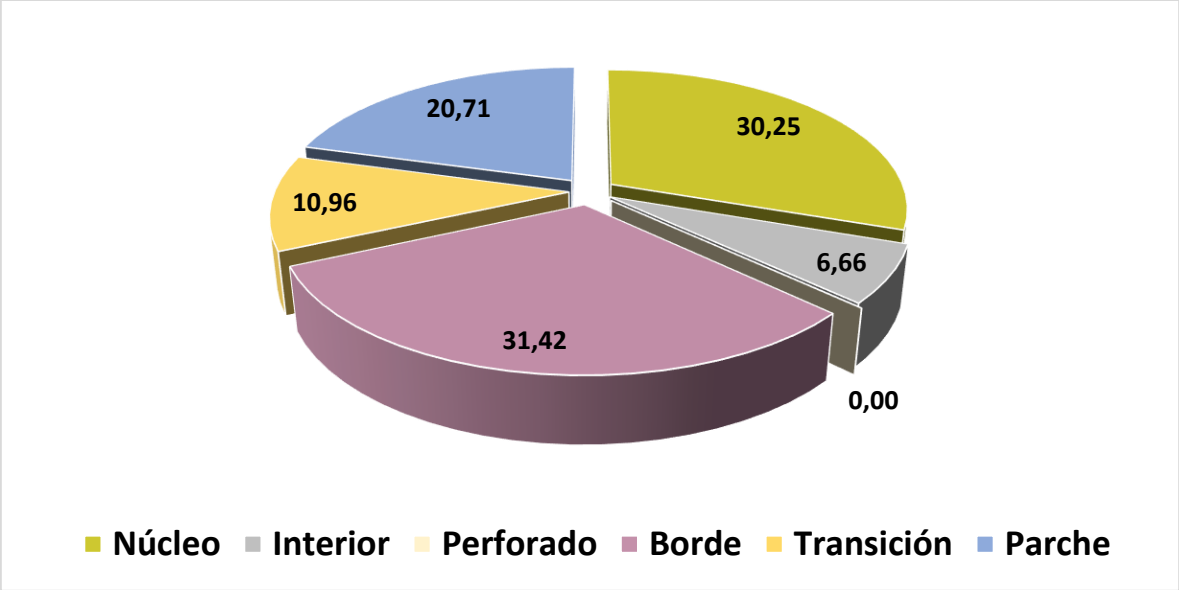


FIGURA 5-83 ANÁLISIS DE COBERTURAS ÁREAS NÚCLEO (%) VEGETACION SECUNDARIA BAJA PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

La ausencia de áreas perforadas en ambos escenarios es alentadora, ya que indica una relativa estabilidad en términos de fragmentación. Sin embargo, la proporción del área de borde de la vegetación secundaria alta disminuye del 130.56 ha al 110.96 ha (ver tabla 5-72 análisis de coberturas áreas núcleo (ha) vegetacion secundaria baja en el escenario sin proyecto y el escenario con proyectotabla 5-72), lo que puede interpretarse como una pérdida significativa de esta zona crítica. Esta reducción del área de borde podría aumentar la vulnerabilidad del hábitat a los efectos del borde y a perturbaciones externas. Por otro lado, se observa un leve aumento en las áreas de transición, del 10.08% al 10.96%, lo que podría indicar una posible mejora en la conectividad del paisaje. Finalmente, la categoría parche representan una proporción considerable del área en ambos escenarios, con un aumento del 18.04% al 20.71%. Este incremento podría sugerir una concentración de la vegetación en áreas más específicas (ver Figura 5-84 y Figura 5-85).

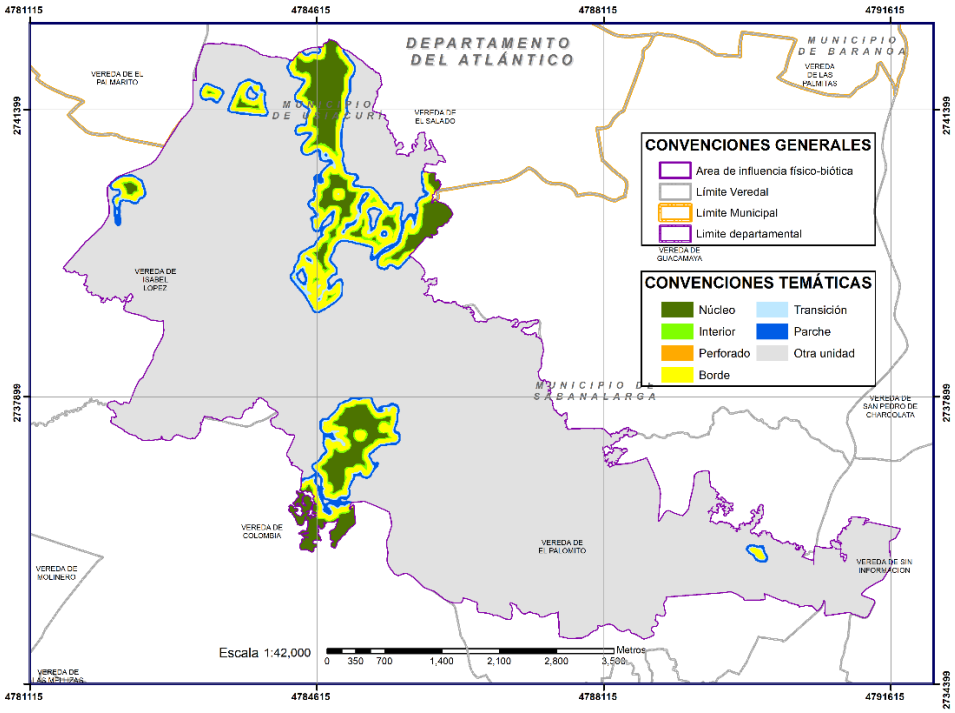


FIGURA 5-84 ÁREAS NÚCLEO EN LA COBERTURA VEGETACION SECUNDARIA BAJA EN EL ESCENARIO SIN PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

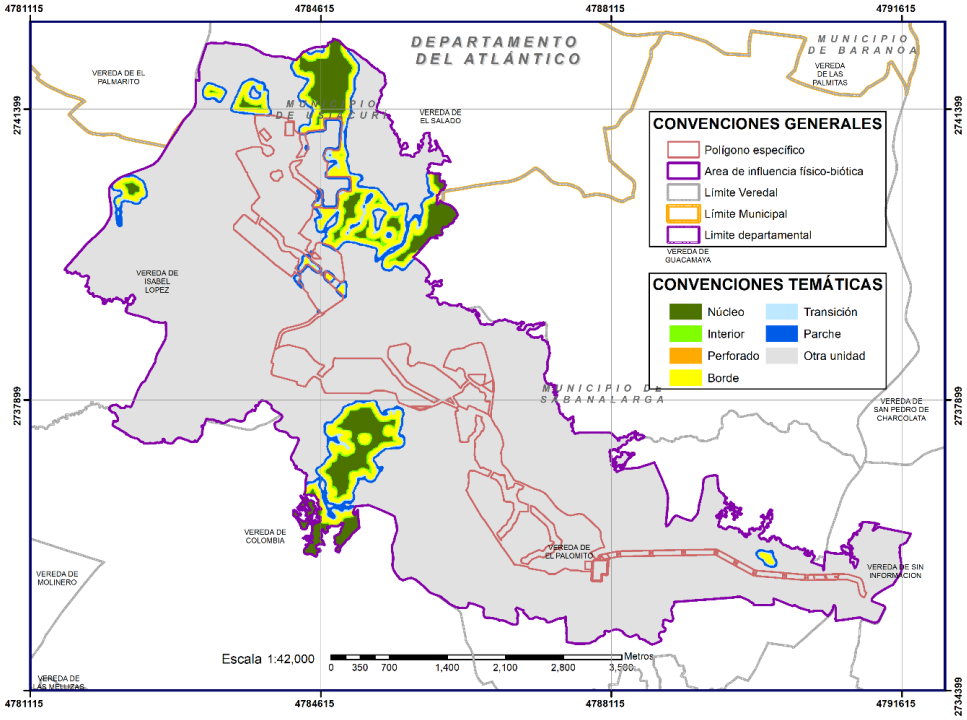


FIGURA 5-85 ÁREAS NÚCLEO EN LA COBERTURA VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA EN EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

5.2.2.3.6 Conectividad funcional

La conectividad se relaciona con el acceso de las diferentes especies a sus hábitats y recursos necesarios para completar sus ciclos de vida, así como con la capacidad de movimiento en caso de cambios abruptos en factores ecológicos (Primack et al. 1998, Kappelle et al. 1999 en Arias, E. 2008).

Los movimientos de organismos entre elementos del paisaje pueden deberse a diferentes razones: movimientos locales asociados a su actividad diaria; movimientos de dispersión más amplios asociados a los ciclos reproductivos; o movimientos migratorios (Forman, R, 1995). Independientemente de la causa por la que el organismo se desplaza, su movimiento depende fundamentalmente de tres (3) componentes:

a. Los patrones de comportamiento de las especies en sus movimientos.
b. El tamaño y disposición espacial de las manchas en las que las especies desarrollan su ciclo vital.

c. Las características del espacio intersticial entre dichas manchas (matriz). (Taylor, P.; Fahrig, L.; With, K., 2006)

Es importante considerar las características específicas del medio por el cual las especies realizan sus desplazamientos. El término "corredor" se ha empleado para definir un elemento del paisaje que se distingue por su aspecto lineal y, debido a sus atributos espaciales y funciones ecológicas, puede facilitar el movimiento de especies entre dos áreas (Forman y Godron, 1986). En el área física y biótica del proyecto, se observa la presencia de fragmentos en distintas coberturas boscosas que actúan como corredores, permitiendo el desplazamiento de la fauna y contribuyendo a la conectividad con otras áreas de la tierra.

Dentro de este contexto, y con el objetivo de evaluar la funcionalidad del territorio, se seleccionaron dos especies para obtener información relacionada con su movilidad, hábitats y rangos de distribución, lo cual contribuirá al análisis territorial. Estas especies fueron identificadas durante la fase de campo mediante observación y/o captura. La primera especie seleccionada posee algún grado de amenaza y/o vulnerabilidad, o es una especie paraguas que requiere grandes extensiones para mantener poblaciones mínimas viables. Garantizar la conservación de estas poblaciones podría implicar la protección de poblaciones de otras especies simpátricas del mismo gremio. La segunda especie se eligió por sus características plásticas, es decir, por su capacidad para habitar diferentes tipos de coberturas con requerimientos ecológicos generalistas.

Con base a información primaria de campo y reportes faunísticos del área, se seleccionaron dos especies de mamíferos con las características mencionadas anteriormente. Estas especies, debido a sus distribuciones y requerimientos ecológicos, ayudaron a identificar parches clave para el tránsito de especies dentro del territorio y a definir el estado de conectividad y proximidad de los parches para este tránsito.

La dinámica original de la fauna en el área de influencia ha sido significativamente alterada debido principalmente a actividades humanas, lo que impacta negativamente en la disponibilidad de recursos y en los hábitats para la fauna silvestre. En este sentido, la fragmentación de los bosques naturales es uno de los factores más perjudiciales para la fauna, ya que puede afectar tanto la intensidad como la calidad de las interacciones biológicas (Bustamante & Grey, 1995). Además, la expansión de la frontera agrícola conlleva consecuencias para el mantenimiento de la diversidad de flora y fauna endémica. Por lo tanto, es crucial promover buenas prácticas en los sectores agropecuario, pesquero y de desarrollo en la zona.

La fragmentación de los bosques naturales se destaca como uno de los factores más perjudiciales para la fauna, afectando directa o indirectamente la intensidad y calidad de las interacciones biológicas (Bustamante & Grey, 1995) (ver Figura 5-86). Además, la pérdida de hábitat debido a la deforestación y la fragmentación del hábitat son consideradas las principales causas de la pérdida de biodiversidad (Hernández et al., 2016). En el caso específico de los mamíferos, muestran diversos niveles de sensibilidad a las alteraciones en sus hábitats, los cuales dependen de sus requerimientos de espacio, de sus necesidades tróficas y de su comportamiento (Torres et al., 2003).

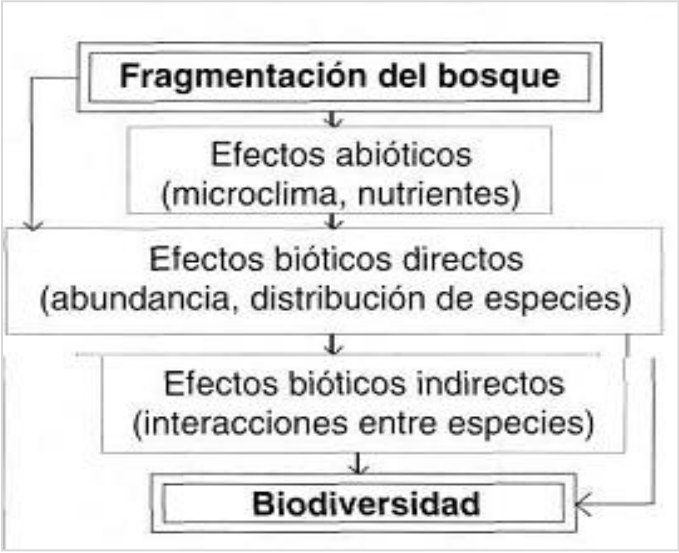


FIGURA 5-86 EFECTOS ECOLÓGICOS DE LA FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES

Fuente: (Hernández et al. 2016)

Para la fragmentación del hábitat del componente de Fauna se considera como elemento fundamental el área de dominio vital o Home range de una especie, el cual se define como el espacio físico en el cual un individuo o grupo de individuos desarrolla sus actividades que permiten garantizar su supervivencia (Prince y Piedade, 2001). Se considera como ejercicio comúnmente utilizado el establecer especies indicadoras o especies focales, cuyas características (como, por ejemplo, presencia o ausencia, densidad poblacional, dispersión o éxito reproductivo) son usadas como un índice de atributos (Landres *et al*., 1988). La selección de estas especies permite acelerar los procesos de toma de decisiones en materia de conservación, pues funcionan como sustitutas de alguno de los atributos de la biodiversidad, lo cual implica que, de lograr su protección, se logre que muchas otras especies que coexisten con ellas, también se protejan (Berger, 1997).

Finalmente, el análisis de conectividad se basó en el modelamiento de especies cruciales para la conservación de hábitats, ecosistemas y biodiversidad. Entre estas especies se identificaron el *Cerdocyon thous* (zorro cangrejero), conocido por su adaptabilidad a diferentes hábitats, y el *Alouatta seniculus* (mono aullador), cuya presencia es de vital importancia en el área de influencia debido a su dependencia de hábitats boscosos. La Tabla 5-73 y Tabla 5-74 muestra la información detallada asociada a estas especies.

TABLA 5-73 CARACTERISTICAS ECOLOGICAS DE LA ESPECIE *CERDOCYON THOUS* (ZORRO CANGREJERO)

ESPECIE FOCAL	CARACTERISTICAS
ORDEN	Carnívora
FAMILIA	Canidae

ESPECIE FOCAL	CARACTERISTICAS
ESPECIE	*Cerdocyon thous*
TAMAÑO	Mediano
PESO	Cabeza-cuerpo 57 - 775 cm y cola 22 - 41 cm
	4 - 5 - 8 - 5 kg (GBIF, 2024).
HÁBITAT	Pantanos, sabanas, matorrales, bosques, bosques secos y semicaducifolios, bosques de galería, bosques atlánticos, bosques de araucaria, sabanas aisladas dentro del bosque amazónico de tierras bajas y bosques montanos. Se adapta fácilmente a la deforestación, el desarrollo agrícola y hortícola(GBIF, 2024).
DISTRIBUCIÓN	Centro y Suramérica: México, El Salvador, Guatemala, Belice, Honduras,Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Ecuador, Perú, Brasil y Guyanas Francesas. Colombia: en todo su territorio. Antioquia: Anorí (Liberia, La Tirana); Amalfi (El Jardín); Puerto Triunfo (Río Claro, Doradal); San Carlos (Samaná) ((Timm, 1990).
RANGO ALTITUDINAL	0-3200 (GBIF, 2024)
DIETA	Su dieta incluye frutas, vertebrados, insectos, anfibios, crustáceos, aves y carroña. Un depredador oportunista.
HOME RANGE	110 ha (Maffei & Taber., 2003)
ESTADO DE CONSERVACION	Preocupacion menor (LC) (UICN,2024).
CITES	Apendice II (CITES,2024).

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

TABLA 5-74 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LA ESPECIE *ALOUATTA SENICULUS* (MONO AULLADOR)

ESPECIE FOCAL	CARACTERISTICAS
ORDEN	Primates
FAMILIA	Atelidae
ESPECIE	*Aloutta seniculus*
TAMAÑO	1,1 m
PESO	6.4 Kg

ESPECIE FOCAL	CARACTERISTICAS
HÁBITAT	Todo tipo de ambientes boscosos, manglares a lo largo de la costa caribeña, bosques húmedos, bosques nubosos (incluido el bosque de robles en Colombia). Se encuentran en bosques de galería y ribereños en los Llanos Orientales de Colombia. Aunque se encuentran en todos los tipos de bosques del Amazonas, los aulladores rojos colombianos a veces son muy raros o están ausentes en los bosques de tierra firme. Prefieren las llanuras aluviales productivas y los bosques inundados, particularmente aquellos inundados anualmente por aguas blancas ricas en limo (GBIF, 2023)
DISTRIBUCIÓN	Exclusivo de Sudamérica. Al este de los Andes en Colombia, Venezuela, Trinidad, Guayanas, Ecuador, Perú y Bolivia. En Brasil se encuentra al norte del río Amazonas y al oeste del río Purús (Emmons y Feer, 1999). En el Ecuador habita en la Amazonía y en las estribaciones orientales entre los 200 y 2 000 msnm, aunque es más común por debajo de los 700 msnm (Tirira, 2007).
RANGO ALTITUDINAL	0-3200 (GBIF, 2023)
DIETA	frutas (70 % del material vegetal ingerido en peso seco), y el resto son hojas jóvenes, flores y hojas maduras. Ademas, larvas del gorgojo de los frutos de los higos. Algunas de las plantas mas recurrentes de su dieta son: Brosimum, Ficus, Pseudolmedia y Castilla (GBIF, 2023)
HOME RANGE	3.6 ha (Gomez-Posada & Londono., 2011)
ESTADO DE CONSERVACION	Preocupacion menor (LC) (UICN,2024).
CITES	Apéndice II (CITES,2024).

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

➢ Conectividad en el área de influencia del proyecto

- *Cerdocyon thous*

Para la realización el modelo de conectividad funcional en el escenario con proyecto teniendo como especie focal de habito plástico se tomó en cuenta la especie *C. thous*. La cual, según bibliografía tiene la capacidad de tener presencia en múltiples coberturas ya que logra encontrar recursos análogos que llegan a suplir sus requerimientos ecológicos. Bajo ese orden de ideas, las coberturas que se tuvieron en cuenta como parche de hábitat fueron: Cultivos permanentes arbóreos, pastos arbolados, pastos enmalezados, bosque de galería, plantación forestal, vegetación secundaria alta y vegetación secundaria baja (ver

anexo Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.2 Conectividad funcional\Contexto local\Cerdocyon thous\Parche de habitat).

Una vez elaborado el parche de hábitat, se procedió a sacar los nodos y distancia y posteriormente, con este insumo se obtuvo los delta de probabilidad (dPC) por medio de la herramienta connefor26 con los parámetros que se ven en la Figura 5-87. Se obtuvo el rango de dispersión diaria a través del home range de 100 ha propuesto por Maffei & Taber, en el 2003, en su estudio de ''Área de acción, actividad y uso de hábitat del zorro patas negras, ***Cerdocyon thous***, en un bosque seco''

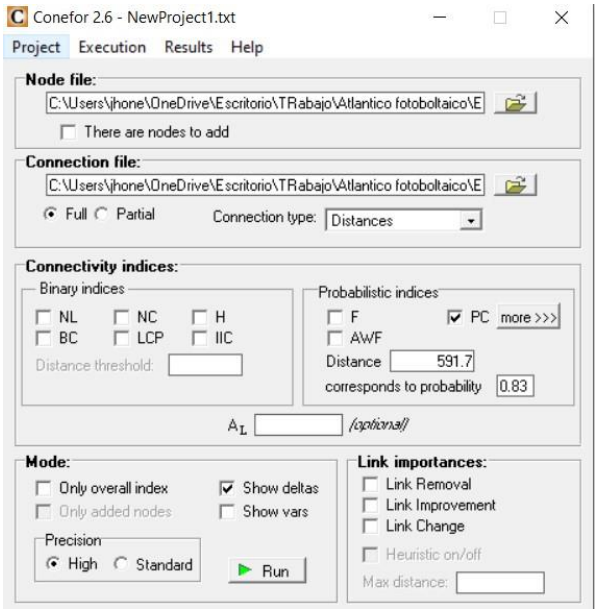


FIGURA 5-87 CAPTURA PROGRAMA CONEFOR 26. CÁLCULO DEL DELTA DE PROBABILIDAD (DPC) PARA LA ESPECIE *CERDOCYON THOUS*

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Así, los resultados del análisis de conectividad permiten mostrar a nivel local (área), la probabilidad de distribución de las focales entre parches, la intervención de los bosques en gran parte del área, y la fragmentación sobre el territorio, los cuales restringen la conexión entre muchos de estos fragmentos (ver anexo Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.2 Conectividad funcional\Contexto local\Cerdocyon thous\dPC).

Los valores obtenidos para el dPCintra se encuentran agrupado en 5 categorías por rangos naturales, las cuales muestran de color verde (conectividad alta y muy alta) los parches que por su área representan mayor hábitat disponible que permite la conectividad intra-parche en el área de influencia del proyecto. Los valores encontrados en el rango de estos parches van desde los 0,186001 hasta los 1.222557 y corresponden principalmente a parches pastos arbolados y vegetación secundaria baja (ver Tabla 5-75) representados por áreas que muestran poca intervención y conectividad estructural de importancia como hábitat para la especie *Cerdocyon thous* de las cuales corresponden a un área de 538.38 ha y se

encuentran en la parte norte y centro del AI del proyecto. El zorro cangrejero, tiene requerimientos de hábitat generalistas que abarca desde coberturas de pastos limpios hasta cultivos permanentes en el área de influencia del proyecto, preferencias orientadas al uso de estas coberturas como un posible corredor, desplazándose hacia otros parches de bosques que cumplen con sus especificidades de hábitat. Esta especie, caracterizada por su baja tolerancia a la presencia humana, elige hábitats boscosos principalmente debido a la abundancia de servicios ecosistémicos como refugio, alimento, corredores de movimiento y sitios de cría y reproducción.

Por otro lado, parches con una conectividad media (0.077201 - 0.186000) representados en coloración amarillo (ver Figura 5-88) pertenecen mayormente bosque de galería, vegetación secundaria alta y en menor medida algunos parches de pastos arbolados.

TABLA 5-75 RANGOS PARA EL DPCINTRA PARA LA ESPECIE CERDOCYON THOUS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

dPCintra *C. thous*	
Nivel de conectividad	**Rango**
Muy baja	0.000000 - 0.017330
baja	0.017331 - 0.077200
media	0.077201 - 0.186000
alta	0.186001 - 0.602472
muy alta	0.602473 - 1.552557

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Cabe resaltar que, según estudios, el zorro cangrejero encuentra recursos análogos en otras coberturas, siempre en consonancia con las características de su hábitat natural. Además, se ha observado que su persistencia parece estar impulsada por la pérdida de miedo a la presencia humana, revelando una adaptación gradual a entornos modificados por actividades humanas. Aunque ocasionalmente pueda utilizar áreas abiertas para alimentarse, son las coberturas de bosque las que verdaderamente satisfacen las necesidades fundamentales de esta especie en el ecosistema.

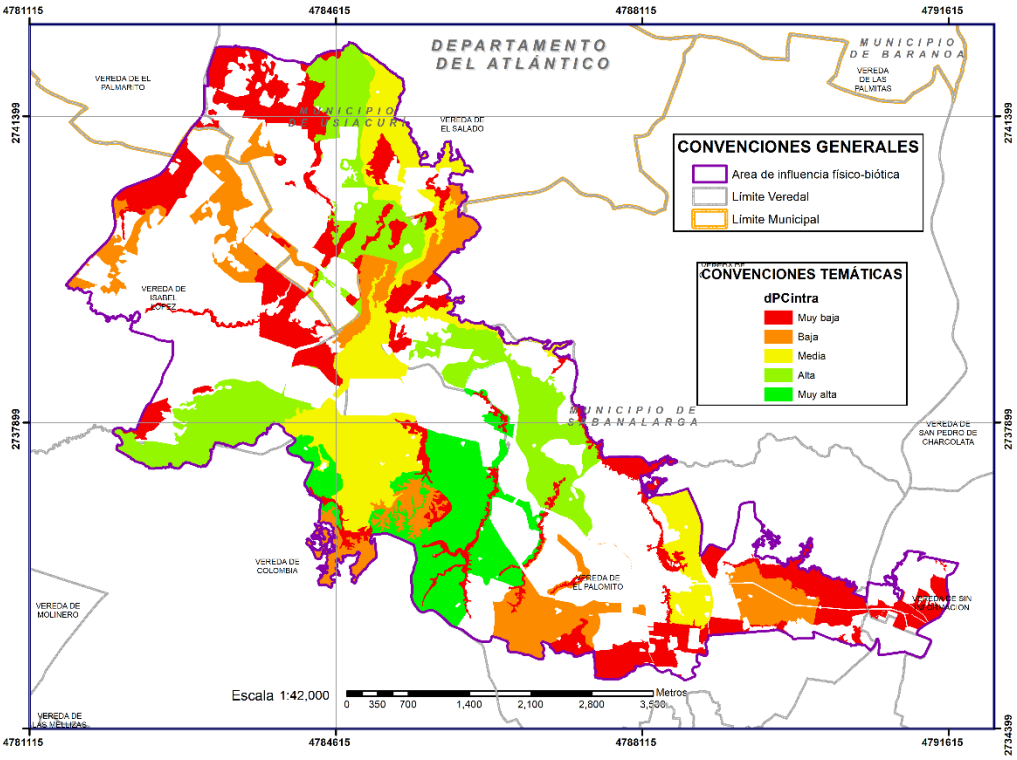


FIGURA 5-88 DPCINTRA PARA LA ESPECIE *CERDOCYON THOUS* EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Para el caso del dPC flux en el área de influencia del proyecto, los resultados muestran que las zonas de flujo de dispersión o vecindades, corresponde al flujo de dispersión ponderado por área a través de las conexiones del parche hacia o desde todos los demás parches en el paisaje cuando es el parche inicial o final de esa conexión o flujo. En la siguiente figura se observa que los parches más importantes se encuentran en la vereda El Salado y la vereda el Palomito, las cuales corresponden a coberturas de vegetación secundaria baja, vegetación secundaria baja, pastos arbolados y bosque de galería los cuales tienen una probabilidad que oscilan entre los 4.845778 y 21.814400 (ver Tabla 5-76) representadas en tonalidades verdes, lo cual daría como resultado una conectividad alta y muy alta).

TABLA 5-76 RANGOS DPCFLUX PARA LA ESPECIE CERDOCYON THOUS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

dPCflux *C. thous*	
Nivel de conectividad	**Rango**
Muy baja	0.000046 - 0.725887
baja	0.725888 - 1.954793
media	1.954794 - 4.845777

dPCflux *C. thous*	
Nivel de conectividad	**Rango**
alta	4.845778 - 8.253254
muy alta	8.253255 - 21.814400

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Por otro lado, se observa que gran parte de los parches pertenecientes a las coberturas pastos enmalezados, plantación forestal, cultivos permanentes, y algunos de pastos arbolados no aporta tantas conexiones con los demás parches de la zona norte y sur (ver figura 5-89) representados en tonalidades rojas y naranjas. Denotando así que existe un bajo número de parches de importancia para especie *Cerdocyon thous* en estas coberturas.

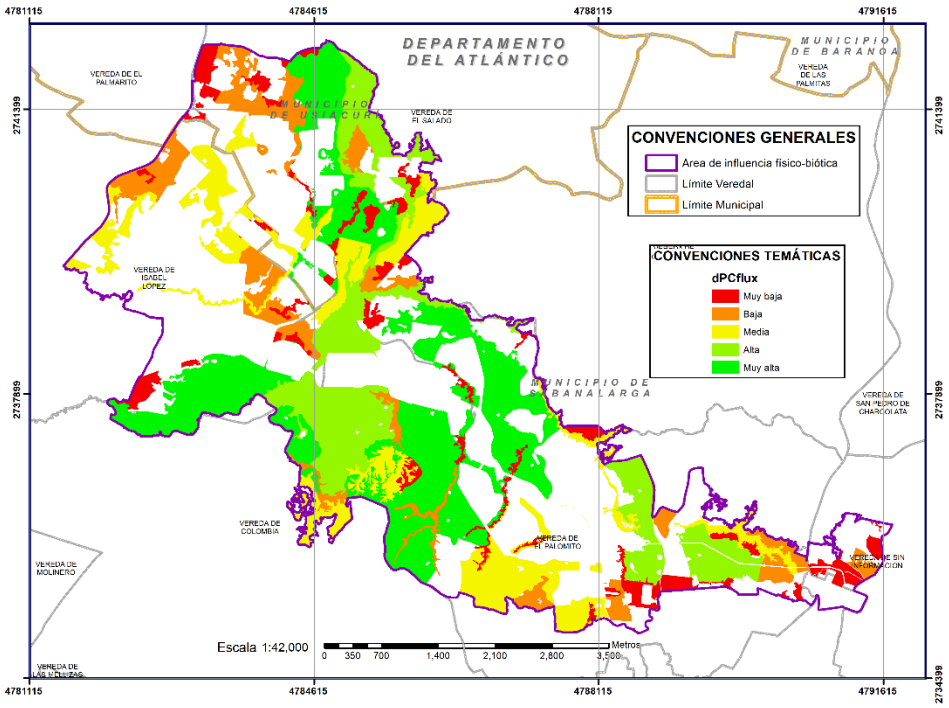


FIGURA 5-89 DPCFLUX PARA LA ESPECIE CERDOCYON THOUS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En cuanto el dPC connect en el área de influencia del proyecto, se evidencia que los parches ubicados en la parte sur del área de influencia del proyecto se observa que hay algunos parches que, por su posición y tamaño, juegan un papel fundamental para el pase de la especie a otros parches, este presenta tonalidades verdes y tiene valores de probabilidad que oscilan entre los 0.170029 a 0.738282 (conectividad alta y muy alta) y se

encuentran parches pertenecientes uno a la cobertura bosque de galería y/o ripario, y otros a pastos arbolados (ver figura 5-90).

TABLA 5-77 RANGOS DE DPCCONNECT PARA LA ESPECIE CERDOCYON THOUS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

dPCconnect *C. thous*	
Nivel de conectividad	**Rango**
Muy baja	0.000000 - 0.019091
baja	0.019092 - 0.087738
media	0.087739 - 0.170028
alta	0.170029 - 0.346141
muy alta	0.346142 - 0.738282

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Para el resto del área se presentan niveles bajos de conectividad a nivel de paisaje y entre parches de hábitats para la distribución de la especie focal, es decir, son parches que no aportan a la conexión entre otros parches, ya que sus valores oscilan entre los 0,00000 a 00.170028 (ver Tabla 5-77) se encuentran representados por tonalidades rojas a naranjas (conectividad baja). Estos pertenecen a coberturas como pastos enmalezados, vegetación secundaria alta y vegetación secundaria baja.

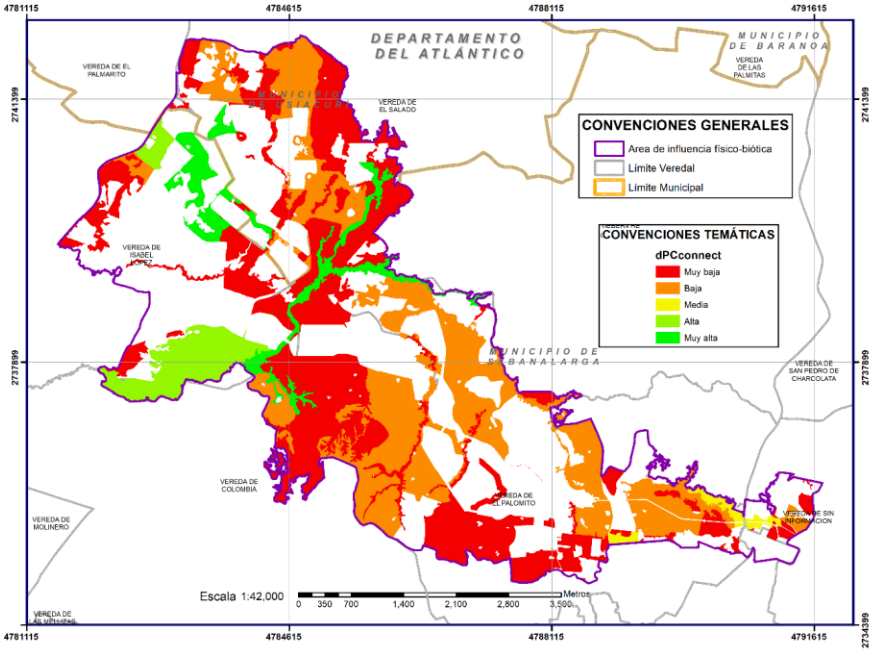


FIGURA 5-90 DPCCONNECT PARA LA ESPECIE CERDOCYON THOUS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- *Alouatta seniculus*

Para el análisis del delta de probabilidad para la especie *Alouatta seniculus* como especie de habito selectivo, que habita en coberturas boscosas con poca intervención antropogénica se tuvieron en cuenta las siguientes coberturas: bosque de galería, vegetación secundaria alta y vegetación secundaria baja (ver anexo Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.2 Conectividad funcional\Contexto local\Alouatta seniculus\Parche de hábitat). Una vez obtenido el parche de hábitat). Una vez realizado el parche de hábitat se sacan los nodos y distancias, donde finalmente, mediante el programa connefor26, se calculan los delta de probabilidad a través del rango de dispersión diario a través del home range, el cual según Gomez-Posada & Londono en el 2011 es de 3.6 hectáreas. En la figura 5-91 se observan los parámetros implementados para el presente análisis.

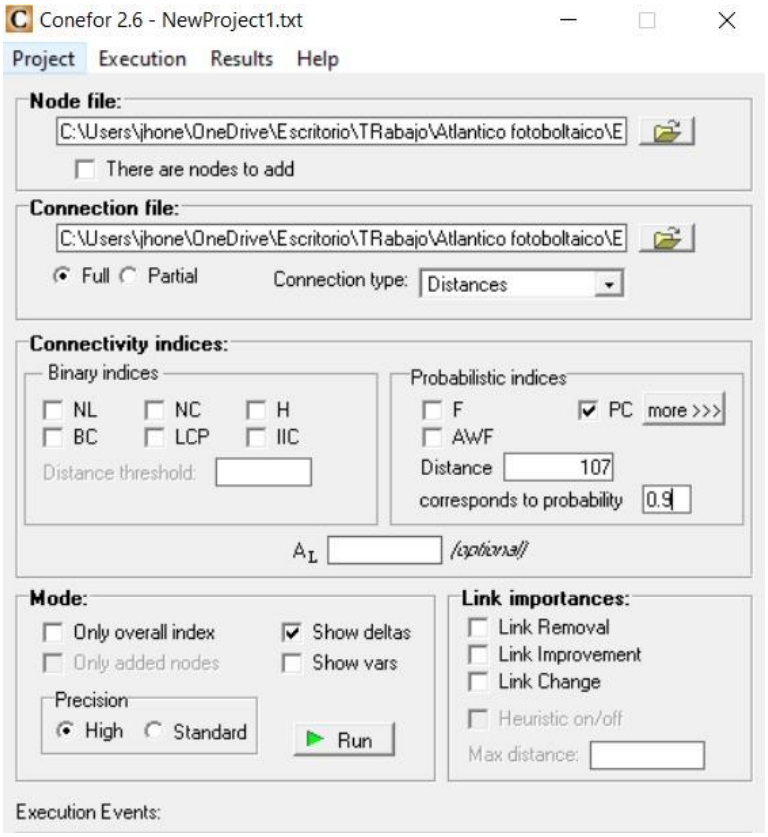


FIGURA 5-91 CAPTURA PROGRAMA CONEFOR 26. CÁLCULO DEL DELTA DE PROBABILIDAD (DPC) PARA LA ESPECIE *ALOUATTA SENICULUS*

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En el caso del dPC intra se observa que los valores de dividieron en 5 categorías naturales, con valores que oscilan con 0,00000 a 4.243314 (ver tabla 5-78) siendo los valores más altos los parches que presentan mayor hábitat disponible permitiendo la conectividad intra-parche, estos presentando colores verdes (ver figura 5-92).

TABLA 5-78 RANGOS DPCINTRA PARA LA ESPECIE ALOUATTA SENICULUS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

dPCintra *A. seniculus*	
Nivel de conectividad	**Rango**
Muy baja	0.000000 - 0.011339
baja	0.011340 - 0.039703
media	0.039704 - 0.148086
alta	0.148087 - 0.324244
muy alta	0.324245 - 4.243314

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Es posible observar que los parches con mejor conectividad se encuentran en la parte centro y norte del área de influencia del proyecto, y se encuentra representada por coberturas como bosque de galería, vegetación secundaria alta y vegetación secundaria baja (ver figura 5-92) con valores que van desde los 0.148087 a los 4.243314. Por otro lado, hacia la parte sur se encuentran concentrado la mayor cantidad de parches que por su aislamiento ocasionados por procesos de fragmentación no presentan disponibilidad de área y por lo tanto no son de interés para la especie focal, estos se observan en tonalidades rojas a naranjas.

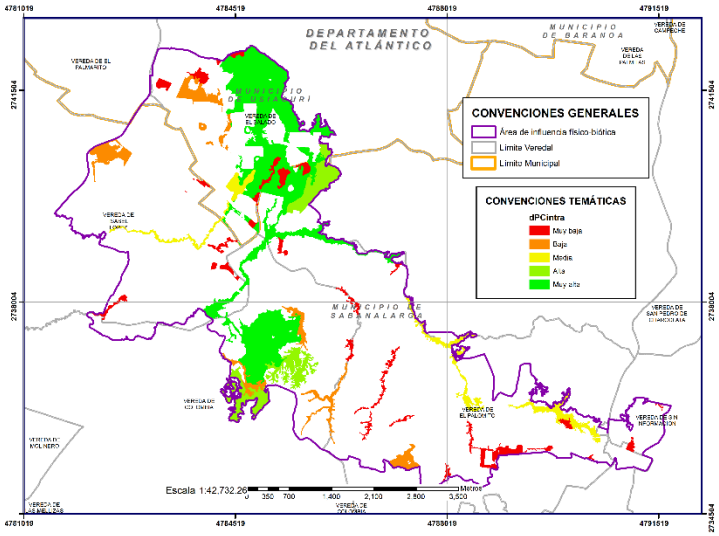


FIGURA 5-92 DPCINTRA PARA LA ESPECIE ALOUATTA SENICULUS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Para el caso del dPC flux en el área de influencia del proyecto, los resultados muestran que las zonas de flujo de dispersión o vecindades, corresponde al flujo de dispersión ponderado por área a través de las conexiones del parche hacia o desde todos los demás parches en el paisaje cuando es el parche inicial o final de esa conexión o flujo. Contrario a lo observado con el dPC intra, se evidencia que ha aumentado el número de parches que presentan una mayor probabilidad de flujo de conectividad (ver Figura 5-93), donde parte de los parches con bajos dPCintra que se encontraban inmersos dentro de una matriz de coberturas que tenían niveles altos de dPCIntra aumentaron su aporte en la conectividad a través del dPCflux teniendo valores medios y altos (1.520225 a 10.685460).

TABLA 5-79 RANGOS DPCFLUX PARA LA ESPECIE ALOUATTA SENICULUS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

dPCflux A. seniculus	
Nivel de conectividad	**Rango**
Muy baja	0.000082 - 0.654864
baja	0.654865 - 1.520224
media	1.520225 - 5.139901
alta	5.139902 - 10.685460
muy alta	10.685461 - 32.514660

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Por otro lado, se observa que los parches en la parte sur del área de influencia siguen siendo despreciables para la especie, puesto que sus niveles van de los 0.000082 a los 5.139901 (muy bajos a medios), por lo tanto, no juegan un papel relevante en el flujo de la especie donde su punto de inicio o de partida sea estos. La causa puede estar atribuida al nivel de aislamiento y forma de estos, pues se encuentran a distancias considerables a los parches de interés de la especie focal.

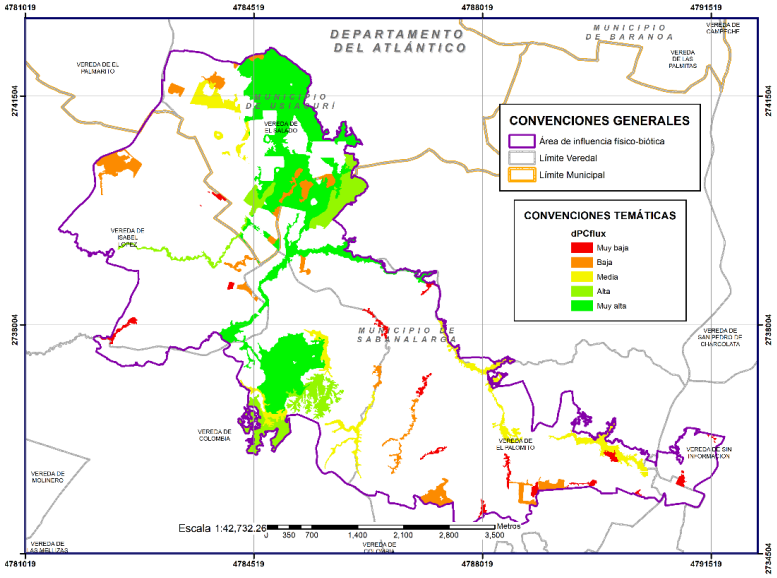


FIGURA 5-93 DPCFLUX PARA LA ESPECIE ALOUATTA SENICULUS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Por último, respecto al dPC connect, el cual muestra el valor de los parches que juegan un papel importante que permite la conectividad y el pase de la especie a otros parches, es decir, el parche funciona como stepping stone. En la Figura 5-94 se observa como los parches que presentan coloración verde son los que juegan un papel fundamental en la conectividad entre los distintos parches, los principales pertenecientes a las coberturas bosque de galería y/o ripario y vegetación secundaria baja con valores que van desde 2.498523 a 22.977890 (conectividad alta y muy alta) (ver Tabla 5-80), resaltándose que se encuentran ubicados en la parte centro y norte del área de influencia del proyecto.

TABLA 5-80 RANGOS DPCFLUX PARA LA ESPECIE ALOUATTA SENICULUS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

dPCconnect A. seniculus	
Nivel de conectividad	**Rango**
Muy baja	0.000000 - 0.138330
baja	0.138331 - 0.505873
media	0.505874 - 2.498522
alta	2.498523 - 6.074785
muy alta	6.074786 - 22.977890

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En contraste, es posible ver que parches que presentaban una conectividad alta y muy alta en los otros dPC presentan un dPCconnect bajo, esto puede atribuirse principalmente a

que no se encuentran rodeados de parches a los cuales pueda servir como stteping Stone para que la especie se movilice, estos se encuentran mayormente ubicados a la margen del AI (ver Figura 5-94). Por otro lado, en la parte sur, se observa que los parches mantienen niveles de conectividad que van desde muy bajos hasta medios. Sin embargo, destaca un parche de bosque de galería que muestra una conectividad alta. Esto se debe a su ubicación y forma, ya que sirve como un punto de transición para la especie hacia la zona central del área.

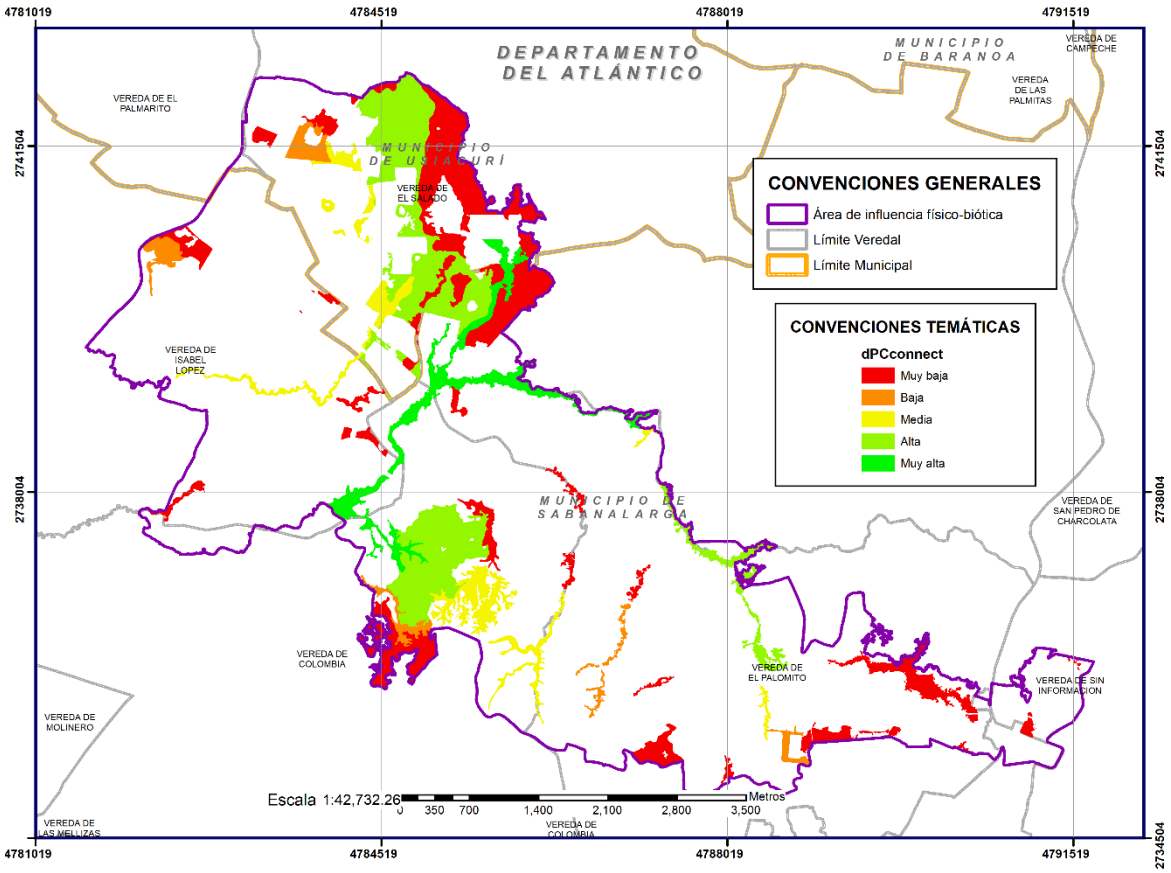


FIGURA 5-94 DPCCONNECT PARA LA ESPECIE ALOUATTA SENICULUS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

➢ Conectividad en el área regional

De manera paralela, se llevó a cabo un análisis a nivel regional. Esto se debió a que, al realizar el análisis a una escala tan detallada y reducida como en el caso del área de influencia del presente proyecto, existe el riesgo de generar sesgos y no reflejar de manera precisa las dinámicas de las especies en un contexto real. Por lo tanto, se consideró la

subzona regional en la que el proyecto presentaba traslape, siendo esta el Canal del Dique margen derecha. A una escala de 1:100.000, se extrajeron los parches de hábitat para las mismas especies analizadas anteriormente y se contrastó la relevancia del área de influencia del proyecto en la dinámica de la conectividad.

- *Cerdocyon thous*

Para la realización del análisis de conectividad se tomaron en cuenta todas las coberturas donde posiblemente la especie focal podría tener presencia de acuerdo a sus requerimientos de hábitat y a lo reportado en el GBIF y demás fuentes bibliográficas, donde se tuvieron en cuenta las siguientes coberturas: otros cultivos transitorios, otros cultivos permanente arbustivos, pastos limpios, pastos arbolados, pastos enmalezados, mosaico de pastos y cultivos, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, mosaico de pastos con espacios naturales, mosaico de cultivos y espacios naturales, bosque denso bajo de tierra firme, bosque fragmentado con pastos y cultivos, bosque fragmentado con vegetación secundaria, bosque de galería, herbazal denso de tierra firme con arbustos, arbustal abierto, vegetación secundaria alta y vegetación secundaria baja (ver anexo Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.2 Conectividad funcional\Contexto regional\Cerdocyon thous\Parche de habitat). Una vez realizado esto, se procedió a sacar los delta de probabilidad (dPC) por medio de la herramienta Connefor26 con los parámetros mencionados en la Figura 5-87 y con los nodos y distancias obtenidas para la presente capa (ver anexo Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.2 Conectividad funcional\Contexto regional\Cerdocyon thous\dPC).

Respecto al dPC intra, se agruparon los valores de probabilidad en 5 categorías los cuales van desde 0,00000 a 0.441030b (ver Tabla 5-81) representados bajo una escala de colores donde el verde significa alta conectividad intra-parche y el rojo mínima conexión entre los parches. En la Figura 5-95 se observa como las coberturas pastos limpios, pastos arbolados y pastos enmalezados son las que mayor conectividad presentan representados con un área de 25088.21 ha, sin embargo, estas no son las mismas a las observadas en el escenario del área de influencia del proyecto (exceptuando pastos arbolados), sino por el contrario, son coberturas que en contexto local no generan un aporte relevante a la conectividad, debido a que se encuentran fragmentadas en áreas pequeñas lo hace que limite su disponibilidad de hábitat para la especie focal *Cerdocyon thous.*

TABLA 5-81 RANGOS DPCINTRA PARA LA ESPECIE CERDOCYON THOUS EN EL CONTEXTO REGIONAL

dPCintra C. thous	
Nivel de conectividad	**Rango**
Muy baja	0.000000 - 0.005698
baja	0.005699 - 0.018712
media	0.018713 - 0.058635
alta	0.058636 - 0.238904
muy alta	0.238905 - 0.441030

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Se puede observar que los parches más importantes y relevantes se encuentran ubicados al sur, sureste y casi en la parte centrar el área de influencia del proyecto de la subzona hidrográfica (ver Figura 5-95). Por otro lado, se observa que gran parte de los parches de hábitat que se encuentran en el área en general no representan un aporte significativo al movimiento del zorro, pues presentan valores que van desde los 0.000000 a los - 0.018712 (rojo-naranja). Adicionalmente, se puede observar que el área que se encuentra planteada para el presente proyecto se encuentra sobre parches de pastos limpios y pastos enmalezados, que por su distribución y tamaño no presentan un aporte significativo para la conectividad intra-parche (ver Figura 5-95)

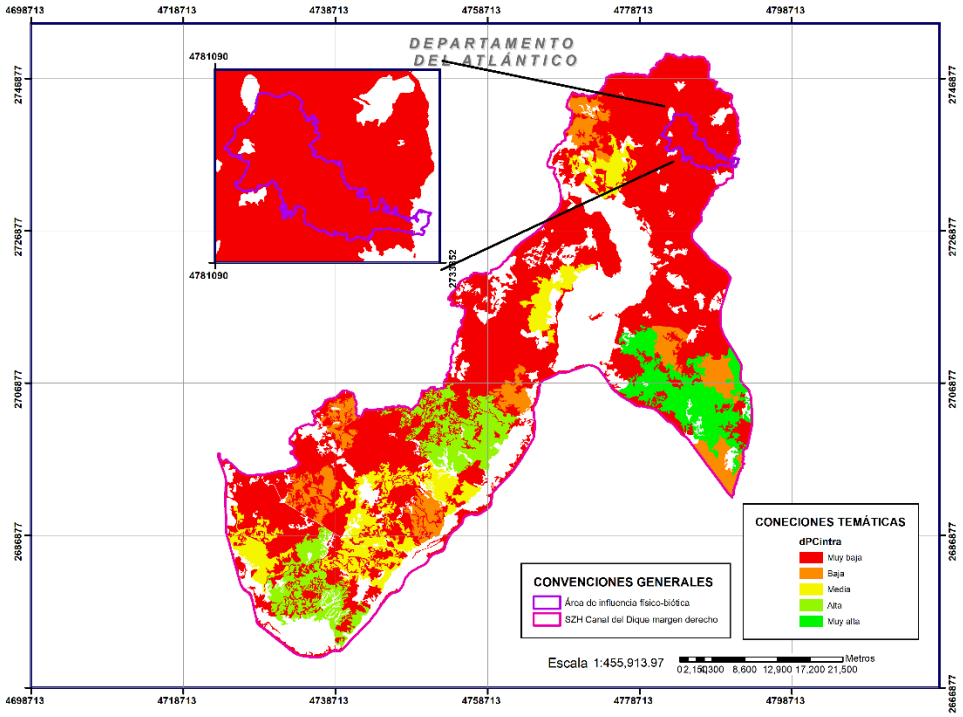


FIGURA 5-95 DPCINTRA PARA LA ESPECIE CERDOCYON THOUS EN EL CONTEXTO REGIONAL

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En cuanto a los valores de dPC flux obtenidos para las coberturas del contexto regional, se observan que los parches que presentan un mejor flujo de dispersión o vecindades a través de las conexiones del parche hacia o desde todos los demás parches en el paisaje cuando es el parche inicial o final de esa conexión o flujo, demostraron que sus valores oscilan entre los 1.770448 y 12.170160 (ver Tabla 5-82) perteneciendo a las coberturas pastos arbolados, pastos enmalezados, mosaico de pastos y cultivos, vegetación secundaria baja y mosaico de pastos con espacios naturales representado por tonalidades verdes (conectividad alta y muy alta).

TABLA 5-82 RANGOS DPFLUX PARA LA ESPECIE CERDOCYON THOUS EN EL CONTEXTO REGIONAL

dPCflux C. thous	
Nivel de conectividad	**Rango**
Muy baja	0.000001 - 0.247956
baja	0.247957 - 0.769676
media	0.769677 - 1.770447
alta	1.770448 - 4.680144
muy alta	4.680145 - 12.170160

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Por otra parte, se observa que todos los parches que se encuentra al norte no presentan ningún aporte en el flujo de conectividad, esto debido a que se presenta poca disponibilidad del hábitat y estos mismos se encuentran alejados de los parches más cercanos respectivamente, dando como resultado una limitación en la conexión (ver Figura 5-96). Las principales categorías que presentan estas características mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, pastos limpios, mosaico de pastos con espacios naturales y arbustal abierto con valores que van desde los 0,000000 a 0.769676 (conectividad muy baja y baja) demarcado en coloraciones rojas y naranjas (ver Figura 5-96).

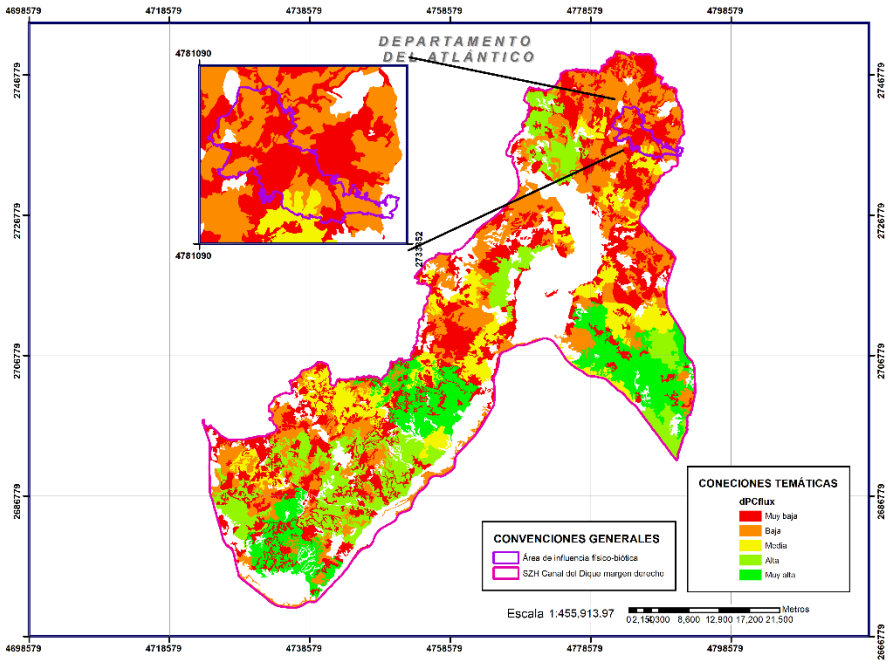


FIGURA 5-96 DPCFLUX PARA LA ESPECIE CERDOCYON THOUS EN EL CONTEXTO REGIONAL

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En contraste con el área de influencia del presente proyecto se observa que a esta escala varia la importancia del parche en un contexto de flujo de conexiones entre los mismos, sin embargo, la mayoría mantiene valores muy bajos y bajos, observándose las mayores variaciones en la cobertura pastos limpios.

Finalmente, respecto a las probabilidades de los valores dPCflux se observó que gran parte de los parches que componen el contexto regional presenta bajos índices de conectividad (coloración roja-naranja) siendo poco relevantes como paso hacia otros, perteneciendo a las coberturas pastos limpios, pastos enmalezados, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, mosaico de pastos con espacios naturales, pastos enmalezados, mosaico de pastos y cultivos y se encuentran distribuidos a lo largo de la SZH. Los valores que se encuentran en estos parches se encuentran entre los 0.000000 y 0.028651 (ver Tabla 5-83). Las causas pueden ser debido a que el parche es demasiado pequeño, están demasiado aislados o carece de recursos esenciales, es posible que no sea efectivo para facilitar el movimiento de organismos entre otros parches.

TABLA 5-83 RANGOS DPCONNECT PARA LA ESPECIE CERDOCYON THOUS EN EL CONTEXTO REGIONAL

dPCconnect C. thous	
Nivel de conectividad	**Rango**
Muy baja	0.000000 - 0.005293
baja	0.005294 - 0.028651
media	0.028652 - 0.095046
alta	0.095047 - 0.237895
muy alta	0.237896 - 1.264264

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En contraste, se observa que los parches que presentan mayor aporte a la conectividad como piedra de pasos a otros parches perteneces a las coberturas pastos limpios y pastos enmalezados y se encuentran concentrado en tres sectores, siendo la parte más sur, centro y sureste (ver Figura 5-97) representado en tonalidades verdes.

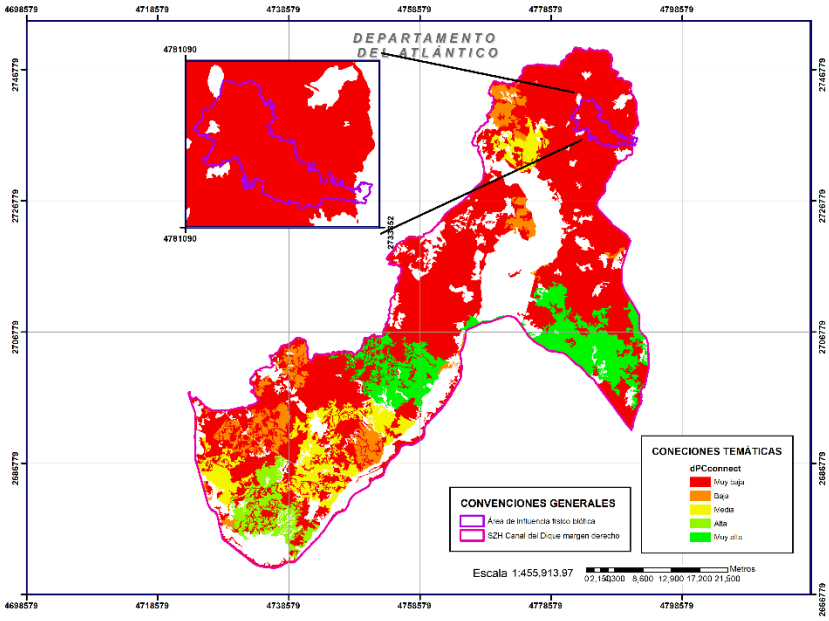


FIGURA 5-97 DPCCONNECT PARA LA ESPECIE CERDOCYON THOUS EN EL CONTEXTO REGIONAL

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Realizando un contraste con el área de influencia del proyecto, se observa que esta se encuentra sobre un parche de pastos limpios y pastos enmalezados que presenta un nivel de flujo muy bajo con color rojo con valores de 0,002545 a 0.005293 (ver Tabla 5-83). No obstante, en el análisis del área de influencia se observan que estas mismas coberturas presentan valores mucho más altos, demostrándose así el sesgo que se presenta en el análisis local.

- *Alouatta seniculus*

Se inicio elaborando los parches de hábitat, los cuales son los posibles bajo la cual el mono aullador puede suplir sus necesidades ecológicas, para este ejercicio se tomaron en cuenta las siguientes: Bosque denso bajo de tierra firme, bosque fragmentado con vegetación secundaria, bosque de galería y/o ripario, herbazal denso inundable arbolado, vegetación secundaria alta y vegetación secundaria baja (ver anexo Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.2 Conectividad funcional\Contexto regional\Alouatta seniculus\Parche de habitat). Una vez realizado esto, se procedió a sacar los delta de probabilidad (dPC) por medio de la herramienta Connefor26 con los parámetros mencionados en la figura 5-91 y con los nodos y distancias obtenidas para la presente capa (ver anexo Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.2 Conectividad funcional\Contexto regional\Alouatta seniculus\dPC)

Los valores de dPCintra muestran los valores de conectividad intra-parche teniendo el mayor aporte los parches pertenecientes a la cobertura vegetación secundaria baja y en menor medida vegetación secundaria alta, ubicados en la parte central y sur del área del contexto regional con una coloración verde con valores que van desde los 0.261692 a

1.723152 (ver Tabla 5-84). Por otro lado, en la parte norte se observan que los parches que se encuentran en esta área no presenta buena conectividad intra-oparche pues sus valores oscilan entre los 0.000000 a los 0.102604, y pertenecen mayormente a coberturas como vegetación secundaria baja, bosque de galería y bosque denso bajo de tierra firme.

TABLA 5-84 RANGOS DPCINTRA PARA LA ESPECIE *ALOUATTA SENICULUS* EN EL CONTEXTO REGIONAL

dPCintra *A. seniculus*	
Nivel de conectividad	**Rango**
Muy baja	0.000000 - 0.030836
baja	0.030837 - 0.102604
media	0.102605 - 0.261691
alta	0.261692 - 0.737170
muy alta	0.737171 - 1.723152

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

No obstante, se observa que en la parte sur presenta parches de vegetación secundaria baja que presenta valores medio a bajos en colores amarillos a rojo (ver Figura 5-98) los cuales permiten la conexión entre parches, pero no de una forma relevante. Para el resto de las demás coberturas del área presenta valores bajos o nulos que, no aportan a la conectividad de la especie (coloración roja-naranja).

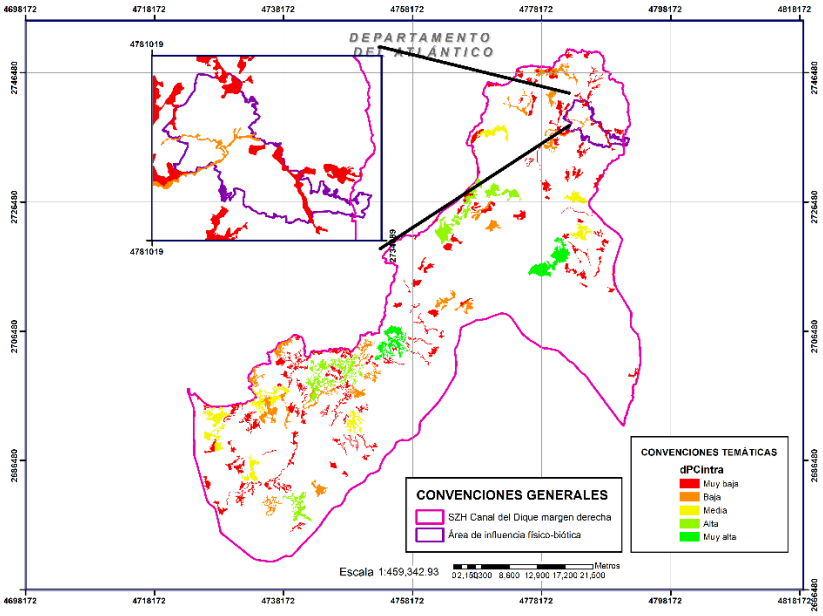


FIGURA 5-98 DPCINTRA PARA LA ESPECIE *ALOUATTA SENICULUS* EN EL CONTEXTO REGIONAL

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Contrastando el área de influencia del proyecto con el contexto regional, se observa que los parches encontrados dentro de este presentan muy bajos y bajos de dPCintra abarcando las coberturas bosque de galería y vegetación secundaria baja, con valores que varían entre los 0.000000 a los 0.102604, demostrándose así que el área que abarca el proyecto no juega un papel relevante en la movilización intra parche del mono aullador (ver Figura 5-98).

Respecto al dPC flux el cual proporciona información sobre la probabilidad de dispersión hacia otros parches teniendo como punto de inicio o final el parche a evaluar; en el área de influencia del contexto regional se observa como los parches de mayor importancia se concentran en la parte suroeste (ver Figura 5-99), perteneciente en su totalidad a la cobertura Vegetación secundaria baja. Por otro lado, en la parte centro se presentan algunos parches con niveles de conectividad medias y altas (ver Tabla 5-85) representados por tonalidades amarilla y verdes en coberturas como vegetación secundaria baja y bosque de galería y/o ripario, con valores que van desde los 0.102605 a los 0.737170 (ver Figura 5-99). Finalmente, en la parte sur del de la SZH se observa que los parches distribuidos en esta área no representan un aporte significativo a la conectividad.

TABLA 5-85 RANGOS DPFLUX PARA LA ESPECIE *ALOUATTA SENICULUS* EN EL CONTEXTO REGIONAL

dPCflux A. seniculus	
Nivel de conectividad	**Rango**
Muy baja	0.000373 - 0.682350
baja	0.682351 - 1.806632
media	1.806633 - 3.327245
alta	3.327246 - 5.663403
muy alta	5.663404 - 13.538000

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En contraste con el área de influencia del proyecto, se observa que todos los parches que tenían altos índices de flujo de conectividad representados en colores verdes disminuyen sus valores y pasan a tener coloraciones rojas, haciendo que la conectividad en el área presente un decrecimiento y un aporte nulo en un contexto regional (ver Figura 5-98).

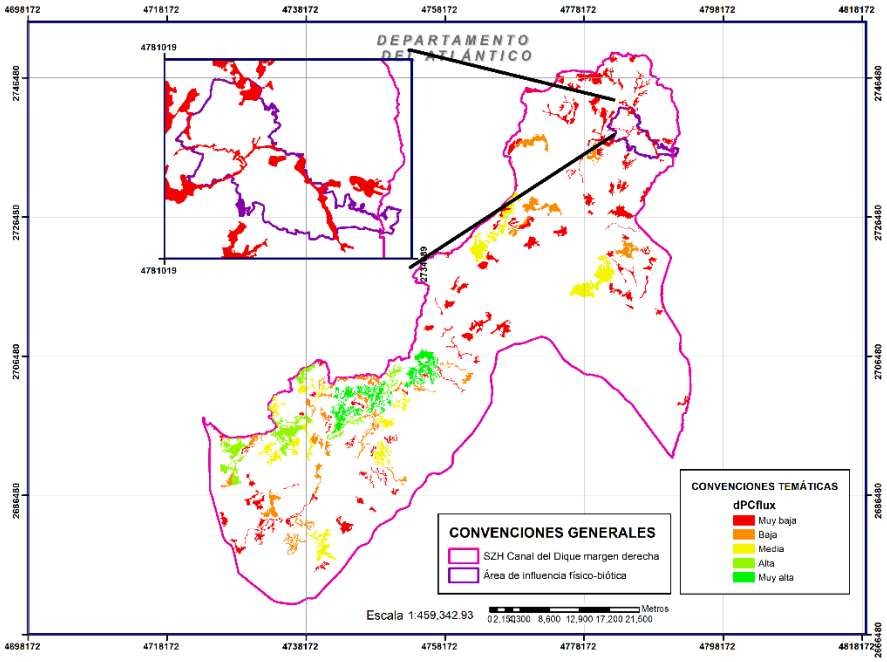


FIGURA 5-99 DPFLUX PARA LA ESPECIE *ALOUATTA SENICULUS* EN EL CONTEXTO REGIONAL

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En el dPC connect, como en los dPC anteriormente descritos, los parches que mayor valor tiene para permitir el flujo hacia otros parches se encuentran concentradas en la parte suroeste del área, con valores que varían entre los 3.718332 a los 19.608210 representados en coloraciones verdes pertenecientes a vegetación secundaria baja y bosque de galería y/o ripario (ver Figura 5-100). Por otro lado, en el área centro presentan parches con áreas con niveles de conectividad mayormente bajas-medias y en menor medida alta, pertenecientes a las coberturas bosque de galería y vegetación secundaria baja. Finalmente, en la parte norte no se presentan parches que permitan el flujo de la especie hacia otros parches, esto debido al nivel de fragmentación y la distancia que hay entre cada uno (parches rojos-naranjas) (ver Figura 5-100).

TABLA 5-86 RANGOS DPCCONNECT PARA LA ESPECIE *ALOUATTA SENICULUS* EN EL CONTEXTO REGIONAL

dPCconnect *A. seniculus*	
Nivel de conectividad	**Rango**
Muy baja	0.000000 - 0.364832
baja	0.364833 - 1.331302
media	1.331303 - 3.718331
alta	3.718332 - 9.743740

dPCconnect *A. seniculus*	
Nivel de conectividad	**Rango**
muy alta	9.743741 - 19.608210

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Al contrastar estos resultados del modelamiento regional con los observados a nivel local, se destaca que el área de influencia del proyecto no muestra una relevancia significativa para la especie a una escala macro. Los parches de hábitat identificados en esta región están notablemente fragmentados y distanciados entre sí, lo que sugiere que la conectividad necesaria para facilitar la movilización de la especie se ve comprometida. Esta fragmentación puede deberse a una variedad de factores, como la presencia de barreras naturales o actividades humanas que han alterado el paisaje.

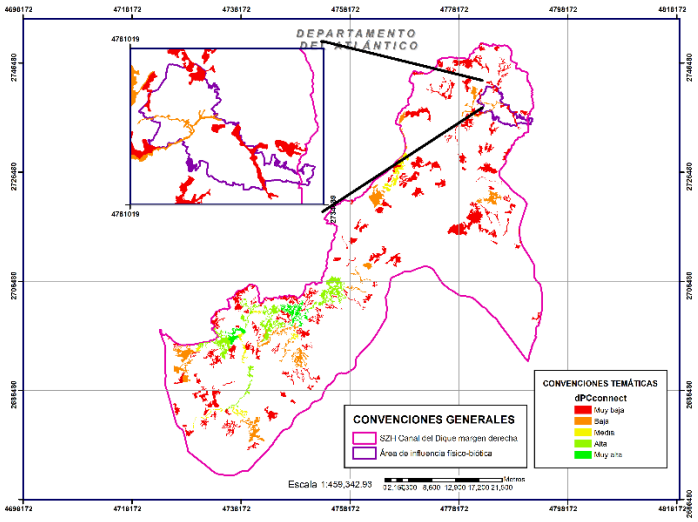


FIGURA 5-100 DPCCONNECT PARA LA ESPECIE ALOUATTA SENICULUS EN EL CONTEXTO REGIONAL

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

De acuerdo con los resultados obtenidos a través del modelo de conectividad, en el análisis de los tres tipos evaluados, se evidencia que los parches ubicados dentro del área de influencia del proyecto no contribuyen de manera significativa a la movilidad de la especie de mono aullador. Estos hallazgos sugieren que los parches de hábitat dentro de esta área están insuficientemente conectados o fragmentados, lo que limita su utilidad como corredores efectivos para el desplazamiento de la especie. Es esencial considerar estos resultados al evaluar el impacto potencial del proyecto en la conservación y el movimiento de la población de mono aullador en la región.

5.2.2.3.7 Rutas de menor costo

Para el análisis de rutas de menor costo se realizó teniendo como especie focal un mamífero terrestre de hábitat selectivo de coberturas boscosas con baja o nula perturbación antropogénica (*Alouatta seniculus*), teniendo como área de análisis el área de influencia del presente proyecto bajo es escenario sin proyecto y el escenario con proyecto. Siendo así, se identificaron un total de dos coberturas boscosas naturales donde los vínculos potenciales entre estas áreas se derivaron utilizando el software de análisis de conectividad Linkage Mapper. Esta herramienta utiliza la teoría de redes para estimar la conectividad y los corredores potenciales entre hábitats (Nordén, 2016).

Para la ejecución de esta herramienta se hizo usando la distancia costo-ponderación para la adyacencia de la red y establecimos el número de vecinos más cercanos conectados, que es lo máximo que permitirá el modelo y muestra todos los vínculos potenciales entre las áreas de fuentes. Para generar resistencia se utilizó Gnarly Landscape Utilities (The Nature Conservancy, Fort Collins, CO, USA http://www.circuitscape.org/gnarly-landscape-utilities) y la metodología desarrollada por McRae, Shirk, & Platt (2013) para generar la capa de resistencia, que son capas creadas para mostrar el costo o la barrera entre dos puntos de interés. Se usaron los valores predeterminados del modelo, con la excepción del método de cálculo de resistencia, que utilizó la opción de suma para mostrar los efectos acumulativos de todas las capas de resistencia. Esto se hizo porque es una medida más apropiada de conectividad entre ubicaciones, ya que tiene en cuenta la distancia recorrida y el costo recorrido (Etherington & Holland, 2013).

Las capas de resistencia ayudan a determinar el camino de menor costo o fricción (y mayor prioridad) entre dos fuentes, en este caso en particular, entre áreas boscosas. A partir de esto, se generaron capas de resistencia para las coberturas, elevación y pendiente (ver Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.3 Rutas de menor costo\Sin proyecto\ValoresResisteSP y Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.3 Rutas de menor costo\Con proyecto\ValoresResisteSP)

En la Tabla 5-87 se puede observar la matriz utilizada para la elaboración de la capa de resistencia con la herramienta anteriormente mencionada, bajo esta se visualizan las distintas clases (cobertura y rango de pendiente), así como también el nivel de resistencia que puede generar de acuerdo a los requerimientos de la especie evaluada, resaltando que este valor es en porcentaje, y fue asignado a criterio del profesional encargado del capítulo de acuerdo a distinta documentación previamente consultada.

TABLA 5-87 MATRIZ DE RESISTENCIA PARA LA GENERACIÓN DE LA CAPA DE RESISTENCIA.

Class ID	Class Description	Resistance
1	Tejido urbano discontinuo	100
2	Zonas industriales	100
3	Zonas comerciales	100
4	Red vial y territorios asociados	100
5	Otros cultivos transitorios	100
6	Cultivos permanentes arbóreos	50
6	Pastos limpios	70
7	Pastos arbolados	50

Class ID	Class Description	Resistance
8	Pastos enmalezados	50
9	Bosque de galería y/o ripario	0
10	Plantación forestal	10
11	Vegetación secundaria alta	5
12	Vegetación secundaria baja	5
13	Zonas pantanosas	0
14	Ríos	0
15	Cuerpos de agua artificiales	5
16	Lagunas de oxidación	10
1	Ligeramente plana, 1-3% (a)	0
2	Ligeramente inclinada, 3-7% (b)	10
3	Moderadamente inclinada, 7-12% (c)	10
4	Fuertemente inclinada, 12-25% (d)	15

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Escenario sin proyecto

En la Figura 5-101 se puede ver el mapa de las capas de resistencias elaboradas para el área de influencia, las tonalidades rojas muestran el área donde se presenta más resistencia y por ende, mayor restricción para la distribución de la especie focal, en esta es posible ver como coberturas como parches de otros cultivos transitorios, red vial y territorios asociados, zonas industriales y tejido urbano discontinuo, son las que mayor resistencia presenta con una coloración roja. Por otro lado, las coberturas pastos limpios, pastos arbolados presentan una resistencia media con coloraciones amarillas; y finalmente, bosque de galería y/o ripario, río, vegetación secundaria alta, vegetación secundaria baja. Esto es debido a que estas últimas presentan mejores condiciones para su paso como el ser coberturas naturales, seminaturales o que han presentado una mínima transformación, o presentan una inclinación moderadamente escarpada o empinada, lo cual lo hace ideal para su distribución.

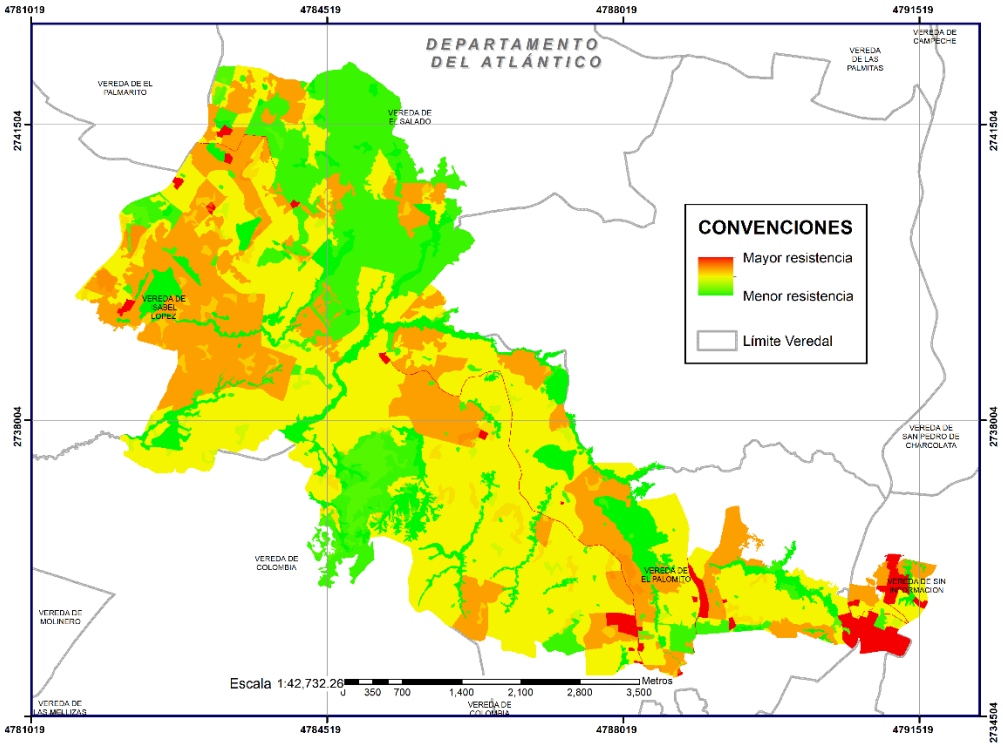


FIGURA 5-101 CAPAS DE RESISTENCIA PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Por otro lado, una vez elaborada la capa de resistencia, se utilizó la extensión del Art tool box de ArcMap Linkage Mapper Toolkitde la cual permite generar el mapeo de corredores de hábitats de vida silvestre, bajo el método de distancia euclidiano y/o ponderado por costos. En el anexo Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.3 Rutas de menor costo\Sin proyecto\ResisSP\habitat_resis_layers.gdb se observa el insumo resultante del presente análisis.

En la Figura 5-102, se destacan las rutas de menor costo derivadas de la matriz de resistencia (ver anexo Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.3 Rutas de menor costo\Sin proyecto\RutaSp\output\corridors.gdb y Anexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.3 Rutas de menor costo\Sin proyecto\RutaSp\output\link_maps.gdb\RutaSP_LCPs), ofreciendo una perspectiva sobre la movilidad de la especie focal en el área de influencia físico-biótica. La línea oscura que se despliega en la figura traza el camino óptimo, minimizando la resistencia encontrada y, por ende, sugiere las rutas más eficientes para la movilización de la especie entre áreas boscosas teniendo en cuenta las áreas núcleo de las coberturas bosque de galería y vegetación secundaria alta, que sean las áreas óptimas para suplir las necesidades ecológicas de la especie.

Esta representación visual encapsula un análisis detallado de las resistencias acumuladas a lo largo de estas rutas. Al observar la figura, se revela que esta línea oscura no traza sendero estratégico que facilita la conectividad entre hábitats forestales y áreas núcleo de estos.

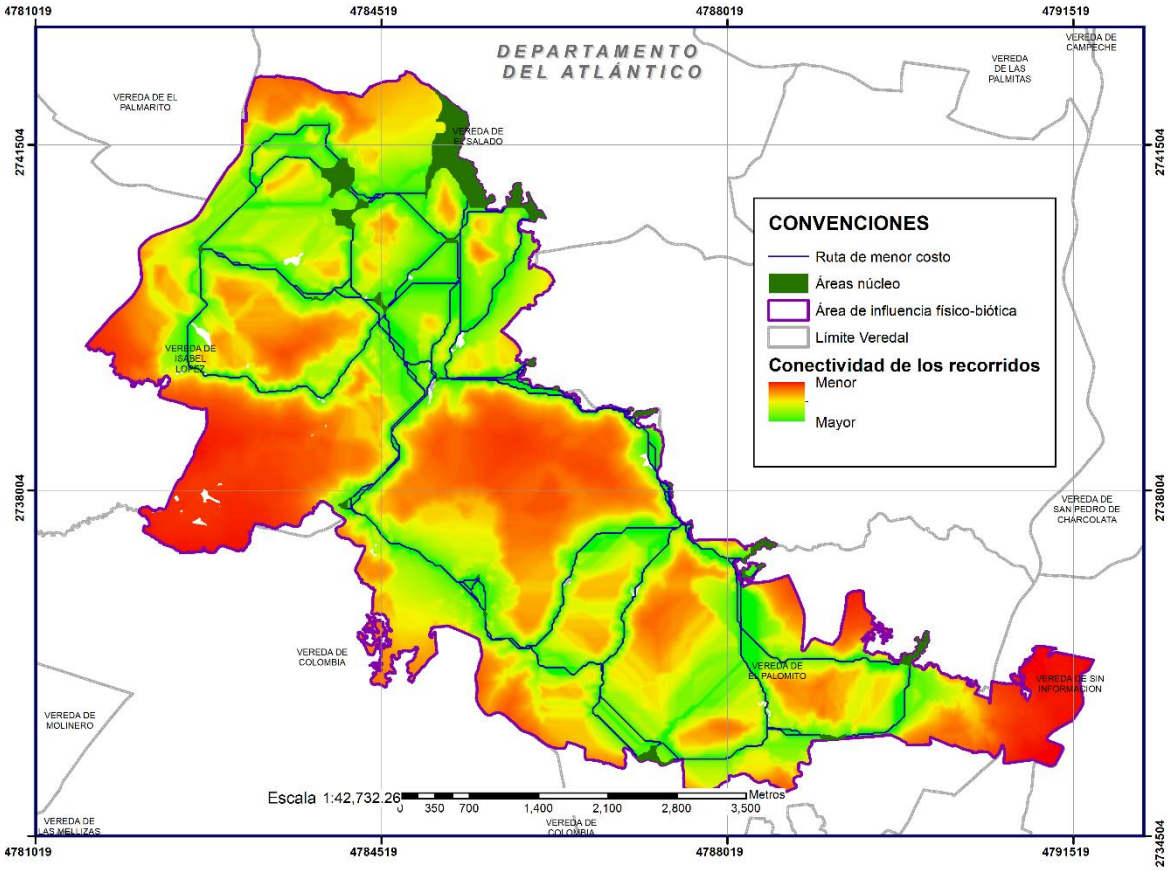


FIGURA 5-102 RUTAS DE MENOR COSTO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO EN EL ESCENARIO SIN PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Es crucial destacar que la resistencia acumulada, la cual se visualiza como la suma total de las resistencias a lo largo de la ruta, es un indicador vital en este contexto. Una resistencia acumulada más baja indica áreas de mayor prioridad para la movilidad de la fauna, considerando diversas variables en el análisis. Estos corredores de baja resistencia no solo son esenciales para la supervivencia de especies en peligro, sino que también fomentan la reproducción y el intercambio genético, contribuyendo así a la diversidad genética y a la salud a largo plazo de las poblaciones animales.

- Escenario con proyecto

En el escenario con proyecto, siguiendo los mismos parámetros previamente explicados, se procedió a retirar la capa de resistencia. La Figura 5-103 muestra el mapa de las capas de resistencia elaboradas para el área de influencia en este escenario. Las tonalidades rojas indican áreas de alta resistencia y, por lo tanto, mayor restricción para la distribución de la especie focal. Se observa que coberturas como parches de otros cultivos transitorios, red vial y territorios asociados, tejido urbano discontinuo y zonas industriales son las que presentan mayor resistencia, mostradas en tonos rojos. Es importante destacar que las zonas industriales que comprenden la infraestructura del proyecto exhiben el nivel máximo de resistencia. Por otro lado, coberturas como pastos limpios y arbolados muestran una resistencia media, representada en tonos amarillos. Por último, el bosque de galería y/o ripario, ríos, vegetación secundaria alta y baja presentan una menor resistencia, debido a que estas coberturas naturales, seminaturales o con mínima transformación, o con una inclinación moderadamente escarpada o empinada, son más propicias para la distribución de la especie focal.

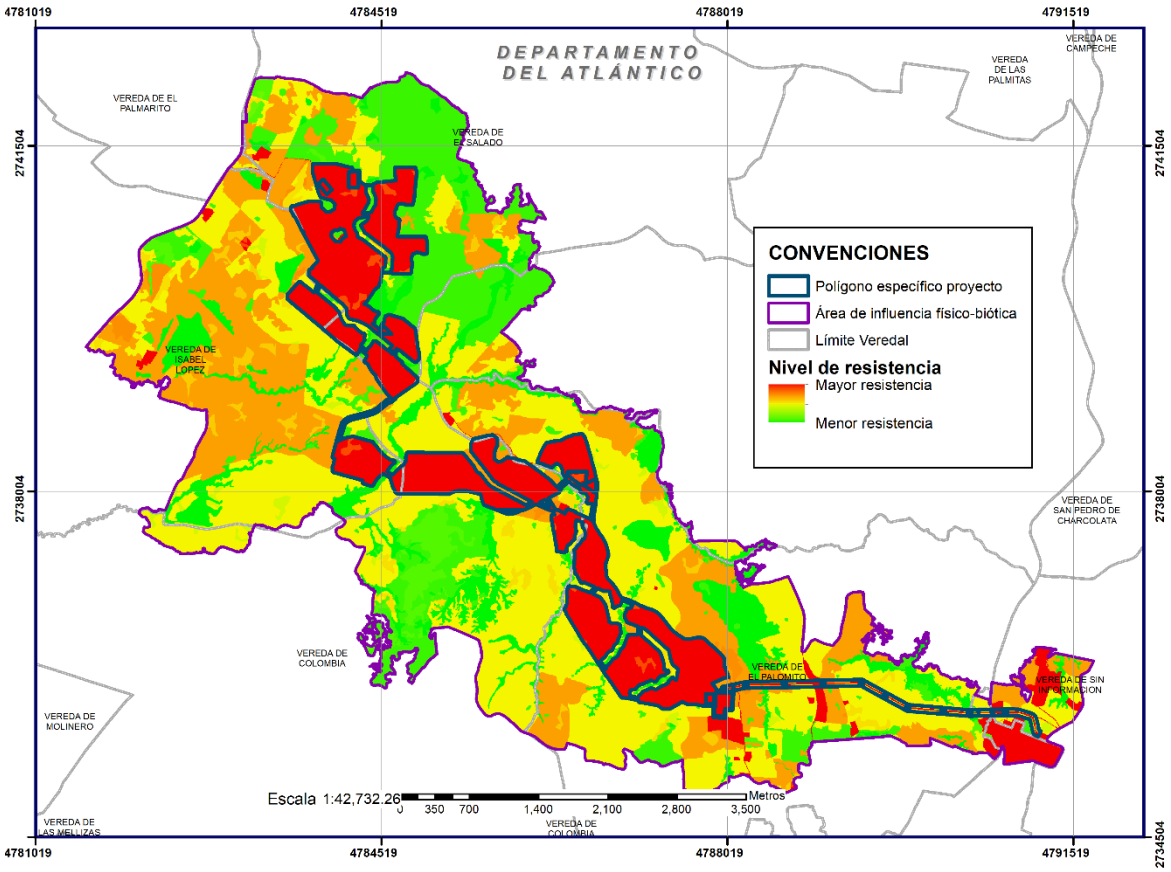


FIGURA 5-103 CAPAS DE RESISTENCIA PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Una vez completada la elaboración de la capa de resistencia, se empleó la extensión del ArcMap Linkage Mapper Toolkit para generar el mapeo de corredores de hábitats de vida silvestre, utilizando el método de distancia euclidiana y/o ponderada por costos. En el anexo \192.168.1.200\2024\ENEL_EA\Tec\ODS-ENEL-EA-04\INFO ENEL\EIA Mod AtlanticoAnexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.3 Rutas de menor costo\Con proyecto\ResisSP\habitat_resis_layers.gdb se puede observar el resultado de este análisis.

En la figura 5-104, se resaltan las rutas de menor costo derivadas de la matriz de resistencia (consultar anexo \192.168.1.200\2024\ENEL_EA\Tec\ODS-ENEL-EA-04\INFO ENEL\EIA Mod AtlanticoAnexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.3 Rutas de menor costo\Con proyecto\RutaSp\output\corridors.gdb y \192.168.1.200\2024\ENEL_EA\Tec\ODS-ENEL-EA-04\INFO ENEL\EIA Mod AtlanticoAnexos\3. Soporte técnico\3.11 Fragmentacion\3.11.3 Rutas de menor costo\Con proyecto\RutaSp\output\link_maps.gdb\RutaSP_LCPs), ofreciendo una perspectiva sobre la movilidad de la especie focal en el área de influencia físico-biótica. La línea negra representa la ruta que, debido a su recorrido, presenta el menor gasto energético para la especie focal, y permite conectar las áreas core que satisfacen sus necesidades ecológicas.

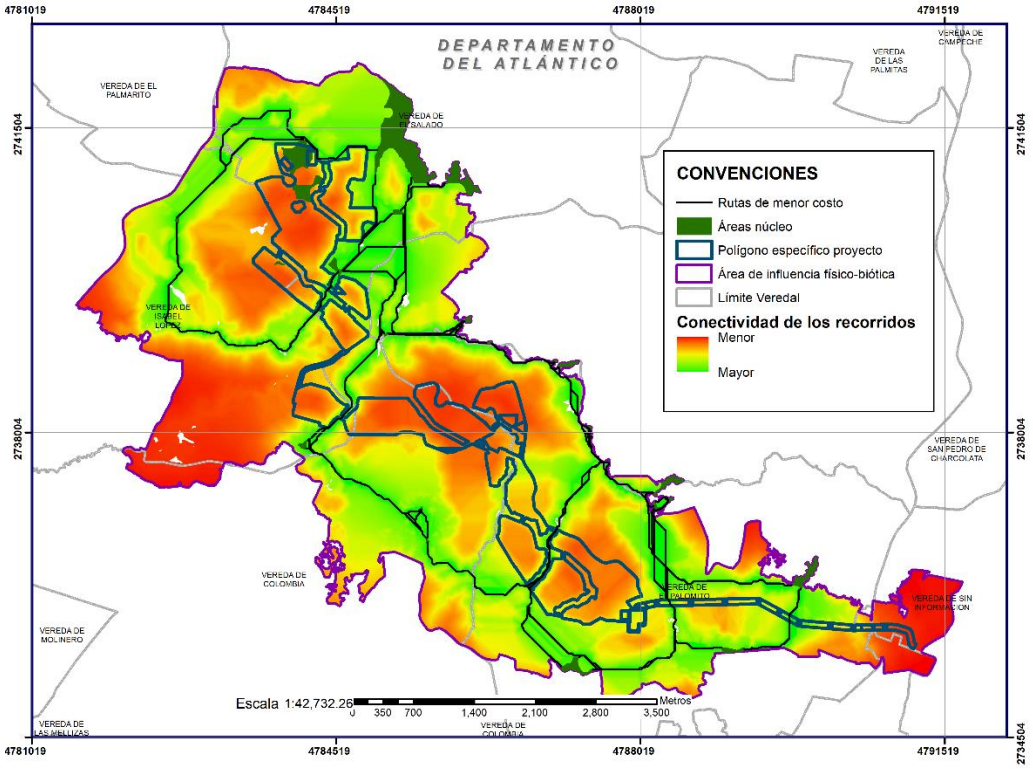


FIGURA 5-104 RUTAS DE MENOR COSTO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO EN EL ESCENARIO CON PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Es importante destacar que, en comparación con el escenario sin proyecto, en el escenario proyectado se evidencia una disminución en la pérdida o interrupción de algunas rutas de movilidad de la especie. Sin embargo, es crucial señalar que estas rutas no son consideradas como fundamentales en términos de movilidad, ya que al contrastarlas con el rango de dispersión diario y el área de uso habitual (home range) del zorro, se aprecia que las distancias implicadas son considerablemente mayores a las que este animal podría alcanzar. Esta reducción en la pérdida o interrupción de las rutas sugiere cierto grado de mitigación de impacto ambiental del proyecto, aunque se debe tener en cuenta que otras variables, como la fragmentación del hábitat y la disponibilidad de recursos, también pueden influir en la capacidad de desplazamiento y supervivencia del zorro en el área afectada por el proyecto.

5.2.2.3.8 Análisis de coberturas en los distintos escenarios del área de influencia

Para el análisis de los escenarios, se estimaron los cambios en área en términos de pérdida, ganancia y persistencias ocurridas en las coberturas de la tierra para el área de influencia del proyecto, en el cual se evaluaron dos escenarios Sin proyecto y con proyecto, realizando los dos mapas de cobertura a escala 1:10.000 bajo la identificación Corine Land Cover.

- **Coberturas tierra escenario sin proyecto y con proyecto**

La extensión del paisaje es equivalente a la sumatoria del área asociada a las diferentes coberturas que lo integran, las cuales para el de área de influencia del proyecto fueron clasificadas hasta el sexto nivel de la metodología Corine Land Cover adaptada a Colombia. Para el escenario sin proyecto se registraron un total de diecisiete (17) coberturas de la tierra, cuatro (4) pertenecientes a territorios artificializados, cinco (5) a territorios agrícolas, cuatro (4) para el nivel de bosques naturales y seminaturales, una (1) para áreas húmedas y tres (3) para superficies de agua.

Se identificaron para el escenario sin proyecto en la categoría Bosques y áreas seminaturales un total de 4 coberturas que representan un área de 693.89 ha lo cual equivale al 24.39% del área de influencia total del proyecto (ver Figura 5-105 y tabla 5-88).

TABLA 5-88 COBERTURAS REGISTRADAS PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y EL ESCENARIO CON PROYECTO EN EL ÁREA ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE LICENCIA NO. 1 DEL PROYECTO "ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 500 KV

Cobertura	SIN PROYECTO		CON PROYECTO	
	ÁREA	%	ÁREA	%
Tejido urbano discontinuo	15.41	0.54	14.81	0.52
Zonas industriales	22.50	0.79	440.20	15.47
Zonas comerciales	5.78	0.20	5.78	0.20
Red vial y territorios asociados	5.95	0.21	5.22	0.18
Otros cultivos transitorios	20.17	0.71	19.85	0.70
Cultivos permanentes arbóreos	12.01	0.42	12.01	0.42

Cobertura	SIN PROYECTO		CON PROYECTO	
	ÁREA	%	ÁREA	%
Pastos limpios	702.91	24.71	632.01	22.22
Pastos arbolados	1102.68	38.76	856.17	30.10
Pastos enmalezados	127.42	4.48	123.49	4.34
Bosque de galería y/o ripario	200.31	7.04	196.47	6.91
Plantación forestal	8.00	0.28	8.00	0.28
Vegetación secundaria alta	182.07	6.40	137.41	4.83
Vegetación secundaria baja	303.51	10.67	262.14	9.22
Zonas pantanosas	110.17	3.87	108.41	3.81
Ríos	0.24	0.01	0.24	0.01
Cuerpos de agua artificiales	23.92	0.84	20.83	0.73
Lagunas de oxidación	1.58	0.06	1.58	0.06

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

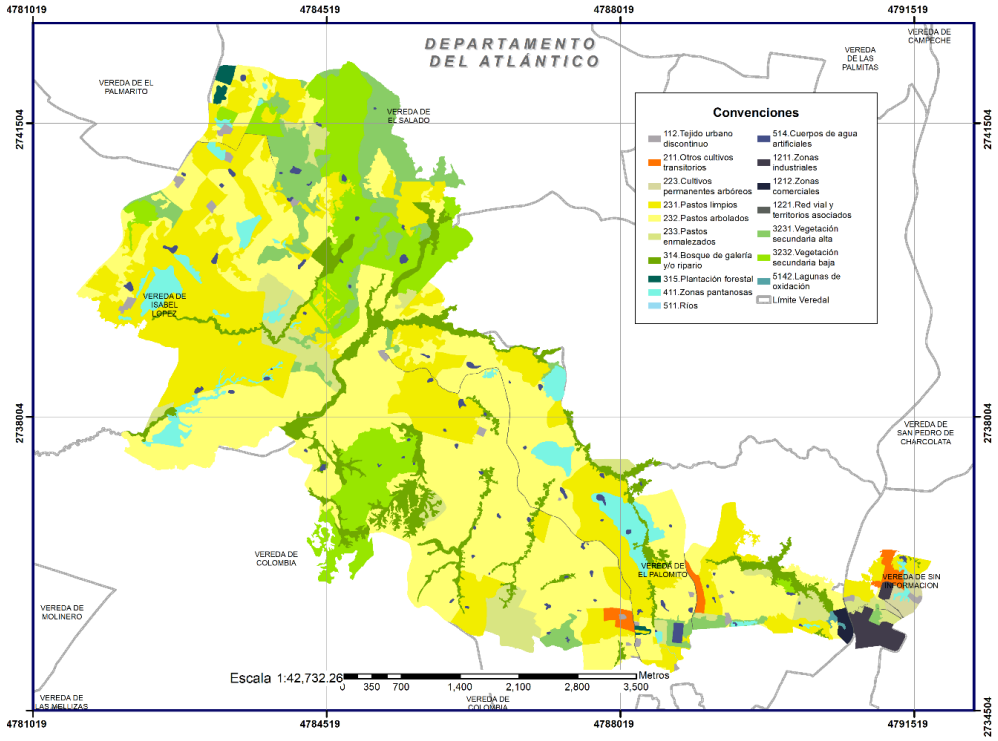


FIGURA 5-105 COBERTURAS DE LA TIERRA PRESENTES EN EL AREA DE .INFLUENCIA EN EL ESCENARIO SIN PROYECTO

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Para el escenario sin proyecto se registraron un total de diecisiete (17) coberturas de la tierra, cuatro (4) pertenecientes a territorios artificializados, cinco (5) a territorios agrícolas, cuatro (4) para el nivel de bosques naturales y seminaturales, una (1) para áreas húmedas y tres (3) para superficies de agua.

Se identificaron para el escenario sin proyecto en la categoría Bosques y áreas seminaturales un total de 4 coberturas que representan un área de 604.02 ha lo cual equivale al 21.23% del área de influencia total del proyecto (ver Figura 5-106).

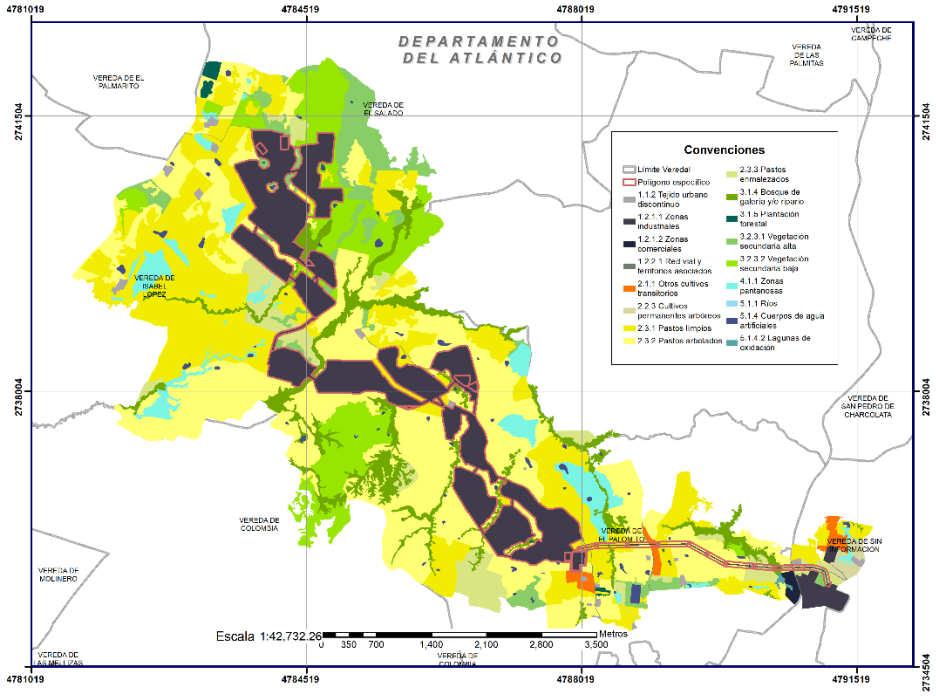


FIGURA 5-106 COBERTURAS DE LA TIERRA PRESENTES EN EL AREA DE .INFLUENCIA EN EL ESCENARIO CON PROYECTOPNG

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

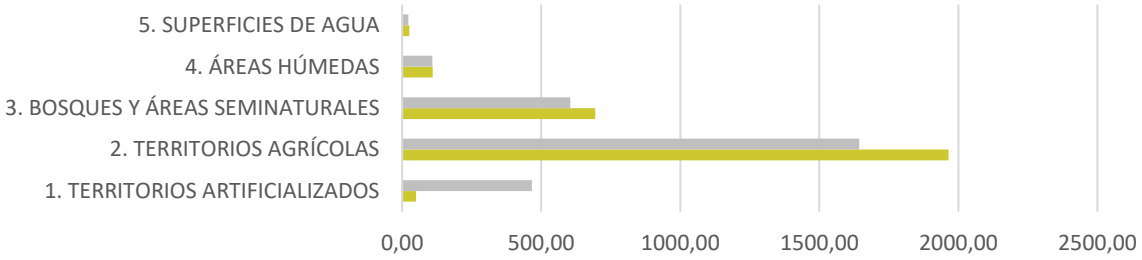
La composición del paisaje y los cambios de coberturas entre los escenarios evaluados (ver Tabla 5-89), muestran una tendencia en la ganancia, perdida o permanencia de cobertura natural en términos generales. Particularmente, encontrando una disminución en la extensión en algunas de las coberturas pertenecientes a territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua (ver Tabla 5-89), por otro lado, se observó tanto aumento en los territorios artificializados. Estas variaciones están asociadas la intervención del presente proyecto en el área de influencia.

TABLA 5-89 GANANCIA, PERDIDA O PERMANENCIA DE LAS COBERTURAS PRESENTES EN EL ESCENARIO SIN PROYECTO Y EN EL ESCENERIO CON PROYECTO

Cobertura	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	Cambio ha
Tejido urbano discontinuo	15.41	14.81	-0.59
Zonas industriales	22.50	440.20	417.71
Zonas comerciales	5.78	5.78	0.00
Red vial y territorios asociados	5.95	5.22	-0.73
Otros cultivos transitorios	20.17	19.85	-0.32
Cultivos permanentes arbóreos	12.01	12.01	0.00
Pastos limpios	702.91	632.01	-70.90
Pastos arbolados	1102.68	856.17	-246.51
Pastos enmalezados	127.42	123.49	-3.93
Bosque de galería y/o ripario	200.31	196.47	-3.84
Plantación forestal	8.00	8.00	0.00
Vegetación secundaria alta	182.07	137.41	-44.66
Vegetación secundaria baja	303.51	262.14	-41.38
Zonas pantanosas	110.17	108.41	-1.76
Ríos	0.24	0.24	0.00
Cuerpos de agua artificiales	23.92	20.83	-3.10
Lagunas de oxidación	1.58	1.58	0.00

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

En general se puede observar un panorama dinámico en el área de influencia, caracterizado por fluctuaciones en las distintas coberturas presentes. En el escenario con proyecto, se han identificado tanto pérdidas como ganancias, así como áreas que han mantenido su presencia constante. Entre las tendencias más destacadas, se registran notables incrementos en las extensiones de zonas industriales, que experimentaron un aumento anual de 416.38 hectáreas, alcanzando un total de 466.01 hectáreas. En contraste, se evidenció una marcada disminución en las áreas de pastos arbolados, con una pérdida 246.51 hectáreas, sumando un total de 856.17 hectáreas. Pastos limpios también experimentó una reducción de 70.90 hectáreas (ver Tabla 5-89 y figura 5-107).



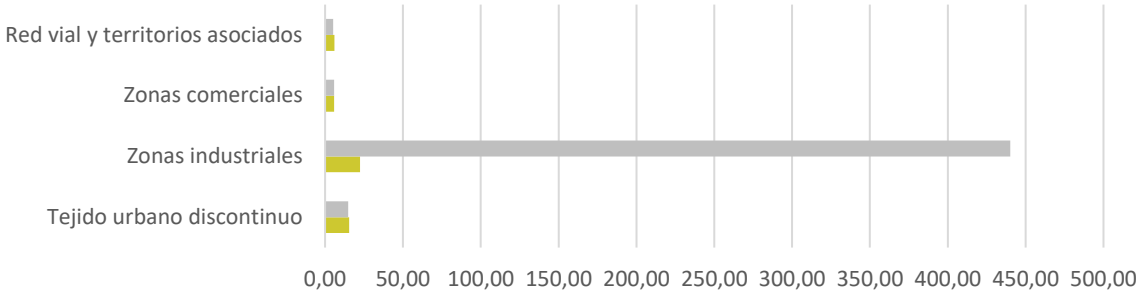
	1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	4. ÁREAS HÚMEDAS	5. SUPERFICIES DE AGUA
ÁREA (ha) CON PROYECTO	466,01	1643,53	604,02	108,41	22,64
ÁREA (ha) SIN PROYECTO	49,63	1965,18	693,89	110,17	25,74

FIGURA 5-107 COMPARACIÓN DE LA EXTENSIÓN DE COBERTURAS EN EL AI DEL PROYECTO DE LAS CATEGORÍAS DE PRIMER NIVEL SEGÚN CORINE LAND COVER DE LOS ESCENARIOS EVALUADOS

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Análisis territorios artificializados

Se observan variaciones significativas en la cobertura de distintas áreas entre los escenarios con y sin el proyecto. En primer lugar, el tejido urbano discontinuo experimenta una ligera disminución en su área, pasando de 15.41 hectáreas sin el proyecto a 14.81 hectáreas con el proyecto. Por otro lado, las zonas industriales muestran un aumento considerable en su extensión, de 22.50 hectáreas sin el proyecto a 440.20 hectáreas con el proyecto, lo que indica un cambio substancial en el uso del suelo hacia actividades industriales en el área de influencia del proyecto, lo cual está asociado a la infraestructura del presente proyecto. En cuanto a las zonas comerciales, se observa una estabilidad en su área, manteniéndose en 5.78 hectáreas tanto sin como con el proyecto. Finalmente, la red vial y los territorios asociados muestran una ligera reducción en su área, de 5.95 hectáreas sin el proyecto a 5.22 hectáreas con el proyecto (ver Figura 5-108)



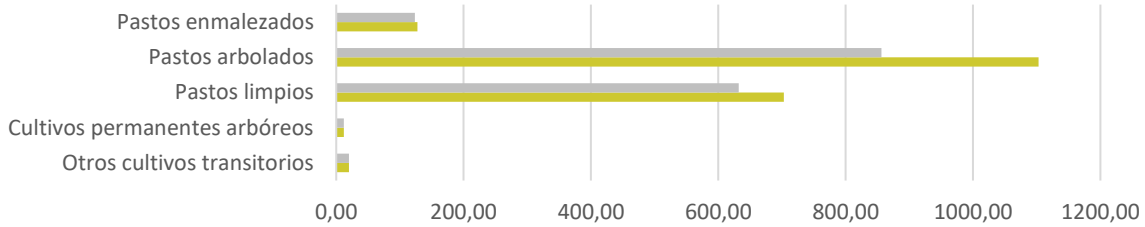
	Tejido urbano discontinuo	Zonas industriales	Zonas comerciales	Red vial y territorios asociados
ÁREA (ha) CON PROYECTO	14,81	440,20	5,78	5,22
ÁREA (ha) SIN PROYECTO	15,41	22,50	5,78	5,95

FIGURA 5-108 COMPARACIÓN COBERTURAS TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Análisis territorios agrícolas

Se observan variaciones notables en la cobertura de distintas áreas entre los escenarios con y sin el proyecto. En primer lugar, los otros cultivos transitorios muestran una ligera disminución en su área, pasando de 20.17 hectáreas sin el proyecto a 19.85 hectáreas con el proyecto. Por otro lado, los cultivos permanentes arbóreos mantienen su extensión, permaneciendo en 12.01 hectáreas tanto sin como con el proyecto. En cuanto a los pastos limpios, se observa una reducción significativa en su área, de 702.91 hectáreas sin el proyecto a 632.01 hectáreas con el proyecto, indicando posiblemente una conversión de estos terrenos a otros usos. Asimismo, los pastos arbolados experimentan una disminución notable en su extensión, de 1102.68 hectáreas sin el proyecto a 856.17 hectáreas con el proyecto, lo que sugiere cambios en la vegetación y la estructura del paisaje. Finalmente, los pastos enmalezados muestran una ligera reducción en su área, de 127.42 hectáreas sin el proyecto a 123.49 hectáreas con el proyecto (ver Figura 5-109).



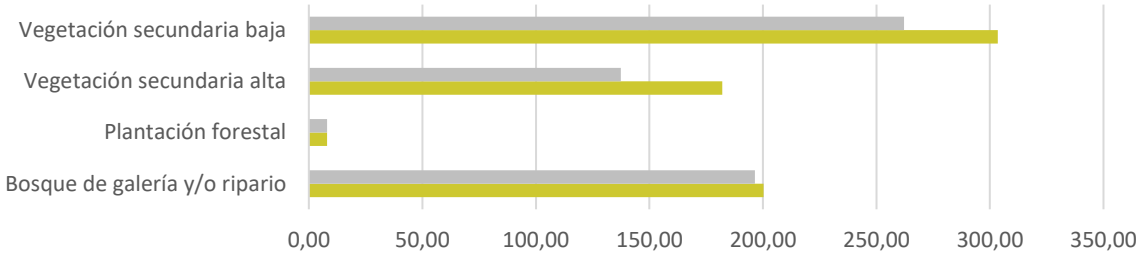
	Otros cultivos transitorios	Cultivos permanentes arbóreos	Pastos limpios	Pastos arbolados	Pastos enmalezados
ÁREA (ha) CON PROYECTO	19,85	12,01	632,01	856,17	123,49
ÁREA (ha) SIN PROYECTO	20,17	12,01	702,91	1102,68	127,42

FIGURA 5-109 COMPARACIÓN COBERTURAS TERRITORIOS AGRÍCOLAS

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Análisis bosque y áreas seminaturales

Se identifican variaciones notables en la cobertura de diferentes tipos de vegetación entre los escenarios sin y con el proyecto. En primer lugar, el bosque de galería y/o ripario muestra una ligera disminución en su área, pasando de 200.31 hectáreas sin el proyecto a 196.47 hectáreas con el proyecto. Esta disminución podría tener implicaciones importantes para la conservación de la biodiversidad y la protección de los ecosistemas acuáticos asociados a estos bosques ribereños. Además, las plantaciones forestales mantienen su extensión, permaneciendo en 8.00 hectáreas tanto sin como con el proyecto, lo que sugiere una estabilidad en este tipo de cobertura vegetal. Por otro lado, la vegetación secundaria alta experimenta una reducción significativa en su área, de 182.07 hectáreas sin el proyecto a 137.41 hectáreas con el proyecto. Esta disminución puede tener implicaciones en términos de la recuperación de áreas deforestadas y la diversidad de hábitats disponibles para la fauna. Asimismo, la vegetación secundaria baja muestra una reducción en su extensión, de 303.51 hectáreas sin el proyecto a 262.14 hectáreas con el proyecto (ver Figura 5-110)



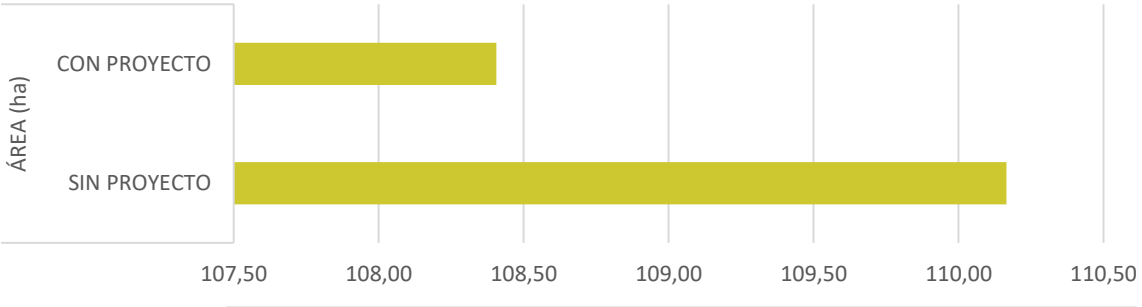
	Bosque de galería y/o ripario	Plantación forestal	Vegetación secundaria alta	Vegetación secundaria baja
ÁREA (ha) CON PROYECTO	196,47	8,00	137,41	262,14
ÁREA (ha) SIN PROYECTO	200,31	8,00	182,07	303,51

FIGURA 5-110 COMPARACIÓN BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Análisis areas de agua

Se observan variaciones sutiles en la cobertura de zonas pantanosas entre los escenarios sin y con el proyecto. La extensión de estas áreas muestra una ligera disminución, pasando de 110.17 hectáreas sin el proyecto a 108.41 hectáreas con el proyecto. Esta reducción podría tener implicaciones menores para la biodiversidad y el equilibrio ecológico de los ecosistemas acuáticos asociados a los pantanos (ver Figura 5-111).



	ÁREA (ha)	
	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
Zonas pantanosas	110,17	108,41

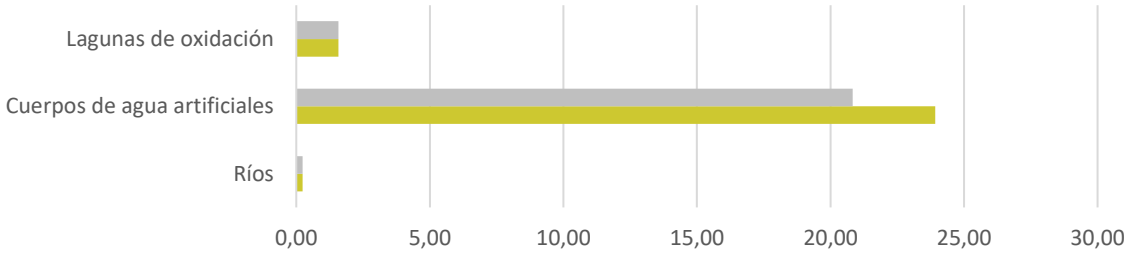
FIGURA 5-111 COMPARACIÓN ÁREAS HÚMEDAS

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Análisis superficies húmedas

Se evidencian cambios mínimos en la cobertura de los cuerpos de agua entre los escenarios sin y con el proyecto. Los ríos mantienen su área invariable, permaneciendo en

0.24 hectáreas tanto sin como con el proyecto. Del mismo modo, las lagunas de oxidación conservan su extensión, manteniéndose en 1.58 hectáreas en ambos escenarios. Sin embargo, los cuerpos de agua artificiales muestran una ligera disminución en su área, pasando de 23.92 hectáreas sin el proyecto a 20.83 hectáreas con el proyecto, esto podría tener implicaciones en términos de la disponibilidad de agua (ver Figura 5-112).



	Ríos	Cuerpos de agua artificiales	Lagunas de oxidación
ÁREA (ha) CON PROYECTO	0,24	20,83	1,58
ÁREA (ha) SIN PROYECTO	0,24	23,92	1,58

FIGURA 5-112 COMPARACIÓN SUPERFICIES HÚMEDAS

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

5.2.2.3.9 Especies Vasculares y No Vasculares de Hábito Epífito, terrestres y/o Rupícola Registradas dentro del Área de Intervención del proyecto

➢ **Puntos de muestreo**

En los siguientes apartados, se presenta la caracterización de flora epífita de los sitios que serán objeto de intervención por las actividades que se estipulan en la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Atlántico Photovoltaico.

De acuerdo con lo establecido en la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia por el IDEAM 2010, dentro del área de intervención se realizó el respectivo inventario en las coberturas, donde se identificaron ocho (8) unidades de cobertura de la tierra, correspondientes a Bosque Ripario (3.1.4), Pastos limpios (2.3.1), Pastos arbolados (2.3.2), Pastos enmalezados (2.3.3) Vegetación Secundaria Alta (3.2.3.1), Vegetación Secundaria Baja (3.2.3.2), Red Vial y Territorios asociados (1.2.2.1) y Tejido Urbano discontinuo (1.1.2).

Por tanto, teniendo en cuenta la metodología propuesta, la caracterización de las especies vasculares y no vasculares de hábito epífito se realizó mediante el inventario en 733 forófitos y 71 parcelas para hábito terrestre y rupícola, para un total de 640 puntos muestreados. (**Tabla 5.2-91**).

TABLA 5.2-90 NÚMERO DE FOROFITOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE FLORA EPÍFITA POR UNIDADES DE COBERTURA

COBERTURA	NO. DE FOROFITOS	NO. DE PARCELAS DE OTROS SUSTRATOS MUESTREADOS*
Bosque de galería y/o ripario	187	21
Pastos arbolados	109	6
Pastos enmalezados	53	6
Pastos limpios	77	6
Red vial y territorios asociados	4	3
Tejido urbano discontinuo	11	6
Vegetación secundaria alta	136	10
Vegetación secundaria baja	156	13
Total	**733**	**71**

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

TABLA 5.2-91 PUNTOS DE MUESTREO DE LA CARACTERIZACIÓN DE VEDAS DENTRO DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
1.1.2 Tejido urbano discontinuo	Epífito	F49	4784108,86	2740528,8
		F71	4784135,57	2740567,89
		F72	4784134,7	2740567,45
		F73	4784128,83	2740571,91
		F74	4784126,1	2740573,81
		F75	4784133,08	2740588,14
		F76	4784135,2	2740593,33
		F77	4784158,04	2740556,9
		F78	4784160,27	2740563,3
		F79	4784152,91	2740559,04
		F80	4784147,35	2740543,93
	Terrestre	TF49	4784108,86	2740528,8
		TF73	4784128,83	2740571,91
		TF71	4784135,57	2740567,89
		TF79	4784152,91	2740559,04
		TF77	4784158,04	2740556,9
		TF78	4784160,27	2740563,3
1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	Epífito	134MFR	4790691,71	2735752,16
		142MFR	4790689,62	2735757,42
		145MFR	4790678,37	2735795,85
		66MFR	4791089,46	2735713,89
	Terrestre	T145MFR	4790678,37	2735795,85
		T134MFR	4790691,71	2735752,16
		T66MFR	4791089,46	2735713,89
2.3.1 Pastos limpios	Epífito	10JM	4788221,07	2736053,89
		11JM	4788301,5	2736068
		12MFR	4788310,77	2736022,66
		13JM	4788304,38	2736076,41
		14JM	4788334,38	2736067,34
		1JM	4788009,61	2735983,19
		29JM	4788386,58	2736043,85
		2MFR	4788030,16	2736003,14
		30JM	4788387,35	2736050,11

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		37JM	4788390,1	2736051,94
		38JM	4788390,22	2736072,21
		3JM	4788063,68	2736038,31
		4MFR	4788080,44	2736050,56
		5JM	4788121,24	2736031,68
		6JM	4788122,24	2736017,49
		7JM	4788183,76	2736059,87
		8MFR	4788174,93	2736023,57
		9MFR	4788213,06	2736022,71
		ENEL_PL 2	4784201,82	2740552,95
		ENEL_PL 3	4786211,67	2737894,45
		ENEL_PL 4	4785828,7	2737874,32
		ENEL_PL 5	4787936,05	2736160,43
		ENEL_PL 6	4788107,93	2736030,97
		ENEL_PL 7	4788292,59	2736043,74
		ENEL_PL8	4788292,59	2736043,74
		F172	4785695,11	2738163,91
		F173	4785778,57	2738146,68
		F174	4785800,89	2738111,59
		F175	4786025,63	2738018,61
		F176	4788432,27	2736043,86
		F177	4788430,7	2736037,67
		F178	4788421,94	2736071,46
		F50	4784083,1	2740519,13
		F51	4784080,37	2740503,22
		F85	4783888,53	2740692,67
		F86	4783865,37	2740696,02
		F87	4783861,53	2740695,71
		F88	4783852,55	2740693,45
		F89	4783837,66	2740690,79
		F90	4783843,83	2740715,74
		F91	4783825,65	2740727,79
		OV-36 JM-6	4786342,39	2738103,31
		OV-36 JM-7	4786348,62	2738103,71
		OV-37 JM-20	4786360,42	2738083,95
		OV-37 JM-7	4786353,17	2738078,91
		OV-37 JM-8	4786356,12	2738077,78
		OV-37 JM-9	4786372,27	2738071,49
		JM6	4788122,24	2736017,49
		JM758	4788402,08	2736021,83
		MFR12	4788310,77	2736022,66
		MFR42	4788399,37	2736022,86
		JM759	4788399,72	2736023,88
		JM40	4788394,86	2736025,55
		JM33	4788386,48	2736028,36
		JM5	4788121,24	2736031,68
		JM680	4789005,13	2736037,13
		JM756	4788427,75	2736038,43
		JM698	4788977,5	2736040,13
		JM751	4788644,92	2736042,97
		JM29	4788386,58	2736043,85
		JM677	4789035,45	2736046,79

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		JM755	4788425,46	2736051,44
		JM37	4788390,1	2736051,94
		JM10	4788221,07	2736053,89
		MFR741	4788452,64	2736056,34
		JM7	4788183,77	2736059,87
		JM736	4788646,68	2736063,23
		MFR742	4788422,41	2736067,41
		JM11	4788301,5	2736068
		MFR726	4788647,95	2736069,37
		MFR728	4788634,78	2736072,14
		JM38	4788390,22	2736072,21
		MFR724	4788666,05	2736073,31
		MFR743	4788395,02	2736074,41
		MFR729	4788609,98	2736074,71
		JM13	4788304,38	2736076,41
		JM691	4789005,21	2736079,24
	Terrestre	TENEL_PL 1	4783864,62	2740734,51
		TF91	4783825,65	2740727,79
		TF89	4783837,66	2740690,79
		TF88	4783852,55	2740693,45
		TF85	4783888,53	2740692,67
		TF51	4784080,37	2740503,22
2.3.2 Pastos arbolados	Epífito	135JM	4790652,43	2735741,23
		136JM	4790682,59	2735742,04
		138JM	4790674,35	2735766,99
		139JM	4790667,09	2735772,39
		140JM	4790673,09	2735773,16
		141MFR	4790644,11	2735741,49
		143MFR	4790674,73	2735776,39
		ENEL_PA 10	4787793,98	2736041,88
		ENEL_PA 2	4784335,47	2740680,07
		ENEL_PA 3	4784248,33	2739750,88
		ENEL_PA 6	4786653,29	2737658,21
		ENEL_PA 7	4786989,82	2736904,43
		ENEL_PA 8	4787947,33	2735795,3
		ENEL_PA 9	4787751,63	2735934,21
		ENEL_PE 2	4790647,58	2735744,21
		ENEL_PE3	4790647,58	2735744,21
		ENEL_VSA2	4790647,58	2735744,21
		F147	4787854,11	2736334,56
		F148	4787766,37	2736332,68
		F149	4787758,75	2736320,78
		F150	4787747,77	2736314,33
		F152	4786915,16	2736739,35
		F153	4786716,37	2736698,14
		F154	4786609,89	2736725,79
		F155	4786873,24	2736943,97
		F156	4786757,98	2737348,36
		F157	4786644,17	2737409,67
		F158	4786591,02	2737410
		F159	4786563,17	2737418,36
		F160	4786583,04	2737499,3

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		F161	4786610,03	2737648,87
		F162	4786616,05	2737651,04
		F163	4786653,86	2737661,53
		F164	4786660,8	2737652,31
		F165	4786636,87	2738298,07
		F166	4786636,4	2738326,94
		F167	4786625,79	2738345,25
		F168	4785375,14	2738296,88
		F169	4785292,35	2738299,51
		F170	4785290,04	2738332,59
		F171	4785307,45	2738317,55
		F42	4784393,71	2740670,08
		F43	4784390,84	2740651,19
		F44	4784381,87	2740632,11
		F45	4784379,78	2740613,66
		F46	4784358,34	2740613,8
		F47	4784357,06	2740600,31
		F48	4784340,44	2740602,96
		F52	4784097,89	2740369,95
		F53	4784112,67	2740355,37
		F54	4784130,83	2740339,88
		F55	4784114,63	2740302,5
		F56	4784103,08	2740274,92
		F57	4784563,31	2738229,16
		F58	4784546,23	2738244,76
		F59	4784550,31	2738266,85
		F60	4784553	2738276,01
		F61	4784538,81	2738297,89
		F62	4784544,05	2738313,67
		F63	4784563,19	2738315,2
		F81	4783933,38	2739856,54
		F82	4783920,5	2739860,27
		F92	4783829,18	2740733,19
		F96	4783698,93	2740768,86
		F97	4783681,43	2740769,86
		F98	4783678,52	2740776,62
		OV-35 JM-11	4786774,49	2736200,01
		OV-35 JM-6	4786771,17	2736206,61
		OV-35 JM-7	4786775,18	2736206,59
		OV-35 JM-8	4786774,61	2736203,46
		OV-35 JM-9	4786779,69	2736192,43
		PA1	4784377,71	2740717,08
		PA2	4784382,89	2740722,79
		PA3	4784390,46	2740726,73
		PA4	4784402,3	2740732,4
		PA5	4784417,87	2740736,72
		PA6	4784419,62	2740737,6
		PA7	4784423,7	2740743,1
		PA8	4784439,19	2740754,5
		JM226	4790576,3	2735730,2
		JM222	4790554,5	2735731,84
		MFR185	4790627,79	2735732,33

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		JM192	4790605,84	2735732,95
		JM207	4790619,78	2735733,4
		JM205	4790560,75	2735733,78
		JM196	4790589,01	2735735,45
		JM198	4790573,9	2735737,2
		MFR462	4789732,54	2735858,71
		MFR454	4789760,72	2735864,02
		MFR465	4789674,48	2735872,9
		MFR470	4789660,57	2735876,64
		MFR464	4789702,8	2735883,41
		MFR466	4789670,58	2735892,27
		MFR456	4789738,63	2735892,08
		JM482	4789640,93	2735903,33
		JM609	4789220,55	2736083,81
		MFR618	4789319,25	2736085,48
		MFR643	4789143,32	2736085,52
		MFR630	4789266,39	2736086,06
		JM602	4789275,88	2736087,03
		MFR706	4788845,6	2736087,37
		MFR617	4789323,41	2736087,76
		MFR590	4789334,06	2736093,29
		JM594	4789351,7	2736095,89
		JM593	4789352,08	2736096,07
		MFR627	4789298,5	2736096,09
		MFR76	4786581,79	2738103,33
		JM83	4786530,52	2738107,46
		JM82	4786494,61	2738109,35
	Terrestre	TENEL_PA 1	4783903,81	2741062,16
		TENEL_PA 4	4785279,35	2738336,3
		TENEL_PA 5	4785062,7	2738255,29
		TF56	4784103,08	2740274,92
		TF55	4784114,63	2740302,5
		TF54	4784130,83	2740339,88
2.3.3 Pastos enmalezados	Epífito	100MFR	4791034,05	2735729,03
		102MFR	4791027,89	2735726,75
		105JM	4790928,18	2735775,33
		106JM	4790994,71	2735759,96
		109JM	4790896,15	2735759,7
		114MFR	4790852,22	2735755,97
		144MFR	4790707,27	2735750,29
		320JM	4790395,42	2735781,32
		321MFR	4790426,78	2735766,05
		323MFR	4790414,99	2735767,13
		331JM	4790397,93	2735753,46
		333JM	4790377,53	2735735,28
		98MFR	4791049,17	2735755,67
		ENEL_PE 1	4790319,81	2735770,25
		ENEL_PE4	4790319,81	2735770,25
		F99	4790699,17	2735788,92
		PE1	4784355,77	2741049,98
		PE2	4784340,3	2741060,03
		PE3	4784338,81	2741065,57

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		PE4	4784335,25	2741072,34
		PE5	4784326,55	2741081,35
		PE6	4784322,62	2741081,71
		PE7	4784317,19	2741088,93
		PE8	4784313,83	2741092,94
		MFR104	4791028,82	2735716,62
		MFR102	4791027,89	2735726,75
		MFR100	4791034,05	2735729,03
		MFR99	4791037,06	2735735,08
		JM337	4790377,52	2735735,15
		JM120	4790779,68	2735737,07
		JM332	4790412,05	2735745,39
		JM127	4790749,72	2735750,12
		JM122	4790782,41	2735758,4
		JM123	4790782,77	2735758,77
		JM109	4790896,15	2735759,7
		JM105	4790994,71	2735759,96
		JM355	4790117,33	2735760,64
		MFR324	4790421,03	2735760,79
		MFR322	4790431,96	2735764,9
		MFR321	4790426,78	2735766,05
		MFR323	4790414,99	2735767,13
		JM320	4790395,42	2735781,32
		JM108	4790925,82	2735782,14
		JM352	4790130,07	2735784
		JM317	4790424,42	2735784,13
		JM353	4790130,07	2735784,37
		JM318	4790388,91	2735791,39
		MFR326	4790424,97	2735792,34
		MFR327	4790343,84	2735792,44
		MFR325	4790426,81	2735794,19
		MFR132	4790723,63	2735796,17
		MFR131	4790751,58	2735796,58
		MFR345	4790119,15	2735802,38
	Terrestre	321MFR	4790426,78	2735766,05
		T333JM	4790377,53	2735735,28
		T320JM	4790395,42	2735781,32
		T331JM	4790397,93	2735753,46
		T323MFR	4790414,99	2735767,13
		TF99	4790699,17	2735788,92
3.1.4 Bosque de galería y/o ripario	Epífito	15MFR	4788349,07	2736029,86
		16JM	4788357,45	2736049,19
		17JM	4788369,44	2736021,48
		23JM	4788360,38	2736052,13
		28JM	4788375,06	2736038,76
		F151	4787015,96	2736816,9
		OV-33 JM-1	4784594,46	2738162,87
		OV-33 JM-10	4784615,07	2738165,33
		OV-33 JM-11	4784618,14	2738165,89
		OV-33 JM-12	4784615,71	2738161,48
		OV-33 JM-13	4784611,65	2738165,83
		OV-33 JM-14	4784600,95	2738177,65

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		OV-33 JM-15	4784597,36	2738176,86
		OV-33 JM-16	4784597,9	2738175,75
		OV-33 JM-17	4784596,37	2738176,76
		OV-33 JM-18	4784594,95	2738177,1
		OV-33 JM-2	4784596,11	2738163,97
		OV-33 JM-3	4784592,41	2738173,47
		OV-33 JM-4	4784586,64	2738166,09
		OV-33 JM-5	4784589,44	2738170,4
		OV-33 JM-6	4784582,31	2738190,31
		OV-33 JM-7	4784578,07	2738194,13
		OV-33 JM-8	4784607,62	2738169,06
		OV-33 JM-9	4784599,31	2738177,77
		OV-34 JM-1	4784595,98	2738172,45
		OV-34 JM-10	4784590,83	2738165,64
		OV-34 JM-11	4784593,91	2738167,05
		OV-34 JM-12	4784597,72	2738161,71
		OV-34 JM-13	4784600,7	2738161,3
		OV-34 JM-14	4784602,88	2738160,73
		OV-34 JM-15	4784605,13	2738155,88
		OV-34 JM-16	4784593,42	2738166,74
		OV-34 JM-17	4784599,75	2738164,13
		OV-34 JM-18	4784600,11	2738168,88
		OV-34 JM-19	4784601,78	2738173,29
		OV-34 JM-2	4784589,71	2738174,94
		OV-34 JM-20	4784597,91	2738166,02
		OV-34 JM-21	4784603,19	2738170,74
		OV-34 JM-22	4784603,18	2738170,3
		OV-34 JM-23	4784599,59	2738172,98
		OV-34 JM-24	4784597,96	2738173,87
		OV-34 JM-25	4784595,54	2738171,9
		OV-34 JM-26	4784595,54	2738171,9
		OV-34 JM-27	4784595,86	2738171,23
		OV-34 JM-28	4784597,74	2738173,87
		OV-34 JM-29	4784588,72	2738180,72
		OV-34 JM-3	4784588,94	2738174,62
		OV-34 JM-30	4784586,55	2738185,97
		OV-34 JM-31	4784583,59	2738184,33
		OV-34 JM-32	4784588,52	2738185,85
		OV-34 JM-33	4784587,94	2738180,98
		OV-34 JM-34	4784589,91	2738180,64
		OV-34 JM-35	4784586,32	2738183,43
		OV-34 JM-36	4784585,12	2738183,55
		OV-34 JM-37	4784588,84	2738184,52
		OV-34 JM-38	4784581,8	2738176,67
		OV-34 JM-39	4784581,24	2738177,19
		OV-34 JM-4	4784590,81	2738175,71
		OV-34 JM-40	4784579,94	2738178,41
		OV-34 JM-41	4784576,45	2738180,98
		OV-34 JM-42	4784579,82	2738177,42
		OV-34 JM-43	4784577,65	2738180,08
		OV-34 JM-44	4784574,25	2738178,23
		OV-34 JM-45	4784573,4	2738183,71

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		OV-34 JM-46	4784569,24	2738181,69
		OV-34 JM-47	4784581,72	2738172,4
		OV-34 JM-48	4784580,68	2738189,7
		OV-34 JM-49	4784579,57	2738186,17
		OV-34 JM-5	4784585,13	2738177,07
		OV-34 JM-50	4784581,73	2738182,83
		OV-34 JM-51	4784578,57	2738184,29
		OV-34 JM-52	4784583,21	2738175,18
		OV-34 JM-53	4784585,38	2738171,95
		OV-34 JM-54	4784602,22	2738157,15
		OV-34 JM-6	4784591,67	2738167,63
		OV-34 JM-7	4784591,67	2738167,63
		OV-34 JM-8	4784591,38	2738178,69
		OV-34 JM-9	4784590,28	2738164,86
		OV-35 JM-1	4786761,67	2736226
		OV-35 JM-10	4786760,64	2736212,47
		OV-35 JM-12	4786763,51	2736206,85
		OV-35 JM-2	4786756,89	2736232,38
		OV-35 JM-3	4786749,45	2736236,85
		OV-35 JM-4	4786751,9	2736249
		OV-35 JM-5	4786754,26	2736218,75
		OV-36 JM-1	4786376,35	2738094,8
		OV-36 JM-2	4786376,57	2738094,8
		OV-36 JM-3	4786364,76	2738112,23
		OV-36 JM-4	4786361,07	2738117,79
		OV-36 JM-5	4786358,13	2738118,69
		OV-36 JM-8	4786356,62	2738123,12
		OV-37 JM-1	4786387,06	2738093,85
		OV-37 JM-10	4786386,06	2738073,28
		OV-37 JM-11	4786384,55	2738076,06
		OV-37 JM-12	4786389,77	2738106,66
		OV-37 JM-13	4786385,09	2738111
		OV-37 JM-14	4786396,43	2738104,18
		OV-37 JM-15	4786380,43	2738117,77
		OV-37 JM-16	4786377,6	2738120
		OV-37 JM-17	4786375,32	2738121,9
		OV-37 JM-18	4786373,99	2738119,92
		OV-37 JM-19	4786373,99	2738119,92
		OV-37 JM-2	4786390,27	2738098,58
		OV-37 JM-3	4786388,22	2738103,02
		OV-37 JM-4	4786390,62	2738102,12
		OV-37 JM-5	4786390,62	2738102,12
		OV-37 JM-6	4786362,07	2738106,9
		P31S01	4784499,83	2739783,58
		P31S02	4784500,58	2739783,02
		P31S03	4784511,53	2739783,72
		P31S04	4784507,61	2739786,62
		P31S05	4784503,26	2739790,97
		P31S06	4784507,3	2739788,95
		P31S07	4784506,23	2739793,27
		P31S08	4784509,62	2739793,25
		P31S09	4784515,12	2739797,74

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		P31S10	4784506,6	2739800,01
		P31S11	4784503,33	2739802,36
		P31S12	4784520,1	2739806,34
		P31S13	4784513,77	2739809,14
		P31S14	4784517,03	2739806,03
		P31S15	4784518,69	2739808,34
		P31S16	4784524,7	2739807,86
		P31S17	4784527,11	2739808,61
		P31S18	4784523,81	2739805,98
		P31S19	4784537,1	2739813,75
		P31S20	4784537,11	2739815,63
		P31S21	4784537,98	2739813,75
		P31S22	4784536,03	2739817,3
		P31S23	4784534,37	2739815,09
		P31S24	4784533,73	2739817,54
		P31S25	4784542,61	2739820,35
		P31S26	4784541,87	2739825,56
		P31S27	4784550,31	2739827,16
		P31S28	4784541,14	2739830,1
		P31S29	4784543,12	2739833,18
		P31S30	4784543,34	2739832,62
		P31S31	4784543,46	2739834,28
		P31S32	4784546,63	2739833,71
		P31S33	4784554,62	2739834,65
		P31S34	4784559,76	2739834,51
		P31S35	4784545,02	2739838,37
		P31S36	4784547,42	2739837,35
		P31S37	4784551,29	2739844,74
		P31S38	4784571,56	2739850,03
		P31S39	4784559,16	2739843,25
		P31S40	4784556,02	2739848,8
		P31S41	4784560,38	2739847,11
		P31S42	4784559,53	2739849,44
		P34V001	4784650,77	2738273,51
		P34V002	4784651,41	2738271,84
		P34V003	4784650,54	2738271,3
		P34V004	4784647,11	2738265,79
		P34V005	4784654,28	2738259
		P34V006	4784647,92	2738256,5
		P34V007	4784645,12	2738245,9
		P34V008	4784644,25	2738245,46
		P34V009	4784639,84	2738240,96
		P34V010	4784636,92	2738246,95
		P34V011	4784641,08	2738245,93
		P34V012	4784637,91	2738246,72
		P34V013	4784634,23	2738235,35
		P34V014	4784637,41	2738236,65
		P34V015	4784623,24	2738245,04
		P34V016	4784637,25	2738230,03
		P34V017	4784636,88	2738223,83
		P34V018	4784633,63	2738227,61
		P34V019	4784623,86	2738222,58

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		P34V020	4784635,55	2738219,64
		P34V021	4784623,75	2738221,04
		P34V022	4784635,31	2738217,21
		P34V023	4784635,63	2738214,99
		P34V024	4784631,23	2738212,04
		P34V025	4784627,97	2738215,37
		P34V026	4784623,19	2738219,38
		P34V027	4784627,58	2738204,76
		P34V028	4784625,83	2738205,43
		P34V029	4784627,45	2738201,88
		P34V030	4784623,38	2738198,81
		P34V031	4784611,8	2738200,99
		P34V032	4784617,88	2738193,54
		P34V033	4784607,38	2738193,28
		P34V034	4784611,2	2738192,59
		P34V035	4784609,64	2738188,84
		P34V036	4784614,66	2738185,93
		P34V037	4784605,7	2738186,87
		P34V038	4784604,44	2738177,48
	Terrestre	TER1	4784509,56	2739784,51
		TER10	4784559,41	2739848,01
		TER2	4784512,4	2739782,5
		TER3	4784513,47	2739797,21
		TER4	4784518,21	2739802,92
		TER5	4784558,58	2739836,95
		TER6	4784551,18	2739844,96
		TER7	4784560,38	2739846,34
		TER8	4784559,94	2739845,68
		TER9	4784562,15	2739850,2
		TOV-34 PTM29	4784591,38	2738178,69
		TOV-34 PTM30	4784593,42	2738166,74
		TOV-34 PTM31	4784602,22	2738157,15
		TOV-35 PTM-9	4786749,45	2736236,85
		TOV-35 PTM-8	4786756,89	2736232,38
		TOV-35 PTM-7	4786761,67	2736226
		TOV-35 PTM-10	4786763,51	2736206,85
		TOV-37 PTM-13	4786385,09	2738111
		TOV-37 PTM-12	4786389,77	2738106,66
		TOV-37 PTM-14	4786382,59	2738112,78
		TOV-36 PTM-11	4786384,55	2738076,06
3.2.3.1 Vegetación secundaria alta	Epífito	45MFR	4791124,65	2735656,69
		46JM	4791123,17	2735644,23
		47JM	4791125,22	2735649,94
		50JM	4791124,85	2735650,3
		51JM	4791124,85	2735650,3
		56MFR	4791102,35	2735651,1
		58JM	4791105,19	2735654,85
		61JM	4791110,84	2735685,05
		62MFR	4791120,92	2735677,29
		63JM	4791111,58	2735686,33
		64JM	4791090,53	2735673,19
		65MFR	4791094,38	2735662,05

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		67JM	4791079,61	2735704,59
		70MFR	4791084,39	2735683,18
		71JM	4791077,07	2735707,93
		72JM	4791070,68	2735705,93
		73MFR	4791079,11	2735698,96
		74MFR	4791071,12	2735707,06
		75JM	4791074,12	2735731,17
		80JM	4791069,99	2735740,96
		81JM	4791069,81	2735741,15
		84MFR	4791074,33	2735757,14
		85JM	4791075,97	2735759,22
		86JM	4791076,51	2735764,14
		90MFR	4791068,48	2735753,57
		ENEL_VSA5	4784216,55	2740846,5
		F1	4784023,19	2741240,77
		F10	4784029,17	2741236,31
		F11	4784049,02	2741245,59
		F12	4784059,45	2741249,5
		F13	4784061,99	2741237,32
		F14	4784060,25	2741239,43
		F15	4784056,43	2741241,78
		F16	4784059,29	2741242,31
		F17	4784069,6	2741247
		F18	4784070,49	2741249,65
		F19	4784068,43	2741252,54
		F2	4784026,43	2741234,67
		F20	4784073,68	2741251,62
		F21	4784076,16	2741247,41
		F22	4784079,11	2741247,16
		F23	4784082,26	2741242,61
		F24	4784083,8	2741244,37
		F25	4784090,47	2741244,54
		F26	4784096,37	2741243,07
		F27	4784094,5	2741241,31
		F28	4784110,21	2741252,27
		F29	4784110,73	2741248,73
		F3	4784024,54	2741229,93
		F30	4784123,25	2741239,36
		F31	4784138,45	2741255,63
		F32	4784148,95	2741255,78
		F33	4784159,08	2741249,97
		F34	4784152,71	2741244,81
		F35	4784155,84	2741255,63
		F36	4784172,87	2741251,87
		F37	4784286,72	2740959,07
		F38	4784295,41	2740950,17
		F39	4784279,01	2740933,13
		F4	4784031,09	2741228,23
		F40	4784294,32	2740915,12
		F41	4784315,95	2740911,22
		F5	4784039,3	2741229,61
		F6	4784043,37	2741232,57

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		F7	4784048,54	2741238,51
		F8	4784039,04	2741239,12
		F83	4783910,03	2739882,56
		F84	4783911,8	2740688,76
		F9	4784040,53	2741233,92
		F93	4783920,45	2740810,02
		F94	4783924,01	2740817,85
		F95	4783942,67	2740811,87
		OV-32 JM-12	4784393,35	2741098,76
		OV-32 JM-10	4784395,39	2741099,85
		OV-32 JM-11	4784391,08	2741098,06
		OV-32 JM-13	4784394,11	2741099,22
		OV-32 JM-14	4784396,04	2741101,41
		OV-32 JM-15	4784397,56	2741102,19
		OV-32 JM-16	4784396,9	2741101,64
		OV-32 JM-21	4784391,71	2741098,21
		OV-32 JM-23	4784390,12	2741097,93
		OV-32 JM-24	4784392,15	2741098,24
		OV-32 JM-26	4784392,91	2741098,14
		OV-32 JM-27	4784391,08	2741098,06
		OV-32 JM-28	4784389,31	2741097,83
		OV-32 JM-35	4784398,1	2741102,65
		OV-32 JM-36	4784394,26	2741099,99
		OV-32 JM-38	4784396,12	2741100,93
		OV-32 JM-9	4784395,2	2741099,85
		P62V001	4784879,85	2739379,38
		P62V002	4784876,15	2739380,96
		P62V003	4784874,15	2739376,77
		P62V004	4784877,01	2739378,96
		P62V005	4784871,65	2739378,33
		P62V006	4784868,04	2739379,68
		P62V007	4784871,28	2739372,58
		P62V008	4784871,3	2739375,35
		P62V009	4784860,31	2739384,15
		P62V010	4784861,04	2739379,73
		P62V011	4784862,27	2739383,26
		P62V012	4784860,4	2739382,27
		P62V013	4784863,37	2739384,36
		P62V014	4784855,32	2739373,68
		P62V015	4784854,25	2739377,67
		P62V016	4784853,07	2739382,21
		P62V017	4784855,45	2739377,1
		P62V018	4784850,45	2739381,89
		P62V019	4784848,36	2739381,9
		P62V020	4784830,33	2739382,46
		P62V021	4784826,21	2739372,53
		P62V022	4784826,11	2739372,76
		P62V023	4784831,92	2739374,38
		P62V024	4784818,05	2739377,67
		P62V025	4784819,33	2739373,91
		P62V026	4784819,5	2739381,98
		P62V027	4784812,5	2739382,91

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		P62V028	4784804,62	2739382,51
		P62V029	4784809,27	2739373,98
		P62V030	4784800,85	2739373,81
		P62V031	4784803,3	2739381,42
		P62V032	4784796,98	2739385,33
		P62V033	4784796,17	2739377,04
		P62V034	4784795,83	2739375,72
		P62V035	4784796,78	2739371,39
		P62V036	4784795,41	2739378,71
		P62V037	4784793,04	2739383,59
		P62V038	4784787,03	2739386,72
		VSA1	4784216,55	2740846,5
		VSA2	4784223,93	2740855,52
		VSA3	4784225,05	2740858,39
		VSA4	4784230,22	2740863,33
		VSA5	4784227,63	2740869,66
		VSA6	4784228,77	2740877,28
		VSA7	4784231,45	2740884,89
		VSA8	4784225,51	2740896,1
		MFR68	4791084,19	2735690,81
	Terrestre	TOV-32 PTM28	4784389,31	2741097,83
		TOV-32 PTM21	4784391,08	2741098,06
		TOV-32 PTM24	4784391,71	2741098,21
		TOV-32 PTM26	4784392,15	2741098,24
		TOV-32 PTM22	4784394,11	2741099,22
		TOV-32 PTM20	4784395,39	2741099,85
		TOV-32 PTM23	4784396,04	2741101,41
		TENEL_VSA 4	4783941,78	2741099,18
		TENEL_VSA 1	4783872,24	2741276,98
		TENEL_VSA 3	4784625,74	2739066,49
3.2.3.2 Vegetación secundaria baja	Epífito	F100	4784582,25	2739262,29
		F101	4784558,89	2739251,6
		F102	4784588,92	2739227,73
		F103	4784789,15	2739134,89
		F104	4784794,42	2739102,24
		F105	4784787,98	2739088,02
		F106	4784740,93	2741091,76
		F107	4784742,47	2741092,63
		F108	4784743,65	2741090,08
		F109	4784759,76	2741094,4
		F110	4784766	2741096,35
		F111	4784769,7	2741094,11
		F112	4784773,25	2741101,17
		F113	4784769,66	2741103,85
		F114	4784772,75	2741107,92
		F115	4784767,82	2741106,18
		F116	4784764,98	2741108,19
		F117	4784765,96	2741105,97
		F118	4784762,66	2741103,89
		F119	4784759,84	2741106,78
		F120	4784763,08	2741100,57
		F121	4784776,96	2741099,93

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		F122	4784780,81	2741103,01
		F123	4784779,14	2741098,92
		F124	4784779,96	2741107,32
		F125	4784782,07	2741111,95
		F126	4784790,14	2741108,25
		F127	4784793,77	2741111,88
		F128	4784788	2741114,68
		F129	4784796,1	2741116,73
		F130	4784797,86	2741117,93
		F131	4784801,01	2741114,82
		F132	4784802,88	2741116,35
		F133	4784801,66	2741114,48
		F134	4784809,45	2741118,3
		F135	4784806,27	2741116,22
		F136	4784804,65	2741119,21
		F137	4784809,47	2741120,73
		F138	4784815,79	2741117,16
		F139	4784817,2	2741115,16
		F140	4784822,69	2741118,22
		F141	4784833,93	2741113,39
		F142	4784845,41	2741131,56
		F143	4784835,18	2741104,1
		F144	4784835,66	2741110,73
		F145	4784811,47	2741107,78
		F146	4784811,59	2741109,77
		F64	4784605,39	2740042,68
		F65	4784611,27	2740039,21
		F66	4784628,5	2740048,39
		F67	4784650,18	2740051,46
		F68	4784790,7	2740459,19
		F69	4784793,17	2740468,47
		F70	4784795,44	2740481,39
		OV-31 JM-1	4784546,67	2740235,66
		OV-31 JM-10	4784542,67	2740233,04
		OV-31 JM-11	4784559,26	2740238,52
		OV-31 JM-12	4784550,6	2740236,54
		OV-31 JM-13	4784540,23	2740231,99
		OV-31 JM-14	4784538,97	2740231,62
		OV-31 JM-15	4784552,6	2740235,94
		OV-31 JM-16	4784553,22	2740236,35
		OV-31 JM-17	4784554,42	2740236,95
		OV-31 JM-18	4784553,22	2740236,53
		OV-31 JM-19	4784553,94	2740235,97
		OV-31 JM-2	4784551,52	2740235,75
		OV-31 JM-20	4784541,78	2740232,3
		OV-31 JM-21	4784546,43	2740234,77
		OV-31 JM-22	4784546,43	2740233,48
		OV-31 JM-23	4784545,85	2740234,26
		OV-31 JM-24	4784547,16	2740234,18
		OV-31 JM-25	4784547,71	2740235,81
		OV-31 JM-26	4784549,19	2740236,36
		OV-31 JM-27	4784549,72	2740235,77

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		OV-31 JM-28	4784559,12	2740236,52
		OV-31 JM-29	4784544,55	2740233,87
		OV-31 JM-3	4784556,82	2740237,09
		OV-31 JM-30	4784543,89	2740234,44
		OV-31 JM-31	4784558,54	2740235,84
		OV-31 JM-32	4784549,67	2740234,86
		OV-31 JM-33	4784550,51	2740235,45
		OV-31 JM-34	4784547,63	2740234,49
		OV-31 JM-4	4784543,67	2740233,25
		OV-31 JM-5	4784543,4	2740232,48
		OV-31 JM-6	4784558,74	2740237,62
		OV-31 JM-7	4784559,53	2740237,47
		OV-31 JM-8	4784544,55	2740232,8
		OV-31 JM-9	4784539,4	2740232,44
		OV-32 JM-1	4784396,46	2741102,68
		OV-32 JM-17	4784397,32	2741103,49
		OV-32 JM-18	4784396,75	2741102,6
		OV-32 JM-19	4784390,49	2741099,98
		OV-32 JM-2	4784395,63	2741102,1
		OV-32 JM-20	4784392,59	2741099,61
		OV-32 JM-22	4784393,59	2741100,4
		OV-32 JM-25	4784392,92	2741100,21
		OV-32 JM-29	4784389,45	2741098,99
		OV-32 JM-3	4784396,15	2741102,68
		OV-32 JM-30	4784393,42	2741101,29
		OV-32 JM-31	4784392,15	2741100,04
		OV-32 JM-32	4784391,18	2741099,45
		OV-32 JM-33	4784390,26	2741099,29
		OV-32 JM-34	4784396,45	2741103,29
		OV-32 JM-37	4784394,38	2741100,96
		OV-32 JM-4	4784396,75	2741102,6
		OV-32 JM-5	4784396,26	2741102,34
		OV-32 JM-6	4784395,99	2741102,09
		OV-32 JM-7	4784396,26	2741102,34
		OV-32 JM-8	4784394,81	2741101,88
		P68V001	4784673,22	2739187,72
		P68V002	4784664,78	2739186,34
		P68V003	4784668,47	2739181,22
		P68V004	4784669,15	2739184,65
		P68V005	4784671,22	2739184,2
		P68V006	4784662,91	2739183,7
		P68V007	4784669,22	2739178,01
		P68V008	4784656,96	2739176,99
		P68V009	4784653,93	2739182,86
		P68V010	4784661,28	2739171,58
		P68V011	4784658,35	2739172,22
		P68V012	4784657,72	2739175,1
		P68V013	4784652,39	2739180,44
		P68V014	4784646,87	2739171,64
		P68V015	4784649,55	2739164,32
		P68V016	4784652,87	2739170,26
		P68V017	4784648,04	2739167,31

COBERTURA	HÁBITO	ID DEL FORÓFITO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
		P68V018	4784642,58	2739168,78
		P68V019	4784644,11	2739168,45
		P68V020	4784640,58	2739164,15
		P68V021	4784637,84	2739163,06
		P68V022	4784632,64	2739153,92
		P68V023	4784629,03	2739153,5
		P68V024	4784634,56	2739145,95
		P68V025	4784627,46	2739147,43
		P68V026	4784623,74	2739148,44
		P68V027	4784623,22	2739150,55
		P68V028	4784621,14	2739150,9
		P68V029	4784621,53	2739143,7
		P68V030	4784623,61	2739144,69
		P68V031	4784619,14	2739146,16
		P68V032	4784617,59	2739144,06
		P68V033	4784613	2739144,97
		P68V034	4784616,9	2739137,54
		P68V035	4784618,85	2739136,31
		P68V036	4784616,2	2739131,02
		P68V037	4784613,92	2739134,57
		P68V038	4784614,23	2739131,81
		P68V039	4784612,92	2739132,25
		P68V040	4784608,58	2739137,04
		P68V041	4784609,86	2739132,83
		P68V042	4784604,7	2739130,32
		P68V043	4784608,05	2739123,33
		P68V044	4784610,01	2739121,33
		P68V045	4784603,71	2739128,67
		P68V046	4784598,23	2739126,93
		P68V047	4784603,33	2739120,15
	Terrestre	TOV-32 PTM-3	4784390,26	2741099,29
		TOV-32 PTM27	4784392,92	2741100,21
		TOV-32 PTM25	4784393,59	2741100,4
		TOV-32 PTM-1	4784394,81	2741101,88
		TOV-32 PTM16	4784395,63	2741102,1
		TOV-32 PTM19	4784395,99	2741102,09
		TOV-32 PTM17	4784396,15	2741102,68
		TOV-32 PTM18	4784396,26	2741102,34
		TOV-32 PTM15	4784396,46	2741102,68
		TOV-32 PTM-2	4784396,75	2741102,6
		TOV-35 PTM-5	4784547,63	2740234,49
		TOV-35 PTM-6	4784549,67	2740234,86
		TOV-35 PTM-4	4784550,51	2740235,45

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

La fase de campo del presente proyecto se efectuó, durante los meses de junio a agosto de 2023 y una segunda fase (complementaria) entre los meses de marzo a abril de 2024, donde se realizó el respectivo inventario de epífitas vasculares y no vasculares en el área de intervención del proyecto.

La información detallada del muestreo y de cada uno de los forófitos e individuos registrados en el estudio se presenta en el **Anexo_3. Soporte Técnico/3.6 Flora/3.6.6 Flora Epífita/ Base datos Completa / puntos de muestreo flora epífita**.

A continuación, se presentan los resultados de la caracterización de las especies vasculares y no vasculares realizada por cobertura dentro del área de influencia e intervención del proyecto.

- **Especies vasculares**

A continuación, se describe la representatividad del muestreo, la riqueza, abundancia, diversidad y estructura de las especies vasculares de los hábitos epífitos (cortícolas), rupícolas y terrestres, así como la preferencia de forófito de las especies epífitas para las coberturas del proyecto caracterizadas.

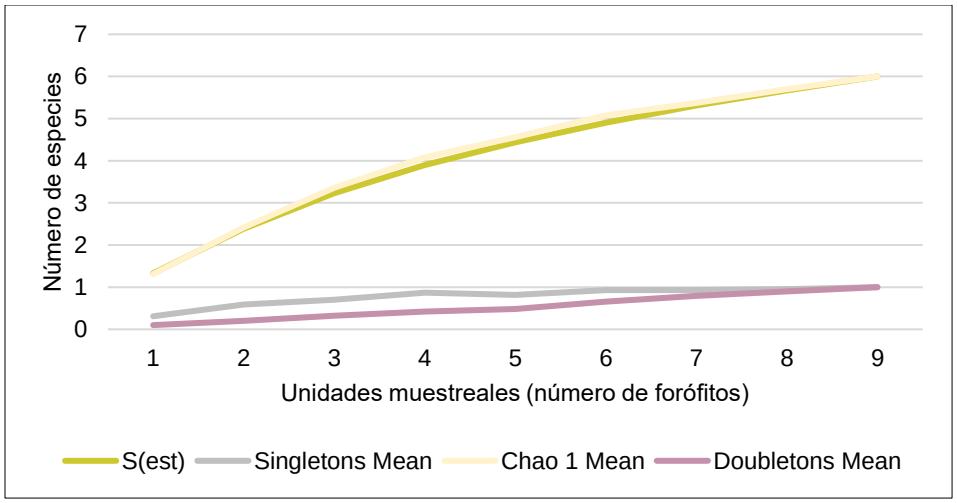
- Representatividad del muestreo-Curvas de acumulación de especies

El esfuerzo de muestreo para las especies se determinó mediante curvas de acumulación de especies para cada una de las coberturas caracterizadas, incluyendo tanto las especies de hábito epífito, como de otros hábitos. Pese a que se realizó el muestreo de dichas especies en las ocho (8) coberturas caracterizadas, no fue posible elaborar curvas de acumulación para las coberturas Red vial y territorios asociados y Tejido urbano discontinuo, esto debido a que en el caso de la cobertura Red vial y territorios asociados se registraron las especies en apenas un (1) forófito, por su parte, en la cobertura Tejido urbano discontinuo no se registraron especies vasculares.

Pastos limpios

El esfuerzo de muestreo de las especies vasculares en la cobertura pastos limpios, fue representativo en un 100% para el estimador Chao 1, donde se registraron seis (6) especies de las 6,3 estimadas, observando que tiende a estabilizar en una asíntota la curva de acumulación los estimadores S(est), el cual corresponden a las especies registradas y Chao 1, que corresponde a las especies esperadas; en cuanto a las curvas de Singletons y Doubletons (aquellas especies que se registraron solo en una o dos muestras respectivamente), estas curvas registraron una (1) especie vascular cada una y presentan un comportamiento que tiende a estabilizar, lo que ratifica el buen esfuerzo de muestreo (Figura 5.2-113).

FIGURA 5.2-113 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES VASCULARES EN PASTOS LIMPIOS

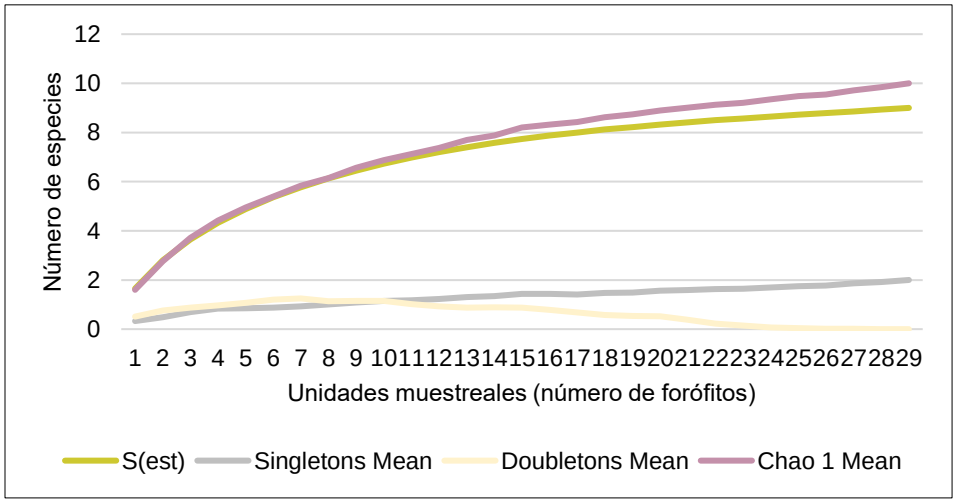


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

Pastos arbolados

El esfuerzo de muestreo de las especies vasculares en la cobertura pastos arbolados, fue representativo en un 90% para el estimador Chao 1, donde se registraron nueve (9) especies de las 10 estimadas, observando que tiende a estabilizar en una asíntota la curva de acumulación de los estimadores S(est) y Chao 1; en cuanto a las curvas de Singletons y Doubletons, estas curvas registraron dos (2) y cero (0) especies vasculares respectivamente y presentan un comportamiento que tiende a estabilizar, lo que ratifica el buen esfuerzo de muestreo (Figura 5.2-114).

FIGURA 5.2-114 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES VASCULARES EN PASTOS ARBOLADOS

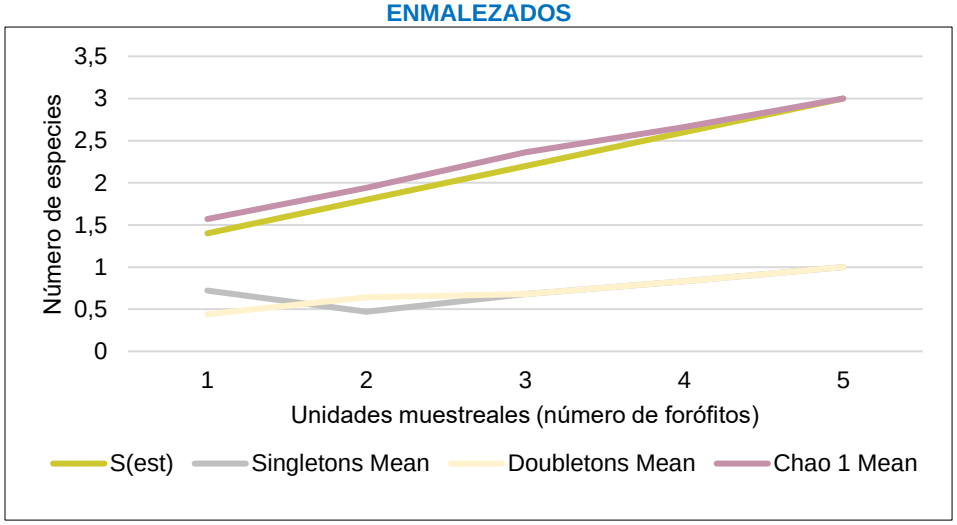


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

Pastos enmalezados

El esfuerzo de muestreo de las especies vasculares en la cobertura pastos enmalezados, fue representativo en un 100% para el estimador Chao 1, donde se registraron tres (3) especies de las tres (3) estimadas, aunque se observa que no se estabiliza en una asíntota la curva de acumulación de los estimadores S(est) y Chao 1, lo cual se debe a que a pesar de que se caracterizaron un total de 59 unidades muestréales, estas especies se registraron en solo cinco (5) de estas, lo que evidencia una diversidad muy baja de especies en la cobertura; en cuanto a las curvas de Singletons y Doubletons, estas curvas registraron una (1) especie vascular cada una y presentan un comportamiento que tiende a estabilizar (Figura 5.2-115).

FIGURA 5.2-115 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES VASCULARES EN PASTOS ENMALEZADOS

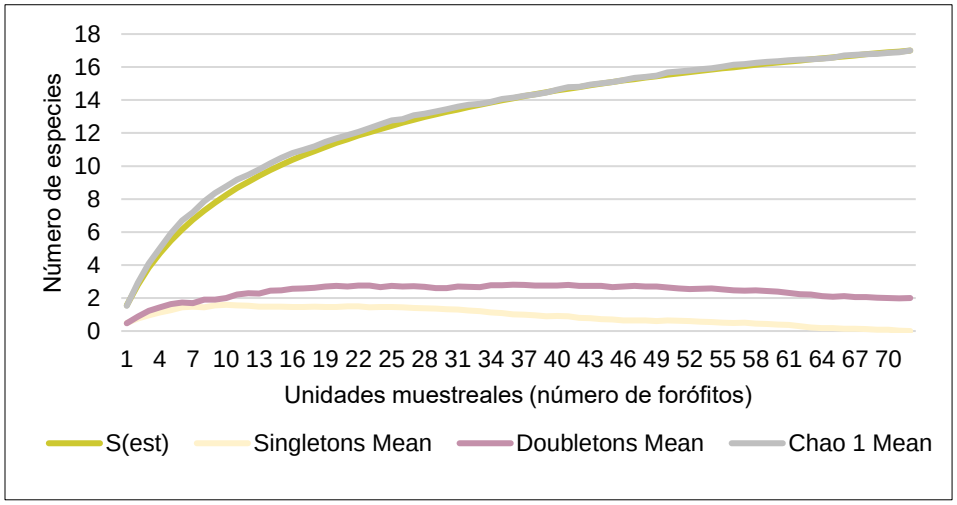


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

Bosque de galería y/o ripario

El esfuerzo de muestreo de las especies vasculares en la cobertura bosque de galería y/o ripario, fue representativo en un 100% para el estimador Chao 1, donde se registraron 17 especies de las 17 estimadas, observando que tiende a estabilizar en una asíntota la curva de acumulación de los estimadores S(est) y Chao 1; en cuanto a las curvas de Singletons y Doubletons, estas curvas registraron cero (0) y dos (2) especies vasculares respectivamente y presentan un comportamiento que tiende a descender, lo que ratifica el buen esfuerzo de muestreo (Figura 5.2-116).

FIGURA 5.2-116 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES VASCULARES EN BOSQUE DE GALERÍA Y/O RIPARIO

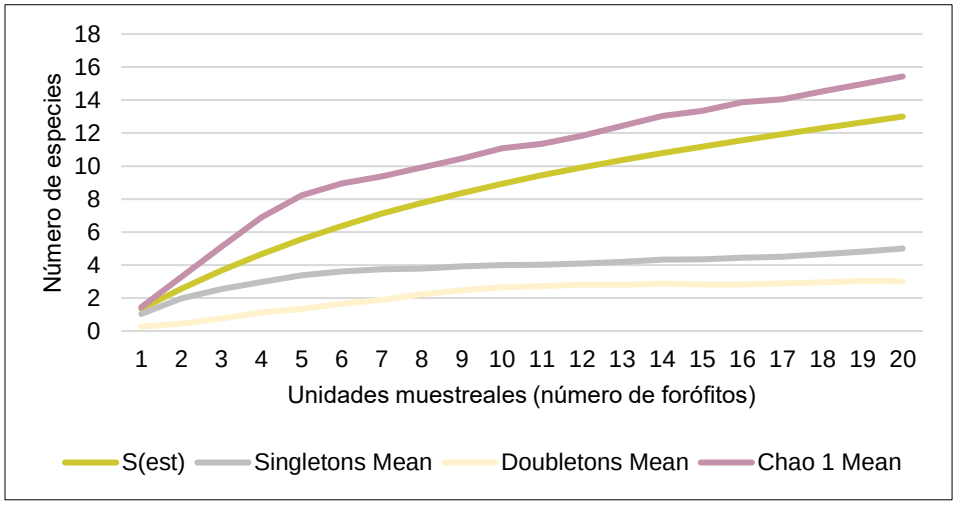


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

Vegetación secundaria alta

El esfuerzo de muestreo de las especies vasculares en la cobertura Vegetación secundaria alta, fue representativo en un 84,3% para el estimador Chao 1, donde se registraron 13 especies de las 15,4 estimadas, además, se observa que no se estabiliza en una asíntota la curva de acumulación de los estimadores S(est) y Chao 1, lo cual se debe a que a pesar de que se caracterizaron un total de 146 unidades muestréales, estas especies se registraron en solo 20 de estas, lo que evidencia una diversidad muy baja de especies en la cobertura; en cuanto a las curvas de Singletons y Doubletons, estas curvas registraron cinco (5) y tres (3) especies vasculares respectivamente y presentan un comportamiento que tiende a estabilizar (Figura 5.2-117).

FIGURA 5.2-117 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES VASCULARES EN VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

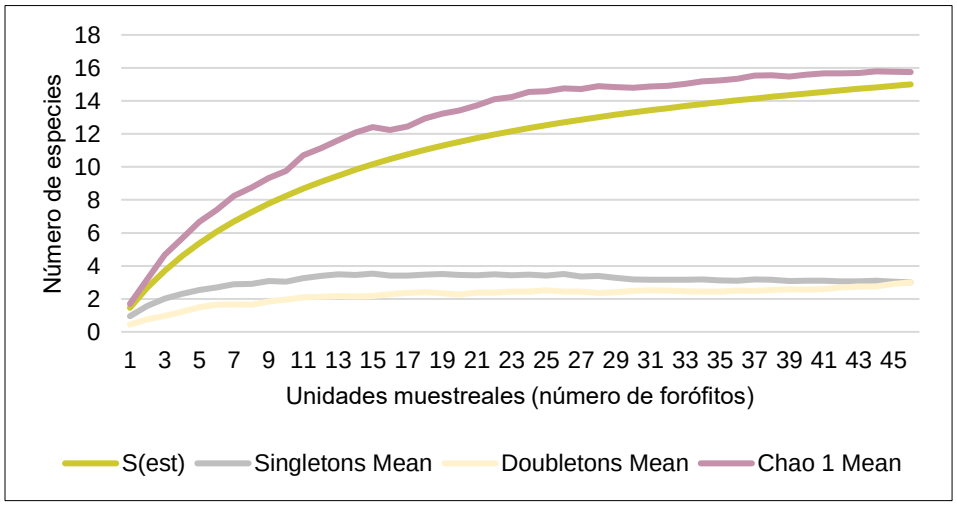


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

Vegetación secundaria baja

El esfuerzo de muestreo de las especies vasculares en la cobertura Vegetación secundaria baja, fue representativo en un 95,3% para el estimador Chao 1, donde se registraron 15 especies de las 15,4 estimadas, observando que tiende a estabilizar en una asíntota la curva de acumulación de los estimadores S(est) y Chao 1; en cuanto a las curvas de Singletons y Doubletons, estas curvas registraron tres (3) especies vasculares cada una y presentan un comportamiento que tiende a descender, lo que ratifica el buen esfuerzo de muestreo (Figura 5.2-118).

FIGURA 5.2-118 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES VASCULARES EN PASTOS ARBOLADOS



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- Análisis de la composición y riqueza de especies vasculares

La composición de las especies vasculares de hábito epífito, rupícola y terrestre que se registraron en las siete (7) coberturas de las ocho (8) caracterizadas en el área de intervención del proyecto, se relaciona en laTabla 5.2-92. Se registraron 29 especies vasculares de hábito epífito y terrestre, representadas en 17 familias, 29 géneros y 892 registros de abundancia.

TABLA 5.2-92 LISTADO DE LAS ESPECIES VASCULARES DE HÁBITO EPÍFITO REGISTRADAS

FAMILIA	ESPECIES VASCULARES	HÁBITO	Rv	Pl	Pa	Pe	Bg	Vsa	Vsb	ABUNDANCIA TOTAL
Apocynaceae	***Funastrum clausum*** (Jacq.) Schltr.	Epífito-Terrestre						2	9	11
	Mandevilla hirsuta (A.Rich.) Malme	Epífito							2	2
	Mesechites trifidus (Jacq.) Müll.Arg.	Epífito							1	1
Araceae	***Anthurium oxybelium*** Schott	Epífito-Terrestre		2	5	2	86	5	5	105
	Monstera adansonii Schott	Epífito	1	19			32			52
Aristolochiaceae	***Aristolochia inflata*** Kunth	Epífito							1	1
Bignoniaceae	***Amphilophium crucigerum*** (L.) L.G.Lohmann	Epífito					3			3
	Bignonia pterocalyx (Sprague ex Urb.) L. G. Lohmann	Epífito-Terrestre			1		6	5	17	29
	Dolichandra unguis-cati (L.) L.G. Lohmann	Epífito		1	9	1	50	3	2	66
Boraginaceae	***Tournefortia bicolor*** Sw.	Epífito							8	8
Bromeliaceae	***Tillandsia flexuosa*** Sw.	Epífito-Terrestre	1	14	118	72	109	2	5	321
Cactaceae	***Hylocereus monacanthus*** (hort. ex Lem.) Britton & Rose	Epífito-Terrestre		14	24		46			84
	Selenicereus monacanthus (Lem.) D.R.Hunt	Terrestre						1		1
Convolvulaceae	***Ipomoea meyeri*** (Spreng.) G. Don	Epífito	1				17	1		19
	Ipomoea sp.	Epífito					3	1	2	6
Cucurbitaceae	***Fevillea cordifolia*** L.	Epífito						5	6	11
	Melothria pendula L.	Epífito					6		4	10
Dioscoreaceae	***Dioscorea pseudorajanioides*** R.Knuth	Epífito			7		7			14
Fabaceae	***Galactia striata*** (Jacq.) Urb.	Epífito					3	2	26	31
Loranthaceae	***Oryctanthus alveolatus*** (Kunth) Kuijt	Epífito		8						8
Malpighiaceae	***Stigmaphyllon dichotomum*** (L.) Griseb.	Epífito			1					1
Orchidaceae	***Brassavola nodosa*** (L.) Lindl.	Epífito			42		13			55
	Encyclia cordigera (Kunth) Dressler	Epífito			6					6
	Oeceoclades maculata (Lindl.) Lindl.	Terrestre					10			10
	Trichocentrum cebolleta (Jacq.) M.W. Chase & N.H. Williams	Epífito						1		1
Phytolaccaceae	***Seguieria macrophylla*** Benth.	Epífito					2	1	21	24

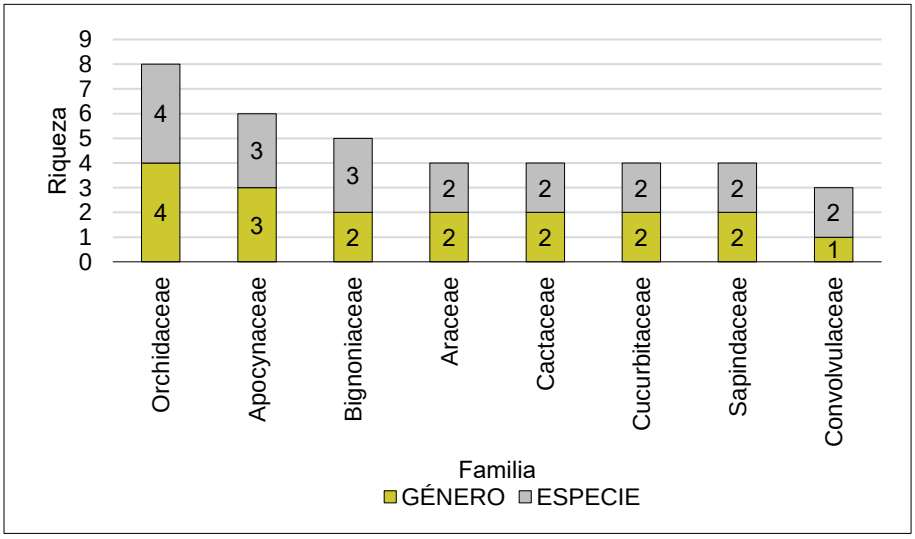
FAMILIA	ESPECIES VASCULARES	HÁBITO	Rv	Pl	Pa	Pe	Bg	Vsa	Vsb	ABUNDANCIA TOTAL
Sapindaceae	***Paullinia cururu*** L.	Epífito						5	1	6
	Serjania rhombea Radlk.	Epífito					4			4
Smilacaceae	***Smilax spinosa*** Mill.	Epífito					2			2
TOTAL	29 ESPECIES	-	3	58	213	75	399	34	110	892

Donde: Rv: Red vial y territorios asociados; Pl: Pastos limpios; Pa: Pastos arbolados; Pe: Pastos enmalezados; Bg: Bosque de galería y/o ripario; Vsa: Vegetación secundaria alta; Vsb: Vegetación secundaria baja.

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

De acuerdo con lo evidenciado en los resultados de la caracterización, se puede observar una alta riqueza de especies vasculares, lo cual se debe a que las epifitas vasculares son el grupo vegetal más conspicuo y diverso de muchos ecosistemas como selvas, bosques e incluso desiertos. Entre las familias más destacadas en las epífitas vasculares se encuentran la familia Bromeliaceae y la familia Orchidaceae, las cuales exhiben gran diversidad de especies, con innumerables adaptaciones ecológicas que las hacen colonizar ambientes muy adversos para otras plantas (Ackerman, 1986; Zotz, 2013) y en el presente estudio, para las coberturas caracterizadas, las familias de especies que presentaron mayor riqueza de especies en el área de influencia del proyecto fueron Orchidaceae, Apocynaceae y Bignoniaceae, con (4) cuatro y tres (3) especies respectivamente (Figura 5.2-119).

FIGURA 5.2-119 RIQUEZA DE GÉNEROS Y ESPECIES VASCULARES POR FAMILIA DEL PROYECTO

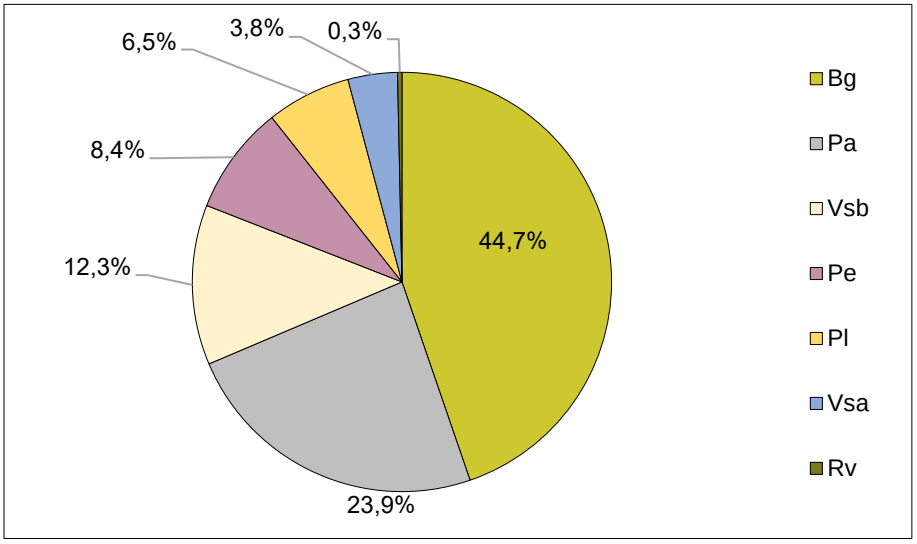


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

En lo relacionado con la abundancia de registros de epífitas vasculares por cobertura caracterizada, la cobertura más representativa fue Bosque de galería y/o ripario (Bg), con 399 registros de abundancia, seguida por Pastos arbolados (Pa), con 213 registros, mientras que las coberturas con menor abundancia de registros correspondieron a

Vegetación secundaria alta (Vsa) y Red vial y territorios asociados (Rv), representadas con 34 y cuatro (4) registros de abundancia respectivamente (). La alta abundancia de especies vasculares en la cobertura de Bosque de galería y/o ripario se debe posiblemente a que la preferencia de las especies vasculares registradas por las condiciones de humedad y sombra que presenta la cobertura.

FIGURA 5.2-120 ABUNDANCIA POR COBERTURA DE LAS ESPECIES VASCULARES DEL ÁREA DEL PROYECTO

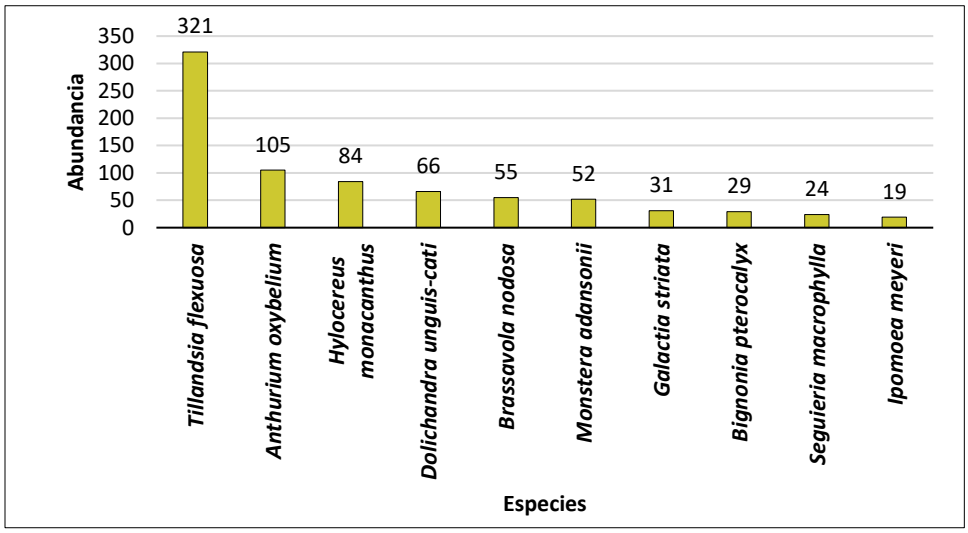


Donde: Rv: Red vial y territorios asociados; Pl: Pastos limpios; Pa: Pastos arbolados; Pe: Pastos enmalezados; Bg: Bosque de galería y/o ripario; Vsa: Vegetación secundaria alta; Vsb: Vegetación secundaria baja.

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

En cuanto a la abundancia de especies vasculares en el área del proyecto (ver Figura 5.16) la bromelia *Tillandsia flexuosa* Sw. (Fotografía 5.1), fue la especie vascular de mayor representatividad, con el 44,7% de la abundancia, seguida por el Anturio *Anthurium oxybelium* Schott (Fotografía 5.2), con el 23,9% de abundancia, mientras que las especies con menor abundancia correspondieron a *Mesechites trifidus* (Jacq.) Müll.Arg., *Aristolochia inflata* Kunth, *Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R.Hunt, *Stigmaphyllon dichotomum* (L.) Griseb., y *Trichocentrum cebolleta* (Jacq.) M.W. Chase & N.H. Williams, representadas con un (1) registro de abundancia cada una.

FIGURA 5.2-121 ABUNDANCIA DE ESPECIES VASCULARES PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- Diversidad

En los siguientes numerales se presenta la diversidad alfa y diversidad beta, se describen la riqueza, abundancia y dominancia de la flora epifita, rupícola y terrestre vascular presente en las 16 coberturas en las cuales se registraron estas especies de las 17 caracterizadas en el área del proyecto.

Diversidad alfa

Se emplearon índices de diversidad alfa para estimar la diversidad de especies no vasculares en las ocho (8) coberturas caracterizadas en el área del proyecto; el índice de Simpson (1-D) y el de Shannon-Wiener (H'), donde el índice de Simpson (1.D) adquiere la tendencia de ser más cercano a cero (0) cuando se presenta mayor dominancia en la muestra estudiada y el índice de Shannon-Wiener contempla valores entre cero cuando hay una sola especie y Ln(S) cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Villarreal et al., 2006).

TABLA 5.2-93 DIVERSIDAD ALFA DE LAS ESPECIES VASCULARES EN EL ÁREA DEL PROYECTO

ÍNDICES	Tud	Rv	Pl	Pa	Pe	Bg	Vsa	Vsb	TODAS LAS COBERTURAS
Ríqueza	0	3	6	9	3	17	13	15	29
Frec./Abund.	0	3	58	213	75	399	34	110	892
Shannon_H	NA	1,10	1,51	1,38	0,19	2,14	2,36	2,25	2,35

ÍNDICES	Tud	Rv	Pl	Pa	Pe	Bg	Vsa	Vsb	TODAS LAS COBERTURAS
Simpson_1-D	NA	0,67	0,76	0,64	0,08	0,84	0,89	0,86	0,83

Donde: Rv: Red vial y territorios asociados; Pl: Pastos limpios; Pa: Pastos arbolados; Pe: Pastos enmalezados; Bg: Bosque de galería y/o ripario; Vsa: Vegetación secundaria alta; Vsb: Vegetación secundaria baja.

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

El índice de dominancia de Simpson (1-D) para las especies vasculares que se obtuvo para las coberturas fue bajo, con 0,83, lo cual se debe a que algunas especies presentaron dominancias marcadas, sin embargo, la mayoría no presento dicha dominancia; en cuanto a la dominancia por cobertura vegetal, la que registro el mayor valor correspondió a pastos enmalezados (Pe) con una dominancia de 0,08. Por su parte, el índice de equidad de Shannon para las especies vasculares presento un valor medio de 2,35, alcanzando el 69,7% de la máxima diversidad estimada por este índice, corroborándolas como coberturas con equidad media bajo los parámetros de diversidad de Shannon. En lo relacionado a las coberturas de manera separada, la cobertura pastos enmalezados (Pe) registro la menor equidad bajo el índice de Shannon, con un valor de 0,19, alcanzando el 17,6% de la máxima diversidad esperada bajo este índice (Tabla 5.2-93).

Diversidad beta

Horizontal

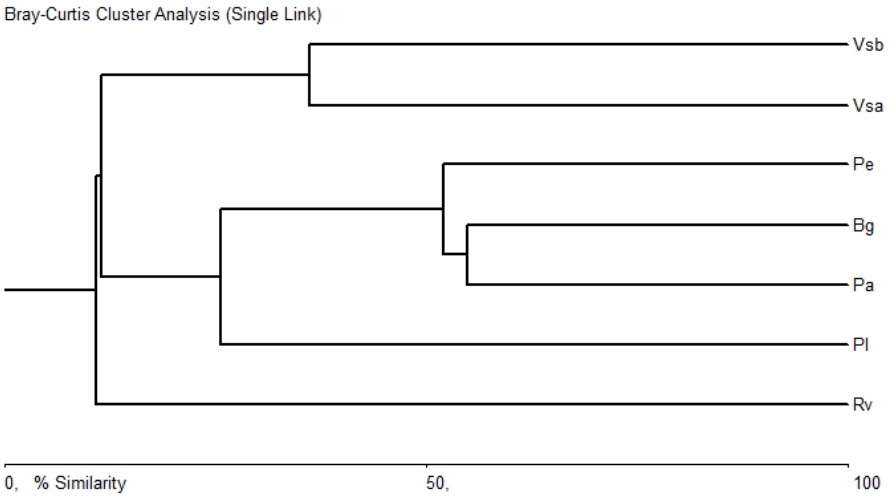
En cuanto al cálculo de la diversidad beta horizontal (β), es decir, el recambio de las especies vasculares en las coberturas caracterizadas, esta se estimó por medio del índice de Bray-Curtis, donde se evidenció que las coberturas más similares fueron ; Bg: Bosque de galería y/o ripario (Bg) y Pastos arbolados (Pa), con una similitud del 54,9%, clúster al cual se une la cobertura Pastos enmalezados (Pe), con un 52,1% de similitud (Tabla 5.2-93 y Figura 5.2-122).

TABLA 5.2-94 DIVERSIDAD BETA DE LAS ESPECIES VASCULARES EN EL ÁREA DEL PROYECTO

COBERTURA	Rv	Pl	Pa	Pe	Bg	Vsa	Vsb
Rv	*	6,6	0,9	2,6	1,5	10,8	1,8
Pl	*	*	22,9	25,6	21,9	10,9	9,5
Pa	*	*	*	52,1	54,9	8,9	8,0
Pe	*	*	*	*	31,6	9,2	8,6
Bg	*	*	*	*	*	9,2	11,4
Vsa	*	*	*	*	*	*	36,1
Vsb	*	*	*	*	*	*	*

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

FIGURA 5.2-122 DENDROGRAMA DE LA DIVERSIDAD BETA HORIZONTAL DE LAS ESPECIES VASCULARES EN EL ÁREA DEL PROYECTO



Donde: Rv: Red vial y territorios asociados; Pl: Pastos limpios; Pa: Pastos arbolados; Pe: Pastos enmalezados; Bg: Bosque de galería y/o ripario; Vsa: Vegetación secundaria alta; Vsb: Vegetación secundaria baja.

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

Vertical

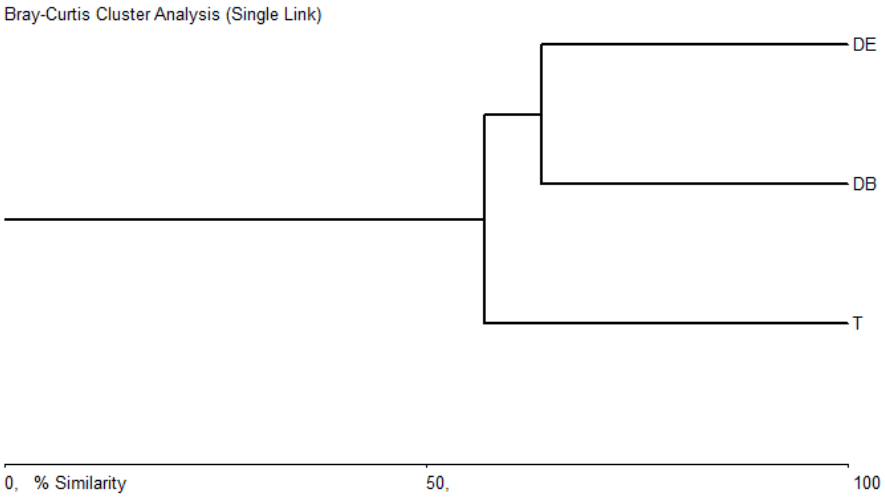
Por su parte, el cálculo de la diversidad beta vertical (β) en el área de influencia del proyecto, es decir, el recambio de las especies vasculares registradas en los estratos verticales de los forófitos muestreados (Tronco-T, Dosel bajo-DB, Dosel medio-DM y Dosel externo-DE), se estimó por medio del índice de Bray-Curtis, arrojando como resultado que una similitud entre los estratos dosel bajo y dosel externo, del 63,7%, similitud a la cual se suma el estrato tronco, con unas similitud al dosel bajo del 56,9% (Tabla 5.4 y Figura 5.18). Cabe aclarar que no se registraron especies en el estrato dosel medio, pese a que también fue caracterizado.

TABLA 5.2-95 DIVERSIDAD BETA VERTICAL DE LAS ESPECIES VASCULARES EN EL ÁREA DEL PROYECTO

ESTRATO	T	DB	DE
T	*	56,9	27,5
DB	*	*	63,7
DE	*	*	*

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

FIGURA 5.2-123 DENDROGRAMA DE LA DIVERSIDAD BETA VERTICAL DE LAS ESPECIES VASCULARES EN EL ÁREA DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

Preferencia de forófitos

Dentro del análisis de preferencia de forófitos de las especies epífitas vasculares, en los árboles hospederos del área del proyecto, correspondientes a 43 especies arbóreas y arbustivas que las albergaron (Tabla 5.2-96), sobresalieron cuatro (4) especie de forófitos por su mayor abundancia de registros y riqueza de especies epífitas vasculares, estos hospederos con mayor preferencia para el establecimiento de epífitas vasculares fueron ***Crescentia cujete*** L., con el 19,6% de abundancia y ocho (8) especies, seguido por ***Guazuma ulmifolia*** Lam., con el 14,2% de abundancia y 14 especies, en tercer lugar, ***Sterculia apetala*** Jacq. H.Karst., con 11,7% de la abundancia y seis (6) especies y en cuarto lugar, la especie ***Cordia dentata*** Poir., con 8,4% de la abundancia y 11 especies.

TABLA 5.2-96 PREFERENCIA DE FORÓFITO PARA LAS ESPECIES VASCULARES DE HABITO EPÍFITO EN EL ZHTMMDM DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

ESPECIES FORÓFITO	RIQUEZA DE ESPECIES	ABUNDANCIA	% DE ABUNDANCIA
Crescentia cujete L.	8	169	19,6
Guazuma ulmifolia Lam.	14	122	14,2
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	6	101	11,7
Cordia dentata Poir.	11	72	8,4
Samanea saman (Jacq.) Merr.	6	52	6,0
Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.	7	35	4,1
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	10	27	3,1
Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	5	23	2,7
Acacia polyphylla DC.	2	20	2,3
Astronium graveolens Jacq.	4	18	2,1
Pereskia guamacho F.A.C.Weber	4	16	1,9
Vitex cymosa Bertero ex Spreng.	3	16	1,9

ESPECIES FORÓFITO	RIQUEZA DE ESPECIES	ABUNDANCIA	% DE ABUNDANCIA
Lecythis minor Jacq.	4	15	1,7
Piptadenia sp.	5	15	1,7
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose	3	12	1,4
Hura crepitans L.	4	11	1,3
Cordia collococca L.	2	10	1,2
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	5	10	1,2
Psidium guajava L.	2	10	1,2
Hesperomeles spp.	4	10	1,2
Pseudosamanea guachapele (Kunth) Dugand	6	9	1,0
Coccoloba spp. P.Browne	2	8	0,9
Cordia tetrandra. Aubl.	1	8	0,9
Melicoccus bijugatus Jacq.	2	8	0,9
Crateva tapia L.	3	7	0,8
Lecythis tuyrana Pittier	1	6	0,7
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	3	6	0,7
Ardisia sp.	1	6	0,7
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	3	5	0,6
Handroanthus ochracea (Cham.) Standl.	2	5	0,6
Tabebuia rosea (Bertol.) DC.	3	5	0,6
Vachellia farnesiana (L.) Wight & Arn.	3	5	0,6
Lonchocarpus sp.	2	5	0,6
Agonandra brasiliensis Benth. & Hook. f.	2	2	0,2
Bravaisia integerrima (Spreng.) Standl.	1	2	0,2
Machaerium aff floridum (Mart. ex Benth.) Ducke.	2	2	0,2
Randia armata (Sw.) DC	1	2	0,2
Buchenavia aff. ***tetraphylla*** (Aubl.) R. Howard.	1	1	0,1
Bunchosia aff nitida (Jacq.) DC.	1	1	0,1
Cordia lucidula I.M. Johnst	1	1	0,1
Crudia aff. ***bracteata*** Benth.	1	1	0,1
Pithecellobium lanceolatum Mart	1	1	0,1
Terminalia buceras (L.) C.Wright	1	1	0,1

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

➢ Especies no vasculares

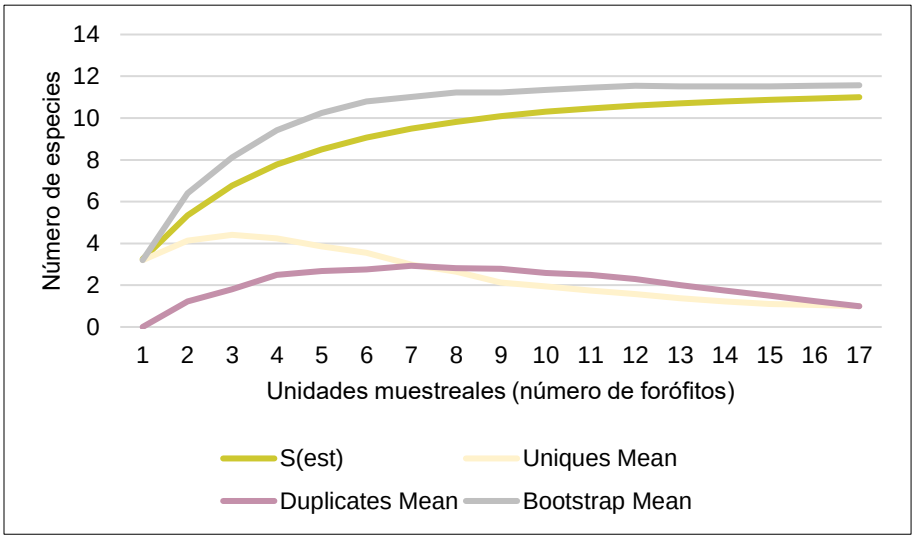
- Representatividad del muestreo-Curvas de acumulación de especies no vasculares

Tejido urbano discontinuo

El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la cobertura tejido urbano discontinuo, fue representativo en un 95% para el estimador Bootstrap, donde se registraron 11 especies de las 11,5 estimadas, observando cómo se estabilizan en una asíntota en la curva de acumulación los estimadores S(est), el cual corresponde a las especies registradas y Bootstrap; en cuanto a las curvas de Uniques y Duplicates (aquellas especies que se registraron solo en una o dos muestras respectivamente), estas curvas registraron

una (1) especie no vascular cada una y se estabilizan, lo que ratifica el buen esfuerzo de muestreo (Figura 5.2-124).

FIGURA 5.2-124 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES NO VASCULARES EN TEJIDO URBANO DISCONTINUO

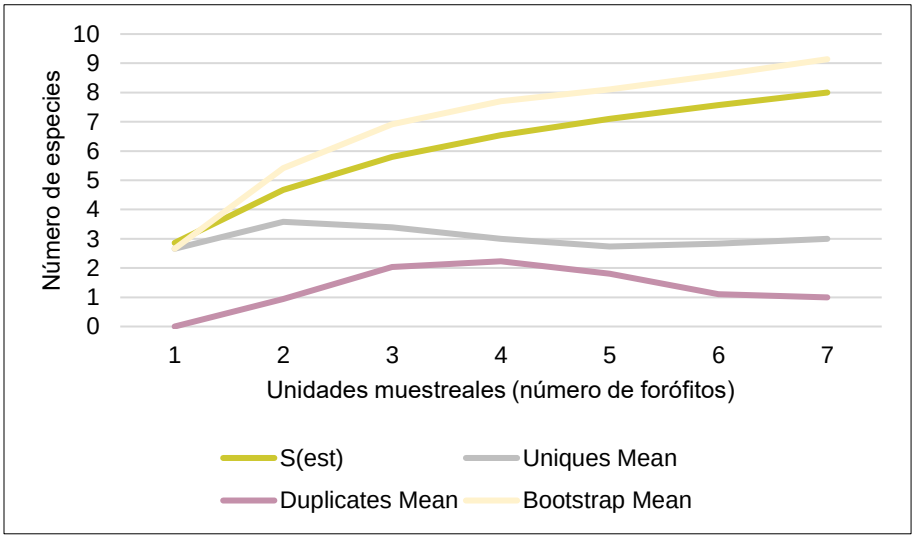


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

Red vial y territorios asociados

El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la cobertura Red vial y territorios asociados, fue representativo en un 87% para el estimador Bootstrap, donde se registraron ocho (8) especies de las 9,1 estimadas, observando que tienden a estabilizan en una asíntota en la curva de acumulación los estimadores S(est) y Bootstrap; en cuanto a las curvas de Uniques y Duplicates, estas curvas registraron tres (3) y una (1) especie no vascular respectivamente y se estabilizan, lo que ratifica el buen esfuerzo de muestreo (Figura 5.2-125).

FIGURA 5.2-125 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES VASCULARES EN RED VIAL Y TERRITORIOS ASOCIADOS

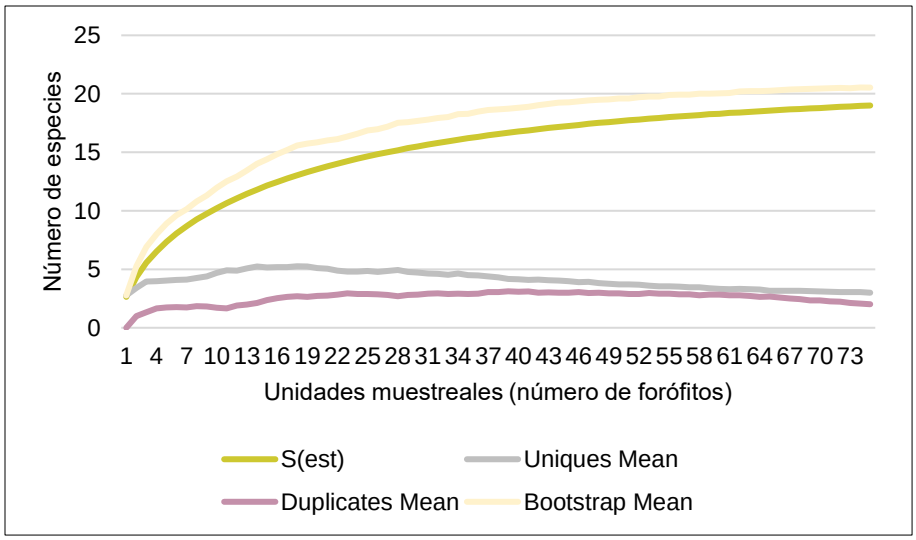


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

Pastos limpios

El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la cobertura Pastos limpios, fue representativo en un 92,5% para el estimador Bootstrap, donde se registraron 19 especies de las 20,5 estimadas, observando que tienden a estabilizan en una asíntota en la curva de acumulación los estimadores S(est) y Bootstrap; en cuanto a las curvas de Uniques y Duplicates, estas curvas registraron tres (3) y dos (2) especies no vasculares respectivamente y se estabilizan, lo que ratifica el buen esfuerzo de muestreo (Figura 5.2-126).

FIGURA 5.2-126 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES NO VASCULARES EN PASTOS LIMPIOS

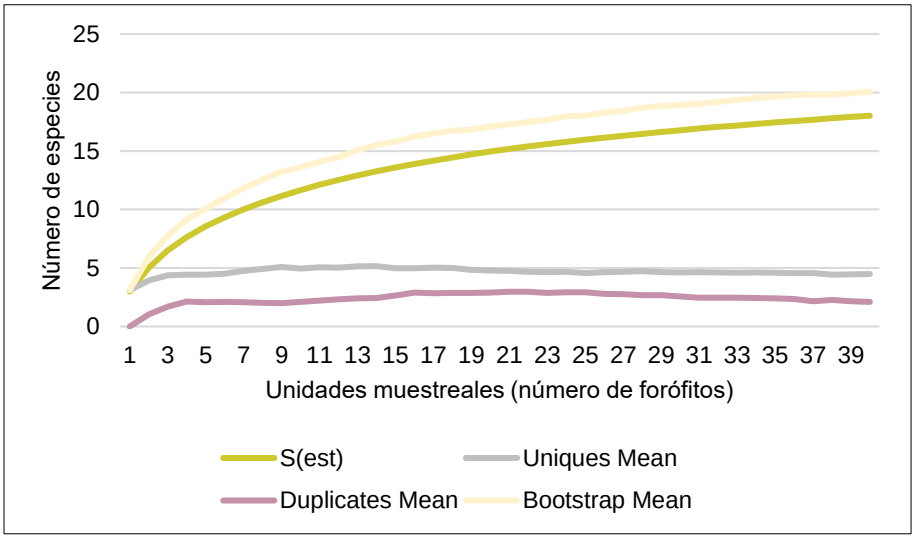


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

Pastos arbolados

El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la cobertura Pastos arbolados, fue representativo en un 91,9% para el estimador Bootstrap, donde se registraron 22 especies de las 23,9 estimadas, observando que tienden a estabilizan en una asíntota en la curva de acumulación los estimadores S(est) y Bootstrap; en cuanto a las curvas de Uniques y Duplicates, estas curvas registraron cuatro (4) y tres (3) especies no vasculares respectivamente y se estabilizan, lo que ratifica el buen esfuerzo de muestreo (Figura 5.2-127).

FIGURA 5.2-127 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES NO VASCULARES EN PASTOS ARBOLADOS

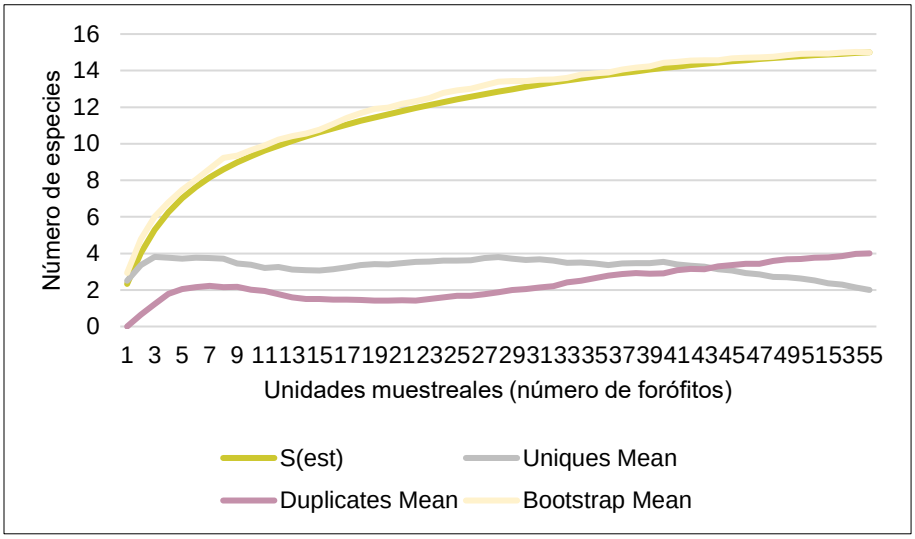


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

Pastos enmalezados

El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la cobertura Pastos enmalezados, fue representativo en un 91,8% para el estimador Bootstrap, donde se registraron 15 especies de las 16,3 estimadas, observando que tienden a estabilizan en una asíntota en la curva de acumulación los estimadores S(est) y Bootstrap; en cuanto a las curvas de Uniques y Duplicates, estas curvas registraron dos (2) y cuatro (4) especies no vasculares respectivamente y se estabilizan, lo que ratifica el buen esfuerzo de muestreo (Figura 5.2-128).

FIGURA 5.2-128 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES NO VASCULARES EN PASTOS ENMALEZADOS

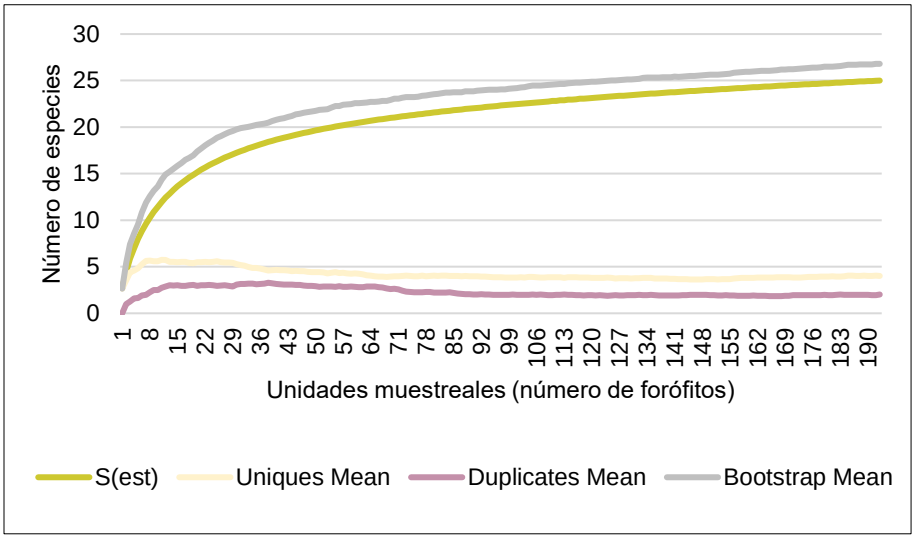


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

Bosque de galería y/o ripario

El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la cobertura Bosque de galería y/o ripario, fue representativo en un 93,3% para el estimador Bootstrap, donde se registraron 25 especies de las 26,8 estimadas, observando que tienden a estabilizan en una asíntota en la curva de acumulación los estimadores S(est) y Bootstrap; en cuanto a las curvas de Uniques y Duplicates, estas curvas registraron cuatro (4) y dos (2) especies no vasculares respectivamente y se estabilizan, lo que ratifica el buen esfuerzo de muestreo (Figura 5.2-129).

FIGURA 5.2-129 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES NO VASCULARES EN BOSQUE DE GALERÍA Y/O RIPARIO

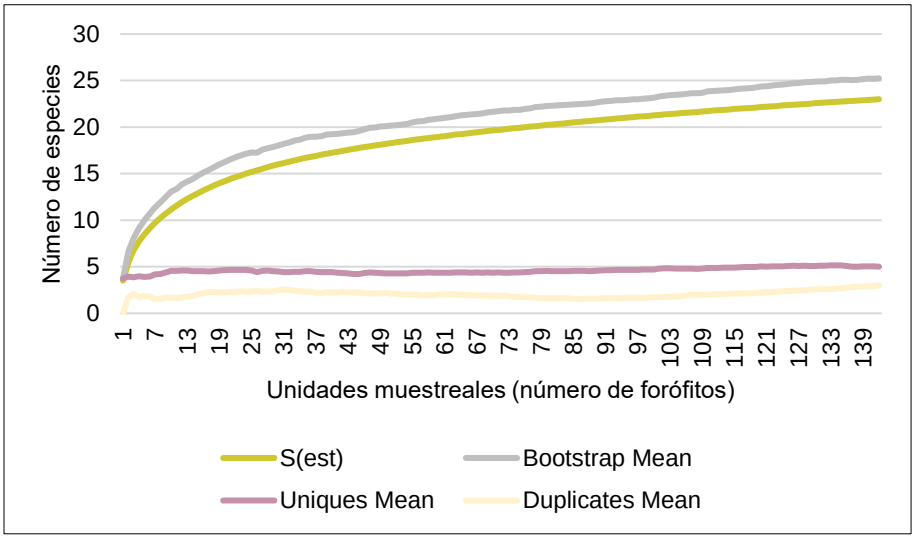


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

Vegetación secundaria alta

El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la cobertura Vegetación secundaria alta, fue representativo en un 91,1% para el estimador Bootstrap, donde se registraron 23 especies de las 25,2 estimadas, observando que tienden a estabilizan en una asíntota en la curva de acumulación los estimadores S(est) y Bootstrap; en cuanto a las curvas de Uniques y Duplicates, estas curvas registraron cinco (5) y tres (3) especies no vasculares respectivamente y se estabilizan, lo que ratifica el buen esfuerzo de muestreo (Figura 5.2-130).

FIGURA 5.2-130 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES NO VASCULARES EN VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA

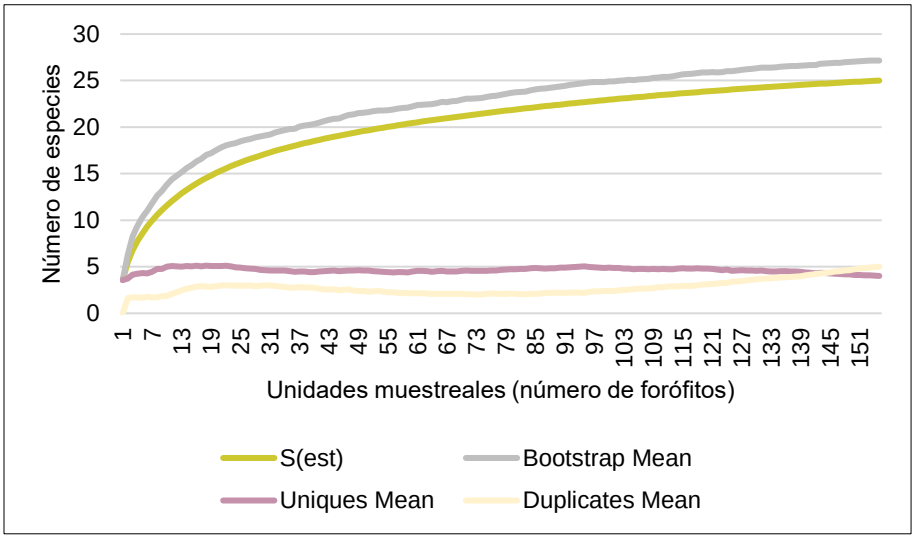


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

Vegetación secundaria baja

El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la cobertura Bosque de galería y/o ripario, fue representativo en un 92,1% para el estimador Bootstrap, donde se registraron 25 especies de las 27,1 estimadas, observando que tienden a estabilizan en una asíntota en la curva de acumulación los estimadores S(est) y Bootstrap; en cuanto a las curvas de Uniques y Duplicates, estas curvas registraron cuatro (4) y cinco (5) especies no vasculares respectivamente y se estabilizan, lo que ratifica el buen esfuerzo de muestreo (Figura 5.2-129).

FIGURA 5.2-131 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES NO VASCULARES EN VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA

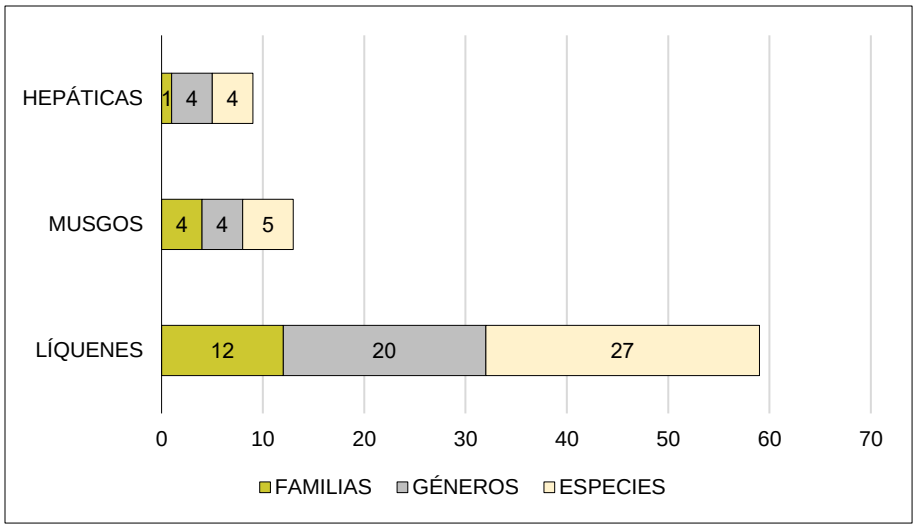


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

- Análisis de la composición y riqueza de especies no vasculares

La composición de especies no vasculares para las ocho (8) coberturas caracterizadas en el área del proyecto estuvo representada por 36 especies, con un total de 120.605 registros de abundancia (cobertura en cm^2) (Figura 5.2-132). De los tres (3) grupos registrados, el grupo de mayor riqueza de las especies no vasculares fue el de los Líquenes con 12 familias, 20 géneros y 27 especies, seguido por los musgos, representados por cuatro (4) familias, cuatro (4) géneros y cinco (5) especies y por ultimo las hepáticas, representadas con una (1) familia, cuatro (4) géneros y cuatro (4) especies.

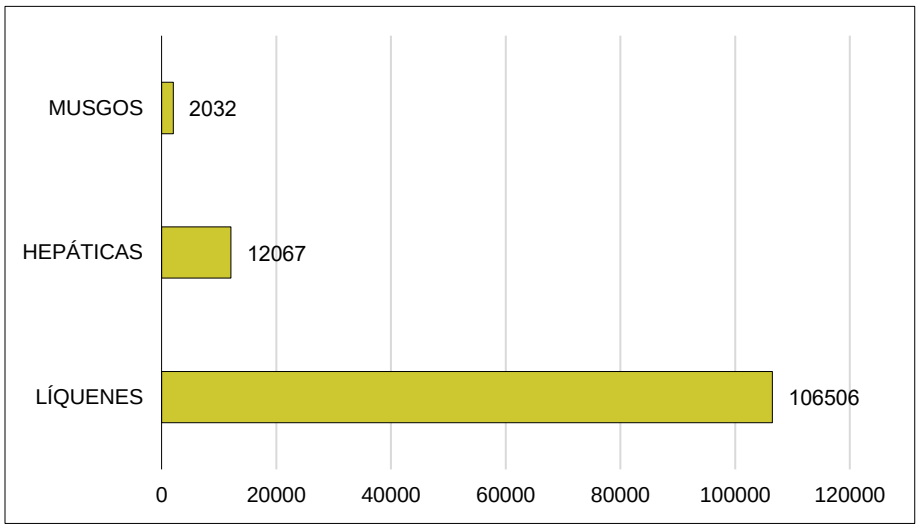
FIGURA 5.2-132 RIQUEZA DE ESPECIES NO VASCULARES POR TIPO DE ORGANISMO



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

En cuanto a la frecuencia de especies no vasculares, en las ocho (8) coberturas del área del proyecto caracterizadas se obtuvieron una abundancia total de 120.605 cm^2 de cobertura, de estos, los líquenes fueron los más representativos, con una frecuencia de 1.710 registros, mientras que las hepáticas, estuvieron representadas con 267 registros de frecuencia y los musgos por 112 registros (Figura 5.2-133).

FIGURA 5.2-133 FRECUENCIA DE ESPECIES NO VASCULARES POR TIPO DE ORGANISMO EN EL ÁREA DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

La composición florística de las especies no vasculares en veda de hábito epífito, rupícola y terrestre en las ocho (8) coberturas del área del proyecto caracterizada, correspondió a 36 especies, 28 géneros, 17 familias y 120.605 registros de abundancia (cobertura en cm^2), donde domino el grupo de los líquenes, con 27 especies y 106.505 registros de abundancia (Tabla 5.2-97).

TABLA 5.2-97 ESPECIES NO VASCULARES DE HÁBITO EPÍFITO REGISTRADAS

T.O	FAMILIA	ESPECIE NO VASCULARES	HÁBITO	Tud	Rv	Pl	Pa	Pe	Bg	Vsa	Vsb	COBERTURA (cm²)
Hepática	Lejeuneaceae	***Cololejeunea*** sp.	Epífito-Terrestre						480	14	66	560
		Cyclolejeunea sp.	Epífito				67		449			516
		Lejeunea sp.	Epífito				56				24	80
		Myriocoleopsis minutissima (Sm.) R.L.Zhu, Y.Yu & Pócs	Epífito-Terrestre						10571		340	10911
Liquen	Arthoniaceae	***Arthonia atra*** (Pers.) A. Schneid.	Epífito-Terrestre	99		1311	1414	602	3022	1859	2544	10851
		Coniocarpon cinnabarinum DC.	Epífito			179	728		223	308	191	1629
		Cryptothecia cf. ***striata*** G. Thor	Epífito	13		146	953	255	244	1742	1434	4787
		Cryptothecia striata G. Thor	Epífito-Terrestre	565	242	3362	4757	1278	12593	4082	6919	33798
		Helminthocarpon leprevostii Fée	Epífito				43					43
	Caliciaceae	***Pyxine subcinerea*** Stirt.	Epífito-Terrestre			109	20		2260	226	633	3248
	Chrysotrichaceae	***Chrysothrix xanthina*** (Vain.) Kalb	Epífito-Terrestre	40		263	282			279	228	1092
	Coenogoniaceae	***Coenogonium*** sp.	Epífito-Terrestre						50	12		62
	Graphidaceae	***Graphis consanguinea*** (Müll. Arg.) Lücking	Epífito	93		34	57	13	37	147	251	632
		Graphis glaucescens Fée	Epífito	133	92	1908	2221	1526	170	668	281	6999
		Graphis paraserpens Lizano & Lücking	Epífito			160	19			10		189
		Graphis sp.	Epífito-Terrestre			419	173	29	225	231	219	1296
		Leucodecton occultum (Eschw.) Frisch	Epífito			919	558	233		60	191	1961
	incertae-sedis	***Synarthonia*** sp.	Epífito			280	360	100		10		750
	Physciaceae	***Heterodermia albicans*** (Pers.) Swinscow & Krog.	Epífito		200	520	1290	2678	632	181	415	5916
		Physcia atrostriata Moberg	Epífito-Terrestre	301	238	4128	3888	1399	1618	1018	1015	13605
	Porinaceae	***Porina distans*** Venzda & Vivant	Epífito-Terrestre	14					2841		30	2885
	Pyrenulaceae	***Pyrenula*** sp.	Epífito								37	37
		Pyrenula ochraceoflava (Nyl.) R. C. Harris	Epífito-Terrestre		138	150	168	263	198	83	134	1134
		Pyrenula sexlocularis (Nyl.) Müll.Arg.	Epífito-Terrestre				8		638	13	117	776
	Ramalinaceae	***Bacidia medialis*** (Tuck.) Zahlbr.	Epífito-Terrestre	168	25	357	642	815	1151	2445	3350	8953
		Phyllopsora parvifolia (Pers.) Müll.Arg.	Epífito					32	2789		106	2927

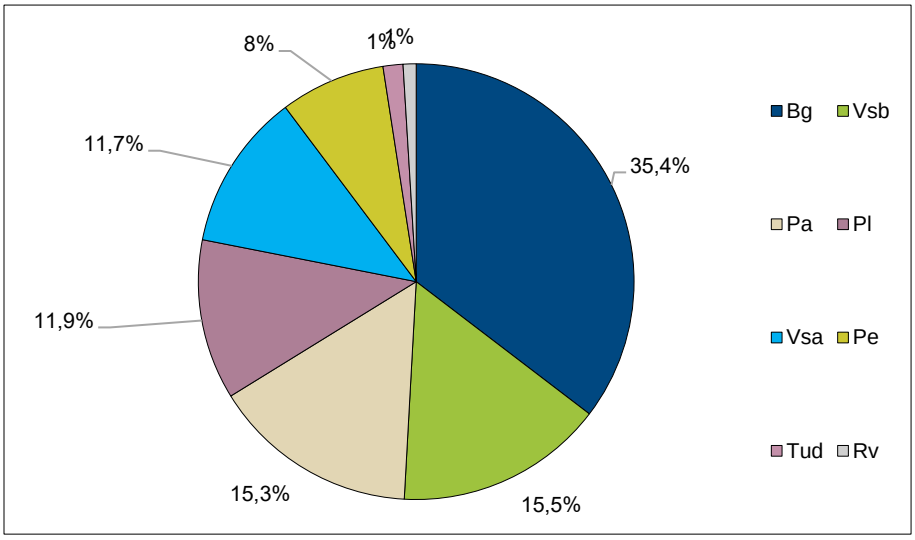
T.O	FAMILIA	ESPECIE NO VASCULARES	HÁBITO	Tud	Rv	Pl	Pa	Pe	Bg	Vsa	Vsb	COBERTURA (cm²)
	Teloschistaceae	***Caloplaca epiphora*** (Taylor) C.W.Dodge	Epífito			10						10
	Trypetheliaceae	***Astrothelium*** sp.	Epífito							80		80
		Polymeridium sp.	Epífito				55		915		21	991
		Pseudopyrenula diluta (Fée) Müll. Arg.	Epífito	304	114		730	125		488	43	1804
		Pseudopyrenula sp.	Epífito			35					16	51
Musgo	Calymperaceae	***Calymperes afzelii*** Sw.	Epífito						400			400
		Calymperes *cf.* ***afzelii*** Sw.	Terrestre	54	113	43		63	333	106	83	795
	Ditrichaceae	***Ceratodon purpureus*** (Hedw.) Brid.	Terrestre						30	7		37
	Octoblepharaceae	***Octoblepharum albidum*** Hedwig	Epífito						400			400
	Stereophyllaceae	***Entodontopsis leucostega*** (Brid.) W.R.Buck & R.R.Ireland	Epífito						400			400
Total	**21 Familias**	**36 Especies**	**-**	**1784**	**1162**	**14333**	**18489**	**9411**	**42669**	**14069**	**18688**	**120605**

Donde: Tud: Tejido urbano discontinuo; Rv: Red vial y territorios asociados; Pl: Pastos limpios; Pa: Pastos arbolados; Pe: Pastos enmalezados; Bg: Bosque de galería y/o ripario; Vsa: Vegetación secundaria alta; Vsb: Vegetación secundaria baja

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

En lo relacionado con la frecuencia de registros de epífitas no vasculares por cobertura caracterizada, la cobertura más representativa Bosque de galería y/o ripario (Bg) con 42.669 registros de abundancia (cobertura en cm^2), que representaron el 35,4% de la abundancia total, seguida por Vegetación secundaria baja (Vsb) con 18.688 registros, representando el 15,5% y Pastos arbolados (Pa) con 18.489 registros, es decir, el 15,3% (Figura 5.2-134).

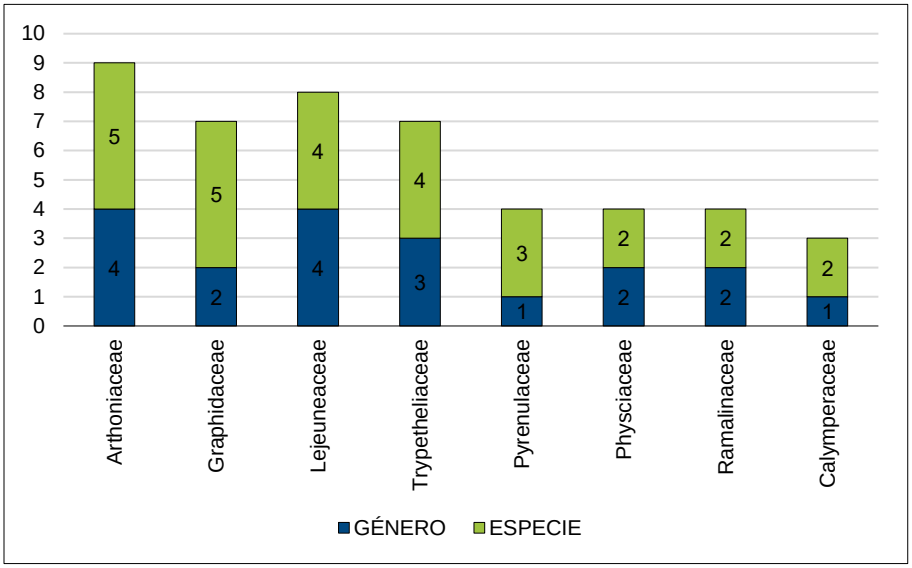
FIGURA 5.2-134 FRECUENCIA DE ESPECIES NO VASCULARES POR COBERTURA EN EL ÁREA DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

Las familias que presentaron mayor riqueza de especies fueron la familia de líquenes Arthoniaceae y Graphidaceae, con cinco (5) especies cada una, seguidas por la familia de hepáticas Lejeuneaceae y de líquenes Trypetheliaceae representadas en el área por cuatro (4) especies cada una y le sigue la familia de líquenes Pyrenulaceae, con tres (3) especies (Figura 5.2-135).

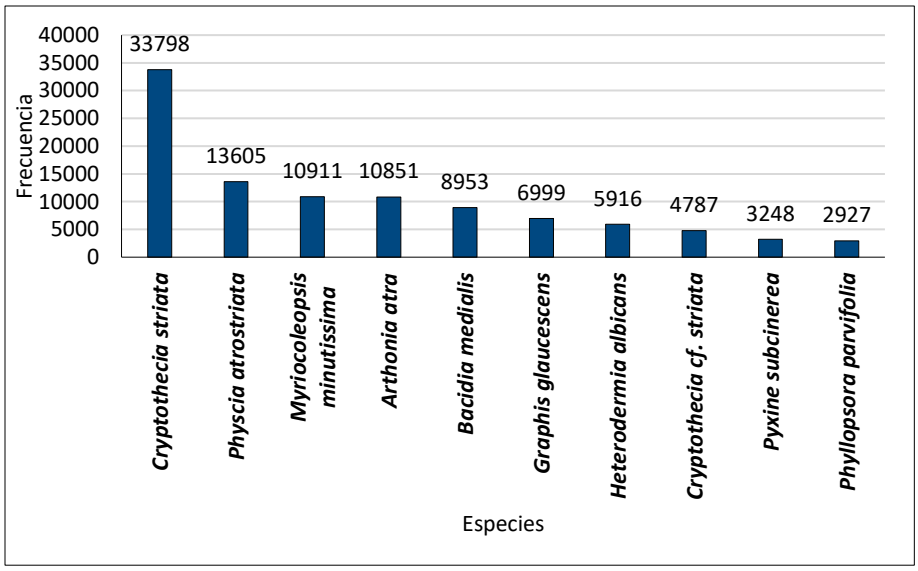
FIGURA 5.2-135 RIQUEZA DE ESPECIES NO VASCULARES POR FAMILIA EN EL ÁREA DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

Con respecto a la frecuencia de las especies no vasculares, el mayor valor lo obtuvo el líquen ***Cryptothecia striata*** G. Thor, con el 28% de la abundancia total, seguido por los también líquenes ***Physcia atrostriata*** Moberg, con el 11,3% de la abundancia, ***Myriocoleopsis minutissima*** (Sm.) R.L.Zhu, Y.Yu & Pócs (Fotografía 5.105), con el 9% y ***Arthonia atra*** (Pers.) A. Schneid., con el 9% de abundancia (Fotografía 5.106). Por otra parte, la especie con menor abundancia correspondió a ***Caloplaca epiphora*** (Taylor) C.W.Dodge, con apenas 10 cm^2 de cobertura (abundancia) (Figura 5.2-136).

FIGURA 5.2-136 FRECUENCIA DE ESPECIES NO VASCULARES EN EL ÁREA DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

- Diversidad

Diversidad alfa

Se emplearon índices de diversidad alfa para estimar la diversidad de especies no vasculares en las ocho (8) coberturas caracterizadas en el área del proyecto.

TABLA 5.2-98 DIVERSIDAD ALFA DE LAS ESPECIES NO VASCULARES EN EL ÁREA DEL PROYECTO

ÍNDICES	Tud	Rv	Pl	Pa	Pe	Bg	Vsa	Vsb	TODAS LAS COBERTURAS
Ríqueza	11	8	19	22	15	25	23	25	36
Frec./Abund.	1784	1162	14333	18489	9411	42669	14069	18688	120605
Shannon_H	1,96	1,95	2,12	2,28	2,07	2,26	2,19	2,10	2,58
Simpson_1-D	0,82	0,85	0,83	0,86	0,84	0,83	0,84	0,80	0,88

Donde: Tud: Tejido urbano discontinuo; Rv: Red vial y territorios asociados; Pl: Pastos limpios; Pa: Pastos arbolados; Pe: Pastos enmalezados; Bg: Bosque de galería y/o ripario; Vsa: Vegetación secundaria alta; Vsb: Vegetación secundaria baja

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

El índice de dominancia de Simpson (1-D) de las especies no vasculares al totalizar las ocho (8) coberturas caracterizadas fue bajo con un valor de 0,88, es decir, cercano a uno, debido a que se registraron especies con frecuencias similares de registro, sin dominancias marcadas. Por su parte, el índice de equidad de Shannon alcanzó el mayor valor para la cobertura Pastos arbolados (Pa), con un valor de 2,28, ratificándola como la cobertura con la mayor equidad bajo los parámetros de este índice, alcanzando el 73,6% de la máxima diversidad esperada para esta cobertura; por su parte, la cobertura de Red vial y territorios

asociados (Rv) presentó el menor valor para este índice, con 1,95, alcanzando el 93,5% de la máxima diversidad esperada para esta cobertura bajo este índice (Tabla 5.32).

Diversidad beta

Horizontal

En cuanto al cálculo de la diversidad beta horizontal (β), es decir, el recambio de las especies no vasculares en las ocho (8) coberturas en las cuales se registraron dichas especies en el área del proyecto, los resultados mostraron que las coberturas con mayor similitud fueron Pastos arbolados (Pa) y Pastos limpios (Pl), con una similitud del 80,2%, a este clúster se une un segundo clúster entre las coberturas Vegetación secundaria alta (Vsa) y Vegetación secundaria baja (Vsb), con el 77% de similitud (Tabla 5.2-98).

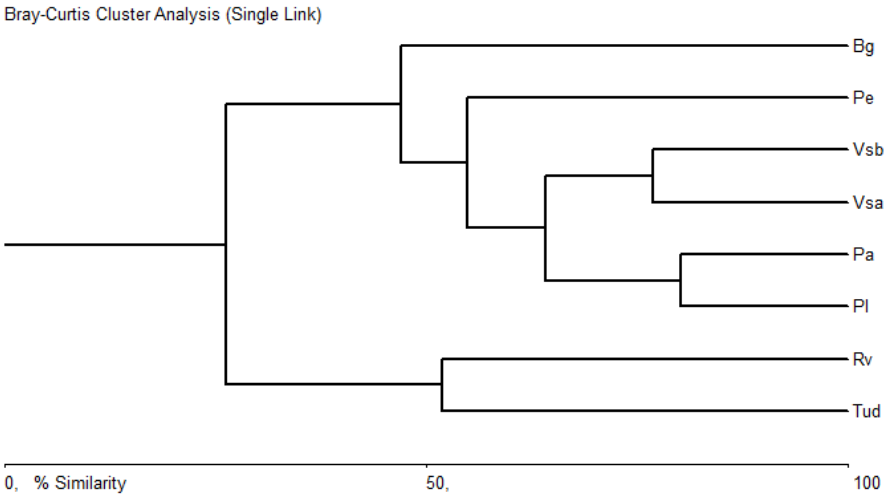
TABLA 5.2-99 DIVERSIDAD BETA HORIZONTAL DE LAS ESPECIES NO VASCULARES EN EL ÁREA DEL PROYECTO

COBERTURA	Tud	Rv	Pl	Pa	Pe	Bg	Vsa	Vsb
Tud	*	51,9	17,3	16,6	26,3	6,2	22,3	14,9
Rv	*	*	12,6	10,7	21,0	4,8	14,2	10,6
Pl	*	*	*	80,2	53,9	28,9	56,8	48,7
Pa	*	*	*	*	54,9	33,4	64,2	56,8
Pe	*	*	*	*	*	21,0	44,3	36,8
Bg	*	*	*	*	*	*	34,0	47,1
Vsa	*	*	*	*	*	*	*	77,0
Vsb	*	*	*	*	*	*	*	*

Donde: Tud: Tejido urbano discontinuo; Rv: Red vial y territorios asociados; Pl: Pastos limpios; Pa: Pastos arbolados; Pe: Pastos enmalezados; Bg: Bosque de galería y/o ripario; Vsa: Vegetación secundaria alta; Vsb: Vegetación secundaria baja

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

FIGURA 5.2-137 DENDROGRAMA DE LA DIVERSIDAD BETA HORIZONTAL DE LAS ESPECIES NO VASCULARES EN EL ÁREA DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

Vertical

Por su parte, el cálculo de la diversidad beta vertical (β) en el área del proyecto, es decir, el recambio de las especies no vasculares registradas en los estratos verticales de los forófitos muestreados (Tronco-T, Dosel bajo-DB y Dosel medio-DM), se estimó por medio del índice de Bray-Curtis, arrojando como resultado que una similitud entre los estratos dosel bajo y dosel medio, del 92,3% (Tabla 5.2-100 y

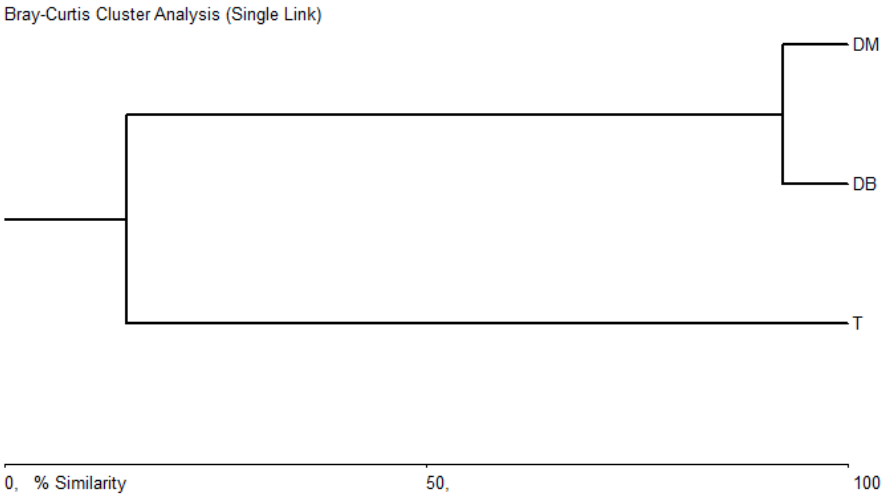
Figura 5.2-138).

TABLA 5.2-100 DIVERSIDAD BETA VERTICAL DE LAS ESPECIES NO VASCULARES EN EL ÁREA DEL PROYECTO

ESTRATO	T	DB	DM
T	*	14,2	14,5
DB	*	*	92,3
DM	*	*	*

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

FIGURA 5.2-138 DENDROGRAMA DE LA DIVERSIDAD BETA VERTICAL DE LAS ESPECIES NO VASCULARES EN EL ÁREA DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023.

Preferencia de forófitos

Dentro del análisis de preferencia de forófito de las especies epífitas no vasculares, en los árboles hospederos muestreados en las ocho (8) coberturas vegetales (Tabla 5.2-101), correspondientes a 83 especies arbóreas y arbustivas que albergaron las especies epífitas no vasculares, sobresalieron tres (3) especies de forófitos por su mayor frecuencia de registros, estos hospederos con mayor preferencia para el establecimiento de epífitas no vasculares fueron ***Guazuma ulmifolia*** Lam., con el 22,52% de frecuencia, es decir, 26.944 cm^2 y 22 especies, seguido por ***Crescentia cujete*** L., con el 7,15% de la abundancia de especies epífitas no vasculares, para un total de 8.551 cm^2 de cobertura y 20 especies, en tercer lugar, ***Prosopis juliflora*** (Sw.) DC., con el 5,42% de la abundancia, para un total de 6.478 cm^2 de cobertura y 17 especies.

TABLA 5.2-101 PREFERENCIA DE FORÓFITO DE LAS ESPECIES NO VASCULARES EN EL ÁREA DEL PROYECTO

ESPECIES FORÓFITO	RIQUEZA	ABUNDANCIA (cm2)	% DE ABUNDANCIA
Guazuma ulmifolia Lam.	22	26944	22,52
Crescentia cujete L.	20	8551	7,15
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	17	6478	5,42
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	14	5457	4,56
Cordia dentata Poir.	14	5025	4,20
Pseudosamanea guachapele (Kunth) Dugand	9	4400	3,68
Samanea saman (Jacq.) Merr.	18	3891	3,25
Acacia polyphylla DC.	11	3280	2,74
Tabebuia rosea (Bertol.) DC.	10	3039	2,54
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	15	3021	2,53
Sterculia apetala Jacq. H.Karst.	9	2860	2,39

ESPECIES FORÓFITO	RIQUEZA	ABUNDANCIA (cm2)	% DE ABUNDANCIA
Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	8	2771	2,32
Astronium graveolens Jacq.	10	2611	2,18
Hesperomeles spp.	10	2226	1,86
Crateva tapia L.	10	2091	1,75
Psidium guajava L.	5	2035	1,70
Cynophalla polyantha (Triana & Planch.)	2	2018	1,69
Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.	8	1984	1,66
Lecythis minor Jacq.	9	1783	1,49
Crudia aff. ***bracteata*** Benth.	10	1522	1,27
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose	9	1519	1,27
Lecythis tuyrana Pittier	10	1499	1,25
Melicoccus bijugatus Jacq.	3	1400	1,17
Vachellia farnesiana (L.) Wight & Arn.	12	1171	0,98
Achatocarpus aff. pubescens C.H. Wright, Bull.	9	1143	0,96
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	12	972	0,81
Cassia fistula L.	2	968	0,81
Ziziphus thyrsiflora Benth.	9	956	0,80
Machaerium aff. ***floridum*** (Mart. ex Benth.) Ducke.	7	882	0,74
Pereskia guamacho F.A.C.Weber	6	849	0,71
Cordia collococca L.	7	842	0,70
Senna spp.	7	772	0,65
Randia armata (Sw.) DC	3	743	0,62
Spondias mombin L.	7	720	0,60
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	3	600	0,50
Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess.Boer	4	579	0,48
Pterocarpus rohrii Vahl.	8	571	0,48
Lonchocarpus sp.	6	558	0,47
Ardisia sp.	7	517	0,43
Piptadenia sp.	6	500	0,42
Calliandra sp.	7	437	0,37
Ruprechtia sp	7	431	0,36
Casearia spp.	4	400	0,33
Crateva sp.	3	400	0,33
Melicoccus oliviformis Kunth	1	400	0,33
Platymiscium sp.	2	400	0,33
Myrsine coriacea (Sw.) R. Br.	3	396	0,33
Azadirachta indica A. Juss.	10	372	0,31
Handroanthus ochracea (Cham.) Standl.	3	370	0,31
Bravaisia integerrima (Spreng.) Standl.	5	366	0,31
Hura crepitans L.	4	363	0,30
Pouteria caimito (Ruiz & Pav.) Radlk	2	350	0,29
Cynophalla aff. ***Heterophylla*** (Ruiz & Pav. ex DC.) Iltis & Cornejo	7	349	0,29
Cavanillesia sp.	2	340	0,28
Terminalia buceras (L.) C.Wright	5	332	0,28
Bunchosia aff. ***nitida*** (Jacq.) DC.	6	306	0,26
Sapium glandulosum (L.) Morong	5	295	0,25
Caesalpinia coriaria (Jacq.) Willd.	2	280	0,23
Lonchocarpus aff. ***atrpurpureus*** Benth.	4	269	0,22
Buchenavia aff. ***tetraphylla*** (Aubl.) R. Howard.	4	253	0,21
Coccoloba spp. P.Browne	3	230	0,19
Handroanthus sp.	3	220	0,18

ESPECIES FORÓFITO	RIQUEZA	ABUNDANCIA (cm2)	% DE ABUNDANCIA
Cordia tetrandra. Aubl.	3	200	0,17
Casearia arborea (Rich.) Urb.	3	193	0,16
Acacia aff. ***polyphylla*** DC.	6	189	0,16
Handroanthus billbergii (Bureau & K.Schum.) S.O.Grose	5	177	0,15
Annona squamosa L.	3	167	0,14
Cynophalla flexuosa (L.) J.Presl	4	164	0,14
Sapium sp.	5	146	0,12
Senna atomaria (L.) H.S.Irwin & Barneby.	3	135	0,11
Acacia farmesiana (L.) Wight y Arn.	4	109	0,09
Cordia lucidula I.M. Johnst	4	92	0,08
Inga sp.	3	90	0,08
Aspidosperma aff. ***polyneuron*** Müll.Arg.	4	89	0,07
Ruprechtia apetala Wedd.	4	86	0,07
Eugenia aeruginea DC.	3	73	0,06
Agonandra brasiliensis Benth. & Hook. f.	2	71	0,06
Vitex cymosa Bertero ex Spreng.	2	67	0,06
Acacia sp.	2	61	0,05
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand.	2	60	0,05
Handroanthus sp1.	2	52	0,04
Ruprechtia ramiflora (Jacq.) C.A. Mey	3	51	0,04
Nectandra turbacensis (Kunth) Nees	3	46	0,04

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

➢ Especies en categoría de Amenaza en el área del proyecto

De las 29 especies vasculares de hábitos epífito, rupícola y terrestre registradas en el área de influencia del proyecto, ninguna se encuentra reportada en la Resolución 0126 de febrero de 2024, por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones, así como tampoco se reportan especien de los Libros Rojos de Colombia, ni especies endémicas. Sin embargo, si se registraron especies de la Red List UICN, las cuales correspondieron a dos especies ***Hylocereus monacanthus*** (hort. ex Lem.) Britton & Rose, y ***Oeceoclades maculata*** (Lindl.) Lindl., en categoría LC, es decir, Preocupación menor. Además, las cuatro (4) especies de la familia Orchidaceae se encuentran en el apéndice II del CITES, al igual que la especie de cactus ***Hylocereus monacanthus*** (hort. ex Lem.) Britton & Rose.

En cuanto a las especies no vasculares, de las 36 especies no vasculares de hábitos epífito, rupícola y terrestre registradas en el área de influencia del proyecto, ninguna se encuentra reportada en la Resolución 0126 del febrero de 2024, por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones, así como tampoco se reportan especien de los Libros Rojos de Colombia, ni especies endémicas o en la Red List UICN, tampoco se registraron especies endémicas o en algún Apéndice del CITES.

5.2.2.3.10 Fauna

- **Anfibios**

Los anfibios constituyen el tercer grupo de vertebrados terrestres con mayor número de especies en el mundo, actualmente se reconocen 8.652 taxones (Frost 2023)[3] distribuidos en tres órdenes: Anura (Ranas y Sapos), Caudata (Salamandras) y Gymnophiona (Cecilias).

Su historia evolutiva les ha permitido diversificarse y colonizar gran variedad de ambientes y en el país son encontrados en altitudes que van desde el nivel del mar hasta las áreas de páramo (Lynch & Suárez-Mayorga 2002)[4].

Su abundancia y riqueza están controladas por diferentes factores ambientales, entre éstos se destaca la disponibilidad de ambientes húmedos que la mayoría de especies requieren para completar sus ciclos de vida, así como también para la prevención de su desecación dada la dependencia de humedad en su superficie corporal para que se dé el intercambio gaseoso (la respiración cutánea es común a todos los representantes de este grupo).

En estrecha relación se encuentra la temperatura como principal regulador de su fisiología y actividad y también el nivel de productividad de los ecosistemas, dado que aquellos más productivos permiten por lo general la coexistencia a un número mayor de especies (Ortiz-Yusty *et al.* 2013)[5].

Así mismo, los anfibios desempeñan un papel importante en los ecosistemas y en las cadenas alimenticias, al actuar como depredadores de invertebrados y hacer parte de la dieta de otros grupos de vertebrados y ofrecen servicios ambientales como el control biológico de insectos considerados nocivos para la salud o plagas para los cultivos (Valencia *et al.* 2012)[6].

Colombia se considera un país megadiverso y ocupa el segundo lugar en riqueza y en número de especies endémicas de anfibios después de Brasil (Angulo *et al.* 2006[7]; Galeano *et al*. 2006[8]). De acuerdo con lo que menciona Acosta-Galvis (2023)[9], en el país habitan

[3] Frost, Darrel R. 2023. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2 (Date of access). Electronic Database accessible at https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php. American Museum of Natural History, New York, USA. doi.org/10.5531/db.vz.0001

[4] LYNCH, J.D & SUÁREZ-MAYORGA, A. Análisis biogeográfico de los anfibios paramunos. En: Caldasia. Vol. 24, No. 2 (2002); p. 471-480.

[5] ORTÍZ-YUSTY, C.E; PÁEZ, V. & ZAPATA, F.A. 2013. Temperatura y precipitación como elementos de predicción de la riqueza de especies de anfibios del norte de los Andes en Colombia. En: Caldasia. Vol. 35, No. 1 (2013); p. 65-80.

[6] VALENCIA, A; CORTÉS, A. M. & RUIZ, C.A. Servicios ecosistémicos brindados por los anfibios y reptiles del Neotrópico: una visión general. En: Reflexiones sobre el capital natural de Colombia No. 2. s.l.: Conservación Internacional Colombia, 2012. 25 p.

[7] ANGULO A; RUEDA-ALMONACID, J.V; RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V. & LA MARCA, E. (Eds). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie manuales de campo No. 2. Bogotá: Panamericana formas e impresos, 2006. 298 p.

[8] GALEANO, S; URBINA, J; GUTIÉRREZ, P; RIVERA, M. & PÁEZ, V. 2006. Los anfibios de Colombia, diversidad y estado del conocimiento. Tomo II. p. 106-118. En: CHAVES, M. Y SANTAMARÍA, M. (Eds). Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2006.

[9] ACOSTA-GALVIS, A.R. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en linea V.13.2023. Página web accesible en http://www.batrachia.com; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.

883 especies de anfibios pertenecientes a 21 familias (distribuidas en los tres órdenes conocidos), que representan cerca del 11% de las especies registradas en el mundo.

Los anfibios figuran como uno de los grupos de vertebrados más amenazados en el planeta, debido a la alteración y pérdida de hábitats naturales, a la introducción de especies exóticas, sobreexplotación, presencia de agroquímicos en el ambiente, contaminación atmosférica y cambio climático global (Galeano *et al*. 2006)[10].

Por su sensibilidad a todos estos factores, han sido considerados como excelentes indicadores para la evaluación del nivel de deterioro de los ecosistemas; no obstante, debido a la presión a la que se encuentra sometido este grupo, se indica que alrededor de un tercio de las especies conocidas se encuentran globalmente amenazadas y cerca de un 43% de ellas presentan a nivel mundial una tendencia de disminución en sus poblaciones (Angulo *et al*. 2006[11]).

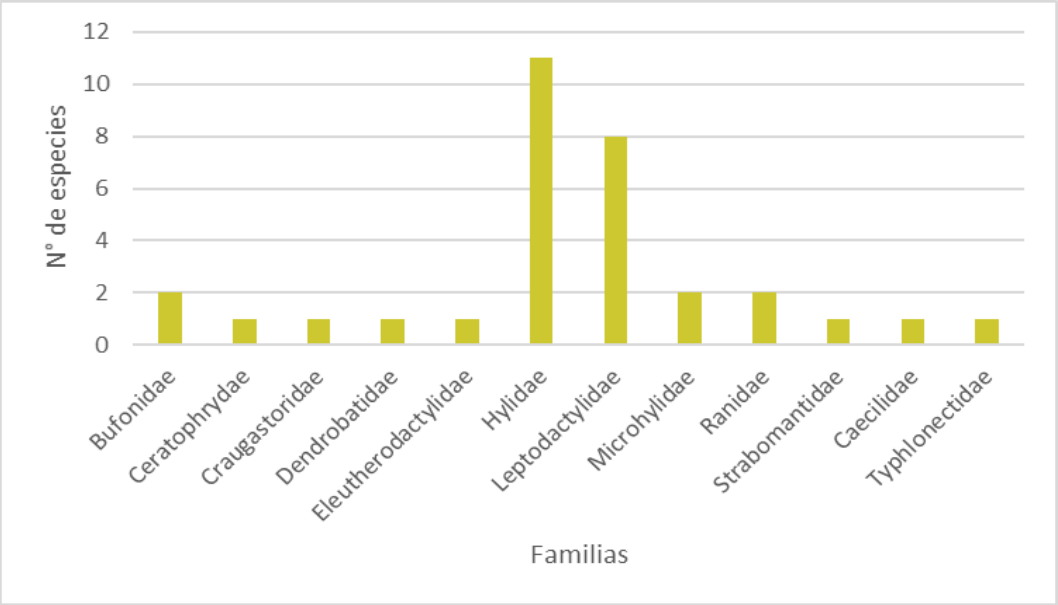
- Especies potencialmente presentes en el área de influencia del proyecto
  - Composición taxonómica y diversidad

A partir del análisis de la información secundaria obtenida en bases de datos y colecciones científicas en línea (ICN-UN; Acosta-Galvis 2023; Frost 2023), listados y revisiones taxonómicas (Lynch 1999; Romero & Lynch 2010, se estima que en el área de influencia del proyecto la clase Amphibia podría estar conformada sólo por representantes de dos órdenes, Anura (Ranas y sapos) y Gymnophiona (Cecilias), con 12 familias y 32 especies.

Cabe resaltar que dicho valor puede variar en función de las condiciones particulares predominantes en la zona, estado de conservación de los ecosistemas, la detectabilidad de las especies y de la escala temporal y espacial del estudio.

[10] Ibid.
[11] ANGULO *et al.*, Op. cit.

FIGURA 5.2-139 DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA DE ESPECIES DE ANFIBIOS POR FAMILIAS, CON PRESENCIA POTENCIAL EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

De los tres órdenes conocidos, solamente aquel que reúne las especies de salamandras (orden Caudata) se considera que puede estar ausente del área de estudio. Este grupo está representado en Colombia principalmente por especies de la familia Plethodontidae, las cuales poseen requerimientos muy elevados de humedad, ya que dependen exclusivamente de su piel para respirar (Larson et al. 2006).

Dadas las condiciones ambientales propias del bosque seco tropical, con climas cálidos y secos y una evapotranspiración que supera ampliamente a la precipitación durante la mayor parte del año (IAvH 1998) , se considera que en la zona de interés la probabilidad de encontrarlas es muy reducida debido a sus requerimientos ecofisiológicos, sumado a otros factores como la transformación y fragmentación del hábitat, por lo cual las salamandras terrestres se excluyen del listado de especies potenciales.

Entre los anfibios con registro probable en el área, el orden Anura (ranas y afines) reúne la mayor riqueza con 30 especies (94% del total esperado, pertenecientes a diez familias), en comparación con el orden Gymnophiona (Cieguitas o Cecilias) que posiblemente esté representado por sólo dos especies y dos familias (**Figura 5.2-139**). Este resultado concuerda con el patrón de diversidad que exhiben estos grupos a escala nacional (Acosta-Galvis 2023), donde los anuros superan por una proporción importante a los dos órdenes restantes, Gymnophiona y Caudata.

Se espera que la familia Hylidae (ranas arbóreas) entre los anuros, presente la mayor riqueza en el área de influencia, con 11 especies **Tabla 5.2-102**. Esta familia se considera una de las más diversificadas en el país, encontrándose desde áreas subxerofíticas hasta los páramos.

La familia Leptodactylidae (ranas de lluvia), presenta igualmente especies adaptadas a bajos niveles de humedad y ocuparía el segundo lugar en diversidad, con ocho especies de distribución probable.

TABLA 5.2-102 LISTA DE ESPECIES DE ANFIBIOS CON DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Nombre común	Rango altitudinal (msnm)	Res. 1912 MADS 2017	IUCN 2023	CITES 2023
Anura	Bufonidae	*Rhinella humboldti*	Sapito	400-1000		NE	
		Rhinella horribilis	Sapo	0-1700		LC	
	Ceratophrydae	*Ceratophrys calcarata*	Rana	0-500		LC	
	Craugastoridae	*Craugastor raniformis*	Rana	0 - 1510		LC	
	Dendrobatidae	*Dendrobates truncates*	Rana venenosa	350-1200		LC	II
	Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus johnstonei*	Rana	0-1729		LC	
	Hylidae	*Agalychnis callidryas*	Ranita	0-1250		LC	
		Dendropsophus microcephalus	Ranita	0-1300		LC	
		Boana platanera	Platanera	0-2300		LC	
		Boana pugnax	Platanera	0-700		LC	
		Phyllomedusa venusta	Rana	0-1300		LC	
		Pseudis paradoxa	Rana	0-500		LC	
		Scarthyla vigilans	Ranita	0-500		LC	
		Scinax rostratus	Rana	30-1300		LC	
		Scinax ruber	Ranita	0-2600		LC	
		Smilisca sila	Ranita	0-500		LC	
		Trachycephalus typhonius	Lechosa	0-800		LC	
	Leptodactylidae	*Engystomops pustulosus*	Sapito	0-1540		LC	
		Leptodactylus insularum	Rana picuda	0-1400		LC	
		Leptodactylus fragilis	Rana picuda	0-1530		LC	
		Leptodactylus fuscus	Rana picuda	0-1700		LC	
		Leptodactylus poecilochilus	Rana picuda	0-500		LC	
		Leptodactylus savagei	Rana	0-1350		LC	
		Pleurodema brachyops	Cuatro ojos	0-500		LC	
		Pseudopaludicola pusilla	Sapito	0-400		LC	
	Microhylidae	*Elachistocleis panamensis*	Balita	0-500		NE	
		Elachistocleis pearsei	Balita	0-500		LC	
	Ranidae	*Rana catesbeianus*	Rana toro	0-1000		LC	
		Rana vaillanti	Rana	0-1700		LC	
	Strabomantidae	*Pristimantis gaigeae*	Ranita	10-1200		LC	
Gymnophiona	Caecilidae	*Caecilia subnigricans*	Tatacoa	0-1040		LC	
	Typhlonectidae	*Typhlonectes natans*	Tatacoa	0-1000		LC	

Resolución 1912/2017 MADS, UICN 2022: Vulnerable (VU). Apéndices CITES: (II) Especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio.

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

Dentro del mismo orden y con una riqueza inferior pueden encontrarse las familias Bufonidae (sapos verdaderos), Microhylidae (ranas fosoriales) y Ranidae (ranas verdaderas) con sólo dos taxones. Las familias restantes probablemente se encuentran

representadas por una sola especie, en el caso de Ceratophryidae (ranas cornudas), Dendrobatidae (ranas venenosas) Craugastoridae y Strabomantidae (ranas de cuevas).

- Especies amenazadas, migratorias y endémicas con potencial distribución en el área.
  - Especies endémicas

Entre todas las especies con presencia potencial en el área de estudio sólo la rana venenosa *Dendrobates truncatus* (familia Dendrobatidae) se considera endémica colombiana. Se distribuye en las regiones Caribe y Andina, principalmente en el valle del Río Magdalena y en elevaciones no mayores a 1.200 m de altitud.

Se reconoce como especie no amenazada y de preocupación menor (LC) según la IUCN, ya que presenta todavía una distribución amplia y con una población estable, dado cierto nivel de tolerancia a la modificación de su hábitat (correspondiente a los estratos bajos tanto de bosques húmedos como secos) (Castro-Herrera & Lynch 2004) y a que se encuentra regulado su comercio y es incluida en el apéndice II de CITES (2013).

  - Especies amenazadas

De las 32 especies con presencia potencial en el área de interés, ninguna es señalada como amenazada (CR, EN, VU), de acuerdo con los listados nacionales (Resolución 1912 de 2017, libros rojos) e internacionales publicados (IUCN). La totalidad de los anfibios esperados en la zona son clasificados como de baja preocupación (LC), ya que se describen como taxones relativamente abundantes y de amplia distribución.

Si bien todas las especies con presencia potencial en el área de influencia se considera que presentan una distribución amplia, la diversidad de éste y otros grupos de vertebrados históricamente se ha visto influenciada por los procesos de transformación y fragmentación, no sólo de los bosques secos tropicales que constituye una de las coberturas vegetales principales de la región Caribe, sino también de sitios que pueden servir de paso o refugio como bosques húmedos, ribereños y ciénagas, en particular durante las épocas de sequía (Galván-Guevara et al. 2009).

Los anfibios en particular no realizan grandes desplazamientos en el territorio, limitados por sus características fisiológicas y morfológicas y son susceptibles de ser depredados fácilmente en áreas abiertas (Rueda-Almonacid 1999), razones por las cuales la fragmentación, aislamiento o pérdida del hábitat y la alteración en la calidad del agua, constituyan probablemente amenazas para este grupo en la región, que puedan reflejarse en una futura reducción del tamaño de sus poblaciones.

  - Especies incluidas en CITES

Solamente la rana *Dendrobates truncatus* está incluida dentro del CITES, específicamente en el Apéndice II. Allí se destacan también otras especies de ranas venenosas pertenecientes a la misma familia (Dendrobatidae) y en él se catalogan todas aquellas que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero que requieren del control de su tráfico para garantizar el mantenimiento de sus poblaciones.

Cabe señalar que su comercio para utilizarla como mascota era muy popular antes de la suscripción del país al convenio (Castro-Herrera & Lynch 2004) y de no mantenerse regulado, sus poblaciones podrían encontrarse en mayor riesgo, dado el ritmo actual de fragmentación y alteración de sus hábitats naturales en las cuencas principales que drenan hacia el norte del país, sumado a su condición de especie endémica.

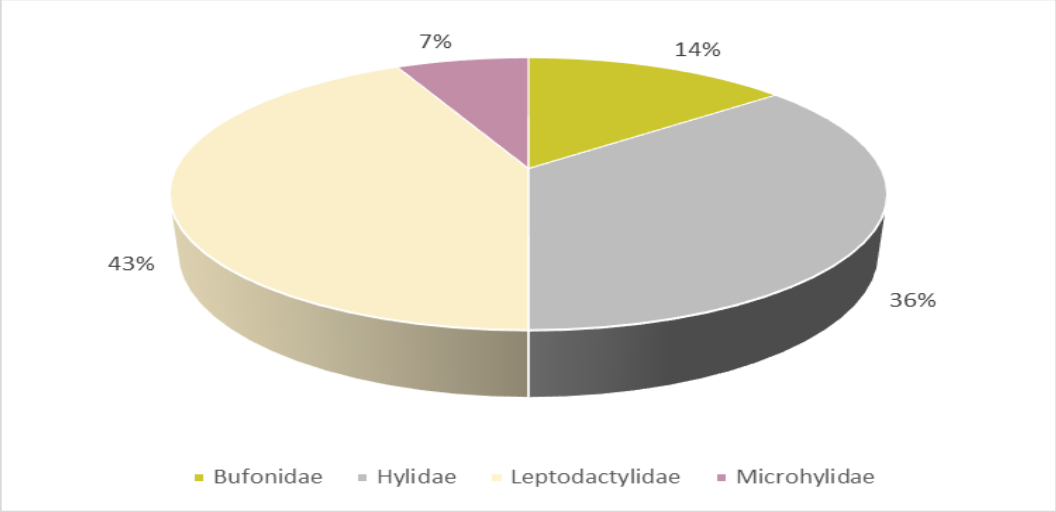
- Especies registradas en el área de influencia del proyecto
  - Composición y abundancia de especies

Para el área de estudio se registraron un total de 14 especies pertenecientes a cuatro (4) familias y nueve (9) géneros, todas pertenecientes al orden Anura (**Tabla 5.2-103**). El total de las especies registradas representan el 43.8% de las especies potenciales para el área de influencia, siendo este un porcentaje alto teniendo en cuenta el tiempo de muestreo y la época de muestreo (seca).

Como se esperaba las familias con mayor número de especies fueron Leptodactylidae con 5 especies (43%) e Hylidae con 6 especies (36%), mientras las demás familias estuvieron representadas por dos y una especie cada una (**Figura 5.2-140**). Este patrón general es el mismo reportado para otros estudios realizados en zonas de tierras bajas en el caribe colombiano, donde las especies de la familia Hylidae y Leptodactyilidae presentan una mayor adaptación a diferentes microhábitats y grados de perturbación en sus hábitats.

De la familia Leptodactylidae, se pudieron registrar seis especies de las ocho especies potenciales para el área de influencia del proyecto, lo que también se puede explicar por el predominio de zonas abiertas y estructuralmente menos complejas, que favorecen el establecimiento de especies más adaptadas a zonas con menor humedad relativa, mayores cambios del microclima y que presentan estrategias como los modos reproductivos con nidos de espuma que los protege de la desecación.

FIGURA 5.2-140 DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES REGISTRADAS POR FAMILIAS



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

TABLA 5.2-103 ESPECIES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	ABUNDANCIA	HÁBITO DE VIDA	PERIODO DE ACTIVIDAD	GREMIO TRÓFICO	TIPO DE REGISTRO	COBERTURA
Orden Anura								
Familia Bufonidae								
Rhinella humboldti	Sapito	400-1000	3	T	N	I	Obs	Pl, Zp
Rhinella horribilis	Sapo	0-1700	1	T	N	I-C	Obs	Tud
Rhinella marina	Sapo	0-3000	16	T	D_N	I	Obs	Tud, Pa, Vsa
Familia Hylidae								
Dendropsophus microcephalus	Ranita	0-1300	13	S-AR	N	I	Obs	Pa, Pl, Bg, Tud, Zp
Boana platanera	Platanera	0-2300	18	AR	N	I	Obs	Pa, Pl, Vsb, Zp
Boana pugnax	Platanera	0-700	52	AR	N	I	Obs	Pa, Pl, Bg
Scinax rostratus	Rana	30-1300	2	S-AR	N	I	Obs	Pa, Bg
Scinax x-signatus	Rana	0-900	9	S-AR	N	I	Obs	Tuc, Pl, Caa
Trachycephalus typhonius	Lechosa	0-800	7	AR	N	I	Obs	Cpa, Pa, Vsb
Familia Leptodactylidae								
Engystomops pustulosus	Sapito	0-1540	14	T	N	I	Obs	Pl, Bg, Tud, Zp
Leptodactylus insularum	Rana picuda	0-1400	110	T	N	I-C	Obs	Cpa, Pa, Pl, Vsa, Vsb, Bg, Tud, Zp
Leptodactylus fragilis	Rana picuda	0-1530	24	T	N	I-C	Obs	Pa, Pl, Bg, Tud, Zp
Leptodactylus fuscus	Rana picuda	0-1700	12	T	N	I-C	Obs	Pl, Bg, Zp
Leptodactylus poecilochilus	Rana picuda	0-500	1	T	N	I-C	Obs	Bg,
Pleurodema brachyops	Sapito cuerno	0-500	2	T	N	I_C	Obs	Cpa
Pseudopaludicola pusilla	Sapito	0-400	22	T	N	I	Obs	Pa, Vsb, Caa, Vsa
Familia Microhylidae								
Elachistocleis pearsei	Balita	0-500	2	T	N	I	Obs	Pl, Caa

CONVENCIONES: Habito de vida: Arborícola (Ar), Terrestre (T), Semiarboricola (S-AR); Periodo de actividad: Nocturno (N); Dieta: Insectívoro (In), Carnívoro (Ca); Cobertura: Tud: Tejido urbano discontinuo, Oct: Otros cultivos permanentes, Cpa: Cultivos permanentes arbóreos, Pl: Pastos limpios, Pa: Pastos arbolados, Pe: Pastos enmalezados, Bg: Bosque de galería, Zp: Zonas pantanosas, Caa: Cuerpos de agua artificial, Vsa: Vegetación secundaria alta, Vsb: Vegetación secundaria baja.

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

Las familias con mayor número de individuos observados fueron Leptodactylidae (185), Hylidae (101), Bufonidae (20) y Microhylidae (2). En cuanto a la abundancia de individuos por especie, el taxón mejor representado fue el sapo *Leptodactylus insularum* con 110 individuos (35,71% del total registrado). Lo sigue la especie *Boana pugnax* con 52 individuos (16.88%) *Leptodactylus fragilis* con 24 individuos (7,79%), y *Pseudopaludicolla pusilla* con 22 individuos (7,14%).

La abundancia de estas especies se favorece por la época climática, ya que estas especies inician las labores reproductivas con el inicio de las lluvias y en la mayoría de los casos

están adaptadas a tener el cortejo, reproducción y posturas en charcas temporales, haciendo que sean eficientes y rápidos en completar su ciclo reproductivo.

Otro factor a tener en cuenta, es que, si bien no se puede hacer comparaciones entre la diversidad de anuros en las diferentes coberturas vegetales, dado que la intensidad de muestreo no fue la misma para cada tipo de cobertura, si se pudo identificar que en el área de influencia predominan coberturas más abiertas (pastos arbolados y rastrojos), que explican la presencia y mayor abundancia de especies consideradas más adaptadas a estas condiciones.

Las especies registradas directamente fueron *Rhinella humbolti* (**Fotografía 5.2-21**), *Rhinella horribilis* (**Fotografía 5.2-22**), *Dendropsophus microcephalus* (**Fotografía 5.2-19**), *Boana pugnax* (**Fotografía 5.2-24**), *Scinax rostratus* (**Fotografía 5.2-25**), *Trachycephalus typhonius* (**Fotografía 5.2-26**), *Engystomops pustulosus* (**Fotografía 5.2-20**), *Leptodactylus insularum* (**Fotografía 5.2-16**), *Leptodactylus fragilis* (**Fotografía 5.2-15**), *Leptodactylus fuscus* (**Fotografía 5.2-23**), *Leptodactylus poecilochilus* (**Fotografía 5.2-18**) *y Pseudopaludicola pusilla* (**Fotografía 5.2-17**).

De las encuestas realizadas durante el trabajo de campo, realizado entre el 24 de abril al 4 de mayo de 2023 y el 2 al 10 de abril de 2024 a personas de la región, no se identificaron especies adicionales a las registradas directamente.

En términos generales, las especies registradas durante la fase de campo, corresponden a especies con amplia distribución geográfica y que ya han sido reportadas previamente en la región, por tanto, no se presentaron ni ampliaciones en la distribución conocida, ni registros poco abundantes o poco comunes.

FOTOGRAFÍA 5.2-15 *LEPTODACTYLUS FRAGILIS*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784451 N 2740907



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-16 *LEPTODACTYLUS INSULARUM*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784451 N 2740907



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-17 *PSEUDOPALUDICOLA PUSILLA*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784451 N 2740907



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-18 *LEPTODACTYLUS POECILOCHILUS*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784731 N 2738352



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-19 *DENDROPSOPHUS MICROCEPHALUS*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4788235 N 2736209



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-20 *ENGYSTOMOPS PUSTULOSUS*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4788240 N 2736193



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-21 *RHINELLA HUMBOLTI*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4788235 N 2736209



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-22 *RHINELLA HORRIBILIS*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784135 N 2740567



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-23 *LEPTODACTYLUS FUSCUS*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4788235 N 2736209



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-24 *BOANA PUGNAX*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4785834 N 2738325



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-25 *SCINAX ROSTRATUS*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4789886 N 2736275



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-26 *TRACHYCEPHALUS TYPHONIUS*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784717 N 2741190

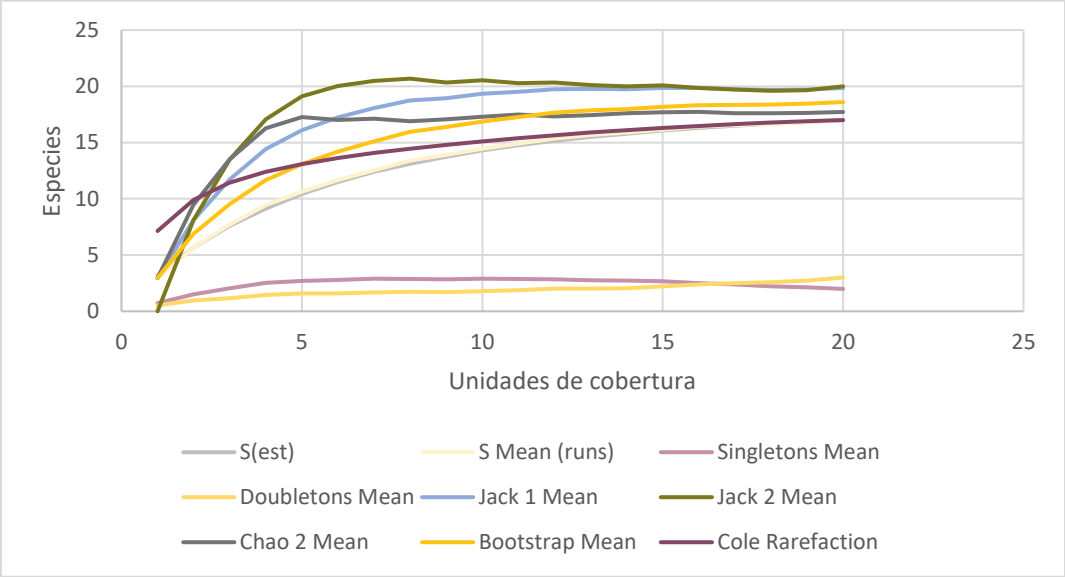


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

- Representatividad y esfuerzo de muestreo

Para estimar la representatividad del muestreo, se utilizaron los estimadores Chao 2, Jacknife 1, Jacknife 2 y Bootstrap, debido a que éstos ofrecen mayor confiabilidad cuando los hábitats no son homogéneos. De manera que se realizaron estimaciones para anfibios en general. La unidad de muestreo utilizada en el cálculo de la representatividad está dada por las unidades de cobertura vegetal identificadas en el aparte forestal. Se evaluó mediante la elaboración de curvas de acumulación de especies, y la comparación con los valores de riqueza máximos esperados a partir de las funciones de Jack 1 y 2 y Chao2. Las curvas de acumulación de especies fueron realizadas por el método de rarefacción mediante el programa EstimateS (Colwell; 2013). Este método calcula un valor esperado de especies en diferentes tamaños de muestra, basado en lo descrito por Villarreal et al (2004), distribuyendo las muestras en grupos de 20, obteniendo como muestra mínima los pastos enmalezados con tres (3) registros y como muestra máxima el bosque de galería con 84 registros.

FIGURA 5.2-141 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DE ANFIBIOS ASOCIADOS AL ÁREA DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

Para anfibios el estimador Chao 2 indicó una representatividad del muestreo del 95,99%, Jacknife 1 y 2 una representatividad del 85,64% y 85,04% respectivamente, mientras que Bootstrap indica que hubo una representatividad del 91,40%. La variación de cada uno de los estimadores en el número de especies esperadas indica que en general el muestreo tiene representatividad optima con valores entre el 85,04% y el 95,99% (**Figura 5.2-141**).

- Índices de diversidad
  - ✓ Diversidad alfa

La diversidad alfa es la riqueza específica de una comunidad determinada. Para cuantificar la diversidad alfa del área se calcularon índices directos como la riqueza de especies (número de especies) que es el método más sencillo y el índice de Margalef; asimismo, se calculó el Índice de Simpson como índice de dominancia y el de Shannon-Wiener como índice de Equidad.

Tabla 5.2-104 Índices de diversidad para anfibios en el área de influencia

Índices	Tud	Cpa	Pl	Pa	Pe	Bg	Zp	Caa	Vsa	Vsb
Taxa_S	6	5	10	9	1	8	8	4	4	5
Individuals	18	11	47	56	3	84	30	8	14	37
Dominance_D	0,30	0,22	0,17	0,34	1	0,42	0,15	0,28	0,40	0,31
Shannon_H	1,44	1,55	1,96	1,54	0	1,18	1,98	1,32	1,12	1,30
Margalef	1,73	1,67	2,34	1,99	0	1,58	2,06	1,44	1,14	1,11

CONVENCIONES: Cobertura: Tud: Tejido urbano discontinuo, Cpa: Cultivos permanentes arbóreos, Pl: Pastos limpios, Pa: Pastos arbolados, Pe: Pastos enmalezados, Bg: Bosque de galería, Zp: Zonas pantanosas, Caa: Cuerpos de agua artificial, Vsa: Vegetación secundaria alta, Vsb: Vegetación secundaria baja.

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

- Índice de dominancia (Simpson D)

El índice de dominancia de Simpson es una forma de medir la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie, es decir, es una manera de medir la homogeneidad en la distribución de las especies e individuos.

Cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad, existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero, mayor es la biodiversidad de un hábitat.

Para el área de estudio y como se observa en la **Tabla 5.2-104**, en la mayoría de las coberturas no hay una dominancia por parte de alguna de las especies registradas, a excepción de los pastos enmalezados que presenta un valor de uno (1), donde la dominancia está dada la única especie reportada.

La vegetación secundaria alta y los bosques de galería presentaron valores medios similares (0,40 y 0,42), donde muy probablemente este valor se incrementó por la abundancia de la especie *Leptodactylus insularum.*

- Índice de diversidad Margalef

El Índice de Margalef, o índice de diversidad específica de Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la diversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

El mínimo valor que puede adoptar es cero, y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra (s=1, por lo que s-1=0). Por debajo de 2 se considera una región de baja biodiversidad, y por encima de 5, una región de alta biodiversidad.

Como se observa en la **Tabla 5.2-104**, la menor diversidad de especies se presentó para pastos enmalezados, con un valor de cero (0), mientras los el tejido urbano discontinuo, cultivos permanentes arbóreos, pastos arbolados, bosque de galería, cuerpos de agua artificiales, vegetación secundaria alta y baja presentaron una baja diversidad con valores entre uno (1) y dos (2); finalmente los pastos limpios y las zonas pantanosas presentaron una diversidad media con valores entre dos (2) y cinco (5).

Esto es de esperarse ya que como se conoce las tierras bajas del caribe colombiano presentan una baja diversidad de especies de anfibios comparados con otras zonas del país.

- Índice de diversidad (Shannon H)

El índice de equidad de Shannon es una forma de medir la uniformidad de las especies en una comunidad. se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica.

Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice.

Al analizar la información contenida en la **Tabla 5.2-104** y basados en este índice podemos decir que la diversidad para la zona es estudios es baja ya que el índice de Shannon para todas las coberturas estudiadas nos arrojó valores entre uno (1) y dos (2).

- ✓ Análisis de similitud (Diversidad Beta)
  - Índice de similaridad de Jaccard

Para identificar el grado de complementariedad o semejanza que presentan las comunidades de anfibios entre coberturas vegetales se utilizó el índice de similitud de Jaccard. Este permite identificar el grado de heterogeneidad en la distribución de la diversidad a escala espacial, integrando la abundancia de cada especie. Los análisis de diversidad se realizaron con el programa BioDiversity Pro (McAleece, 1997).

La complementariedad puede depender de la oferta de recursos en cada uno de los hábitats, esta es diferente y determina la composición de la biota que se establece y cambia de acuerdo con sus requerimientos alimenticios y necesidades espaciales[12].

La similaridad entre estas coberturas obedece a varios factores como la topografía, condiciones del sustrato y la vegetación.

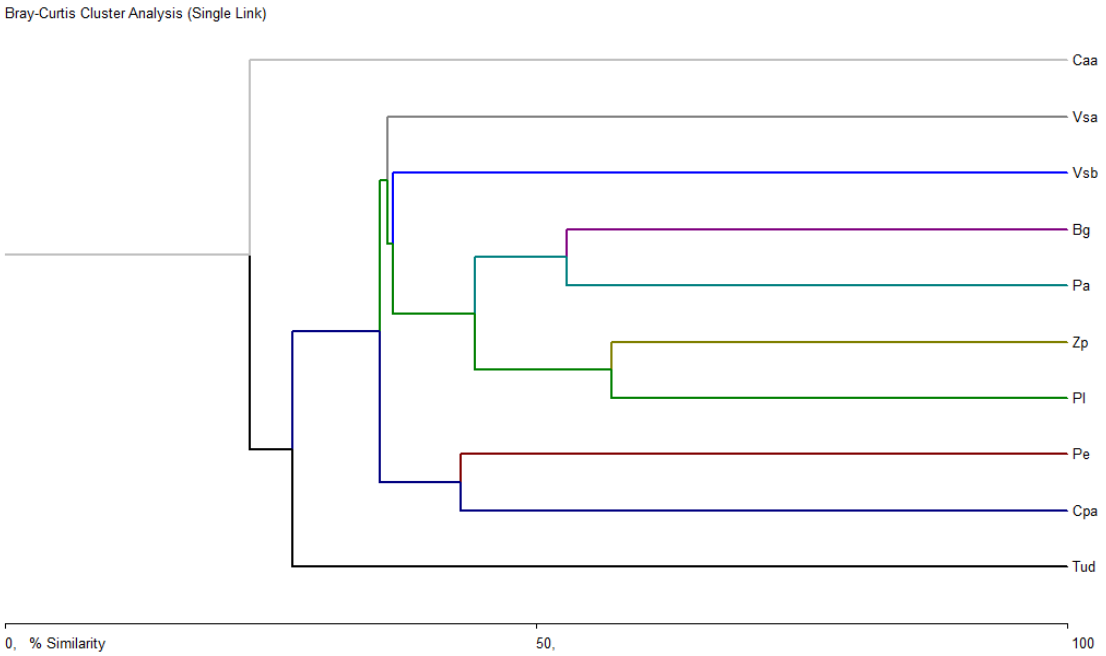
La diversidad beta incrementa con la variabilidad ambiental y favorece que las especies se encuentren asociadas parcial o totalmente a un solo tipo de hábitat.

A través del análisis de agrupamiento se determina el grado de similitud a partir de las abundancias de las especies registradas, las distancias agrupadas indican que el recambio de especies se puede considerar probable y constante, y por lo tanto sus comunidades más resilientes.

Dicha agrupación puede obedecer a que un buen porcentaje de las especies presentes en las coberturas boscosas correspondan a especies más afines con los bordes de los bosques y/o vegetación aledaña, sin embargo, algunas de ellas requieren de hábitats más específicos, que son más sensibles a las perturbaciones antrópicas y a los cambios de temperatura y sobre todo para este grupo a la humedad relativa[13].

[12] Halffter G & Ce Moreno (2005) Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. In: Halffter, G, J Soberón, P Koleff & A Melic (eds) Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. M3m: Monografías Tercer Milenio Vol. 4, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza.
[13] Vargas-Salinas F, Muñoz-Ávila J, Morales-Puentes ME editores. Biología de anfibios y reptiles en el bosque seco tropical del norte de Colombia. Tunja, Colombia: Editorial UPTC; 2019.

FIGURA 5.2-142 ANÁLISIS DE SEMEJANZA POR COBERTURAS PARA LOS ANFIBIOS REGISTRADOS EN LA ZONA.



***CONVENCIONES: Cobertura:** Tud: Tejido urbano discontinuo, Cpa: Cultivos permanentes arbóreos, Pl: Pastos limpios, Pa: Pastos arbolados, Pe: Pastos enmalezados, Bg: Bosque de galería, Zp: Zonas pantanosas, Caa: Cuerpos de agua artificial, Vsa: Vegetación secundaria alta, Vsb: Vegetación secundaria baja.*

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

Se observa en la **Figura 5.2-142**, que el mayor número de especies compartidas se encuentran en los pastos limpios y las zonas pantanosas con el 57,14%, esto se debe a que la mayor parte de las especies de anfibios registrados en los pastos limpios se registraron asociadas a cuerpos de agua artificiales en la zona y debido a la época de muestreo (seca) existe una concentración de especies de anfibios asociadas a los cuerpos de agua en la zona. A la vez, este grupo forma otro subgrupo con los bosques de galería con el cual comparten un número menor de especies.

Bosque de galeria y los pastos arbolados son otro grupo que comparten un buen número de especies conformando otro grupo con el 52,85%, esto probablemente debido a la presencia en ambas coberturas de un mayor número de estratos arbóreos que proveen refugio y sitios de percha para las mismas especies

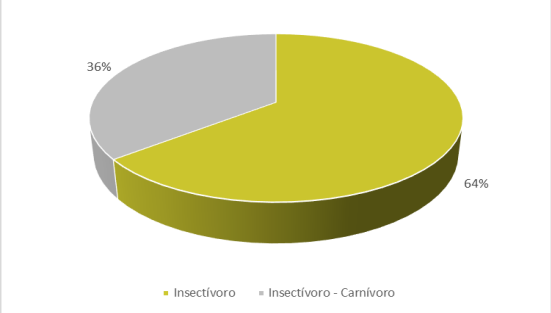
- Estructuras tróficas y relaciones ecológicas (grupo trófico y uso de hábitat)

La gran mayoría de especies de anfibios registradas para el área de intervención se encuentran asociadas con el gremio trófico insectívoro (64%) (**Figura 5.2-143**), es decir, que su dieta se caracteriza por el consumo de artrópodos (insectos, arácnidos, crustáceos).

En general se considera que el grupo de los anuros es oportunista; sin embargo, en estudios más específicos de dieta se ha observado que algunas especies son especialistas en comer presas de lento movimiento como hormigas y termitas (Toft 1980), mientras que hay otras que comen presas grandes y de mayor movilidad como ortópteros (grillos) y arañas.

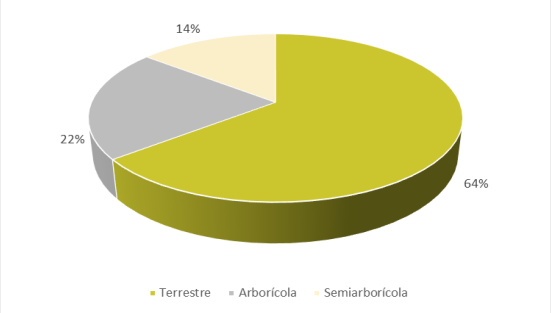
Estas especializaciones en la dieta están ligadas a las estrategias de forrajeo, si es activa o pasiva, tipo de actividad diurna o nocturna, hábitat que ocupan, junto con la variabilidad estacional en la abundancia del recurso.

FIGURA 5.2-143 GREMIOS TRÓFICOS DE ANFIBIOS REGISTRADOS



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FIGURA 5.2-144 HÁBITOS DE LAS ESPECIES DE ANFIBIOS REGISTRADAS



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

Se encontró que más de la mitad de las especies registradas (64%) ocupan el estrato terrestre (**Figura 5.2-144**) y desarrollan sus actividades en los estratos bajos entre la vegetación u otros sustratos presentes sobre el suelo para las diferentes coberturas identificadas en el área de interés. Todas ellas corresponden a tres familias de anuros: Leptodactylidae (ranas de lluvia), Bufonidae (sapos verdaderos), Microhylidae (ranas fosoriales).

El estrato semiarbóreo y arbóreo es utilizado solo por la familia Hylidae (ranas arbóreas) con cinco (5) taxones. En el área de influencia, estas especies pueden ser halladas mientras se desplazan a través de los estratos arbustivos bajos y medios en busca de alimento y protección, tanto de los bosques de galería y relictos de vegetación secundaria, como en cultivos y arbustales. Sólo tres especies (22%) de la familia Hylidae se consideran arborícolas y pueden encontrarse en los estratos altos o dosel de los remanentes de bosque presentes o en aquellos asociados a los corredores ribereños.

Si bien todos los anfibios precisan de cuerpos de agua o zonas húmedas cercanas, no todos permanecen en estrecho contacto con este medio, que puede limitarse solamente a las épocas de apareamiento, reproducción o de desarrollo larval (Rueda-Almonacid et al. 2004).

En el área de estudio la mayor concentración de individuos se observó alrededor de cuerpos de agua artificiales (estanques); sin embargo, se encontraron individuos aislados lejos del

agua, principalmente *Boana pugnax.* En cuanto al periodo de actividad, el 100% de las especies registradas presenta actividad nocturna.

- Especies de importancia ecológica (amenazada, migratoria, endémica y en veda)

Según los criterios y categorías propuestas por la IUCN, una especie se considera amenazada si está catalogada bajo las categorías en Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) o es Vulnerable (VU).

De las 14 especies de anfibios registradas en el área de intervención, ninguna es señalada como amenazada (CR, EN, VU), de acuerdo con los listados nacionales (Resolución 1912 de 2017 y libros rojos) e internacionales publicados (IUCN, 2023 versión 2022-2).

Todos los anfibios observados en campo se encuentran bajo la categoría de preocupación menor (LC), por lo que se infiere que las especies encontradas presentan un buen estado de conservación a nivel local y nacional.

En cuanto a las categorías CITES, de las especies observadas directamente, ninguna se encuentra listada en los apéndices de CITES 2023, en vigor a partir de 21 de mayo de 2023.

Tampoco se encontraron especies endémicas ni a nivel local ni regional, ni para Colombia durante la fase de campo.

- Rutas de desplazamiento

Las especies de anfibios registradas para el área de intervención no realizan migraciones, ni grandes desplazamientos, la mayor parte de sus movimientos esta relacionados con el recurso acuático o influenciado por las actividades reproductivas.

- Especies de uso local e importancia socioeconómica

Como resultado de entrevistas con pobladores locales se concluye que no hay un claro conocimiento de la diferenciación entre los sapos y ranas, además no conocen o no han notado la disminución de la fauna anfibia en la región y el único valor de importancia cultural que los pobladores dan a los anfibios es que comen alguno que otro insecto y que llaman la lluvia.

Se observa que existe cierto rechazo hacia este grupo faunístico, en especial hacia los sapos *Rhinella humboldti* y *Rhinella horribilis* y la rana platanera *Boana platanera*, los cuales se han adaptado a la presencia de humanos y suelen frecuentar las viviendas en la zona.

- **Reptiles**
  - Especies potencialmente presentes en el área de influencia del proyecto
    - Composición taxonómica y diversidad

Con los datos de distribución altitudinal y geográfica conocidos para los reptiles en el país, según la consulta realizada en bases de datos (ICN-UN[14]; IAvH[15]; Uetz et al., 2023), listados y revisiones taxonómicas (Sánchez *et al.* 1995[16]; Ceballos 2000[17]; Rueda-Almonacid *et al*. 2007[18]; Carvajal-Cogollo, 2020[19]), se puede inferir un potencial en el área de influencia de aproximadamente 88 especies (27 familias) pertenecientes a los tres órdenes conocidos (Squamata, Testudines y Crocodylia).

Este listado será verificado con información de campo, cabe indicar que algunas especies podrían no ser detectadas debido a las características ambientales particulares del área y su estado de conservación, o factores relacionados con la escala espacial y temporal del estudio.

[14] INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES (ICN-UN). Colecciones científicas [base de datos en línea]. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/> [].

[15] INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. Portal de datos del Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB). Mamíferos de la colección del Instituto Alexander von Humboldt [en línea]. <http://ipt.sibcolombia.net/iavh/archive.do?r=mamiferos_iavh>. []

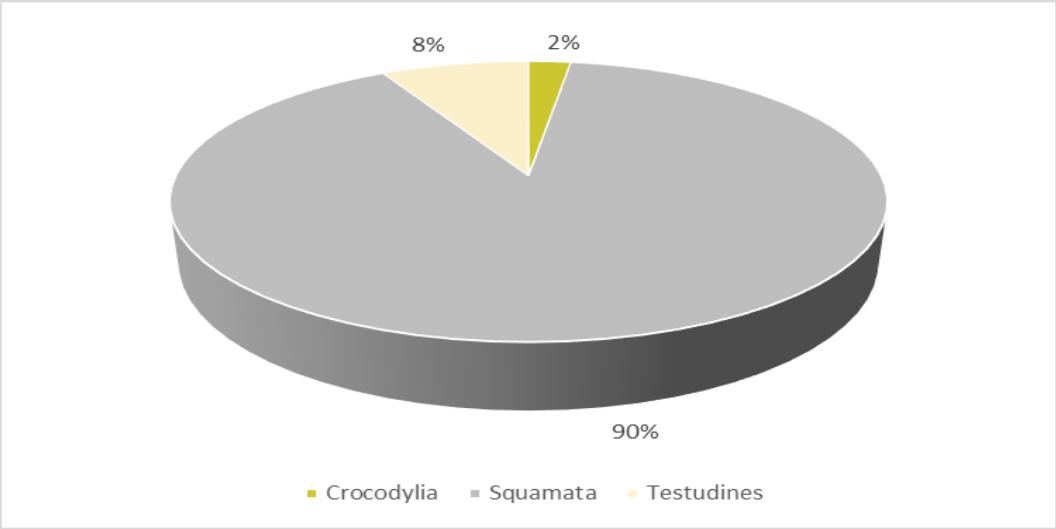
[16] SÁNCHEZ, C; CASTAÑO, O. & CÁRDENAS, G. Diversidad de los reptiles en Colombia. p. 277-325. En: Rangel-Ch., O. Colombia Diversidad Biótica I. Bogotá: Editorial Guadalupe, 1995. 442 p.

[17] CEBALLOS, C.P. Tortugas (Testudinata) Marinas y Continentales de Colombia. En: Biota Colombiana. Vol.1, No. 2 (2000); p. 187-194.

[18] RUEDA-ALMONACID, J.V; CARR, J.L; MITTERMEIER R.A; RODRÍGUEZ-MAHECHA J.V; MAST R.B; VOGT, R; RHODIN, A; DE LA OSSA-VELÁSQUEZ J; RUEDA, J.N. & MITTERMEIER C.G. Las Tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Conservación Internacional. Serie guías tropicales de campo No. 6. Bogotá: Panamericana formas e Impresos, 2007. 537 p.

[19] Reptiles del Caribe colombiano - Reptiles of the Colombian Caribbean/ Carvajal-Cogollo, Juan E.; Rojas-Murcia, Luis E.; Cárdenas-Arévalo, Gladys. Tunja: Editorial UPTC, 2020. 266p.

FIGURA 5.2-145 DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA DE ESPECIES DE REPTILES CON PRESENCIA POTENCIAL POR ÓRDENES, EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

En el área de intervención la riqueza de los diferentes órdenes es coincidente con el esquema establecido a nivel nacional, donde Testudines (tortugas) y Crocodylia (cocodrilos) son los que presentan el número más bajo de especies (Sánchez et al. 1995), así como la mayor proporción de especies amenazadas (Castaño-Mora 2002).

Estos dos grupos estarían representados respectivamente por el 8% y el 2% de las especies potenciales, en contraste con el orden Squamata (serpientes, lagartos y tatacoas) que reúne 79 de las 88 especies esperadas (90%) (**Figura 5.2-145**).

Tabla 5.2-105 Lista de especies de reptiles con distribución potencial en el área de intervención del proyecto

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Rango altitudinal (msnm)	Res. 1912 MADS 2017	IUCN 2023	CITES 2023	Libro rojo 2015
Crocodylia	Alligatoridae	*Caiman crocodilus*	Babilla	0–400		LC	**II**	
	Crocodilydae	*Crocodylus acutus*	Caimán del Magdalena	0-225	**EN**	**VU**	**I**	**EN**
Squamata	Amphisbaenidae	*Amphisbaena fuliginosa*	Tatacoa	0-850		LC		
		**Amphisbaena medemi*	Tatacoa	45-776		DD		
	Alopoglossidae	*Ptychoglossus bicolor*	Lisa			LC		
	Corytophanidae	*Basiliscus basiliscus*	Jesucristo	200-1500		LC		
	Dactyloidae	*Anolis auratus*	Camaleón	265-1400		LC		
		Anolis biporcatus	Camaleón	0-200		LC		
		Anolis gaigei	Camaleón	150-900		LC		
		Anolis sulcifrons	Camaleón	0–200		NT		
		Anolis tropidogaster	Camaleón	0–800		LC		
	Gekkonidae	*Hemidactylus brookii*	Salamanqueja	0-1000		LC		
		Hemidactylus frenatus	Salamanqueja	0-2000		LC		
		Lepidodactylus lugubris	Salamanqueja	0-1000		LC		

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Rango altitudinal (msnm)	Res. 1912 MADS 2017	IUCN 2023	CITES 2023	Libro rojo 2015
Squamata	Gymnophtalmidae	*Bachia bicolor*	Lagartija	800-900		LC		
		Gymnophthalmus speciosus	Lagartija	0-900		LC		
		Loxopholis rugiceps	Lagartija	0-510		LC		
		Tretioscincus bifaciatus	Lagartija	200-1000		LC		
	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana	0-1500		LC	II	
	Phyllodactylidae	*Thecadactylus rapicauda*	Salamanqueja	225-1200		LC		
	Polychrotidae	*Polychrus marmoratus*	Camaleón	20-1500		LC		
	Scincidae	*Mabuya zuliae*	Lisa	0-2000		LC		
	Sphaerodactylidae	*Gonatodes albogularis*	Salamanqueja	0-3000		LC		
		Lepidoblepharis sanctaemartae	Salamanqueja	0-600		LC		
		**Sphaerodactylus heliconiae*	Salamanqueja	0-100		LC		
		Sphaerodactylus lineolatus	Salamanqueja	50-200		LC		
	Teiidae	*Ameiva preasignis*	Lobo	0-1000		LC		
		Ameiva bifrontata	Lobo	100-1000		LC		
		Cnemidophorus lemniscatus	Lobito	100-400		LC		
		Holcosus festivus	Lobito	0-1435		LC		
		Tupinambis cryptus	Lobo pollero	300-500		LC	II	
	Tropiduridae	*Stenocercus erythrogaster*	Lobo pollero	0-200		LC		
	Anomalepidae	*Lyotyphlops albirostris*	Culebra ciega	0-800		LC		
	Boidae	*Boa constrictor*	Boa	0-1524		LC	II	
		Corallus ruschenbergerii	Macabrel	0–600		LC	II	
		Epicrates maurus	Boa esmeralda	0-500		LC	II	
	Colubridae	*Atractus macondo*	Tierrera	0-5		DD		
		Chironius carinatus	Lomo de machete	0-2400		LC		
		Drymobius margaritiferus	Corredora	0-1830		LC		
		Drymobius rhombifer	Corredora manchada	13-1200		LC		
		Drymarchon melanurus	Cazadora	0-1900		LC		
		Lampropeltis triangulum	Falsa coral	0-2460		LC		
		Leptophis ahaetulla	Lora	0-1000		LC		
		Mastigodryas boddaerti	Cazadora	0-2560		LC		
		Mastigodryas pleei	Cazadora	500-1500		LC		
		Masticophis mentovarius	Cazadora	0-2200		LC		
		Rhinobothryum bovallii	Falsa coral	0-600		LC		
		Spilotes pullatus	Tigra	0-2630		LC		
		Stenorrhina degenhardtii	Cazadora	0-2800		LC		
		Tantilla melanocephala	Culebrita	200-1600		LC		
		Tantilla semicincta	Culebrita	0-400		LC		
		Clelia clelia	Cazadora negra	140-600		LC	II	
		Enulius flavitorques	Culebrita	0-800		LC		
		Erythrolamprus aesculapii	Falsa coral	0-2300		LC		
		Erythrolamprus bizona	Falsa coral	200-2700		LC		
		Erythrolamprus melanotus	Falsa coral	0-400		LC		
		Helicops danieli	Sapa	0-400		LC		

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Rango altitudinal (msnm)	Res. 1912 MADS 2017	IUCN 2023	CITES 2023	Libro rojo 2015
Squamata	Colubridae	*Imantodes cenchoa*	bejuquilla	0-2200		LC		
		Leptodeira annulata	Falsa mapana	225-1967		LC		
		Leptodeira septentrionalis	Falsa mapanare	0-2300		LC		
		Lygophis lineatus	guardacamino	80-750		LC		
		Ninia atrata	Tierrera	100-800		LC		
		Oxybelis aeneus	Bejuca	0-800		LC		
		Oxyrhopus petolarius	Coral de agua	30-1800		LC		
		Phimophis guianensis	Granadilla	0-1000		LC		
		Pseudoboa neuwiedii	Toche	200-600		LC		
		Sibon nebulatus	Caracolera	0-1690		LC		
		Siphlophis compressus	Falsa coral	0-1200		LC		
		Thamnodynastes paraguanae	Cazadora			LC		
		Urotheca fulviceps	Cazadora	20-1000		LC		
		**Thamnodynastes gambotensis*	Cazadora	20-120		LC		
		Xenodon rabdocephalus	Falsa Talla X	0-1500		LC		
	Elapidae	*Micrurus dumerilii*	Coral	150-1200		LC		
		Micrurus dissoleucus	Coral	0-1000		LC		
		Micrurus mipartitus	Coral rabo de ají	0-1500		LC		
	Leptotyphlopidae	*Epictia goudotii*	Culebra ciega	0-1600		LC		
		Trilepida dugandi	Culebra ciega	0-800		LC		
		Trilepida macrolepis	Culebra ciega	0-2500		LC		
	Viperidae	*Bothrops asper*	Mapana, Talla X,	0-1500		LC		
		Crotalus durissus	Cascabel	0-2000		LC		
		Porthidium lansbergii	Patoco	0-1270		LC		
Testudines	Chelidae	Mesoclemmys dahli	Carranchina		EN	CR		EN
	Emydidae	*Trachemys venusta callirostris*	Icotea	0–400	VU	LC		VU
	Geoemydidae	*Rhinoclemmys melanosterna*	Palmera	0–400		NT	II	
	Kinosternidae	*Kinosternon leucostomun*	Tapa culo	0–1000		NE	II	
		Kinosternon scorpioides	Tapa culo	0-1000		NE	II	EN
	Podocnemididae	**Podocnemis lewyana*	Tortuga de agua	225-1500	**CR**	**CR**	**II**	**CR**
	Testudinidae	*Chelonoidis carbonarius*	Morrocoy	0-500	**VU**	**NE**	**II**	**VU**

Resolución 1912/2017 MADS, UICN 2022: Vulnerable (VU). Apéndices CITES: (II) Especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. Libro rojo de reptiles, 2015.

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

- Especies amenazadas, migratorias y endémicas con potencial distribución en el área
  - Especies endémicas

Para el área de estudio se presume la presencia de cuatro especies endémicas colombianas distribuidas principalmente en la región Caribe Colombiana, la culebra *Thamnodynastes gambotensis*, la salamanqueja *Sphaerodactylus heliconiae*, la tatacoa

Amphisbaena medemi y la tortuga de río *Podocnemis lewyana* (Rueda-Almonacid et al., 2007; Uetz et al., 2023).

Las tres primeras se encuentran hasta elevaciones no mayores a los 120 metros, están restringidas a la parte baja de la cuenca del río Magdalena. La tortuga de río (*Podocnemis lewyana*) posee una distribución más amplia, en tierras bajas del Caribe principalmente, valles interandinos y puede alcanzar los 1500m de altitud (Páez et al. 2009); sin embargo, debido a las presiones a las que están sometidas sus poblaciones en el país, la especie está catalogada como en Peligro Crítico (CR).

- Especies amenazadas y/o en CITES

TABLA 5.2-106 LISTA DE ESPECIES DE REPTILES AMENAZADOS O EN CITES CON DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Rango altitudinal (msnm)	Res. 1912 MADS 2017	IUCN 2023	CITES 2023	Libro rojo 2015
Caiman crocodilus	Babilla	0–400		LC	**II**	
Crocodylus acutus	Caimán del Magdalena	0-225	**EN**	**VU**	**I**	**EN**
Iguana iguana	Iguana	0-1500		LC	**II**	
Tupinambis cryptus	Lobo pollero	300-500		LC	**II**	
Boa constrictor	Boa	0-1524		LC	**II**	
Corallus ruschenbergerii	Macabrel	0–600		LC	**II**	
Epicrates maurus	Boa esmeralda	0-500		LC	**II**	
Clelia clelia	Cazadora negra	140-600		LC	**II**	
Mesoclemmys dahli	Carranchina		EN	CR		EN
Trachemys venusta callirostris	Icotea	0–400	VU	LC		VU
Rhinoclemmys melanosterna	Palmera	0–400		NT	II	
Kinosternon leucostomun	Tapa culo	0–1000		NE	II	
Kinosternon scorpioides	Tapa culo	0-1000		NE	II	EN
**Podocnemis lewyana*	Tortuga de agua	225-1500	**CR**	**CR**	**II**	**CR**
Chelonoidis carbonarius	Morrocoy	0-500	**VU**	**NE**	**II**	**VU**

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

- Especies registradas en el área de intervención del proyecto
  - Composición y abundancia de especies

Se registraron 22 especies de reptiles pertenecientes a 13 familias y 21 géneros, pertenecientes a los órdenes Crocodylia, Squamata y Testudines. El orden Squamata fue el mejor representado en riqueza de especies, lo cual coincide con la tendencia general conocida para estos órdenes a nivel nacional. El número de especies registradas representan el 25% de las especies potenciales para el área de influencia, se considera un porcentaje de representatividad alto teniendo en cuenta la duración del muestreo.

TABLA 5.2-107 LISTA DE ESPECIES DE REPTILES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN

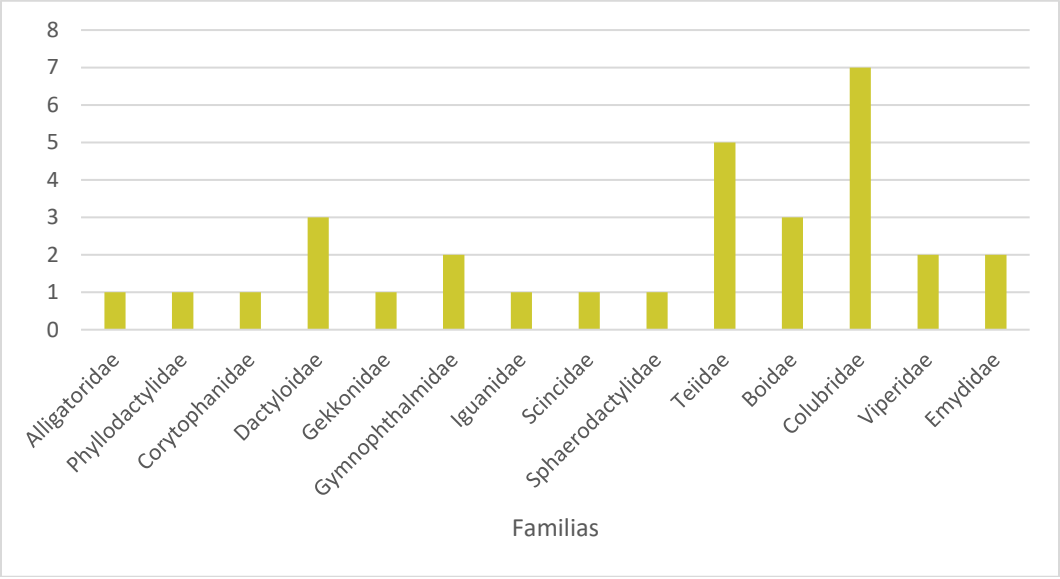
ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	ABUNDANCIA	HÁBITO DE VIDA	PERIODO DE ACTIVIDAD	GREMIO TRÓFICO	TIPO DE REGISTRO	COBERTURA
Orden Crocodylia								
Familia Alligatoridae								
Caiman crocodilus	Babilla	0–400	18	Ac	D/N	C	Obs	Pa, Pl Bg, Vsb, Tud, Zp
Orden Squamata								
Familia: Phyllodactylidae								
Thecadactylus rapicauda	Lagarto	0-1052	1	T	D	I	Obs	Bg
Familia Corytophanidae								
Basiliscus basiliscus	Jesucristo	200-1500	1	T	D	I	Obs	Bg
Familia Dactyloidae								
Anolis auratus	Camaleón	265-1400	86	SA	D	I	Obs	Pa, Pl, Pe Bg, Vsa, Vsb, Zp, Oct
Anolis gaigei	Camaleón	150-900	6	SA	D	I	Obs	Pa, Vsa
Anolis sulcifrons	Lobita malvera	0-1100	1	SA	D	I	Obs	Rvta
Familia Gekkonidae								
Hemidactylus frenatus	Salamanqueja	0-2000	11		N	I	Obs	Tud, Pa, Bg
Familia Gymnophthalmidae								
Loxopholis rugiceps	Lagartija	0-510	1	T	D/N	I	Obs	Pl
Tretioscincus bifasciatus	Lagarto	0-1500	1	T	D/N	I	Obs	Pa
Familia Iguanidae								
Iguana iguana	Iguana	0-1500	47	Ar	D	H	Obs	Pa, Pl, Bg, Pe, Zp
Familia Scincidae								
Mabuya sp.	Lisa	0-2000	3	T	D	I	Obs	Pa, Vsa
Familia Sphaerodactylidae								
Gonatodes albogularis	Salamanqueja	0-3000	58	Ar	D	I	Obs	Cpa, Pa, Pl Bg, Vsa, Vsb, Zp
Familia Teiidae								
Ameiva preasignis	Lobo	0-1000	3	T	D	O	Obs	Bg, Vsa
Cnemidophorus gaigei	Lobito pollero	0-1500	5	T	D	O	Obs	Bg, Rvta, Vsb
Cnemidophorus lemniscatus	Lobito	100-400	4	T	D	O	Obs	Pa, Vsa
Tupinambis cryptus	Lobo pollero	300-500	2	T	D	O	Obs	Vsa, Vsb
Tupinambis teguixin	Lobo pollero	0-600	6	T	D	O	Obs	Pl, Pa, Bg
Familia Boidae								
Boa constrictor	Boa	0-1524	2	Ar	D/N	C	Obs	Pa, Pe
Corallus ruschenbergerii	Mapana	0-1000	3	Ar	D/N	C	Obs	Bg, Vsa
Epicrates maurus	Boa esmeralda	0-500	1	Ar	D/N	C	Obs	Pl
Familia Colubridae								
Dryophylax gambotensis	Falsa mapana	0-200	1	SA	D	C	Obs	Bg
Leptophis ahaetulla	Lora	0-1000	3	SA	D	C	Obs	Bg, Vsa, Vsb
Erythrolamprus melanotus	guardacamino	0-400	2	T	D/N	C	Obs	Pa, Bg
Imantodes cenchoa	bejuquilla	0-2200	1	SA	D/N	C	Obs	Bg
Lygophis lineatus	guardacamino	80-750	1	T	D/N	C	Obs	Vsa
Oxybelis aeneus	Bejuca	0-800	3	SA	D	C	Obs	Pl, Vsa
Thamnodynastes gambotensis	Cazadora	20-120	5	T	N	C	Obs	Pa, Pl Bg, Vsb
Familia Viperidae								
Porthidium lansbergii	Patoco	0-1270	2	T	N	C	Obs	Pa, Zp

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	ABUNDANCIA	HÁBITO DE VIDA	PERIODO DE ACTIVIDAD	GREMIO TRÓFICO	TIPO DE REGISTRO	COBERTURA
Orden Testudines								
Familia Emydidae								
Trachemys venusta callirostris	Icotea	0–400	2	Ac	D/N	O	Obs	Caa, Bg
CONVENCIONES: Habito de vida: Arborícola (Ar), Terrestre (T), Semiarboricola (S-AR); Periodo de actividad: Nocturno (N); Dieta: Insectívoro (In), Carnívoro (Ca); Cobertura: Tud: Tejido urbano discontinuo, Oct: Otros cultivos permanentes, Cpa: Cultivos permanentes arbóreos, Pl: Pastos limpios, Pa: Pastos arbolados, Pe: Pastos enmalezados, Bg: Bosque de galería, Zp: Zonas pantanosas, Caa: Cuerpos de agua artificial, Rvta: Red vialy territorios asociados, Vsa: Vegetación secundaria alta, Vsb: Vegetación secundaria baja..								

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

Las familias con mayor número de especies fueron Colubridae con siete (7) especies y Teiidae con cinco (5), el resto de familias estuvieron representados por una y tres especies cada una (**Figura 5.2-146**). Las familias con mayor número de individuos observados fueron Dactyloidae con 86 individuos, Sphaerodactylidae con 58 e Iguanidae con 47. Las familias restantes tuvieron registros, entre 11 y un individuo.

FIGURA 5.2-146 NÚMERO DE ESPECIES REGISTRADAS POR FAMILIAS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

Las especies más abundantes fueron *Anolis auratus* (camaleón) (**Fotografía 5.2-28**) con 86 individuos registrados y *Gonatodes albogularis* (salamanqueja) con 58 individuos. *Anolis auratus* es una especie ampliamente distribuida en Colombia, distribución que incluyen los valles interandinos, la región Caribe y la Orinoquia, en alturas máximas de 1800 msnm.

Son individuos casi exclusivamente de pastizales; tienen hábitos diurnos y son muy ágiles, forrajean activamente, donde se alimentan en su mayoría de artrópodos, pero pueden incluir material vegetal en su dieta. Tienen comportamientos de comunicación entre individuos gracias a los movimientos de su abanico angular (SIB Colombia, 2023).

Mientras, *Gonatodes albugularis* (Salamanqueja) es un lagarto de porte pequeño que se encuentra distribuido en las regiones norte, centro y occidental de Colombia, en un rango altitudinal de los 0 a los 1500 msnm. Habitan gran variedad de hábitats en los bosques secos, húmedos y muy húmedos. Son muy tolerantes a los disturbios, encontrándose hasta en estructuras humanas, pero por lo general se encuentran en los troncos de los árboles. Se alimentan principalmente de pequeños artrópodos.

Durante el trabajo de campo se realizaron encuestas a pobladores, a través de estas se registraron dos especies no encontradas en los recorridos, dichas especies fueron *Bothrops asper* (Cuatro narices, talla x) *y Crotalus* durissus (Cascabel), pertenecientes a la familia Viperidae. Estas no son incluidas en los análisis del presente capitulo.

FOTOGRAFÍA 5.2-27 *ANOLIS GAIGEI* (CAMALEÓN)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4783974 N 2740883



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-28 *ANOLIS AURATUS* (CAMALEÓN)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4788240 N 2736193



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-29 *THAMNODYNASTES GAMBOTENSIS* (CAZADORA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784729 N 2741177



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-30 *PORTHIDIUM LANSBERGII* (PATOCO)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4788248 N 2736183



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-31 *MABUYA SP* (LISA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4783848 N 2741275



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-32 *AMEIVA PREASIGNIS* (LOBO)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4783914 N 2741145



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-33 *LOXOPHOLIS RUGICEPS (LAGARTIJA)*
***COORDENADAS PLANAS* ORIGEN NACIONAL**
E 4788143 N 2736072



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-34 *GONATODES ALBOGULARIS* (SALAMANQUEJA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4783974 N 2740883



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-35 *HEMIDACTYLUS FRENATUS* (SALAMANQUEJA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784135 N 2740567



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-36 *IMANTODES CENCHOA* (BEJUQUILLA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784687 N 2738316



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-37 *ERYTHROLAMPRUS MELANOTUS* (GUARDACAMINO)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4784621 N 2738247



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

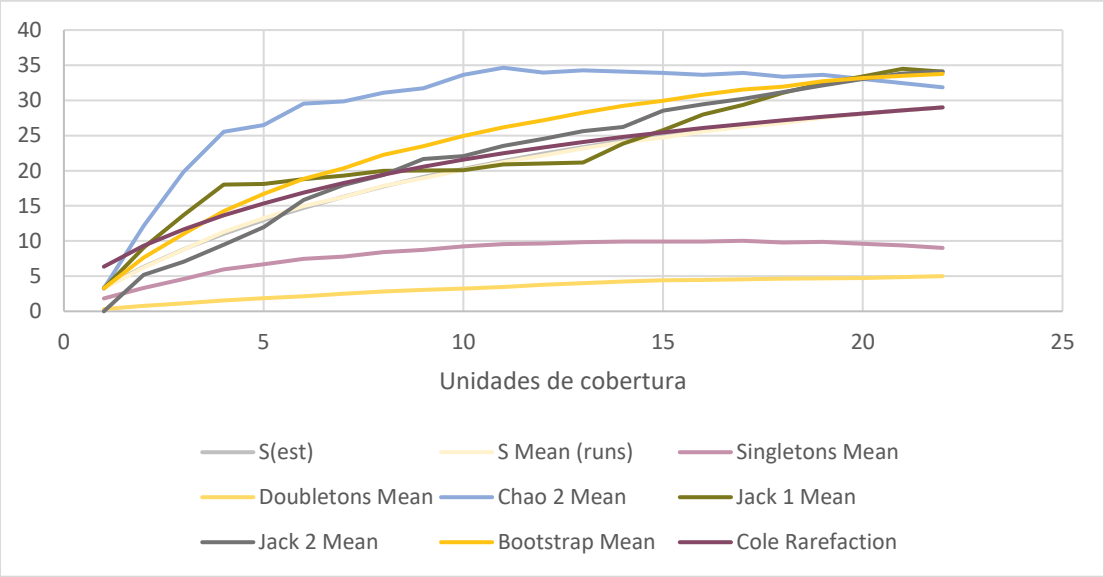
- Representatividad y esfuerzo de muestreo

Para estimar la representatividad del muestreo se utilizaron los estimadores Chao 2, Jacknife 1, Jacknife 2 y Bootstrap, debido a que éstos ofrecen mayor confiabilidad cuando los hábitats no son homogéneos. De manera que se realizaron estimaciones para anfibios en general

Para reptiles el estimador Chao 2 indicó una representatividad del muestreo del 91,02%, Jacknife 1 y 2 una representatividad del 85,07% y 85,02% respectivamente, mientras que Bootstrap indica que hubo una representatividad del 85,90%. La variación de cada uno de los estimadores en el número de especies esperadas indica que en general el muestreo tiene representatividad optima con valores entre el 85,02% y el 91,02% (**Figura 5.2-147**).

Por otro lado, el número de especies únicas y una baja densidad de especies pueden sesgar la exactitud de los estimadores (Palmer y White, 1994, Gotelli & Colwell 2001) y en el presente estudio el 3,21% de las especies estuvieron representadas por un solo individuo. La unidad de muestreo utilizada en el cálculo de la representatividad está dada por las unidades de cobertura vegetal identificadas en el aparte forestal. Se evaluó mediante la elaboración de curvas de acumulación de especies, y la comparación con los valores de riqueza máximos esperados a partir de las funciones de Jack 1 y 2 y Chao2. Las curvas de acumulación de especies fueron realizadas por el método de rarefacción mediante el programa EstimateS (Colwell; 2013). Este método calcula un valor esperado de especies en diferentes tamaños de muestra, basado en lo descrito por Villarreal et al (2004), distribuyendo las muestras en grupos de 20, obteniendo como muestra mínima los cultivos permanentes arbóreos y cuerpos de agua artificial con un (1) registro cada una y como muestra máxima los pastos arbolados con 79 registros.

FIGURA 5.2-147 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DE REPTILES ASOCIADOS AL ÁREA DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- Índices de diversidad
  - ✓ Diversidad alfa

La diversidad alfa es la riqueza específica de una comunidad determinada. Para cuantificar la diversidad alfa de los reptiles registrados en el área se calcularon índices directos como la riqueza de especies (número de especies) que es el método más sencillo y el índice de Margalef; asimismo, se calculó el Índice de Simpson como índice de dominancia y el de Shannon-Wiener como índice de Equidad.

TABLA 5.2-108 ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA REPTILES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

Indices	Tud	Oct	Cpa	Pl	Pa	Pe	Bg	Zp	Caa	Rvta	Vsa	Vsb
Taxa_S	2	1	1	9	14	3	17	5	1	2	11	7
Individuals	4	2	1	50	79	3	72	17	1	2	26	23
Dominance_D	0,63	1	1	0,27	0,25	0,33	0,13	0,23	1	0,5	0,16	0,32
Shannon_H	0,56	0	0	1,58	1,74	1,10	2,30	1,51	0	0,69	2,12	1,42
Margalef	0,72	0	0	2,05	2,98	1,82	3,74	1,41	0	1,44	3,07	1,91

Cobertur: Tud: Tejido urbano discontinuo, Oct: Otros cultivos permanentes, Cpa: Cultivos permanentes arbóreos, Pl: Pastos limpios, Pa: Pastos arbolados, Pe: Pastos enmalezados, Bg: Bosque de galería, Zp: Zonas pantanosas, Rvta: red vial y territotios asociados, Caa: Cuerpos de agua artificial, Vsa: Vegetación secundaria alta, Vsb: Vegetación secundaria baja

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- Índice de dominancia (Simpson D)

El índice de dominancia de Simpson es una forma de medir la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie, es decir, es una manera de medir la homogeneidad en la distribución de las especies e individuos. Cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad, existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero, mayor es la biodiversidad de un hábitat.

Para el área de estudio y como se observa en la **Tabla 5.2-108**, los Cultivos permanentes arbóreos, cuerpos de agua artificial y otros cultivos transitorios presentan un valor de uno (1), lo que significa que hay una dominancia total de una especie, esto es correcto dado que estas coberturas se registró una sola especie. En las restantes coberturas no se registra una dominancia por parte de alguna de las especies observadas.

- Índice de Diversidad Margalef

El Índice de Margalef, o índice de diversidad específica de Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la diversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

El mínimo valor que puede adoptar es cero, y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra (s=1, por lo que s-1=0). Por debajo de 2 se considera una región de baja biodiversidad, y por encima de 5, una región de alta biodiversidad.

Como se observa en la **Tabla 5.2-108**, la menor diversidad de especies se presentó en los Cultivos permanentes arbóreos, cuerpos de agua artificial y otros cultivos transitorios, con un valor de cero (0), mientras que los pastos enmalezados, red vial y territorios asociados,vegetación secundaria baja, zonas pantanosas y el tejido urbano discontinuo presentaron una baja diversidad con valores entre uno (1) y dos (2); finalmente los pastos limpios y arbolados, bosques de galería y la vegetación secundaria alta presentaron una diversidad media con valores entre dos (2) y cinco (5).

- Índice de Diversidad (Shannon H)

El índice de equidad de Shannon es una forma de medir la uniformidad de las especies en una comunidad. se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice.

Al analizar la información contenida en la **Tabla 5.2-108**, **Tabla 5.2-104**, y basados en este índice podemos decir que la diversidad para la zona es estudios es baja ya que el índice de Shannon para el 83,33% de las coberturas estudiadas arroja valores entre cero (0) y dos (2), siendo únicamente bosque de galería y vegetación secundaria alta las unidades de cobertura con índices superiores a 2, mostrándolos como ecosistemas en el margen normal de la distribución de especies.

- ✓ Análisis de similitud (Diversidad Beta)
  - o Índice de similaridad de Jaccard

Para identificar el grado de complementariedad o semejanza que presentan las comunidades de anfibios entre coberturas vegetales se utilizó el índice de similitud de Jaccard. Este permite identificar el grado de heterogeneidad en la distribución de la diversidad a escala espacial, integrando la abundancia de cada especie. Los análisis de diversidad se realizaron con el programa BioDiversity Pro (McAleece, 1997).

La complementariedad puede depender de la oferta de recursos en cada uno de los hábitats, esta es diferente y determina la composición de la biota que se establece y cambia de acuerdo con sus requerimientos alimenticios y necesidades espaciales[20]. La similaridad entre estas coberturas obedece a varios factores como la topografía, condiciones del sustrato y la vegetación.

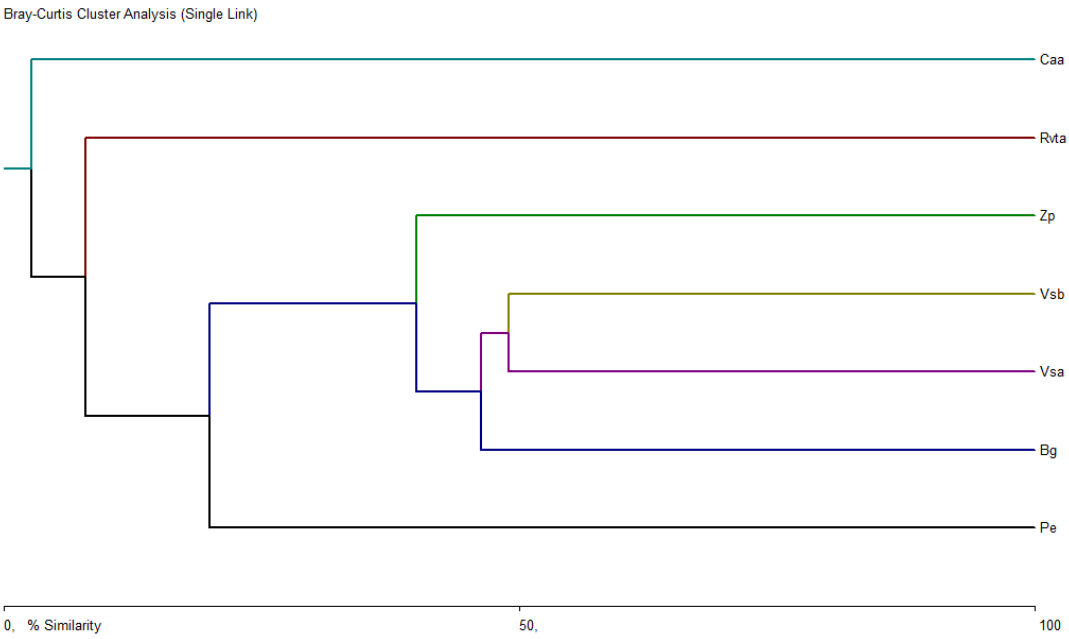
La diversidad beta incrementa con la variabilidad ambiental y favorece que las especies se encuentren asociadas parcial o totalmente a un solo tipo de hábitat. A través del análisis de agrupamiento se determina el grado de similitud a partir de las abundancias de las especies registradas, las distancias agrupadas indican que el recambio de especies se puede considerar probable y constante, y por lo tanto sus comunidades más resilientes.

Dicha agrupación puede obedecer a que un buen porcentaje de las especies presentes en las coberturas boscosas correspondan a especies más afines con los bordes de los bosques y/o vegetación aledaña; sin embargo, algunas de ellas requieren de hábitats más específicos, que son más sensibles a las perturbaciones antrópicas y a los cambios de temperatura y sobre todo para este grupo a la humedad relativa[21].

En la **Figura 5.2-148**, se observa dos grupos de coberturas, que comparten un mayor número de especies entre sí. El primero conformado por la vegetación secundaria alta y baja, con una similaridad del 48,97%, anudada con bosque de galería por el 46,31% de similaridad, permitiendo que las especies distribuidas en zonas pantanosas, se integren a la matriz de distribución de hábitat por el 39,92% de similaridad, siendo estas las unidades de análisis mejor representadas para el área de influencia..

[20] Halffter G & Ce Moreno (2005) Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. In: Halffter, G, J Soberón, P Koleff & A Melic (eds) Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. M3m: Monografías Tercer Milenio Vol. 4, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza.
[21] Vargas-Salinas F, Muñoz-Ávila J, Morales-Puentes ME editores. Biología de anfibios y reptiles en el bosque seco tropical del norte de Colombia. Tunja, Colombia: Editorial UPTC; 2019.

FIGURA 5.2-148 ANÁLISIS DE SEMEJANZA POR COBERTURAS PARA LOS REPTILES REGISTRADOS EN LA ZONA



CONVENCIONES: Cobertura:

Cobertur: Tud: Tejido urbano discontinuo, Oct: Otros cultivos permanentes, Cpa: Cultivos permanentes arbóreos, Pl: Pastos limpios, Pa: Pastos arbolados, Pe: Pastos enmalezados, Bg: Bosque de galería, Zp: Zonas pantanosas, Rvta: red vial y territotios asociados, Caa: Cuerpos de agua artificial, Vsa: Vegetación secundaria alta, Vsb: Vegetación secundaria baja

.

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

- Estructuras tróficas y relaciones ecológicas (grupo trófico y uso de hábitat)

Un porcentaje representativo de los reptiles con presencia probable en el área de intervención tiene preferencia por los hábitats terrestres (46%) y semiárbóreos (27%), en comparación con los semiacuáticos o arbóreos que en conjunto reúnen el 27% del total de especies (**Figura 5.2-150**). Dentro del hábitat terrestre es posible encontrar a representantes de diferentes familias.

Un porcentaje equivalente al de las especies terrestres, estaría representado por aquellas que ocupan el hábitat semiarbóreo. Los lagartos son quienes hacen mayor uso de este último, correspondientes a las familias de camaleones (Dactyloidae), salamanquejas (Sphaerodactylidae, Gekkonidae), los Jesucristos (Corytophanidae) y las lisas (Sincidae).

En el hábitat semiacuático, que corresponde a ambientes como ríos, caños y ciénagas, se está representado babillas (familias Alligatoridae) y tortugas de las familias Emydidae (icoteas), todas las anteriores conformadas por especies dulceacuícolas que pueden

encontrarse regulando su temperatura bajo el sol en las riberas de cuerpos de agua, o también sumergidas en áreas pantanosas poco profundas.

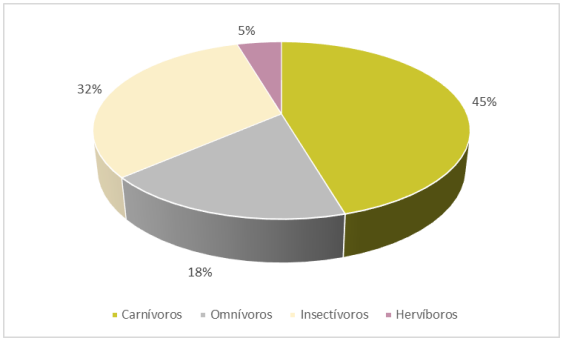
De las especies registradas en la zona el estrato arbóreo sólo es frecuentado por dos culebras de la familia Boidae (*Boa constrictor y Epicrates maurus*), que se especializan en el consumo de aves y huevos. La especie *Iguana iguana* (Iguanidae) es el único saurio que habita los estratos altos entre la vegetación y el dosel arbóreo, son más frecuentes en estos sitios particularmente durante su fase adulta, donde consiguen refugio y alimentación (Muñoz et al. 2003).

En relación con las preferencias tróficas de los reptiles, los gremios más característicos corresponderían al de los carnívoros e insectívoros (con 45% y 32% respectivamente) (**Figura 5.2-149**).

Estos resultados evidencian la importancia de los reptiles como consumidores secundarios de otros organismos vertebrados e invertebrados en los ecosistemas y su papel junto con los anfibios en el control biológico de insectos (Valencia et al. 2012); así mismo, algunas serpientes venenosas o ratones comunes pueden ser consumidas por algunos colúbridos, por tanto, estos grupos depredadores prestan servicios ambientales valiosos para las poblaciones humanas.

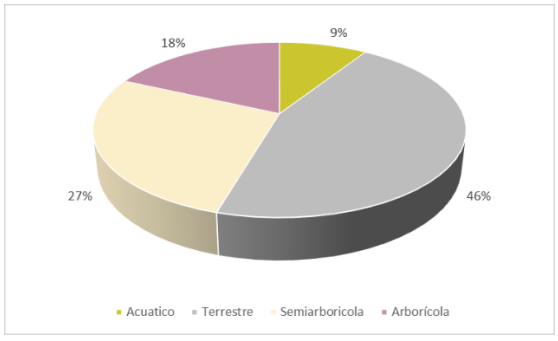
Un porcentaje menor lo constituyen las especies omnívoras (18%) que aparte del consumo de insectos, aprovechan ocasionalmente algunas plantas, frutos y animales en descomposición.

FIGURA 5.2-149 GREMIOS TRÓFICOS DE REPTILES REGISTRADOS



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

FIGURA 5.2-150 HÁBITOS DE LAS ESPECIES DE REPTILES REGISTRADAS



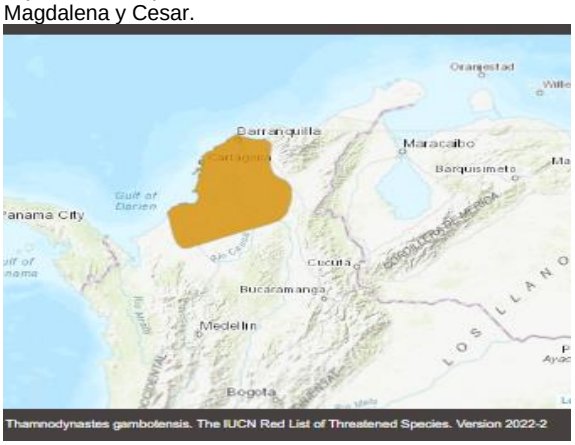
Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- Especies de importancia ecológica (amenazada, migratoria, endémica y en veda)
  - ✓ Especies endémicas

La única especie endémica registrada en la presente evaluación fue la serpiente *Thamnodynastes gambotensis* (**Tabla 5.2-109**); colúbrido semiacuático cuya distribución está restricta a los márgenes del rio Magdalena y las tierras bajas del caribe. Se encuentra

en la categoría de preocupación menor según la IUCN y sus poblaciones, pese a estar fragmentada, tienen una tendencia estable (Ortega & Caicedo, 2016).

TABLA 5.2-109 ESPECIES ENDÉMICAS DE REPTILES REGISTRADAS PARA EL ÁREA DE INTERVENCIÓN

Thamnodynastes gambotensis **(Cazadora) Endémica (E)**	
	
Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023	
Distribución geográfica	**Generalidades**
Se encuentra distribuida al norte de Colombia, en tierras bajas de los departamentos de Atlántico, Córdoba, Bolívar, Magdalena y Cesar.  ***Fuente: IUCN 2023***	Una especie de Thamnodynastes con 19 filas dorsales, de quilla lisa o débil; un foso de una sola escala; hemipene fuerte y espinoso; dientes maxilares 12-14+2G con una moda de 13+2G (76%); mentón fuertemente pigmentado, pero las escamas más grandes pueden tener centros pálidos contrastantes; frecuentemente siete supralabiales (60%). Es una especie nocturna, particularmente activa en las horas crepusculares, de hábitos terrestres a semiarborícolas. Se alimenta de larvas de insectos, anfibios, salamanquesas, lagartijas y ocasionalmente de roedores.

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- ✓ Especies amenazadas y/o CITES

Según los criterios y categorías propuestas por la IUCN, una especie se considera amenazada si está catalogada bajo las categorías en Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) o es Vulnerable (VU). Según IUCN 2023, de todas las especies de reptiles registrados en campo se encuentran bajo la categoría de preocupación menor (LC).

No obstante, la resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, categoriza la especie *Trachemys venusta callirostris* en estado VULNERABLE (VU), Principalmente por la pérdida de su hábitat natural y la fuerte presión de sus poblaciones por la cacería sobre la especie.

TABLA 5.2-110 ESPECIES DE ANFIBIOS REGISTRADOS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN SEGÚN SU GRADO DE AMENAZA O ENDEMISMO

Especie	Nombre común	Rango altitudinal (msnm)	Res. 1912 MADS 2017	IUCN 2023	Endemismo	CITES 2023	Libro rojo 2015
Caiman crocodilus	Babilla	0–400		LC		II	
Iguana iguana	Iguana	0-1500		LC		II	
Tupinambis cryptus	Lobo pollero	300-500		LC		II	
Boa constrictor	Boa	0-1524		LC		II	
Epicrates maurus	Boa esmeralda	0-500		LC		II	
Thamnodynastes gambotensis	Cazadora	20-120		LC	E		
Trachemys venusta callirostris	Icotea	0–400	VU	LC			VU

ENDEMISMO: Endémica (E); ESTADO DE CONSERVACIÓN: Resolución 1912/2017 MADS, UICN 2022: Vulnerable (VU). Apéndices CITES: (II) Especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio.

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

Se registraron cinco (5) especies listadas en el apéndice II del CITES, en el cual figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. Estas especies fueron *Epicrates maurus* (**Fotografía 5.2-38**), *Boa constrictor* (**Fotografía 5.2-39**), *Iguana iguana* (**Fotografía 5.2-40**), *Caiman crocodilus* y *Tupinambis teguixin.*

FOTOGRAFÍA 5.2-38 *EPICRATES MAURUS* COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4785788 N 2738422



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-39 *BOA CONSTRICTOR* COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4784759 N 2738376



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-40 *IGUANA IGUANA*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4790143 N 2735985



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- Rutas de desplazamiento

Para la zona de estudio no se registraron especies de reptiles que realicen migraciones, de latitudinales, altitudinales, ni locales dentro del área de estudio.

- Especies de uso local e importancia socioeconómica

Para la zona se registró a *Trachemys venusta callirostris* como especie de importancia cultural y económica, debido a que es una especie muy apetecida porque es una fuente de proteína gratis y de consumo tradicional y por el lado económico porque las especies que cazan son comercializadas.

➢ **Aves**

Para Colombia se han registrado 1966 especies de aves (ACO, 2022; Echeverry-Galvis, et al (2022)), lo que representa cerca del 18 % de las especies a nivel mundial (Gill & Donsker, 2019), convirtiéndose en uno de los países del mundo con mayor diversidad por unidad de superficie (Ayerbe, 2018). Esta diversidad de aves es principalmente por la heterogeneidad de sus ecosistemas y paisajes, lo que genera un alto grado de endemismos.

Hasta el momento Colombia registra 79 especies consideradas de distribución restringida o endémicas y 193 especies casi endémicas (Chaparro-Herrera et al., 2013).

Colombia se ha convertido en un país de paso de muchas especies migratorias, ya que estas encuentran lugares de permanencia y de escala. Se han registrado 275 especies con migración Boreal, Austral y Nacional (Naranjo et al., 2012).

- Especies potencialmente presentes en el área de intervención del proyecto

Para el área de intervención del proyecto, se registran 311 especies de aves potenciales, distribuidas en 57 familias.

Estos registros están documentados en estudios ambientales previos, instrumentos de planificación, colecciones biológicas, bases de datos en línea (SIB y GBIF) y listas de especies de aves encontradas en la plataforma eBird. Esto representa aproximadamente el

20% de las especies presentes en el territorio colombiano (Donegan et al., 2018) (**Tabla 5.2-111**).

TABLA 5.2-111 ESPECIES POTENCIALES PARA EL ÁREA DE INTERVENCIÓN

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CITES 2023	IUCN 2023	Endemismo (Quiñones, 2018)	Migración (Quiñones, 2018; Ardila-Téllez & Cruz-Bernate, 2014)
Anatidae	*Dendrocygna viduata*	*Suiriri cariblanco*				
Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	*Suiriri piquirrojo*				
Anatidae	*Dendrocygna bicolor*	*Suiriri bicolor*				
Anatidae	*Cairina discors*	*Pato criollo*				
Anatidae	*Anas bahamensis*	*Anade gargantillo*				
Aramidae	*Aramus guarauna*	*Carrao*				
Rallidae	*Porzana carolina*	*Polluela sora*				Lat-Tra
Rallidae	*Gallinula galeata*	*Gallineta americana*				
Rallidae	*Porphyrio martinica*	*Calamoncillo americano*				
Rallidae	*Aramides cajaneus*	*Cotara chiricote*				
Anhimidae	*Chauna chavaria*	*Chaja*		*VU*		
Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	*Zampullin macacito*				
Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	*Zampullin picogrueso*				
Fregatidae	*Fregata magnificens*	*Rabihorcado*				
Stercorariidae	*Leucophaeus atricilla*	*Gaviota guanare*				
Stercorariidae	*Phaetusa Simplex*	*Charran picudo*				
Stercorariidae	*Hydroprogne caspia*	*Pagaza piquirroja*				
Stercorariidae	*Childonias niger*	*Fumarel común*				
Stercorariidae	*Thalasseus maximus*	*Charran real*				
Stercorariidae	*Thalasseus sandvicensis*	*Charran patinegro*				
Rynchopidae	*Rynchops niger*	*Rayador americano*		*LC*		
Tinamidae	*Crypturellus erythropues*	*Tinamu patirrojo*			E	
Tinamidae	*Crypturellus soui*	*Tinamú chico*			E	
Cracidae	*Ortalis garrula*	*Guacharaca caribeña*			*E*	
Odontophoridae	*Colinus cristatus*	*Perdiz chilindra*				
Ciconiidae	*Mycteria americana*	*Cabeza de hueso*				
Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	*Guaco común*				Lat-Tra
Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	*Matinete coronado*				Lat-Tra
Ardeidae	*Agammia agami*	*Garza agami*		*VU*		
Ardeidae	*Butorides virescens*	*Garcita verde*				Lat-Tra
Ardeidae	*Butorides striata*	*Garcita rayada*				
Ardeidae	*Cochlearius cochlearius*	-				
Ardeidae	*Bubulcus striata*	*Garcilla*				Lat-Tra
Ardeidae	*Bubulcus virescens*	*Garcilla*				
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	*Garcita bueyera*				Lat-Alt-Lon-Tra
Ardeidae	*Ardea herodias*	*Garza cuca*				Lat-Tra
Ardeidae	*Ardea cocoi*	*Garza cuca*				
Ardeidae	*Ardea alba*	*Garza real*				Lat-Lon-Tra
Ardeidae	*Egretta rufescens*	*Garza roja*		*VU*		
Ardeidae	*Egretta thula*	*Garza patiamarilla*				Lat-Alt-Lon-Tra-Nac
Ardeidae	*Egretta tricolor*	*Garza azul*				
Ardeidae	*Tigrisoma lineatum*	*Vaco colorado*				
Threskiornithidae	*Phimosus infuscatus*	*Coquito*				

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CITES 2023	IUCN 2023	Endemismo (Quiñones, 2018)	Migración (Quiñones, 2018; Ardila-Téllez & Cruz-Bernate, 2014)
Threskiornithidae	*Theristicus caudatus*	*Bandurria aliblanca*				
Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	*Ibis blanco*				
Threskiornithidae	*Plegadis falcinellus*	*Morito común*				Lat-Tra
Threskiornithidae	*Mesembrinibis cayannensis*	*Ibis verde*				
Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	*Espátula rosada*				
Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	*Aura sanabera*				
Cathartidae	*Cathartes aura*	*Guala cabecirroja*				Lat-Tra
Cathartidae	*Sarcoramphus papa*	*Zopilote rey*				
Cathartidae	*Coragyps atratus*	*Gallinazo negro*				
Accipitridae	*Gampsonyx swainsonii*	*Gavilancito perlado*	*II*			
Accipitridae	*Busarellus nigricollis*	*Gavilán cienaguero*	*II*			
Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	*Milano picogarfio*	*II*			
Accipitridae	*Geranospiza caerulescens*	*Aguililla zancona*	*II*			
Accipitridae	*Buteo nitidus*	*Gavilán*	*II*			
Accipitridae	*Buteo albonotatus*	*Gavilán*	*II*			
Accipitridae	*Buteo platypterus*	*Gavilán*	*II*			
Accipitridae	*Leptodon cayanensis*	*Milano cabecigris*	*II*			
Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	*Gavilán*	*II*			
Accipitridae	*Rastrhamus sociabilis*	*Busardo colorado*	*II*			
Accipitridae	*Buteogallus meridionalis*	*Busado sabanero*	*II*			
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	*Gavilán caminero*	*II*			
Aramidae	*Aramus guarauna*	*Carrao*				
Rallidae	*Aramides cajaneus*	*Chilacoa colinegra*				
Rallidae	*Porphyrio martinica*	*Polla azul*				Lat-Tra
Burhinidae	*Burhinus bistriatus*	*Alcaraván*				
Charadriidae	*Himantopus mexicanus*	*Alcaraván*				
Charadriidae	*Vanellus chilensis*	*Pellar común*				
Jacanidae	*Jacana jacana*	*Gallito de ciénaga*				
Scolopacidae	*Actitis macularius*	*Andarríos manchado*				Lat-Tra
Scolopacidae	*Arenaria interpres*	*Vuelvepiedras común*				Lat-Tra
Scolopacidae	*Calidris himantopus*	*Correlimos Zancolin*				
Scolopacidae	*Calidris minutilla*	*Correlimos menudillo*				
Scolopacidae	*Calidris subruficolis*	*Vuelvepiedras común*		*NT*		Lat-Tra
Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	*Andarríos*				Lat-Tra
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	*Andarríos*				Lat-Tra
Scolopacidae	*Tringa solitaria*	*Andarríos solitario*				Lat-Tra
Columbidae	*Leptotila verreauxi*	*Tórtola colipinta*				
Columbidae	*Columbina passerina*	*Columbina común*			E	
Columbidae	*Columbina minuta*	*Columbina menuda*				
Columbidae	*Columbina squammata*	*Tortolita escamosa*				
Columbidae	*Columbina talpacoti*	*Tortolita rojiza*				
Columbidae	*Zenaida auriculata*	*Torcaza*			E	
Columbidae	*Claravis pretiosa*	*Tortolita azulada*				
Columbidae	*Patagioenas corensis*	*Paloma aliblanca*				
Columbidae	*Patagioenas cayennensis*	*Paloma morada*				
Columbidae	*Patagioenas cayennensis*	*Paloma morada*				
Cuculidae	*Coccyzus melacoryphus*	*Cuco piquioscuro*				
Cuculidae	*Coccyzus pumila*	*Cuco piquioscuro*				

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CITES 2023	IUCN 2023	Endemismo (Quiñones, 2018)	Migración (Quiñones, 2018; Ardila-Téllez & Cruz-Bernate, 2014)
Cuculidae	*Crotophaga ani*	*Garrapatero piquiliso*				
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	*Garrapatero asurcado*				
Cuculidae	*Crotophaga major*	*Garrapatero grande*				
Cuculidae	*Piaya cayana*	*Cuco ardilla común*				
Cuculidae	*Tapera naevia*	*Cuco sin fin*				
Strigidae	*Megascops choliba*	*Currucutú*	*II*			
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	*Mochuelo*	*II*			
Tytonidae	*Tyto alba*	*Lechuza común*	*II*			
Nyctibiidae	*Nyctibius grandis*	*Bienparado común*				
Nyctibiidae	*Nyctibius griseus*	*Bienparado común*				
Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	*Bujio*				
Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	*Bujío*				
Trochilidae	*Anthracothorax nigricollis*	*Mango pechinegro*	*II*			
Trochilidae	*Amazilia tzacatl*	*Amazilia colirrufa*	*II*			Alt-Nac
Trochilidae	*Phaethornis anthophilus*	*Ermitaño Ventripalido*				
Trochilidae	*Chlorostilbon gibsoni*	*Esmeralda piquirroja*			E	
Trochilidae	*Chrysuronia goudoti*	*Colibrí de Goudot*				
Trochilidae	*Chrysuronia coeruleogularis*	*Colibrí gorjizafiro*				
Trochilidae	*Chrysuronia lilliae*	*Colibrí ventrizafiro*				
Trochilidae	*Saucerottia saucerottei*	*Amazilia coliazul*	*II*		*CE*	
Alcedinidae	*Megaceryle torquata*	*Martín pescador*				
Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	*Martín pescador*				Lat-Tra
Alcedinidae	*Chloroceryle aenea*	*Martín pescador*				
Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	*Martín pescador enano*				
Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	*Martín pescador matraquero*				
Momotidae	*Momotus subrufescens*	*Barranquero ferina*				
Galbulidae	*Galbula ruficauda*	*Jacamar colirrufo*				
Bucconidae	*Notharchus tectus*	*Buco pio*				
Bucconidae	*Hypnelus ruficollis*	*Bobo punteado*				
Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	*Carpintero habado*				
Picidae	*Piculus chrysochioros*	*Carpintero verdiamarillo*				
Picidae	*Picummus cinnamomeus*	*Carpintero castaño*			E	
Picidae	*Campephilus melanoleucos*	*Carpintero barbinegro*				
Picidae	*Colaptes punctigula*	*Carpintero pechipunteado*			E	
Picidae	*Dryocopus lineatus*	*Carpintero real*				
Picidae	*Dryobates kirkii*	*Carpintero*				
Picidae	*Dryobates punctigula*	*Carpintero*				
Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	*Halcón reidor*	*II*			
Falconidae	*Caracara plancus*	*Caracara moñudo*	*II*			
Falconidae	*Daptrius chimachima*	*Pigua*	*II*			
Falconidae	*Falco sparverius*	*Cernícalo americano*	*II*			
Falconidae	*Falco peregrinus*	*Halcón peregrino*				Lat-Tra
Falconidae	*Falco rufigularis*	*Halcón murcielaguero*				
Falconidae	*Falco femoralis*	*Halcón plomizo*	*II*			
Psittacidae	*Brotogeris jugularis*	*Periquito bronceado*	*II*			
Psittacidae	*Amazona farinosa*	*Amazona real*	*II*	*NT*		
Psittacidae	*Amazona amazonica*	*Amazona alinaranja*	*II*			

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CITES 2023	IUCN 2023	Endemismo (Quiñones, 2018)	Migración (Quiñones, 2018; Ardila-Téllez & Cruz-Bernate, 2014)
Psittacidae	*Amazona ochrocephala*	*Lora cabeciamarilla*	*II*			
Psittacidae	*Forpus conspicillatus*	*Cotorrita de anteojos*	*II*			
Psittacidae	*Forpus spengeli*	*Cotorrita*	*II*			
Psittacidae	*Pionus menstruus*	*Periquito azul*	*II*			
Psittacidae	*Ara macao*	*Guacamayo*	*II*			
Psittacidae	*Ara severus*	*Guacamayo*	*II*			
Psittacidae	*Eupsittula pertinax*	*Perico carisucio*	*II*			
Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	*Picogordo degollado*				Lat-Tra
Furnariidae	*Dendroplex picus*	*Trepatroncos pico de lanza*				
Furnariidae	*Xiphorhynchus susurrans*	*Trepatroncos cacao*			E	
Furnariidae	*Certhiaxis cinnamomeus*	*Curutie colorado*			E	
Furnariidae	*Synallaxis albescens*	*Pijui pechiblanco*			E	
Furnariidae	*Synallaxis candei*	*Pijui barbiblanco*			E	
Furnariidae	*Furnarius leucopus*	*Hornero patiamarillo*				
Hirundinidae	*Progne chalybea*	*Golondrina de campanario*				Lat-Tra
Hirundinidae	*Progne subis*	*Golindrina*				Lat-Tra
Hirundinidae	*Progne tapera*	*Golindrina*				Lat-Tra
Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	*Golondrina*				
Hirundinidae	*Tachycineta albiventer*	*Golondrina*				
Hirundinidae	*Riparia riparia*	*Avión Zapador*				Lat-Tra
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	*Golondrina*				Lat-Tra
Hirundinidae	*Stelgidopteryx ruficollis*	*Golondrina*				
Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	*Tucán piquiverde*				
Icteridae	*Icterus nigrogularis*	*Turpial amarillo*				
Icteridae	*Chrysomus icterocephalus*	*Monjita cabeciamarilla*				
Icteridae	*Quiscalus lugubris*	*Tordo llanero*				
Icteridae	*Psarocolius decumanus*	*Oropéndola crestada*				
Parulidae	*Setophaga petechia*	*Reinita dorada*				Lat-Tra
Thamnophilidae	*Thamnophilus atrinucha*	*Batara Pizarroso*			E	
Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	*Batará barrado*			E	
Thamnophilidae	*Thamnophilus melanonotus*	*Batará dorsinegro*				
Thamnophilidae	*Sakesphorus canadensis*	*Batará copetón*				
Thamnophilidae	*Myrmotherula axillaris*	*Hormiguerito flanquialbo*				
Thamnophilidae	*Formicivora grisea*	*Hormiguero*				
Thamnophilidae	*Myrmeciza longipes*	*Hormiguero*				
Tityridae	*Tityra inquisitor*	*Titira*				
Tityridae	*Pachyramphus rufus*	*Anambe cinereo*				
Tityridae	*Pachyramphus cinnamomeus*	*Anambe canelo*				
Tityridae	*Pachyramphus polychopterus*	*Ananbe aliblanco*			E	
Pipridae	*Manacus manacus*	*Saltarín lanceolado*			E	
Pipridae	*Chiroxiphia lanceolata*	*Saltarín barbiblanco*				
Thraupidae	*Coereba flaveola*	*Mielero común*				
Thraupidae	*Sicalis flaveola*	*Canario coronado*				
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	*Espiguero saltarín*				
Thraupidae	*Thraupis episcopus*	*Azulejo común*				
Thraupidae	*Sporophila minuta*	*Espiguero ladrillo*				

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CITES 2023	IUCN 2023	Endemismo (Quiñones, 2018)	Migración (Quiñones, 2018; Ardila-Téllez & Cruz-Bernate, 2014)
Thraupidae	*Saltator striatipectus*	*Saltador pio judío*				
Thraupidae	*Sporophila bouvronides*	*Espiguero de Lesson*				
Thraupidae	*Ramphocelus dimidiatus*	*Toche pico de plata*			*CE*	
Thraupidae	*Thraupis palmarum*	*Azulejo palmero*				
Troglodytidae	*Campylorhynchus nuchalis*	*Cucarachero blanquinegro*				
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	*Cucarachero común*				
Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	*Elaenia copetona*				
Tyrannidae	*Camptostoma obsoletum*	*Tiranuelo silbador*				
Tyrannidae	*Mionectes oleagineus*	*Mosquetero*				
Tyrannidae	*Atalotriccus pilaris*	*Mosquetero*				
Tyrannidae	*Oncostoma olivaceum*	*Mosquetero*				
Tyrannidae	*Paecilotriccus sylvia*	*Titiriji gris*				
Tyrannidae	*Myiophobus fasciatus*	*Mosquetero estriado*				
Tyrannidae	*Coptopus cooperi*	*Pibi boreal*				
Tyrannidae	*Coptopus sordidulus*	*Pibi occidental*				
Tyrannidae	*Coptopus virens*	*Pibi oriental*				
Tyrannidae	*Cnemotriccus fuscatus*	*Mosquetero*				
Tyrannidae	*Empidonax alnorum*	*Mosquetero*				
Tyrannidae	*Empidonax traillii*	*Mosquetero*				
Tyrannidae	*Sublegatus arenarum*	*Mosquetero*				
Tyrannidae	*Pygochelidon rubinus*	*Cardenal*				
Tyrannidae	*Arundinicola leucocephala*	*Viudita cabeciblanca*				
Tyrannidae	*Fluvicola pica*	*Viudita pía*				
Tyrannidae	*Attila spadiceus*	*Atila*				
Tyrannidae	*Myiarchus venezuelensis*	*Copetón venezolano*				
Tyrannidae	*Myiarchus panamensis*	*Copetón panameño*				
Tyrannidae	*Myiarchus crinitus*	*Copetón*				
Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	*Copetón*				
Tyrannidae	*Machetornis rixosa*	*Picabuey*				
Tyrannidae	*Phylohydor lictor*	*Bienteveo chico*				
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	*Bienteveo común*				
Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	*Copetón capirotado*				
Tyrannidae	*Todirostrum nigriceps*	*Titiriji común*				
Tyrannidae	*Rhynchocylus olivaceus*	*Picoplano olivaceo*				
Tyrannidae	*Tolmomyias sulphurescens*	*Picoplano sulfuroso*				
Tyrannidae	*Tolmomyias flaviventris*	*Picoplano pechiamarillo*				
Tyrannidae	*Nesotriccus incomta*	*Piojito simple*				
Tyrannidae	*Capsiempis flaveola*	*Mosquetero amarillo*				
Tyrannidae	*Tyrannulus elatus*	*Mosquetero coronado*				
Tyrannidae	*Myiopagis gaimardii*	*Fiofio selvático*				
Tyrannidae	*Myiopagis viridicata*	*Fiofio verdoso*				
Tyrannidae	*Elaenia chiriquensis*	*Fiofio belicoso*				
Tyrannidae	*Euscarthmun meloryphus*	*Tiranuelo copetón*				
Tyrannidae	*Inezia tenuirostris*	*Piojito picofino*				
Tyrannidae	*Inezia caudata*	*Piojito coludo*				
Tyrannidae	*Empidonax virescens*	*Atrapamoscas verdoso*				Lat-Tra
Tyrannidae	*Fluvicola pica*	*Viudita frentinegra*				

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CITES 2023	IUCN 2023	Endemismo (Quiñones, 2018)	Migración (Quiñones, 2018; Ardila-Téllez & Cruz-Bernate, 2014)
Tyrannidae	*Arundinicola leucocephala*	*Monjita pantanera*				
Tyrannidae	*Myiodynastes maculatus*	*Bienteveo*			E	
Tyrannidae	*Legatus leucophaius*	*Bienteveo*				
Tyrannidae	*Machetornis rixosa*	*Siriri bueyero*				
Tyrannidae	*Myiozetetes cayanensis*	*Suelda crestinegra*				
Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	*Atrapamoscas sulfurado*				Lat-Tra
Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	*Bichofué picudo*				
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	*Siriri común*				Lat-Alt-Tra-Nac
Tyrannidae	*Tyrannus savana*	*Siriri tijeretón*				Lat-Tra
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	*Bichofué*				
Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	*Siriri norteño*				Lat-Tra
Tyrannidae	*Phaeomyias murina*	*Tiranuelo murino*				
Pandionidae	*Pandion haliartus*	*Águila pescadora*				Lat-Tra
Apodidae	*Chaetura brachyura*	*Vencejo Rabón*				
Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	*Vencejo acollarado*				
Corvidae	*Cyanocorax affinis*	*Chara pechinegra*				
Mimidae	*Mimus gilvus*	*Sinsonte Tropical*				
Turdidae	*Chatarus minimus*	*Zarzalito*				Lat-Tra
Turdidae	*Chatarus ustulatus*	*Zarzalito*				Lat-Tra
Turdidae	*Turdus leucomelas*	*Zorzal sabia*			E	
Turdidae	*Turdus grayi*	*Zarzal pardo*			E	
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	*Chochin criollo*			E	
Troglodytidae	*Campylorbynchus zonatus*	*Cucarachero barrado*				
Troglodytidae	*Campylorbynchus nuchalis*	*Cucarachero*				
Troglodytidae	*Campylorbynchus griseus*	*Cucarachero Currucuchu*				
Troglodytidae	*Pheugopedius fasciatoventris*	*Cucarachero ventrinegro*				
Troglodytidae	*Thryophilus rufalbus*	*Cucarachero*				
Troglodytidae	*Cantorchilus leucotis*	*Cucarechero*				
Donacobiidae	*Donacobius atricapilla*	*Angu*				
Polioptilidae	*Ramphocaenus melanurus*	*Soterillo*				
Polioptilidae	*Polioptila plumbea*	*Perlita tropical*				
Vireoniae	*Cyclarhis gujanensis*	*Vireon*			E	
Vireoniae	*Hylophilus flavipes*	*Verdillo*			E	
Vireoniae	*Pachysylvia aurantiifrons*	*Verdillo*				
Vireoniae	*Vireo olivaceus*	*Vireo*				Lat-Tra
Vireoniae	*Vireo flaviridis*	*Vireo*				
Paluridae	*Parkesia noveboracensis*	*Reinita*				Lat-Tra
Paluridae	*Leiothlypis peregrina*	*Reinita*				Lat-Tra
Paluridae	*Geothlypis philadelphia*	*Reinita*				Lat-Tra
Paluridae	*Setophaga fusca*	*Reinita*				Lat-Tra
Paluridae	*Setophaga petechia*	*Reinita*				Lat-Tra
Paluridae	*Setophaga striata*	*Reinita*				Lat-Tra
Paluridae	*Cardellina canadensis*	*Reinita*				Lat-Tra
Emberizidae	*Arremon schlegeli*	*Cerquero alidorado*		*VU*	E	
Fringillidae	*Euphonia trinitatis*	*Eufonia*				
Fringillidae	*Euphonia laniirostris*	*Eufonia*				
Cardinalidae	*Piranga rubra*	*Piranga*				Lat-Tra

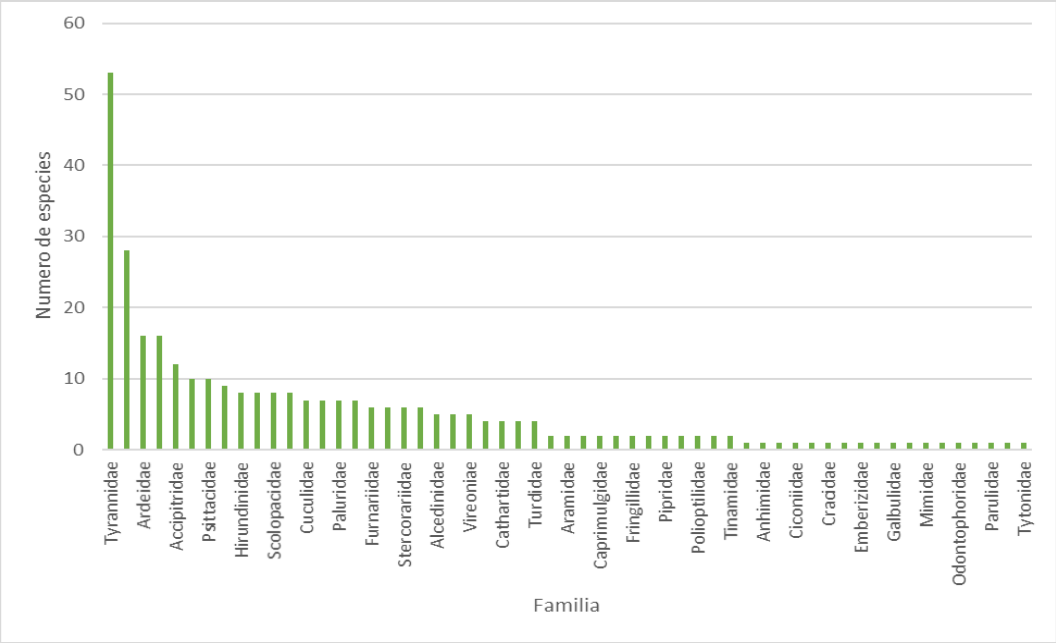
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CITES 2023	IUCN 2023	Endemismo (Quiñones, 2018)	Migración (Quiñones, 2018; Ardila-Téllez & Cruz-Bernate, 2014)
Cardinalidae	*Piranga olivacea*	*Piranga*				Lat-Tra
Cardinalidae	*Pleucticus ludovicianus*	*Picogrueso*				Lat-Tra
Thraupidae	*Nemosia pileata*	*Tangara*				
Thraupidae	*Eucometis penicillata*	*Tangara*				
Thraupidae	*Loriotus luctuosus*	*Tangara*				
Thraupidae	*Tachyphonus rufus*	*Tangara*				
Thraupidae	*Ramphocelus dimidiatus*	*Tangara*			*CE*	
Thraupidae	*Thraupis episcopus*	*Tangara*				
Thraupidae	*Thraupis palmarum*	*Tangara*				
Thraupidae	*Dacnis cayana*	*Dacnis azul*				
Thraupidae	*Conirostrum bicolor*	*Conirrostro*				
Thraupidae	*Conirostrum leucogenys*	*Conirrostro*				
Thraupidae	*Sicalis flaveola*	*Chirigue*				
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	*Semillero*				
Thraupidae	*Sporophila minuta*	*Semillero*				
Thraupidae	*Sporophila intermedia*	*Semillero*				
Thraupidae	*Caereba flaveola*	*Platanero*				
Thraupidae	*Melanospiza bicolor*	*Semillero*				
Thraupidae	*Saltador maximus*	*Pepitero*				
Thraupidae	*Saltador olivascens*	*Pepitero*				
Thraupidae	*Saltador striatipectus*	*Pepitero*				
Icteridae	*Leistes militaris*	*Loica Pechirroja*				
Icteridae	*Psarocolius decumanus*	*Oropendula*				
Icteridae	*Cacicus cela*	*Cacique*				
Icteridae	*Icterus spurius*	*Turpial castaño*				Lat-Tra
Icteridae	*Icterus icterus*	*Turpial*		*VU*		
Icteridae	*Icterus nigrogularis*	*Turpial*				
Icteridae	*Molothrus bonariensis*	*Tordo*				
Icteridae	*Molothrus aeneus*	*Tordo*		*VU*		
Icteridae	*Molothrus oryzivorus*	*Tordo*				
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	*Zanate*				
Icteridae	*Quiscalus lugubris*	*Zanate*				
Icteridae	*Chrysomus icterocephalus*	*Varillero*				

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- Composición de especies potenciales de aves

Las familias con la mayor riqueza de especies de aves fueron Tyranidae (53 spp) y Thraupidae (28 spp). En contraste, las familias con la menor riqueza de especies fueron Rynchopidae, Anhimidae, Burhinidae, Ciconiidae, Corvidae, Cracidae, Donacobiidae, Emberizidae, Fregatidae, Galbulidae, Jacanidae, Mimidae, Momotidae, Odontophoridae, Pandionidae, Parulidae, Ramphastidae y Tytonidae cada una especie respectivamente (**Figura 5.2-151**).

FIGURA 5.2-151 FAMILIAS DE AVES POTENCIALES PARA EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

- Especies amenazadas, migratorias y endémicas con potencial distribución en el área.

TABLA 5.2-112 ESPECIES AMENAZADAS, MIGRATORIAS Y ENDÉMICAS CON POTENCIAL DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN

FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMÚN	CITES 2023	IUCN 2023	Endemismo (Quiñones, 2018)	Migración (Quiñones, 2018; Ardila-Tellez & Cruz-Bernate, 2014)
Rallidae	*Porzana carolina*	*Polluela sora*				Lat-Tra
Anhimidae	*Chauna chavaria*	*Chaja*		*VU*		
Tinamidae	*Crypturellus erythropues*	*Tinamu patirrojo*			E	
Tinamidae	*Crypturellus soui*	*Tinamú chico*			E	
Cracidae	*Ortalis garrula*	*Guacharaca caribeña*			*E*	
Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	*Guaco común*				Lat-Tra
Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	*Matinete coronado*				Lat-Tra
Ardeidae	*Agammia agami*	*Garza agami*		*VU*		
Ardeidae	*Butorides virescens*	*Garcita verde*				Lat-Tra
Ardeidae	*Bubulcus striata*	*Garcilla*				Lat-Tra
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	*Garcita bueyera*				Lat-Alt-Lon-Tra
Ardeidae	*Ardea herodias*	*Garza cuca*				Lat-Tra
Ardeidae	*Ardea alba*	*Garza real*				Lat-Lon-Tra
Ardeidae	*Egretta rufescens*	*Garza roja*		*VU*		
Ardeidae	*Egretta thula*	*Garza patiamarilla*				Lat-Alt-Lon-Tra-Nac

FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMÚN	CITES 2023	IUCN 2023	Endemismo (Quiñones, 2018)	Migración (Quiñones, 2018; Ardila-Tellez & Cruz-Bernate, 2014)
Cathartidae	*Cathartes aura*	*Guala cabecirroja*				Lat-Tra
Accipitridae	*Gampsonyx swainsonii*	*Gavilancito perlado*	*II*			
Accipitridae	*Busarellus nigricollis*	*Gavilán cienaguero*	*II*			
Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	*Milano picogarfio*	*II*			
Accipitridae	*Geranospiza caerulescens*	*Aguililla zancona*	*II*			
Accipitridae	*Buteo nitidus*	*Gavilán*	*II*			
Accipitridae	*Buteo albonotatus*	*Gavilán*	*II*			
Accipitridae	*Buteo platypterus*	*Gavilán*	*II*			
Accipitridae	*Leptodon cayanensis*	*Milano cabecigris*	*II*			
Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	*Gavilán*	*II*			
Accipitridae	*Rastrhamus sociabilis*	*Busardo colorado*	*II*			
Accipitridae	*Buteogallus meridionalis*	*Busado sabanero*	*II*			
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	*Gavilán caminero*	*II*			
Rallidae	*Porphyrio martinica*	*Polla azul*				Lat-Tra
Scolopacidae	*Actitis macularius*	*Andarríos manchado*				Lat-Tra
Scolopacidae	*Arenaria interpres*	*Vuelvepiedras común*				Lat-Tra
Scolopacidae	*Calidris subruficolis*	*Vuelvepiedras común*		*NT*		Lat-Tra
Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	*Andarríos*				Lat-Tra
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	*Andarríos*				Lat-Tra
Scolopacidae	*Tringa solitaria*	*Andarríos solitario*				Lat-Tra
Columbidae	*Columbina passerina*	*Columbina común*			E	
Columbidae	*Zenaida auriculata*	*Torcaza*			E	
Strigidae	*Megascops choliba*	*Currucutú*	*II*			
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	*Mochuelo*	*II*			
Tytonidae	*Tyto alba*	*Lechuza común*	*II*			
Trochilidae	*Anthracothorax nigricollis*	*Mango pechinegro*	*II*			
Trochilidae	*Amazilia tzacatl*	*Amazilia colirrufa*	*II*			Alt-Nac
Trochilidae	*Chlorostilbon gibsoni*	*Esmeralda piquirroja*			E	
Trochilidae	*Saucerottia saucerottei*	*Amazilia coliazul*	*II*		*CE*	
Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	*Martín pescador*				Lat-Tra
Picidae	*Picummus cinnamomeus*	*Carpintero castaño*			E	
Picidae	*Colaptes punctigula*	*Carpintero pechipunteado*			E	
Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	*Halcón reidor*	*II*			
Falconidae	*Caracara plancus*	*Caracara moñudo*	*II*			
Falconidae	*Daptrius chimachima*	*Pigua*	*II*			
Falconidae	*Falco sparverius*	*Cernícalo americano*	*II*			
Falconidae	*Falco peregrinus*	*Halcón peregrino*				Lat-Tra
Falconidae	*Falco femoralis*	*Halcón plomizo*	*II*			
Psittacidae	*Brotogeris jugularis*	*Periquito bronceado*	*II*			
Psittacidae	*Amazona farinosa*	*Amazona real*	*II*	*NT*		
Psittacidae	*Amazona amazonica*	*Amazona alinaranja*	*II*			
Psittacidae	*Amazona ochrocephala*	*Lora cabeciamarilla*	*II*			
Psittacidae	*Forpus conspicillatus*	*Cotorrita de anteojos*	*II*			
Psittacidae	*Forpus spengeli*	*Cotorrita*	*II*			
Psittacidae	*Pionus menstruus*	*Periquito azul*	*II*			
Psittacidae	*Ara macao*	*Guacamayo*	*II*			
Psittacidae	*Ara severus*	*Guacamayo*	*II*			
Psittacidae	*Eupsittula pertinax*	*Perico carisucio*	*II*			
Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	*Picogordo degollado*				Lat-Tra

FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMÚN	CITES 2023	IUCN 2023	Endemismo (Quiñones, 2018)	Migración (Quiñones, 2018; Ardila-Tellez & Cruz-Bernate, 2014)
Furnariidae	*Xiphorhynchus susurrans*	*Trepatroncos cacao*			E	
Furnariidae	*Certhiaxis cinnamomeus*	*Curutie colorado*			E	
Furnariidae	*Synallaxis albescens*	*Pijui pechiblanco*			E	
Furnariidae	*Synallaxis candei*	*Pijui barbiblanco*			E	
Hirundinidae	*Progne chalybea*	*Golondrina de campanario*				Lat-Tra
Hirundinidae	*Progne subis*	*Golindrina*				Lat-Tra
Hirundinidae	*Progne tapera*	*Golindrina*				Lat-Tra
Hirundinidae	*Riparia riparia*	*Avión Zapador*				Lat-Tra
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	*Golondrina*				Lat-Tra
Parulidae	*Setophaga petechia*	*Reinita dorada*				Lat-Tra
Thamnophilidae	*Thamnophilus atrinucha*	*Batara Pizarroso*			E	
Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	*Batará barrado*			E	
Tityridae	*Pachyramphus polychopterus*	*Ananbe aliblanco*			E	
Pipridae	*Manacus manacus*	*Saltarín lanceolado*			E	
Thraupidae	*Ramphocelus dimidiatus*	*Toche pico de plata*			*CE*	
Tyrannidae	*Empidonax virescens*	*Atrapamoscas verdoso*				Lat-Tra
Tyrannidae	*Myiodynastes maculatus*	*Bienteveo*			E	
Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	*Atrapamoscas sulfurado*				Lat-Tra
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	*Siriri común*				Lat-Alt-Tra-Nac
Tyrannidae	*Tyrannus savana*	*Siriri tijeretón*				Lat-Tra
Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	*Siriri norteño*				Lat-Tra
Pandionidae	*Pandion haliartus*	*Águila pescadora*				Lat-Tra
Turdidae	*Chatarus minimus*	*Zarzalito*				Lat-Tra
Turdidae	*Chatarus ustulatus*	*Zarzalito*				Lat-Tra
Turdidae	*Turdus leucomelas*	*Zorzal sabia*			E	
Turdidae	*Turdus grayi*	*Zarzal pardo*			E	
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	*Chochin criollo*			E	
Vireoniae	*Cyclarhis gujanensis*	*Vireon*			E	
Vireoniae	*Hylophilus flavipes*	*Verdillo*			E	
Vireoniae	*Pachysylvia aurantiifrons*	*Verdillo*				
Vireoniae	*Vireo olivaceus*	*Vireo*				Lat-Tra
Paluridae	*Parkesia noveboracensis*	*Reinita*				Lat-Tra
Paluridae	*Leiothlypis peregrina*	*Reinita*				Lat-Tra
Paluridae	*Geothlypis philadelphia*	*Reinita*				Lat-Tra
Paluridae	*Setophaga fusca*	*Reinita*				Lat-Tra
Paluridae	*Setophaga petechia*	*Reinita*				Lat-Tra
Paluridae	*Setophaga striata*	*Reinita*				Lat-Tra
Paluridae	*Cardellina canadensis*	*Reinita*				Lat-Tra
Emberizidae	*Arremon schlegeli*	*Cerquero alidorado*		*VU*	E	
Cardinalidae	*Piranga rubra*	*Piranga*				Lat-Tra
Cardinalidae	*Piranga olivacea*	*Piranga*				Lat-Tra
Cardinalidae	*Pleucticus ludovicianus*	*Picogrueso*				Lat-Tra
Thraupidae	*Ramphocelus dimidiatus*	*Tangara*			*CE*	
Icteridae	*Icterus spurius*	*Turpial castaño*				Lat-Tra
Icteridae	*Icterus icterus*	*Turpial*		*VU*		
Icteridae	*Molothrus aeneus*	*Tordo*		*VU*		

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- ✓ Especies en alguna categoría de amenaza (CITES Y UICN)

Se registran 40 especies de aves dentro de la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2023), las cuales se encuentran en el Apéndice II, representadas principalmente por colibríes (Trochilidae), aves rapaces diurnas y nocturnas (Accipitridae, Falconidae, Strigidae) y por loros, guacamayos y pericos (Psittacidae) (**Tabla 5.2-111**).

Dentro de la clasificación de amenaza según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), se registraron nueve especies de aves, de las cuales seis se encuentran en categoría de Vulnerables (Vu), dos en Casi amenazadas (NT) y una en preocupación menor (LC) (**Tabla 5.2-111**).

A nivel nacional ninguna de las especies se encuentra en categoría de amenaza según la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Libro Rojo de Aves de Colombia (Renjifo, 2017).

- Especies migratorias

Las especies con migración boreal, austral e intertropical desarrollan su etapa reproductiva en Norteamérica y Suramérica e inician largos desplazamientos latitudinales y en temporadas específicas hacia los países tropicales en búsqueda de refugio y alimento durante la temporada invernal de las latitudes templadas (Ardila-Téllez & Cruz-Bernate, 2014).

Dentro de las especies de aves potenciales registradas para el área de intervención, 263 especies presentan una distribución natural o son residentes y 48 especies presentan o realizan algún desplazamiento latitudinal, entre ellas migraciones boreales, australes, nacionales e intertropicales (**Tabla 5.2-111**).

- Especies endémicas

Para el área de intervención se registraron 23 especies endémicas para Colombia restringiendo su distribución para la región del Caribe colombiano (Quiñones, 2018); dichas especies son las siguientes: *Zenaida auriculata, Chlorostilbon gibsoni, Saucerottia saucerottei, Picummus cinnamomeus, Colaptes punctigula, Xiphorhynchus susurrans, Certhiaxis cinnamomeus, Synallaxis albescens, Synallaxis candei, Thamnophilus atrinucha, Thamnophilus doliatus, Pachyramphus polychopterus, Manacus manacus, Myiodynastes maculatus, Turdus leucomelas, Turdus grayi, Troglodytes aedon, Cyclarhis gujanensis, Hylophilus flavipes, Arremon schlegeli* y *Ortalis garrula.*

Por otro lado, se registraron dos especies casi endémicas las cuales son *Saucerottia saucerottei* y *Ramphocelus dimidiatus* (**Tabla 5.2-111**).

De las aves potenciales registradas para el área de intervención se encuentran asociadas principalmente a Bosque de galería y vegetación secundaria, diferentes fuentes hídricas (ríos, quebradas y jagueyes) y áreas abiertas como pastizales y pastos arbolados.

Este grupo de aves se caracterizan principalmente por evidenciar una notable plasticidad adaptativa, lo que les permite sobrevivir a diversos tipos de hábitats, razón por la cual es posible registrar las mismas especies en varias coberturas vegetales.

- Especies registradas en el área de intervención del proyecto
  - Composición y abundancia de especies

Se registraron 1938 individuos de aves en el área de intervención para las caracacterizaciones del 2023 y 2024 de manera conjunta, distribuidas en 18 órdenes, 40 familias, 159 especies.

El orden Paseriforme mostró la mayor riqueza de especies (70 spp) y el mayor número de individuos (413 ind) (**Figura 5.2-152**). La familia con la mayor riqueza fue Tyrannidae con 34 especies (**Tabla 5.2-113** y **Figura 5.2-153**) y las más abundantes las familias Psittacidae (241 ind), Tyrannidae (149 ind) y Columbidae (219 ind) (**Tabla 5.2-113**).

En el área de intervención se observó que la familia Tyrannidae es una de la más diversas y en el caso de Colombia abarca el 20 % de todas las especies dentro del orden Passeriformes (Ayerbe, 2018). Esta familia se considera una de las más importantes ya que presenta una amplia distribución en diferentes ecosistemas y hay reportes de estas en los diferentes gradientes altitudinales (Hilty & Brown, 2001).

TABLA 5.2-113 ESPECIES DE AVES REGISTRADAS PARA EL ÁREA DE INTERVENCIÓN

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	ABUNDANCIA	HABITO DE VIDA	P. ACTIVIDAD	GREMIO TRÓFICO	TIPO DE REGISTRO	COBERTURA
ORDEN ACCIPITRIFORMES								
FAMILIA ACCIPITRIDAE								
Gampsonyx swainsonii	*Gavilancito perlado*	*<2500*	*2*	*T*	*D*	Ca	Ob	*VSB*
Busarellus nigricollis	*Gavilán cienaguero*	*<2500*	*3*	*A*	*D*	Ca	Ob	*Caa, VSB*
Buteo nitidus	*Gavilán*	*<2500*	*1*	*A*	*D*	Ca	Ob	*CAA*
Geranoaetus caerulescens	*Gavilán*	*<2500*	*3*	*Vo*	*D*	Ca	Ob	*Bg, Vsb*
Buteogallus meridionalis	*Busado sabanero*	*<2500*	*5*	*A*	*D*	Ca	Ob	*Pa, Zp, Vsb, CAA*
Rupornis magnirostris	*Gavilán caminero*	*<2500*	*8*	*A*		Ca	Ob	*CAA*
FAMILIA PANDIONIDAE								
Pandion haliaetus	*Águila pescadora*	*<4000*	*3*	*Vo*	*D*	Cr	Ob	*Pa, Vsa*
ORDEN ANSERIFORMES								
FAMILIA ANATIDAE								
Dendrocygna autumnalis	*Suiriri piquirrojo*	*<2600*	*176*	*Ac*	*D*	Om	Ob	*Pl, zp, Vsa*
Dendrocygna viduata	*Guilili careto*	*<2600*	*2*	*Ac*	*D*	Om	Ob	*Pa, Vsa*
ORDEN CORACIIFORMES								

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	ABUNDANCIA	HABITO DE VIDA	P. ACTIVIDAD	GREMIO TRÓFICO	TIPO DE REGISTRO	COBERTURA
FAMILIA ALCEDINIDAE								
Megaceryle torquata	*Martín pescador*	*<3500*	*6*	*Vo*	*D*	Ps-Ca-In	Ob	*Pa, Bg, Vsb*
Chloroceryle americana	*Martín pescador enano*	*<600*	*3*	*Vo*	*D*	Ps-Ca-In	Ob	*Vsb*
Chloroceryle amazona	*Martín pescador matraquero*	*<1800*	*1*	*Vo*	*D*	Ps-Ca-In	Ob	*Pa*
FAMILIA MOMOTIDAE								
Momotus subrufescens	*Barranquero ferina*	*<1800*	*4*	*A*	*D*	Om	Ob	*Pa, Bg*
ORDEN APODIFORMES								
FAMILIA APODIDAE								
Chaetura brachyura	*Vencejo Rabon*	*<1200*	*9*	*Vo*	*D*	In	Ob	*TUD*
FAMILIA TROCHILIDAE								
Amazilia tzacatl	*Amazilia colirrufa*	*<1900*	*6*	*Vo*	*D*	Ne-In	Ob	*Vsb*
Phaethornis anthophilus	*Ermitaño Ventripalido*	*<1700*	*1*	*A*	*D*	Ne-In	Ob	*Vsb*
Chlorostilbon gibsoni	*Esmeralda piquirroja*	*<1600*	*3*	*Vo*	*D*	Ne-In	Ob	*Vsb*
Chrysuronia goudoti	*Colibrí de Goudot*	*<1600*	*2*	*Vo*	*D*	Ne-In	Ob	*Bg, vsb*
Chrysuronia coeruleogularis	*Colibrí gorjizafiro*	*<1600*	*3*	*Vo*	*D*	Ne-In	Ob	*Pl, Pa*
Saucerottia saucerottei	*Amazilia coliazul*	*<1600*	*1*	*Vo*	*D*	Ne-In	Ob	*Pa*
ORDEN CAPRIMULGIFORMES								
FAMILIA CAPRIMULGIDAE								
Nyctidromus albicollis	*Bujío*	*<2300*	*3*	*T*	*N*	In	Ob	*Bg*
FAMILIA NYCTIBIIDAE								
Nyctibius grandis	*Bienparado común*	*<1300*	*1*	*A*	*N*	In	Ob	*Oct*
ORDEN CATHARTIFORMES								
FAMILIA CATHARTIDAE								
Cathartes burrovianus	*Aura sanabera*	*<1200*	*23*	*Vo*	*D*	Ca	Ob	*Oct, Pl, Pa*
Cathartes aura	*Guala cabecirroja*	*<2500*	*34*	*Vo*	*D*	Ca	Ob	*Oct, Pl, Pa, bg, Caa, vsa*
Coragyps atratus	*Gallinazo negro*	*<2500*	*23*	*Vo*	*D*	Ca	Ob	*Pl, Pa, Bg*
ORDEN CHARADRIIFORMES								

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	ABUNDANCIA	HABITO DE VIDA	P. ACTIVIDAD	GREMIO TRÓFICO	TIPO DE REGISTRO	COBERTURA
FAMILIA CHARADRIIDAE								
Himantopus mexicanus	*Alcaraván*	*<2500*	*10*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pl, Bg, Zp*
Vanellus chilensis	*Pellar común*	*<2500*	*32*	*T*	*D*	In	Ob	*Pl, Pa, pe, Bg, Zp, Vsa, Vsb*
FAMILIA JACANIDAE								
Jacana jacana	*Gallito de ciénaga*	*<1000*	*106*	*SM*	*D*	In	Ob	*Pl, Pa, Zp, Caa, Vsa*
FAMILIA SCOLOPACIDAE								
Actitis macularius	*Andarríos manchado*	*<2500*	*3*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Oct, Pa, Pe*
FAMILIA STERCORARIIDAE								
Hydroprogne caspia	*Pagaza piquirroja*	*<2500*	*3*	*Vo*	*D*	Om	Ob	*Tud, Pa, Vsb*
Childonias niger	*Fumarel común*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	Om	Ob	*Vsb*
Thalasseus maximus	*Charran real*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	Om	Ob	*Pl*
FAMILIA BURHINIDAE								
Hesperoburhinus bistriatus	*Alcaravan venezolano*	*<500*	*18*	*T*	*D*	In	Ob	*Pl, Pe, Bg, Vsa*
ORDEN COLUMBIFORMES								
FAMILIA COLUMBIDAE								
Leptotila verreauxi	*Tórtola colipinta*	*<2500*	*45*	*SA*	*D*	Ga-Fr	Ob	*Pl, Pa, Bg, Vsa, Vsb*
Columbina minuta	*Columbina menuda*	*<500*	*6*	*SA*	*D*	Ga-Fr	Ob	*Pl, Pa*
Columbina squammata	*Tortolita escamosa*	*<500*	*3*	*SA*	*D*	Ga-Fr	Ob	*Pa*
Columbina talpacoti	*Tortolita rojiza*	*<500*	*114*	*SA*	*D*	Ga-Fr	Ob	*oct, Cpa, Pl, Pa, Pe, Bg, Caa, Vsa, Vsb*
Patagioenas cayennensis	*Paloma morada*	*<2000*	*36*	*SA*	*D*	Ga-Fr	Ob	*Oct, Pl, Pa, Pe, Bg, Vsb*
Zenaida auriculata	*Torcaza*	*<2500*	*15*	*SA*	*D*	Ga-Fr	Ob	*Oct, Pl, Pa, Pe, Zp*
ORDEN CUCULIFORMES								
FAMILIA CUCULIDAE								
Crotophaga ani	*Garrapatero piquiliso*	*<2500*	*127*	*A*	*D*	Om	Ob	*Pl, Pa, Bg, Zp, Caa, Vsa, Vsb*
Crotophaga sulcirostris	*Garrapatero asurcado*	*<2500*	*30*	*A*	*D*	Om	Ob	*Pl, Pe, Zp, Caa*
Crotophaga major	*Garrapatero grande*	*<2600*	*5*	*A*	*D*	Om	Ob	*Pl*

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	ABUNDANCIA	HABITO DE VIDA	P. ACTIVIDAD	GREMIO TRÓFICO	TIPO DE REGISTRO	COBERTURA
Piaya cayana	*Cuco ardilla común*	*<2500*	*10*	*A*	*D*	Om	Ob	*Pl, Pa, Pe, Bg, Zp, Vsb*
ORDEN FALCONIFORMES								
FAMILIA FALCONIDAE								
Herpetotheres cachinnans	*Halcón reidor*	*<2500*	*4*	*Vo*	*D*	Ca	Ob	*Pl, Pa, Zp*
Caracara plancus	*Caracara moñudo*	*<2500*	*17*	*Vo*	*D*	Ca-Cr	Ob	*Pl, Pa, Zp, Caa, Vsa*
Daptrius chimachima	*Pigua*	*<2500*	*48*	*A*	*D*	Ca-Cr	Ob	*oct, Pl, Pa, pe, Bg, Zp, Vsa, Vsb*
Falco sparverius	*Cernícalo americano*	*<2500*	*5*	*A*	*D*	Ca	Ob	*Bg, Vsb*
Falco peregrinus	*Halcón peregrino*	*<2500*	*4*	*A*	*D*	Ca	Ob	*Vsb*
ORDEN GALBULIFORMES								
FAMILIA BUCCONIDAE								
Hypnelus ruficollis	*Bobo punteado*	*<1800*	*10*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Oct, Pl, Pa, Bg, Vsb*
FAMILIA GALBULIDAE								
Galbula ruficauda	*Jacamar colirrufo*	*<1800*	*6*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa, Bg, Zp*
ORDEN GRUIFORMES								
FAMILIA RALLIDAE								
Porphyrio martinica	*Calamoncillo americano*	*<2500*	*5*	*SM*	*D*	Om	Ob	*Pa, Vsa*
Aramides cajaneus	*Cotara chiricote*	*<2500*	*8*	*SM*	*D*	Om	Ob	*Pl, Pa, Bg*
ORDEN PASSERIFORMES								
FAMILIA CARDINALIDAE								
Piranga rubra	*Piranga*	*<2500*	*3*	*Vo*	*D*	In-Fr	Ob	*Pl, Bg*
Pleucticus ludovicianus	*Picogrueso*	*<2500*	*3*	*Vo*	*D*	In-Fr	Ob	*Bg*
FAMILIA CORVIDAE								
Cyanocorax affinis	*Chara pechinegra*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	Fr	Ob	*Pa*
FRINGILLIDAE								
Euphonia laniirostris	*Eufonia*	*<2500*	*3*	*Vo*	*D*	Ga-Fr	Ob	*Pa*
FAMILIA FURNARIIDAE								
Dendroplex picus	*Trepatroncos pico de lanza*	*<700*	*5*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa, Vsb*

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	ABUNDANCIA	HABITO DE VIDA	P. ACTIVIDAD	GREMIO TRÓFICO	TIPO DE REGISTRO	COBERTURA
Xiphorhynchus susurrans	*Trepatroncos cacao*	*<2500*	*2*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa*
Certhiaxis cinnamomeus	*Curutie colorado*	*<2500*	*7*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pl, Pa, Vsb*
Synallaxis candei	*Pijui barbiblanco*	*<2500*	*3*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pa*
Furnarius leucopus	*Hornero patiamarillo*	*<1800*	*2*	*SA*	*D*	In	Ob	*Pl, Pa*
FAMILIA HIRUNDINIDAE								
Hirundo rustica	*Golondrina*	*<2500*	*2*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pa*
FAMILIA ICTERIDAE								
Psarocolius decumanus	*Oropendula*	*<2500*	*23*	*A*	*D*	Nc-Fr-In	Ob	*Pa, Vsb*
Icterus nigrogularis	*Turpial*	*<400*	*24*	*Vo*	*D*	Nc-Fr-In	Ob	*Vsa, Vsb*
Molothrus bonariensis	*Tordo*	*<2500*	*9*	*Vo*	*D*	Nc-Fr-In	Ob	*Pa*
Quiscalus lugubris	*Zanate*	*<2500*	*31*	*A*	*D*	Nc-Fr-In	Ob	*Cpa, Pa, Pe, Bg, Zp, Vsb*
Chrysomus icterocephalus	*Varillero*	*<400*	*37*	*A*	*D*	Nc-Fr-In	Ob	*Pl, Pa, Vsb*
FAMILIA PALURIDAE								
Leiothlypis peregrina	*Reinita*	*<2500*	*4*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Vsb*
Geothlypis philadelphia	*Reinita*	*<2500*	*4*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pl,Pa*
Setophaga petechia	*Reinita*	*<2500*	*2*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa*
Setophaga striata	*Reinita*	*<2500*	*3*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa*
FAMILIA POLIOPTILIDAE								
Polioptila plumbea	*Perlita tropical*	*<2500*	*2*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Vsa*
FAMILIA THAMNOPHILIDAE								
Thamnophilus doliatus	*Batará barrado*	*<1800*	*1*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa*
FAMILIA THRAUPIDAE								
Ramphocelus dimidiatus	*Tangara*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pl*
Thraupis glaucocolpa	*Azulejo glauco*	*<500*	*1*	*A*	*D*	In	Ob	*Pl*
Thraupis episcopus	*Tangara*	*<2500*	*12*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa, Bg, Zp, Vsb*
Coereba flaveola	*Platanero*	*<1800*	*2*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pa*

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	ABUNDANCIA	HABITO DE VIDA	P. ACTIVIDAD	GREMIO TRÓFICO	TIPO DE REGISTRO	COBERTURA
FAMILIA TITYRIDAE								
Tityra inquisitor	*Titira*	*<2500*	*2*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pa*
Pachyramphus rufus	*Anambe cinereo*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pa*
Pachyramphus cinnamomeus	*Anambe canelo*	*<2500*	*1*	*SA*	*D*	In	Ob	*Pa*
Pachyramphus polychopterus	*Ananbe aliblanco*	*<2500*	*1*	*SA*	*D*	In	Ob	*Pa*
FAMILIA TROGLODYTIDAE								
Troglodytes aedon	*Chochin criollo*	*<2500*	*4*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa*
Campylorbynchus zonatus	*Cucarachero barrado*	*<1000*	*2*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa*
Campylorbynchus nuchalis	*Cucarachero*	*<1000*	*2*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa*
Campylorbynchus griseus	*Cucarachero Currucuchu*	*<1000*	*13*	*A*	*D*	In	Ob	*Pl, Pa, Caa, Vsa, Vsb*
Cantorchilus leucotis	*Cucarachero*	*<2500*	*4*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pa, Vsa, Vsb*
FAMILIA TYRANNIDAE								
Elaenia flavogaster	*Elaenia copetona*	*<2500*	*6*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa*
Arundinicola leucocephala	*Monjita pantanera*	*<500*	*7*	*SM*	*D*	In	Ob	*tud, Oct, Pl, Pa, Vsa, Vsb*
Atalotriccus pilaris	*Mosquetero*	*<2500*	*2*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pa*
Capsiempis flaveola	*Mosquetero amarillo*	*<2500*	*10*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pa, Vsa, Vsb*
Contopus cooperi	*Pibi boreal*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Vsb*
Coptopus virens	*Pibi oriental*	*<2500*	*2*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Tud, Vsb*
Empidonax alnorum	*Mosquetero*	*<2500*	*1*	*A*	*D*	In	Ob	*Vsb*
Empidonax virescens	*Atrapamoscas verdoso*	*<2500*	*1*	*A*	*D*	In	Ob	*Vsb*
Euscarthmun meloryphus	*Tiranuelo copetón*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Vsb*
Fluvicola pica	*Viudita frentinegra*	*<1000*	*13*	*SM*	*D*	In	Ob	*Oct, Pl, Vsa, Vsb*
Legatus leucophaius	*Bienteveo*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Bg*
Machetornis rixosa	*Siriri bueyero*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Bg*
Megarynchus pitangua	*Bichofué picudo*	*<1800*	*6*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pa*
Mionectes oleagineus	*Mosquetero*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pa*

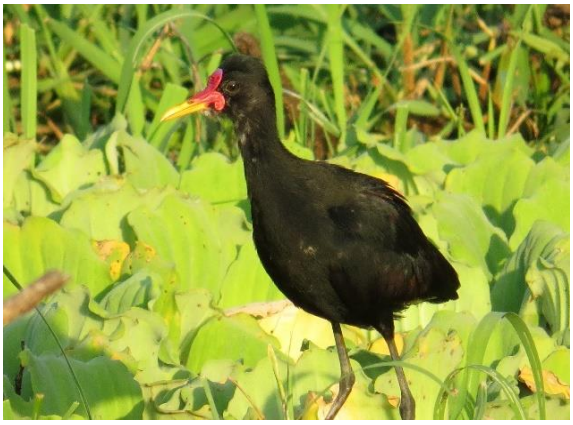
ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	ABUNDANCIA	HABITO DE VIDA	P. ACTIVIDAD	GREMIO TRÓFICO	TIPO DE REGISTRO	COBERTURA
Myiarchus crinitus	*Copetón*	*<2500*	*6*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Tud, Pl, Pa, Vsb*
Myiarchus panamensis	*Copetón panameño*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Vsb*
Myiarchus tuberculifer	*Copetón capirotado*	*<2500*	*3*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pa, Vsa*
Myiarchus tyrannulus	*Copetón*	*<2500*	*7*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Tud, Oct, Pl, Bg, Caa, Vsb*
Myiarchus venezuelensis	*Copetón venezolano*	*<2500*	*3*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Oct, Vsb*
Myiodynastes luteiventris	*Atrapamoscas sulfurado*	*<2500*	*3*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa, Vsb*
Myiodynastes maculatus	*Bienteveo*	*<2500*	*1*	*A*	*D*	In	Ob	*Vsb*
Myiophobus fasciatus	*Mosquetero estriado*	*<2500*	*4*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa, Vsb*
Myiozetetes cayanensis	*Suelda crestinegra*	*<2500*	*3*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa, Bg, Vsb*
Oncostoma olivaceum	*Mosquetero*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Pa*
Phaeomyias murina	*Tiranuelo murino*	*<1200*	*2*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa*
Pitangus sulphuratus	*Bichofué*	*<1800*	*63*	*A*	*D*	In	Ob	*Oct, Pl, Pa, Bg, Vsa, Vsb*
Pygochelidon rubinus	*Cardenal*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Oct*
Sublegatus arenarum	*Mosquetero*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Oct*
Tolmomyias flaviventris	*Picoplano pechiamarillo*	*<700*	*3*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa*
Tolmomyias sulphurescens	*Picoplano sulfuroso*	*<700*	*2*	*A*	*D*	In	Ob	*Vsa*
Tyrannulus elatus	*Mosquetero coronado*	*<1000*	*8*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa, Vsa, Vsb*
Tyrannus melancholicus	*Siriri común*	*<1000*	*7*	*A*	*D*	In	Ob	*Pa, Bg*
Tyrannus savana	*Siriri tijeretón*	*<1000*	*17*	*A*	*D*	In	Ob	*Pl, Pa, Bg, Vsb*
Tyrannus tyrannus	*Siriri norteño*	*<1000*	*3*	*A*	*D*	In	Ob	*PA*
FAMILIA VIREONIAE								
Pachysylvia aurantiifrons	*Verdillo*	*<2500*	*2*	*Vo*	*D*	In	Ob	*Vsa*
Vireo olivaceus	*Vireo*	*<2500*	*2*	*A*	*D*	In	Ob	*Vsa, Vsb*
ORDEN PELECANIFORMES								
FAMILIA ARDEIDAE								
Nyctanassa violacea	*Matinete coronado*	*<2500*	*10*	*T*	*D*	Ps-Ca-In	Ob	*Pl, Pa, Bg, Vsa, Vsb*

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	ABUNDANCIA	HABITO DE VIDA	P. ACTIVIDAD	GREMIO TRÓFICO	TIPO DE REGISTRO	COBERTURA
Butorides virescens	*Garcita verde*	*<2500*	*3*	*SM*	*D*	Ps-Ca-In	Ob	*Zp, Caa*
Butorides striata	*Garcita rayada*	*<2500*	*3*	*SM*	*D*	Ps-Ca-In	Ob	*Pl, Caa*
Cochlearius cochlearius	*Cucharon*	*<2500*	*1*	*Vo*	*D*	Ps-Ca-In	Ob	*Vsa*
Ardea alba	*Garza real*	*<2500*	*21*	*SM*	*D*	Ps-Ca-In	Ob	*Pl, Bg, Zp, Caa, Vsa*
Pilherodius pileatus	*Garza*	*<2500*	*3*	*Vo*	*D*		Ob	*Caa*
Egretta thula	*Garza patiamarilla*	*<2500*	*8*	*SM*	*D*	Ps-Ca-In	Ob	*Caa*
Egretta tricolor	*Garza azul*	*<2500*	*9*	*SM*	*D*	Ps-Ca-In	Ob	*Zp, Caa*
FAMILIA THRESKIORNITHIDAE								
Phimosus infuscatus	*Coquito*	*<2500*	*26*	*Vo*	*D*	Ps-Ca-In	Ob	*Pl, Bg, Caa, Vsa, Vsb*
Theristicus caudatus	*Bandurria aliblanca*	*<1200*	*19*	*SM*	*D*	Ps-Ca-In	Ob	*Pl, Pa, Bg, Zp, Vsb*
ORDEN PICIFORMES								
FAMILIA PICIDAE								
Melanerpes rubricapillus	*Carpintero habado*	*<1800*	*13*	*A*	*D*	In	Ob	*Pl, Pa, bg, Vsb*
ORDEN PSITTACIFORMES								
FAMILIA PSITTACIDAE								
Brotogeris jugularis	*Periquito bronceado*	*<2500*	95	*A*	*D*	Ga-Fr	Ob	*Pl, Pa, Bg, Zp, Vsb*
Amazona amazonica	*Amazona alinaranja*	*<500*	*47*	*A*	*D*	Ga-Fr	Ob	*Oct, Pl, Pa, Bg, Caa, Vsb*
Forpus spengeli	*Cotorrita*	*<500*	*36*	*A*	*D*	Ga-Fr	Ob	*Oct, Pl, Pa, Vsa, Vsb*
Ara macao	*Guacamayo*	*<500*	*1*	*A*	*D*	Ga-Fr	Ob	*Vsb*
Ara severus	*Guacamayo*	*<500*	*1*	*A*	*D*	Ga-Fr	Ob	*Vsb*
Eupsittula pertinax	*Perico carisucio*	*<2500*	*61*	*Vo*	*D*	Ga-Fr	Ob	*Oct, Pl, Pa, Bg, Zp, Vsb*
ORDEN STRIGIFORMES								
FAMILIA STRIGIDAE								
Megascops choliba	*Currucutú*	*<2500*	*1*	*A*	*N*	Ca	Ob	*Oct*
Glaucidium brasilianum	*Mochuelo*	*<2500*	*4*	*Vo*	*D*	Ca	Ob	*Oct, Bg*
ORDEN SULIFORMES								

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	ABUNDANCIA	HABITO DE VIDA	P. ACTIVIDAD	GREMIO TRÓFICO	TIPO DE REGISTRO	COBERTURA
FAMILIA FREGATIDAE								
Fregata magnificens	*Rabihorcado*	*<2500*	*2*	*Vo*	*D*	Ca	Ob	*Pa*
Hábito de vida: Acuático (AC), Arborícola (A), Semiarboricola (SA), Semiacuático (SM), Terrestre (T) y Volador (Vo); Periodo de actividad: Diurno (D) y Nocturno (N); Gremio tráfico: In: Insectívoro; Ca: Carnívoro; Hb: Herbívoro; Fr: Frugívoro; Gr: Granívoro; Cr: Carroñero; Om: Omnívoro; Ne: Nectarívoro; Ps: Piscívoro; Iv: Invertebrados; Tipo de registro: Observación (Ob), Red de niebla (Rd). Cobertura: Tud: Tejido urbano discontinuo, Oct: Otros cultivos permanentes, Cpa: Cultivos permanentes arbóreos, Pl: Pastos limpios, Pa: Pastos arbolados, Pe: Pastos enmalezados, Bg: Bosque de galería, Zp: Zonas pantanosas, Caa: Cuerpos de agua artificial, Vsa: Vegetación secundaria alta, Vsb: Vegetación secundaria baja							

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-41 *JACANA JACANA* (GALLITO DE CIÉNAGA) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4783863 N 2741116



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-42 *CROTOPHAGA ANI* (GARRAPATERO PIQUILISO) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4786364 N 2738536



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-43 *VANELLUS CHILENSIS* (PELLAR COMÚN)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784837 N 2739511



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-44 *DAPTRIUS CHIMACHIMA* (CARACARA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784325 N 2739904



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-45 *ICTERUS NIGROGULARIS* (TURPIAL AMARILLO)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784255 N 2740569



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-46 *MELANERPES RUBRICAPILLUS* (CARPINTERO)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784158 N 2740779



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-47 *ARDEA ALBA* (GARZA REAL)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4783976 N 2740847



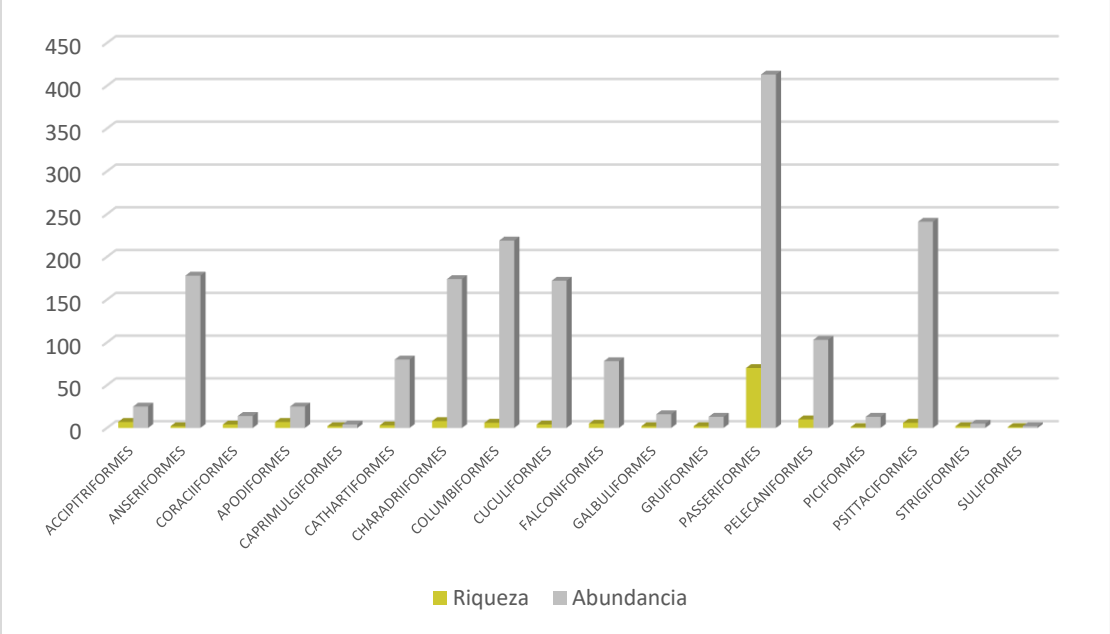
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-48 *PSARACOLIUS DECUMANUS* (OROPÉNDOLA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784310 N 2740834



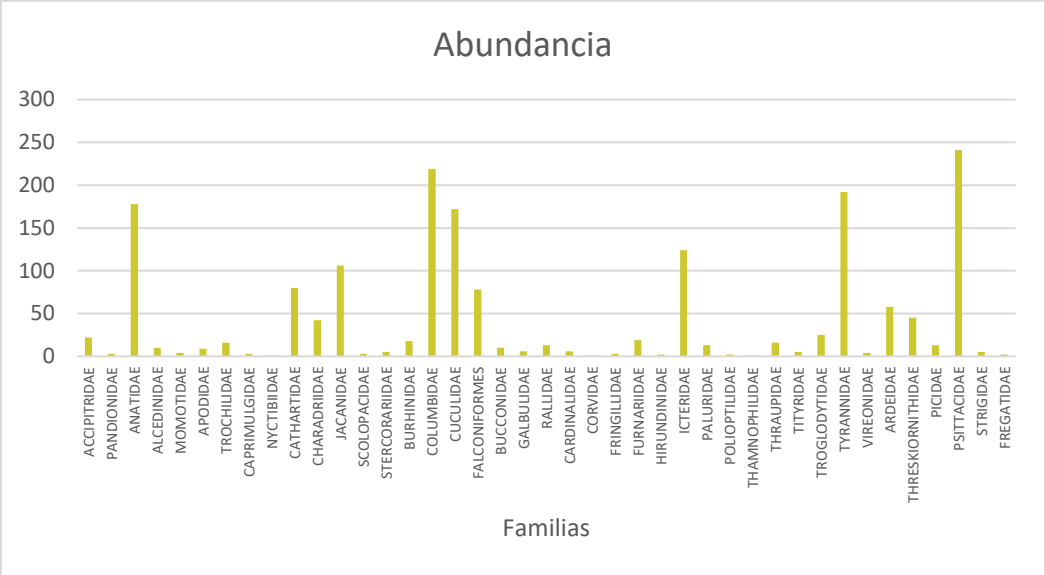
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

FIGURA 5.2-152 ORDENES DE ESPECIES DE AVES PRESENTES EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN, RESPECTO A SU RIQUEZA Y ABUNDANCIA



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

FIGURA 5.2-153 RIQUEZA DE ESPECIES POR FAMILIAS DE AVES REGISTRADAS PARA EL ÁREA DE INTERVENCIÓN



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

- Representatividad y esfuerzo de muestreo

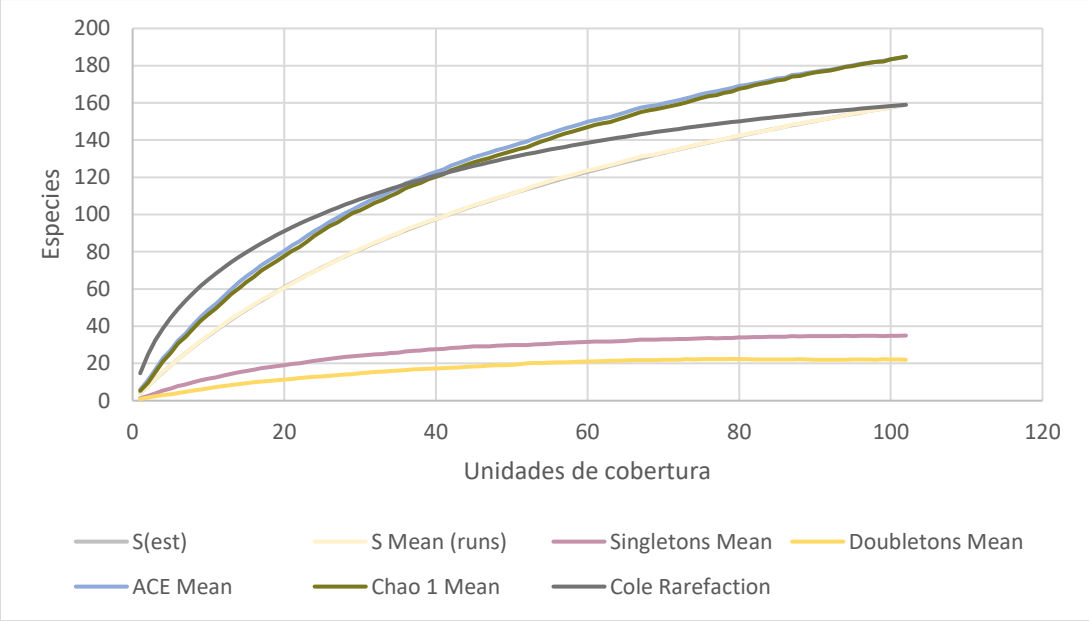
Las curvas de acumulación de especies son una forma de establecer cómo van apareciendo las especies en función del esfuerzo de muestreo y los estimadores establecen el valor de diversidad esperado a lo largo del muestreo.

De acuerdo con el estudio realizado, se observaron un total de 1938 individuos, los cuales fueron distribuidos en 102 grupos de 159 muestras (registros) de máximo 511 registros y un mínimo de seis (6) registro, de acuerdo la unidad de cobertura vegetal donde fue identificada la especie, con las cuales se elaboró la curva de acumulación de especies (**Figura 5.2-154**).

A partir del análisis Sobs mean (S Mean (runs)) para los estimadores de riqueza y la curva de acumulación de especies, se determinó que las especies en una comunidad, basado en el número de especies en la muestra según los modelos no paramétricos Ace Mean y Chao 1 Mean considerando que esperan 184,78 y 184,86 especies en promedio respectivamente (Tabla 3 20), siendo estos estimadores los evaluadores del esfuerzo de muestreo cuando se obtienen abundancias, de los cuales Chao 1 es el más riguroso (Villarreal et al; 2004). De esta manera se tiene que la efectividad del muestreo para los estimadores ACE Mean está dada por el 86,05% de efectividad mientras que el estimador Chao 1 Mean determino que se obtuvo el 86,01% de efectividad; posiblemente estos resultados se deban a la época del monitoreo, la cual presentaba una transición climatica, con altas temperaturas y un recurso hidrico. No obstante, el índice Cole Rarefaction por su parte, estimo que el número de especies que se espera en las muestras agrupadas estabiliza la curva cuando se llega a 159 especies como método de remuestreo, siendo muy sensible al patrón subyacente de

la abundancia de especies de menor uniformidad (Coleman; 1981, Coleman et al; 1982).Esta representatividad se debe a la alta capacidad de dispersión de las especies de aves y al alto número de especies que se comparten por coberturas vegetales, ya que, debido a la disponibilidad del recurso hay una mayor equitatividad, lo que les permite establecerse a lo largo de toda el área de intervención (Berget, 2006).

FIGURA 5.2-154 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DE AVES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS, 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-49 *PACHYRAMPHUS POLYCHOPTERUS* (AMANBE ALIBLANCO)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784593 N 2739487



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-50 *SETOPHAGA PETECHIA* (REINITA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784240 N 2739734



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-51 *FURNARIUS LEUCOPUS* (HOMERO PATIBLANCO)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784877 N 2738935



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-52 *LEPTOTILA VERREAUXI* (TORCAZA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4785214 N 2738012



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-53 *HYPNELUS RUFICOLLIS*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784877 N 2738935



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-54 *ELAENIA FLAVOGASTER*
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4785214 N 2738012



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

- Índices de diversidad
  - ✓ Diversidad alfa

Para el área de intervención se evidencia que la mayor riqueza y abundancia se registra en las coberturas de Pastos arbolados (90 spp y 511 ind) y pastos limpios (57 spp y 326 inv) (**Tabla 5.2-114**).

Por otro lado, la composición de las especies de aves no mostraron dominancia, demostrando de esta manera que se presenta una distribuvion equitativa en los habitta de distribucion potencial, siendo cultivos permanentes arbóreos quien presento mayor confluencia de especies con un índice de 0,48. De esta manera, relacionado con el índice de Simpson, se muestra que la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie, estaría dada por su presencia en la cobertura Pastos arbolados (0.97) y pastos limpios, bosque de galería y vegetación secundaria baja (0.95) (**Tabla 5.2-114**).

De acuerdo con el índice de Shannon, la equidad de las especies de aves muestra que hay una mayor uniformidad de la abundancia de cada especie en las coberturas de vegetación secundaria baja con un índice de 4,47, parbolados con un índice de 3.98 y bosque de galería con un índice de 3.34.

Por otro lado, los resultados obtenidos, se observa que hay una uniformidad de las subcomunidades muestreadas en cuanto a la representatividad, tanto de especies como de individuos, arrojando como resultado que las subcomunidades muestreadas presentan una uniformidad en su composición, representatividad y abundancia, indicando que todas fueron registradas de manera similar (**Tabla 5.2-114**).

TABLA 5.2-114 ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES DE AVES REGISTRADAS EN CADA COBERTURA VEGETAL

Indices	Tud	Oct	Cpa	Pl	Pa	Pe	Bg	Zp	Caa	Vsa	Vsb
Taxa_S	6	21	4	57	90	10	49	28	18	35	69
Individuals	6	50	9	326	511	35	215	306	103	139	238
Dominance_D	0,17	0,07	0,48	0,05	0,03	0,17	0,05	0,24	0,13	0,08	0,05
Simpson_1-D	0,83	0,93	0,52	0,95	0,97	0,83	0,95	0,76	0,87	0,92	0,95
Shannon_H	1,79	2,8	1,00	3,40	3,93	1,97	3,37	2,14	2,36	2,99	3,57
Cobertura: Tud: Tejido urbano discontinuo, Oct: Otros cultivos permanentes, Cpa: Cultivos permanentes arbóreos, Pl: Pastos limpios, Pa: Pastos arbolados, Pe: Pastos enmalezados, Bg: Bosque de galería, Zp: Zonas pantanosas, Caa: Cuerpos de agua artificial, Vsa: Vegetación secundaria alta, Vsb: Vegetación secundaria baja											

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

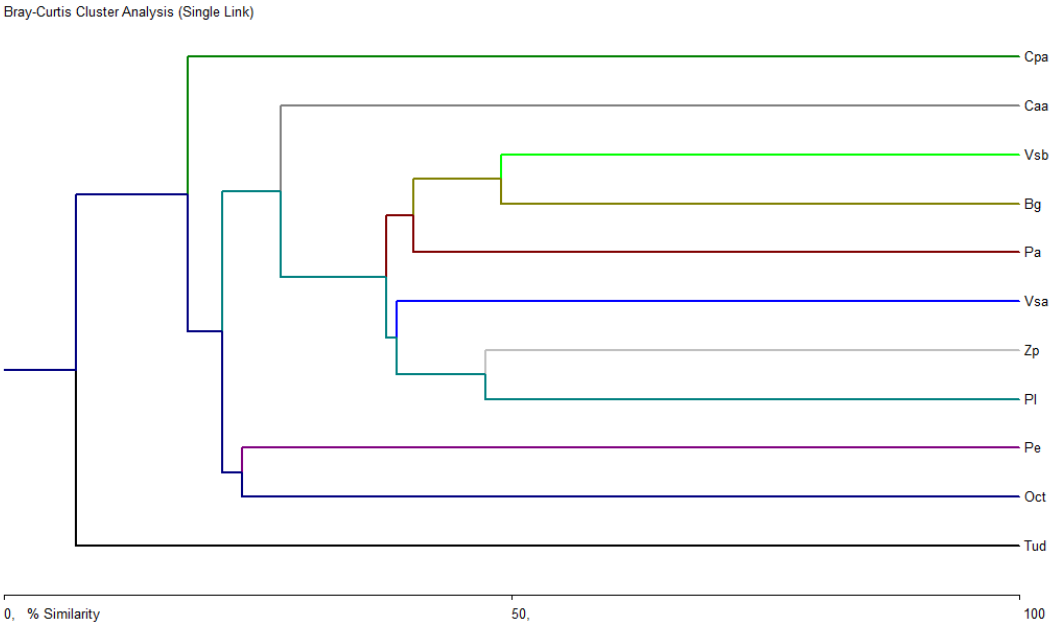
- ✓ Análisis de similitud (Diversidad Beta)

Para evaluar la similitud o disimilitud de las coberturas, que indica el grado de semejanza en composición de especies y su abundancia en las coberturas vegetales identificadas, se evaluó el índice de Jaccard, el cual relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas (Villareal et al., 2004), todo esto gracias a la disponibilidad de alimento o diferentes interacciones interespecíficas. Los análisis de diversidad se realizaron con el programa BioDiversity Pro (McAleece, 1997)

Las coberturas vegetales vegetación secundaria baja y bosque de galeria, son las que evidencian una mayor similitud (49%) en cuanto a su composición de especies(**Figura 5.2-155**), junto a zonas pantanosas y pastos limpios con una similaridad del 47,46%, existiendo un mayor número de especies compartidas, siendo las unidades de cobertura mas símiles entre si.

Únicamente, la cobertura vegetal correspondiente a tejido urbano descontinuo no evidencia similitud en su composición de especies con ninguna de las coberturas vegetales identificadas, por lo cual se comporta como un *out group* dentro de la composición de la avifauna a nivel del área de influencia .

FIGURA 5.2-155 ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES DE AVES REGISTRADAS EN CADA COBERTURA VEGETAL



Cobertura: Tud: Tejido urbano discontinuo, Oct: Otros cultivos permanentes, Cpa: Cultivos permanentes arbóreos, Pl: Pastos limpios, Pa: Pastos arbolados, Pe: Pastos enmalezados, Bg: Bosque de galería, Zp: Zonas pantanosas, Caa: Cuerpos de agua artificial, Vsa: Vegetación secundaria alta, Vsb: Vegetación secundaria baja

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

- Estructuras tróficas y relaciones ecológicas (grupo trófico y uso de hábitat).

Los gremios se pueden definir con base a cualquiera de los recursos utilizados y potencialmente repartidos por las especies, encontrándose agremiaciones en función del hábitat, por el sitio de nidificación (Whittam & Siegel, 1981) y por el tipo de estructura vegetal (Wilson J. B., 1989).

Las dietas en las aves suelen ser variadas que incluye frutas, néctar, semillas, carroña y animales pequeños, incluidas otras aves; su pico se convierte en la herramienta principal especializada para obtener su alimento y a lo largo del tiempo ellas han desarrollado adaptaciones en su aparato digestivo para el procesamiento de los alimentos sin la necesidad de masticar (Gil-Leguizamón, 2018).

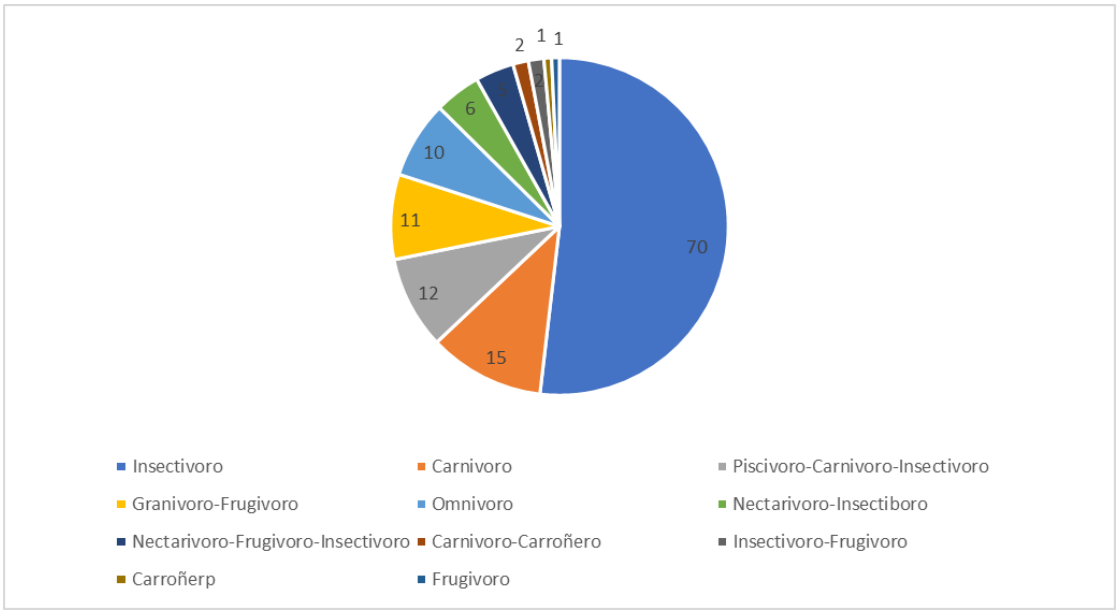
Para el área de intervención se registraron 11 gremios tróficos de acuerdo con la preferencia de hábitat de las especies de aves registradas. Los gremios tróficos con la mayor riqueza de especies fueron insectívoros (**Figura 5.2-156**) y carnívoros (**Figura 5.2-156**). El grupo de especies de aves que hacen parte del gremio trófico insectívoro representan una característica que se evidencia en hábitats tropicales, donde estos recursos alimenticios son los que presentan la mayor oferta para las aves en estos ecosistemas.

Las especies carnívoras registradas se caracterizan por obtener su alimento desde la observación que hacen desde la copa de los árboles o desde el aire y obtienen su alimento de otros vertebrados (anfibios, reptiles y mamíferos principalmente roedores) y algunos invertebrados (insectos, crustáceos) (Reales, 2009). Es decir, participan dentro de la cadena trófica como depredadores de primer orden, siendo importantes en el control de poblaciones de vertebrados medianos y pequeños.

Por último, las especies de aves granívoros-Frugívoros buscan su alimento entre el dosel de los árboles o forrajean en pastizales cortos o vegetación arbustiva. En este grupo se destaca la familia Thraupidae la cual generalmente habita en los bordes de los bosques, bosques abiertos, vegetación secundaria y pastos arbolados en búsqueda de frutos principalmente.

Los demás gremios tróficos se encuentran con una representación de una a 10 especies. En el grupo de los Omnívoros se registra la especie *Crotophaga ani,* Piscívoros a *Chloroceryle amazona*, Herbívoro a *Dendrocygna autumnalis* y Nectarívoro a *Anthracothorax nigricollis* (**Figura 5.2-156**).

FIGURA 5.2-156 GREMIOS TRÓFICOS DE LAS AVES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-55 *BUTEOGALLUS MERIDIONALIS* (BUSADO SABANERO) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4784877 N 2738935



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-56 *FALCO SPARVERIUS* (CARNICALO AMERICANO) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4785214 N 2738012



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-57 *GERANOSPIZA CAERULESCENS* (AGUILILLA SANCONA) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4785498 N 2738164



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-58 *HERPETOTHERES CACHINNANS* (HALCÓN REIDOR) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4785914 N 2737857



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-59 *FLUVICOLA PICA* (VIUDITA PIA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784877 N 2738935



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-60 *CAMPYLORHYNCHUS NUCHALIS* (CUCARACHERO)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4785214 N 2738012

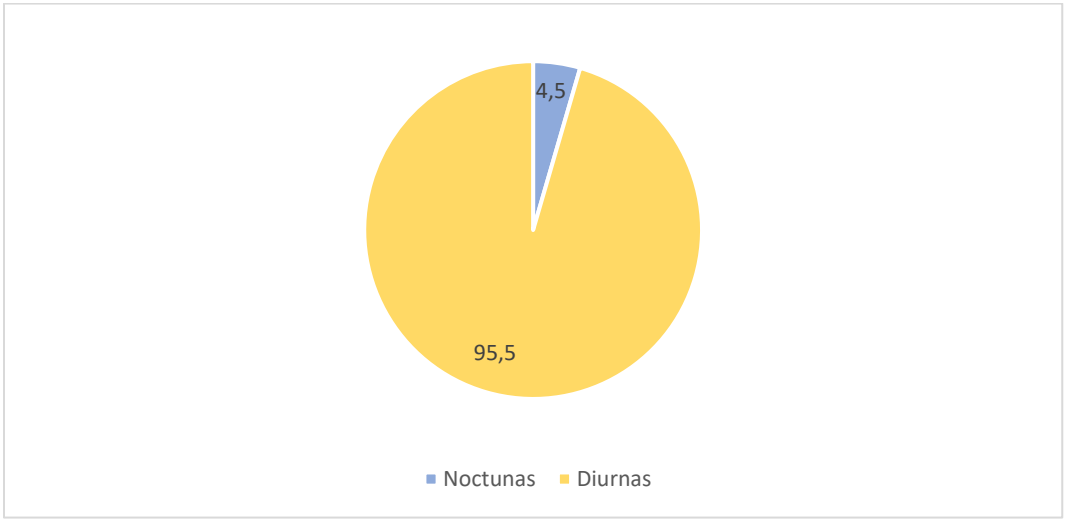


Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

Para el área de intervención se evidenció que el 95,5% de las especies registradas son de hábitos diurnos, la mayor actividad de las aves se presenta a primeras horas de la mañana y antes del atardecer (**Figura 5.2-157**). En contraste, se observó que el 4,5% presenta hábitos nocturnos o crepusculares (búhos, lechuzas, bujios) (**Fotografía 5.2-61**).

Se observó que las especies registradas presentan hábitos arborícolas observándose una fuerte asociación con las coberturas con árboles, las cuales sirven como refugio, anidación, alimentación, como corredores de movimiento y escape para la avifauna presente en el área de intervención.

FIGURA 5.2-157 PORCENTAJE PERIODO DE ACTIVIDAD DE LAS ESPECIES DE AVES REGISTRADAS PARA EL ÁREA DE INTERVENCIÓN



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-61 ESPECIE DE HÁBITOS NOCTURNOS REGISTRADA EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4787973 N 2736031



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

- Hábitat y asociación a coberturas

La cobertura vegetal Pastos arbolados fue la que registró la mayor abundancia de individuos (511 individuos), seguida de pastos limpios (326 individuos), seguido de zonas pantanosas (306 individuos), vegetación secundaria baja (238 individuos), bosque de galería (215 individuos), vegetación secundaria alta (239 individuos) y cuerpos de agua artificiales (103 individuos). (**Figura 5.2-158**).

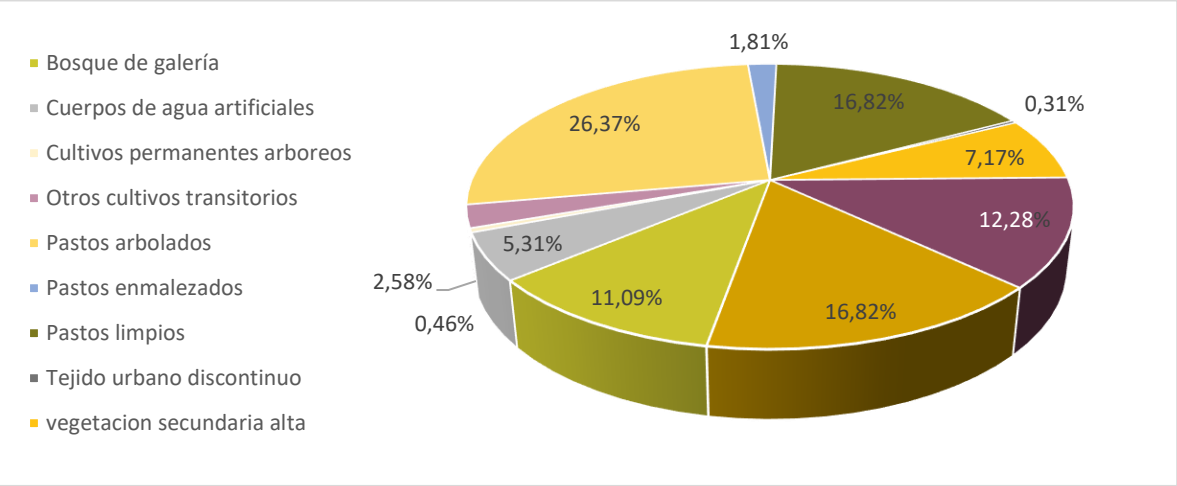
La complejidad estructural de las coberturas vegetales para el área de intervención muestra la preferencia y uso de hábitat de algunas especies de aves con estrategias especialistas, las cuales las convierte en especies con baja capacidad de dispersión, debido a que requieren de hábitat específicos donde puedan realizar parte de sus funciones vitales.

Las áreas boscosas cuentan con una mayor complejidad estructural de la vegetación generando variedad de hábitat, ofreciendo diferentes tipos de recurso alimenticio, sitios de refugio y espacios para la anidación, características que favorecen una mayor riqueza de especies. Áreas abiertas, intervenidas, donde se ha retirado la vegetación nativa o que se encuentra en estados tempranos de sucesión son estructuralmente más simples y por tanto afectan la diversidad de aves que pueden encontrarse.

Adicionalmente se asocian una gran cantidad de plantas pioneras que atraen una diversidad faunística generalista, que pueden adaptarse con facilidad a ambientes perturbados siendo generalmente comunes y abundantes.

Coberturas como los pastos enmalezados corresponden a un porcentaje reducido de la totalidad del área de intervención, se encuentran inversas en una matriz de coberturas arbóreas, aspectos que favorecen el registro de diferentes especies de avifauna que pueden estar haciendo uso de recursos para alimentación, descanso, refugio, o ser áreas de tránsito entre los parches de vegetación circundantes.

FIGURA 5.2-158 DISTRIBUCION DE AVES POR COBERTURAS VEGETAL EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-62 *PHIMOSUS INFUSCATUS* (COQUITO) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4787248 N 2736329



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-63 *THERISTICUS CAUDATUS* (BANDURRIA) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4786772 N 2737208



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-64 *DAPTRIUS CHIMACHIMA* (CARACARA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784189 N 2739635



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-65 *COLUMBINA SQUAMMATA* (TORTOLITA ESCAMOSA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4785214 N 2738012



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-66 *SAKESPHORUS CANADENSIS* (BATARA COPETON)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4783869 N 2739913



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-67 *DENDROPLEX PICUS* (TREPATRONCOS PICO DE LANZA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784812 N 2738794



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-68 *MOMOTUS SUBRUFESCENS* (BARRANQUERO FERINA) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4784680 N 2738272



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-69 *GALBULA RUFICAUDA* (JACAMAR COLIRRUFO) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4785213 N 2739089



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

- Especies de importancia ecológica (amenazada, migratoria, endémica y en veda)
  - ✓ Especies endémicas o en categorías de amenaza

Para el área de intervención se registran dos especies Endémicas (E) y dos especies Casi endémicas (CE). En la **Tabla 5.2-115** se describen cada una de las especies observadas, con sus distribuciones, amenazas y generalidades.

TABLA 5.2-115 ESPECIES ENDÉMICAS DE AVES REGISTRADAS PARA EL ÁREA DE INTERVENCIÓN

Chlorostilbon gibsoni **Endémica (E)** **Esmeralda piquirroja**	
	
FUENTE: Laboratorio de Ornitología de Cornell, Ithaca, NY, 2023	
Distribución geográfica	**Generalidades**
Se encuentra distribuida al norte de Colombia y ampliamente distribuida en el flanco oriental de la cordillera central y flanco occidental.  ***Fuente: BirdLife International, 2023***	No se acerca a los umbrales de Vulnerable según el criterio del tamaño del área de distribución. Se desconoce la tendencia de la población, pero no se cree que la población esté disminuyendo lo suficientemente rápido como para acercarse a los umbrales bajo el criterio de tendencia de la población (>30% de disminución en diez años o tres generaciones). No se ha cuantificado el tamaño de la población, pero no se cree que se acerque a los umbrales de Vulnerable según el criterio del tamaño de la población (<10 000 individuos maduros con una disminución continúan estimada en >10 % en diez años o tres generaciones, o con una estructura poblacional) (BirdLife International, 2023).

Synallaxis candei **Endémica (E)** **Pijui barbiblanco**	
 ***FUENTE: Laboratorio de Ornitología de Cornell, Ithaca, NY, 2023***	
Distribución geográfica	**Generalidades**
Esta especie está distribuida para el norte de Colombia y Venezuela.  ***Fuente: BirdLife International, 2023***	La tendencia de la población parece ser estable y, por lo tanto, la especie no se acerca a los umbrales de Vulnerable según el criterio de tendencia de la población (>30 % de disminución en diez años o tres generaciones). No se ha cuantificado el tamaño de la población, pero no se cree que se acerque a los umbrales de Vulnerable según el criterio del tamaño de la población (<10 000 individuos maduros con una disminución continúan estimada en >10 % en diez años o tres generaciones, o con una estructura poblacional) (BirdLife International, 2023).

Saucerottia saucerottei **Casi Endémica (E)** **Amazilia coliazul**	
 ***FUENTE: Laboratorio de Ornitología de Cornell, Ithaca, NY, 2023***	
Distribución geográfica	**Generalidades**
La especie se distribuye en el centro y norte de Colombia.  ***Fuente: BirdLife International, 2023***	La tendencia de la población parece estar disminuyendo, no se cree que la disminución sea lo suficientemente rápida como para acercarse a los umbrales de Vulnerable según el criterio de tendencia de la población (>30 % de disminución en diez años o tres generaciones). El tamaño de la población es muy grande y, por lo tanto, no se acerca a los umbrales de Vulnerable según el criterio del tamaño de la población (<10 000 individuos maduros con una disminución continúan estimada en >10 % en diez años o tres generaciones, o con una estructura de población específica) (BirdLife International, 2023).

Ramphocelus dimidiatus **Casi Endémica (E) Sangretoro**	
 ***Fuente: Laboratorio de Ornitología de Cornell, Ithaca, NY, 2023***	
Distribución geográfica	**Generalidades**
Esta especie está ampliamente distribuida en Colombia.  ***Fuente: BirdLife International, 2023***	Esta especie tiene un rango muy amplio y, por lo tanto, no se acerca a los umbrales de Vulnerable según el criterio de tamaño del rango (extensión de ocurrencia <20,000 km 2 combinado con un tamaño de rango decreciente o fluctuante, extensión / calidad del hábitat o tamaño de la población y un pequeño número de ubicaciones o fragmentación severa - BirdLife International, 2019c). La tendencia de la población parece ser estable y, por lo tanto, la especie no se acerca a los umbrales de Vulnerable según el criterio de tendencia de la población (> 30 % de disminución en diez años o tres generaciones - BirdLife International, 2019c). El tamaño de la población no se ha cuantificado, pero no se cree que se acerque a los umbrales de Vulnerable bajo el criterio del tamaño de la población (<10,000 individuos maduros con una disminución continúan estimada en > 10 % en diez años o tres generaciones, o con un determinado estructura poblacional - BirdLife International, 2023).

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

TABLA 5.2-116 ESPECIES DE AVES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA, CATEGORÍA DE AMENAZA, ENDEMISMO Y TIPO DE MIGRACIÓN

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE MIGRACIÓN	UICN	CITES 2023	Res. 1912 de 2017	Libro rojo (2021)	Endemismo (Quiñones, 2018)
Chlorostilbon gibsoni	*Esmeralda piquirroja*	-	-	*II*	-	-	E
Saucerottia saucerottei	*Amazilia coliazul*	-	-	*II*	-	-	CE
Synallaxis candei	*Pijui barbiblanco*	-	-	-	-	-	E
Ramphocelus dimidiatus	*Tagara dorsiroja*	-	-	-	-	-	CE
Gampsonyx swainsonii	*Gavilancito perlado*	-	-	*II*	-	-	-
Busarellus nigricollis	*Gavilán cienaguero*	-	-	*II*	-	-	-
Buteo nitidus	*Gavilán*	-	-	*II*	-	-	-

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE MIGRACIÓN	UICN	CITES 2023	Res. 1912 de 2017	Libro rojo (2021)	Endemismo (Quiñones, 2018)
Arremon schlegeli	*Cerquero idorado*	-	-	-	-	Am	
Geranoaetus caerulescens	*Gavilán*	-	-	*II*	-	-	-
Buteogallus meridionalis	*Busado sabanero*	-	-	*II*	-	-	-
Rupornis magnirostris	*Gavilán caminero*	-	-	*II*	-	-	-
Megascops choliba	*Currucutú*	-	-	*II*	-	-	-
Glaucidium brasilianum	*Mochuelo*	-	-	*II*	-	-	-
Amazilia tzacatl	*Amazilia colirrufa*	Alt--c	-	*II*	-	-	-
Phaethornis anthophilus	*Ermitaño Ventripalido*	-	-	*II*	-	-	-
Chrysuronia goudoti	*Colibrí de Goudot*	-	-	*II*	-	-	-
Chrysuronia coeruleogularis	*Colibrí gorjizafiro*	-	-	*II*	-	-	-
Herpetotheres cachinnans	*Halcón reidor*	-	-	*II*	-	-	-
Caracara plancus	*Caracara moñudo*	-	-	*II*	-	-	-
Daptrius chimachima	*Pigua*	-	-	*II*	-	-	-
Falco sparverius	*Cernícalo americano*	-	-	*II*	-	-	-
Falco peregrinus	*Halcón peregrino*	Lat-Tra	-	*II*	-	-	-
Brotogeris jugularis	*Periquito bronceado*	-	-	*II*	-	-	-
Amazona amazonica	*Amazona alinaranja*	-	-	*II*	-	-	-
Forpus spengeli	*Cotorrita*	-	-	*II*	-	-	-
Ara macao	*Guacamayo*	-	-	*II*	-	-	-
Ara severus	*Guacamayo*	-	-	*II*	-	-	-
Eupsittula pertinax	*Perico carisucio*	-	-	*II*	-	-	-
Nyctanassa violacea	*Matinete coronado*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Butorides virescens	*Garcita verde*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Ardea alba	*Garza real*	Lat-Lon-Tra	-	-	-	-	-
Egretta thula	*Garza patiamarilla*	Lat-Alt-Lon-Tra--c	-	-	-	-	-
Cathartes aura	*Guala cabecirroja*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Actitis macularius	*Andarríos manchado*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Hirundo rustica	*Golondrina*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Empidonax virescens	*Atrapamoscas verdoso*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Myiodynastes luteiventris	*Atrapamoscas sulfurado*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Tyrannus melancholicus	*Siriri común*	Lat-Alt-Tra--c	-	-	-	-	-
Tyrannus savana	*Siriri tijeretón*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Tyrannus tyrannus	*Siriri norteño*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Pandion haliartus	*Águila pescadora*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Vireo olivaceus	*Vireo*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Leiothlypis peregrina	*Reinita*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Geothlypis philadelphia	*Reinita*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Setophaga petechia	*Reinita*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Setophaga striata	*Reinita*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Piranga rubra	*Piranga*	Lat-Tra	-	-	-	-	-
Pleucticus ludovicianus	*Picogrueso*	Lat-Tra	-	-	-	-	-

Categoría de amenaza CITES: II: Apéndice 2. **Categoría de amenaza UICN:** VU (Vulnerable), NT (Casi amenazado), LC (Preocupación menor). **Tipo de migración:** Lon: Longitudinal; Nac: Nacional; Alt: Altitudinal; Lat: Latitudinal; Tra: Transfronteriza. **Tipo de endemismo**: E: Endémica; CE: Casi endémica. **Libro rojo de aves (2021)**: Am: Amenazado

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

Teniendo en cuenta la lista internacional de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2023), no se reportó especies en alguna de sus categorías. No obstante, en los apéndices de la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies

Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2023), se registraron 25 especies, de las cuales todas pertenecen al Apéndice II (**Tabla 5.2-116**).

Es decir, son especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.

A nivel nacional ninguna de las especies se encuentra en categoría de amenaza según la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Libro Rojo de Aves de Colombia (Renjifo, 2017).

FOTOGRAFÍA 5.2-70 *CARACARA PLANCUS* (CARACARA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4787866 N 2735870



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-71 *MEGASCOPS CHOLIBA* (CURRUCUTU)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4785728 N 2738078



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-72 *GLAUCIDIUM BRASILIANUM* (MOCHUELO)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4784540 N 2738154



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS 2023

- ✓ Especies migratorias

Las especies con migración boreal, austral e intertropical desarrollan su etapa reproductiva en Norteamérica y Suramérica e inician largos desplazamientos latitudinales y en temporadas específicas hacia los países tropicales en búsqueda de refugio y alimento durante la temporada invernal de las latitudes templadas (Ardila-Téllez, 2014) y la de migración.

Para el área de intervención se registraron 22 especies de aves migratorias; en su mayoría caracterizadas por evidencias una migración latitudinal, es decir en sentido norte-sur, en ocasiones esta puede ser transfronteriza (**Tabla 5.2-116**).

Dentro de este grupo, se hallan las especies que cada año se reproducen en latitudes templadas de Norteamérica y Suramérica, y se desplazan a la zona intertropical durante el invierno.

Estas migraciones pueden ser de dos tipos: austral y boreal. La primera de ellas generalmente inicia en el otoño a mediados de mayo, con desplazamientos que parten desde el sur hacia los países del norte; mientras que la migración boreal consiste en movimientos de norte a sur por parte de la mayoría de las especies neárticas hacia el final del verano, es decir alrededor de la última semana de agosto o comienzos de septiembre (Naranjo et al., 2012).

FOTOGRAFÍA 5.2-73 *ARDEA ALBA* (GARZA REAL)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4785064 N 2738127



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-74 *TYRANNUS SAVANA* (SIRIRI TIJERETON)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4785454 N 2738162



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-75 *GEOTHLYPIS PHILADELPHIA* (REINITA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4783941 N 2740671



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-76 *SETOPHAGA PETECHIA* (REINITA DORADA)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784253 N 2740572



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

- Rutas de desplazamiento

En cuanto a las rutas de desplazamiento para el área de intervención, se observó que para la migración altitudinal-Nacional se registra únicamente la especie *Amazilia tzacatl*, la cual permanece todo el año en el país, pero se mueven entre distintas franjas de elevación (**Tabla 5.2-117**).

En cuando a la migración Latitudinal-Altitudinal-Longitudinal-Transfronteriza-Nacional se observó a la especie *Egretta thula,* la cual presenta una amplia distribución en Colombia (**Tabla 5.2-117**).

La especie *Tyrannus melancholicus* presenta una migración Latitudinal-Altitudinal-Trasfronteriza-Nacional distribuyéndose ampliamente en la parte norte de Colombia (**Tabla 5.2-117**).

Por otro lado, la especie *Ardea alba* presenta una distribución Latitudinal-Longitudinal-Transfronteriza, la cual se caracteriza por presentar poblaciones estables en todo el territorio colombiano (**Tabla 5.2-117**).

Por último, se registran 18 especies de aves con una migración Latitudinal-Transfronteriza, es decir, la migración de especies que norte a sur (migración boreal) y migraciones de sur a norte (migración austral) (**Tabla 5.2-117**). En la **FIGURA 5.2-159** se observan las rutas migratorias de las aves en América.

TABLA 5.2-117 RUTAS DE DESPLAZAMIENTO DE ALGUNAS DE LAS ESPECIES DE AVES REGISTRADAS PARA EL ÁREA DE INTERVENCIÓN

ESPECIE	TIPO DE MIGRACIÓN	HÁBITATS EN COLOMBIA	RUTA DE DESPLAZAMIENTO (Cueto et al., 2015)
Amazilia tzacalt	Alt-Nac	Coberturas vegetales de Bosques, bosques de galería o riparios, pastos limpios y pastos arbolados.	La información actual acerca de estos movimientos se infiere de algunos registros ocasionales o la presencia o ausencia de alguna especie.
Egretta thula	Lat-Alt-Lon-Tra-Nac	Ríos, lagunas, pantanos, humedales, manglares.	Esta especie presente poblaciones reproductivas en Colombia. La migración al norte generalmente ocurre a comienzos de marzo y en otoño parte de Norteamérica entre septiembre y noviembre. Migra a lo largo de la costa Atlántica, a través de la Florida, el Caribe y el norte de Suramérica. La mayoría de las poblaciones de Centroamérica son descritas como una mezcla de residentes y migratorias durante el invierno. Las aves mexicanas y Centroamericanas aparentemente son sedentarias y la migración de las poblaciones reproductivas de Suramérica no se conoce bien.
Tyrannus melancholicus	Lat-Alt-Tra-Nac	Coberturas vegetales de áreas abiertas y tejidos urbanos	No hay suficiente información sobres sus rutas de migración. Se Presume que poblaciones del sur de Colombia, permanecen en la Amazonia entre mayo-septiembre.
Myiodynastes luteiventris	Lat-Tra	Coberturas vegetales de áreas abiertas y tejido urbano	Su migración va desde el istmo de Panamá, hasta el norte de Suramérica, llegando a los sitios de invernada los primeros días de julio. En Costa Rica los migratorios del norte empiezan a aparecer a principios de agosto, salen hacia el sur a mediados de octubre. Llega al sudeste de Perú a finales de septiembre o principios de octubre.
Ardea alba	Lat-Lon-Tra	Cuerpos de agua lenticos y loticos de Colombia	Es una especie invernante con poblaciones reproductivas permanentes en Colombia. Algunos individuos llegan hasta el sur de Colombia, no obstante, la gran mayoría llega a las costas del golfo de México, Honduras y Cuba. Las garzas que migran vuelan por la línea costera y los grandes ríos pudiendo cruzar zonas montañosas. Desde las costas del Atlántico atraviesan la península de la Florida. Algunos anillos de aves marcadas se han recuperado en la Florida, Bahamas, el sur de las Antillas Menores. Los migrantes de primavera pasan por la Florida entre febrero y marzo, inclusive hasta abril y lo mismo ocurre en el resto de Estados Unidos. Norteamérica. El pico de migración lo alcanzan finalizando julio y octubre, los juveniles se dispersan entre junio y octubre y los últimos migrantes de verano se ven en Estados Unidos entre noviembre y diciembre.

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FIGURA 5.2-159 RUTAS MIGRATORIAS DE LAS AVES EN AMÉRICA



Fuente: CONICET

- Especies de importancia ecológica, económica y/o cultural

Las aves son de gran importancia por sus interacciones ecológicas de polinización y dispersión de semillas. Gracias a la gran variedad de servicios ambientales que proveen son indispensables (Berlanga, 2001), debido al rol que desempeñan en el control de las plagas de insectos en los cultivos de gran valor comercial o en otros casos como los carroñeros ofreciendo un equilibrio poblacional dentro de los ecosistemas (BirdLife-International, 2018).

Por otro lado, también han sufrido diferentes afectaciones en sus poblaciones debido a que son usadas como mascota y aproximadamente una de cada siete especies es cazada para ser fuente importante de alimento para muchas comunidades (BirdLife International, 2008).

Sin embargo, el avistamiento de aves se ha convertido en el atractivo de aficionados lo que se convierte en una gran fuente de ingreso, beneficiando la economía local, de quienes ofrecen servicios de ecoturismo).

Dentro de los procesos que realizan las aves, está el rol que cumplen en el mantenimiento a través de la regeneración de los bosques debido a la dispersión de semillas (familia Thraupidae) y polinización (familia Trochilidae. Este grupo de aves consideradas bioindicadores de la salud de los bosques, permiten evidenciar el estado de los ecosistemas por la presencia de especies especialistas en este tipo de hábitats.

Las aves están involucradas en el control de poblaciones, contribuyendo en el mantenimiento del equilibrio de los eslabones tróficos. Ejemplo de esto, son las aves rapaces, que componen su dieta de pequeños vertebrados como roedores, peces, reptiles, anfibios y otras especies de aves.

Por otro lado, las aves también contribuyen con el control de poblaciones de especies de insectos que pueden ser potenciales plagas, entre ellas encontramos a los atrapamoscas (familia Tyrannidae) como uno de los más importantes.

En el área de intervención la comunidad local reconoce el uso como mascota de las especies *Amazona ochrocephala* y *Brotogeris jugularis,* debido a sus patrones de coloración bastante llamativas. Por otro lado, estas especies fueron observadas y escuchadas con mayor frecuencia en las coberturas vegetales evaluadas.

- **Mamíferos**

Colombia cuenta actualmente con 543 especies de mamíferos (Ramírez-Chaves et al., 2021), representados en 14 órdenes, 50 familias y 214 géneros. Del total de especies, 62 son endémicas: 32 roedores (Rodentia), nueve primates (Primates), ocho murciélagos (Chiroptera), cinco musarañas (Soricidae), cinco lagomorfos y tres didélfidos (Didelphidae), adicionalmente, 70 especies se encuentran en algún estado de amenaza según la UICN y 89 son objeto de comercio (Ramírez-Chaves et al., 2021).

La mayor diversidad de especies se encuentra concentrada en los órdenes Chiroptera, con 217 especies y Rodentia con 137 especies, la representatividad de la biodiversidad para los mamíferos de Colombia lo constituye actualmente como el tercer país con el mayor número de mamíferos a nivel.

- Especies potencialmente presentes en el área de intervención

Para el área de intervención del proyecto, se registran 92 especies de mamíferos distribuidas en 11 órdenes, 37 familias y 74 géneros. Estos registros son resultado de la búsqueda de información secundaria en bases de datos biológicas (SIB, GBIF), colecciones y trabajos de investigación reportados para el departamento del Atlántico (Ramírez-Chaves et al., 2021; Avendaño-Maldonado et al., 2021).

Una vez se limitó el listado de especies a los mamíferos terrestres y voladores (se descarta orden Cetácea y Sirenia para el listado) se registraron un total de 76 especies, distribuidas en 9 órdenes, 33 familias y 70 géneros (**Tabla 5.2-118**).

TABLA 5.2-118 ESPECIES DE MAMÍFEROS POTENCIALMENTE PRESENTES EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	IUCN (2023)	CITES (2022)	LIBRO ROJO (2006)
Artiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	jabalí	LC	II	-
Carnívora	Canidae	*Cerdocyon thous*	zorro perruno	LC	II	-
Carnívora	Felidae	*Leopardus pardalis*	tigrillo	LC	I	NT
Carnívora	Felidae	*Leopardus wiedii*	maracaya	NT	I	NT
Carnívora	Felidae	*Panthera onca*	tigre real	NT	I	VU
Carnívora	Felidae	*Puma concolor*	león	LC	I, II	NT
Carnívora	Felidae	*Puma yagouaroundi*	-	LC	I, II	-
Carnívora	Mustelidae	*Eira barbara*	comadreja	LC	III	-
Carnívora	Mustelidae	*Galictis vittata*	hurón	LC	III	-
Carnívora	Mustelidae	*Lontra longicaudis*	nutria	NT	I	VU
Carnívora	Procyonidae	*Bassaricyon medius*	macoperro	LC	-	-
Carnívora	Procyonidae	*Nasua narica*	cusumbo	LC	III	-
Carnívora	Procyonidae	*Potos flavus*	-	LC	III	-
Carnívora	Procyonidae	*Procyon cancrivorus*	mapache	LC	-	-
Carnívora	Procyonidae	*Procyon lotor*	mapache	LC	-	-
Chiroptera	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	-	LC	-	-
Chiroptera	Emballonuridae	*Rhynchonycteris naso*	-	LC	-	-
Chiroptera	Emballonuridae	*Saccopteryx bilineata*	-	LC	-	-
Chiroptera	Emballonuridae	*Saccopteryx canescens*	-	LC	-	-
Chiroptera	Emballonuridae	*Saccopteryx leptura*	-	LC	-	-
Chiroptera	Molossidae	*Eumops glaucinus*	-	LC	-	-
Chiroptera	Molossidae	*Molossops temmincki*	-	LC	-	-
Chiroptera	Molossidae	*Molossus bondae*	-	-	-	-
Chiroptera	Molossidae	*Molossus coibensis*	-	LC	-	-
Chiroptera	Molossidae	*Molossus molossus*	-	LC	-	-
Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus davyi*	-	LC	-	-
Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus gymnonotus*	-	LC	-	-
Chiroptera	Natalidae	*Natalus tumidirostris*	-	LC	-	-
Chiroptera	Noctilionidae	*Noctilio albiventris*	-	LC	-	-
Chiroptera	Noctilionidae	*Noctilio leporinus*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus planirostris*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia brevicauda*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia castanea*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia perspicillata*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Gardnerycteris keenani*	-	-	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga longirostris*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Lonchophylla robusta*	-	LC	-	-

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	IUCN (2023)	CITES (2022)	LIBRO ROJO (2006)
Chiroptera	Phyllostomidae	*Lophostoma silvicolum*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Micronycteris megalotis*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Phyllostomus discolor*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Phyllostomus hastatus*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira parvidens*	-	-	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Trachops cirrhosus*	-	LC	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Uroderma convexum*	-	-	-	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus ega*	-	LC	-	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis nigricans*	-	LC	-	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa io*	-	LC	-	-
Cingulata	Chlamyphoridae	*Cabassous centralis*	-	DD	III	NT
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	armadillo	LC	-	-
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	-	LC	-	-
Didelphimorphia	Didelphidae	*Marmosa robinsoni*	-	LC	-	-
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	-	LC	-	-
Pilosa	Bradypodidae	*Bradypus variegatus*	-	LC	II	-
Pilosa	Choloepidae	*Choloepus hoffmanni*	perezoso de dos dedos	LC	-	-
Pilosa	Cyclopedidae	*Cyclopes dorsalis*	-	-	-	-
Pilosa	Myrmecophagidae	*Myrmecophaga tridactyla*	tamanduá	VU	II	VU
Pilosa	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	oso palmero	LC	III	-
Primates	Atelidae	*Alouatta seniculus*	-	LC	II	-
Primates	Atelidae	*Ateles fusciceps*	mono araña	-	-	-
Primates	Callitrichidae	*Saguinus oedipus*	tití	CR	I, Endémico	VU
Primates	Cebidae	*Aotus griseimembra*	marta	VU	Endémico	VU
Primates	Cebidae	*Cebus capucinus*	-	-	II	-
Primates	Cebidae	*Cebus versicolor*	chucuto	EN	-	-
Rodentia	Caviidae	*Hydrochoerus isthmius*	capibara | chigüiro	DD	-	-
Rodentia	Cricetidae	*Zygodontomys brevicauda*	-	LC	-	-
Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	guagua | lapa	LC	III	-
Rodentia	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	guatín	LC	III	-
Rodentia	Echimyidae	*Pattonomys semivillosus*	-	LC	-	-
Rodentia	Echimyidae	*Proechimys canicollis*	ratón de espina	LC	-	-
Rodentia	Erethizontidae	*Coendou prehensilis*	erizo	LC	-	-
Rodentia	Heteromyidae	*Heteromys anomalus*	-	LC	-	-
Rodentia	Sciuridae	*Syntheosciurus granatensis*	-	-	-	-

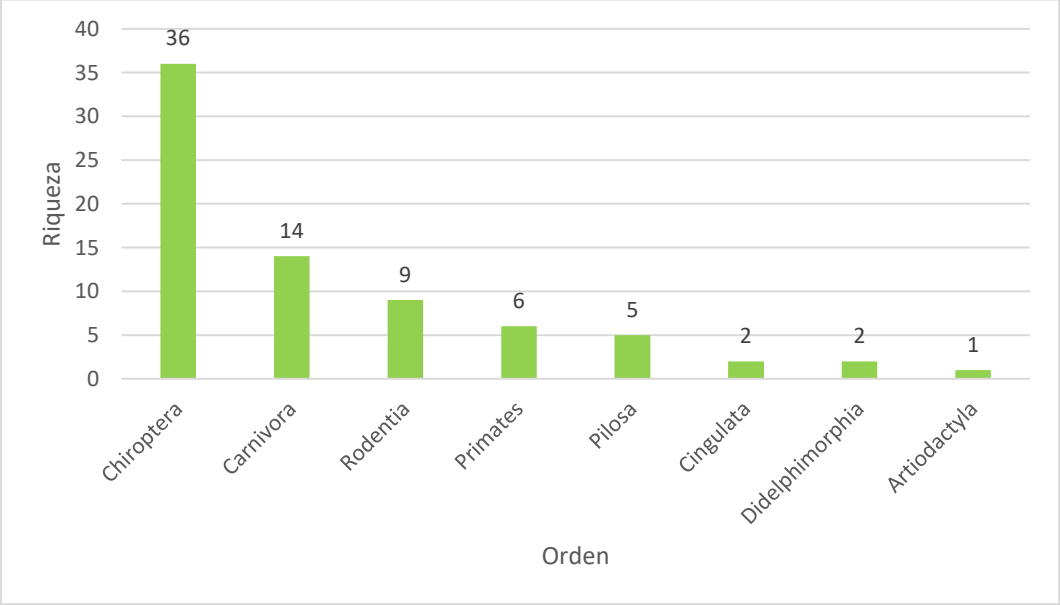
Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

- Composición de especies potenciales de mamíferos

La composición de especies potenciales para el área de intervención corresponde a un total de 92 especies distribuidas en 11 órdenes, 37 familias y 74 géneros, en cuanto a especies de mamíferos terrestres o voladores se reportan 76 especies, siendo el Orden Chiroptera el orden con el mayor número de especies (36) seguido del orden Carnívora con 14 especies.

En cuanto a representatividad por porcentajes se observa que el orden Chiroptera (de manera similar a nivel nacional) es el orden con el mayor número de especies registradas (47%), seguido por el orden Carnívora (18%) y Rodentia (11%). Dicha información corresponde aproximadamente al 17% de las especies reportadas para todo el territorio nacional (Ramírez-Chaves et al., 2021, Avendaño-Maldonado et al., 2021) (**Figura 5.2-160**).

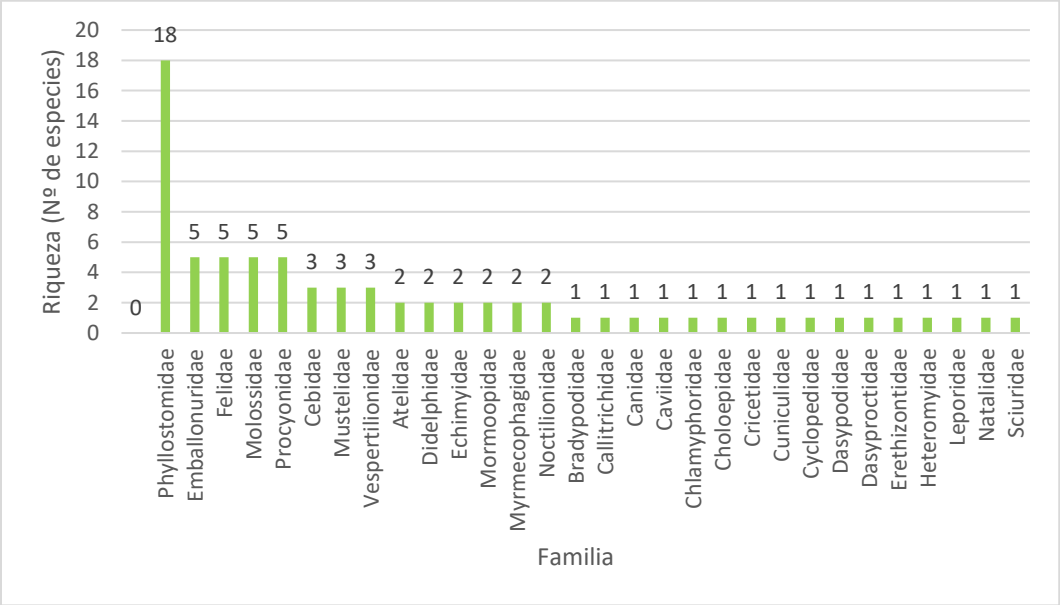
FIGURA 5.2-160 RIQUEZA DE ESPECIES DE MAMÍFEROS POTENCIALES EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN REPRESENTADOS POR ÓRDENES



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

En relación a la representatividad por familias se observa que la familia Phyllostomidae (Chiroptera) cuenta con la mayor representatividad por familia con 18 especies, seguida por la familia Emballonuridae y Molossidae (Chiroptera) y Felidae y Procyonidae (Carnívora) con una representatividad de cinco especies por familia, el resto de familias presentaron una representatividad menor a tres especies por familia (**Figura 5.2-161**).

FIGURA 5.2-161 REPRESENTATIVIDAD DE ESPECIES POTENCIALES POR FAMILIA PARA EL ÁREA DE INTERVENCIÓN



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

- Especies amenazadas, migratorias y endémicas con potencial distribución en el área de intervención.

La información analizada para los estados de amenaza muestra 21 especies en el listado del Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2022), de las cuales cinco se encuentran en el apéndice I (con endemismo para *Saguinus oedipus*), seis en el apéndice II, ocho en el apéndice III y dos especies catalogadas en el apéndice I y II, representadas por el orden Artiodactyla (Familia Tayassuidae), Carnívora (Familia Felidae, Mustelidae y Procyonidae), Cingulata (Familia Chlamyphoridae), Pilosa (Familia Bradypodidae y Myrmecophagidae), Primates (Familia Atelidae, Callitrichidae y Cebidae) y Rodentia (Familia Cuniculidae, Dasyproctidae) (**Tabla 5.2-118**).

En la revisión del listado de especies en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2023), se reportan tres especies en la categoría de casi amenazadas ((NT), *Leopardus wiedii*, *Panthera onca*, *Lontra longicaudis*), dos especies en categoría vulnerable ((VU), *Myrmecophaga tridactyla*, *Aotus griseimembra*), una especie en peligro ((EN), *Cebus* versicolor), una especie en categoría de peligro crítico ((CR), *Saguinus oedipus*) y dos especies con datos deficientes ((DD), *Hydrochoerus* isthmius, *Cabassous centralis*); el resto de las especies se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC) (**Tabla 5.2-118**).

En la Resolución 1912 de 2017 (MADS, 2017) se reporta una especie en Peligro Critico ((CR) *Saguinus oedipus*) y una especie en la categoría Vulnerable ((VU) *Myrmecophaga tridactyla*).

Aunque muchos mamíferos tienen grandes áreas de distribución y pueden constituirse de hábitos cosmopolitas, la actividad humana actualmente está generando diversos efectos sobre los mismos, como la pérdida y fragmentación del hábitat, interferencia en los patrones migratorios, contaminación del hábitat, caza ilegal, introducción de especies exóticas y cambio climático.

Estos impactos alteran los hábitos, requerimientos alimenticios y finalmente la distribución y permanencia de los mamíferos en los hábitats con los requerimientos necesarios para que se establezcan, poniendo en riesgo la supervivencia y papel ecológico que cumplen en los ecosistemas.

- Especies registradas en el área de intervención del proyecto
  - Composición y abundancia de especies

Se registraron un total de 38 individuos correspondientes a ocho órdenes, 12 familias y 19 especies. El orden con el mayor número de especies fue el orden Chiroptera con 11 especies, seguido del orden Carnívora con dos especies y el resto de los Órdenes con un registro de una especie por Orden, adicionalmente, la cobertura con el mayor número de especies fue el bosque de Galería con una representatividad de 10 especies y la vegetación secundaria alta con una representatividad de 9 especies (**Tabla 5.2-119**).

TABLA 5.2-119 DIVERSIDAD DE ESPECIES DE MAMÍFEROS

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	ABUNDANCIA	HÁBITO DE VIDA	PERIODO DE ACTIVIDAD	GREMIO TRÓFICO	TIPO DE REGISTRO	COBERTURA
Orden Carnívora								
Familia Felidae								
Leopardus pardalis	Tigre pequeño	<1200	**1**	Ar	D, N	CAR	Ob	**Bg**
Familia Procyonidae								
Procyon cancrivorus	Mapache	0-2600	1	Te	N	CAR	Ob	Pa, Bg
Familia Canidae								
Cerdocyon thous	Zorro cangrejero	0-3400	4	Te	N	OMN	Ob	Bg, Vsa
Orden Chiroptera								
Familia Emballonuridae								
Saccopteryx canescens	Murciélago	<500	*2*	Vo	N	INS	Cap	*Bg*
Familia Molossidae								
Molossus molossus	Murciélago mastín común	0-2200	2	Vo	N	INS	Cap	Bg
Familia Noctilionidae								

Noctilio albiventris	Murciélago pescador de vientre blanco	200-1600	1	Vo	N	PIS	Cap	Bg
Familia Phyllostomidae								
Artibeus jamaicensis	Falso vampiro gigante	0-2200	2	Vo	N	FRU	Cap	Bg, Vsa
Artibeus planirostris	Murciélago frutero de rostro plano	0-1500	19	Vo	N	FRU	Cap	Pa, Bg, Zp, Vsa
Carollia perspicillata	Murciélago común de cola corta	0-2000	1	Vo	N	FRU	Cap	Bg
Desmodus rotundus	Vampiro	<2400	77	Vo	N	HM	Cap	Bg
Uroderma convexum	Murciélago toldero del pacífico	0-1500	1	Vo	N	FRU	Cap	Bg
Glossophaga soricina	Murciélago de lengua larga común	0-1800	8	Vo	N	NEC, INS	Cap	Bg, Vsa
Glossophaga longirostris	Murciélago	<2250	*2*	Vo	N	NEC, INS	Cap	*Bg*
Lophostoma silvicolum	Murciélago de orejas redondas de garganta blanca	10-940	1	Vo	N	INS	Cap	Bg
Phyllostomus discolor	Murciélago nariz de lanza pálido	10-1650	6	Vo	N	OMN	Cap	Bg, Vsa
Sturnira parvidens	Murciélago de charreteras menor	0-2200	2	Vo	N	FRU	Cap	Vsa
Familia Vespertilionidae								
Myotis nigricans	Myotis negro	0-2800	5	Vo	N	INS	Cap	Pa, Bg
Orden Cingulata								
Familia Dasypodidae								
Cabassous centralis	Armadillo	<500	**2**	Te	N	INS	Ra	**Bg**
Dasypus novemcinctus	Armadillo de nueve bandas	0-3100	3	Te	N	INS	Ra	Bg, Vsa
Orden Didelphimorphia								
Familia Didelphidae								
Didelphis marsupialis	Zorro chucho	0-2500	5	Te	N	OMN	Ob	Cpa, Bg, Vsa
Orden Lagomorpha								
Familia Leporidae								
Sylvilagus floridanus	Conejo	0-2100	5	Te	CRE	HER	Ob	Pe, Bg, Vsa
Orden Pilosa								
Familia Myrmecophagidae								
Tamandua mexicana	Oso hormiguero	0-1800	3	Ar	D, N	INS	Ob	Pa, Vsa
Orden Primates								
Familia Atelidae								
Alouatta seniculus	Mono aullador	0-3200	30	Ar	D	HER	Ob	Bg
Orden Rodentia								
Familia Cuniculidae								

Cuniculus paca	Guartinaja	<2000	**2**	Te	CRE	FRU	Ob	**Bg**
Familia Caviidae								
Zygodontomys brevicauda	Ratón de campo	<800	*1*	Te	CRE	FRU	Ob	*Vsa*
Familia Caviidae								
Hydrochoerus isthmius	Ponche		**7**	Te	CRE	HER	Ob	**Bg**
Familia Sciuridae								
Syntheosciurus granatensis	Ardilla de cola roja	0-3800	9	Ar	D	FRU	Ob	Bg, Vsa
Hábito de vida: (Vo) Volador, (Te) Terrestre, (Arb) Arborícola; **Periodo de actividad:** (D) Diurno, (N) Nocturno, CRE (Crepuscular); **Gremio trófico:** (CAR) Carnívoro, (OMN) Omnívoro, (PIS) Piscívoro, (FRU) Frugívoro, (INS) Insectívoro, HER (Herbívoro), HM (Hematofago); **Cobertura:** Vsa: Vegetación secundaria alta, Bg: Bosque de Galería, Cpa: Cultivos permanentes arboreos, Pa: Pastos arbolados, Pl: Pastos limpios, Pe: Pastos enmalezados, Zp: Zonas pantanosas								

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-77 *GLOSSOPHAGA SORICINA* (MURCIÉLAGO DE LENGUA LARGA COMÚN)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4788386, N 2735990



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-78 *MYOTIS NIGRICANS* (MYOTIS NEGRO)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4790128, N 2735911.3



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-79 *PHYLLOSTOMUS DISCOLOR* (MURCIÉLAGO NARIZ DE LANZA PÁLIDO)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784547.1, N2739522



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-80 *MOLOSSUS MOLOSSUS* (MURCIÉLAGO MASTÍN COMÚN)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4784547, N 2739522



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-81 *NOCTILIO ALBIVENTRIS* (MURCIÉLAGO PESCADOR DE VIENTRE BLANCO)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E 4790194, 2735924



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-82 *ARTIBEUS JAMAICENSIS* (FALSO VAMPIRO GIGANTE)
COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL
E4784978, N 2739772



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-83 *STURNIRA PARVIDENS* (MURCIÉLAGO DE CHARRETERAS MENOR) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4783859, N 2741104



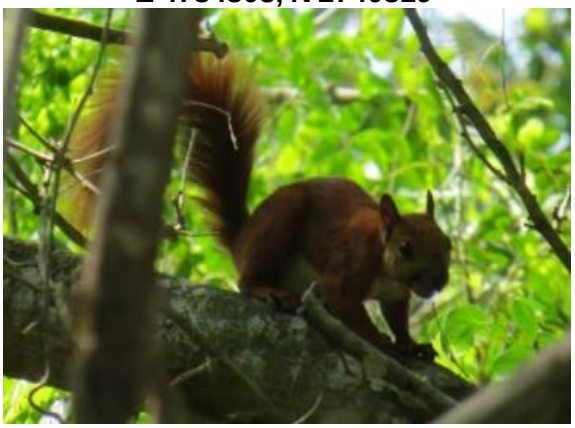
Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-84 *LOPHOSTOMA SILVICOLUM* (MURCIÉLAGO DE OREJAS REDONDAS DE GARGANTA BLANCA) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4790128, N2735911



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-85 *SYNTHEOSCIURUS GRANATENSIS* (ARDILLA DE COLA ROJA) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4784308, N 2740819



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-86 *SYLVILAGUS FLORIDANUS* (CONEJO) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4784800, N 2740945



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-87 *PROCYON CANCRIVORUS* (MAPACHE) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4784632, N 2738018



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

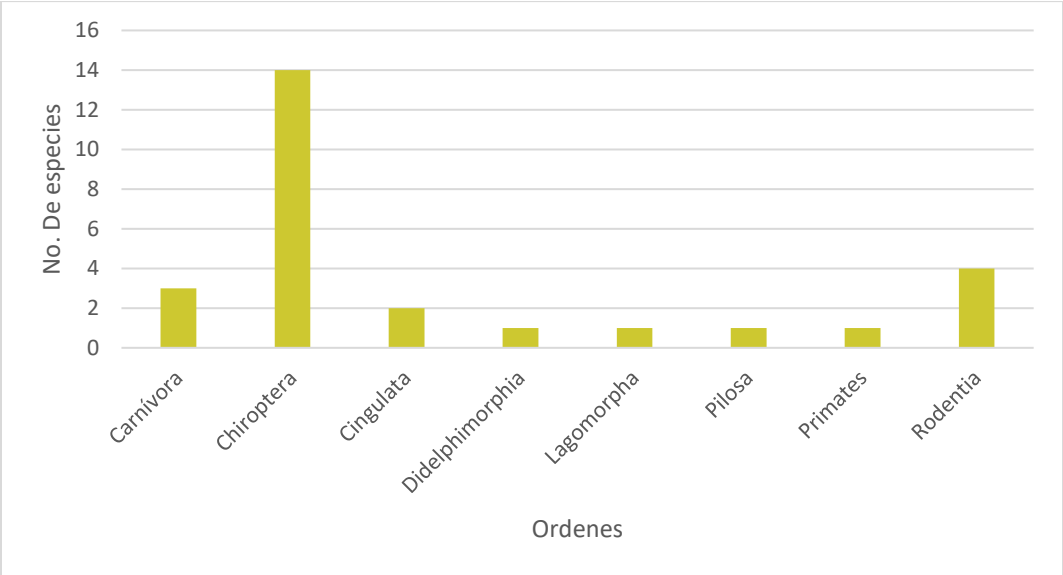
FOTOGRAFÍA 5.2-88 *CERDOCYON THOUS* (ZORRO CANGREJERO) COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL E 4784173, N 2741167



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

La representatividad por órdenes y por familias, de manera similar a lo reportado a nivel nacional fue mayor para el Orden con una representatividad de cuatro familias (11 spp.), seguido del orden Carnívora con dos familias (dos spp.) y el resto de los órdenes con una representatividad de una familia (y una especie) por orden (**Figura 5.2-162**).

FIGURA 5.2-162 RIQUEZA DE FAMILIAS POR ORDEN PRESENTES EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

- Representatividad y esfuerzo de muestreo

El trabajo de campo fue llevado a cabo entre el 24 de mayo y el 4 de abril de 2023 y del 2 al x10x de abril de 2024 en las diferentes coberturas para el componente de fauna, donde solo se obtuvieron registros en las unidades de cobertura de cultivos permanentes arbóreos, pastos limpios, pastos enmalezados, bosque de galería, zonas pantanosas y vegetación secundaria alta.

Se realizaron recorridos con observaciones directas y búsqueda de rastros, instalación de redes de Niebla, Trampas Sherman y Cámaras trampa (**Tabla 5.2-120**), se instalaron en total 80 trampas Sherman LFA (23cm largo * 9.5 cm de alto * 8 cm de ancho) para cada cobertura por 10 noches en total, se emplearon 40 redes de niebla desde las 18:00 hasta las 22:00 hrs (12 m*.5m) por cobertura representativa durante un mínimo de 3 noches y adicionalmente se distribuyeron 12 cámaras trampa en el área de intervención que estuvieron activas durante todo el periodo de muestreo.

TABLA 5.2-120 ESFUERZO DE MUESTREO DE MAMÍFEROS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN.

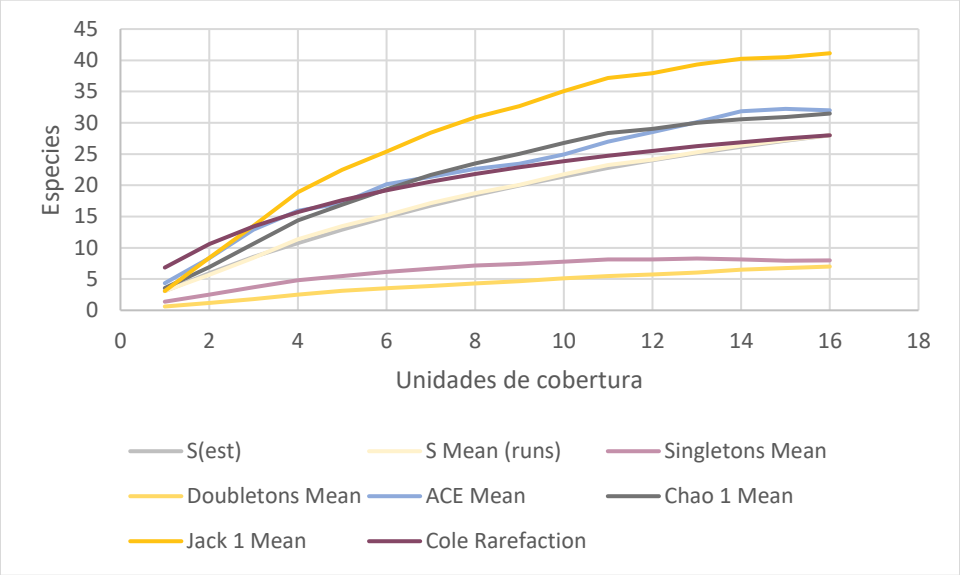
METODOLOGÍA	ESFUERZO DE MUESTREO	NO. ESPECIES
Recorridos libres	Eventos fortuitos / Desplazamiento en el área	66
40 Redes de niebla	144 horas-red	114
80 Trampas Sherman	270 trampas-noche	1
Cámaras trampa	10 días/trampa	5

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

De acuerdo con el estudio realizado, se observaron un total de 197 individuos, los cuales fueron distribuidos en 28 grupos de 16 muestras (registros) de máximo 166 registros y un mínimo de un (1) registro, de acuerdo la unidad de cobertura vegetal donde fue identificada la especie, con las cuales se elaboró la curva de acumulación de especies.

A partir del análisis Sobs mean (S Mean (runs)) para los estimadores de riqueza y la curva de acumulación de especies, se determinó que las especies en una comunidad, basado en el número de especies en la muestra según los modelos no paramétricos Ace Mean y Chao 1 Mean considerando que esperan 32,01 y 331,48 especies en promedio respectivamente (Tabla 3 20), siendo estos estimadores los evaluadores del esfuerzo de muestreo cuando se obtienen abundancias, de los cuales Chao 1 es el más riguroso (Villarreal et al; 2004). De esta manera se tiene que la efectividad del muestreo para los estimadores ACE Mean está dada por el 87,47% de efectividad mientras que el estimador Chao 1 Mean determino que se obtuvo el 88,94% de efectividad; posiblemente estos resultados se deban a la época del monitoreo, la cual presentaba grandes extensiones de distribución natural de mamíferos anegadas. No obstante, el índice Cole Rarefaction por su parte, estimo que el número de especies que se espera en las muestras agrupadas estabiliza la curva cuando se llega a 28 especies como método de remuestreo, siendo muy sensible al patrón subyacente de la abundancia de especies de menor uniformidad (Coleman; 1981, Coleman et al; 1982). (**Figura 5.2-163**).

FIGURA 5.2-163 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DE MAMÍFEROS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

Cabe recalcar la temporalidad en los muestreos para lograr una mayor detectabilidad de las especies, debido a la naturaleza naturalmente evasiva de este grupo animal, es un factor fundamental la presencia de coberturas idóneas para su establecimiento, donde se vean garantizadas las condiciones básicas para su subsistencia; la extensa presencia de coberturas altamente intervenidas por actividades antrópicas puede ocasionar una disminución en el registro de especies.

Adicionalmente, la detectabilidad y actividad de los mamíferos también pudo verse influenciada por la actividad lunar, ya que la época de muestreo coincidía con fases lunares de alta iluminación relacionadas con la fase de luna llena, por lo cual, debido a la exposición, pudo ocasionar una reducción de la actividad y por tanto un menor registro de especies.

Muchas especies de mamíferos terrestres son conspicuas, muestran comportamientos elusivos y necesitan grandes extensiones de área para satisfacer sus requerimientos ecológicos; por tanto, es fundamental la presencia de coberturas idóneas para su establecimiento, donde se vean garantizadas las condiciones básicas para su subsistencia. Además, la presencia humana hace que las tasas de avistamiento disminuyan en comparación a los sitios libres de influencia humana (Glanz, 1990).

Adicionalmente, el registro de mamíferos terrestres pequeños está directamente asociado al uso y al número de trampas (Voss, 1988); de manera paralela para los mamíferos voladores con hábitos alimenticios insectívoros (Patterson et al., 2003), se necesita un esfuerzo de muestreo superior debido a que la presencia humana hace que las tasas de avistamiento sean menores en comparación a a sitios no antropizados (Glanz, 1990). Por ejemplo, para mamíferos terrestres pequeños, la efectividad de registro se ve directamente

asociada al uso de trampas (Voss, 1988) y en cuanto a los mamíferos medianos y grandes presentan comportamientos elusivos (Tobler et al., 2008).

Finalmente, en la zona mediante charlas con pobladores estos expresaban que hace mucho tiempo se veían individuos de varias especies (ej. *A. seniculus, D. novemcinctus, T. mexicana*) con una mayor frecuencia, sin embargo; debido a la degradación de las coberturas boscosas, la presencia humana y de ganado y la implementación en su mayoría de pastizales dedicados a la ganadería, esta presencia se vio afectada por lo cual consecuentemente disminuyó también el registro de mamíferos.

- Índices de diversidad

Para el cálculo de los índices de diversidad se tuvieron en cuenta únicamente las coberturas que presentaron registros de especies de mamíferos en el área de estudio mediante cualquiera de las metodologías: recorridos/eventos fortuitos, rastros, redes de niebla, trampas Sherman y Cámaras Trampa.

✓ Diversidad alfa

La mayor diversidad de especies se registró para la cobertura de bosque de galería (24 spp), seguido de la cobertura de Vegetación Secundaria Alta (12 spp), pastos arbolados (4 spp) y as demás unidades de cobertura con 1 (un) individuo.

Para el índice de dominancia, las coberturas de cultivos permanentes arboreos, pastos limpios,pastos enmalezados y zonas pantanosas presentó la mayor dominancia de especies (D=1). posteriormente se encuentran las coberturas de pastos arbolados (D=0.34), bosque de galería (D=0,26) y la cobertura con la mayor diversidad de especies de manera equitativamente) fue la cobertura de vegetacion secundaria alta (D= 0.15).

Adicionalmente, para el índice de Simpson; las especies para las coberturas de vegetación secundaria alta y Bosque de Galería se encuentran mejor representadas en cuanto a su abundancia, resultando en una equidad mayor comparada con las otras dos coberturas con índices de 0,85 y 0,74.

Por último, para el índice de Shannon, se reporta que vegetación secundaria alta y bosque de galería presentan los mejores índices con valores de 2,18 y 2,01; no obstante, se evidencia que estas coberturas son determinadas bajo una distribucion normal, ya que su distribución se da entre 0,5 y cinco (5) y los valores normales estimativos se encuentran entre dos (2) y tres (3) (**Tabla 5.2-121**).

TABLA 5.2-121 ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA

Indices	Cpa	Pl	Pa	Pe	Bg	Zp	Vsa
Taxa_S	1	1	4	1	24	1	12
Individuals	1	1	10	1	166	1	23
Dominance_D	1	1	0,34	1	0,26	1	0,15
Simpson_1-D	0	0	0,66	0	0,74	0	0,85
Shannon_H	0	0	1,22	0	2,01	0	2,18

Vsa: Vegetación secundaria alta, Bg: Bosque de Galería, Cpa: Cultivos permanentes arboreos, Pa: Pastos arbolados, Pl: Pastos limpios, Pe: Pastos enmalezados, Zp: Zonas pantanosas

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

Los índices de Shannon y Simpson asumen que todas las especies están representadas en las muestras e indican qué tan uniformes son las distribuciones de estas abundancias, teniendo en cuenta todas las especies registradas (Villareal et al., 2004).

La cobertura con la mayor diversidad de especies según los índices fue la cobertura de Bosque de Galería, mientras que la cobertura con la mayor dominancia de especies fue la cobertura de Vegetación secundaria alta, con registros numéricamente abundantes para algunas especies (*Desmodus rotundus o* Alouatta seniculus) en comparación con el resto de las especies.

- ✓ Análisis de similitud (Diversidad Beta)
  - Índice de similaridad de Jaccard

Según el análisis, las coberturas de Vegetación Secundaria Alta y Bosque de Galería presentaron la mayor similitud, ya que su semejanza en composición y estructura vegetal permite compartir especies entre ellas, mientras que la cobertura de pastos arbolados presentó una similitud menor con dichas coberturas, debido a que la composición y estructura vegetal de los pastos era sustancialmente diferente por la finalidad y uso ganadero a la que se encontraba sometida (**Figura 5.2-164**).

FIGURA 5.2-164 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA LA COMUNIDAD DE MAMÍFEROS



Vsa: Vegetación secundaria alta, Bg: Bosque de Galería, Cpa: Cultivos permanentes arboreos, Pa: Pastos arbolados, Pl: Pastos limpios, Pe: Pastos enmalezados, Zp: Zonas pantanosas ***Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023***

La cobertura de bosque de galería constituye una cobertura importante a nivel ecológico ya que, debido a su naturaleza; provee una alta variedad de recursos necesarios para la supervivencia de los mamíferos, como comida, alimento, agua y refugio, además de la presencia de variedad de hábitats adecuados para su establecimiento, dispersión y establecimiento (Hutchinson, 1957).

También pueden funcionar como corredores biológicos permitiendo un mayor movimiento entre parches de bosque (Breed & Sodhi, 2009; Stroud & Searle, 2015) y, en comparación con las otras dos coberturas, presenta una composición vegetal más densa, permitiendo de manera paralela que se presente una mayor variedad de recursos.

En cuanto a las especies registradas para la cobertura, la mayoría corresponden al orden Chiroptera y Primates, *los cuales son* es una especies dependientes de cuerpos de agua, bosques primarios y hábitats poco contaminados (Tirira, 2007),.

Las especies del género *Artibeus spp.* pueden estar presentes en bosques primarios, secundarios, intervenidos, bosques de galería y cultivos (Tirira, 2007) y las especies insectívoras (ej. *Myotis nigricans, Glossophaga soricina*) utilizan también esta cobertura debido a la alta disponibilidad alimenticia.

Para la cobertura de vegetación secundaria alta se registraron especies que no necesariamente necesitan una alta densidad boscosa para su establecimiento, como *Cerdocyon thous, Dasypus novemcinctus* y *Tamandua mexicana,* que pueden llegar a estar presentes en zonas transicionales donde exista una variedad de refugio o paso debido a la estructura vegetal (Tchaicka etl al., 2006; McBee & Baker, 1982; Emmons & Feer, 1999; Tirira, 2007).

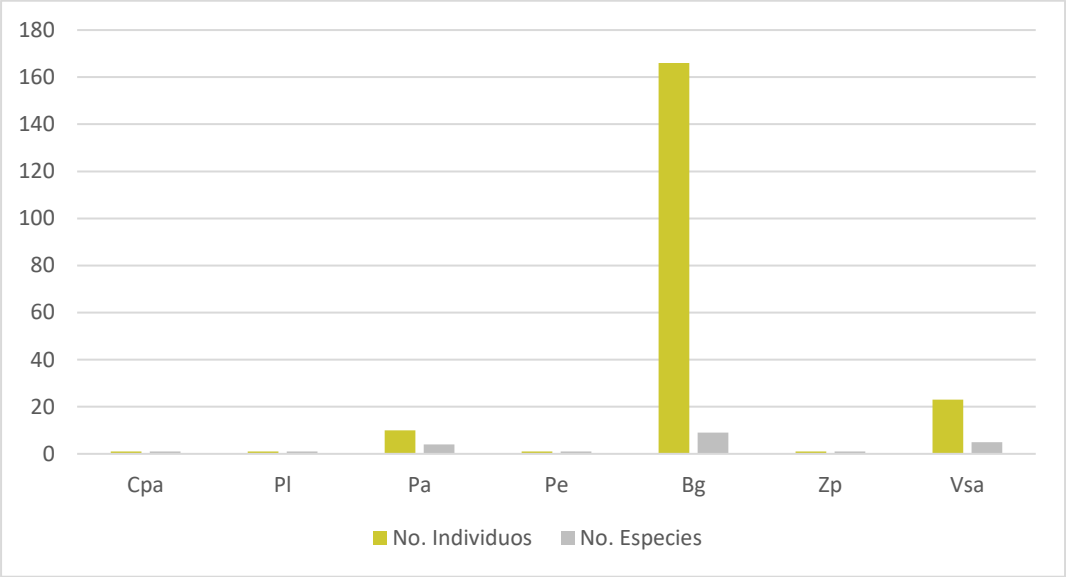
En cuanto a las especies compartidas por cobertura, son especies que pueden presentar hábitos cosmopolitas y que debido a su hábito de vida pueden llegar a desplazarse a una mayor distancia, además de tener hábitos de consumo más generalistas.

Finalmente, las coberturas de Bosque de galería y mosaicos de espacios abiertos pueden ser empleadas en conjunto como áreas de forrajeo o refugio (Kalko & Handley, 2001) teniendo en cuenta la escala de paisaje en la que se empleen.

- Estructuras tróficas y relaciones ecológicas (grupo trófico y uso de hábitat)

La cobertura con una mayor diversidad de especies y equidad en la comunidad fue la cobertura de bosque de Galería con un registro de 13 individuos y 12 especies, seguido de la Cobertura de Vegetación secundaria alta con un registro de 23 individuos y nueve especies y la cobertura de Pastos Arbolados con un registro de dos individuos y dos especies (**Figura 5.2-165**).

FIGURA 5.2-165 NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ESPECIES POR COBERTURA PARA EL PERIODO DE MUESTREO



Vsa: Vegetación secundaria alta, Bg: Bosque de Galería, Cpa: Cultivos permanentes arboreos, Pa: Pastos arbolados, Pl: Pastos limpios, Pe: Pastos enmalezados, Zp: Zonas pantanosas

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

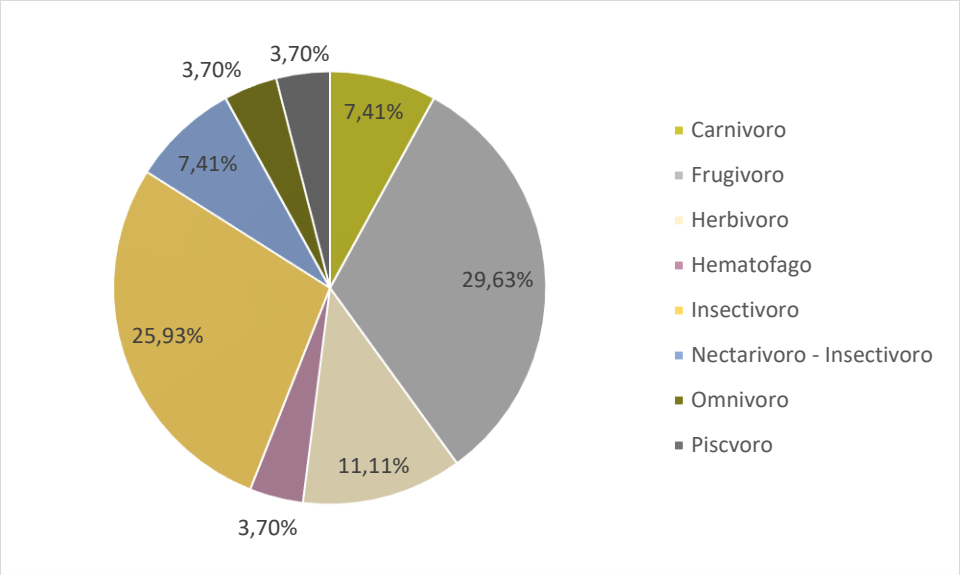
La mayor representatividad de especies se presentó en el bosque de Galería, este tipo de cobertura puede presentar una mayor oferta alimentaria debido a la cantidad, presencia y calidad de hábitats y microhábitats que puede ofrecer en zonas que se encuentran intervenidas y se constituyen como zonas de refugio de especies importantes ya que se pueden encontrar todos los gremios tróficos reportados. La cobertura de vegetación secundaria alta es utilizada de manera general por especies arborícolas como cobertura de paso.

La cobertura de pastos arbolados presenta una oferta alimentaria baja, por lo que el número de individuos y especies presentes disminuye ya que los recursos son más limitantes. Finalmente, las coberturas con menor uso por parte de la mastofauna como áreas de cultivos, y áreas agrícolas corresponden a áreas estacionales, donde son utilizadas principalmente para la obtención de alimento ocasional, areas de reposo o transició entre unidades de cobertura con mejor estructura de soporte ontogoenico y funcional

Los gremios tróficos son considerados unidades básicas de las comunidades ecológicas y los ecosistemas y son definidos como un grupo de especies que explotan la misma clase de recurso ambiental en una manera similar (Root, 1986) y pueden ser vistos como recursos alimenticios, de refugio, de hábitat, sitios de anidamiento, entre otros.

La agrupación por gremios permite evaluar la comunidad de especies y, según los registros; analizar el gremio trófico predominante en el área de estudio. De esta manera, se establecieron siete gremios tróficos y se clasificaron las especies por su tipo de alimentación predominante (**Figura 5.2-166**).

FIGURA 5.2-166 COMPOSICIÓN POR GREMIOS TRÓFICOS DE LA COMUNIDAD DE MAMÍFEROS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN



Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

El gremio alimenticio con el mayor número de especies fue el gremio Frugívoro e Insectívoro representados por mas del 50%, en su mayoría del orden Chiroptera; para el gremio frugívoro especies como *Carollia perspicillata, Uroderma convexum, Sturnira parvidens* y *Syntheosciurus granatensis*, por otra parte para el gremio Insectívoro se registraron especies del orden Chiroptera (*Phyllostoma silvicolum, Molossus molossus),* del orden Cingulada *Dasypus novemcinctus* y del orden Pilosa *Tamandua mexicana.*

Los registros únicos para el gremio omnivoro, hematofago y piscívoro, se ven representados por especies como *Phyllostomus discolor, Desmodus rotundus, y Noctilio albiventris* respectivamente*.* Finalmente, para el gremio herbívoro se registró el mono aullador *Alouatta seniculus* (Orden Primates) y el conejo *Sylvilagus floridianus* (Orden Lagomorpha).

- Especies de importancia ecológica (amenazada, migratoria, endémica y en veda)

En Colombia en la actualidad se conocen actualmente 62 especies de mamíferos endémicas y aproximadamente 57 especies migratorias que comprenden mamíferos marinos, de agua dulce y murciélagos; para el muestreo no se registraron especies de mamíferos endémicas ni especies de mamíferos migratorias.

En cuanto a amenazas, se registraron tres especies en el apéndice CITES (2023): *Cerdocyon thous* para el apéndice II que comprende las especies que, si bien no están en peligro inmediato, requieren regulación (comercio con permisos) y *Alouatta seniculus* que

se encuentran en el apéndice II y se incluyen ya que están protegidos en al menos un país el cual solicita cooperación para controlar su comercio (**Tabla 5.2-122**).

TABLA 5.2-122 ESPECIES AMENAZADAS O EN VEDA DE LA COMUNIDAD DE MAMÍFEROS

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE MIGRACIÓN	IUCN	CITES (2022)	Res 0126-2024	Libro Rojo
Cerdocyon thous	zorro perruno | zorro perro	-	LC	II	-	LC
Alouatta seniculus	Mono aullador	-	LC	II	-	LC
Leopardus pardalis	Tigre pequeño	-	LC	I		

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

- Rutas de desplazamiento

Para el área de intervención se encontraron tres especies citadas en el apéndice CITES (2022), *Cerdocyon thous* (zorro cangrejero) y *Alouatta seniculus* (Mono aullador) en el apéndice II, en la **Tabla 5.2-123** se describen algunos aspectos de distribución y generalidades ecológicas de estas especies.

TABLA 5.2-123 DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA DE LAS ESPECIES AMENAZADAS.

Alouatta seniculus **Mono aullador**	
 ***Fuente: Inaturalist.Org, IUCN***	
Distribución geográfica	**Generalidades**
Se distribuye en Sudamérica, al este de los Andes en Colombia, Venezuela, Trinidad, Guayanas, Ecuador, Perú y Bolivia. 	Es una especie diurna y arbórea, Puede formar grupos de entre tres a siete individuos organizados jerárquicamente (un macho dominante). Su dieta se basa principalmente en el consumo de hojas jóvenes de algunas especies de plantas y de frutos (de la Torre, 2000). Ocupan todo tipo de bosques, aunque muestran una asociación más marcada hacia bosques inundados a orillas de ríos y lagunas, así como zonas pantanosas. Su área de vida puede abarcar de ocho a 10 ha y pueden ocupar incluso pequeños remanentes de bosque (Tirira, 2007)

Cerdocyon thous **Zorro cangrejero**	
	
Fuente: Inaturalist.Org, IUCN	
Distribución geográfica	**Generalidades**
Es una especie relativamente común, tiene distribución continua desde el Noreste de Colombia y Venezuela hasta Argentina y se extiende hasta el este de Brasil, Panamá, Bolivia y Ecuador. 	Es una especie nocturna y crepuscular, se desplaza en parejas (macho-hembra), exhibe una dieta generalista y un comportamiento cazador oportunista. Adicionalmente se alimenta de pequeños vertebrados incluidos cangrejos, insectos y frutos (Emmons y Feer, 1999; Tchaicka et al., 2006). Puede ser encontrado en una amplia variedad de hábitats incluido el bosque tropical y subtropical, zonas de bosque abiertas, sabanas y áreas intervenidas antrópicamente

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

- Especies de uso local e importancia socioeconómica

Si bien, ninguna especie de mamífero presenta una importancia marcada a nivel comercial o uso local; existen datos esporádicos de cacería con fines alimenticios y artesanales para algunas especies registradas como *Didelphis marsupialis* (Serna-Arango, 2012) y *Alouatta seniculus* (GBIF, 2022) y *Sylvilagus floridanus* a nivel Nacional.

Para la zona, mediante charlas con los pobladores; la única especie que esporádicamente se seguía cazando en la zona era *Sylvilagus floridanus,* (conejo) con registros de cacería cada vez menos frecuentes.

La diversidad registrada constituye una representatividad de especies que cumplen papeles importantes en los ecosistemas como lo son dispersores de semillas (*Artibeus spp., Syntheosciurus granatensis, Uroderma convexum*) y controladores de especies (*Didelphis marsupialis, Tamandua mexicana*, *Molossus molossus*).

5.2.2.3.11 Ecosistemas acuáticos

5.2.2.3.12 Área de muestreo

La presente evaluación se realizó en los cuerpos de agua ubicados en el área de influencia del proyecto, los cuales corresponden a los monitoreos del EIA del 2020, Campaña 1 y campaña 2 (durante los días 7 y 8 de mayo) del 2023. En la **Tabla 5.2-124** se presenta los puntos de muestreo, georreferenciación y componentes evaluados durante las diferentes épocas de muestreo.

TABLA 5.2-124 CÓDIGOS Y COORDENADAS DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN LA CARACTERIZACIÓN HIDROBIOLÓGICA EN LOS CUERPOS DE AGUA UBICADOS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

ID PUNTO MONITOREO	ESTACIÓN DE MUESTREO	COORDENADAS PLANAS (ORIGEN NACIONAL)			COMPONENTES HIDROBIOLÓGICOS EVALUADOS					
		Norte	Este	Altitud (m.s.n.m)	P	PF	MIB	FP	ZP	MA
Puntos de Monitoreo EIA- 2020										
PM_ArrIL	Arroyo Platanal	2738170	4784596	44	X	X	X	X	X	
PM_ArrPl	Arroyo Isabel López	2738170	4784557	43	X	X	X	X	X	X
Monitoreo campaña 1 – Abril del 2023										
P14	OC-17 AGUAS ARRIBA*	4786746	2736159							
P15	OC-17 AGUAS ABAJO*	4786804	2736290							
P1	OC-20 AGUAS ARRIBA	4788413	2735983			X	X	X	X	
P2	OC-20 AGUAS ABAJO	4788335	2736167			X	X	X	X	X
P16	P16-DRENAJE TORRE 4-AGUAS ARRIBA*	4789058	2736032							
P17	P17-DRENAJE TORRE 4-AGUAS ABAJO*	4788986	2736108							

ID PUNTO MONITOREO	ESTACIÓN DE MUESTREO	COORDENADAS PLANAS (ORIGEN NACIONAL)			COMPONENTES HIDROBIOLÓGICOS EVALUADOS					
		Norte	Este	Altitud (m.s.n.m)	P	PF	MIB	FP	ZP	MA
P3	P-3-PUNTO DE CALIDAD DE AGUA	4787496	2737732			X	X	X	X	
P4	P4-DRENAJE TORRE 6-AGUAS ARRIBA*	4789596	2735927							
P5	P5-DRENAJE TORRE 6-AGUAS ABAJO*	4789705	2735921							
P6	DRENAJE IZQUIERDO TORRE 7 AGUAS ARRIBA*	4789781	2735734							
P7	DRENAJE IZQUIERDO TORRE 7 AGUAS ABAJO*	4789798	2735841							
P8	DRENAJE DERECHO TORRE 7 AGUAS ARRIBA*	4789876	2735756							
P9	DRENAJE DERECHO TORRE 7 AGUAS ABAJO*	4789856	2735880							
P10	DRENAJE A TORRE 9 AGUAS ARRIBA*	4790488	2735685							
P11	DRENAJE A TORRE 9 AGUAS ABAJO*	4790435	2735830							
P12	OC-19 AGUAS ARRIBA*	4786980	2736806							
P13	OC-19 AGUAS ABAJO*	4787065	2736959							
Monitoreo campaña 2 – Julio del 2023										
PM_ArrIL_2023	Arroyo Isabel López	4784282	2739364			X	X	X	X	
PM_ArrPl_2023	Arroyo Platanal	4784594	2738176			X	X	X	X	
OVP-37	Drenaje tributario al Arroyo Platanal	4784601	2738032			X		X	X	
OV-27*	Drenaje 1	4786101	2738255							
OVP-32*	Arroyo Isabel López	4784395	2741116							
OVP-40*	Drenaje 1	4786390	2737073							

Fuente: UT PLARE GEOESTUDIOS 2023

A continuación, se describen las principales características de los cuerpos de agua monitoreados junto con las coordenadas y registro fotográfico, por época de muestreo (véase **Tabla 5.2-125**, **Tabla 5.2-126** y **Tabla 5.2-127**).

TABLA 5.2-125 PUNTOS DE MONITOREO EIA- 2020

NOMBRE	**TRAMO DEL ARROYO ISABEL LÓPEZ**	**COORDENADAS PLANAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4784557 E**	**2738170 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**SOLEADO**
DESCRIPCIÓN	Cuerpo de agua lótico con un ancho aproximado de 1.96 m y 20 cm de profundidad, cuya lámina de agua y profundidad varía durante todo el ciclo hidrológico, recoge las aguas en dirección suroccidente provenientes de los drenajes del municipio de Usiacurí (cuenca del Canal del Dique).			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***Tramo del Arroyo Isabel López*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			
NOMBRE	**TRAMO DEL ARROYO PLATANAL**	**COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4784596 E**	**2738170 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**SOLEADO**
DESCRIPCIÓN	Cuerpo de agua lótico con un ancho aproximado de 3,5 metros. Este sistema se encuentra inmerso en una matriz de pastos manejados para ganadería, altamente intervenida.			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***Tramo del arroyo Platanal*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023.***			

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

TABLA 5.2-126 PUNTOS DE MONITOREO CAMPAÑA 1 – ABRIL DEL 2023

NOMBRE	**OC-17 AGUAS ARRIBA**	**COORDENADAS PLANAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4786746 E**	**2736159 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**SOLEADO**
DESCRIPCIÓN	Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***OC-17 - Aguas Arriba*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			
NOMBRE	**OC-17 AGUAS ABAJO**	**COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4786804 E**	**2736290 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**SOLEADO**
DESCRIPCIÓN	Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***OC-17 Aguas Abajo*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			

<table>
<tr><td rowspan="2">NOMBRE</td><td rowspan="2">OC-20 AGUAS ARRIBA</td><td>COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)</td><td>4788413 E</td><td>2735983 N</td></tr>
<tr><td colspan="2">ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO</td><td>SOLEADO</td></tr>
<tr><td>DESCRIPCIÓN</td><td colspan="4">Cuerpo de agua lótico con corriente que fluye por un canal recto y nivel de agua medio, el agua se presenta turbia, se evidencian olores y material flotante, sin embargo, no se aprecian películas de grasas o aceites. El lecho presenta deposición moderada y se encuentra compuesto principalmente por limos y arcilla. La vegetación presenta un grado de perturbación alto, conformada por gramíneas (80%), hierba (10%), árboles (5%) y arbustos (5%). Dentro de los impactos sobre la corriente se evidencian descargas en el cuerpo de agua. Se resalta que el agua proviene de la piscina de oxidación de las aguas negras del municipio.</td></tr>
<tr><td>REGISTRO FOTOGRÁFICO</td><td colspan="4"> 
OC-20 - Aguas Arriba
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023</td></tr>
<tr><td rowspan="2">NOMBRE</td><td rowspan="2">OC-20 AGUAS ABAJO</td><td>COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)</td><td>4788335 E</td><td>2736167 N</td></tr>
<tr><td colspan="2">ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO</td><td>SOLEADO</td></tr>
<tr><td>DESCRIPCIÓN</td><td colspan="4">Cuerpo de agua lótico con corriente que fluye por un canal recto y nivel de agua medio, el agua se presenta turbia, se evidencian olores y material flotante, sin embargo, no se aprecian películas de grasas o aceites. El lecho presenta deposición moderada y se encuentra compuesto principalmente por limos y arcilla. La vegetación presenta un grado de perturbación alto, conformada por gramíneas (80%), hierba (10%), árboles (5%) y arbustos (5%). Dentro de los impactos sobre la corriente se evidencian descargas en el cuerpo de agua. Se resalta que el agua proviene de la piscina de oxidación de las aguas negras del municipio.</td></tr>
<tr><td>REGISTRO FOTOGRÁFICO</td><td colspan="4"> 
OC-20 – Aguas Abajo
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">NOMBRE</td><td rowspan="2">P16-DRENAJE TORRE 4-AGUAS ARRIBA</td><td>COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)</td><td>4789058 E</td><td>2736032 N</td></tr>
<tr><td colspan="2">ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO</td><td>SOLEADO</td></tr>
<tr><td>DESCRIPCIÓN</td><td colspan="4">Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.</td></tr>
<tr><td>REGISTRO FOTOGRÁFICO</td><td colspan="4"> 
P16-Drenaje Torre 4 - Aguas Arriba
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023</td></tr>
<tr><td rowspan="2">NOMBRE</td><td rowspan="2">P17-DRENAJE TORRE 4-AGUAS ABAJO</td><td>COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)</td><td>4788986 E</td><td>2736108 N</td></tr>
<tr><td colspan="2">ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO</td><td>SOLEADO</td></tr>
<tr><td>DESCRIPCIÓN</td><td colspan="4">Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.</td></tr>
<tr><td>REGISTRO FOTOGRÁFICO</td><td colspan="4"> 
P16-Drenaje Torre 4 – Aguas Abajo
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">NOMBRE</td><td rowspan="2">P-3-PUNTO DE CALIDAD DE AGUA</td><td>COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)</td><td>4787496 E</td><td>2737732 N</td></tr>
<tr><td colspan="2">ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO</td><td>NUBLADO</td></tr>
<tr><td>DESCRIPCIÓN</td><td colspan="4">Cuerpo de agua lótico tipo arroyo con corriente que fluye por un canal recto y nivel de agua bajo, el agua se presenta turbidez leve, no se evidencian olores, material flotante, ni se aprecian películas de grasas o aceites. El lecho presenta deposición moderada y se encuentra compuesto principalmente por limos y arcilla. La vegetación presenta un grado de perturbación alto, conformada por gramíneas (60%), hierbas (30%) y arbustos (10%). Dentro de los impactos sobre la corriente se evidencia pastoreo. Uso local del suelo para ganadería.</td></tr>
<tr><td>REGISTRO FOTOGRÁFICO</td><td colspan="4"> 
P-3-Punto de Calidad de Agua
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023</td></tr>
<tr><td rowspan="2">NOMBRE</td><td rowspan="2">P4-DRENAJE TORRE 6-AGUAS ARRIBA</td><td>COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)</td><td>4789596 E</td><td>2735927 N</td></tr>
<tr><td colspan="2">ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO</td><td>SOLEADO</td></tr>
<tr><td>DESCRIPCIÓN</td><td colspan="4">Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.</td></tr>
<tr><td>REGISTRO FOTOGRÁFICO</td><td colspan="4"> 
P4-Drenaje Torre 6 - Aguas Arriba
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023</td></tr>
</table>

NOMBRE	**P5-DRENAJE TORRE 6-AGUAS ABAJO**	**COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4789705 E**	**2735921 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**SOLEADO**
DESCRIPCIÓN	Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***P5-Drenaje Torre 6 - Aguas Abajo*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			
NOMBRE	**DRENAJE IZQUIERDO TORRE 7 AGUAS ARRIBA**	**COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4789781 E**	**2735734 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**SOLEADO**
DESCRIPCIÓN	Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***Drenaje Izquierdo Torre 7 - Aguas Arriba*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			

<table>
<tr><td rowspan="2">NOMBRE</td><td rowspan="2">DRENAJE IZQUIERDO TORRE 7 AGUAS ABAJO</td><td>COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)</td><td>4789798 E</td><td>2735841 N</td></tr>
<tr><td colspan="2">ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO</td><td>SOLEADO</td></tr>
<tr><td>DESCRIPCIÓN</td><td colspan="4">Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.</td></tr>
<tr><td>REGISTRO FOTOGRÁFICO</td><td colspan="4"> 
Drenaje Izquierdo Torre 7 – Aguas Abajo
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023</td></tr>
<tr><td rowspan="2">NOMBRE</td><td rowspan="2">DRENAJE DERECHO TORRE 7 AGUAS ARRIBA</td><td>COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)</td><td>4789876 E</td><td>2735756 N</td></tr>
<tr><td colspan="2">ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO</td><td>SOLEADO</td></tr>
<tr><td>DESCRIPCIÓN</td><td colspan="4">Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.</td></tr>
<tr><td>REGISTRO FOTOGRÁFICO</td><td colspan="4"> 
Drenaje Derecho Torre 7 - Aguas Arriba
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">NOMBRE</td><td rowspan="2">DRENAJE DERECHO TORRE 7 AGUAS ABAJO</td><td>COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)</td><td>4789856 E</td><td>2735880 N</td></tr>
<tr><td colspan="2">ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO</td><td>SOLEADO</td></tr>
<tr><td>DESCRIPCIÓN</td><td colspan="4">Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.</td></tr>
<tr><td>REGISTRO FOTOGRÁFICO</td><td colspan="4"> 
Drenaje Derecho Torre 7 – Aguas Abajo
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023</td></tr>
<tr><td rowspan="2">NOMBRE</td><td rowspan="2">DRENAJE A TORRE 9 AGUAS ARRIBA</td><td>COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)</td><td>4790488 E</td><td>2735685 N</td></tr>
<tr><td colspan="2">ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO</td><td>SOLEADO</td></tr>
<tr><td>DESCRIPCIÓN</td><td colspan="4">Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.</td></tr>
<tr><td>REGISTRO FOTOGRÁFICO</td><td colspan="4"> 
Drenaje A Torre 9 - Aguas Arriba
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023</td></tr>
</table>

NOMBRE	**DRENAJE A TORRE 9 AGUAS ABAJO**	**COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4790435 E**	**2735830 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**SOLEADO**
DESCRIPCIÓN	Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***Drenaje A Torre 9 – Aguas Abajo*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			
NOMBRE	**OC-19 AGUAS ARRIBA**	**COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4786980 E**	**2736806 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**SOLEADO**
DESCRIPCIÓN	Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***OC-19 - Aguas Arriba*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			

NOMBRE	**OC-19 AGUAS ABAJO**	**COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4787065 E**	**2736959 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**SOLEADO**
DESCRIPCIÓN	Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***OC-19 – Aguas Abajo*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

TABLA 5.2-127 PUNTOS DE MONITOREO CAMPAÑA 2 – JULIO DEL 2023

NOMBRE	**OV-27**	**COORDENADAS PLANAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4786101 E**	**2738255 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**NUBLADO**
DESCRIPCIÓN	Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***OV-27*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			

NOMBRE	**OVP-32**	**COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4784395 E**	**2741116 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**NUBLADO**
DESCRIPCIÓN	Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***OVP-32*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			
NOMBRE	**OVP-40**	**COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4786390 E**	**2737073 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**NUBLADO**
DESCRIPCIÓN	Cuerpo hídrico lótico que se encontraba seco al momento de realizar el monitoreo.			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***OVP-40*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			

NOMBRE	**OVP-34**	**COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4784282 E**	**2739364 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**NUBLADO**
DESCRIPCIÓN	Cuerpo de agua lótico con corriente moderada que fluye por un canal recto y nivel de agua bajo, no se evidencian olores y material flotante, ni se aprecian películas de grasas o aceites. Se evidencia agua aparentemente clara, lecho estable arcilloso con presencia de hojarasca en las riberas, vegetación aledaña en la zona se evidencia gramíneas (30%), hierbas (20%), árboles (10%) y arbustos (10%), con grado de perturbación moderado. Uso local del suelo para ganadería.			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***OVP-34*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			
NOMBRE	**OCM-43**	**COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4784594 E**	**2738176 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**NUBLADO**
DESCRIPCIÓN	Punto de monitoreo con cuerpo de agua lótico definido, con canal recto, nivel de agua bajo y corriente moderada, lecho estable compuesto por arena y arcilla, se evidencia vegetación compuesta por gramíneas (10%), hierba (10%), arbustos (10%) y arboles (10%), con grado de perturbación moderado. Uso local de suelo es por ganadería, se observa agua aparentemente clara.			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***OCM-43*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			

NOMBRE	**OVP-37**	**COORDENADAS (ORIGEN NACIONAL)**	**4784601 E**	**2738032 N**
		ESTADO DEL CLIMA AL MOMENTO DEL MUESTREO		**NUBLADO**
DESCRIPCIÓN	Punto de monitoreo se observa topografía de terreno inclinada, con poco flujo de caudal, uso local del suelo para ganadería, se evidencia nivel del agua bajo y corriente moderada, lecho estable constituido por limo y arcilla, grado de perturbación en cuerpo de agua es moderado, vegetación en zona predominan gramíneas (10%), hierbas (10%), árboles (20%) y arbustos (20%).			
REGISTRO FOTOGRÁFICO	 ***OVP-37*** ***Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023***			

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

5.2.2.3.13 Resultados

El presente numeral tiene por objeto definir las características de calidad del agua propias de los cuerpos de agua que pueden verse afectados por la realización del proyecto para la elaboración del Estudio Impacto Ambiental - Modificación de Licencia NO. 1 del proyecto "Atlántico Photovoltaic de 199,5 MW junto a su línea de evacuación de 500 KV".

La información presentada a continuación, corresponde a dos numerales:

1. Análisis Hidrobiológico fuentes superficiales en el AI del Estudio Impacto Ambiental - Modificación de Licencia NO. 1 del proyecto "Atlántico Photovoltaic de 199,5 MW junto a su línea de evacuación de 500 KV", que corresponden a los puntos monitoreados en la campaña 1 y 2, identificados como (P-3, OC-20 AA, OC-20 AB y OVP-37).
2. Análisis Multitemporal del componente hidrobiológico del arroyo Platanal y arroyo Isabel López, tomando como resultados, los informes del EIA de 2019 y Campaña 2 de julio de 2023.

- **Análisis Hidrobiológico fuentes superficiales en el AI del Estudio Impacto Ambiental - Modificación de Licencia No. 1 del proyecto "Atlántico Photovoltaic de 199,5 MW junto a su línea de evacuación de 500 KV".**
  - Macroinvertebrados Bentónicos

Los macroinvertebrados son uno de los componentes más diversos en los ecosistemas acuáticos, ocupando una gran variedad de nichos funcionales y siendo un eslabón de considerable importancia en la dinámica metabólica de tales sistemas, constituyendo así,

un componente de producción secundaria fundamental, por lo tanto, es una vía de flujo energético considerable para otros niveles tróficos (González del Tánago & García de Jalón, 1998).

El término macroinvertebrado acuático incluye todos aquellos organismos que, por su tamaño relativamente grande, son retenidos por redes de ojo de malla entre 250-300 µm (Contreras, Roldán, Arango, & Álvarez, 2008). La gran mayoría de estos (alrededor del 80%), corresponden a grupos de artrópodos, y dentro de estos los insectos, son los más abundantes (Alba-Tercedor, 1996; Roldán-Pérez, 1988).

El conocimiento de la actividad biológica de estos organismos permite entender la dinámica del sistema que habitan y los estudios basados en su taxonomía y distribución proveen información importante para comprender la ecología y el papel que desempeñan en el medio (Castellanos Caicedo & Serrato, 2007).

Los macroinvertebrados también son un importante componente en los estudios de biomonitoreo de calidad de aguas, debido a su sensibilidad a los cambios biológicos, hidrológicos, físicos y químicos del medio acuático, ya sean de origen antrópico o natural. Estos organismos son utilizados en dichos estudios debido a cualidades como: (a) alto número de especies y géneros que ofrece un amplio espectro de respuestas a nivel de especie o género, (b) ciclo de vida multivoltino, permitiendo la detección a largo plazo de las perturbaciones en el ambiente, (c) respuestas específicas (alteraciones morfo-fisiológicas) de las especies a determinados tipos de contaminación, (d) naturaleza "sedentaria" la cual ofrece facilidad para estudios espacio-temporales, y (e) fácil muestreo (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988; Bonada, Prat, Resh, & Statzner, 2006).

- Composición taxonómica

En los sitios de muestreo en el área de influencia del proyecto, se recolectaron 12 macroinvertebrados acuáticos, distribuidos en cuatro (4) taxones, agrupados en cuatro (4) familias, un (1) orden, perteneciente a la clase Insecta del phylum Arthropoda (véase **Tabla 5.2-128**). Desde el punto de vista de la bioindicación, se encontraron morfoespecies indicadoras de aguas con alta presencia de materia orgánica en descomposición.

TABLA 5.2-128 COMPOSICIÓN TAXONÓMICA MACROINVERTEBRADOS COLECTADOS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Arthropoda	Insecta	Díptera	Chironomidae	*Morfoespecie 2*
			Ceratopogonidae	*Stilobezzia morfoespecie 1*
			Dolichopodidae	*Aphrosylus morfoespecie 1*
			Muscidae	*Lispe morfoespecie 1*
1	**1**	**1**	**4**	**4**

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

Los dípteros son los insectos más ampliamente distribuidos y frecuentemente, los más abundantes en aguas continentales (Cranston 1995); son de gran importancia en la colonización de cuerpos de agua y juegan un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos como eslabones en la red trófica; al consumir principalmente materia orgánica particulada, algas, hongos, invertebrados acuáticos y restos de animales. Algunos géneros

son considerados indicadores de condiciones ambientales particulares (Trivinho & Trixino, 2011). Asimismo, la composición de la comunidad de larvas es frecuentemente utilizada como indicadora de varios niveles tróficos de polución acuática.

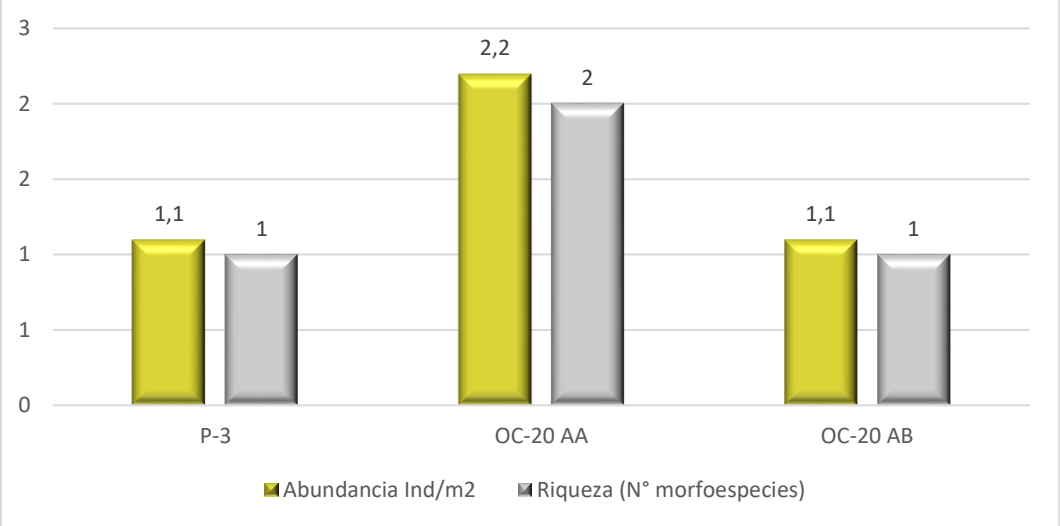
A nivel jerárquico todas las familias reportaron una morfoespecie con la misma abundancia 1,1 Ind/m2 de macroinvertebrados acuáticos. En el cuerpo de agua denominado OVP-37, monitoreado en la segunda campaña no se reportaron organismos bentónicos.

TABLA 5.2-129 CATEGORÍA TAXONÓMICA Y ABUNDANCIA ABSOLUTA (NÚMERO DE INDIVIDUOS) DE MACROINVERTEBRADOS COLECTADOS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

FAMILIA	ESPECIE	P-3	OC-20 AA	OC-20 AB	ABUNDANCIA ABSOLUTA
Chironomidae	*Morfoespecie 2*	0,0	1,1	0,0	1,1
Ceratopogonidae	*Stilobezzia morfoespecie 1*	1,1	0,0	0,0	1,1
Dolichopodidae	*Aphrosylus morfoespecie 1*	0,0	0,0	1,1	1,1
Muscidae	*Lispe morfoespecie 1*	0,0	1,1	0,0	1,1
Total individuos		**1,1**	**2,2**	**1,1**	**4,4**
Total taxones		**1**	**2**	**1**	**12**

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

FIGURA 5.2-167 ABUNDANCIA Y RIQUEZA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS POR PUNTO DE MUESTREO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Índices ecológicos

Los índices ecológicos constituyen herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones de las comunidades biológicas, las cuales junto con las condiciones fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas.

Teniendo en cuenta que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario contar con más de cinco (5) especies (taxón) por comunidad, ya que, de acuerdo con las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de una especie de la población (Curtis *et al.* 2008).

Atendiendo a este precepto los índices ecológicos para esta comunidad no se pudieron calcular, ya que presentaron menos de cinco (5) morfoespecies.

En rangos generales se puede establecer que en todos los puntos monitoreados se registra una baja diversidad y variedad de especies. En cuanto a la equitatividad es alta y baja la dominancia debido a que todas las morfoespecies registraron las mismas abundancias.

- Índices Índice BMWP modificado para Colombia

El Biological Monitoring Working Party Score System o Sistema para la Determinación del Índice de Monitoreo Biológico (Índice BMWP/Col) consiste en la ordenación de los macroinvertebrados acuáticos al nivel taxonómico de familia en diez grupos, según una escala de mayor a menor tolerancia a las alteraciones de las condiciones normales naturales de los cuerpos de agua, asignando valores entre uno y diez puntos respectivamente (Zamora *et al* 2015*).*

Los macroinvertebrados bentónicos como organismos indicadores de calidad de agua, permiten estimar si se han cambiado las características físicos o químicos de su hábitat, pero no indica directamente cual es la causa específica que los afecta (Bis *et al* 2000).

Teniendo presente la baja diversidad de especies reportadas, las cuales pertenecen a familias con altos niveles de tolerancia a contaminación, por lo que el agua de los puntos monitoreados se categoriza como aguas fuertemente contaminadas por materia orgánica (véase **Tabla 5.2-130**).

TABLA 5.2-130 VALORES DEL ÍNDICE BMWP PARA LOS PUNTOS DE MUESTREO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

SITIO	PUNTUACIÓN	CLASE	CALIDAD	CARACTERÍSTICAS	COLOR
P-3	3	V	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo
OC-20 AA	4	V	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo
OC-20 AB	4	V	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Perifitón

La comunidad del perifiton se define como una comunidad compleja de microbiota (algas, bacterias, hongos, animales, detritos orgánicos e inorgánicos) adherida a un sustrato, que puede ser orgánico o inorgánico, vivo o muerto (Wetzel, 1983).

La importancia ecológica del perifiton radica en la capacidad que tienen para registrar rápidamente cambios influenciados por las características físicas y químicas del agua Además, convierten sustancias difíciles de degradar en metabolitos orgánicos, alimentando

así a diversos organismos, contribuyendo con más del 70 % de la materia orgánica a la productividad total, presentando altas tasas de reciclaje y la posibilidad de proporcionar alimento a varios tipos de organismos, principalmente peces (Montoya M. & Ramírez R., 2007).

- Composición taxonómica

La información recopilada durante los monitoreos, indicaron que el perifiton estuvo compuesto por 16 morfoespecies, distribuidas en 11 familias, ocho (8) órdenes y cuatro (4) clases, pertenecientes a los phylum Bacillariophyta, Charophyta, Cyanobacteria y Euglenozoa.

Desde el punto de vista de la bioindicación, se encontraron tanto morfoespecies indicadoras de aguas limpias como de moderada y alta presencia de materia orgánica en descomposición, pasando por algas indicadoras de condiciones desde oligo hasta eutróficas y aguas ácidas.

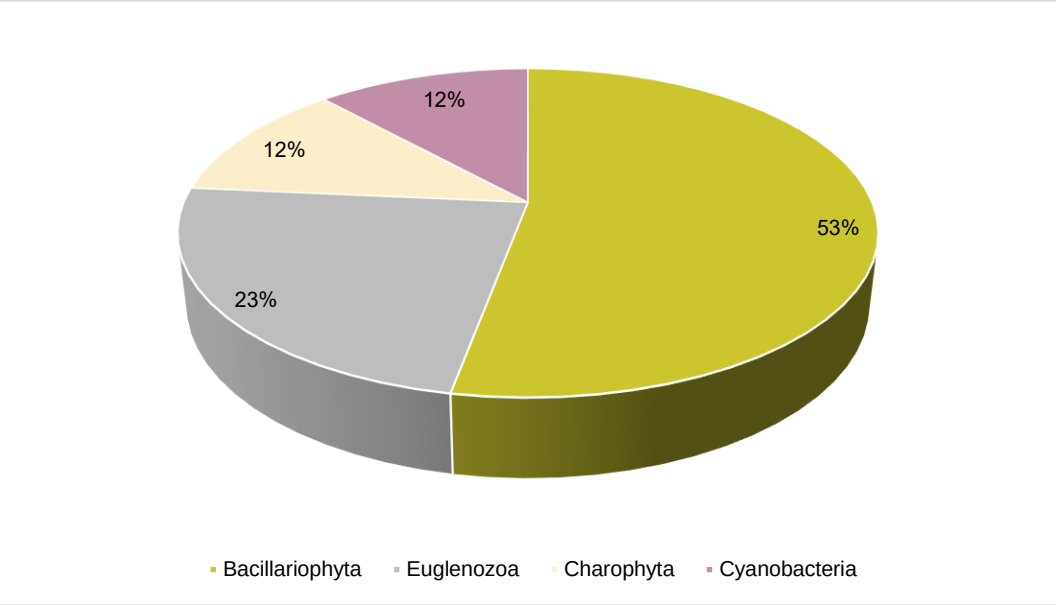
TABLA 5.2-131 COMPOSICIÓN TAXONÓMICA PERIFITON COLECTADO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia morfoespecie 1*
				Hantzschia morfoespecie 1
		Cymbellales	Cymbellaceae	*Cymbella morfoespecie 1*
			Gomphonemataceae	*Gomphonema morfoespecie 1*
		Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia morfoespecie 1*
		Licmophorales	Ulnariaceae	*Ulnaria morfoespecie 1*
		Naviculales	Naviculaceae	*Navicula morfoespecie 1*
				Gyrosigma morfoespecie 1
			Pinnulariaceae	*Pinnularia morfoespecie 1*
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	*Closterium morfoespecie 1*
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	*Oscillatoria morfoespecie 1*
				Phormidium morfoespecie 1
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	*Euglena morfoespecie 1*
				Trachelomonas morfoespecie 1
			Phacaceae	*Lepocinclis morfoespecie 1*
				Lepocinclis morfoespecie 2
4	**4**	**8**	**11**	**16**

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

En cuanto a las contribuciones a la riqueza absoluta, el phylum Bacillariophyta realizó los aportes más altos, representados en el 53%; seguida de Euglenozoa con 23%, mientras que Charophyta y Cyanobacteria reportaron un 12%, cada una (véase **Figura 5.2-168**).

FIGURA 5.2-168 RIQUEZA ABSOLUTA A NIVEL DE PHYLUM DEL PERIFITON COLECTADO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

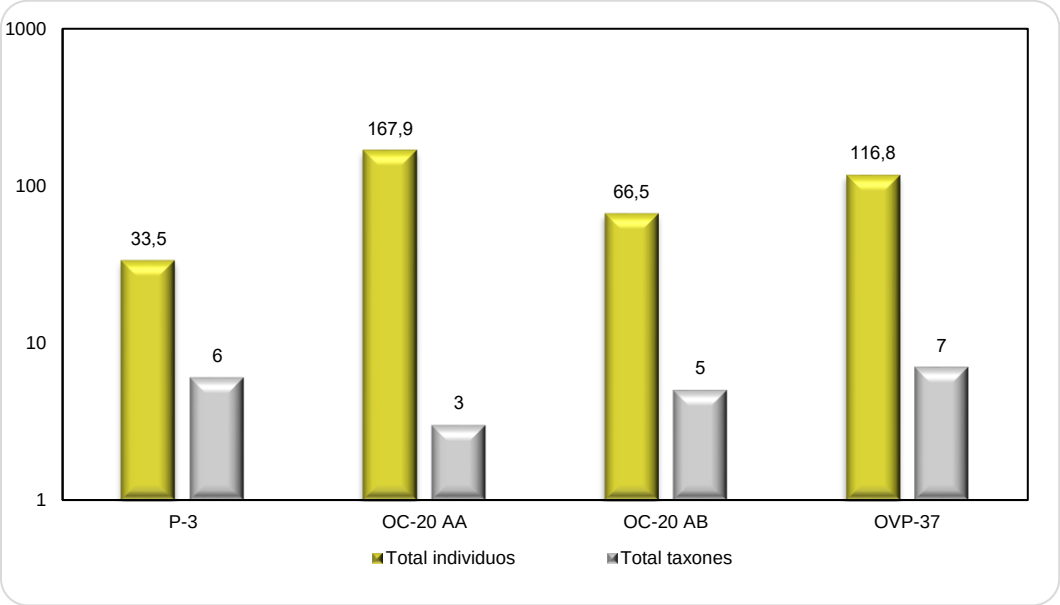


Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

El phylum Bacillariophyta, el más abundante en el monitoreo, está compuesto por algas conocidas como diatomeas, siendo organismos unicelulares, las cuales se pueden encontrar formando una sola unidad o forma filamentosa (Bicudo & Menezes 2006). Estas algas se encontraron en todos los puntos de monitoreo, siendo de los grupos más diverso, cuyo aporte fue de nueve (9) especies, esta situación es debida a que muchos de los géneros que la conforman colonizan los sustratos disponibles desde las primeras etapas de sucesión y permanecen durante dicho proceso. De igual forma, el tamaño de muchos de estos organismos permite la colonización de superficies reducidas, lo cual se traduce en ventajas competitivas en zonas de flujo de corriente (Rodríguez *et al* 2003).

Las algas del perifiton, registraron una densidad total de 384,70 Ind/cm^2 y su valor máximo estuvo asociado al OC-20 AA con 167,9 Ind/cm^2 y tres (3) morfoespecies de las cuales *Lepocinclis morfoespecie 1,* registro el mayor número de individuos, en el OVP-37 se reportaron 116,8 Ind/cm^2 y siete (7) morfoespecies (véase **Figura 5.2-169**), de las cuales *Eunotia morfoespecie 1,* registro el mayor número de individuos. Este género se caracteriza por tener afinidad a aguas orgánicamente contaminadas, ricas en nutrientes y pobres en oxígeno, lo que los hace ser tolerantes a medios contaminados (González 2012).

FIGURA 5.2-169 ABUNDANCIA Y RIQUEZA DE PERIFITON POR PUNTO DE MUESTREO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

Las morfoespecies más abundantes fueron *Lepocinclis* morfoespecie 1 y *Euglena* morfoespecie 1; mientras que, *Gyrosigma morfoespecie 1, Pinnularia morfoespecie 1, Oscillatoria morfoespecie 1* y *Lepocinclis morfoespecie 2*, reportaron la menor densidad (véase **Tabla 5.2-132**).

Diferentes variables ambientales influyen la estructura de las comunidades perifíticas en ambientes lóticos, la velocidad y la turbulencia son fundamentales debido a que condicionan la biodisponibilidad de los nutrientes e influyen en la capacidad de adhesión de las algas al sustrato, afectando la productividad y la arquitectura de la comunidad (Wetzel 1983).

Además, la distribución del perifiton es altamente dependiente de las características del sustrato y la dinámica física del entorno (Stevenson *et al* 1996), así, la geología, topografía y el uso del suelo en el área de influencia directa de los cuerpos de agua son factores relevantes en la ecología de estos organismos (Potapova & Charles 2002).

TABLA 5.2-132 CATEGORÍA TAXONÓMICA Y ABUNDANCIA ABSOLUTA (NÚMERO DE INDIVIDUOS) DE PERIFITON COLECTADO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

ESPECIE	P-3	OC-20 AA	OC-20 AB	OVP-37	ABUNDANCIA ABSOLUTA
Nitzschia morfoespecie 1	0,0	0,0	0,0	15,9	15,9
Hantzschia morfoespecie 1	0,0	0,0	1,5	0,0	1,5
Cymbella morfoespecie 1	0,0	0,0	0,0	8,6	8,6
Gomphonema morfoespecie 1	1,4	1,3	0,0	13,0	15,7
Eunotia morfoespecie 1	0,0	0,0	0,0	40,4	40,4
Ulnaria morfoespecie 1	0,0	0,0	0,0	20,2	20,2

ESPECIE	P-3	OC-20 AA	OC-20 AB	OVP-37	ABUNDANCIA ABSOLUTA
Navicula morfoespecie 1	0,0	0,0	0,0	14,4	14,4
Gyrosigma morfoespecie 1	1,4	0,0	0,0	0,0	1,4
Pinnularia morfoespecie 1	1,4	0,0	0,0	0,0	1,4
Closterium morfoespecie 1	0,0	0,0	1,5	0,0	1,5
Oscillatoria morfoespecie 1	1,4	0,0	0,0	0,0	1,4
Phormidium morfoespecie 1	0,0	0,0	10,6	0,0	10,6
Euglena morfoespecie 1	0,0	71,6	34,8	0,0	106,4
Trachelomonas morfoespecie 1	0,0	0,0	0,0	4,3	4,3
Lepocinclis morfoespecie 1	26,5	95,0	18,1	0,0	139,6
Lepocinclis morfoespecie 2	1,4	0,0	0,0	0,0	1,4
Total individuos	33,5	167,9	66,5	116,8	384,70
Total taxones	6	3	5	7	16

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Índices ecológicos

La diversidad calculada a partir del índice de Shannon, obtuvo valores de bajos. Cabe mencionar que la presencia de esta comunidad está sujeta a diversos factores como lo es principalmente la entrada de luz pues se trata de organismos fotosintetizadores, de la rugosidad del sustrato y de la velocidad de la corriente, factores que influyeron en el bajo número de organismos.

En cuanto a la equitabilidad, obtuvo valores altos en la mayoría de los puntos monitoreados; lo que indica una distribución homogénea de las abundancias en el ensamblaje.

La dominancia de Simpson fue baja y congruente con el índice de equitatividad, exceptuando en P-3, donde se registra una alta dominancia de *Lepocinclis morfoespecie 1*. El índice de Margalef por su parte obtuvo valores bajos, siendo el P-3, el cual registra la mayor variedad de especies, seguido de OVP-37 (véase **Tabla 5.2-133**).

TABLA 5.2-133 ÍNDICES ECOLÓGICOS OBTENIDOS DE LA COMUNIDAD DE ALGAS PERIFÍTICAS COLECTADO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

Punto de monitoreo	Taxa_S	Individuos	Dominancia_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
P-3	6	33,5	0,6345	0,8489	1,424	0,4738
OC-20 AA	3	167,9	0,5021	0,7233	0,3904	0,6584
OC-20 AB	5	66,5	0,3744	1,157	0,953	0,7188
OVP-37	7	116,8	0,2024	1,758	1,26	0,9035

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Fitoplancton

Las microalgas del fitoplancton son organismos microscópicos compuestos de células simples y pequeñas colonias que flotan en el agua a merced de su movimiento y, en su mayoría, son fotoautotróficos (Roldán-Pérez & Ramírez Restrepo, 2008).

El fitoplancton constituye una parte muy importante del plancton de estos ecosistemas (organismos acuáticos microscópicos que viven en suspensión en la columna de agua), englobando todas aquellas especies de algas microscópicas unicelulares, filamentosas o coloniales con capacidad fotosintética (Rico Eguizabal & el Anjoumi el Amrani, 2013).

Los pigmentos clorofílicos les permiten fijar la energía solar por fotosíntesis usando dióxido de carbono, nutrientes y metales traza. En este sentido, el fitoplancton como productor primario ocupa el lugar base dentro de la cadena trófica.

Su importancia ecológica radica en que comprende la mayor porción de organismos productores primarios con hasta el 87% de su producción, además de ser el alimento básico para los consumidores como el zooplancton y los peces (Aprile & Mera, 2007; Mann, 2000).

Algunas algas no tienen capacidad de movimiento, pero poseen cierto poder de locomoción, desplazándose mediante flagelos y otros mecanismos.

En general el fitoplancton se encuentra en sistema lénticos y arroyos donde haya partes con velocidad de la corriente bajos. El fitoplancton es un buen indicador ecológico de la calidad del agua.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que es el conjunto de varios factores como la densidad que brindaría mayor información del estado ecológico de un ecosistema acuático (Ramírez Restrepo, 2000).

- Composición Taxonómica

La comunidad de algas fitoplanctónica estuvo representada por un total de nueve (9) morfoespecies, distribuidas en ocho (8) familias, siete (7) órdenes, tres (3) clases y tres (3) phyllum constituidos por Bacillaryophta, Chlorophyta, y Euglenozoa (ver **Tabla 5.2-134**).

A nivel de la bioindicación, se presenta una situación similar a la del perifiton, con una la presencia de una comunidad compuesta por algas indicadoras de aguas de moderada o alta contaminación, reflejando además un amplio rango trófico, una condición predominantemente ácida y baja mineralización en el agua.

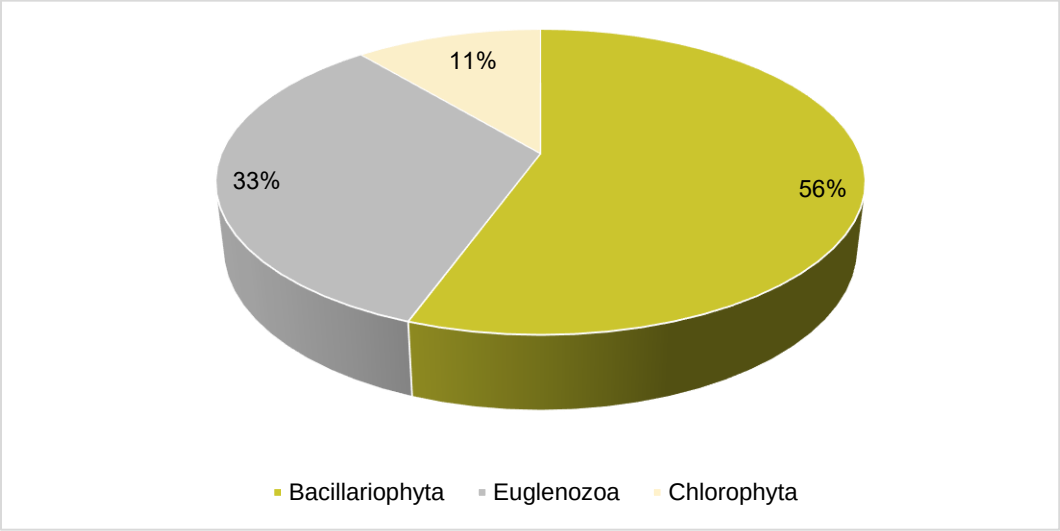
TABLA 5.2-134 COMPOSICIÓN TAXONÓMICA FITOPLANCTON COLECTADO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia morfoespecie 1*
		Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia morfoespecie 1*
		Fragilariales	Fragilariaceae	*Synedra morfoespecie 1*
		Licmophorales	Ulnariaceae	*Ulnaria morfoespecie 1*
		Naviculales	Pinnulariaceae	*Pinnularia morfoespecie 1*
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Pectinodesmus morfoespecie 1*
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	*Euglena morfoespecie 1*
			Phacaceae	*Lepocinclis morfoespecie 1*
				Phacus morfoespecie 1
3	**3**	**7**	**8**	**9**

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

Teniendo en cuenta la configuración de la comunidad en términos de riqueza, los grupos más representativos en los puntos de monitoreo fueron Bacillariophyta con el 56% (ver **Figura 5.2-170**), seguido de Euglenozoa con el 33%, en menor porcentaje se reportaron las Chlorophyta con el 11%.

FIGURA 5.2-170 RIQUEZA ABSOLUTA A NIVEL DE PHYLUM DEL FITOPLANCTON COLECTADO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO



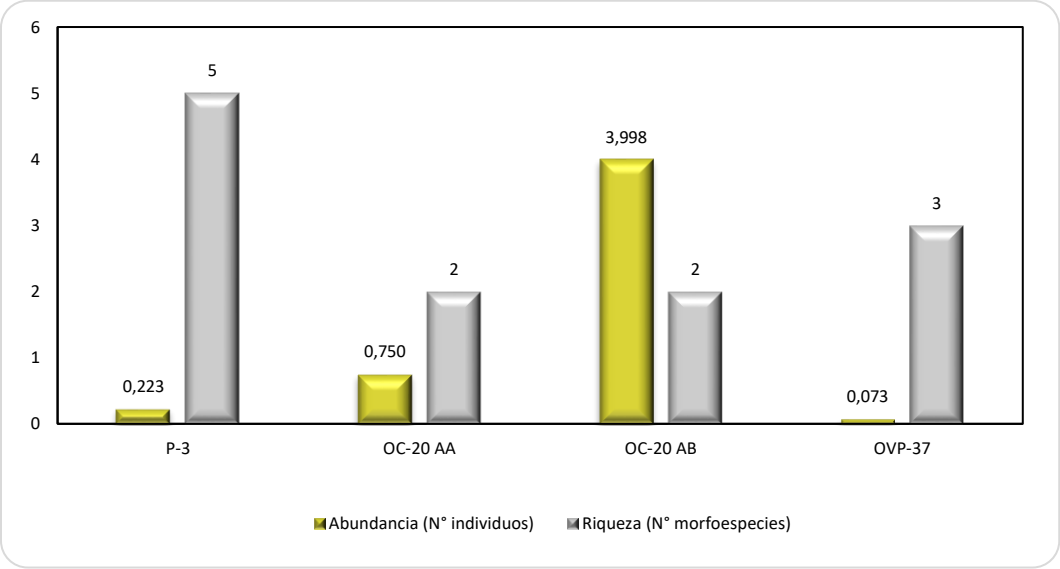
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

En cuanto a las Bacillariophyta, este grupo de algas se encuentra conformado por las diatomeas, que tienen un papel importante dentro de los ecosistemas ya que son organismos autótrofos y de ellos depende el desarrollo y establecimiento de otros niveles tróficos, además de ser alimento para otros organismos como los macroinvertebrados bentónicos (Roldán 2003).

Las bacilariófitas que tienen la capacidad de generar estructuras silíceas que les facilita la adhesión a cualquier tipo de sustrato (Ramírez & Viña 1998), lo que facilita la prevalencia de diatomeas permitiéndoles habitar en ambientes con sustratos burdos y con fuertes gradientes, una extensa cobertura vegetal y baja conductividad, hasta ambientes con buenos sustratos, pequeños gradientes, gran conductancia, estables y poca cobertura vegetal (Blinn & Herbst 2003). Estos organismos habitan en aguas con pH neutro y toleran la turbulencia (Pinilla 1998).

Las algas del fitoplancton registraron una densidad total de 5,044 Ind/cm^2 y su valor máximo estuvo asociado al OC-20 AB con 3,998 Ind/cm^2 y dos (2) morfoespecies de las cuales *Lepocinclis morfoespecie 1,* registro el mayor número de individuos, en el OC-20 AA se reportaron 0,750 Ind/cm^2 dos (2) morfoespecies (véase **Figura 5.2-171**), de las cuales *Euglena morfoespecie 1,* registro el mayor número de individuos.

FIGURA 5.2-171 ABUNDANCIA Y RIQUEZA DE FITOPLANCTON POR PUNTO DE MUESTREO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

La composición de las comunidades fitoplanctónicas, se encuentra ligada a factores externos medioambientales que modulan aspectos fisicoquímicos en la columna de agua, así pues, las concentraciones de nutrientes, pH, temperatura, intensidad lumínica, oxígeno disuelto pueden ser variables en diferentes zonas del mismo cauce, lo que genera gradientes ecológicos y microhábitats, cuyas condiciones son particulares, de esta manera, se logran establecer variaciones que estructuran el fitoplancton, que promueven el desarrollo el crecimiento de ciertos grupos algales en detrimento de otros.

La abundancia, biomasa y distribución vertical del fitoplancton en la columna de agua es afectada por diversos factores físicos (turbulencia, iluminación, entre otros), químicos (concentración de nutrientes) y biológicos (pastoreo por parte del zooplancton, ataques virales, competencia intra e interespecífica) que ocurren a diferentes escalas de tiempo y promueven las sucesiones ecológicas (Salazar-Gómez 2011). Estos eventos son fundamentales en la dinámica de los ecosistemas y se manifiestan claramente en los cambios de dominancia de ciertas formas biológicas y tamaños celulares en el seno de la comunidad fitoplanctónica (Rodríguez 2005).

Las morfoespecies más abundantes, son *Euglena morfoespecie 1* y *Lepocinclis morfoespecie 1;* mientras que las de menores valores de densidad fueron *Synedra morfoespecie 1* y *Pectinodesmus morfoespecie 1* (véase **Tabla 5.2-135**).

El género *Euglena morfoespecie 1,* se encuentran en aguas quietas como charcos, pozos y lagos, especialmente en aguas con altos niveles de materia orgánica (provenientes de desechos animales o descomposición de plantas acuáticas), pero pueden hallarse igualmente sobre sedimentos depositados en las orillas de los ríos (Say & Whitton 1980).

Son frecuentes en aguas polucionadas por compuestos orgánicos, así como en lagunas de estabilización. la morfoespecie *Lepocinclis sp,* está representada por más de una veintena de especies y casi todas ellas, viven en aguas estancadas ricas en sustancias nutricias, sirviendo también de alimento a algunas amebas y pequeños invertebrados.

TABLA 5.2-135 CATEGORÍA TAXONÓMICA Y ABUNDANCIA ABSOLUTA (NÚMERO DE INDIVIDUOS) DE FITOPLANCTON COLECTADO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

ESPECIE	P-3	OC-20 AA	OC-20 AB	OVP-37	ABUNDANCIA ABSOLUTA
Nitzschia morfoespecie 1	0,012	0,000	0,000	0,000	0,012
Eunotia morfoespecie 1	0,000	0,000	0,000	0,017	0,017
Synedra morfoespecie 1	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002
Ulnaria morfoespecie 1	0,000	0,000	0,000	0,019	0,019
Pinnularia morfoespecie 1	0,000	0,000	0,000	0,037	0,037
Pectinodesmus morfoespecie 1	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002
Euglena morfoespecie 1	0,000	0,514	2,030	0,000	2,544
Lepocinclis morfoespecie 1	0,202	0,236	1,968	0,000	2,406
Phacus morfoespecie 1	0,005	0,000	0,000	0,000	0,005
Total individuos	0,223	0,750	3,998	0,073	5,044
Total taxones	5	2	2	3	9

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Índices ecológicos

Los índices ecológicos constituyen herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones de las comunidades biológicas, las cuales junto con las condiciones fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas.

Teniendo en cuenta que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario contar con más de cinco (5) especies (taxón) por comunidad, ya que, de acuerdo a las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de una especie de la población (Curtis *et al.* 2008). Atendiendo a este precepto los índices ecológicos para esta comunidad no se pudieron calcular, ya que presentaron menos de cinco (5) morfoespecies.

En rangos generales se puede establecer que en todos los puntos monitoreados se registra una baja diversidad y variedad de especies. En cuanto a la equitatividad es media y congruente con la dominancia debido a que algunas de las morfoespecies como *Euglena morfoespecie 1* y *Lepocinclis morfoespecie 1* registraron altas abundancias.

- Zooplancton

El zooplancton es un grupo de organismos microscópicos suspendidos en la columna de agua, con períodos de vida corto y conformado por una gran variedad de especies, con formas y tamaños diferentes.

El zooplancton se ha considerado el principal eslabón entre los productores primarios y los secundarios, pues son consumidores de algas, detritos y bacterias y al mismo tiempo, es el

principal alimento para algunos peces de talla pequeña, y estadios larvales (Ramírez Gil & Ajiaco Martínez, 2001), actuando como indicador en la estructuración y funcionamiento de los sistemas lénticos (Jeppesen et al., 2011).

Además, participa activamente en el proceso de recirculación de los nutrientes (Macedo & Pinto-Coelho, 2000; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008) y carbono a través de sus productos de excreción (Steinberg, 2017).

Debido a su posición intermedia dentro de la red trófica, esta comunidad es regulada tanto por la disponibilidad de recursos como por la depredación, ejercida principalmente por peces (Steinberg, 2017), lo que determina en gran medida muchas de las características de la comunidad, particularmente la estructura de tallas.

Las comunidades zooplanctónicas están constituidas esencialmente por diversos protozoos, rotíferos y microcrustáceos (cladóceros y copépodos), siendo los protozoos y los rotíferos los organismos más pequeños del zooplancton y los últimos predominantes en sistemas eutróficos. A su vez, los cladóceros son más comunes en sistemas oligotróficos, mientras que los copépodos son más abundantes y más diversos en aguas marinas (Conde-Porcuna, Ramos-Rodríguez, & Morales-Baquero, 2004).

- Composición taxonómica

La comunidad zooplanctónica, en el área de estudio estuvo representada por cuatro (4) morfoespecies, vinculadas a tres (3) phylum, cuatro (4) clases, cuatro (4) órdenes y cuatro (4) familias, cuya clasificación taxonómica se encuentra relacionada en la **Tabla 5.2-136**.

TABLA 5.2-136 COMPOSICIÓN TAXONÓMICA ZOOPLANCTON COLECTADO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Nematoda	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	*Nematoda morfoespecie 1*
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	*Euglypha morfoespecie 1*
	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	*Arcella crenulata*
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	*Lecane morfoespecie 1*
3	**4**	**4**	**4**	**4**

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

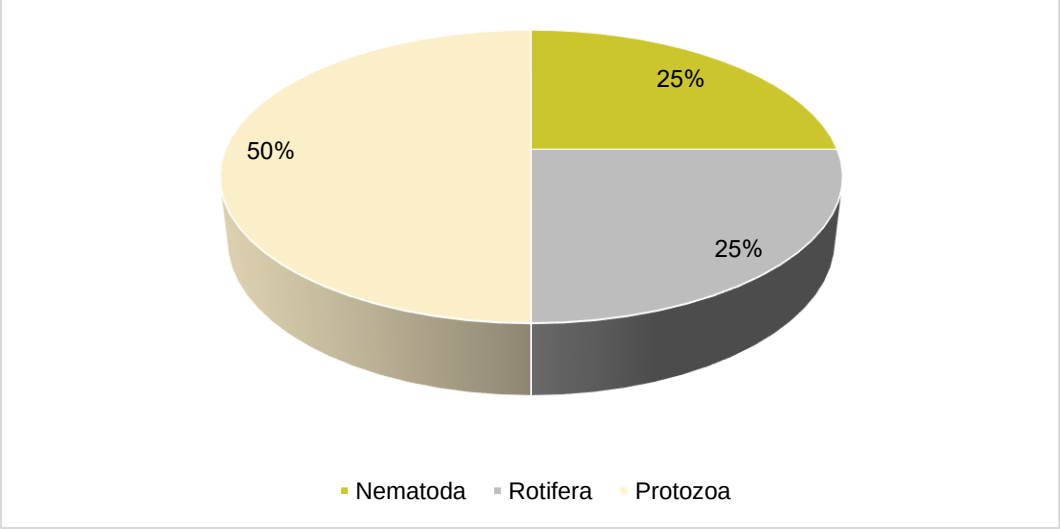
Aunque dentro de los organismos registrados se encontraron principalmente indicadores de una condición eutrófica en el agua y procesos de descomposición orgánica, no es posible asegurar que este sea el estado ecológico de los sistemas caracterizados, ya que la representatividad de la comunidad es baja.

Teniendo en cuenta la configuración de la comunidad en términos de riqueza, el phylum más representativo entre los puntos de monitoreo fue Protozoa (50%), seguida de Nematoda y Rotifera con el 25% cada una (ver **Figura 5.2-172**).

Dichos valores observados se pueden fundamentar debido principalmente a las características ambientales propias de los puntos de monitoreo, como fueron la disponibilidad de hábitats por parte de la vegetación ribera, corriente de agua menos torrentosa, así como la variabilidad de sustrato que pudo influir en la presencia no solo de este phyllum sino de todos los reportados en el muestreo (Wiedenbrug & Ospina 2005).

Los organismos dominantes indican un sistema de gran estabilidad biológica, son reconocidos por su capacidad de adaptación a las condiciones del ambiente; tales como, velocidad de corriente y concentraciones de material suspendido en la columna de agua.

FIGURA 5.2-172 RIQUEZA ABSOLUTA A NIVEL DE PHYLLUM DEL ZOOPLANCTON COLECTADO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

La densidad de organismos de la comunidad zooplanctónica para los diferentes puntos de monitoreo, registrando en general densidades muy bajas, con un total de 0,0097 Ind/mL, y ésta fue mayor en el punto OVP-37, donde reportó una densidad de 0,0097 Ind/l. En cuanto a la riqueza, en tofos los cuerpos de agua se reportó una morfoespecie.

TABLA 5.2-137 CATEGORÍA TAXONÓMICA Y ABUNDANCIA ABSOLUTA (NÚMERO DE INDIVIDUOS) DE ZOOPLANCTON COLECTADO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

ESPECIE	P-3	OC-20 AA	OC-20 AB	OVP-37	ABUNDANCIA ABSOLUTA
Nematoda morfoespecie 1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0097	0,010
Euglypha morfoespecie 1	0,0025	0,0000	0,0000	0,0000	0,003
Arcella crenulata	0,0000	0,0000	0,0025	0,0000	0,003
Lecane morfoespecie 1	0,0000	0,0025	0,0000	0,0000	0,003
Total individuos	0,0025	0,0025	0,0025	0,0097	0,0172
Total taxones	1	1	1	1	4

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Índices ecológicos

Los índices ecológicos constituyen herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones de las comunidades biológicas, las cuales junto con las condiciones fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas.

Teniendo en cuenta que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario contar con más de cinco (5) especies (taxón) por comunidad, ya que, de acuerdo con las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de una especie de la población (Curtis *et al.* 2008). Atendiendo a este precepto los índices ecológicos para esta comunidad no se pudieron calcular, ya que presentaron menos de cinco (5) morfoespecies.

En rangos generales se puede establecer que en todos los puntos monitoreados se registra una baja diversidad y variedad de especies, debido a que se reporta una morfoespecie por punto.

- Peces

La región Neotropical comprende una de las áreas biogeográficas más diversas del mundo en cuanto a fauna íctica, dentro de esta diversa región se encuentra Colombia que tiene el segundo lugar en número de especies de peces dulceacuícolas después de Brasil, en sus grandes cuencas hidrográficas habitan cerca de 1494 especies de peces (Doscimiento *et al* 2017) y muchas de éstas representan un importante recurso a nivel económico ya que son el sustento de poblaciones con bajos recursos del país. Por lo anterior, resulta preciso contemplar a la comunidad íctica dentro de las estrategias ambientales de conservación de sectores vulnerables a cualquier tipo de impacto ambiental.

  - Composición taxonómica

En los puntos monitoreados en las dos épocas de muestreo, no fue posible la colecta de ninguna especie de pez, aun realizando el esfuerzo de muestreo establecido en los protocolos de muestreo del laboratorio.

- Macrófitas

Las plantas acuáticas, denominadas también macrófitas, cumplen un papel muy importante en los ecosistemas acuáticos. Las macrófitas son plantas de ciclo de vida corto que crecen cubriendo gran parte de los márgenes de ríos y ciénagas y los playones de estiaje.

También pueden cubrir parte del espejo de agua en las ciénagas (macrófitas flotantes) o crecer bajo la superficie del agua (macrófitas sumergidas). Estas plantas utilizan los nutrientes y sedimentos transportados por el río, que de otra manera serían difícilmente asimilables, incorporándolos en las cadenas alimenticias de los organismos acuáticos contribuyendo así, a mantener la productividad de las ciénagas y ríos (Rook 2002).

Las macrófitas pueden desarrollarse en un rango amplio de temperaturas, que varía entre 5° y 30°C, con un crecimiento óptimo entre los 15° y 18°C. Se adaptan bien a cualquier condición de iluminación. Crecen rápidamente en partes calmadas y ricas en nutrientes, con altos niveles de nitrógeno y fosfatos.

Con frecuencia el hierro es un elemento limitante para su adecuado desarrollo. Pueden además tolerar un rango de pH amplio, siendo el óptimo entre 4,5 y 7,5 (Rook 2002).

Existen algunos factores físicos muy importantes que podrían afectar adversamente la proliferación de las macrófitas acuáticas: la fuerte corriente en sistemas lóticos es la más

notable. Esta tiende a impedir el asentamiento de semillas y de plantas flotantes libres, plantas con hojas flotantes y plantas emergentes. Por otra parte, la acción directa del viento puede contribuir a la dispersión de las semillas, a su asentamiento sobre "islas flotantes" y a su transporte aguas (Cirujano *et al* 2005).

- Composición taxonómica

La comunidad de macrófitas en el presente monitoreo estuvo caracterizada por la presencia de cuatro (4) morfoespecies, distribuidas en un (1) phyllum, una (1) clases, tres (3) órdenes y cuatro (4) familias (véase **Tabla 5.2-138**). En P-3 y OVP-37, no se reportaron macrófitas.

TABLA 5.2-138 COMPOSICIÓN TAXONÓMICA MACROFITAS COLECTADAS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Araceae	*Spathiphyllum morfoespecie1*
		Commelinales	Pontederiaceae	*Pontederia morfoespecie 1*
		Poales	Juncaceae	*Juncus morfoespecie1*
			Poaceae	*Hymenachne morfoespecie 1*
1	**1**	**3**	**4**	**4**

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

La morfoespecie de mayor cobertura fue *Hymenachne morfoespecie 1,* registrada en OC-20 AA y OC-20 AB, seguida de *Pontederia morfoespecie 1,* registrada en OC-20 AA. En cuanto a la cobertura vegetal por punto de monitoreo, los valores más altos se observaron en OC-20 AB (ver **Tabla 5.2-139**). Las especies identificadas y en especial la perteneciente al grupo de la clase Liliopsida habitan zonas saturadas de agua, además suelen ocupar las áreas de transición entre el medio acuático y terrestre (Cirujano *et al* 2005).

TABLA 5.2-139 CATEGORÍA TAXONÓMICA Y ABUNDANCIA ABSOLUTA (PORCENTAJE DE COBERTURA) DE MACROFITAS COLECTADAS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

ESPECIE	OC-20 AA	OC-20 AB	ABUNDANCIA ABSOLUTA
Spathiphyllum morfoespecie1	0	8,33	8,33
Pontederia morfoespecie 1	16,67	0	16,67
Juncus morfoespecie1	0	13,33	13,33
Hymenachne morfoespecie 1	15,67	78,33	94
Total individuos (%)	**32,34**	**99,99**	**132,33**
Total taxones	**2**	**3**	**4**

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Índices ecológicos

Los índices ecológicos constituyen herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones de las comunidades biológicas, las cuales junto con las condiciones fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas. Teniendo en cuenta que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario contar con más de cinco (5) especies (taxón) por comunidad, ya que, de acuerdo con las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de una

especie de la población (Curtis *et al.* 2008). Atendiendo a este precepto los índices ecológicos para esta comunidad no se pudieron calcular, ya que presentaron menos de cinco (5) morfoespecies.

En rangos generales se puede establecer que en todos los puntos monitoreados se registra una baja diversidad y variedad de especies, debido a que se reportan dos y tres morfoespecie por punto.

- **Análisis Multitemporal del componente hidrobiológico del arroyo Platanal y arroyo Isabel López, tomando como resultados, los informes del EIA de 2019 y Campaña 2 de julio de 2023.**
  - Macroinvertebrados Bentónicos

Se entiende por invertebrados bentónicos aquellos que habitan en el lecho fluvial (entre las piedras, plantas acuáticas sumergidas, etc.) ya sea durante todo su ciclo vital (como los moluscos) o parte de él (como muchos insectos, en los que la fase adulta es terrestre y la fase larvaria es acuática).

Se denominan 'macroinvertebrados' a los que alcanzan a lo largo de su ciclo de vida un tamaño superior a 0,200 mm, lo que les puede hacer visibles a simple vista (Rosenberg & Resh 1993). Esta comunidad se caracteriza por una elevada diversidad taxonómica. Esta comunidad también posee una alta variedad de adaptaciones morfológicas y de comportamiento para poder aprovechar los diferentes recursos tróficos que ofrece un ecosistema fluvial.

- Composición taxonómica

El muestreo hidrobiológico, registró una comunidad de macroinvertebrados bentónicos, que estuvo conformada por 18 morfoespecies distribuidas en 12 familias, cuatro 14 órdenes y cuatro (4) clases taxonómicas, pertenecientes a los phyllum Arthropoda, Annelida y Mollusca (véase **Tabla 5.2-140**).

Dentro de las familias que fueron identificadas dentro de la comunidad de macroinvertebrados se registraron organismos representantes de diferentes grados de bioindicación, pero son predominantes los comúnmente asociados con aguas contaminadas o muy contaminadas, cuya presencia puede corresponder con los procesos la presencia de materia orgánica en los cuerpos de agua.

TABLA 5.2-140 COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS. ANÁLISIS MULTITEMPORAL

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	BIOINDICACIÓN
Annelida	Clitellata	Hirudinida	Glossiphoniidae	*Glossiphoniidae Morfoespecie 1*	Aguas contaminadas
		Tubificida	Naididae	*Naididae morfoespecie 1*	Aguas contaminadas
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	*Tropisternus*	Aguas contaminadas
		Diptera	Chironomidae	*Morfoespecie 2*	Aguas muy contaminadas
				Orthocladiinae s.i	
				Tanypodiinae s.i	
			Dolichopodidae	*Aphrosylus morfoespecie 1*	Aguas contaminadas
			Limoniidae	*Molophilus morfoespecie 1*	Aguas contaminadas

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	BIOINDICACIÓN
Arthropoda	Insecta	Hemíptera	Belostomatidae	*Belostoma*	Aguas poco contaminadas
			Veliidae	*Microvelia*	Aguas poco contaminadas
		Lepidóptera	Crambidae	*Petrophila*	Aguas contaminadas
		Ephemeroptera	Baetidae	*s.i*	Aguas poco contaminadas
			Caenidae	*Caenis*	Aguas poco contaminadas
	Malacostraca	Decapoda	Trichodactylidae	*Trichodactylidae Morfoespecie*	Aguas contaminadas
Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	*Pomacea mor1foespecie 1*	Aguas contaminadas
		Bassomatophora	Planorbiidae	*Biomphalaria*	Aguas contaminadas
		NA	Lymnaeidae	*Galba*	Aguas contaminadas
		Neotaenioglossa	Cochliopidae	*Pyrgophorus morfoespecie 1*	Aguas contaminadas
3	**4**	**12**	**16**	**18**	

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

Respecto a la composición y distribución a nivel de phyllum, en la **Figura 5.2-173** y la **Figura 5.2-174**, se observa que los artrópodos son los que registran mayor número de morfoespecies, en las dos épocas de muestreo. Esta dominancia de Arthropoda se encuentra explicada por el carácter cosmopolita de la misma, contando con un gran número de especies en el Neotrópico, dentro de ésta se encuentran los casi ubicuos insectos y también crustáceos cuyo rango de tolerancia ambiental es diverso, existiendo especies poco exigentes como es el caso de algunas familias del orden Díptera, hasta especies cuya aparición se restringe a lugares muy conservados y con aguas de buena calidad (Roldán 1996).

FIGURA 5.2-173 RIQUEZA ABSOLUTA A NIVEL DE PHYLLUM DE BENTOS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO EIA 2020

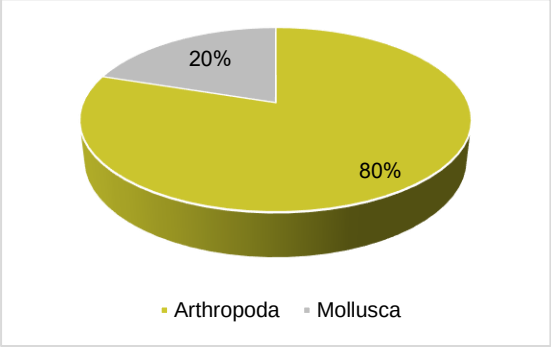
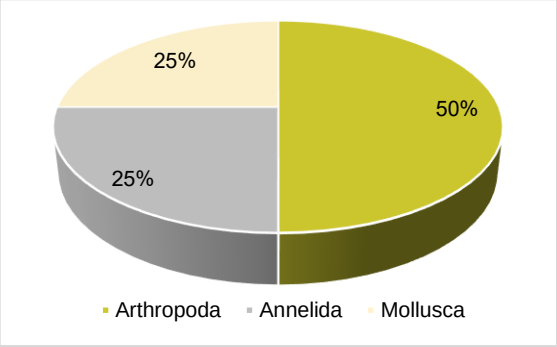


FIGURA 5.2-174 RIQUEZA ABSOLUTA A NIVEL DE PHYLLUM DE BENTOS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO CAMPAÑA 2 - 2023



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

El orden más frecuente fueron los dípteros, los cuales se reportaron en todos los cuerpos de agua en las dos épocas monitoreadas. Díptera es uno de los órdenes más complejos, abundantes y ampliamente distribuidos esto se debe a que gracias a sus diferentes variaciones morfológicas tienen la capacidad de colonizar una amplia variedad de sustratos presentes en los ecosistmas.

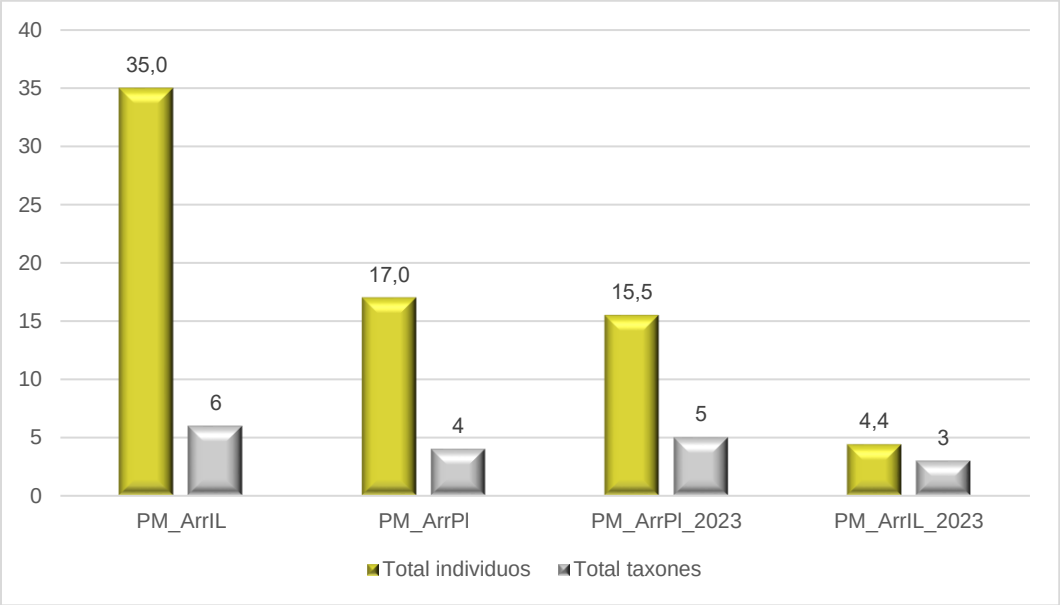
A nivel trófico, tiene gran importancia, pues este orden hace parte de la dieta de muchas otras especies de biota acuática. Por otra parte, con el movimiento ondulatorio de sus

cuerpos, ayudan al reciclaje de nutrientes y materia orgánica sedimentada ubicada en el fondo de los cuerpos de agua (Orozco 1992).

En la **Figura 5.2-175** se encuentran los resultados de abundancia de los macroinvertebrados acuáticos, para los dos cuerpos de agua evaluados en el área de influencia del proyecto, registrando un total de 71,9 individuos, de los cuales 52 individuos, se registraron en el monitoreo realizado en el EIA del 2020, para la campaña 2 de 2023 se registraron 19,9 individuos.

En lo referente a la riqueza o variedad taxonómica, en total se reportaron 18 morfoespecies, el mayor número de morfoespecies fue registrado en el PM_ArrIL del el EIA del 2020, donde se reportaron en total seis (6) morfoespecies (véase **Figura 5.2-175**). Por otra parte, el menos diverso es el PM_ArrIL_2023 en el cual se reportaron tres (3) morfoespecies.

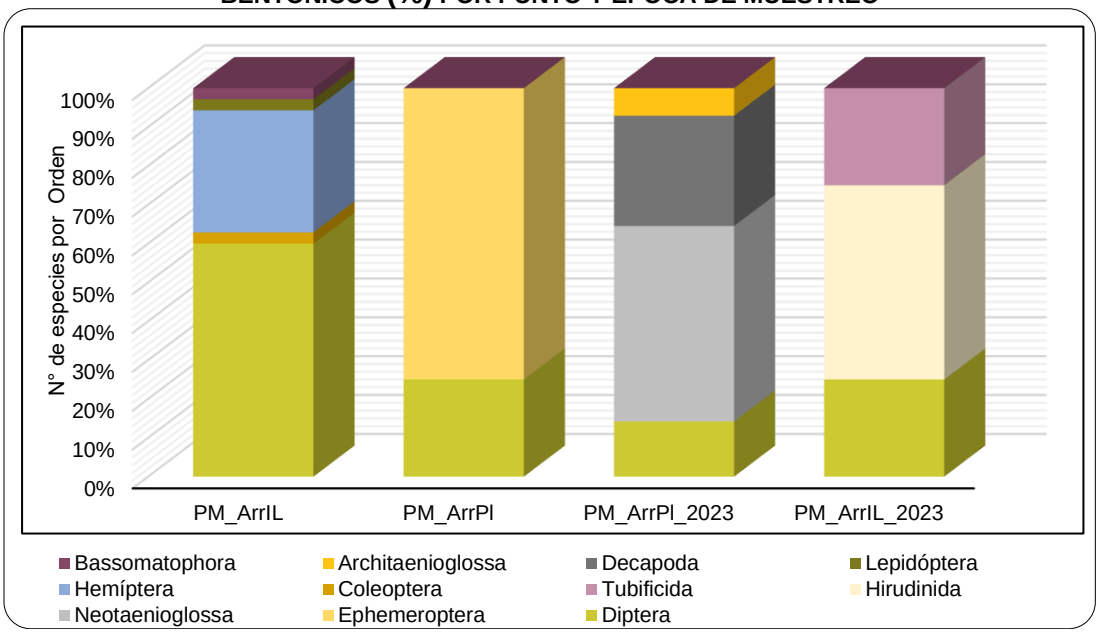
FIGURA 5.2-175 ABUNDANCIA Y RIQUEZA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS POR PUNTO Y ÉPOCA DE MUESTREO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

Detallando la distribución porcentual de las riquezas a nivel de orden en los sitios de monitoreo mencionados, en la **Figura 5.2-176** se evidencia que todos los puntos de muestreo se reportaron dípteros, siendo en arroyo Isabel López (PM_ArrlL) del monitoreo de EIA 2020, el más representativo. Los ephemerópteros por su parte predominaron en el arroyo Platanal (PM_ArrPl), del monitoreo de EIA 2020. En cuanto al monitoreo de la campaña 2 de 2023, las especies se distribuyeron relativamente semejante entre los órdenes reportados.

FIGURA 5.2-176 ABUNDANCIA RELATIVA A NIVEL DE ORDEN DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (%) POR PUNTO Y ÉPOCA DE MUESTREO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

La morfoespecie más abundante fue *Orthocladiinae s.i*; mientras que *Tropisternus, Petrophila, Caenis* y *Biomphalaria* fueron las menos representativas con 1 Ind/m^2 cada una (véase **Tabla 5.2-141**).

En términos de bioindicación la morfoespecie *Orthocladiinae s.i*, que pertenece a la familia Chironomidae (véase **Fotografía 5.2-89**), es un grupo altamente diversificado de macroinvertebrados acuáticos, siendo casi siempre registrado en densidades altas en todo tipo de sistemas de agua dulce.

En especial, las larvas de esta familia ocupan diferentes hábitats a lo largo de los sistemas lóticos (Rosa, de Oliveira, & Alves, 2011), como zonas de rápidos y pozas y diferentes tipos de sustratos de tipo vegetal (hojarasca, troncos, ramas, raíces sumergidas) y rocoso (rocas, cantos, gravas, arenas), siendo más abundantes en sitios con alta carga de materia orgánica en descomposición, proveniente de la cobertura vegetal ribereña.

Su distribución está determinada por factores como las características del sustrato y la velocidad del agua. La entrada de material vegetal ripario permite una alta diversidad de hábitat y disponibilidad de alimento a esta fauna. Son indicadores de aguas medianamente contaminadas y soportan bajas concentraciones de oxígeno, ya que algunas especies esta familia contienen hemoglobina en su hemolinfa, lo que les permite tener un mejor transporte de oxígeno (Paggi, 2009; Roldán-Pérez, 1988).

TABLA 5.2-141 ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LOS POR PUNTOS Y ÉPOCAS DE MUESTREO

ESPECIE	EIA 2020		Campaña 1 - 2023		ABUNDANCIA ABSOLUTA
	PM_ArrIL	PM_ArrPl	PM_ArrPl_2023	PM_ArrIL_2023	
Glossiphoniidae Morfoespecie 1	0,0	0,0	0,0	2,2	2,20
Naididae morfoespecie 1	0,0	0,0	0,0	1,1	1,10
Tropisternus	1,0	0,0	0,0	0,0	1,00
Morfoespecie 2	0,0	0,0	0,0	1,1	1,10
Orthocladiinae s.i	21,0	0,0	0,0	0,0	21,00
Tanypodiinae s.i	0,0	2,0	0,0	0,0	2,00
Aphrosylus morfoespecie 1	0,0	0,0	1,1	0,0	1,10
Molophilus morfoespecie 1	0,0	0,0	1,1	0,0	1,10
Belostoma	7,0	0,0	0,0	0,0	7,00
Microvelia	4,0	0,0	0,0	0,0	4,00
Petrophila	1,0	0,0	0,0	0,0	1,00
s.i	0,0	5,0	0,0	0,0	5,00
Caenis	0,0	1,0	0,0	0,0	1,00
Trichodactylidae Morfoespecie	0,0	0,0	4,4	0,0	4,40
Pomacea mor1foespecie 1	0,0	0,0	1,1	0,0	1,10
Biomphalaria	1,0	0,0	0,0	0,0	1,00
Galba	0,0	9,0	0,0	0,0	9,00
Pyrgophorus morfoespecie 1	0,0	0,0	7,8	0,0	7,80
Total individuos	**35,0**	**17,0**	**15,5**	**4,4**	**71,90**
Total taxones	**6**	**4**	**5**	**3**	**18**

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-89 ALGUNOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE MAYOR ABUNDANCIA EN LOS SITIOS EVALUADOS ASOCIADOS AL PROYECTO



Chironomidae



Galba



Belostoma

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Índices ecológicos

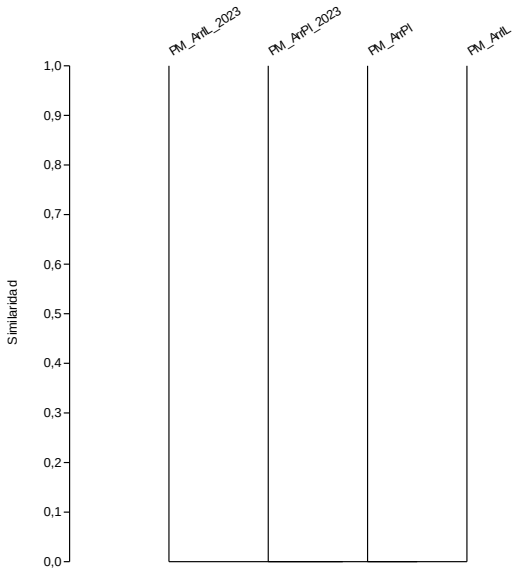
Los índices ecológicos constituyen herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones de las comunidades biológicas, las cuales junto con las condiciones fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas. Teniendo en cuenta que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario contar con más de cinco (5) especies (taxón) por comunidad, ya que, de acuerdo a las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de una especie de la población (Curtis *et al.* 2008). Atendiendo a este precepto los índices ecológicos para esta comunidad no se pudieron calcular, ya que presentaron menos de cinco (5) morfoespecies.

En rangos generales se puede establecer que en todos los puntos monitoreados se registra una baja diversidad y variedad de especies. En cuanto a la equitatividad es media al igual que la dominancia debido a que algunas morfoespecies tienen mayores abundancias en las dos épocas de muestreo.

- Similitud de Bray – Curtis

Los valores encontrados a través de la prueba de Bray-Curtis muestran que no hay semejanza en la composición de los macroinvertebrados bentónicos entre los dos cuerpos de agua ni entre épocas del año muestreados, esto debido a que en cada punto se reportaron morfoespecies diferentes. Una de las posibles causas son las condiciones hidrodinámicas de los dos cuerpos lo que afecta directamente la distribución de las comunidades bentónicas y su permanencia a través de los periodos hidro climáticos.

FIGURA 5.2-177 SIMILITUD DE BRAY – CURTIS DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LOS POR PUNTOS Y ÉPOCAS DE MUESTREO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Índices Índice BMWP modificado para Colombia

En general las familias reportadas en los puntos monitoreados tienen valores bajos en el índice, debido a que tienen altos niveles de tolerancia a contaminantes y son abundantes en cuerpos de agua, con altos niveles de materia orgánica, bajas concentraciones de oxígeno y conductividades altas. Razón por lo cual, sus aguas reportan una calidad que va de crítica a muy crítica (véase **Tabla 5.2-142**).

Los bajos valores del índice BMWP pueden ser consecuencia de condiciones de poca variabilidad de sustrato en los tramos evaluados, impidiendo el establecimiento de comunidades de macroinvertebrados acuáticos. No es posible observar la formación de meso-hábitats potencialmente colonizables para diferentes grupos de macroinvertebrados, debido a condiciones propias del sistema.

TABLA 5.2-142 PUNTAJE DEL BMWP/COL OBTENIDO A PARTIR DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS. POR PUNTO Y ÉPOCA DE MUESTREO

SITIO	PUNTUACIÓN	CLASE	CALIDAD	CARACTERÍSTICAS	COLOR
PM_ArrIL	18	V	Muy critica	Aguas muy contaminadas	Naranja
PM_ArrPl	20	V	Muy critica	Aguas muy contaminadas	Naranja
PM_ArrPl_2023	13	V	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo
PM_ArrIL_2023	5	V	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Perifitón

El perifiton (referido como la microflora, desde algas y hongos microscópicos a bacterias, que viven sobre un sustrato (Wetzel 2001), es un compartimiento importante de la cadena trófica pudiendo llegar a dominar la fijación de carbono (Wetzel 1964). El perifiton desempeña un papel importante en los ecosistemas acuáticos, por ser productor primario, además de promover el intercambio entre los componentes químicos, físicos y biológicos (Lowe & Pan 1996). Es un constituyente básico de la cadena alimenticia, es rico en proteínas, vitaminas y minerales, por lo tanto, es un alimento importante de muchos organismos acuáticos.

- Composición taxonómica

La información recopilada durante los monitoreos, indicaron que el perifiton estuvo compuesto por 30 morfoespecies, distribuidas en 22 familias, 18 órdenes y nueve (9) clases, pertenecientes a las divisiones Bacillariophyta, Ochrophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cryptophyta, Cyanobacteria, Ochrophyta y Euglenophyta (véase **Tabla 5.2-143**). Desde el punto de vista de la bioindicación, se encontraron morfoespecies indicadoras principalmente de aguas contaminadas con alta presencia de materia orgánica en descomposición, pasando por algas indicadoras de condiciones desde oligo hasta eutróficas.

TABLA 5.2-143 COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DE PERIFITON. ANÁLISIS MULTITEMPORAL

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	BIOINDICACIÓN
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Cocconeidaceae	*Cocconeis*	Alta materia orgánica
		Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia*	
				Nitzschia morfoespecie 1	
		Cymbellales	Cymbellaceae	*Cymbella*	Moderada materia orgánica
				Cymbella morfoespecie 1	
			Gomphonemataceae	*Gomphonema*	
				Gomphonema morfoespecie 1	
			Rhoicopheniaceae	*Rhoicosphenia*	NR
		Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia*	Aguas limpias, acidas, baja conductividad
				Eunotia morfoespecie 1	
		Licmophorales	Ulnariaceae	*Ulnaria morfoespecie 1*	Alta carga orgánica
		Naviculales	Naviculaceae	*Navicula*	Poca materia orgánica
				Navicula morfoespecie 1	
			Pinnulariaceae	*Pinnularia*	
	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	*Cyclotella*	NR
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	*Actinotaenium morfoespecie 1*	NR
			Closteriaceae	*Closterium*	Oligotrofia, aguas ácidas, baja conductividad
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	*Chaetophora*	NR
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	*Oedogonium*	Poca materia orgánica
Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	*Cryptomonas*	NR

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	BIOINDICACIÓN
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Choroococcaceae	*Chroococcus*	Concentración de Oxígeno disuelto baja
		Nostocales	Rivulariaceae	*Calothrix*	NR
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	*Eulyngbya*	NR
				Oscillatoria	Aguas Eutróficas alta conductividad sedimentos
				Phormidium	
		Synechococcales	Pseudanabaenaceae	*Pseudanabaena*	
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	*Euglena*	Aguas contaminadas
				Trachelomonas	
				Trachelomonas morfoespecie 1	
Ochrophyta	Eustigmatophyceae	Goniochloridales	Goniochloridaceae	*Goniochloris*	NR
7	**8**	**17**	**21**	**30**	

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

En lo referente a la distribución y composición algal a nivel de división en los puntos de monitoreo ubicados sobre los diferentes cuerpos de agua evaluados, en las **Figura 5.2-178** y **Figura 5.2-179**, se observa que el phylum Bacillariophyta es el más representativo en las dos épocas monitoreadas, este grupo está conformado por las diatomeas, que tienen un papel importante dentro de los ecosistemas, ya que son organismos autótrofos y de ellos depende el desarrollo y establecimiento de otros niveles tróficos, además de ser alimento para otros organismos como los macroinvertebrados bentónicos (Roldán 2003). Estas algas tienen la capacidad de generar estructuras silíceas que les facilita la adhesión a cualquier tipo de sustrato (Ramirez & Viña 1998).

Las Cyanobacteria por su parte, se desarrollan mejor en aguas cálidas, alcalinas y comúnmente eutrofizadas, empobrecidas en nitrógeno o ricas en fósforo, caracterizan las últimas etapas de los procesos de sucesión, en las que los cuerpos de agua presentan bajos contenidos de nitrógeno (Margalef 1995). Las Euglenophycota son típicas de aguas con bajas corrientes y altas concentraciones de materia orgánica, por lo que fueron las segundas más representativas en la campaña 2 aunque reportaron una morfoespecie.

FIGURA 5.2-178 RIQUEZA ABSOLUTA A NIVEL DE PHYLUM DE PERIFITON EN LOS PUNTOS DE MUESTREO EIA 2020

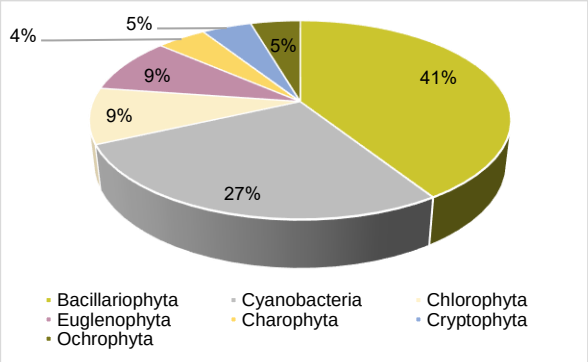
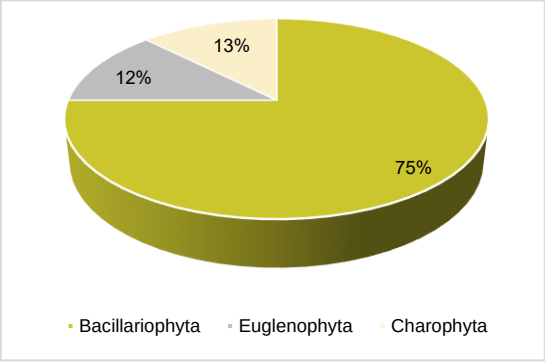


FIGURA 5.2-179 RIQUEZA ABSOLUTA A NIVEL DE PHYLUM DE PERIFITON EN LOS PUNTOS DE MUESTREO CAMPAÑA 2 - 2023

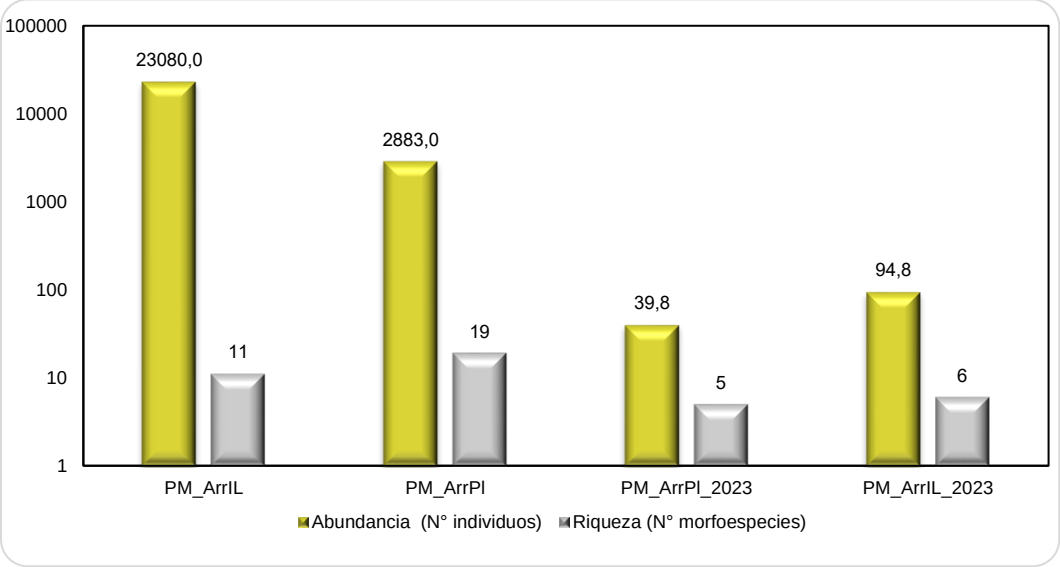


Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

En cuanto a los resultados de abundancia del perifiton para los puntos de monitoreo, en las dos épocas, se registraron un total de 26098 ind/cm^2, de los cuales 25963 ind/cm^2, se registraron en el monitoreo del EIA 2020, siendo el PM_ArrIL donde se reportaron las mayores abundancias. Para la campaña 2 de 2023 se registraron 134,6 ind/cm^2, siendo también el PM_ArrIL_2023 donde se reportaron más algas perifíticas (véase **Figura 5.2-180**).

En lo referente a la riqueza o variedad taxonómica, en total se reportaron 30 morfoespecies, el mayor número de morfoespecies fue registrado en el PM_ArrPl (EIA 2020), donde se reportaron en total 19 morfoespecies, a este le siguieron en orden descendente el PM_ArrIL (EIA 2020) con 11 y PM_ArrIL_2023 (campaña 2) con seis (6), siendo el menos diversa PM_ArrPl_2023 (campaña 2) con cinco (5) morfoespecies. De acuerdo, a los resultados expuestos en los dos períodos muestreados, se evidencia una mayor, abundancia y diversidad de algas perifíticas, para el monitoreo realizado en el EIA de 2020.

FIGURA 5.2-180 ABUNDANCIA Y RIQUEZA DE PERIFITON POR PUNTO Y ÉPOCA DE MUESTREO



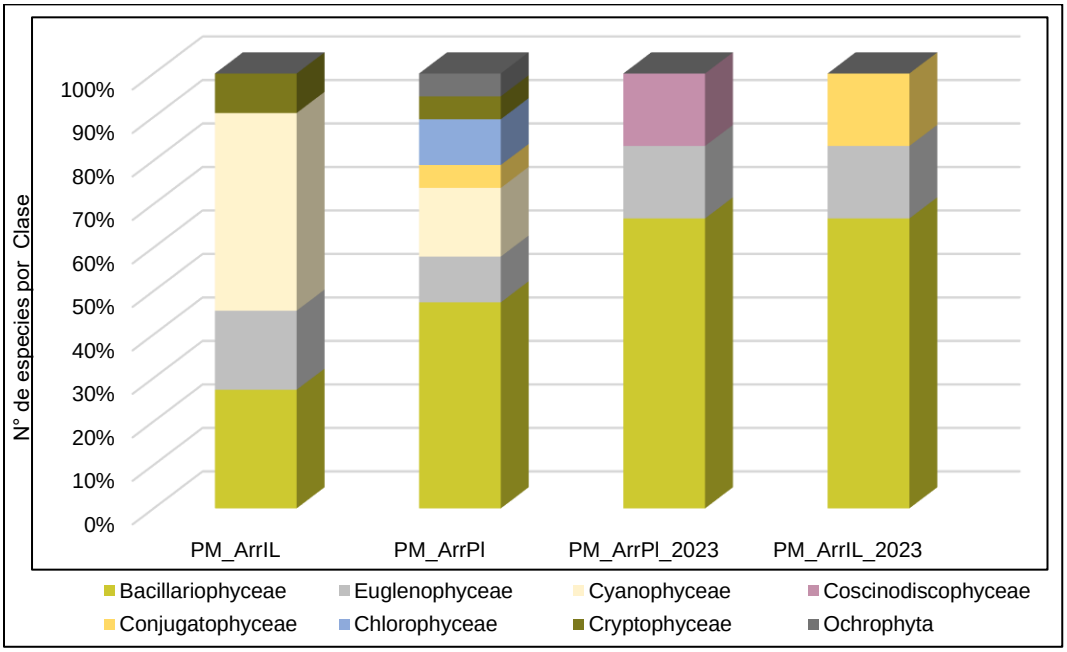
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

En cuanto al porcentaje de riqueza a nivel de clase, en la se encuentran los resultados obtenidos para los puntos de monitoreo caracterizados, en las dos épocas, se observa que las clases Bacillariophyceae predominan en todos los puntos monitoreados en las dos épocas de muestreo (véase **Figura 5.2-181**). Este comportamiento indica que las condiciones ecológicas y disponibilidad de sustratos y nutrientes fueron muy variables en cada uno de los sistemas monitoreados, permitiendo el afloramiento de diferentes morfoespecies de algas, manteniendo una relativa similitud en cuanto a la composición.

La clase Bacillariophyceae ha sido reportada de forma general como una clase con amplias ventajas competitivas y adaptativas que les permite desempañarse con éxito en variedad de sistemas y de condiciones (Díaz-Quirós & Rivera-Rondón 2004), adicionalmente dentro de los cuerpos de agua son importantes ya que al ser productores primarios constituyen la

base de la cadena trófica convirtiéndose en alimento de otros organismos consumidores ya sea de primer o segundo orden (Fore & Grafe 2002). Dentro de este grupo las morfoespecies más representativas fueron *Nitzschia* indicadora de alta materia orgánica y *Navicula,* que se encuentra en aguas con poca y moderada cantidad de materia orgánica (Afnor 1999).

FIGURA 5.2-181 RIQUEZA RELATIVA A NIVEL DE CLASE DEL PERIFITON (%) POR PUNTO Y ÉPOCA DE MUESTREO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

Las morfoespecies más abundantes fueron *Nitzschia, Navicula, Oscillatoria* y *Eulyngbya;* mientras que *Trachelomonas morfoespecie 1, Actinotaenium morfoespecie 1* y *Navicula morfoespecie 1* fueron las menos representativas (véase **Tabla 5.2-144**).

En términos de bioindicación, *Navicula,* ambos poseen sustancias de alto valor energético o fácilmente digeribles, además, suelen crecer en aguas poco profundas (Hernández-Atilano, Aguirre, & Palacio, 2005); de igual manera, es el caso de *Nitzschia* que fue encontrada en este tipo de ambientes ricos en nutrientes (Ramírez & Plata-Díaz, 2008). Estas características físicas, químicas, e hidrológicas en los arroyos evaluados definen la distribución y la colonización de las microalgas al medio (Martínez & Donato, 2003).

Por otro lado, la Cyanobacteria *Eulyngbya* (véase **Fotografía 5.2-90**) de distribución cosmopolita, puede segregar mucílagos para adherirse al sustrato previniendo la desecación cuando el nivel del agua desciende (Casco & Toja, 2003). También, el género Oscillatoria perteneciente a la clase Oscillatoriales, se caracteriza por estar formada por largos filamentos de células aplanadas y sin vaina mucilaginosa de color verde oscuro, muy comunes en los tapetes microbianos en ambientes dulceacuícolas y sobre todo en presencia de altas cargas orgánicas (Fuenmayor, Jonte, Rosales-Loaiza, & Morales, 2009).

TABLA 5.2-144 ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE PERIFITON REGISTRADOS EN LOS POR PUNTOS Y ÉPOCAS DE MUESTREO

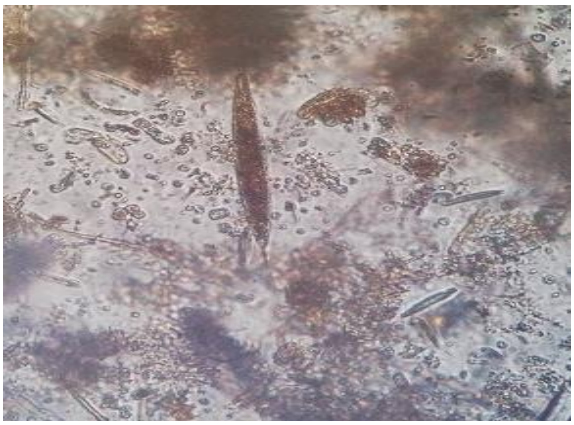
ESPECIE	EIA 2020		CAMPAÑA 1 - 2023	
	PM_ArrIL	PM_ArrPl	PM_ArrPl_2023	PM_ArrIL_2023
Cocconeis	0	120,0	0,0	0,0
Nitzschia	17059	361,0	0,0	0,0
Nitzschia morfoespecie 1	0	0,0	9,2	25,3
Cymbella	251	120,0	0,0	0,0
Cymbella morfoespecie 1	0	0,0	6,1	11,1
Gomphonema	0	120,0	0,0	0,0
Gomphonema morfoespecie 1	0	0,0	0,0	14,2
Rhoicosphenia	0	241,0	0,0	0,0
Eunotia	0	361,0	0,0	0,0
Eunotia morfoespecie 1	0	0,0	0,0	31,6
Ulnaria morfoespecie 1	0	0,0	18,4	0,0
Navicula	1505	120,0	0,0	0,0
Navicula morfoespecie 1	0	0,0	4,6	0,0
Pinnularia	0	120,0	0,0	0,0
Cyclotella	0	120,0	0,0	0,0
Actinotaenium morfoespecie 1	0	0,0	0,0	4,7
Closterium	0	120,0	0,0	0,0
Chaetophora	0	120,0	0,0	0,0
Oedogonium	0	120,0	0,0	0,0
Cryptomonas	251	120,0	0,0	0,0
Chroococcus	251	0,0	0,0	0,0
Calothrix	0	120,0	0,0	0,0
Eulyngbya	1254	120,0	0,0	0,0
Oscillatoria	1505	120,0	0,0	0,0
Phormidium	251	0,0	0,0	0,0
Pseudanabaena	251	0,0	0,0	0,0
Euglena	251	120,0	0,0	0,0
Trachelomonas	251	120,0	0,0	0,0
Trachelomonas morfoespecie 1	0	0,0	1,5	7,9
Goniochloris	0	120,0	0,0	0,0
Total individuos	23080,0	2883,0	39,8	94,8
Total taxones	11	19	5	6

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

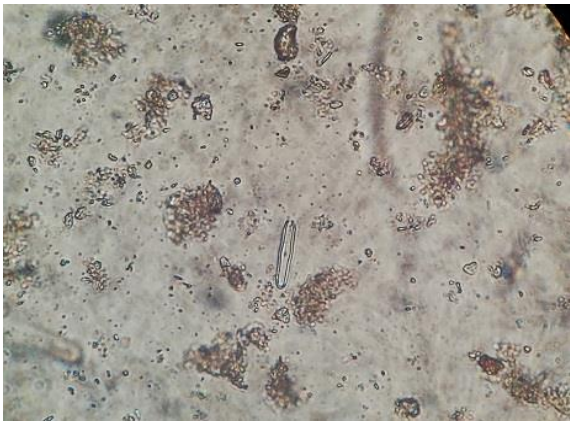
FOTOGRAFÍA 5.2-90 TAXONES MÁS REPRESENTATIVOS - PERIFITON



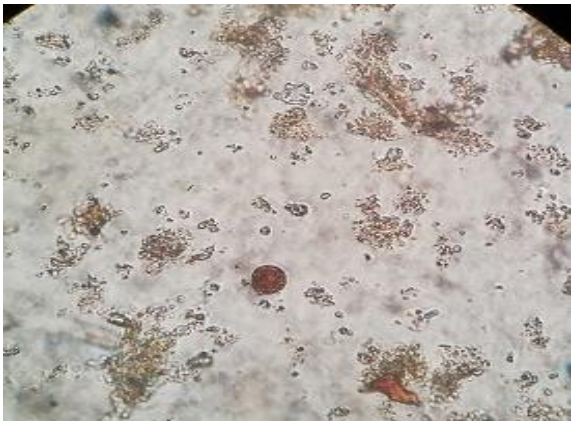
Fragilaria sp.



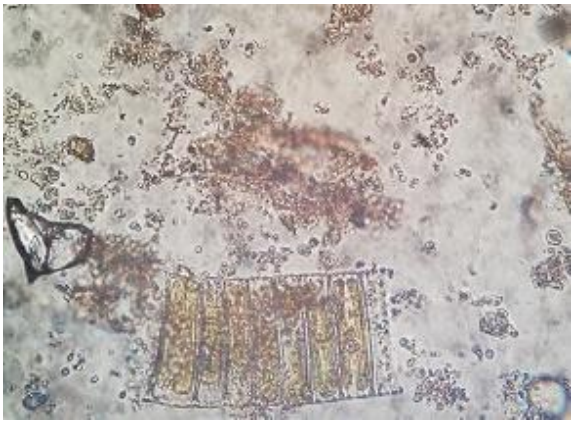
Leponciclis sp.



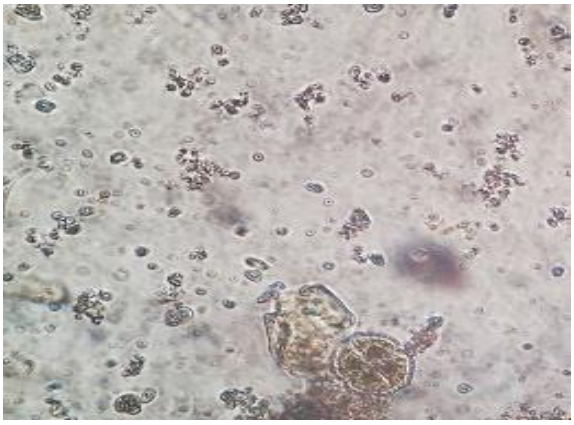
Pinnularia sp.



Trachelomonas sp.



Eunotia sp.



Cosmarium sp.

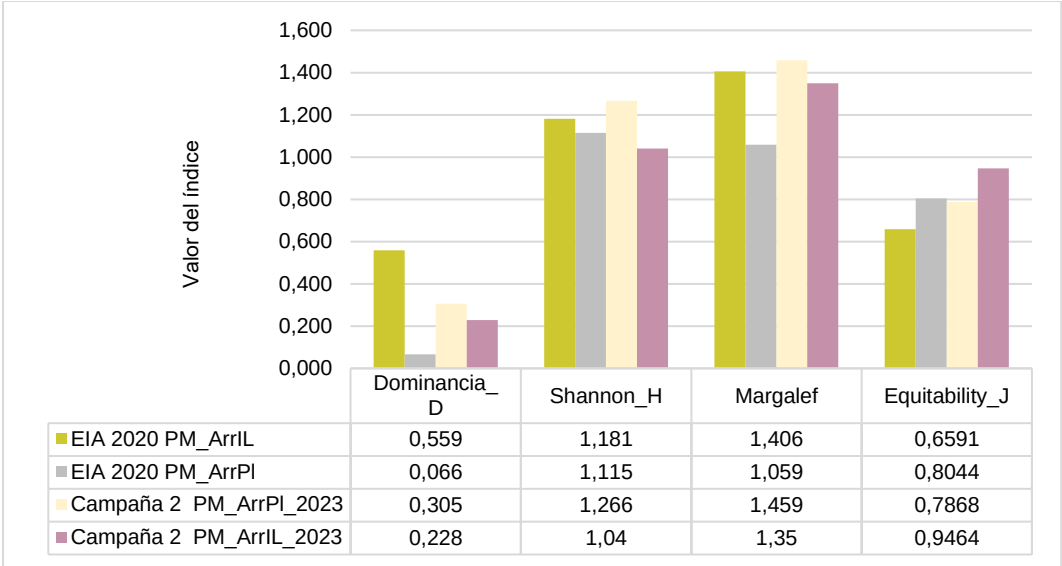
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Índices ecológicos

El índice de riqueza de Margalef indicó una comunidad algal poco variada en los puntos de monitoreo, con valores entre 1,059 y 1,459 bits (véase **Figura 5.2-182**), lo cual quiere decir que el número de taxones tendió a ser bajo en función de la abundancia de organismos reportada estos cuerpos de agua. La diversidad de Shannon presentó un comportamiento similar al de la riqueza, manifestó una condición poco diversa para el perifiton, con reportes entre 1,04 y 1,266 bits/Ind (véase **Figura 5.2-182**) en los diferentes sitios de monitoreo, valores que pueden corresponder con el registró de varios taxones con bajas abundancias con respecto a los más abundantes, e incluso algunos de ellos con un solo individuo por taxón, lo que disminuye la diversidad de la comunidad, que puede ser abundante pero poco diversa.

En cuanto a la equitabilidad, obtuvo valores de medios a altos; lo que indica una distribución homogénea de las abundancias en el ensamblaje. La dominancia de Simpson fue congruente con el índice de equitatividad.

FIGURA 5.2-182 VALORES DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS ESTIMADOS PARA LAS MICROALGAS DEL PERIFITON REGISTRADOS EN LOS POR PUNTOS Y ÉPOCAS DE MUESTREO



	Dominancia_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
EIA 2020 PM_ArrIL	0,559	1,181	1,406	0,6591
EIA 2020 PM_ArrPl	0,066	1,115	1,059	0,8044
Campaña 2 PM_ArrPl_2023	0,305	1,266	1,459	0,7868
Campaña 2 PM_ArrIL_2023	0,228	1,04	1,35	0,9464

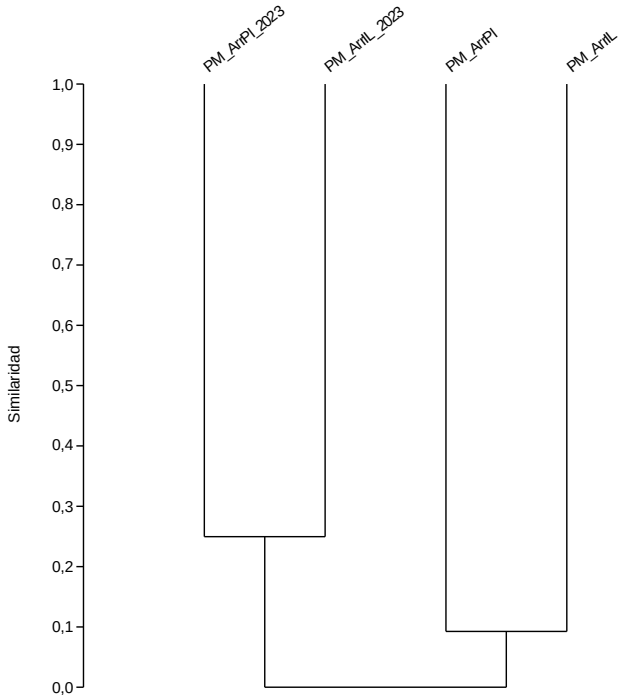
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Similitud de Bray – Curtis

Este análisis se realiza con el fin de determinar las semejanzas que hay a nivel de composición entre los cuerpos de agua de un mismo sector, en diferentes épocas climáticas. Así, al observar el dendrograma formado para las comunidades, en relación con las abundancias reportadas, se evidencia que la composición de las algas perifticas es diferente entre las dos épocas monitoreadas, donde se ve una marcada ramificación en dos grupos con 0% de similitud (véase **Figura 5.2-183**). Siendo los monitoreos durante la campaña 2, los más similares con el 25%, mientras que en los monitoreos realizados en el EIA de 2020 se tiene una semejanza del 1% entre los dos puntos monitoreados. Lo que

indica que la variación climática presente en la zona es un factor determinante en la presencia de diferentes morfoespecies de algas perifíticas.

FIGURA 5.2-183 SIMILITUD DE BRAY – CURTIS DE LAS ALGAS PERIFITICAS REGISTRADAS EN LOS POR PUNTOS Y ÉPOCAS DE MUESTREO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Fitoplancton

Algunos factores ambientales de gran importancia interaccionan para regular el crecimiento temporal y espacial del fitoplancton. Aparte de los requerimientos fisiológicos básicos como la luz y la temperatura, y de acuerdo con las posibilidades existentes dentro de una zona fótica lo suficientemente amplia como para completar el crecimiento y la reproducción, existen diversos nutrientes tanto orgánicos como inorgánicos que juegan un papel crítico en la sucesión de las poblaciones algales. La duración y las características del desarrollo de la población pueden estar influenciadas ulteriormente bajo ciertas condiciones por la depredación y el parasitismo. (Wetzel R, 2020).

- Composición taxonómica

El muestreo hidrobiológico, registró una comunidad de fitoplancton, que estuvo conformada por 31 morfoespecies distribuidas en 24 familias, 17 órdenes y ocho (8) clases taxonómicas, pertenecientes a los phyllum Bacillariophyta, Arthropoda, Charophyta, Chlorophyta, Cryptophyta, Cyanobacteria y Euglenophyta. Aunque dentro de los organismos registrados se encontraron principalmente indicadores de una condición eutrófica en el agua y procesos de descomposición orgánica (véase **Tabla 5.2-145**).

TABLA 5.2-145 COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DE FITOPLANCTON. ANÁLISIS MULTITEMPORAL

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achanthaceae	*Achnanthes*
		Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia*
		Cymbellales	Cymbellaceae	*Cymbella*
			Gomphonemataceae	*Encyonema morfoespecie 1*
				Gomphonema
		Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia*
				Eunotia morfoespecie 1
		Licmophorales	Ulnariaceae	*Ulnaria morfoespecie 1*
		Naviculales	Naviculaceae	*Navicula*
			Pinnulariaceae	*Pinnularia morfoespecie 1*
		Surirellales	Surirellaceae	*Surirella*
	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	*Cyclotella*
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	*Micrasterias morfoespecie 1*
			Closteriaceae	*Closterium*
Chlorophyta	Chlorophyceae	haeropleales	Scenedesmaceae	*Coelastrum*
		Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	*Sphaerocystis*
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	*Chlorella*
			Oocystaceae	*Eremosphaera*
				Oocystis
				Pachycladella
Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	*Cryptomonas*
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Aphanothecaceae	*Aphanothece*
			Choroococcaceae	*Chlorococcus*
		Oscillatoriales	Microcoleaceae	*Arthrospira*
			Oscillatoriaceae	*Lyngbya*
				Oscillatoria
		Synechococcales	Merismopediaceae	*Aphanocapsa*
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	*Euglena*
				Trachelomonas
			Phacaceae	*Lepocinclis*
				Phacus
6	**8**	**17**	**24**	**31**

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

Respecto a la composición y distribución a nivel de phylum, en la **Figura 5.2-184** y la **Figura 5.2-185**, se observa que los Bacillariophyta son los que registran mayor número de morfoespecies en los puntos monitoreados. Esta dominancia de Bacillariophyta se encuentra explicada por que juegan un papel fundamental en las cadenas tróficas pelágicas. Predominando en aguas dulceacuícolas y las centrales, con simetría radial y generalmente marinas. Principalmente al ser organismos fotosintéticos más abundantes (junto con los dinoflagelados) (Zepeda C. 2019).

FIGURA 5.2-184 RIQUEZA ABSOLUTA A NIVEL DE PHYLUM DE FITOPLANCTON EN LOS PUNTOS DE MUESTREO EIA 2020

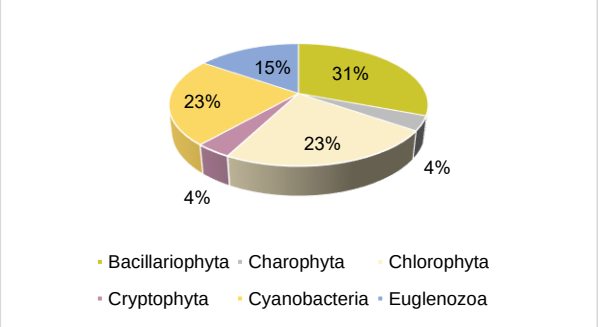
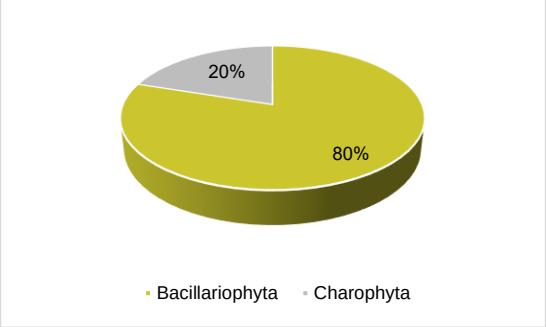


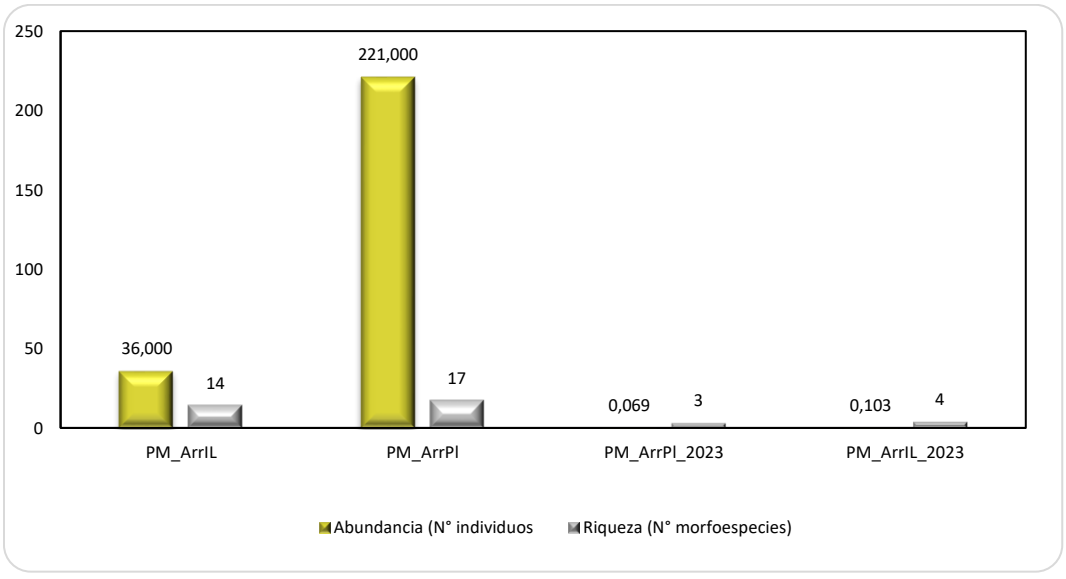
FIGURA 5.2-185 RIQUEZA ABSOLUTA A NIVEL DE PHYLUM DE FITOPLANCTON EN LOS PUNTOS DE MUESTREO CAMPAÑA 2 - 2023



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

En cuanto a los resultados de abundancia del fitoplancton para los puntos de monitoreo, en las dos épocas, se registraron un total de 257,172 ind/ml, de los cuales 257 ind/ml, se registraron en el monitoreo del EIA 2020 siendo el PM_ArrPl donde se reportaron las mayores abundancias. Para la campaña 2 de 2023 se registraron 0,172 ind/ml, siendo PM_ArrIL_2023 donde se reportaron más algas perifíticas (véase **Figura 5.2-186**).

FIGURA 5.2-186 ABUNDANCIA Y RIQUEZA DE FITOPLANCTON POR PUNTO Y ÉPOCA DE MUESTREO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

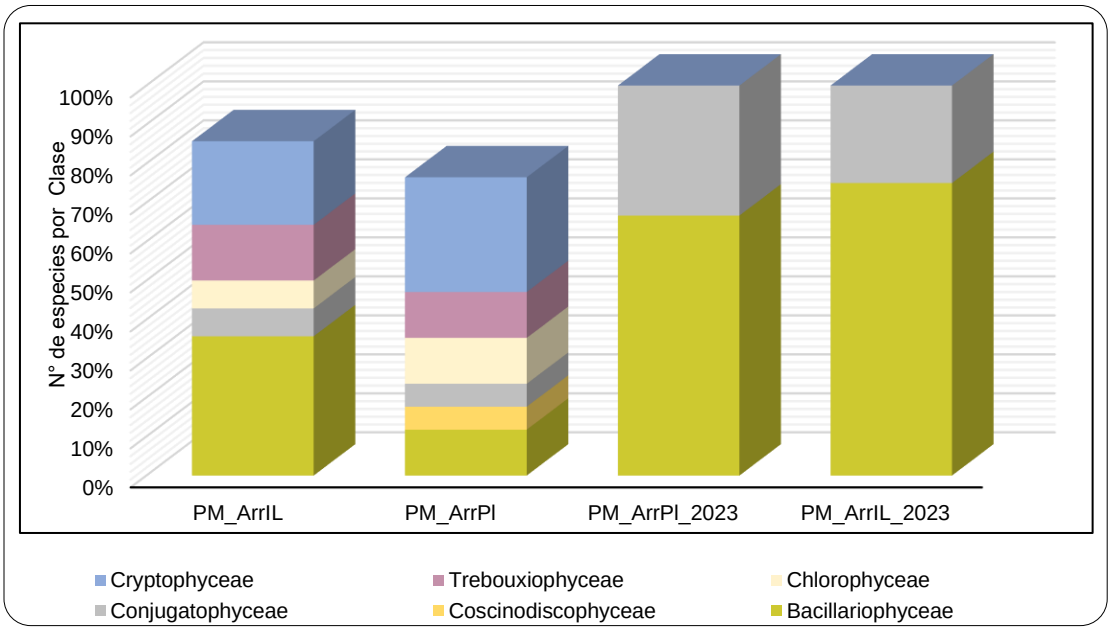
En lo referente a la riqueza o variedad taxonómica, en total se reportaron 31 morfoespecies, el mayor número de morfoespecies fue registrado en el PM_ArrPl (EIA 2020), donde se reportaron en total 17 morfoespecies, a este le siguieron en orden descendente el PM_ArrIL

(EIA 2020) con 14 y PM_ArrIL_2023 (campaña 2) con seis (6), siendo el menos diversa la PM_ArrPl_2023 (campaña 2) con cuatro (4) morfoespecies. De acuerdo, a los resultados expuestos en los dos períodos muestreados, se evidencia una mayor, abundancia y diversidad de algas perifíticas, para el monitoreo realizado en el EIA de 2020.

En cuanto al porcentaje de riqueza a nivel de clase, en la **Figura 5.2-187**, se encuentran los resultados obtenidos para los puntos de monitoreo caracterizados, en las dos épocas. Donde se observa que la clase Bacillariophyceae predominan en la mayoría de los puntos en las dos épocas de muestreo, representadas en estos ensamblajes por las morfoespecies *Achnanthes, Nitzschia, Cymbella, Encyonema morfoespecie 1, Gomphonema, Eunotia,* entre otras.

La clase Euglenophyceae, también registro altos porcentajes, principalmente en PM_ArrPl, con presencia de los taxones como: *Euglena, Trachelomonas, Lepocinclis* y *Phacus*.

FIGURA 5.2-187 RIQUEZA RELATIVA A NIVEL DE CLASE DEL FITOPLANCTON (%) POR PUNTO Y ÉPOCA DE MUESTREO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

Las morfoespecies más abundantes fueron *Lepocinclis* y *Oscillatoria;* mientras que *Ulnaria morfoespecie 1, Pinnularia morfoespecie 1, Eunotia morfoespecie 1, Micrasterias morfoespecie 1* y *Encyonema morfoespecie 1* fueron las menos representativas (vease **Tabla 5.2-146**).

La cianobacteria *Oscillatoria* (vease **Fotografía 5.2-91**)presenta talo plano, macroscópico, liso en capas, arreglado en tapetes, muy rara vez en tricomas solitarios, presentando división celular transversalmente al eje del tricoma y es de distribución cosmopolita (Guamán Burneo & González Romero, 2016).

Por otro lado, las Euglenophytas son algas unicelulares fotosintéticas, con requerimientos de luz y nutrientes para su desarrollo (Guamán Burneo & González Romero, 2016), como es el caso del género *Lepocinclis* que viven en aguas contaminadas, ricas en materia orgánica. Algunas especies de este género pueden vivir en aguas con pH bajo (Ramírez Restrepo, 2000). En el caso del género *Coelastrum* perteneciente a la división Chlorophyta, se puede decir que ésta habita con frecuencia en ambientes con alta concentración de sales minerales, resultantes de la descomposición de materia orgánica (Ramírez Restrepo, 2000).

Finalmente, el género *Closterium* de distribución cosmopolita, crecen principalmente en aguas estancadas o con corriente lenta (Guamán Burneo & González Romero, 2016) como los sistemas evaluados, que presentaban pozas, siendo estas condiciones ideales para la configuración y arquitectura del ensamblaje fitoplanctónico. Las algas de esta división (Charophyta) se caracterizan principalmente por la ausencia de células flageladas en cualquier etapa de su vida y se reproducen mediante conjugación, en la cual se da la fusión de los pigmentos ameboides (Guamán Burneo & González Romero, 2016).

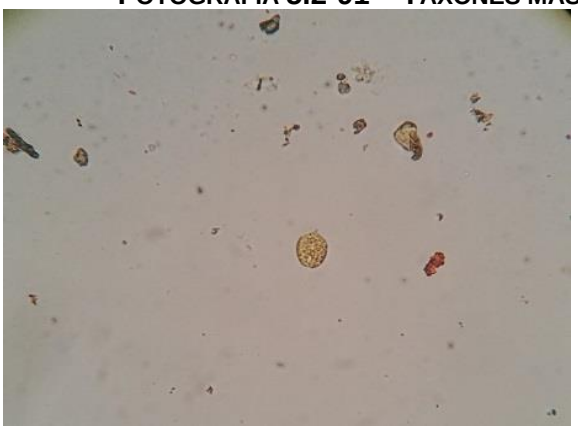
TABLA 5.2-146 ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE FITOPLANCTON REGISTRADO EN LOS POR PUNTOS Y ÉPOCAS DE MUESTREO

ESPECIE	EIA 2020		CAMPAÑA 2 - 2023		ABUNDANCIA ABSOLUTA
	PM_ArrIL	PM_ArrPl	PM_ArrPl_2023	PM_ArrIL_2023	
Achnanthes	0	2	0,000	0,000	2,000
Nitzschia	4	0,000	0,000	0,000	4,000
Cymbella	2	0,000	0,000	0,000	2,000
Encyonema morfoespecie 1	0,000	0,000	0,000	0,015	0,015
Gomphonema	2	0,000	0,000	0,000	2,000
Eunotia	4	0,000	0,000	0,000	4,000
Eunotia morfoespecie 1	0,000	0,000	0,023	0,000	0,023
Ulnaria morfoespecie 1	0,000	0,000	0,033	0,049	0,082
Navicula	0	2	0,000	0,000	2,000
Pinnularia morfoespecie 1	0,000	0,000	0,000	0,034	0,034
Surirella	2	0,000	0,000	0,000	2,000
Cyclotella	0	2	0,000	0,000	2,000
Micrasterias morfoespecie 1	0,000	0,000	0,013	0,005	0,018
Closterium	4	2	0,000	0,000	6,000
Coelastrum	4	2	0,000	0,000	6,000
Sphaerocystis	0	8	0,000	0,000	8,000
Chlorella	2	0	0,000	0,000	2,000
Eremosphaera	0	8	0,000	0,000	8,000
Oocystis	0	2	0,000	0,000	2,000
Pachycladella	2	0	0,000	0,000	2,000
Cryptomonas	2	0	0,000	0,000	2,000
Aphanothece	2	0	0,000	0,000	2,000
Chlorococcus	0	2	0,000	0,000	2,000
Arthrospira	0	2	0,000	0,000	2,000
Lyngbya	2	4	0,000	0,000	6,000

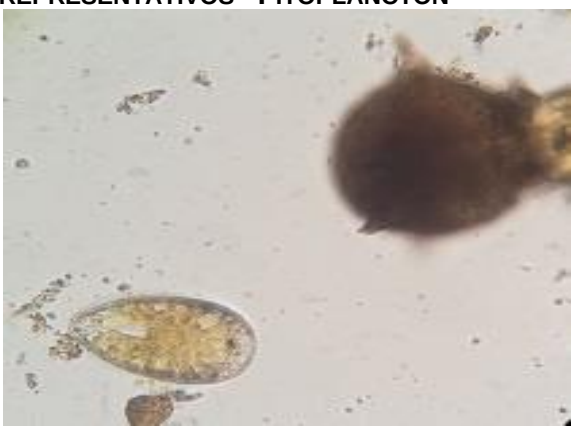
ESPECIE	EIA 2020		CAMPAÑA 2 - 2023		ABUNDANCIA ABSOLUTA
	PM_ArrIL	PM_ArrPl	PM_ArrPl_2023	PM_ArrIL_2023	
Oscillatoria	0	61	0,000	0,000	61,000
Aphanocapsa	0	2	0,000	0,000	2,000
Euglena	0	2	0,000	0,000	2,000
Trachelomonas	2	2	0,000	0,000	4,000
Lepocinclis	0	116	0,000	0,000	116,000
Phacus	2	2	0,000	0,000	4,000
Total individuos	**36,000**	**221,000**	**0,069**	**0,103**	**257,172**
Total taxones	**14**	**17**	**3**	**4**	**31**

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

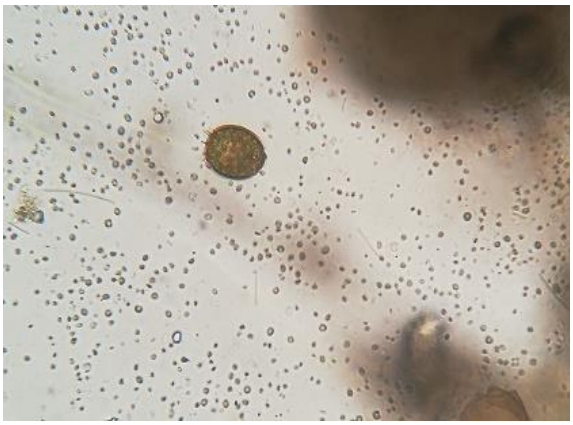
FOTOGRAFÍA 5.2-91 TAXONES MÁS REPRESENTATIVOS - FITOPLANCTON



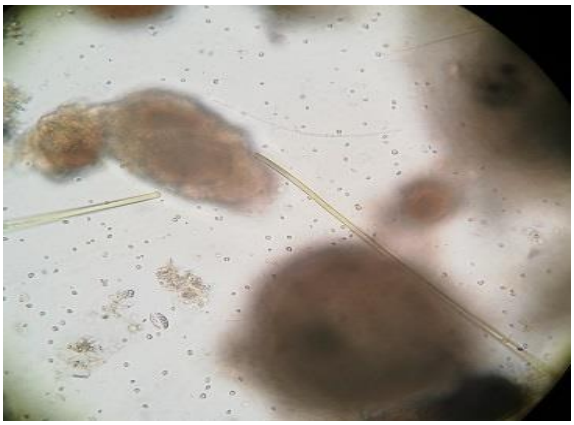
Phacus sp.



Surirella sp.



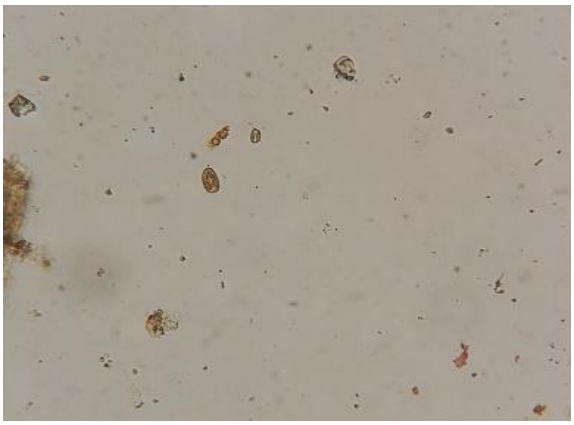
Trachelomonas sp.



Oscillatoria sp.



Lepocinclis sp.



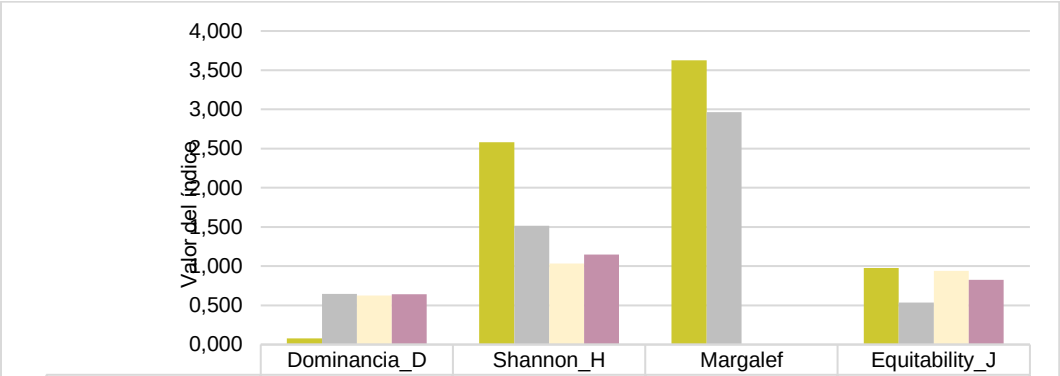
Cryptomonas sp.

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Índices ecológicos

El índice de Riqueza de Margalef registró valores nulos en la campaña 2 debido a que los valores se reportaron en densidades las cuales en su mayoría son inferiores a la unidad, en el EIA de 2020, se registra una variedad de media en los dos puntos monitoreados. En cuanto a la diversidad de Shannon en general indicó una comunidad fitoplanctónica con baja y media diversidad en la que los valores más altos se registraron para PM_ArrIL (ver **Figura 5.2-188**). Esto indica que las condiciones de los puntos con mayor valor de diversidad permitieron el desarrollo de una comunidad fitoplanctónica más diversa.

FIGURA 5.2-188 VALORES DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS ESTIMADOS PARA FITOPLANCTON REGISTRADOS EN LOS POR PUNTOS Y ÉPOCAS DE MUESTREO



	Dominancia_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
EIA 2020 PM_ArrIL	0,080	2,582	3,628	0,9785
EIA 2020 PM_ArrPl	0,644	1,517	2,964	0,5356
Campaña 2 - 2023 PM_ArrPl_2023	0,625	1,033	0	0,9407
Campaña 2 - 2023 PM_ArrIL_2023	0,641	1,147	0	0,8272

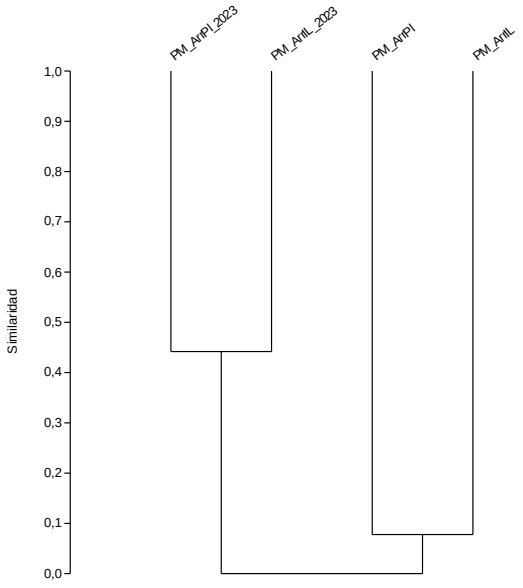
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

De igual manera, los valores de dominancia indican que las especies encontradas en la mayoría de los puntos de muestreo son medianamente dominantes y en cuanto a los valores de equitatividad, indican que la abundancia se reparte similarmente entre los morfotipos descritos y no hay favorecimiento para el desarrollo de alguna especie en particular.

- Similitud de Bray – Curtis

Este análisis se realiza con el fin de determinar las semejanzas que hay a nivel de composición entre los puntos de monitoreo de un mismo sector, en las dos épocas muestreadas. Así, al observar el dendrograma formado para la comunidad (véase **Figura 5.2-189**), se observa que al igual que en el perifiton hay una marcada diferencia entre las especies reportadas en las dos épocas muestreadas. Entre las dos temporadas hay una similitud del 0%, indicando que existe un alto nivel de recambio de composición y estructura, dadas las condiciones intrínsecas como el tamaño de grano del sedimento, materia orgánica, temperatura, salinidad, pH, los nutrientes inorgánicos y contaminantes; es decir, hay una disminución de la similitud ambiental a medida que aumenta la distancia, lo que implica que haya una separación de especies con diversas características fisiológicas, que con el paso del tiempo provocan que la composición de las especies sea relativamente predecible de acuerdo al tipo de ambiente (INVEMAR 2019). Sin embargo, es importante resaltar que existen similitudes en cuanto a la abundancia en los monitoreos realizados en el EIA de 2020 se tiene una semejanza del 45% entre los dos puntos monitoreados. Lo que indica que la variación climática presente en la zona, es un factor determinante en la presencia de diferentes morfoespecies de algas perifíticas.

FIGURA 5.2-189 SIMILITUD DE BRAY – CURTIS DEL FITOPLANCTON REGISTRADO EN LOS POR PUNTOS Y ÉPOCAS DE MUESTREO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Zooplancton

Los zooplánctones son organismos heterótrofos, es decir que no pueden sintetizar su propio alimento y por lo tanto deben ingerirlo. Dependiendo de sus hábitos alimenticios se pueden clasificar en: herbívoros, que se alimenta exclusivamente de fitoplancton; carnívoros, que se alimentan de otros organismos zooplanctónicos; omnívoros, que poseen una dieta variada de fito y zooplancton (Lagos A., et al, 2014). Uno de los aspectos de mayor interés en ecología del zooplancton ha sido, y sigue siendo, el estudio de los factores bióticos y abióticos que regulan la dinámica y estructura de las comunidades naturales. Conocer las interacciones entre estos actores y cuantificar su importancia relativa representa uno de los principales problemas con los que se enfrenta la ecología (Porcuna C., Ramos J. y Morales E, 2004)

  - Composición taxonómica

El muestreo hidrobiológico, registró una comunidad de zooplancton, que estuvo conformada por 25 morfoespecies distribuidas en nueve (9) familias, ocho (8) órdenes y seis (6) clases taxonómicas, pertenecientes a los phyllum Amoeboza, Arthropoda, Ciliophora, Protozoa y Rotifera (véase **Tabla 5.2-147**).

TABLA 5.2-147 COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DE ZOOPLANCTON. ANÁLISIS MULTITEMPORAL

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Amoeboza	Turbilinea	Arcellinida	Arcellidae	*Arcella sp.*
			Centropyxidae	*Centropyxis sp.*
Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Moinidae	*Moina sp.*
	Maxillopoda	Cyclopoida	s.i.	*Copepodito Cyclopoida s.i.*
		Harpacticoida	ind.	*Harpaticoideos*
		s.i.	s.i.	*Nauplios s.i.*
	Ostracoda	s.i.	s.i.	*Ostracodo s.i.*
Ciliophora	s.i.	s.i.	s.i.	*Ciliados s.i**
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Centropyxidae	*Centropyxis morfoespecie 1*
Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	s.i.	*Bdelloideo s.i**
		Floscullariacea	Testudinellidae	*Testudinella patina*
		Ploima	Brachionidae	*Brachionus cf. calyciflorus*
				Brachionus quadridentatus
				Plationus patulus
				Platyias sp.
			Epiphanidae	*Epiphanes senta*
			Ituridae	*Itura sp.*
			Lecanidae	*Lecane amazónica*
				Lecane bulla
				Lecane cornuta
				Lecane curvicornis
				Lecane leontina
				Lecane morfoespecie 1
				Lecane papuana
	s.i.	s.i.	s.i.	*Rotíferos s.i*
5	**6**	**8**	**9**	**25**

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

Respecto a la composición y distribución a nivel de phylum, en la **Figura 5.2-190** y la **Figura 5.2-191**, se observa que los rotíferos son los que registran mayor número de morfoespecies, en el EIA-2020, mientras que en la Campaña 2-2023 se reportó los artrópodos y rotiferos con una sola especie cada una. Esta dominancia de Rotífera se encuentra explicada por que juegan un papel fundamental en las cadenas tróficas pelágicas. Son un eslabón entre el fitoplancton y los consumidores secundarios, pero su importancia se acrecienta porque pueden transferir materia y energía desde bacterias y partículas detríticas de pequeño tamaño, que son recursos no utilizables por otros organismos planctónicos. Unas pocas especies pueden ser depredadoras de otras especies de rotíferos (Porcuna C., Ramos J. y Morales E, 2004).

FIGURA 5.2-190 RIQUEZA ABSOLUTA A NIVEL DE PHYLUM DE ZOOPLANCTON EN LOS PUNTOS DE MUESTREO EIA 2020

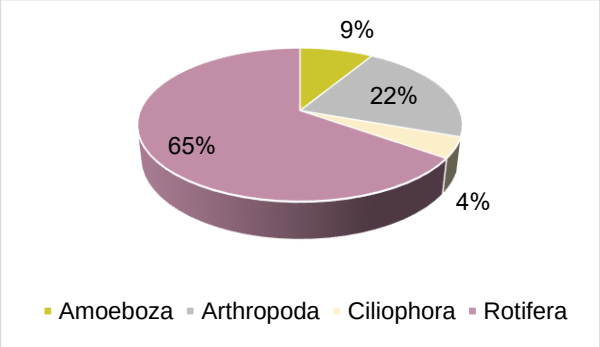
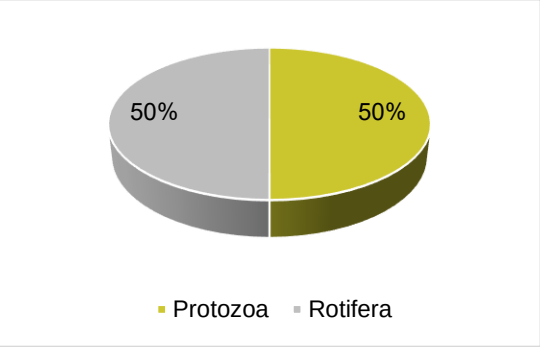


FIGURA 5.2-191 RIQUEZA ABSOLUTA A NIVEL DE PHYLUM DE ZOOPLANCTON EN LOS PUNTOS DE MUESTREO CAMPAÑA 2 - 2023



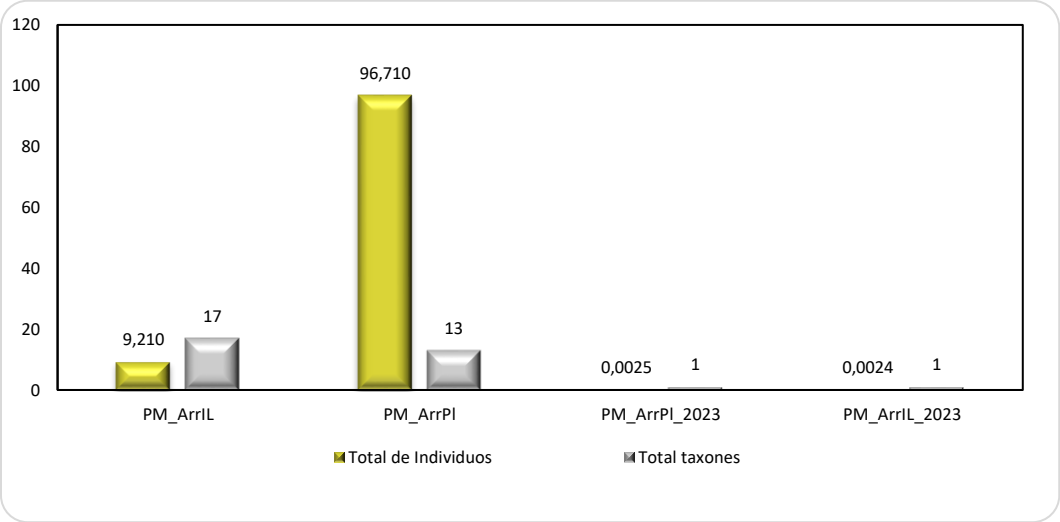
Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

El orden más frecuente fue Ploima, los cuales se reportaron en los cuerpos de agua del EIA-2020. Es uno de los órdenes más complejos, abundantes y ampliamente distribuidos Presentan gran capacidad de colonización de los sustratos que ofertan los ecosistemas, gracias a sus diferentes variaciones morfológicas Componente biológico relevante en la cadena trófica, ya que además se encuentran en habitas marinos y de agua dulce. (Orozco 1992).

En la **Figura 5.2-192** se encuentran los resultados de abundancia del zooplancton, para los dos cuerpos de agua evaluados en el área de influencia del proyecto, registrando un total de 105.925 individuos, de los cuales 105.92 Ind/ml, se registraron en el monitoreo realizado en el EIA del 2020, para la campaña 2 de 2023 se registraron 0.0049 Ind/ml.

En lo referente a la riqueza o variedad taxonómica, en total se reportaron 32 morfoespecies, el mayor número de morfoespecies fue registrado en el PM_ArrPI en el EIA del 2020, donde se reportaron en total 17 morfoespecies (véase **Figura 5.2-192**). Por otra parte, los menos diversos es el PM_ArrPl_2023 y PM_ArrIL_2023 en el cual se reportaron una (1) morfoespecie cada uno.

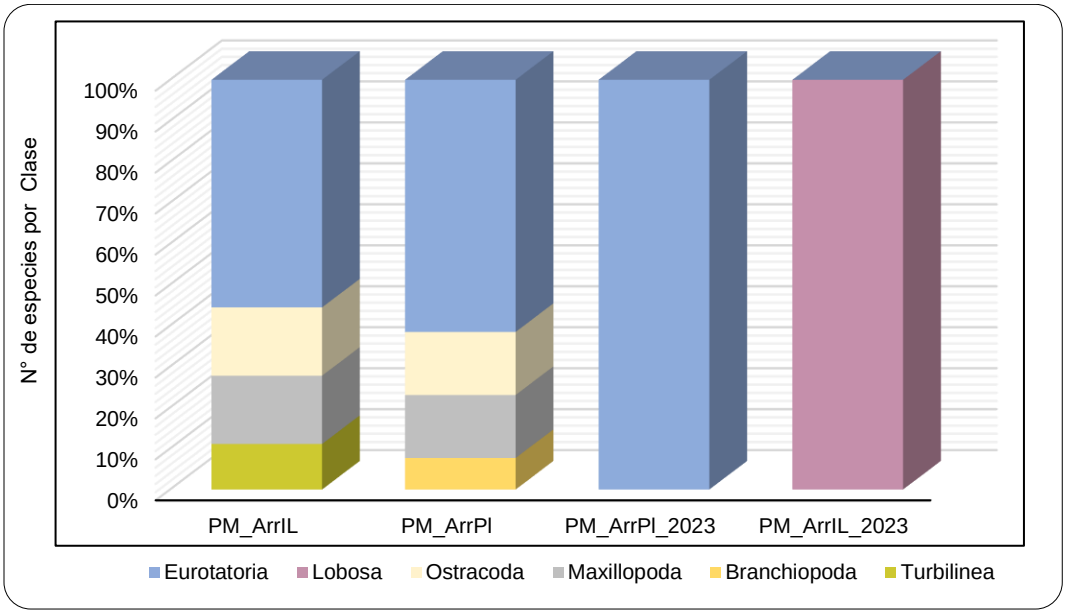
FIGURA 5.2-192 ABUNDANCIA Y RIQUEZA DE ZOOPLANCTON POR PUNTO Y ÉPOCA DE MUESTREO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

Detallando la distribución porcentual de las riquezas a nivel de clase en los sitios de monitoreo mencionados, en la **Figura 5.2-193** se evidencia que tres de los cuatro puntos de muestreo se reportó los Eurotatoria, siendo en PM_ArrPl del monitoreo de EIA 2020 el más representativo, con diez (10) especies. Las clases Maxillopoda y Ostracoda por su parte predominaron en los puntos de monitoreo del EIA 2020.

FIGURA 5.2-193 ABUNDANCIA RELATIVA A NIVEL DE PHYLUM DE LOS ZOOPLANCTON (%) POR PUNTO Y ÉPOCA DE MUESTREO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

La morfoespecie más abundante fue *Brachionus cf. calyciflorus*; mientras que *Centropyxis morfoespecie 1 y Lecane morfoespecie 1* fueron las menos representativas con 1 Ind/ml cada una (véase **Tabla 5.2-148**).

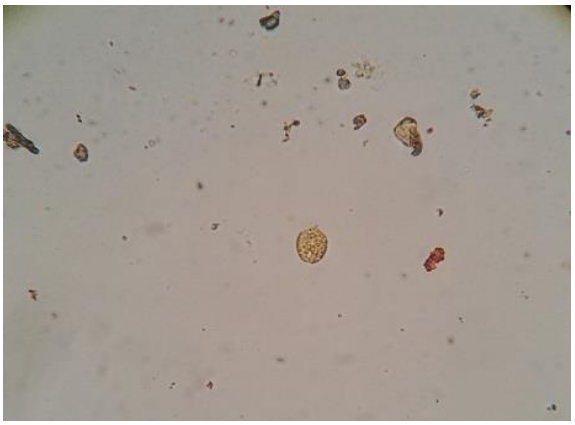
En términos de bioindicación la morfoespecie *Brachionus cf. calyciflorus*, que pertenece a la familia Brachionidae, es un grupo altamente diversificado de zooplancton, siendo reportadas en variedad de agua dulce, ríos, embalses y lagos poco profundos, entre perifiton y macrófitas, también de aguas costeras salobres, de hábitat temporal o permanente, en pantano, aguas eurihalinas. En especial, las larvas de esta familia ocupan diferentes hábitats a lo largo de los sistemas lóticos (Toscano, E., & Severino, R. 2013).

TABLA 5.2-148 ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS POR PUNTOS Y ÉPOCAS DE MUESTREO

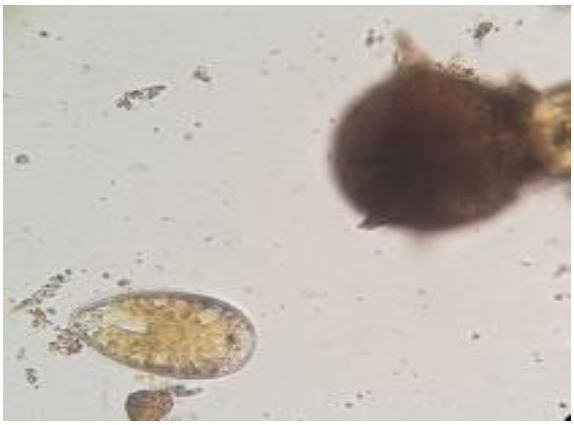
ESPECIE	EIA 2020		Campaña 2 - 2023		ABUNDANCIA ABSOLUTA
	PM_ArrIL	PM_ArrPl	PM_ArrPl_2023	PM_ArrIL_2023	
Arcella sp.	1.81	0.00	0.000	0.000	1.810
Centropyxis sp.	1.05	0.00	0.000	0.000	1.050
Moina sp.	0.00	1.14	0.000	0.000	1.140
Copepodito Cyclopoida s.i.	0.81	0.76	0.000	0.000	1.570
Harpaticoideos	0.14	0.00	0.000	0.000	0.140
Nauplios s.i.	1.57	2.85	0.000	0.000	4.420
Ostracodo s.i.	0.10	0.19	0.000	0.000	0.290
*Ciliados s.i**	0.000	4.750	0.000	0.000	4.750
Centropyxis morfoespecie 1	0.000	0.000	0.000	0.0024	0.002
*Bdelloideo s.i**	0.00	14.44	0.000	0.000	14.440
Testudinella patina	0.05	0.19	0.000	0.000	0.240
Brachionus cf. calyciflorus	0.00	47.69	0.000	0.000	47.690
Brachionus quadridentatus	0.00	22.61	0.000	0.000	22.610
Plationus patulus	0.10	0.00	0.000	0.000	0.100
Platyias sp.	0.00	0.19	0.000	0.000	0.190
Epiphanes senta	0.05	0.00	0.000	0.000	0.050
Itura sp.	0.29	0.00	0.000	0.000	0.290
Lecane amazónica	0.05	0.00	0.000	0.000	0.050
Lecane bulla	1.62	1.33	0.000	0.000	2.950
Lecane cornuta	0.52	0.38	0.000	0.000	0.900
Lecane curvicornis	0.14	0.19	0.000	0.000	0.330
Lecane leontina	0.48	0.00	0.000	0.000	0.480
Lecane morfoespecie 1	0.000	0.000	0.0025	0.000	0.003
Lecane papuana	0.33	0.00	0.000	0.000	0.330
Rotíferos s.i	0.10	0.00	0.000	0.000	0.100
Total individuos	**9.21**	**96.71**	**0.0025**	**0.0024**	**105.925**
Total Taxones	**17**	**13**	**1**	**1**	

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

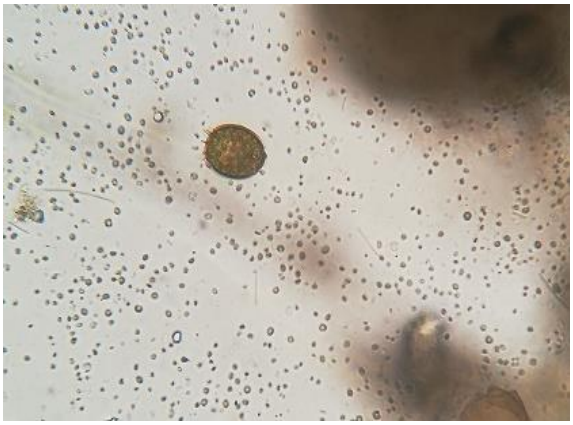
FOTOGRAFÍA 5.2-92 TAXONES MÁS REPRESENTATIVOS - FITOPLANCTON



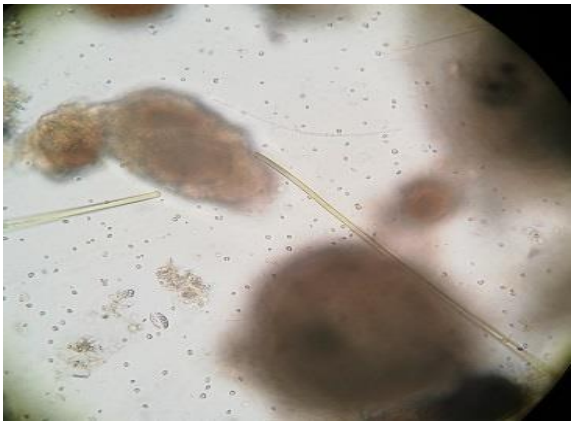
Phacus sp.



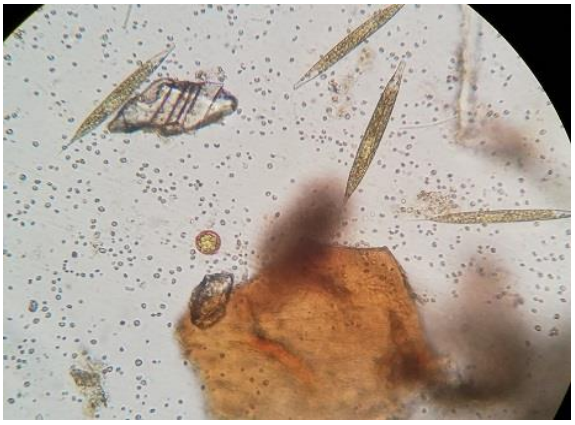
Surirella sp.



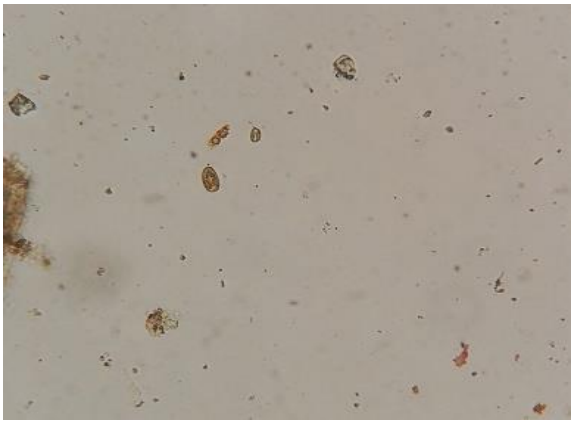
Trachelomonas sp.



Oscillatoria sp.



Lepocinclis sp.



Cryptomonas sp.

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Índices ecológicos

Los índices ecológicos constituyen herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones de las comunidades biológicas, las cuales junto con las condiciones fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas. Teniendo en cuenta que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario contar con más de cinco (5) especies (taxón) por comunidad, ya que, de acuerdo con las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de una especie de la población (Curtis *et al.* 2008). Atendiendo a este precepto los índices ecológicos para los puntos de Campaña 2-2023 no se pudieron calcular, ya que presentaron menos de cinco (5) morfoespecies.

Por lo tanto, se calcula los índices en los puntos monitoreados en el EIA-2020, donde la diversidad calculada a partir del índice de Shannon, obtuvo valores de bajo. Cabe mencionar que la presencia de esta comunidad está sujeta a diversos factores como lo es principalmente la entrada de luz pues se trata de organismos fotosintetizadores, de la rugosidad del sustrato y de la velocidad de la corriente, factores que influyeron en el bajo número de organismos.

En cuanto a la equitabilidad, obtuvo valores altos en los puntos monitoreados PM_ArrIL y medios en PM_ArrPl; lo que indica una distribución homogénea de las abundancias en el ensamblaje. La dominancia de Simpson fue baja y congruente con el índice de equitatividad. El índice de Margalef por su parte obtuvo valores bajos en el punto PM_ArrPl y alto PM_ArrIL, el cual registra la mayor variedad de especies, (véase **Tabla 5.2-149**).

TABLA 5.2-149 ÍNDICES ECOLÓGICOS OBTENIDOS DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON COLECTADO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

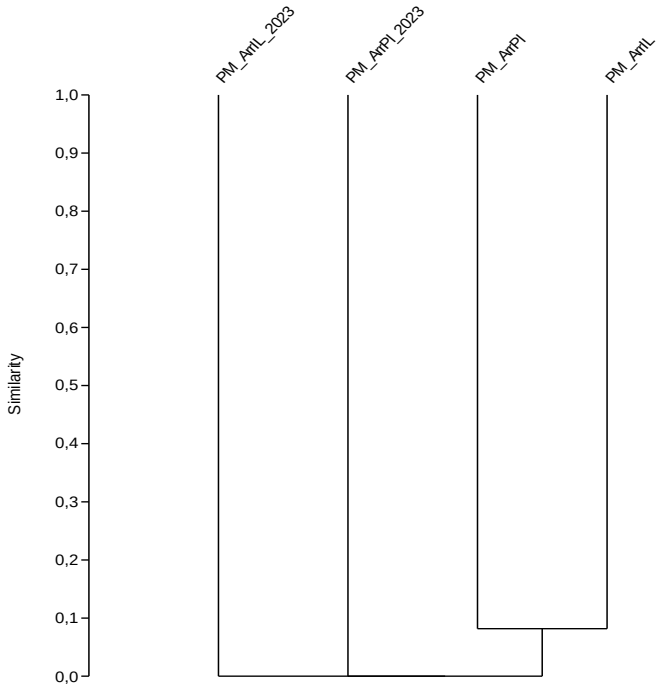
Punto de monitoreo	Taxa_S	Individuos	Dominancia_D	Margalef	Shannon_H	Equitability_J
PM_ArrIL	17	9.21	0.1284	7.206	2.292	0.8091
PM_ArrPl	13	96.71	0.3238	2.625	1.444	0.5631

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Similitud de Bray – Curtis

Los valores encontrados a través de la prueba de Bray-Curtis muestran que no hay semejanza en la composición del zooplancton entre los dos cuerpos de agua ni entre épocas del año muestreados en la campaña 2 -2023 (véase **Figura 5.2-194**), esto debido a que en cada punto se reportaron morfoespecies diferentes. Una de las posibles causas son las condiciones hidrodinámicas de los dos cuerpos lo que afecta directamente la distribución de las comunidades de zooplancton y su permanencia a través de los periodos hidro climáticos. Mientras que en el EIA-2020 se reporta una similaridad de 0.08176 entre los dos cuerpos de agua monitoreados.

FIGURA 5.2-194 SIMILITUD DE BRAY – CURTIS DE LOS ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LOS POR PUNTOS Y ÉPOCAS DE MUESTREO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Peces

Los peces como tal son un gran grupo de organismos dependientes del medio acuático (salada o dulce), que cumplen con la característica de ser ectotermos (o de sangre fría, dependiente del medio para calentarse) y de contar con branquias, escamas y aletas, en algunos casos ausentes. En sí, el linaje de los peces es tan antiguo que se remonta al período devónico, aproximadamente hace 300 millones de años. Esto ha generado que los peces sean los vertebrados más numerosos en la actualidad y, por lo tanto, un grupo muy heterogéneo con inmensa variedad de formas, tamaños, características y demás (Mediana I., Medina I. y Noriega G, 2021).

- Composición taxonómica

El muestreo hidrobiológico, registró una comunidad de peces, que estuvo conformada por 19 morfoespecies distribuidas en 11 familias, cuatro (4) órdenes y uno (1) clases taxonómicas, pertenecientes al phyllum Chordata (véase **Tabla 5.2-150**). Siendo los cordatas los que contienen mayor número de invertebrados sino a los hemicordados, cefalocordados y tunicado, los cuales habitan en gran número en diferentes cuerpos de agua (Guerrero R. & González K. 2012).

TABLA 5.2-150 COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DE PECES. ANÁLISIS MULTITEMPORAL

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Chordata	Actinopterygii	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Poecilia morfoespecie 1*	
				Poecilia sp.	Gupy
			Rivulidae	*Rivulus sp.*	Gupy
		Perciformes	Cichlidae	*Andinoacara latifrons*	Mula, mojarra
			Osphronemidae	*Trichopodus pectoralis*	Barbona
			Gobiidae	*Gobius sp.*	-
		Characiformes	Characidae	*Astyanax fasciatus*	Sardina
				Astyanax magdalenae	Sardina
				Astyanax sp 1.	Sardina
				Astyanax sp 2.	Sardina
			Ctenolucidae	*Ctenolucius hujeta*	Agujeta
			Curimatidae	*Cyphocharax magdalenae*	Viejito
		Siluriformes	Callichthyidae	*Hoplosternum magdalenae*	Chipe
			Heptapteridae	*Rhamdia guatemalensis*	Liso
			Loricariidae	*Rineloricaria magdalenae*	Alcalde
				Hypostomus hondae	Guacuco
1	1	4	11	19	

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

Respecto a la composición y distribución a nivel de phylum, en la **Figura 5.2-195** y la **Figura 5.2-196**, se observa que los Chordata son los que registran mayor número de morfoespecies, en el EIA-2020, mientras que en la Campaña 2-2023 se reportó una sola especie del phylum Cyprinodontiformes.

FIGURA 5.2-195 RIQUEZA ABSOLUTA A NIVEL DE PHYLUM DE PECES EN LOS PUNTOS DE MUESTREO EIA 2020

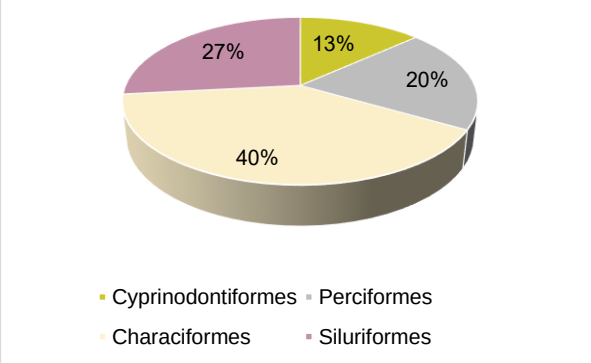
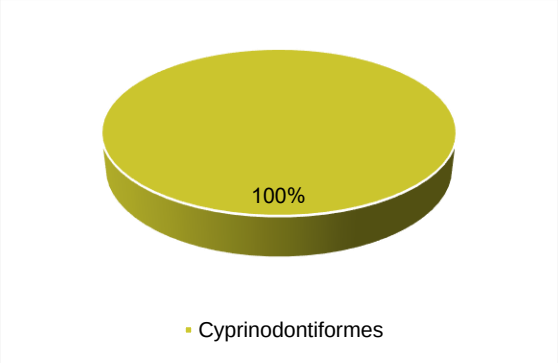


FIGURA 5.2-196 RIQUEZA ABSOLUTA A NIVEL DE PHYLUM DE PECES EN LOS PUNTOS DE MUESTREO CAMPAÑA 2 - 2023

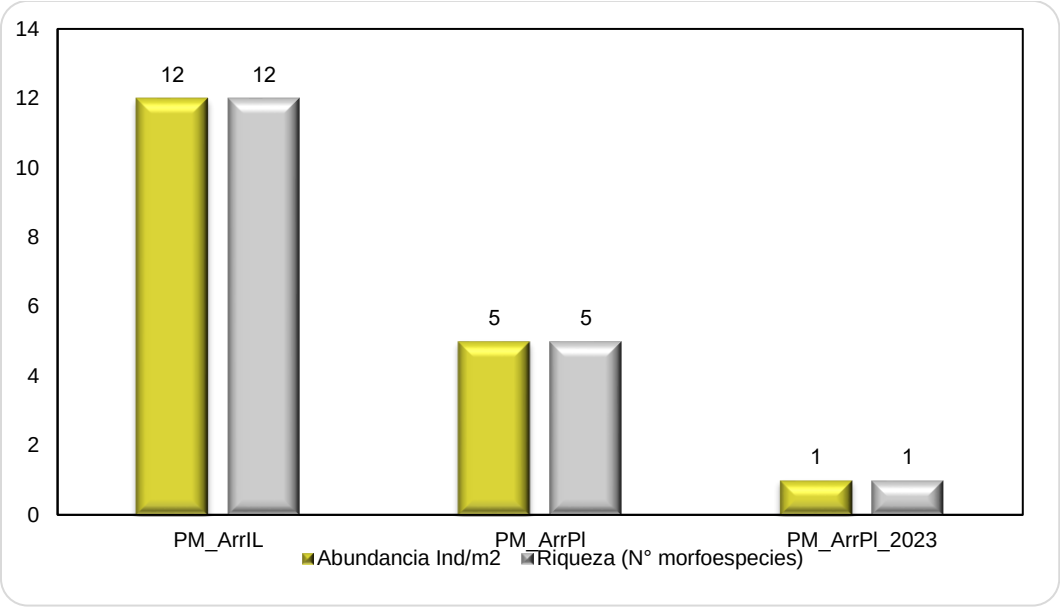


Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

El orden con más especies fue Characiformes, los cuales se reportaron en los cuerpos de agua del EIA-2020. Es uno de los órdenes más complejos, abundantes y ampliamente distribuidos, presentan gran capacidad de colonización de los sustratos que ofertan los ecosistemas, gracias a sus diferentes variaciones morfológicas (Rivero A. & López H. 2013).

En la **Figura 5.2-197** y **Tabla 5.2-151** se encuentran los resultados de abundancia y riqueza de los peces, para los tres cuerpos de agua evaluados en el área de influencia del proyecto, registrando un total de 18 individuos, de los cuales 17 individuos, se registraron en el monitoreo realizado en el EIA del 2020, para la campaña 2 de 2023 se registró un individuo.

FIGURA 5.2-197 ABUNDANCIA Y RIQUEZA DE PECES POR PUNTO Y ÉPOCA DE MUESTREO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

TABLA 5.2-151 ABUNDANCIA DE LAS MORFOESPECIES DE PECES REGISTRADOS POR PUNTOS Y ÉPOCAS DE MUESTREO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	EIA 2020		CAMPAÑA 2 - 2023	ABUNDANCIA ABSOLUTA
		PM_ArrIL	PM_ArrPl	PM_ArrPl_2023	
Poecilia morfoespecie 1		0	0	1	1,00
Poecilia sp.	Gupy	1	1	0	2,00
Rivulus sp.	Gupy	1	0	0	1,00
Andinoacara latifrons	Mula, mojarra	1	0	0	1,00
Trichopodus pectoralis	Barbona	1	0	0	1,00
Gobius sp.	-	1	0	0	1,00
Astyanax fasciatus	Sardina	1	0	0	1,00
Astyanax magdalenae	Sardina	1	0	0	1,00
Astyanax sp 1.	Sardina	1	0	0	1,00
Astyanax sp 2.	Sardina	1	0	0	1,00
Ctenolucius hujeta	Agujeta	0	1	0	1,00
Cyphocharax magdalenae	Viejito	1	0	0	1,00
Hoplosternum magdalenae	Chipe	0	1	0	1,00
Rhamdia guatemalensis	Liso	0	1	0	1,00
Rineloricaria magdalenae	Alcalde	1	0	0	1,00
Hypostomus hondae	Guacuco	1	1	0	2,00
Total de Individuos	**10**	**12**	**5**	**1**	

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Índices ecológicos

Los índices ecológicos constituyen herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones de las comunidades biológicas, las cuales junto con las condiciones fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas. Teniendo en cuenta que uno de sus objetivos es determinar la diversidad de las comunidades, para calcularlos es necesario contar con más de cinco (5) especies (taxón) por comunidad, ya que, de acuerdo con las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de una especie de la población (Curtis *et al.* 2008). Atendiendo a este precepto los índices ecológicos para los puntos de Campaña 2-2023 no se pudieron calcular, ya que presentaron menos de cinco (5) morfoespecies.

Por lo tanto, se calcula los índices en los puntos monitoreados en el EIA-2020, donde la diversidad calculada a partir del índice de Shannon, obtuvo valores de bajo. Cabe mencionar que la presencia de esta comunidad está sujeta a diversos factores como lo es principalmente de la rugosidad del sustrato y de la velocidad de la corriente, factores que influyeron en el bajo número de organismos.

En cuanto a la equitabilidad, obtuvo valores altos en los puntos monitoreados; lo que indica una distribución homogénea de las abundancias en el ensamblaje. La dominancia de Simpson fue baja y congruente con el índice de equitatividad. El índice de Margalef por su parte obtuvo valores bajos en los puntos de monitoreos (véase **Tabla 5.2-152**).

TABLA 5.2-152 ÍNDICES ECOLÓGICOS OBTENIDOS DE LA COMUNIDAD DE PECES COLECTADO EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

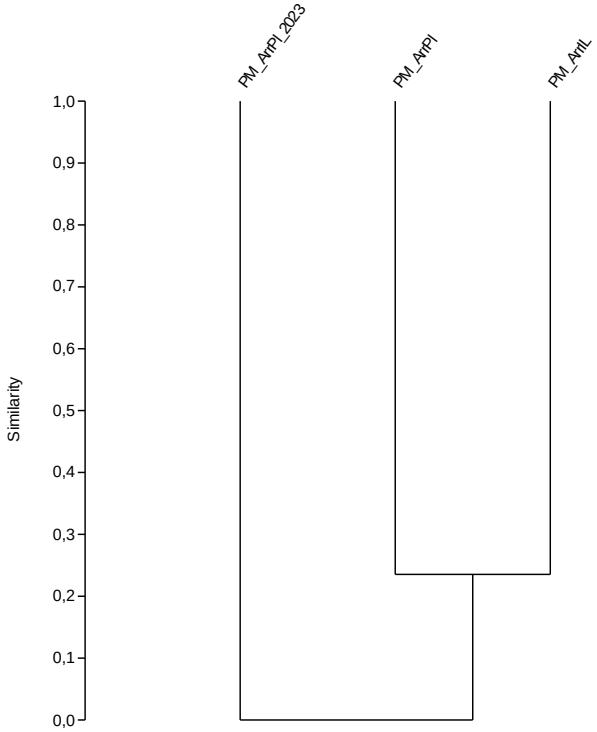
Punto de monitoreo	Taxa_S	Individuos	Dominancia_D	Shannon_H	Margalef	Equitability_J
PM_ArrIL	12	12	0,08333	2.485	4.427	1
PM_ArrPl	5	5	0,2	1.609	2.485	1

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Similitud de Bray – Curtis

Los valores encontrados a través de la prueba de Bray-Curtis muestran que no hay semejanza en la composición de los peces entre los dos cuerpos de agua ni entre épocas del año muestreados en la campaña 2 -2023 (véase **Figura 5.2-198**), esto debido a que en cada punto se reportaron morfoespecies diferentes. Una de las posibles causas son las condiciones hidrodinámicas de los dos cuerpos lo que afecta directamente la distribución de las comunidades de peces y su permanencia a través de los periodos hidro climáticos. Mientras que en el EIA-2020 se reporta una similaridad de 0.2352 entre los dos cuerpos de agua monitoreados.

FIGURA 5.2-198 SIMILITUD DE BRAY – CURTIS DE LOS PECES REGISTRADOS EN LOS POR PUNTOS Y ÉPOCAS DE MUESTREO



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Categoría de Amenaza

Para la fauna íctica identificada en los puntos monitoreados, la **Tabla 5.2-153** presenta la clasificación de las diferentes especies registradas, de acuerdo con su hábito alimenticio, el tipo de uso y la condición de amenaza, conforme con lo reportado a nivel Nacional por el Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica, et al., 2002) y la Resolución 1912 del 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y a nivel Global por lo estipulado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 1-2023) y la Convención Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES), en los tres apéndices publicados.

Dentro de todas las especies identificadas, no se reportaron especies en ninguna categoría de amenaza. De acuerdo con el hábito alimenticio, se identificó a la omnívora como el principal gremio trófico, donde los peces de la familia Characidae fueron sus principales representantes.

TABLA 5.2-153 CATEGORÍA DE AMENAZA Y GREMIOS TRÓFICOS DE LOS PECES REPORTADOS EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍAS DE AMENAZA				DIETA				USOS	
		RES	LIBRO	REDLIST	CITES	OMN	CAR	INS	DET	ORN	CON
		1912/2017	ROJO	UICN							
ORDEN: CYPRINODONTIFORMES											
FAMILIA: POECILIIDAE											
Poecilia morfoespecie 1	-	---	---	---	---	---	X	X	---	X	---
Poecilia sp.	Gupy	---	---	---	---	---	X	X	---	X	---
FAMILIA: RIVULIDAE											
Rivulus sp.	Gupy	---	---	---	---	---	---	X	---	---	X
ORDEN: PERCIFORMES											
FAMILIA: CICHLIDAE											
Andinoacara latifrons	Mula, mojarra	---	---	LC	---	X	---	X	---	---	---
FAMILIA: OSPHRONEMIDAE											
Trichopodus pectoralis	Barbona	---	---	LC	---	X	---	X	---	X	X
FAMILIA: GOBIIDAE											
Gobius sp.	-	---	---	---	---	X	---	---	---	X	---
ORDEN: CHARACIFORMES											
FAMILIA: CHARACIDAE											
Astyanax fasciatus	Sardina	---	---	---	---	X	X	---	---	---	X
Astyanax magdalenae	Sardina	---	---	---	---	X	---	X	---	---	X
Astyanax sp 1.	Sardina	---	---	---	---	X	---	X	---	---	X
Astyanax sp 2.	Sardina	---	---	---	---	X	---	X	---	---	X
FAMILIA: CTENOLUCIDAE											
Ctenolucius hujeta	Agujeta	---	---	---	---	X	---	---	---	X	---
FAMILIA: CURIMATIDAE											
Cyphocharax magdalenae	Viejito	---	---	LC	---	X	---	---	---	X	---
ORDEN: SILURIFORMES											
FAMILIA: CALLICHTHYIDAE											
Hoplosternum magdalenae	Chipe	---	---	LC	---	---	X	---	---	X	---
FAMILIA: HEPTAPTERIDAE											
Rhamdia guatemalensis	Liso	---	---	LC	---	---	X	---	---	X	X
FAMILIA: LORICARIIDAE											
Rineloricaria magdalenae	Alcalde	---	---	---	---	X	---	---	---	X	---
Hypostomus hondae	Guacuco	---	---	---	---	---	---	---	X	---	X

Categorías de Amenaza (Mojica et al. 2012): Casi Amenazada (**NT**), En Peligro (**EN**), Vulnerable (**VU**), Peligro Crítico (**CR**), No evaluado

(**NE**); **Usos**: especies de Consumo (Lasso et al. 2011); Ornamentales (Ajiaco-Martínez *et al.,* 2012 y resolución del INCODER N° 3532 de 2007); **Dieta: OMN:** Omnívoro, **CAR:** Carnívoro, **DET:** Detritívoro, **INS:** Insectívoro.

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

FOTOGRAFÍA 5.2-93 ESPECIES ASOCIADAS AL ARROYO PLATANAL E ISABEL LÓPEZ, DURANTE EL MUESTREO REALIZADO



Andinoacara latifrons



Astyanax fasciatus



Astyanax magdalenae



Ctenolucius hujeta



Cyphocharax magdalenae



Hoplosternum magdalenae



Rhamdia guatemalensis



Rineloricaria magdalenae



Hypostomus hondae



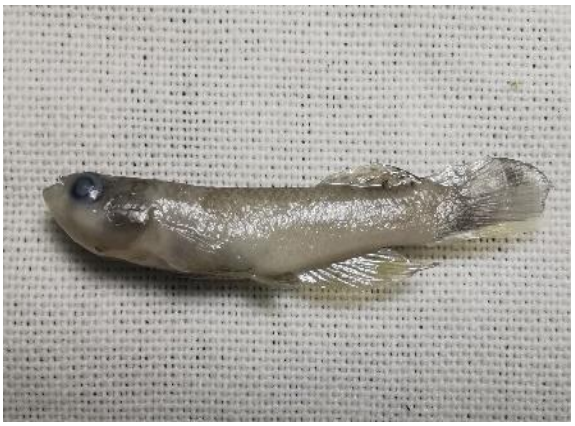
Rivulus sp.



Rivulus sp.



Trichopodus pectoralis



Gobius sp.



Astyanax sp 1.

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023

- Macrofitas

Las plantas acuáticas, denominadas también macrófitas, cumplen un papel muy importante en los ecosistemas acuáticos. Las macrófitas son plantas de ciclo de vida corto que crecen cubriendo gran parte de los márgenes de ríos y ciénagas y los playones de estiaje. También pueden cubrir parte del espejo de agua en las ciénagas (macrófitas flotantes) o crecer bajo la superficie del agua (macrófitas sumergidas). Estas plantas utilizan los nutrientes y sedimentos transportados por el río, que de otra manera serían difícilmente asimilables, incorporándolos en las cadenas alimenticias de los organismos acuáticos contribuyendo así, a mantener la productividad de las ciénagas y ríos (Rook 2002).

En los (2) dos cuerpos de agua monitoreados en las dos épocas, no se reportan macrófitas.

5.2.2.3.14 Conclusiones

➢ **Macroinvertebrados Bentónicos**

- La comunidad de Macroinvertebrados estuvo representada por un total de 12 morfoespecies diferentes. Dentro de las familias que fueron identificadas dentro de la comunidad de macroinvertebrados se registraron organismos asociados con aguas contaminadas o muy contaminadas, cuya presencia puede corresponder con los procesos la presencia de materia orgánica en el cuerpo de agua.
- Respecto a la composición y distribución a nivel de orden, se observa que los Dípteros son los que registran mayores abundancias. Debido a que son los insectos más ampliamente distribuidos y, frecuentemente, los más abundantes en aguas continentales; son de gran importancia en la colonización de cuerpos de agua y juegan un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos como eslabones en la red trófica; al consumir principalmente materia orgánica particulada, algas, hongos, invertebrados acuáticos y restos de animales.

- La calificación establecida por el índice BMWP/col indico que las familias reportadas en los puntos monitoreados tienen valores bajos en el índice, debido a que tienen altos niveles de tolerancia a contaminantes y son abundantes en cuerpos de agua, con altos niveles de materia orgánica, bajas concentraciones de oxígeno y conductividades altas. Razón por lo cual, sus aguas reportan una calidad que va de dudosa a critica.
- En cuanto a los índices ecológicos, se establece que la comunidad analizada puede considerarse de variada a moderadamente variada y diversa en las dos épocas monitoreadas. Los valores calculados para el índice de uniformidad de Pielou, indicaron una baja distribución uniforme de las abundancias dentro de las diferentes morfoespecies determinadas. Esta misma condición también se vio reflejada en los valores obtenidos por el índice de dominancia de Simpson, lo que indica dominancia de algunas morfoespecies especialmente de *Hyalella* y *Pisidium.*

➢ **Perifitón**

- La comunidad de perifitón estuvo representada por un total de 16 morfoespecies diferentes. Dentro de las familias de encontraron tanto morfoespecies indicadoras de aguas limpias como de moderada y alta presencia de materia orgánica en descomposición, pasando por algas indicadoras de condiciones desde oligo hasta eutróficas y aguas ácidas.
- En lo referente a la abundancia y riqueza del perifiton, se observan variaciones entre los puntos y períodos de muestreos, indicando en general diferencias significativas en cuanto a los valores del número de individuos. Para el punto OC-20 AA reportaron las mayores abundancias y el OVP-37 presento la mayor diversidad de especies. De las cuales *Eunotia morfoespecie 1*, registro el mayor número de individuos. Este género se caracteriza por tener afinidad a aguas orgánicamente contaminadas, ricas en nutrientes y pobres en oxígeno, lo que los hace ser tolerantes a medios contaminados
- Adicionalmente, se puede indicar que la comunidad perifítica es variada e igualmente poco diversa, indicando así que las condiciones de los puntos de monitoreo permiten poco desarrollo de algunas comunidades perifíticas. En cuanto a la equitabilidad, obtuvo valores altos; lo que indica una distribución homogénea de las abundancias en el ensamblaje. La dominancia de Simpson fue baja y congruente con el índice de equitatividad, exceptuando en P-3, donde se registra una alta dominancia de *Lepocinclis morfoespecie 1*.

➢ **Fitoplancton**

- La comunidad del Fitoplancton estuvo representada por un total de nueve (9) morfoespecies pertenecientes a tres (3) clases taxonómicas y tres (3) phylum. A nivel de la bioindicación, se presenta una situación similar a la del perifiton, con una la presencia de una comunidad compuesta por algas tanto indicadoras de aguas limpias o poco contaminadas, como otras más resistentes a una moderada o alta contaminación, reflejando además un amplio rango trófico, una condición predominantemente ácida y baja mineralización en el agua.
- La división Bacillariophyta es el predominante, registrando mayor número de especies, siendo este grupo de algas se encuentra conformado por las diatomeas, que tienen un papel importante dentro de los ecosistemas ya que son organismos autótrofos y de ellos

depende el desarrollo y establecimiento de otros niveles tróficos, además de ser alimento para otros organismos como los macroinvertebrados bentónicos.

➢ **Zooplancton**

- El Zooplancton, estuvo representada por un total de cuatro (4) morfoespecies pertenecientes a cuatro (4) clases taxonómicas y tres (3) divisiones. Dentro de los organismos registrados se encontraron principalmente indicadores de una condición eutrófica en el agua y procesos de descomposición orgánica, no es posible asegurar que este sea el estado ecológico de los sistemas caracterizados, ya que la representatividad de la comunidad es baja.
- El phylum Protozoa registra el mayor número de especies, seguida de Nematoda y Rotifera. Dichos valores observados se pueden fundamentar debido principalmente a las características ambientales propias de las estaciones de monitoreo, como fueron la disponibilidad de hábitats por parte de la vegetación ribera, corriente de agua menos torrentosa, así como la variabilidad de sustrato que pudo influir en la presencia no solo de este phyllum sino de todos los reportados en el muestreo.

➢ **Macrófitas**

- Las Macrófitas, estuvieron representada por un total de cuatro (4) morfoespecies pertenecientes a una (1) clase taxonómica y a la división Tracheophyta. la mayoría son plantas herbáceas, de pequeño porte.
- La morfoespecie de mayor cobertura fue *Hymenachne morfoespecie 1*, registrada en OC-20 AA y OC-20 AB. Las especies identificadas y en especial la perteneciente al grupo de la clase Liliopsida habitan zonas saturadas de agua, además suelen ocupar las áreas de transición entre el medio acuático y terrestre

➢ **Peces**

- La fauna íctica, en los puntos monitoreados en las dos épocas de muestreo, no fue posible la colecta de ninguna especie de pez, aun realizando el esfuerzo de muestreo establecido en los protocolos de muestreo.

➢ **Análisis Multitemporal del componente hidrobiológico del arroyo Platanal y arroyo Isabel López, tomando como resultados, los informes del EIA de 2019 y Campaña 2 de julio de 2023**

- Macroinvertebrados Bentónicos

- La comunidad de Macroinvertebrados Acuáticos estuvo representada por un total de 18 morfoespecies diferentes. Dentro de las familias que fueron identificadas dentro de la comunidad de macroinvertebrados se registraron organismos representantes de diferentes grados de bioindicación, pero son predominantes los comúnmente asociados con aguas contaminadas o muy contaminadas, cuya presencia puede corresponder con los procesos la presencia de materia orgánica en los cuerpos de agua.
- Respecto a la composición y distribución a nivel de orden, se observa que los dípteros, los cuales se reportaron en todos los cuerpos de agua en las dos épocas monitoreadas. Es uno de los órdenes más complejos, abundantes y ampliamente distribuidos Presentan gran capacidad de colonización de los sustratos que ofertan los ecosistemas,

gracias a sus diferentes variaciones morfológicas Componente biológico relevante en la cadena trófica, ya que además de ser parte de la dieta de una biota acuática, ayudan al reciclaje de nutrientes sedimentados y la transformación de la materia orgánica de los fondos mediante los movimientos ondulatorios de sus cuerpos.

- La calificación establecida por el índice BMWP/col indico que las familias reportadas en los puntos monitoreados tienen valores bajos en el índice, debido a que tienen altos niveles de tolerancia a contaminantes y son abundantes en cuerpos de agua, con altos niveles de materia orgánica, bajas concentraciones de oxígeno y conductividades altas. Razón por lo cual, sus aguas reportan una calidad que va de dudosa a critica.
- Los valores encontrados a través de la prueba de Bray-Curtis muestran que no hay semejanza en la composición de los macroinvertebrados bentónicos entre los dos cuerpos de agua ni entre épocas del año muestreados, esto debido a que en cada punto se reportaron morfoespecies diferentes. Una de las posibles causas son las condiciones hidrodinámicas de los dos cuerpos lo que afecta directamente la distribución de las comunidades bentónicas y su permanencia a través de los periodos hidro climáticos.

  - Perifitón

- La comunidad de perifitón estuvo representada por un total de 30 morfoespecies diferentes. Dentro de las familias de encontraron morfoespecies principalmente de aguas contaminadas con alta presencia de materia orgánica en descomposición, pasando por algas indicadoras de condiciones desde oligo hasta eutróficas.
- En lo referente a la distribución y composición algal a nivel de división en los puntos de monitoreo ubicados sobre los diferentes cuerpos de agua evaluados, se observa que el phylum Bacillariophyta es el más representativo en las dos épocas monitoreadas, este grupo está conformado por las diatomeas, que tienen un papel importante dentro de los ecosistemas, ya que son organismos autótrofos y de ellos depende el desarrollo y establecimiento de otros niveles tróficos, además de ser alimento para otros organismos como los macroinvertebrados bentónicos
- Adicionalmente, se puede indicar que la comunidad perifítica es poco variada e igualmente poco diversa, lo cual quiere decir que el número de taxones tendió a ser bajo en función de la abundancia de organismos reportada estos cuerpos de agua. La diversidad de Shannon presentó un comportamiento similar al de la riqueza, manifestó una condición poco diversa para el perifiton. En cuanto a la equitabilidad, obtuvo valores de medios a altos; lo que indica una distribución homogénea de las abundancias en el ensamblaje. La dominancia de Simpson fue congruente con el índice de equitatividad.
- En cuanto al análisis de similitud se evidencia que la composición de las algas perifticas es diferente entre las dos épocas monitoreadas, donde se ve una marcada ramificación en dos grupos con 0% de similitud. Siendo los monitoreos durante la campaña 2, los más similares con el 25%. Lo que indica que la variación climática presente en la zona es un factor determinante en la presencia de diferentes morfoespecies de algas perifíticas.

- Fitoplancton

- La comunidad del Fitoplancton estuvo representada por un total de 31 morfoespecies pertenecientes a ocho (8) clases taxonómicas y seis (6) phylum. A nivel de la bioindicación, se presenta organismos registrados se encontraron principalmente indicadores de una condición eutrófica en el agua y procesos de descomposición orgánica.
- La división Bacillariophyta es el predominante, registrando mayor número de especies, son los que registran mayor número de morfoespecies en los puntos monitoreados. Esta dominancia de Bacillariophyta se encuentra explicada por que juegan un papel fundamental en las cadenas tróficas pelágicas. Predominando en aguas dulceacuícolas y las centrales, con simetría radial y generalmente marinas. Principalmente al ser organismos fotosintéticos más abundantes (junto con los dinoflagelados).

- Zooplancton

- El Zooplancton, estuvo representada por un total de 25 morfoespecies pertenecientes a seis (6) clases taxonómicas y cinco (5) divisiones. Dentro de los organismos registrados se encontraron principalmente indicadores de una condición eutrófica en el agua y procesos de descomposición orgánica.
- El phylum de rotíferos son los que registran mayor número de morfoespecies, esta dominancia se debe a que juegan un papel fundamental en las cadenas tróficas pelágicas. Son un eslabón entre el fitoplancton y los consumidores secundarios, pero su importancia se acrecienta porque pueden transferir materia y energía desde bacterias y partículas detríticas de pequeño tamaño, que son recursos no utilizables por otros organismos planctónicos.
- En cuanto al análisis de similitud se evidencia que no hay semejanza en la composición del zooplancton entre los dos cuerpos de agua ni entre épocas del año muestreados en la campaña 2 -2023, esto debido a que en cada punto se reportaron morfoespecies diferentes. Una de las posibles causas son las condiciones hidrodinámicas de los dos cuerpos lo que afecta directamente la distribución de las comunidades de zooplancton y su permanencia a través de los periodos hidro climáticos. Mientras que en el EIA-2020 se reporta una similaridad de 0.08176 entre los dos cuerpos de agua monitoreados.

- Peces

- Los peces, estuvieron representada por un total de 19 morfoespecies pertenecientes a una (1) clase taxonómica y al phyllum Chordata. Siendo los cordatas los que contienen mayor número de invertebrados sino a los hemicordados, cefalocordados y tunicado, los cuales habitan en gran número en diferentes cuerpos de agua.
- El orden con más especies fue Characiformes, los cuales se reportaron en los cuerpos de agua del EIA-2020. Es uno de los órdenes más complejos, abundantes y ampliamente distribuidos, presentan gran capacidad de colonización de los sustratos que ofertan los ecosistemas, gracias a sus diferentes variaciones morfológicas.

- Los valores encontrados en la prueba de Bray-Curtis muestran que no hay semejanza en la composición de los peces entre los dos cuerpos de agua ni entre épocas del año muestreados en la campaña 2 -2023, esto debido a que en cada punto se reportaron morfoespecies diferentes. Una de las posibles causas son las condiciones hidrodinámicas de los dos cuerpos lo que afecta directamente la distribución de las comunidades de peces y su permanencia a través de los periodos hidro climáticos. Mientras que en el EIA-2020 se reporta una similaridad de 0.2352 entre los dos cuerpos de agua monitoreados.
- Dentro de todas las especies identificadas, no se reportaron especies en ninguna categoría de amenaza. De acuerdo con el hábito alimenticio, se identificó a la omnívora como el principal gremio trófico, donde los peces de la familia Characidae fueron sus principales representantes

5.2.2.4 Ecosistemas estratégicos, sensibles y áreas naturales protegidas

5.2.2.4.1 Ecosistemas estratégicos o sensibles de orden nacional

Para evaluar la existencia de ecosistemas estratégicos, sensibles y áreas protegidas dentro del área de impacto del proyecto, se solicitó la opinión de las correspondientes Autoridades Ambientales a nivel nacional, las cuales se detallan a continuación:

Por medio de oficio radicado bajo el número 20234600078472 del 20 de junio de 2023, dirigido al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), se realizó la solicitud formal respecto a la certificación de superposición del Proyecto "Atlántico Photovoltaic junto a su línea de evacuación de 500 kV" con áreas como Parques Nacionales Naturales, Áreas de Reserva, Áreas Protegidas y otros Ecosistemas Estratégicos relevantes dentro del área de influencia del proyecto.

Es importante mencionar que el proyecto "Atlántico Photovoltaic junto a su línea de evacuación de 500 kV", se ubica específicamente en los municipios de Sabanalarga, Usiacurí e Isabel López en el departamento del Atlántico. El análisis de superposición fue realizado bajo la autoridad de la entidad Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC) que coordina el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) y de acuerdo con las regulaciones estipuladas en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible No. 1076 del 2015 y el Decreto Ley 3572 de 2011, dió respuesta mediante oficio con Radicado No.: 20232400638111 del 4 de julio de 2023, el resultado obtenido a partir de este proceso de análisis espacial indicó que el Proyecto "Atlántico Photovoltaic junto a su línea de evacuación de 500 kV" no se superpone con ninguna de las áreas protegidas o ecosistemas estratégicos. Específicamente, no presenta traslape con Parques Nacionales Naturales, zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables declaradas por la Resolución 1628 de 2015 (prorrogada por las Resoluciones 1310 de 2017, 1433 de 2018, 960 de 2019 y 708 de 2021), Reservas Naturales de la Sociedad Civil, ni con otras categorías pertenecientes al SINAP. (ver **Anexo_1. Comunicaciones EIA 2023/1.1_Gestión Institucional Nacional/1.1.1 Oficios y 1-2_Gestión Regional/Comunicación oficial enviada 004139-2023**.

Por tanto, se concluye que el Proyecto "Atlántico Photovoltaic junto a su línea de evacuación de 500 kV", de acuerdo con el análisis llevado a cabo, respeta las directrices de SINAP y RUNAP y no interfiere con áreas protegidas o ecosistemas estratégicos identificados.

Adicionalmente, se realizó la consulta a la Asociación Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR) sobre la presencia de reservas naturales de carácter privado registradas o en proceso de registro en la asociación y que presenten superposición con el área de influencia. Dicha entidad mediante comunicación enviada el 30 de junio de 2023 informa que no hay registro de Reservan Naturales de la Sociedad Civil en el municipio. (ver **Anexo_1. Comunicaciones/Comunicaciones EIA 2023/1.1_Gestión Institucional Nacional/1.1.1 Oficios)**.

5.2.2.4.2 Mapa de humedales

En Colombia, la Convención Ramsar fue ratificada a través de la Ley 357 de 1997, reconociendo así la importancia de los humedales como ecosistemas fundamentales en diversas escalas temporales y geográficas. Se destaca su integridad ecológica, biodiversidad, procesos ecológicos, preservación de la biota y los servicios ecosistémicos. Por lo tanto, se los considera ecosistemas estratégicos que necesitan un adecuado plan de manejo y técnicas para su preservación.

Dentro del área de influencia del proyecto no se identificaron humedales en categoría RAMSAR.

5.2.2.4.3 Áreas de interés científico o con prioridades de conservación

El documento CONPES 3680 establece las directrices políticas esenciales para fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), promoviendo la protección de la biodiversidad al analizarla con un pilar fundamental para el desarrollo del país, que genera beneficios ambientales y promueve la conservación de los espacios naturales vitales para mantener la diversidad cultural existente en la nación.

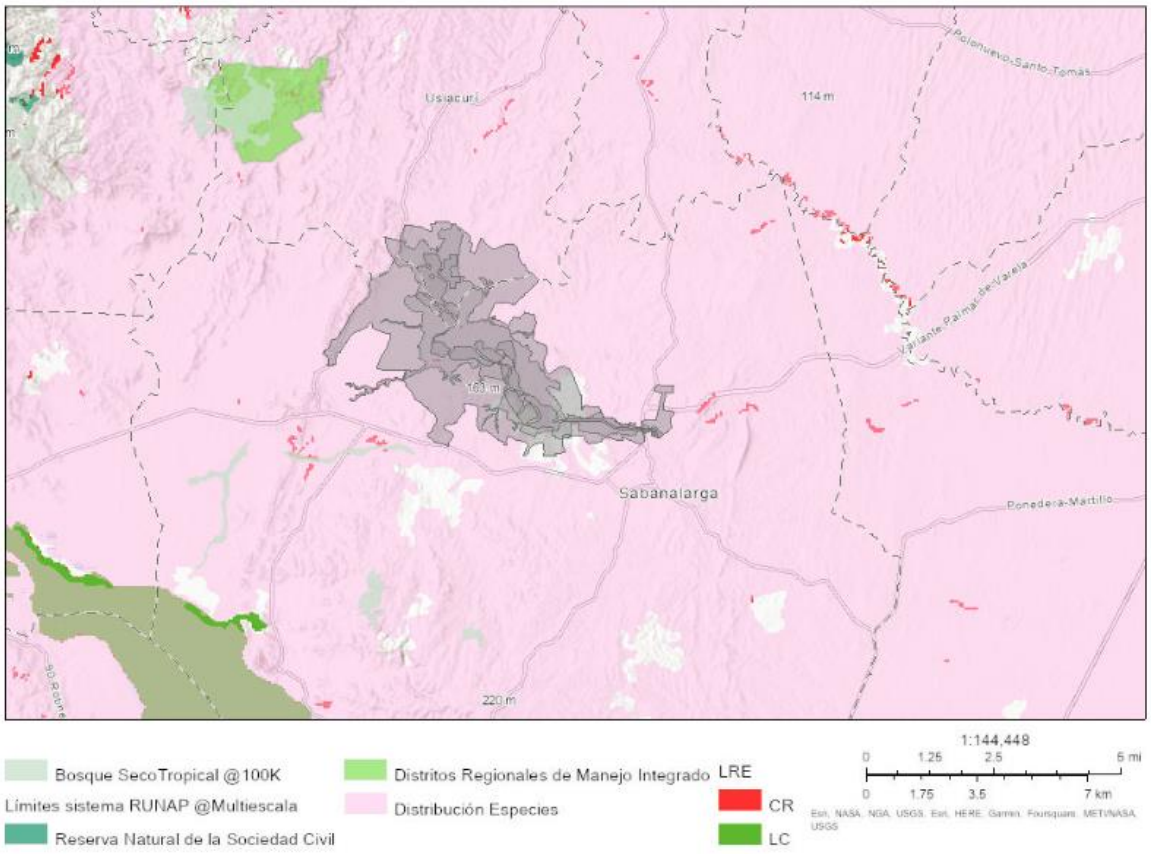
Hacia el sur del área de influencia del medio biótico, se identificó un sector designado como área de conservación de prioridad nacional por el CONPES. Este sector corresponde a la vegetación secundaria del Zonobioma seco Tropical del Caribe, de acuerdo con la clasificación de ecosistemas continentales propuesta por IDEAM (2007). Sin embargo, esta área ha experimentado una transformación completa, convirtiéndose en territorios artificiales y agroecosistemas. Además, el CONPES la ha catalogado como un área de baja insuficiencia y sin urgencia en términos de conservación.

5.2.2.4.4 Herramienta TREMARCTOS 3.0

Se consultó el 10 de julio de 2023 la red TREMARCTOS-COLOMBIA, la cual es una herramienta en línea que muestra información del capital natural del país y evidencia polígonos de especies amenazadas, endémicas y migratorias, áreas protegidas, ecosistemas naturales y aspectos culturales de relevancia (etno-territorios y áreas arqueológicas), Páramos, Reservas Forestales de Ley 2 y ecosistemas en niveles de amenaza.

De acuerdo con la consulta del mencionado sistema de alertas tempranas en biodiversidad, se identificó en el área de influencia la presencia de ecosistemas declarados como amenazados en el territorio nacional en la Lista Roja de Ecosistemas de Colombia (LRE), 4 en la categoría baja preocupación (LC) y 3 en peligro crítico (CR).Sin embargo, ninguno de estos polígonos se superpone con el área de intervención, estos ecosistemas suman 3,05 ha en total (**Figura 5.2-199**).

FIGURA 5.2-199 ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS O SENSIBLES - TREMARCTOS



Fuente: TREMARCTOS-COLOMBIA (http://www.tremarctoscolombia.org/), 2023

5.2.2.4.5 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas de orden regional y/o local

No se identificaron ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas de orden regional y/o local que se traslapen con el área de influencia del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV Simposio Del Agua En Andalucía (SIAGA)*, *2*, 203–213. Almería.

Alba-Tercedor, J., & Sánchez-Ortega, A. (1988). Un método simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, *4*, 51–56. Retrieved from http://www.limnetica.com/documentos/limnetica/limnetica-4-1-p-51.pdf

Allan, D. J., & Castillo, M. M. (2007). *Stream Ecology*. Dordrecht, Netherlands: Springer.

Alonso, M. B., de Carvalho, D. R., Alves, C. B. M., Moreira, M. Z., Pompeu, P. S., Alonso, M. B., … Pompeu, P. S. (2019). Changes in trophic characteristics of two fish species of Astyanax (Teleostei: Characidae) in response to aquatic pollution. *Zoologia*, *36*, 1–12. https://doi.org/10.3897/zoologia.36.e30445

Álvarez, J. P. (2013). Aspectos limnológicos (físico-química, fitoplancton y zooplancton) de las ciénagas de Zapatosa, Mata de Palma y La Pachita (Caribe Colombiano) y su relación con la fluctuación del nivel hidrométrico. In O. Rangel (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica XIII - Complejo cenagoso Zapatosa y ciénagas del sur del Cesar - Biodiversidad, conservación y manejo* (pp. 393–452). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Anaya Benavidez, L. C. (2015). *ENSAMBLAJE DE PECES EN EL TRAMO BAJO DEL ARROYO GRANDE DE COROZAL, MUNICIPIO DE SAN BENITO ABAD, DEPARTAMENTO DE SUCRE*. Universidad de Sucre.

Aoyagui, A. S. M., & Bonecker, C. C. (2004). Rotifers in different environments of the Upper Paraná River floodplain (Brazil): richness, abundance and the relationship with connectivity. *Hydrobiologia*, *522*(1–3), 281–290.

Aprile, F. M., & Mera, P. A. S. (2007). Fitoplâncton e fitoperifíton de um rio de águas pretas da Amazônia periférica do norte, Brasil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, *11*(2), 1–14.

Aristizabal–García, H. (2016). *Hemípteros acuáticos y semiacuáticos del Neotrópico*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2016.

Avendaño Marín, C. M., & Aguirre Ramírez, N. J. (2017). Variação espacial e temporal da fauna de peixes associada a bancos de macrófitas aquáticas na zona litorânea do Complexo Pantanoso de Ayapel, Colômbia. *Acta Limnologica Brasiliensia*, *29*(0). https://doi.org/10.1590/S2179-975X6016

Baeta, A., Vieira, L. R., Lírio, A. V., Canhoto, C., Marques, J. C., & Guilhermino, L. (2017). Use of stable isotope ratios of fish larvae as indicators to assess diets and patterns of anthropogenic nitrogen pollution in estuarine ecosystems. *Ecological Indicators*, *83*, 112–121. https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2017.07.062

Bengtson, P. (1988). Open nomenclature. *Palaeontology*, *31*, 223–227.

Bicudo, C. E. M., & Menezes, M. (2017). *Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil - Chave para identificação e descrições* (Terceira E). Editora RiMa.

Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H., & Statzner, B. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: A comparative analysis of recent approaches. *Annual Review of Entomology*, *51*, 495–523. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124

Boujard, T., Keith, P., & Luquet, P. (1990). Diel cycle in Hoplosternum littorale (Teleostei): evidence for synchronization of locomotor, air breathing and feeding activity by circadian alternation of light and dark. *Journal of Fish Biology*, *36*(2), 133–140. https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1990.tb05589.x

Casco, M. A., & Toja, J. (2003). Efecto de la fluctuación de nivel del agua en la biomasa, la diversidad y las estrategias del perifiton de los embalses. *Limnetica*, *22*(1–2), 115–134. https://doi.org/10.23818/limn.22.08

Castellanos Caicedo, P. M., & Serrato, C. (2007). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte De Santander. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *XXXII*(122), 8.

Celis, S., Mancera, E., & León, J. A. (2008). Evaluación de la Rotiferofauna presente en el complejo de Pajarales durante la época lluviosa, Departamento de Magdalena, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, *13*(2), 23–40.

Ciros-Pérez, J., Gómez, Á., & Serra, M. (2001). On the taxonomy of three sympatric sibling species of the Brachionus plicatilis (Rotifera) complex from Spain, with the description of B. ibericus n. sp. *Journal of Plankton Research*, *23*(12), 1311–1328. https://doi.org/10.1093/plankt/23.12.1311

Conde-Porcuna, J. M., Ramos-Rodríguez, E., & Morales-Baquero, R. (2004). El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Revista Ecosistemas*, *13*(2), 23–29.

Contreras, J., Roldán, G., Arango, A., & Álvarez, L. F. (2008). Evaluación de la calidad del agua de las microcuencas La Laucha, La Lejía y La Rastrojera utilizando los macroinvertebrados como bioindicadores, municipio de Durania, departamento Norte de Santander, Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *32*(123), 171–194.

Dahl, G. (1971). *Los peces del norte de Colombia* (1ra ed.; Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA), Ed.). Bogotá, D.C. Colombia: Talleres Litografía Arco.

DoNascimiento, C., Herrera-Collazos, E. E., Herrera-R., G. A., Ortega-Lara, A., Villa-Navarro, F. A., Oviedo, J. S. U., & Maldonado-Ocampo, J. A. (2017). Checklist of the freshwater fishes of Colombia: a Darwin Core alternative to the updating problem. *ZooKeys*, (708), 25. https://doi.org/10.3897/ZOOKEYS.708.13897

Dudgeon, D. (2008). *Tropical Stream Ecology* (First). Amsterdam: Elsevier.

Esteves, K., & Aranha, J. (1999). Ecologia trófica de peixes de riachos. *Oecologia Brasiliensis*, *6*, 157–182.

Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Van der Laan, R. (n.d.). ESCHMEYER'S CATALOG OF FISHES.

Fuenmayor, G., Jonte, L., Rosales-Loaiza, N., & Morales, E. (2009a). Crecimiento de la cianobacteria marina Oscillatoria sp. MOF-06 en relación al pH en cultivos discontinuos. *Revista de La Sociedad Venezolana de Microbiología*, *29*(1), 21–25.

Fuenmayor, G., Jonte, L., Rosales-Loaiza, N., & Morales, E. (2009b). Crecimiento de la cianobacteria marina Oscillatoria sp. MOF-06 en relación al pH en cultivos discontinuos. *Revista de La Sociedad Venezolana de Microbiología*, *29*(1), 21–25. Retrieved from https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199416353005

Gallardo, W. G., Hagiwara, A., Hara, K., & Soyano, K. (2006). Growth hormone-like substance in the rotifer Brachionus plicatilis. *Fisheries Science*, *72*(4), 781.

Gavilán-Diaz, R. A. (2000). *Limnologia comparativa de três lagoas neotropicais da Bacia do Magdalena Médio Santandereano (Colômbia), com ênfase no estudo da diversidade da comunidadezooplanctônica e sua relação com a dinâmica hidrológica do sistema regional* (Universidade Federal de São Carlos). Retrieved from https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/1781/TeseRAGD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

González del Tánago, M., & García de Jalón, D. (1998). *Restauración de rios y riberas*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes.

Guamán Burneo, M. C., & González Romero, N. P. (2016). Catálogo de microalgas y cianobacterias de agua dulce del Ecuador. In L. Re de Guillén (Ed.), *Corporación para la Investigación Energética. Laboratorio de Biotecnología Energética*. Quito, Ecuador.

Hernández-Atilano, E., Aguirre, N. J., & Palacio, J. A. (2005). Variación Espacio-Temporal De La Estructura De La Comunidad De Algas Perifíticas En La Microcuenca De La Quebrada La Vega , Municipio De San Roque (Antioquia), Colombia. *Actualidades Biológicas*, *27*(82), 67–77.

Herrera-Pérez, J., Parra, J. L., Restrepo-Santamaría, D., & Jiménez-Segura, L. F. (2019). The Influence of Abiotic Environment and Connectivity on the Distribution of Diversity in an Andean Fish Fluvial Network. *Frontiers in Environmental Science*, *7*. https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00009

Jaramillo-Villa, U., Maldonado-Ocampo, J. A., & Escobar, F. (2010). Altitudinal variation in fish assemblage diversity in streams of the central Andes of Colombia. *Journal of Fish Biology*, *76*(10), 2401–2417. https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02629.x

Jeppesen, E., Noges, P., Davidson, T. A., Haberman, J., Noges, T., Blank, K., … Laugaste, R. (2011). Zooplankton as indicators in lakes: a scientific-based plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia*, *676*(1), 279.

Joko, C. Y., Lansac-Tôha, F. A., Murakami, E. A., & Bonecker, C. C. (2008). Novas ocorrências de Lecane no plâncton de distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná (Brasil). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, *30*(2), 165–171. https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v30i2.3636

Lee, J. K., Lee, M.-S., Park, H. G., Kim, S.-K., & Byun, H.-G. (2010). Angiotensin I converting enzyme inhibitory peptide extracted from freshwater zooplankton. *Journal of Medicinal Food*, *13*(2), 357–363.

Lujan, N. K., Armbruster, J. W., Lovejoy, N. R., & López-Fernández, H. (2015). Multilocus molecular phylogeny of the suckermouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae) with a focus on subfamily Hypostominae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *82*, 269–288. https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.08.020

Macedo, C. F., & Pinto-Coelho, R. M. (2000). Efeito das algas Ankistrodesmus gracilis e Scenedesmus quadricauda no crescimento e no índice lipídico de Daphnia laevis e Moina micrura. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, *22*, 397–401. https://doi.org/https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v22i0.2887

Maldonado-Ocampo, J. A., Ortega-Lara, A., Oviedo, J. S. U., Galvis Vergara, G., Villa-Navarro, F. A., Vásquez Gamboa, L., … Ardila Rodruíguez, C. (2005). *Peces de los Andes* (1ra ed.). Bogotá, D.C. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt».

Mann, K. H. (2000). Ecology of Coastal Waters With Implication for Management Blackwell Sciences. *Inc. Massachusetts*.

Martínez, L. F., & Donato, J. (2003). Efectos del caudal sobre la colonización de algas en un río de alta montaña tropical (Boyacá, Colombia). *Caldasia*, *25*(2), 337–354.

Matsumura-Tundisi, T., & Tundisi, J. G. (2005). Plankton richness in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil). *Hydrobiologia*, *542*(1), 367–378.

Montoya-Moreno, Y., & Aguirre, N. (2013). State of the art on periphyton knowledge in Colombia. *Gestion y Ambiente*, *16*(3), 91–117.

Montoya M., Y., & Ramírez R., J. J. (2007). Variación estructural de la comunidad perifítica colonizadora de sustratos artificiales en la zona de ritral del río Medellín, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, *55*(2), 585–593.

Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. H. (2016). *Fishes of the World*. https://doi.org/10.1002/9781119174844

Obando Correal, N. L. (2014). Macroinvertebrados y algas Perifiticas de la quebrada Cajones, unidad de manejo de cuenca UMC río Espejo municipio de Montenegro, Quindío, Colombia. *Revista de La Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, *1*(26), 133–144. Retrieved from https://revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/14

Oliveira, C., Avelino, G. S., Abe, K. T., Mariguela, T. C., Benine, R. C., Ortí, G., … Corrêa e Castro, R. M. (2011). Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive ingroup sampling. *BMC Evolutionary Biology*, *11*(1), 275. https://doi.org/10.1186/1471-2148-11-275

Paggi, A. C. (2009). Diptera Chironomidae. In E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds.), *Macroinvertebrados bentónicos Sudamericanos. Sistemática y Biología* (pp. 383–410). Retrieved from https://www.academia.edu/29060016/Macroinvertebrados_bentónicos_Sudamericanos._Sistemática_y_Biología

Payne, A. (1986). *The ecology of tropical lakes and rivers*. Jhon Wiley & Sons.

Pereira, C. R., Barcellos, L. J. G., Kreutz, L. C., Quevedo, R. M., Ritter, F., & Silva, L. B. (2006). Embryonic and larval development of Jundiá (Rhamdia quelen, Quoy & Gaimard, 1824, Pisces, Teleostei), a South American Catfish. *Brazilian Journal of Biology*, *66*(4), 1057–1063. https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000600013

Ramírez, A. M., & Plata-Díaz, J. (2008). Diatomeas perifíticas en diferentes tramos de dos sistemas lóticos de alta montaña (Páramo de Santurbán, Norte de Santander, Colombia) y su relación con las variables ambientales. *Acta Biológica Colombiana*, *13*(1), 199–215.

Ramírez Gil, H., & Ajiaco Martínez, R. E. (2001). *La pesca en la baja Orinoquía colombiana: Una visión integral* (H. Ramírez Gil & R. E. Ajiaco Martínez, Eds.). Retrieved from http://repositorio.colciencias.gov.co:80/handle/11146/33811

Ramírez Restrepo, J. J. (2000). *Fitoplancton de agua dulce: Aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios* (1era Edici). Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

Rico Eguizabal, E., & el Anjoumi el Amrani, A. (2013). Evaluación del biovolumen fitoplanctónico en lagos y humedales interiores de la Comunidad Autónoma del Pais Vasco y determinación de condiciones de referencia. In *Informe de la Fundación Universidad Autónoma de Madrid*.

Roldán-Pérez, G. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia* (F. para la P. del M. A. "José C. M.-F. C. -, Ed.). Retrieved from https://www.ianas.org/docs/books/wbp13.pdf

Roldán-Pérez, G., & Ramírez Restrepo, J. J. (2008). Fundamentos de Limnología Neotropical. In *Editorial Universidad de Antioquia, Universidad Católica de Oriente, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.* (2da Edició). Retrieved from http://www.ianas.com/docs/books/wbp14.pdf

Roldán-Pérez, G., & Ruiz, E. (2001). Development of limnology in Colombia. In *Limnology in developing countries* (Vol. 3, pp. 69–119). New Delhi: International Scientific Publications.

Rosa, B. F. J. V., de Oliveira, V. C., & Alves, R. da G. (2011). Structure and spatial distribution of the Chironomidae community in mesohabitats in a first order stream at the Poço D'Anta Municipal Biological Reserve in Brazil. *Journal of Insect Science*, *11*(1), 36.

Scarsbrook, M. R., & Townsend, C. R. (1993). Stream community structure in relation to spatial and temporal variation: a habitat templet study of two contrasting New Zealand streams. *Freshwater Biology*, *29*(3), 395–410. https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1993.tb00774.x

Schwind, L. T. F., Arrieira, R. L., Simões, N. R., Bonecker, C. C., & Lansac-Tôha, F. A. (2017). Productivity gradient affects the temporal dynamics of testate amoebae in a neotropical floodplain. *Ecological Indicators*, *78*, 264–269. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.036

Segers, H. (2007). Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. *Zootaxa*, *1564*(1), 1–104.

Steinberg, D. (2017). Zooplaankton biogeochemical cycles. In C. Castellani & M. Edwards (Eds.), *Marine Plankton: A Practical Guide to Ecology, Methodology, and Taxonomy* (pp. 52–66). Oxford University Press.

Súarez, Y. R., Souza, M. M. de, Ferreira, F. S., Pereira, M. J., Silva, E. A. da, Ximenes, L. Q. L., … Lima Júnior, S. E. (2011). Patterns of species richness and composition of fish assemblages in streams of the Ivinhema River basin, Upper Paraná River. *Acta Limnologica Brasiliensia*, *23*(2), 177–188. https://doi.org/10.1590/S2179-975X2011000200008

Toscano, E., & Severino, R. (2013). Brachionidae (Rotifera: Monogononta) de la albufera El Paraíso y el reporte de Brachionus ibericus en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, *20*(2), 177–180.

Tundisi, J. G., & Matsumura-Tundisi, T. (2008). Limnologia. In *Soils and Sediments* (Vol. 2, pp. 216–222). São Paulo: Oficina de Textos.

Van Der Laan, R., Eschmeyer, W. N., & Fricke, R. (2014). Family-group names of Recent fishes. *Zootaxa*, *3882*(1), 1. https://doi.org/10.11646/zootaxa.3882.1.1

Villabona-González, S. L., Aguirre, N. J., & Estrada, A. L. (2011). Influencia de las macrófitas sobre la estructura poblacional de rotíferos y microscrustáceos en un plano de inundación tropical. *Revista de Biología Tropical*, *59*(2), 853–870.

Wetzel, R. G. (1983). Periphyton of aquatic ecosystems. In R. G. Wetzel (Ed.), *Developments in hydrobiology* (Vol. 17). https://doi.org/10.1007/978-94-009-7293-3

Winemiller, K. O. (1987). Feeding and reproductive biology of the currito, Hoplosternum littorale, in the Venezuelan llanos with comments on the possible function of the enlarged male pectoral spines. *Environmental Biology of Fishes*, *20*(3), 219–227. https://doi.org/10.1007/BF00004956

Xu-wang, Y. I. N., & Cui-juan, N. I. U. (2007). Polymorphism and morphotype transformations in the rotifer (Brachionus calyciflorus). *Zoological Research*, *28*(1), 68–72.