



PLAN DE MANEJO DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO

COMPONENTE DIAGNOSTICO



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CHIVOR – CORPOCHIVOR-

FABIO ANTONIO GUERRERO AMAYA
Director General

ANA CELIA SALINAS MARTIN
Subdirectora de Gestión Ambiental

DIANA SORAYA JIMENEZ
Secretario General

CARLOS HERNANDO FUENTES GOMEZ
Subdirector de Planeación y ordenamiento ambiental del territorio

OMAR HERNANDO FORERO GÁMEZ
Subdirector Administrativo y Financiero

JOSE MANUEL ROJAS
Jefe Oficina de Control Interno

JAIME MAURICIO OTÁLORA ALDANA
Coordinador proyecto biodiversidad y ecosistemas estratégicos

AUTORES TÉCNICOS

Consortio Estudio Chivor

Editor

JAIME MAURICIO OTALORA ALDANA
Coordinador proyecto 201

COLABORADORES

CRISTIAN FERNANDO MARTÍN LESMES
Coordinador proyecto 101

PEDRO ANTONIO FULA PERILLA
Coordinador proyecto 102

CATALINA RODRIGUEZ LACHE
Coordinadora proyecto 103

ELKIN NIÑO DIAZ
Coordinador proyecto 104

ROBERTO AYALA ROJAS
Coordinador proyecto 105

NESTOR ALEXANDER VALERO
Coordinador proyecto 202

KAREN DAYANA PERILLA NOVOA
Coordinador proyecto 303

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
COMPONENTE DIAGNÓSTICO

JHON FREDY VALLEJOE
Coordinador proyecto 401
JORGE ENRIQUE CASTILLO
Coordinador proyecto 402
NORFA YILEN CARDENAS
Coordinador proyecto 501

Organizaciones participantes

ALCALDIA DE GUAYATÁ
ALCALDÍA DE CHIVOR
ALCALDÍA DE SOMONDOCO
ALCALDÍA DE ALMEIDA
JUNTAS DE ACCION COMUNAL Y DE ACUEDUCTO

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. CAPITULO 1 GENERALIDADES	8
2.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	8
2.2. INSTRUMENTOS NACIONALES DE PLANIFICACIÓN	14
2.3. INSTRUMENTOS REGIONALES DE PLANIFICACIÓN	16
2.4. INSTRUMENTOS LOCALES DE PLANIFICACIÓN	24
3. CAPÍTULO 2 BIOFISICO	27
3.1. CLIMA	27
3.2. METODOLOGÍA	27
3.3. PRECIPITACIÓN	28
3.4. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL	29
3.5. TEMPERATURA	31
3.6. BRILLO SOLAR	33
3.7. HUMEDAD RELATIVA	35
3.8. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE CALDAS - LANG	35
3.9. BALANCE HÍDRICO CLIMÁTICO ANUAL MULTIANUAL	37
3.10. GEOLOGÍA	43
3.10.1. METODOLOGÍA	43
3.10.2. GEOLOGÍA REGIONAL	46
3.10.3. ESTRATIGRAFÍA	46
3.10.4. FORMACIÓN LUTITAS DE MACANAL (B2MA)	49
3.10.5. FORMACIÓN ARENISCAS DE LAS JUNTAS (B3IA, B3I2, B3IV)	52
3.10.6. FORMACIÓN FÓMEQUE (B4B6F)	55
3.10.7. DEPÓSITOS CUATERNARIOS	57
3.11. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	58
3.12. HIDROGEOLOGÍA	59
3.12.1. ACUÍFEROS SEMICONFINADOS	60
3.12.2. ACUITARDOS	60
3.13. GEOMORFOLOGÍA	61
3.14. CONDICIONANTES ESTRUCTURALES	62
3.15. CAMBIOS CLIMÁTICOS, ESTRUCTURALES Y MODELADOS HEREDADOS	62
3.15.1. LA FORMACIÓN DE CAÑONES	63
3.15.2. ESCARPES Y DEPÓSITOS DE VERTIENTE	63
3.16. LA OROGÉNESIS Y LOS FLUJOS HIDRO-GRAVITACIONALES	63
3.16.1. GLACIALES Y MODELADOS GLACIARES	64
3.17. PROCESOS MORFOGÉNICOS ACTUALES	65
3.17.1. LA REPTACIÓN	65
3.17.2. LA DISECCIÓN	65
3.17.3. MOVIMIENTOS EN MASA	66
3.18. SISTEMAS MORFOGÉNICOS	66
3.19. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	67
3.19.1. PATRÓN DE DRENAJE	72
3.20. FISIOGRAFÍA Y PENDIENTES	74

4. RECURSO HÍDRICO	76
4.1. HIDROGRAFÍA	76
4.1.1. SISTEMAS DE DRENAJE	76
4.1.2. CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LAS CUENCAS	77
4.2. HIDROLOGÍA	82
4.2.1. ESTIMACIÓN DE CAUDALES MEDIOS	82
4.2.2. ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA	83
4.2.3. CÁLCULO DE LA DEMANDA HÍDRICA	86
4.2.4. ÍNDICE DE USO DEL AGUA O ÍNDICE DE ESCASEZ (IUA)	87
5. SUELOS	90
5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS (IGAC, 1977)	90
5.1.1. ASOCIACIÓN CHIVOR (CH)	90
5.2. SUELOS DEL MONTANO TROPICAL HÚMEDO Y MUY HÚMEDO	95
6. CAPÍTULO 3 BIOTICO	102
6.1. HERPETOFAUNA	102
6.1.1. MÉTODOS	102
6.1.2. MÉTODO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN	103
6.1.3. DETERMINACIÓN DE ESTADO DE CONSERVACIÓN	104
6.1.4. ANÁLISIS DE DATOS	104
6.2. ESPECIES POTENCIALES PARA LA ZONA	105
6.3. ESFUERZO Y REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO	105
6.4. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA DE HERPETOFAUNA	106
6.5. ABUNDANCIA	109
6.6. RELACIÓN ENTRE HERPETOFAUNA - COBERTURAS Y HÁBITATS UTILIZADOS	110
6.7. MICROHÁBITATS UTILIZADOS POR LA HERPETOFAUNA	113
6.8. DATOS FUNCIONALES DE LA HERPETOFAUNA	114
6.9. ESPECIES DE IMPORTANCIA PARA CONSERVACIÓN	115
6.10. RELACIÓN HERPETOFAUNA - HUMANOS	116
6.11. CONSIDERACIONES GENERALES	117
6.12. AVIFAUNA	118
6.12.1. MÉTODOS	119
6.12.2. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA AVIFAUNA	121
6.13. RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE LA AVIFAUNA EN LOS HÁBITATS ESTUDIADOS	126
6.13. EQUITATIVIDAD Y ASOCIACIÓN DE LAS AVES CON LOS HÁBITATS ESTUDIADOS	133
6.14. DISCUSIÓN	142
6.15. ESPECIES DE IMPORTANCIA POR SU DISTRIBUCIÓN Y AMENAZA	143
6.16. AMENAZAS ANTRÓPICAS PARA LAS AVES	144
6.17. MIGRATORIAS, REPRODUCCIÓN Y EXTENSIONES DE RANGO	145
6.18. HÁBITATS DE IMPORTANCIA PARA CONSERVACIÓN	146
6.19. MASTOZOFAUNA	147
6.19.1. MÉTODOS	148
6.19.3. ESFUERZO DE MUESTREO	152
6.19.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN LAS LOCALIDADES	153

6.19.4. DESCRIPCIÓN DE LA UBICACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL DE LAS ESPECIES	
155	
6.20. ESPECIES POTENCIALMENTE PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO	155
6.21. ESFUERZO DE MUESTREO	157
6.22. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA DE ESPECIES ENCONTRADAS EN EL MUESTREO	159
6.23. ESPECIES ENCONTRADAS Y SU RELEVANCIA ECOLÓGICA	163
6.24. ESPECIES AUSENTES Y SU RELEVANCIA ECOLÓGICA	169
6.25. ESTIMADORES DE LA DIVERSIDAD	170
6.26. DIVERSIDAD FUNCIONAL	172
6.27. UBICACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL DE LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS	173
6.28. AMENAZAS A LA CONSERVACIÓN	175
6.29. VEGETACIÓN	176
6.29.1. INFORMACIÓN GENERAL	177
6.29.2. COMPOSICIÓN TAXONÓMICA GENERAL	178
6.30. RIQUEZA Y DIVERSIDAD GENERAL	179
6.31. FORMACIÓN VEGETAL ANDINA	180
6.31.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	180
6.31.2. ESTRUCTURA	183
6.31.3. VEGETACIÓN SECUNDARIA	187
6.31.4. PASTOS	189
6.32. FORMACIÓN VEGETAL SUBANDINA	190
6.32.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	190
6.32.2. ESTRUCTURA	193
6.32.3. VEGETACIÓN SECUNDARIA	197
6.32.4. PASTOS	198
7. OBJETOS DE CONSERVACIÓN	199
7.1. ESPECIES RELEVANTES	200
7.2. USO Y COBERTURA DE LA TIERRA	201
7.3. CAMBIOS EN EL USO Y COBERTURA DE LA TIERRA	206
8. CAPÍTULO 4 SOCIOECONÓMICO	210
8.1. CONTEXTO REGIONAL	210
8.3. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL	220
9. PROCESO DE CONVOCATORIA, PARTICIPACIÓN SOCIAL Y PERCEPCION COMUNITARIA DEL PROCESO DE FORMULACION DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	253
9.1. CONVOCATORIA Y METODOLOGÍA	253
9.3. RESULTADOS SOCIALIZACIONES FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	260
10. PROYECTOS DE DESARROLLO	280
10.1. ANÁLISIS PREDIAL	282
10.1.1. NÚMERO DE PREDIOS	285
10.1.2. INCONSISTENCIA EN LA INFORMACIÓN PREDIAL	287
10.2. DISTRIBUCIÓN DE PREDIOS POR TAMAÑO	291
10.3. TENENCIA DE LA TIERRA	294

11. EVALUACIÓN	298
11.1. PROBLEMÁTICA DE USO	298
11.2. PÉRDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL	298
11.3. DEGRADACIÓN DEL SUELO	302
11.6. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	308
11.7. SIGNIFICANCIA	315
12. BIBLIOGRAFÍA	318

COMPONENTE DE ORDENAMIENTO
327

COMPONENTE estrategico
341

1. INTRODUCCIÓN

Por medio del acuerdo No. 09 de 28 de junio de 2017, el consejo directivo declaró, reservó, delimitó y alinderó el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Cuchilla San Cayetano, ubicada en los municipios de Guayatá, Chivor, Almeida y Somondoco, con un área total de 8.993,6 hectareas.

El artículo 4° del acuerdo de declaratoria establece: “... *para su manejo deberá formular y aprobar... un Plan de Manejo que garantice los objetivos de conservación del área*” objetivo que se espera cumplir con el presente documento, igualmente, se da cumplimiento al artículo 2.2.2.1.6.5 del decreto 1076 de 2015, en el que se establece que “*cada una de las áreas protegidas que integren el SINAP contará con un Plan de Manejo que será el principal instrumento de planificación que orienta su gestión por un periodo de cinco (5) años*”, también, en dicho artículo establece que el Plan de Manejo debe contar como mínimo con un Componente Diagnóstico: línea base de información, contexto regional y analiza los objetivos de conservación estado actual y problemática; Componente de Ordenamiento: Se define la zonificación y, el uso del suelo y de los recursos presente en el área protegida; por último un Componente estratégico: Formula las estrategias y planes con los que se busca lograr los objetivos de conservación.

Dando cumplimiento al párrafo 1° del artículo 2.2.2.1.6.5 del decreto 1076 de 2015, en el que expone la obligación que el Plan de Manejo se contruya en conjunto con los actores involucrados en el manejo del área, se realizó consulta a las entidades estatales competentes, de la siguiente manera: Instituto Nacional de Vías (RAD2018EE6349), Unidad de Planeación Minero Energética –UPME– (RAD2018EE6337), Agencia Nacional de Hidrocarburos -ANH- (RAD2018EE6338), Agencia Nacional de Minería (RAD2018EE6334 y 2018EE6335), Agencia de Desarrollo Rural (RAD2018EE6331), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (RAD2018EE6328), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2018EE15894) y Ministerio del Interior (RAD2018EE6330), Ministerio de Justicia y del derecho (RAD2018EE6336), Instituto Colombiano de Antropología e Historia ICANH (RAD2018EE6329), Agencia Nacional de Tierras (RAD2018EE6332), Agencia Nacional de Infraestructura (RAD2018EE6333), Empresa de Energía de Boyacá (2018EE6339). Por otro lado, con la finalidad de concertar acciones con entes del orden territorial y comunidades, se realizaron: 4 mesas de trabajo con alcaldías, personerías y concejos municipales y; 11 socializaciones con habitantes de las veredas que componen el DRMI con una asistencia total de 108 personas.

2. CAPITULO 1 GENERALIDADES

7. Localización del área de estudio

El DRMI Cuchilla San Cayetano se encuentra en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Chivor - Corpochivor, más específicamente en los municipios de Chivor, Almeida, Somondoco y Guayatá, del departamento de Boyacá, con un área total de 8.993,6 hectáreas¹ y está enmarcada al Sur por la divisoria de aguas que sirve de límite a los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, conocida en parte del territorio con el nombre genérico de “Cuchilla de San Cayetano” y cuya altitud máxima alcanza los 3200 msnm, mientras que al Norte, Este y Oeste su delimitación coincide con linderos prediales, donde el punto más bajo se localiza a los 1800 msnm. La localización de esta zona a nivel regional se presenta en la figura 1, mientras que el mapa base correspondiente se incluye en la figura 2.

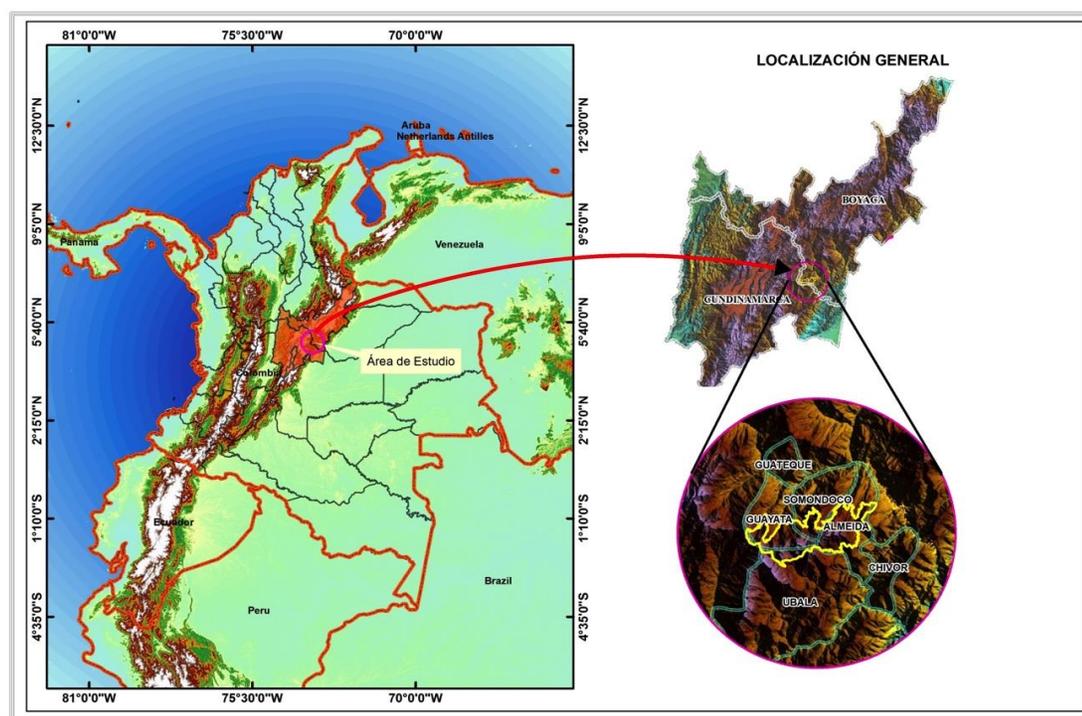


Figura 1 Localización general del área de estudio

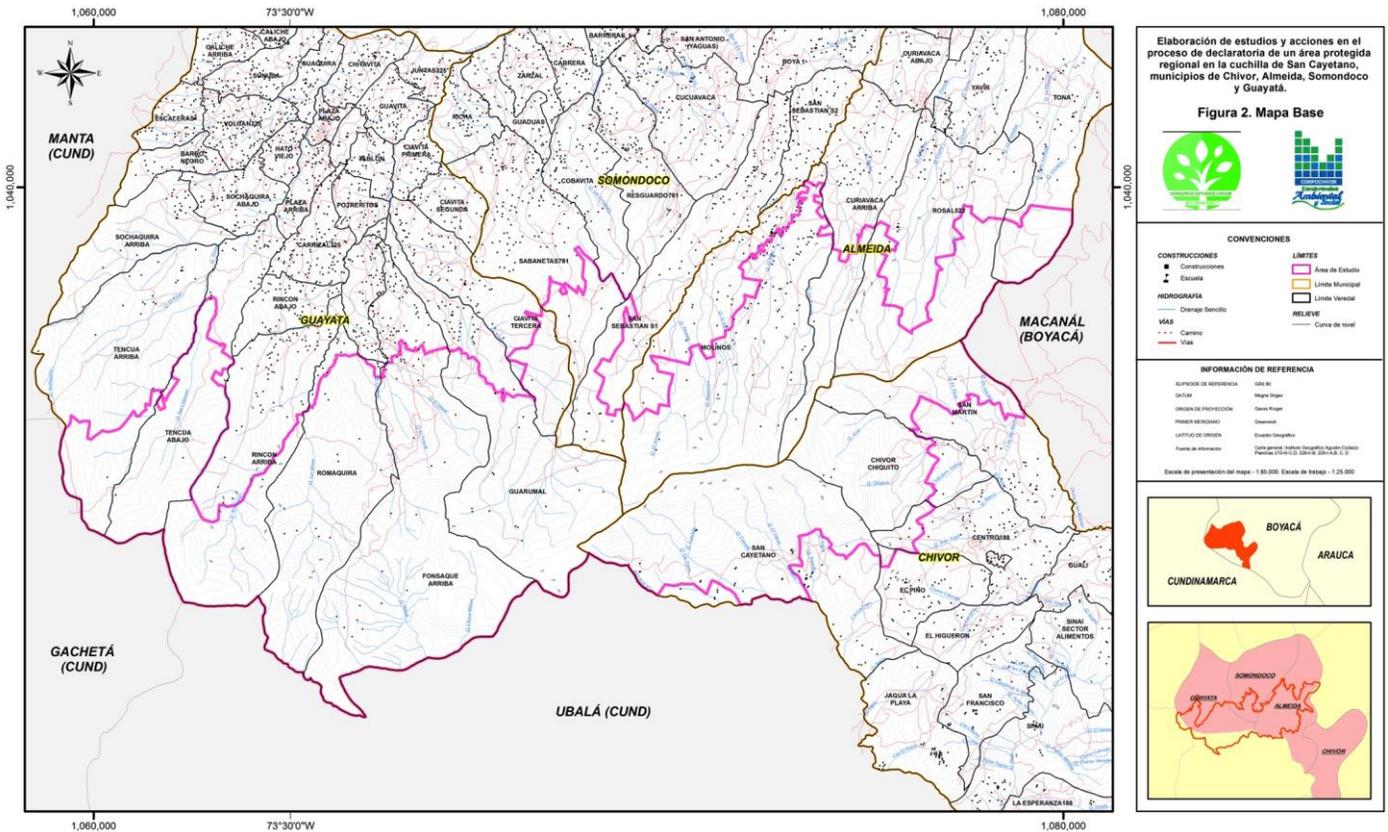
¹ Las áreas que se presentan a lo largo del presente documento corresponden al cálculo realizado a través del software ArcGIS 10.3, con shapes referenciados en el sistema de coordenadas geográficas GCS_MAGNA y la Proyección Transverse Mercator.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

El municipio con mayor representación dentro del área evaluada (tabla 1) es Guayatá (58,34% de la superficie total evaluada: 5.247,21 ha), el cuál dentro del área de estudio está integrado por siete veredas, que en términos de representación porcentual corresponden de mayor a menor a: Fonsaque Arriba (17,95%), Romaquira (10,87%), Guarumal (10,66%), Tencua Abajo (6,78%), Rincón Arriba (6,80%), Tencua Arriba (3,24%) y Ciavita Tercera (2,04%).

Figura 2. Mapa Base



Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Tabla 1. Veredas - Área de Estudio

Municipio/Vereda	Total general	Porcentaje
ALMEIDA	1419,91	15,79%
CURIAVACA ARRIBA	91,91	1,02%
MOLINOS	813,73	9,05%
ROSAL	436,02	4,85%
TONA	78,24	0,87%
CHIVOR	1981,29	22,03%
CENTRO	56,84	0,63%
CHIVOR CHIQUITO	495,39	5,51%
EL PINO	10,58	0,12%
SAN CAYETANO	1076,35	11,97%
SAN MARTIN	342,12	3,80%
GUAYATA	5247,22	58,34%
CIAVITA TERCERA	183,83	2,04%
FONSAQUE ARRIBA	1613,93	17,95%
GUARUMAL	958,53	10,66%
RINCON ARRIBA	611,32	6,80%
ROMAQUIRA	977,82	10,87%
TENCUA ABAJO	610,2	6,78%
TENCUA ARRIBA	291,58	3,24%
SOMONDOCO	345,19	3,84%
SABANETAS	183,73	2,04%
SAN SEBASTIAN	161,46	1,80%
Total general	8993,6	100,00%

Fuente: Codificación Municipios y Centros Poblados (DANE, 2014). Delimitación veredal (Corpochivor, 2019).

El siguiente en representación es Chivor con un porcentaje de 22,03% y Almeida tiene un área evaluada del 15,79%. Somondoco por su parte es el municipio con menor extensión dentro de la zona objeto de estudio (345,18 hectáreas), con presencia de tan sólo dos veredas: Sabanetas y San Sebastián. Como se verá más adelante en forma detallada el área de estudio está integrada por un total de 844 predios.

Conforme a la delimitación de cuencas realizada por el IDEAM (2013), el área hace parte del área hidrográfica del río Orinoco, zona hidrográfica del río Meta, con territorios pertenecientes a las subzonas hidrográficas de los ríos Garagoa (6.739,87 hectáreas – 74,94%) y Guavio (2.253,73 hectáreas – 25,05%) (figura 3). El río Garagoa está conformado por las aguas que drenan del río Súnuba y de la

subcuenca “Embalse La Esmeralda”, que después de salir del embalse desembocan en el Lengupá para finalmente tributar a la gran cuenca del Orinoco. Por su parte, el río Guavio está conformado por las subcuencas de los ríos Rucio y Negro, cuyas aguas también van a desembocar al Orinoco.

A nivel de microcuencas el área de estudio está integrada por un total 15 unidades diferentes (tabla 2 - figura 4), entre las que se destacan por la superficie que abarcan dentro del área de estudio las microcuencas de las quebradas Negra (2.122,22 ha), Risata (1.277,70 ha), Cuya (928,41 hectáreas) todas ellas pertenecientes a la cuenca del río Garagoa.

Por otro lado, el DRMI Cuchilla San Cayetano tiene 604,27 ha de ecosistema de páramo perteneciente al complejo de páramo Chingaza, delimitado bajo la resolución 710 del 2016 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (figura 5), ubicado en las veredas: Tencua abajo, Rincón arriba, Romaquira, Fonzaque arriba, Guarumal en el municipio de Guayatá; Molinos en el municipio de Almeida y San Cayetano en el municipio de Chivor.

Tabla 2. Microcuencas - Área de Estudio

Subzona	Código Subcuenca		Código Microcuenca	Nombre	Área (ha)
RÍO GUAVIO (3506)	3506-03	Río Rucio	3506-03-04	Q. El Volcán	460,86
	3506-03		3506-03-05	Q. Cascada	417,98
	3506-03		3506-03-06	Q. Las Danzas	252,63
	3506-04	Río Negro	3506-04-01	Q. Honda	802,21
	3506-04		3506-04-02	Q. Chorro Blanco	319,13
RÍO GARAGOA (3507)	3507-02	Embalse La Esmeralda	3507-02-09	Q. Guanejes	4,39
	3507-02		3507-02-10	Q. Barro Amarillo	77,49
	3507-02		3507-02-11	Q. El Chital	431,49
	3507-02		3507-02-16	Q. Cuya	928,41
	3507-02		3507-02-18	Q. Chivor Sector Alto	893,18
	3507-02		3507-02-19	Q. Los Trabajos	1,70
	3507-03	Río Sunuba	3507-03-03	Q. El Mangle	113,30
	3507-03		3507-03-07	Q. Negra	2.095,92
	3507-03		3507-03-09	Q. Tencua	864,61
3507-03	3507-03-12		Q. Risata	1.277,70	
Total					8.993,6

Fuente: Codificación de Cuenas: IDEAM (2013); CORPOCHIVOR (2015). Superficies calculadas: Corpochivor (2018). Figura 1: Subzonas hidrográficas del DRMI Cuchilla San Cayetano

Figura 3. Subzonas hidrográficas

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO COMPONENTE DIAGNÓSTICO

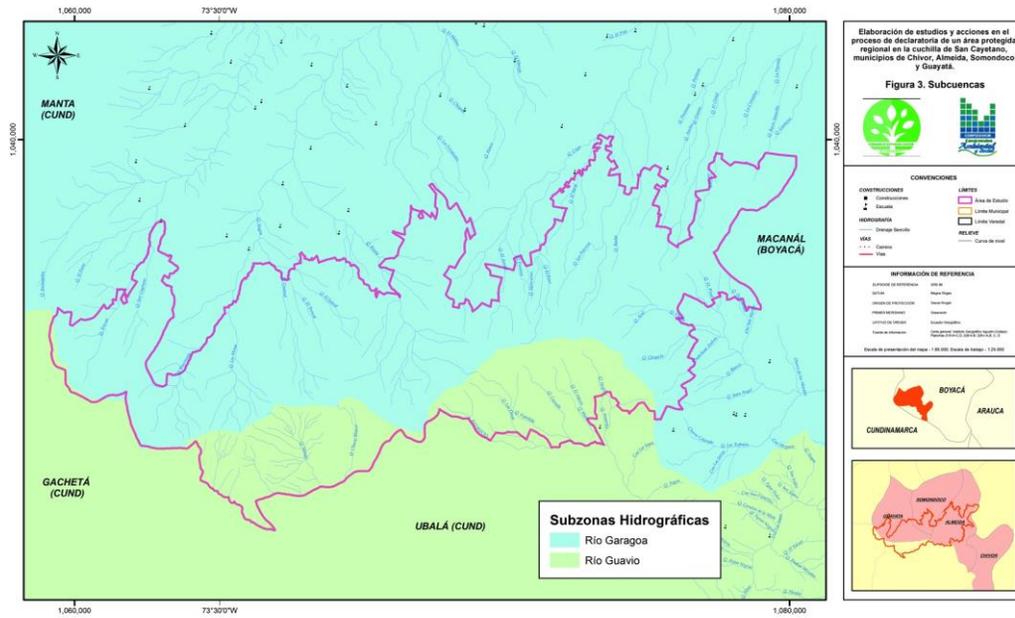


Figura 4. Microcuencas

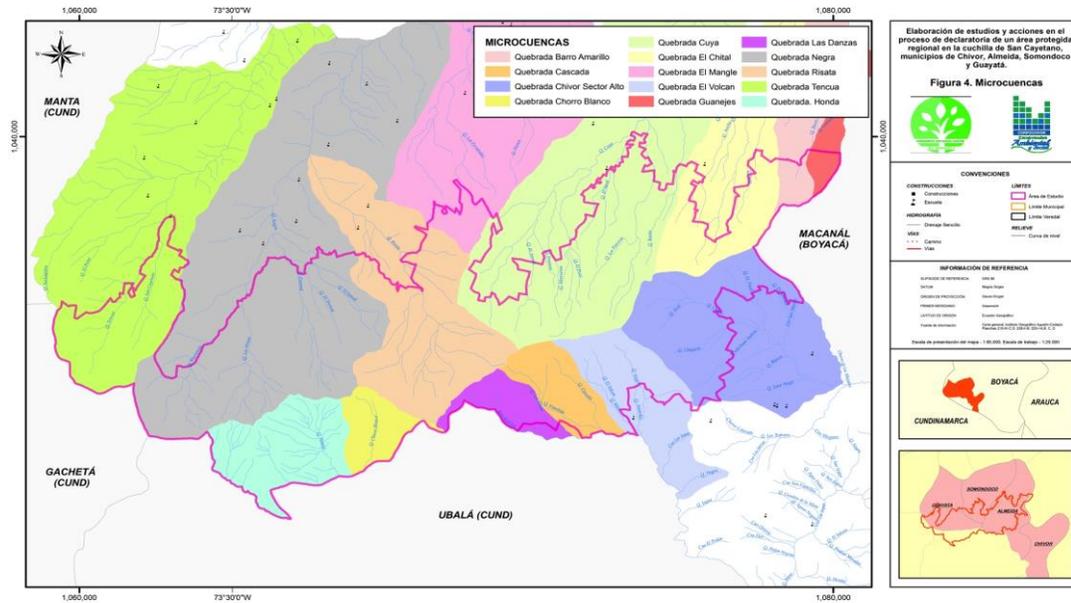
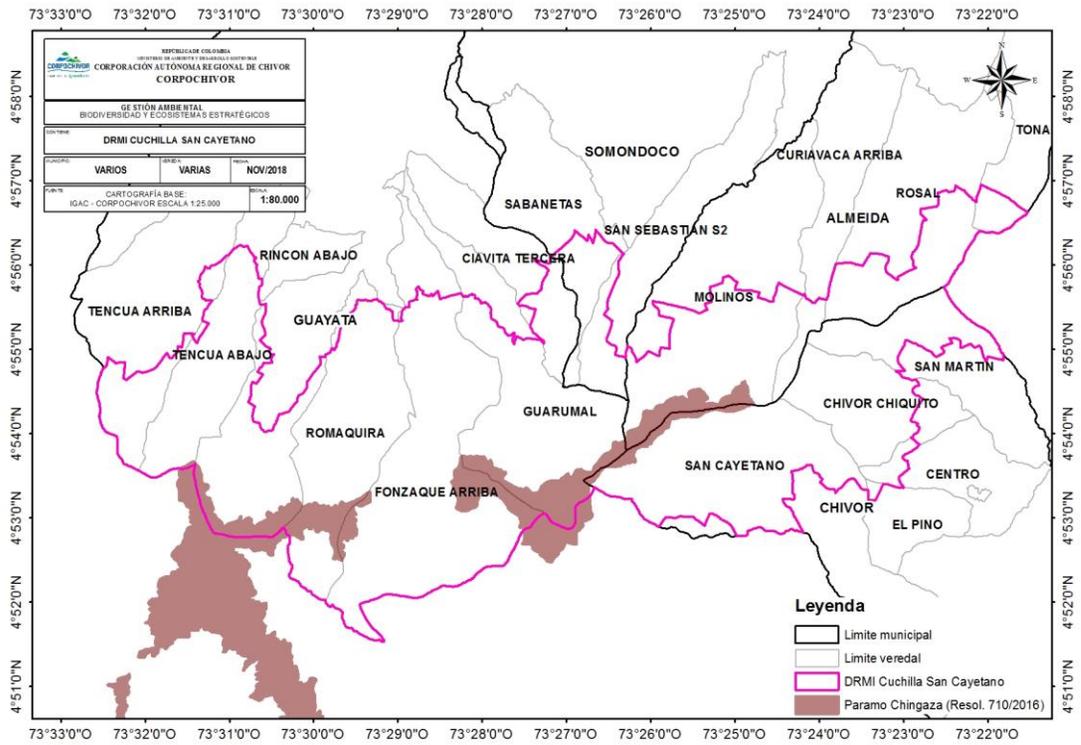


Figura 5. DRMI San Cayetano

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO



8. Instrumentos Nacionales de Planificación

2.2.1. Plan Nacional de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2014 - 2018 “Todos por un nuevo país” fue aprobado mediante la Ley 1753 del 9 de junio de 2015 con el objeto de “Construir una Colombia en paz, equitativa y educada, en armonía con los propósitos del Gobierno Nacional, con las mejores prácticas y estándares internacionales, y con la visión de planificación de largo plazo prevista por los objetivos de desarrollo sostenible”. En lo que atañe a la declaración de un área protegida en la cuchilla de San Cayetano es importante resaltar los siguientes artículos, pertenecientes al capítulo VI de la Ley 1753/15 (Crecimiento verde):

- **Artículo 171. Prevención de la deforestación de bosques naturales.** *El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible elaborará una política nacional de lucha contra la deforestación que contendrá un plan de acción dirigido a evitar la pérdida de bosques naturales para el año 2030.*

Para el caso de la cuchilla de San Cayetano la elaboración de esta política es de alta relevancia, toda vez que la zona evaluada contiene remanentes importantes de bosques andinos y altoandinos cuya conservación es a todas luces prioritaria.

- **Artículo 173. Protección y delimitación de páramos.** *En las áreas delimitadas como páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias ni de exploración o explotación de recursos naturales no renovables, ni construcción de refinerías de hidrocarburos. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible hará la delimitación de las áreas de páramos al interior del área de referencia definida en la cartografía generada por el Instituto Alexander Von Humboldt... en esta área, la autoridad ambiental deberá elaborar los estudios técnicos que permitan caracterizar el contexto ambiental, social y económico, de conformidad con los términos de referencia expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible...*

A este respecto los estudios de diagnóstico elaborados para soportar el plan de manejo del área protegida en la cuchilla de San Cayetano son del mayor valor, al corresponder a información de primera mano que puede contribuir a complementar la caracterización de las zonas de páramos a ser elaborada por Corpochivor. De igual forma es de relevancia el soporte jurídico que se da a la exclusión de actividades agropecuarias o de exploración o explotación de recursos naturales no renovables en zonas de páramo si se tiene en cuenta que la zona cuenta con títulos mineros y no toda ella está cubierta por la zona de exclusión minera de que tratan las Resoluciones 705 de 2013, 761 de 2013 y 1150 de 2014 del MADS.

- **Parágrafo 2 Artículo 174. Adquisición por la Nación de Áreas o Ecosistemas de Interés Estratégico para la Conservación de los Recursos**

Naturales o implementación de pago por servicios ambientales u otros incentivos económicos. *Modifíquese el artículo 108 de la Ley 99 de 1993 el cual quedará así “Artículo 108. Adquisición por la Nación de Áreas o Ecosistemas de Interés Estratégico para la Conservación de los Recursos Naturales o Implementación de esquemas de pago por servicios ambientales u otros incentivos económicos”. Las autoridades en coordinación y con el apoyo de las entidades territoriales adelantarán los planes de cofinanciación necesarios para adquirir áreas o ecosistemas estratégicos para la conservación, preservación y recuperación de los recursos naturales o implementarán en ellas esquemas de pago por servicios ambientales u otros incentivos económicos para la conservación, con base en la reglamentación expedida por el Gobierno Nacional. La definición de estas áreas y los procesos de adquisición, conservación y administración deberán hacerse con la activa participación de la sociedad civil. **Parágrafo 1.** Los esquemas de pago por servicios ambientales..., además podrán ser financiados con recursos provenientes de los artículos 43 y 45 de la Ley 99 de 1993,.... Así mismo, podrá aplicarse la inversión forzosa de que trata el parágrafo 1 del artículo 43, las compensaciones por pérdida de biodiversidad en el marco de la licencia ambiental y el Certificado de Incentivo Forestal con fines de conservación a que se refiere el parágrafo del artículo 253 del Estatuto Tributario.*

A este respecto es de mencionar que lo aquí definido constituye un elemento de gran importancia a la hora de establecer tanto los proyectos de manejo del área protegida. La posibilidad de utilizar esquemas de pago por servicios ambientales con recursos provenientes de las tasas por utilización de aguas y las transferencias del sector eléctrico (artículos 43 y 45 de la Ley 99/93) así como de direccionar las inversiones a que se refiere la Compensación por pérdida de biodiversidad dentro de la superficie que se constituya como área natural protegida son sin lugar a dudas aspectos clave para el futuro manejo que la Corporación realizará a este espacio del territorio.

Así mismo el documento “Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018” (Departamento Nacional de Planeación, 2015) establece como uno de los objetivos de la Estrategia Transversal de Crecimiento Verde el de “Proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural y mejorar la calidad ambiental”, para cuyo cumplimiento se buscará la puesta en marcha de una estrategia dirigida hacia la “Conservación y asegurar el uso sostenible del capital natural marino y continental de la Nación”. La implementación de esta estrategia se realizará entre otras acciones a través de la “Gestión Adecuada del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)”, entre las que se incluye el fortalecimiento de los Sistemas de Áreas Protegidas Regionales y Departamentales, y la inclusión de 500.000 nuevas hectáreas de áreas protegidas declaradas en el SINAP, meta a la que se aporta con la constitución de San Cayetano como un área natural protegida (ANP) del nivel regional.

De igual forma dentro de las acciones de Restauración de ecosistemas terrestres y marinos el PND establece que además de realizarse la implementación del Plan Nacional de Restauración Ecológica se avance en la ejecución de programas y proyectos regionales y locales de restauración y la promoción del uso de herramientas de manejo para la conservación de la biodiversidad en paisajes rurales transformados. La meta del PND es la restauración de 214.461 ha a la que probablemente se aportará si esta acción específica es definida dentro del plan de manejo del ANP.

Es igualmente importante mencionar también que según lo establecido en el artículo 20 del PND “Áreas de reserva para desarrollo minero” se establece específicamente que “No podrán ser áreas de reservas para el desarrollo minero las áreas delimitadas como páramos y humedales”, lo que establece una restricción efectiva al otorgamiento de títulos mineros a las zona de páramos presentes en el área evaluada conforme a la delimitación ya generada desde la resolución 710 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.

9. Instrumentos Regionales de Planificación

2.3.1. Plan de Gestión Ambiental Regional

El Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) de la Corporación Autónoma Regional de Chivor 2007 - 2019 corresponde al instrumento de planificación estratégico de largo plazo que guía la gestión de Corpochivor, mediante el cual se busca que el proceso de desarrollo avance hacia la sostenibilidad de la región (Corpochivor, 2006). EL PGAR está fundamentado en las siguientes cuatro líneas estratégicas prioritarias, cuyo cumplimiento permite alcanzar los retos y objetivos ambientales de la Corporación:

- Protección y Conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas.
- Gestión Integral del Recurso Hídrico.
- Procesos productivos sostenibles y competitivos para el desarrollo social y económico.
- Prevención, control y manejo del riesgo y del deterioro ambiental.

Dentro de la línea estratégica de “Protección y Conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas” el PGAR otorga gran importancia al desarrollo de proyectos orientados a la “Protección, recuperación y manejo de la biodiversidad y de los ecosistemas estratégicos” (Corpochivor, 2006), en marco de los cuales se busca dar cumplimiento a los siguientes objetivos específicos y acciones de manejo:

1) Objetivo 1: Generar e implementar estrategias de manejo, administración y conservación de especies de flora y fauna.

Acciones: a) Realizar el inventario de flora y fauna de la jurisdicción, priorizando líneas estratégicas para la conservación y manejo. b) Formular y ejecutar proyectos

específicos en manejo y conservación de especies priorizadas. c) Ejercer las acciones de administración de los recursos flora y fauna. d) Promover proyectos de uso sostenible de los recursos biológicos a nivel de especies. e) Consolidar el sistema regional de información relacionado con biodiversidad.

2) Objetivo 2: Conservación y manejo sostenible de los macizos de Mapapacha, Bijagual, Cristales, Castillejo y Rabanal (Bosques Andino y Páramo), bosque andino y humedales, y otros en el área de la jurisdicción.

Acciones: a) Actualizar e implementar planes de manejo ambientales en zonas de páramo, subpáramo, bosque andino, humedales y en áreas adquiridas priorizadas. b) Declarar áreas protegidas regionales. c) Implementar propuesta de incentivos para la conservación.

Es claro que las acciones antes citadas se articulan con la constitución de un área protegida en la zona evaluada, no solamente en lo que tiene que ver con la declaratoria como tal de este territorio sino también en lo que atañe a la protección de espacios ambientalmente sensibles, como sucede con los páramos y demás ecosistemas de alta montaña. Adicionalmente, el PGAR establece una meta durante su vigencia (2007 - 2019) de tres (3) áreas declaradas con acto administrativo, a la cual se apunta con la constitución de un área natural protegida en la cuchilla de San Cayetano.

2.3.2. Plan de Acción Institucional de Corpochivor

El Plan de Acción de Corpochivor vigente fue aprobado mediante el Acuerdo No. 06 del 18 de mayo de 2016 emitido por el Consejo Directivo de la Corporación, y corresponde al documento que encausa el accionar de esta Institución durante el periodo comprendido entre 2016 y 2019. En consonancia con lo establecido en el Plan de Gestión Ambiental Regional el Plan de Acción Institucional de Corpochivor 2016 - 2019 contempla como una de sus líneas estratégicas la “Protección y Conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas de la jurisdicción” y como objetivo dentro de ella la “Protección, recuperación y manejo de la biodiversidad y de los ecosistemas estratégicos”, a los que como ya se mencionó le apunta la declaratoria de un área natural protegida en la zona evaluada y su posterior adopción e implementación del plan de manejo.

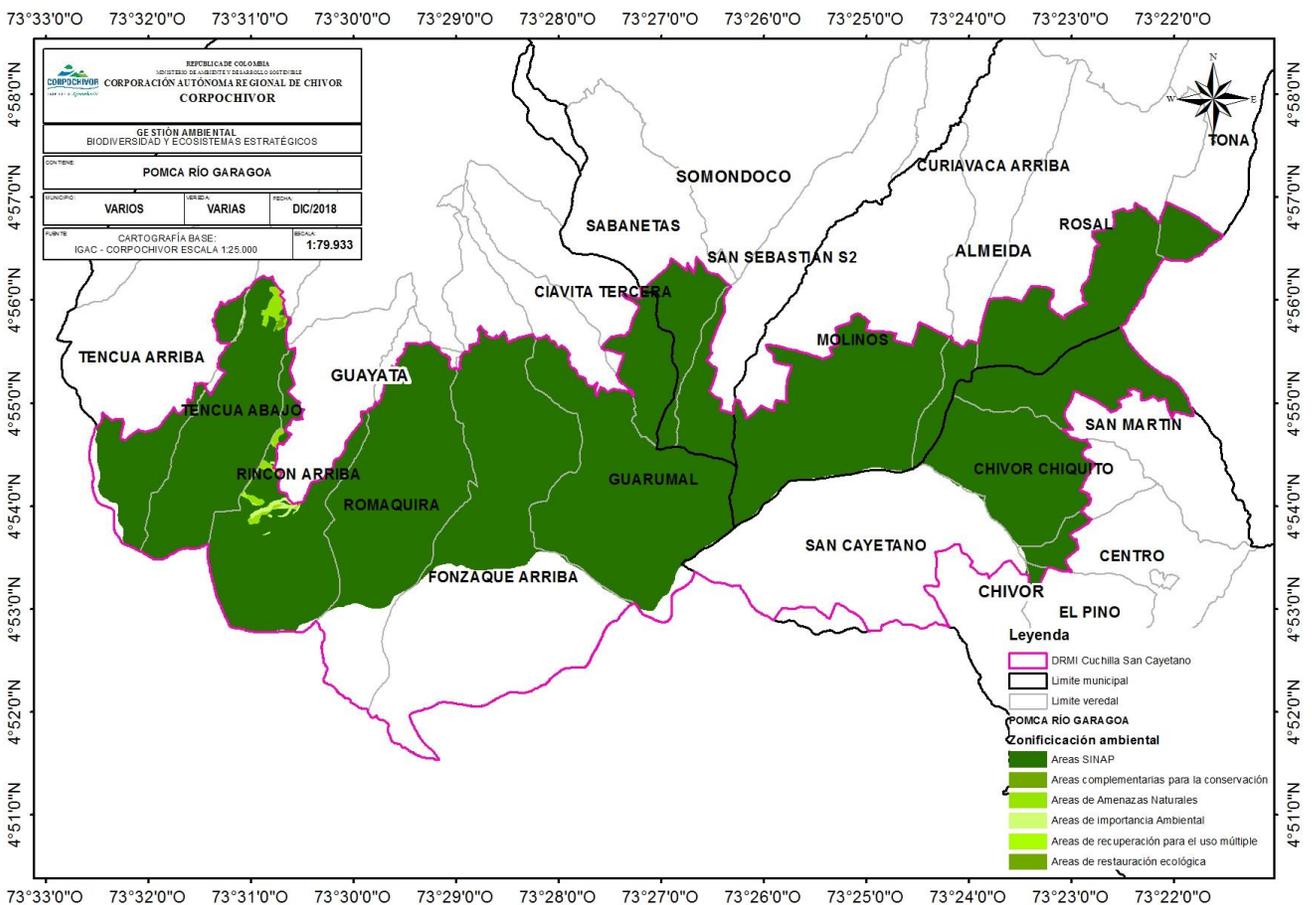
acuerd acuerdo

2.3.3. Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la cuenca del río Garagoa

Como se mencionó previamente el 74,94% del área evaluada pertenece a la cuenca del río Garagoa, de la cual hacen parte las microcuencas de las quebradas Guanejes, Barro Amarillo, El Chital, Cuya, Chivor Sector Alto, El Mangle, Negra, El Trabajo, Tencua y Risata.

En resumen, según lo establecido en el POMCA del río Garagoa (2005) el 64,21% del área perteneciente a esta cuenca debe ser destinada a la conservación, bien sea por la presencia de ecosistemas naturales (zona de conservación) o porque sus condiciones ameritan que sea objeto de acciones encaminadas a su restauración o recuperación, ya en el POMCA de 2018 se permite un manejo diferenciado debido a que ambas determinantes ambientales tienen diferentes tiempos de ejecución en sus planes de manejo ambiental. En efecto, en la figura 6 se muestran las áreas que según el POMCA deberían destinarse a la conservación en la parte alta de Guayatá, Somondoco, Almeidas y Chivor, coincidentes en varios lugares con el área bajo estudio.

Figura 2: POMCA Río Garagoa en el DRMI Cuchilla San Cayetano



2.3.4. Plan de Ordenación Forestal de Corpochivor

El Plan de Ordenación Forestal - POF fue adoptado mediante el Acuerdo No. 16 del 27 de noviembre de 2013 con base en los resultados de un Contrato Interadministrativo de Cooperación suscrito entre Corpochivor y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Según lo dispuesto en el POF (2019) en el área evaluada hay siete subzonas de manejo, cuya distribución se muestra en la figura 7 y cuyas definiciones se relacionan en la tabla 3.

En la tabla 4 se presenta la superficie que abarcan las diferentes categorías de manejo dentro del área evaluada, donde un total de 5.889,43 ha (65,48%) corresponden al conjunto ocupado por los páramos y las subzonas pertenecientes al Área Forestal Protectora, que según lo definido en el POF (2019) es aquella “... donde debe prevalecer el efecto protector, la cual **debe estar conservadamente permanentemente con coberturas vegetales naturales o artificiales (plantados), con el fin de proteger sus recursos naturales y su diversidad biológica...**” (Capítulo 4 p 19 - Negrita fuera del texto).

El 39,03% restante está comprendido por las subzonas del Área Forestal Productora, entre las que se incluye áreas de uso múltiple cuyo uso predominante es el agropecuario, las cuales “... pueden ser objeto de actividades de uso, manejo y aprovechamiento sostenible de sus recursos forestales maderables y no maderables para su consumo o comercialización, sin agotar otros recursos naturales conexos, así como los valores ambientales, sociales y culturales de los ecosistemas y los hábitats naturales en que se sustentan.” (Capítulo 4 p 19).

Tabla 3. Categorías de manejo - POF CORPOCHIVOR

Área	Subzona (Categoría de manejo)	Definición
Forestal Productora	Área Forestal de Producción Directa	“Son las áreas con coberturas vegetales naturales y artificiales (plantados), que por sus condiciones fisicobióticas y silviculturales, presentan aptitud para el uso, manejo y aprovechamiento de productos forestales maderables, para su consumo o comercialización, sin que ello implique la disminución de la extensión de las coberturas vegetales...” (Capítulo 4 p 23)
	Área Forestal de Producción Indirecta	“Son las áreas con coberturas vegetales naturales y artificiales (plantados), que por sus condiciones fisicobióticas y silviculturales, presentan aptitud para el uso, manejo y aprovechamiento de los productos forestales no maderables, para su consumo o comercialización, mediante sistemas de producción forestal...” (Capítulo 4 p 23).

	Área de Uso Múltiple con Potencial Forestal	“Son las áreas que por sus condiciones fisicobióticas y por la aptitud del suelo, tiene uso predominantemente agrícola, pecuario o silvicultural, en las cuales se podrán desarrollar actividades productivas y extractivas de manera sostenible, sin afectar o agotar otros recursos naturales conexos de los ecosistemas y hábitats naturales en que se sustentan” (Capítulo 4 p 23).
	Área Forestal de Protección para la preservación	“Son las áreas con coberturas vegetales naturales de alta importancia ambiental o fragilidad ecológica, que deben ser mantenidas permanentemente con su cobertura, con el fin de proteger a perpetuidad su biodiversidad <i>in situ</i> y otros recursos naturales conexos, los cuales se mantendrán como intangibles...”
Forestal Protectora	Área Forestal de Protección para la restauración	“Son las áreas con o sin coberturas vegetales naturales y artificiales (plantados), modificadas o transformadas, con procesos de degradación, alteración, deterioro y conflicto, que presentan condiciones relevantes para ser destinadas a restablecer total o parcialmente su atributos, composición, estructura y función de los ecosistemas y los hábitats naturales en que se sustentan...” (Capítulo 4 p 22)
	Área Forestal de Protección para el Uso Sostenible	“Son las áreas que deben ser conservadas permanentemente con coberturas vegetales naturales o artificiales (plantados), en las cuales los ecosistemas y los hábitats mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada, las cuales pueden ser objeto de actividades de uso, manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos forestales no maderables y de servicios ambientales...” (Capítulo 4 p 22)
Otras unidades	Páramos	“Delimitación de páramos (Resolución 937 de 2011 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible)” (Capítulo 4 p 24)

Fuente: CORPOCHIVOR, 2013. Plan de Ordenación Forestal POF. Corporación Autónoma Regional de Chivor - CORPOCHIVOR, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fondo de Compensación Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Proyecto formulación de herramientas de planeación para la ordenación forestal de la jurisdicción de CORPOCHIVOR. Garagoa, Boyacá.

Figura 3: Zonificación POF en el DRMI Cuchilla San Cayetano

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
COMPONENTE DIAGNÓSTICO

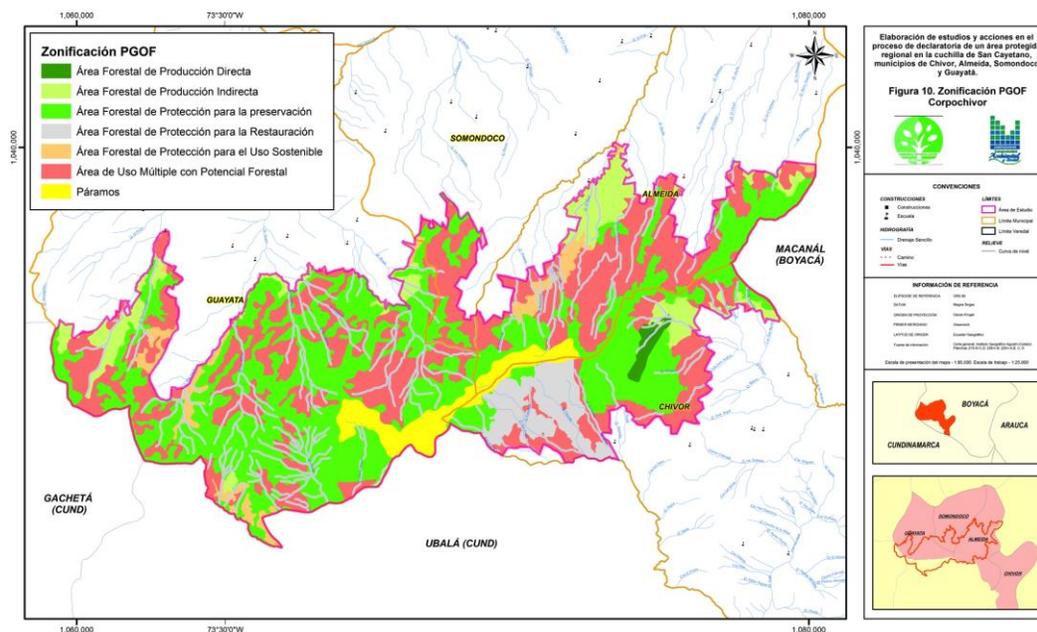


Tabla 4. Superficies de las categorías de manejo - POF CORPOCHIVOR

Área	Subzona (Categoría de manejo)	Área (Ha)
Forestal Productora	Área Forestal de Producción Directa	63.56
	Área Forestal de Producción Indirecta	614.49
	Área de Uso Múltiple con Potencial Forestal	3091.52
Forestal Protectora	Área Forestal de Protección para la preservación	1479.17
	Área Forestal de Protección para la restauración	3033,79
	Área Forestal de Protección para el Uso Sostenible	288.65
Otras unidades	Páramos	422.42
Total		8993.6

Fuente: CORPOCHIVOR, 2013. Plan de Ordenación Forestal. Corporación Autónoma Regional de Chivor, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fondo de Compensación Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Formulación de herramientas de planeación para la ordenación forestal de la jurisdicción de CORPOCHIVOR. Garagoa, Boyacá.

Como se puede verificar en la figura 8, las áreas por conservar según el POMCA del río Garagoa 2018 y las Áreas Forestales Protectoras del POF CORPOCHIVOR (2019) son prácticamente equivalentes, situación que a todas luces es de gran relevancia para articular acciones regionales con las tererminates ambientales

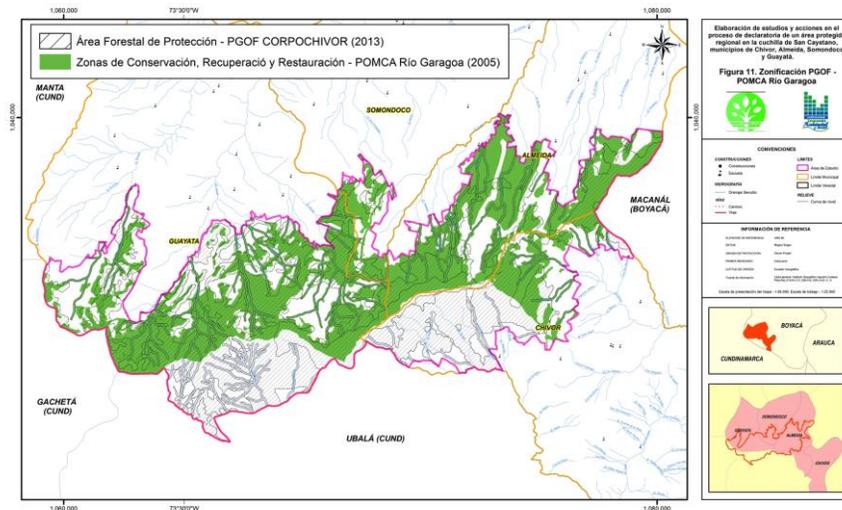
2.3.5. Plan de Acción Regional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía

Con el fin de contribuir a la reducción de los procesos de degradación de tierras y desertificación y su afectación al entorno social, económico y ambiental, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial publicó en el año 2005 el “Plan de

Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía”, con el propósito de contribuir a la prevención, mitigación, corrección y/o compensación de los factores causantes de la degradación de tierras, desertificación y sequía (Minambiente, 2005). En este mismo sentido la Corporación Autónoma Regional de Chivor - Corpochivor formuló el Plan de Acción Regional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía para 14 municipios ubicados en las cuencas del río Garagoa y Lengupá, con el fin de contar con un instrumento de planificación que permita adelantar una intervención en la región enfocada a superar los procesos de degradación de tierras y mitigación de la sequía que allí ocurren (Corpochivor, 2011).

Respecto al área de estudio tan sólo los municipios de Chivor y Almeida fueron considerados dentro del Plan de Acción Regional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, identificándose zonas con alta susceptibilidad a la erosión en las partes altas de las microcuencas de las quebradas Cuya, El Chital, El Mangle, Guanejes, Las Danzas, Cascada, El Volcán y Chivor Sector Alto, en espacios que constituyen además los límites entre los municipios de Almeida, Chivor y Macanal.

Figura 4: Zonas de protección en el DRMI Cuchilla San Cayetano de acuerdo al POMCA y al POF



El Plan de Acción Regional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía está fundamentado en dos tipos de programas: los **estructurales** que apuntan a intervenir en los procesos de degradación de los suelos, mitigación de la sequía y pérdida de la biodiversidad, y los **transversales** que se orientan a promover la participación de la comunidad, facilitar el conocimiento, la gestión y el ordenamiento ambiental territorial, mediante acciones comunicativas y disponibilidad de información sobre el tema.

Los programas estructurales definidos en el Plan corresponden específicamente a: 1) Gestión integral del agua a nivel de predio y cuenca, 2) Control de la erosión y mejoramiento de suelos, 3) Conservación, recuperación y restauración de la biodiversidad, 4) Promoción y desarrollo de sistemas de producción agroforestales y silvopastoriles. Por su parte, los programas transversales están referidos a: 1) Gestión Integral del Territorio, 2) Información y comunicación en temas de lucha contra la desertificación y la sequía, 3) Educación ambiental y participación ciudadana para la lucha contra la desertificación y la sequía.

Sin considerar lo relativo a educación y sensibilización ambiental, cuyas acciones además de estar consignadas en un programa específico también hacen parte de otros programas del Plan de Acción Regional, en lo que tiene que ver con el área protegida a ser constituida en la cuchilla de San Cayetano es de resaltar las siguientes propuestas que preliminarmente se identifican podrían articularse con el plan de manejo que se formule y que por ende serán tenidas en cuenta en la estructuración del componente estratégico respectivo:

- 1) Programa de gestión integral del agua de predio y cuenca:
 - Identificación de predios en áreas de recarga hídrica a vincular al sistema regional de áreas protegidas.
 - Adquisición de los predios o pagos por servicios ambientales a los propietarios para que conserven.
 - Establecimiento de los compromisos de las Juntas de Acueducto Veredal en la conservación.
 - Ejecución de prácticas de conservación en las áreas de recarga hídrica y nacimiento.
 - Acueductos y predios piloto para manejo integral del recurso hídrico.

- 2) Programa de conservación, recuperación y restauración de la biodiversidad:
 - Caracterización a escala de paisaje un remanente de ecosistemas originales presentes en la región en las áreas críticas.
 - Análisis multitemporal enfocado en los fragmentos de ecosistemas originales en las áreas críticas.
 - Evaluar el estado de conservación de especies focales presentes en los remanentes de ecosistemas originales en las áreas críticas.
 - Ampliar en un 30% el área de conservación mediante la restauración con aptitud de conservación.

2.3.6. Determinantes ambientales

Las determinantes ambientales para la formulación, revisión y/o ajuste de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios de la jurisdicción de Corpochivor se encuentran compiladas en la Resolución No. 0221 del 11 de abril de 2014 emitida por el Director General de la Corporación Autónoma Regional de Chivor - Corpochivor. Estas disposiciones aplican para los 25 municipios que integran la

jurisdicción de la Corporación, conforme a lo establecido en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997.

El artículo 4 de la Resolución No. 0221 de 2014 establece como determinantes ambientales los siguientes, cuya aplicación está relacionada con el área objeto del presente estudio y que no pueden ser desconocidas por los municipios de la jurisdicción.

- *Plan de Ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Garagoa:*
Como determinantes se establecen las categorías de zonificación ambiental establecidas en el plan junto con el régimen de usos correspondiente, y se define que las categorías de conservación, restauración y protección deben corresponder con suelos de protección en los documentos de ordenamiento territorial.

- *Páramo de San Cayetano:*
Se establece como determinante que no se podrán adelantar actividades agropecuarias ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales, ni construcción de refinerías de hidrocarburos, en el límite del páramo definido por el Ministerio de Ambiente con la resolución 710 del 2016. El páramo de San Cayetano se relaciona dentro de los determinantes dentro del complejo de Chingaza, en jurisdicción de los municipios de Almeida, Chivor y Guayatá, específicamente dentro de las veredas Molinos, San Cayetano, Guarumal, Fonzaque Arriba, Romaquira, Rincon arriba y Tencua abajo.

- *Nacimientos de agua:*
Los municipios deberán identificar los nacimientos de agua e incorporarlos como suelo de protección.

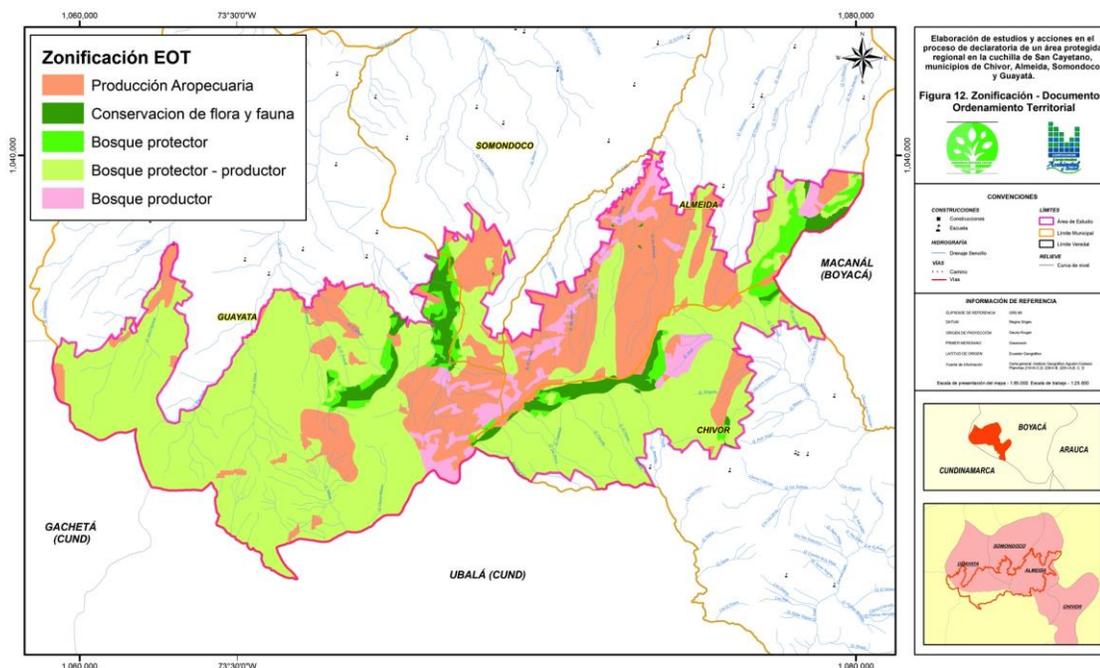
- *Zonas de recarga de acuíferos:*
Los municipios deberán identificar las zonas de recarga de acuíferos e incorporarlas como suelo de protección.

- *Rondas hídricas de los cuerpos de agua:*
Las rondas hídricas de los cuerpos de agua deben ser incorporadas por los municipios en sus documentos de planificación como suelo de protección. Los determinantes definen una faja de protección de 30 metros a partir de la cota máxima de inundación como ronda hídrica de todos los cuerpos de agua existentes en la jurisdicción de Corpochivor.

10. Instrumentos Locales de Planificación

En la figura 9 se presenta la zonificación ambiental del área de estudio conforme a lo establecido en los Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de los municipios de Guayatá, Somondoco, Almeida y Chivor; es importante mencionar que para hacer menos complejo el análisis las diferentes categorías de manejo establecidas en los EOT's se agruparon en las unidades que se relacionan en la tabla 5.

Figura 9. Zonificación EOT



Llama la atención la extensión del “Bosque Protector - Productor” (5.967,1 hectáreas - 61,78%) delimitado incluso en zonas cuyo uso actual es el agropecuario; ante la ausencia de una definición de esta zona de manejo se presupone que estos espacios son aquellos que se consideran aptos para el establecimiento de usos forestales pero donde también puede ser posible implementar actividades agropecuarias bajo criterios de sostenibilidad.

Tabla 5. Superficie de las zonas de manejo - EOT municipios del área de estudio

Zona	Área (Ha)
Producción Agropecuaria	1828,42
Conservación de Flora y Fauna	364,53
Bosque Protector	355,96
Bosque Protector – Productor	5.967,10
Bosque Productor	477,59
Total	8.993,60

Fuente: Zonas de Manejo Esquemas de Ordenamiento Territorial: CORPOCHIVOR (2015). Superficies calculadas: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Las zonas de producción agropecuaria ocupan una superficie total de 2.493,82 ha (25,82% del área de estudio), estando mayormente extendidas en los municipios de Somondoco, Guayatá y Almeida; en este último municipio vale la pena citar que la mayor parte del territorio se considera bajo la categoría de “Producción Agropecuaria”, sin tener en consideración lo que establece el POF de Corpochivor y el POMCA del Río Garagoa, al constituir este último una determinante ambiental que debe ser tomada en cuenta en el proceso de actualización del EOT.

Por su parte, los espacios para la “Conservación de la flora y la fauna” y el “Bosque Protector” ocupan en conjunto 720,49 hectáreas, y se localizan en el límite entre los municipios de Chivor y Almeida y en las divisorias de aguas de algunas microcuencas, lo que coincide con sectores de altas pendientes y con presencia de coberturas vegetales protectoras. Finalmente el “Bosque Productor” es mayoritario en los municipios de Guayatá y Almeida, el cual aparece entremezclado con zonas de producción agropecuaria, donde se presume que el uso recomendado es el establecimiento de plantaciones forestales productoras.

11.1. CAPÍTULO 2 BIOFISICO

3.1. Clima

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan el tiempo atmosférico y la evolución de una determinada región. Está determinado por el análisis espacio temporal de los elementos que lo definen, como precipitación, temperatura, humedad relativa y brillo solar, así como de los factores que lo afectan, como pendiente, altitud, formas del relieve y cobertura vegetal (Tecnología, 2004). La variación de precipitación permite definir y clasificar el clima de un determinado sector, y los cambios climáticos a nivel regional o local, mientras que la cobertura vegetal es tanto causa y efecto del clima como su indicador (Tecnología, 2004).

De tal forma la caracterización y clasificación del clima comprende:

- El análisis conjunto entre los datos de las estaciones meteorológicas y los factores climáticos como altitud y disposición topográfica de las vertientes permiten determinar el régimen climático predominante (Monomodal o Bimodal), la distribución espacial de la precipitación, la temperatura y otros elementos del clima como vientos, brillo solar, humedad relativa, etc.
- Determinación de las zonas climáticas a partir de los datos obtenidos de los índices de humedad, de aridez e hídrico, mediante la aplicación de modelos como el de Caldas - Lang.

3.2. Metodología

3.2.1. Información climatológica

Para la descripción cualitativa y la distribución temporal de los parámetros climáticos del área evaluada, se seleccionaron las estaciones climatológicas de Sutatenza y Macanal operadas por el IDEAM, que se consideran representativas por la calidad de su información y su cercanía al área de estudio. Corpochivor dispone de varias estaciones climatológicas e hidrológicas en e su jurisdicción, pero lamentablemente no se encuentran cerca del área de interés, lo que hizo que se desistiera de su empleo para el caso específico de este estudio.

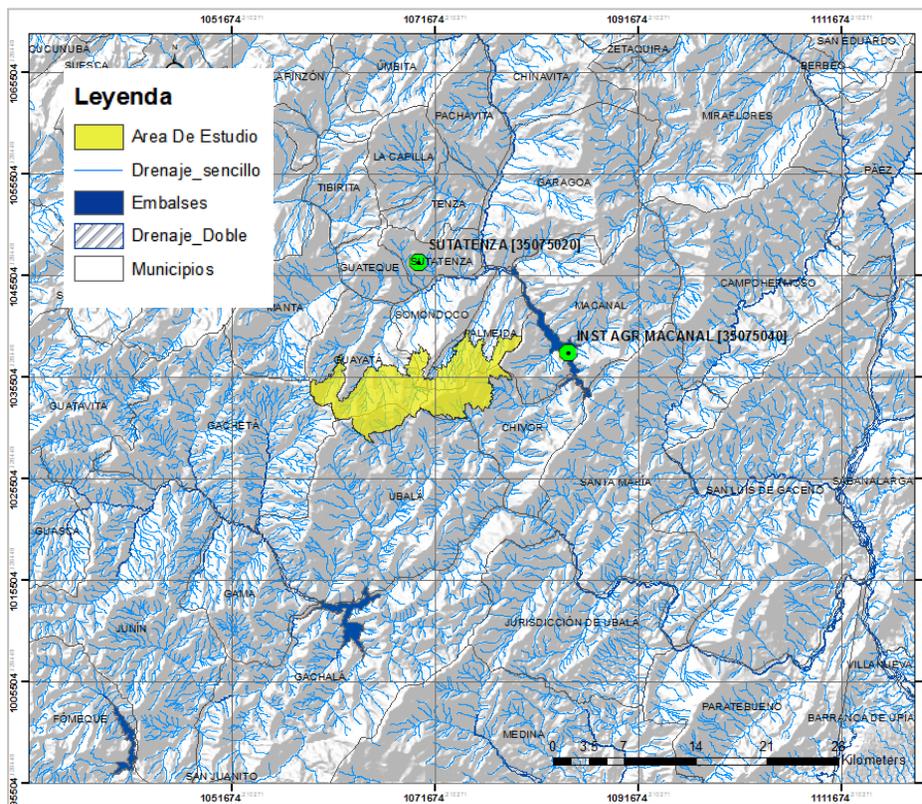
Las estaciones pertenecen al Instituto de Hidrología y Meteorología IDEAM y cuentan con series con un tamaño superior a 20 años de información, ya que así como señala Monkhouse (1978) para que sea posible obtener información representativa es necesario que para los análisis se utilicen "...períodos suficientemente representativos, de 30 años o más". En la tabla 6 se presentan las estaciones empleadas para la caracterización de la zona de estudio, mientras que su localización se incluye en la figura 10.

Tabla 6. Estaciones Climatológicas seleccionadas

Nombre	Código	Departamento	Tipo
SUTATENZA	35075020	BOYACA	CP
INSTITUCIÓN AGROPECUARIA DE MACANAL	35075040	BOYACA	CP

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Figura 10: Ubicación de las estaciones Climatológicas Seleccionadas



Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

3.2.2. Verificación de información

Al seleccionar las estaciones climatológicas se procedió a verificar la información de las diferentes variables climatológicas a analizar, se eliminaron años los cuales contaran con menos de 8 meses en sus registros y en el caso de la precipitación se generó la estimación de datos faltantes. Este procedimiento se realizó con el fin de reducir los posibles sesgos y errores sistemáticos en la información, que pudiera generar inconvenientes en los demás cálculos climatológicos e hidrológicos.

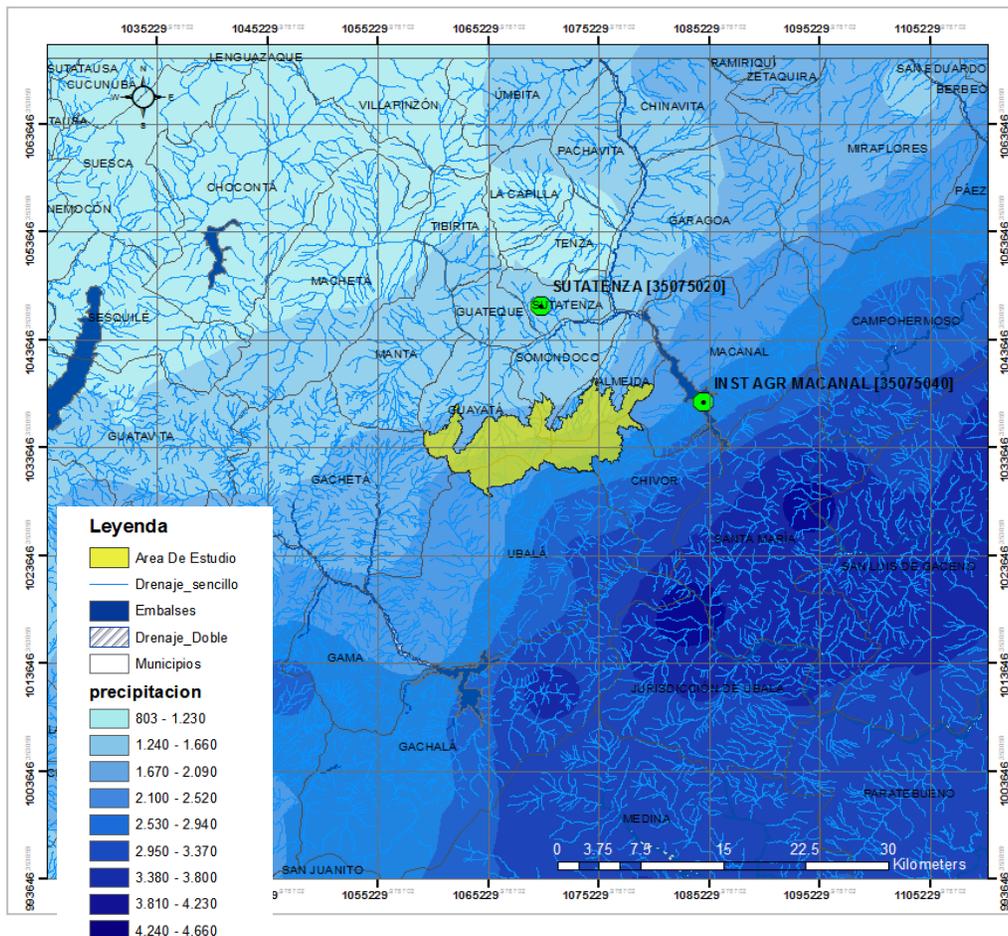
11. Precipitación

3.3.1. Distribución Espacial

Con el fin de realizar un análisis espacial de la precipitación se realizó la interpolación de esta variable a una resolución temporal anual multianual. La metodología de interpolación que se empleó fue el método de la distancia inversa IDW, el cual tiene un alto grado confiabilidad (Luo, 2007).

En la figura 11 se presenta el mapa raster de la distribución espacial de la precipitación generado a través de la aplicación de las herramientas de interpolación de ArcMap, donde se encontró que el valor máximo de precipitación en el área de influencia al proyecto es aproximadamente de 2940 mm/año, los menores valores de precipitación se presentan en los municipios de Guayatá, Somondoco y Almeida en un rango de 1670 a 2090 mm/año

Figura 11: Distribución espacial de la precipitación



Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

3.4. Distribución Temporal

Para el análisis de la distribución temporal de la precipitación se tuvo en cuenta las dos estaciones mencionadas anteriormente: Sutatenza que según el IDEAM se identifica con el código 35075020 (figura 12) y Macanal identificada con código 35075040 (figura 13).

La distribución temporal para la estación Sutatenza muestra la existencia de un sólo periodo de precipitaciones altas, el cual se desarrolla entre los meses de mayo, junio y julio. Para el caso de los valores medios mensuales el dato máximo registrado de precipitación fue de 178 mm en junio, el cual es el mes más húmedo del año. Los periodos secos se presentan entre los meses de enero - abril y agosto - diciembre; el valor mínimo de la serie histórica para los registros medios mensuales es 17,3 mm, durante el mes de enero, siendo este el mes más seco en esta estación. El valor promedio mensual de precipitación es del orden de 98,7 mm.

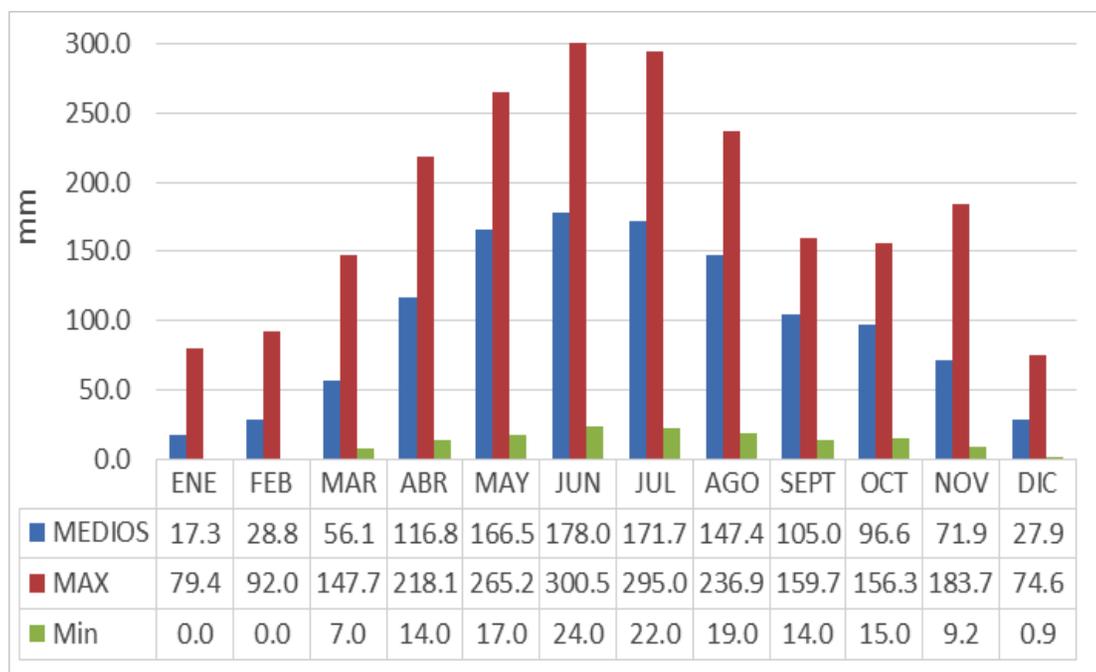


Figura 12: Precipitación Estación Sutatenza

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Para la estación Macanal se presenta un periodo de precipitaciones altas entre los meses de mayo, junio y julio, lo cual es comportamiento propio de esta zona del país; el valor máximo de precipitación media mensual fue de 353,1 mm en el mes de julio, mientras que el verano se presenta en los meses de enero - abril y agosto - diciembre, con un valor medio mínimo de 24,87 mm (enero). La precipitación media mensual multianual es de 186,61 mm.

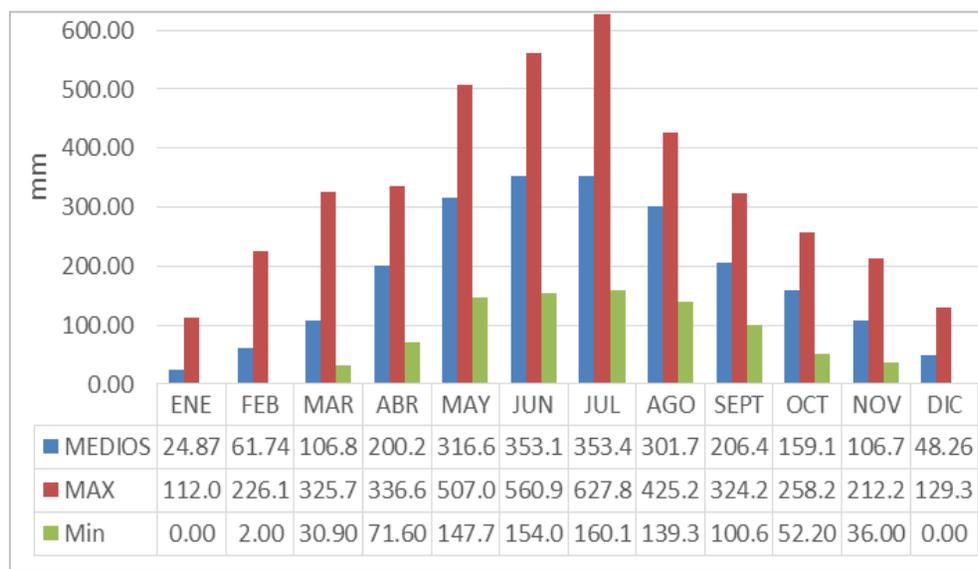


Figura 13: Precipitación Estación Macanal

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

12. Temperatura

3.5.1. Distribución Espacial

Para la elaboración de las isotermas se hizo uso del software ArcMap y de un método de interpolación aplicado a variables hidrometeorológicas; los campos interpolados se derivan tanto de la información de las estaciones ubicadas en cercanías al área de estudio como de otras estaciones aledañas.

En la figura 14 se presenta la distribución de la temperatura para el área de estudio, donde se observa que en los municipios de Guayatá, Somondoco y Almeida la temperatura está en un rango de 17,9 a 19,1°C, con un aumento hacia el Sureste (municipio de Chivor), con valores que fluctúan entre 19,2 y 20,6°C. Como es lógico la temperatura aumenta en relación lineal a la altitud, con una variación de 0,65°C por cada 100 metros de incremento de altitud; para el área de estudio las mayores alturas se presentan en Guayatá, Somondoco y Almeadas, y disminuyen hacia el Sureste del territorio, hacia Chivor.

3.5.2. Distribución Temporal

Para analizar la distribución temporal de la temperatura se tuvo en cuenta las estaciones: Sutatenza (código 35075020) - figura 15 y Macanal (35075040) - figura 16. En la estación Sutatenza el régimen mensual de temperatura tiene gran concordancia con los periodos de precipitación antes descritos, donde la época de lluvias corresponden con la de menor temperatura; para esta estación los valores medios máximos de temperatura pueden llegar a 18,4°C, aún cuando se observa baja variabilidad de la variable, que tan sólo oscila a nivel anual entre 16,7 y 18,4°C.

En la estación Macanal la temperatura media máxima alcanza 17,9°C, también con poca variabilidad a nivel anual (16,23 a 17,89°C).

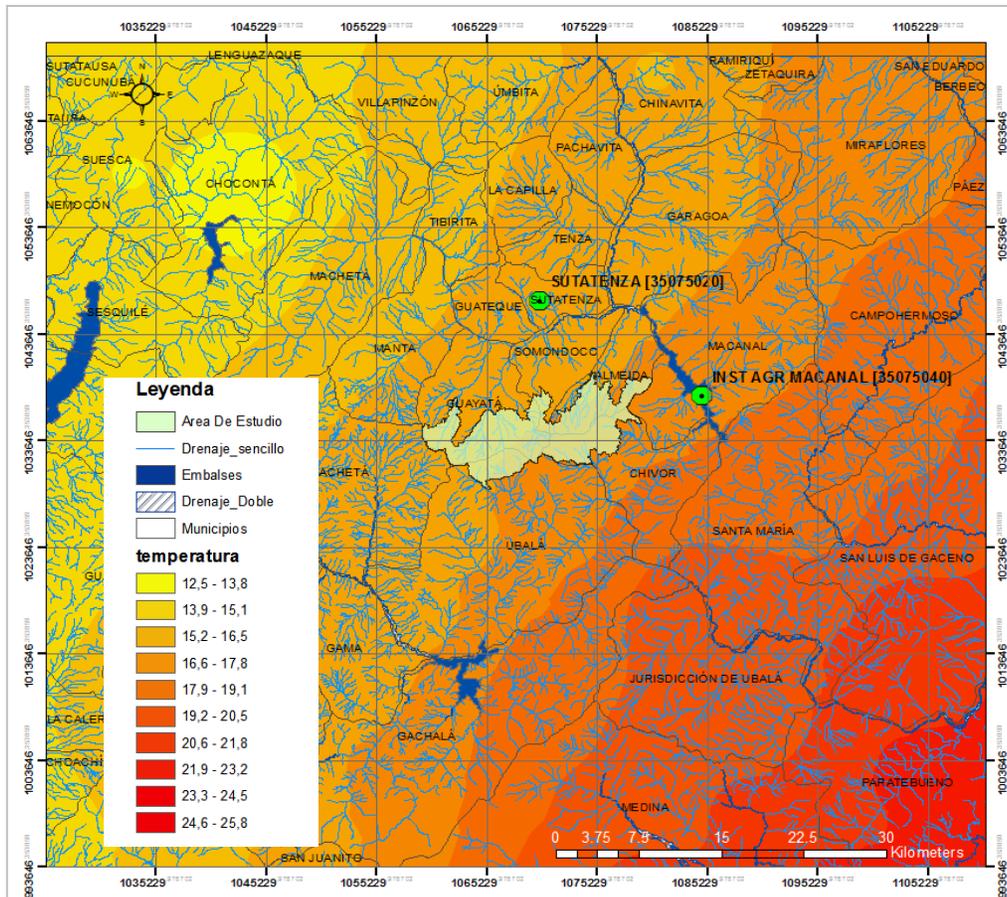


Figura 14: Mapa de Temperatura

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

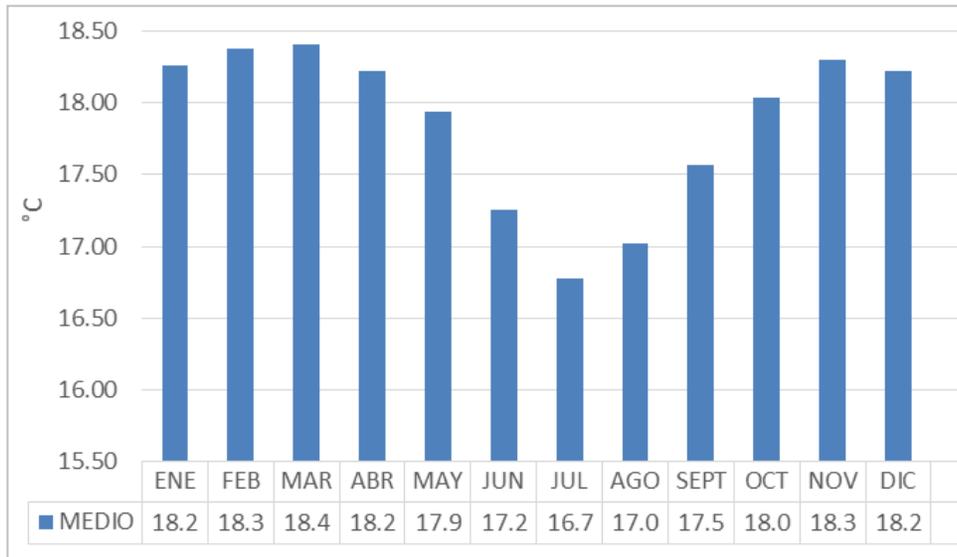


Figura 15: Temperatura Estación Sutatenza

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

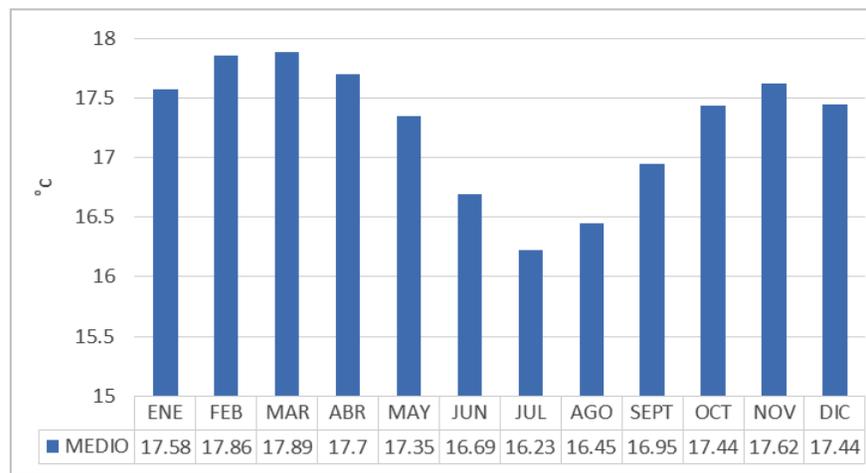


Figura 16: Temperatura Estación Macanal

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

13. Brillo Solar

El brillo solar representa el tiempo total en el cual la luz solar llega directamente sobre una determinada área, su unidad de medición se determina en horas durante el periodo de tiempo de estudio, en este caso horas/mes (Hidromet, sf), la determinación del brillo solar es de utilidad para estimar características climáticas de la zona, como por ejemplo la nubosidad.

De acuerdo con la información presentada en la figura 17, en la estación Sutatenza el menor valor de brillo solar (medio mensual) fue de 89,5 horas durante el mes de junio; el mayor valor de brillo solar medio mensual se presentó en enero con 196,7 horas/mes. En el caso de la estación de Macanal (figura 18) estos valores fluctúan entre 80,67 horas (valor mínimo medio mensual) y 182,3 horas (valor máximo medio mensual).

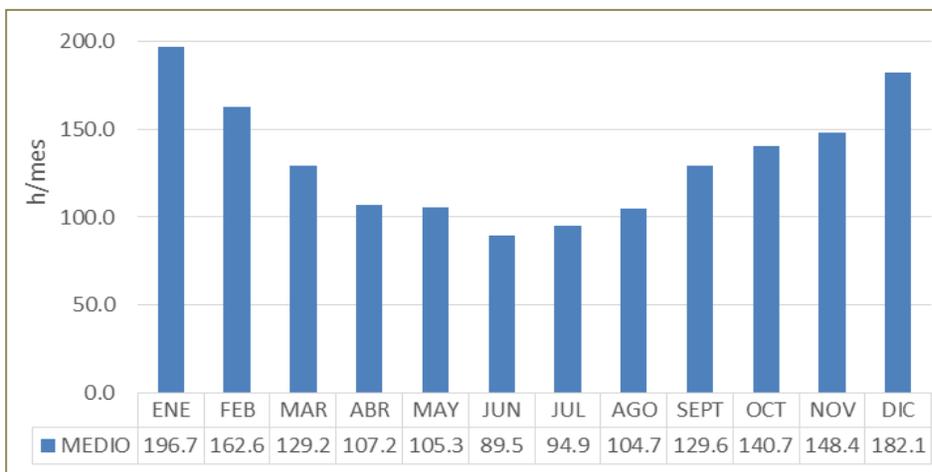


Figura 17: Brillo solar Estación Sutatenza

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

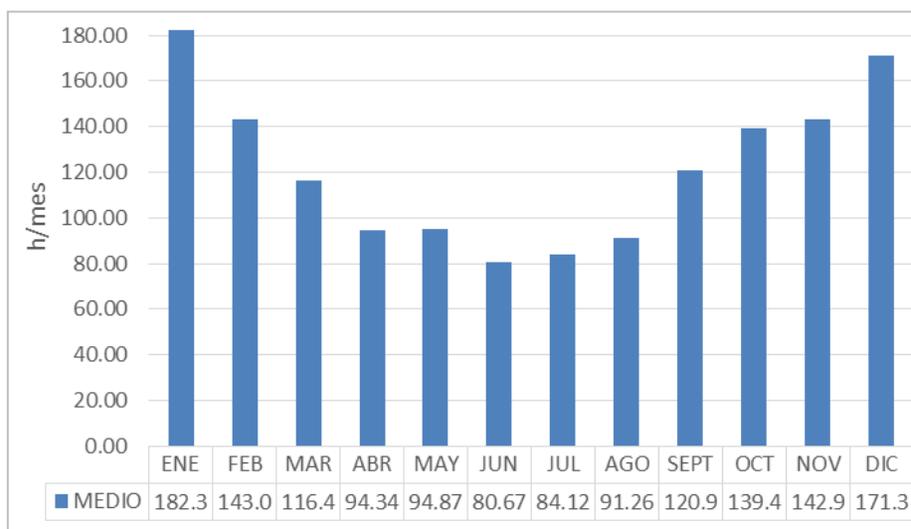


Figura 18: Brillo solar Estación Macanal

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

14. Humedad Relativa

El análisis de la humedad relativa se emplea para designar la cantidad de vapor de agua contenida en el aire. La humedad de aire es variable y depende fundamentalmente del grado de evaporación de los océanos u otras fuentes de agua. Se expresa en porcentaje al ser la relación entre la cantidad de agua que contienen una masa de aire y la máxima que podría tener (Hyperphysics, sf). La humedad relativa se rige por el comportamiento de la precipitación, con valores máximos en los meses de mayo, junio y julio (figura 19); el medio máximo de humedad ocurre en el mes de junio (40,97%) y el valor medio mínimo en el mes de enero con 20,22%.

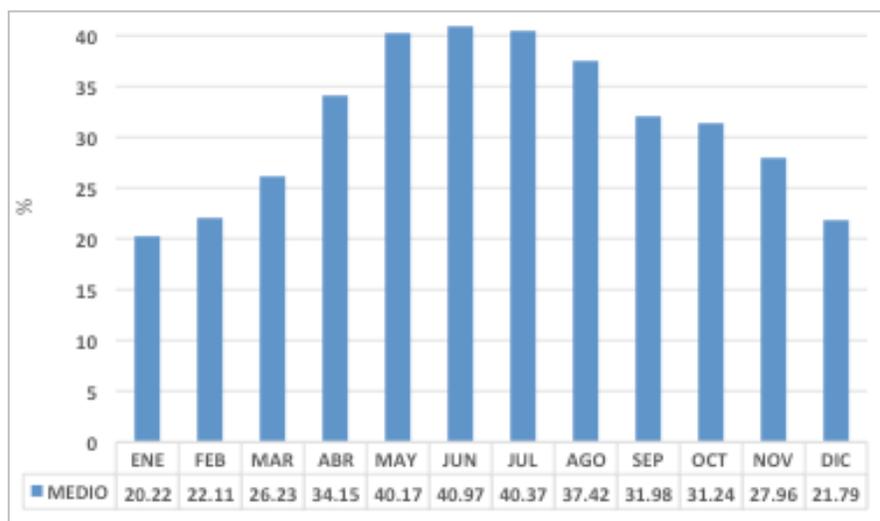


Figura 19: Humedad Relativa Estación Sutatenza (35075020)

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

15. Clasificación Climática de Caldas - Lang

La clasificación de Caldas fue ideada por el colombiano Francisco José de caldas en 1802, quién para tal fin consideró la variación de la temperatura respecto a la altura (pisos térmicos), por lo que su aplicación está restringida únicamente al trópico americano. En este mismo sentido, Lang estableció una clasificación climática basada en el valor obtenido para cada lugar, al dividir la precipitación total anual en milímetros por la temperatura media anual en grados centígrados. Este cociente se conoce como índice de efectividad de la precipitación o factor de lluvia de Lang (IDEAM y MAVDT, 2005)

De acuerdo con lo anterior, la clasificación climática resultante de la relación Precipitación y Temperatura (P/T) se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Clasificación Caldas Lang

<i>Precipitación / Temperatura</i>	<i>CLIMA</i>
<40	Árido
40-60	Semiárido
60-100	Semihumedo
100-160	Húmedo
>160	SuperHúmedo

Fuente: IDEAM & MAVDT, 2005

Para elaborar la clasificación climática de Caldas - Lang del área de estudio, se tomaron diferentes puntos en todo el territorio y para cada uno de ellos se recopiló la información de isotermas e isoyetas antes presentada, debido a que en la región no se dispone de una gran cantidad de estaciones climatológicas para poder hacer regionalizaciones. Los puntos seleccionados, sus valores de precipitación y temperatura, la relación entre estos dos parámetros y el clima resultante según Caldas - Lang se presenta en la tabla 8.

A partir de los datos relacionados se generaron campos de interpolación con el fin de conocer el comportamiento espacial del indicador en el área de estudio y de esta manera se elaboró el mapa de clasificación climática que se incluye en la figura 20. Como se observa en la figura, la casi totalidad del área evaluada tiene un clima húmedo según Caldas - Lang y tan sólo en las partes de menor altitud de los municipios de Guayatá, Somondoco y Almeida, bajo los 2000 msnm, el clima es semi húmedo.

Tabla 8. Clasificación Caldas Lang

Coordenadas		VARIABLES			CLIMA
X	Y	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA (°C)	PREC / TEMP (mm / °C)	
1028765.3	1065303.7	932.0	14.3	65.3	SEMIHUMEDO
1056918.6	1065327.9	1099.2	15.3	71.8	SEMIHUMEDO
1032577.8	1048077.3	1023.2	14.0	73.1	SEMIHUMEDO
1029826.1	1027334.2	1901.6	14.5	131.5	HUMEDO
1037551.6	1012094.3	1994.7	15.5	128.4	HUMEDO
1054590.1	1003839.3	2538.2	17.9	141.9	HUMEDO
1054484.4	1026593.3	1785.4	17.6	101.6	HUMEDO
1053637.9	1051146.4	1176.1	15.4	76.1	SEMIHUMEDO
1074274.6	1061412.0	1346.5	16.6	81.1	SEMIHUMEDO
1081894.3	1055802.8	1562.6	17.3	90.5	SEMIHUMEDO
1097027.9	1063105.2	1976.0	18.3	107.8	HUMEDO
1112373.2	1060247.6	2657.7	19.5	136.4	HUMEDO
1103165.9	1044690.3	3068.5	20.1	152.5	HUMEDO
1087926.5	1044372.9	2495.8	18.0	138.8	HUMEDO

Coordenadas		VARIABLES			CLIMA
X	Y	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA (°C)	PREC / TEMP (mm / °C)	
1071205.5	1043103.0	1264.9	17.6	71.7	SEMIHUMEDO
1057341.8	1043208.9	1297.6	16.5	78.8	SEMIHUMEDO
1063268.2	1024899.9	2342.9	17.5	133.5	HUMEDO
1093937.4	1028641.5	4358.6	19.5	223.2	SUPERHUMEDO
1114084.8	1033723.4	4656.8	20.9	222.6	SUPERHUMEDO
1118828.7	1052204.3	3118.2	19.9	156.6	HUMEDO
1102742.5	1016962.3	3822.0	22.1	172.8	SUPERHUMEDO
1082740.7	1018232.4	4505.7	21.7	207.5	SUPERHUMEDO
1073322.0	1024159.0	3417.6	19.1	178.9	SUPERHUMEDO

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

16. Balance hídrico climático anual multianual

La base física del balance hídrico es la formulación de las ecuaciones de conservación de masa para volúmenes de control o unidades hidrológicas determinadas, la cual expresa la equivalencia entre los aporte de agua que entran al volumen de control y la cantidad de agua que sale, con base además en las variaciones internas en el almacenamiento de humedad ocurridas durante un periodo de tiempo determinado.

La escorrentía superficial se obtiene a través de la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración real, que define la ecuación general del balance hidrológico que se presenta a continuación (Minsterio de ambiente, 2004):

$$P - ETR = \text{Escorrentía}$$

Dónde:

- P - Precipitación total anual multianual (mm)
- ETR - Evapotranspiración real total anual multianual (mm)
- Escorrentía - Escorrentía superficial (mm)

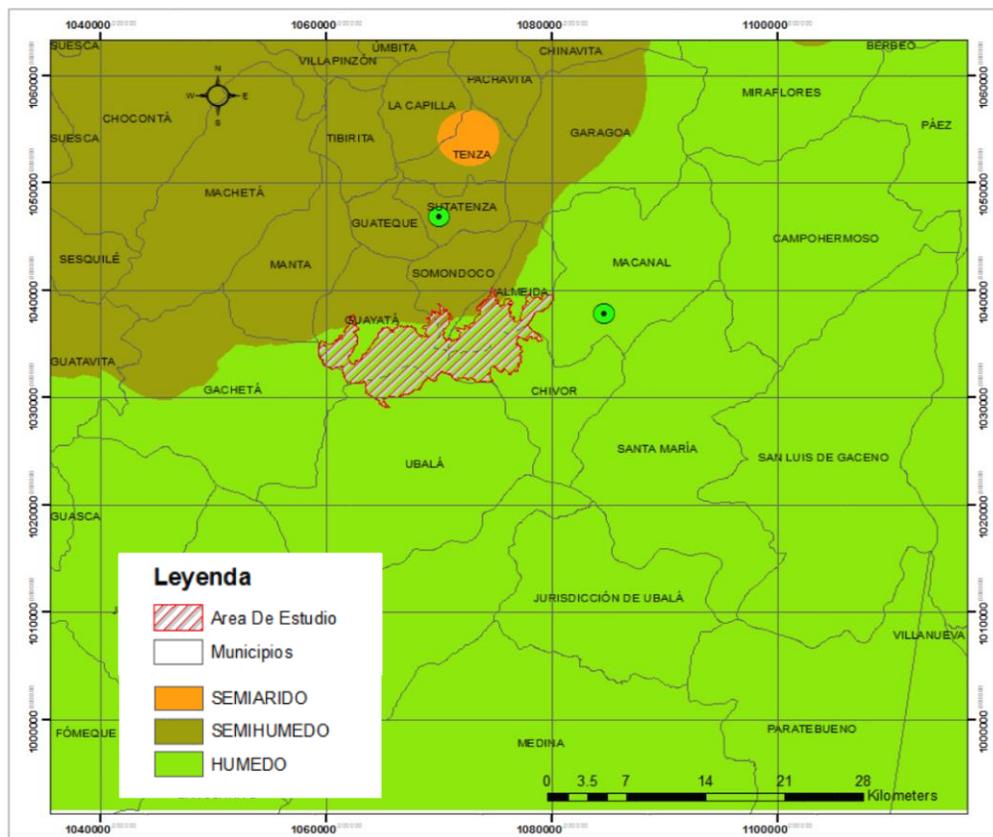


Figura 20: Mapa Clasificación Climática Caldas Lang

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Los datos de temperatura y precipitación utilizados para la aplicación de esta ecuación se tomaron de los mapas de isotermas e isoyetas generados mediante el software ArcMap. Cada una de estas variables está en formato Raster (GeoTIFF), imágenes sobre las cuales se ubicó una grilla de puntos y se tomaron los correspondientes datos de temperatura y precipitación. La ubicación de estos puntos se encuentra en la figura 21 y la tabla 9.

Para determinar la evapotranspiración real se empleó el método de Turc (IDEAM y MAVDT, 2005), el cual es uno de los más usados en las condiciones nacionales ya que trabaja con un número limitado de parámetros climatológicos disponibles en la mayoría de casos. La evapotranspiración se obtuvo mediante el método de Turc, para condiciones climáticas donde los valores de humedad son mayores de 50%, a través de la ecuación (Ministerio de ambiente, 2004).

$$ETR = \frac{P}{(0.9 + (P/L)^2)^{0.5}}$$

ETR = Evapotranspiración real anual (mm)
 P = Precipitación total anual (mm)
 $L = 300 + 25T + 0.05T^3$
 T = Temperatura promedio del aire °C

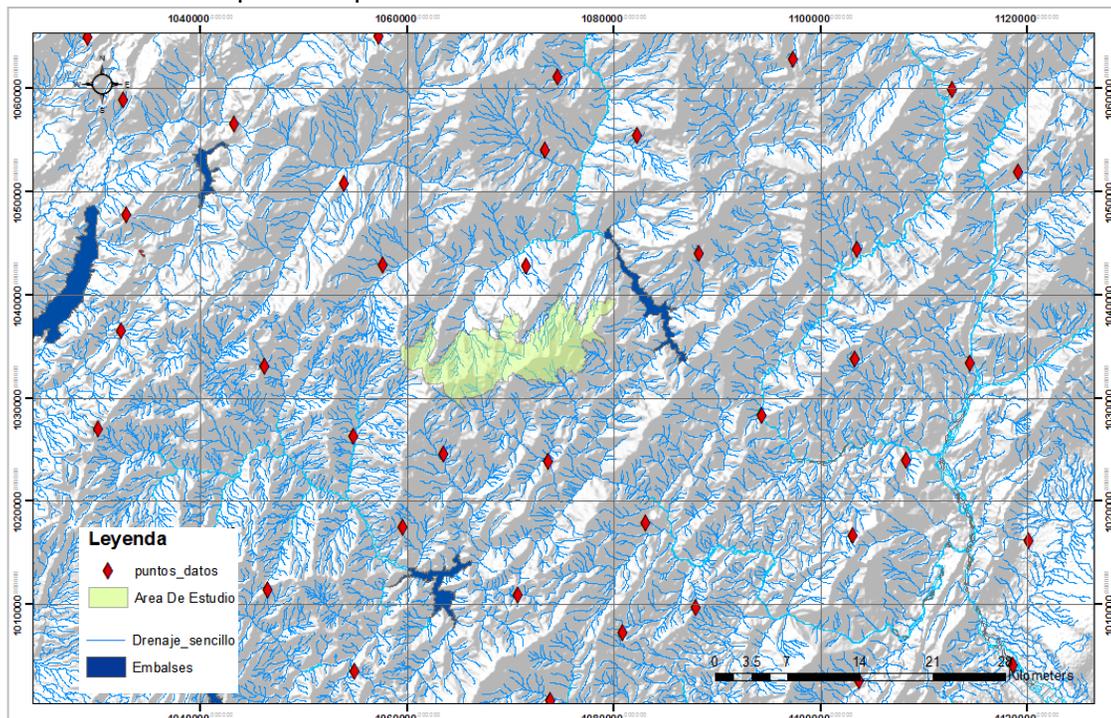


Figura 21: Puntos de Extracción de información

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Tabla 9. Evapotranspiración y Escorrentía

	Coordenadas		VARIABLES				
	X	Y	PRECIPITACION (mm)	TEMP (°C)	L	ETR (mm)	ESCORRENTIA (mm)
1	1028765. 3	1065303. 7	932.0	14.3	802.4	621.4	310.5
2	1056918. 6	1065327. 9	1099.2	15.3	861.9	691.5	407.7
3	1032577. 8	1048077. 3	1023.2	14.0	786.8	635.6	387.6
4	1029826. 1	1027334. 2	1901.6	14.5	813.0	753.4	1148.2
5	1037551. 6	1012094. 3	1994.7	15.5	875.9	808.6	1186.1
6	1054590. 1	1003839. 3	2538.2	17.9	1032. 9	963.6	1574.6

	Coordenadas		VARIABLES				
	X	Y	PRECIPITACION (mm)	TEMP (°C)	L	ETR (mm)	ESCORRENTIA (mm)
7	1054484. 4	1026593. 3	1785.4	17.6	1010. 9	890.5	894.9
8	1053637. 9	1051146. 4	1176.1	15.4	870.5	712.4	463.7
9	1074274. 6	1061412. 0	1346.5	16.6	944.3	786.2	560.3
10	1081894. 3	1055802. 8	1562.6	17.3	988.8	847.8	714.8
11	1097027. 9	1063105. 2	1976.0	18.3	1066. 4	949.3	1026.7
12	1112373. 2	1060247. 6	2657.7	19.5	1157. 0	1069.4	1588.3
13	1103165. 9	1044690. 3	3068.5	20.1	1210. 2	1133.5	1935.0
14	1087926. 5	1044372. 9	2495.8	18.0	1040. 6	967.6	1528.2
15	1071205. 5	1043103. 0	1264.9	17.6	1014. 8	807.5	457.4
16	1057341. 8	1043208. 9	1297.6	16.5	935.6	772.2	525.4
17	1063268. 2	1024899. 9	2342.9	17.5	1008. 9	934.0	1409.0
18	1093937. 4	1028641. 5	4358.6	19.5	1160. 2	1124.9	3233.7
19	1114084. 8	1033723. 4	4656.8	20.9	1280. 9	1239.4	3417.4
20	1118828. 7	1052204. 3	3118.2	19.9	1192. 3	1120.8	1997.3
21	1102742. 5	1016962. 3	3822.0	22.1	1394. 4	1317.7	2504.3
22	1082740. 7	1018232. 4	4505.7	21.7	1355. 2	1303.2	3202.5
23	1073322. 0	1024159. 0	3417.6	19.1	1126. 1	1074.8	2342.8

Temp: Temperatura. ETR: Ecapotranspiración real.

Para la elaboración del balance hídrico se utilizaron los valores de escorrentía superficial obtenidos para cada punto de información (tabla 8), los cuales fueron la base para generar una interpolación y de esta forma obtener una aproximación del comportamiento espacial de la escorrentía anual multianual. El método que se empleó para la estimación fue el de la distancia inversa (IDW) el cual se basa en la relación de los puntos más cercanos y el grado de influencia que varía en el cuadrado de la distancia (Luo, 2007); este método presenta buenos resultados cuando la información disponible se encuentra a determinada distancia una de la otra, por lo que se consideró viable utilizarlo en este estudio al disponer de registros

puntuales y discretos en diferentes sectores. La expresión matemática del método es:

$$\widetilde{Z}_j = \sum_{i=1}^n K_{ij} \cdot Z_i$$

donde \widetilde{Z}_j corresponde al valor estimado para el punto j

N es el número de puntos usados en la interpolación

Z_i corresponde al valor en el punto i-esimo

K_{ij} el peso asociado al dato i en el cálculo del nodo j, los pesos de la función K varían en un intervalo entre 0 y 1 para cada dato (Luo et al., 2008).

Para la interpolación del balance hídrico anual multianual se empleó una herramienta SIG de ArcMap que permite aplicar el método de interpolación de la distancia inversa (IDW), cuyo resultado final se muestra en la figura 225. Como se observa en la figura la mayor escorrentía se presenta hacia el municipio de Chivor, lo cual es consistente con los valores de precipitación, ya que los mayores registros de esta variable se presentan hacia ese sector.

Hacia los municipios de Guayatá, Somondoco y Almeida el nivel de escorrentía se reduce de forma importante, con valores entre 498 y 822 mm, coincidiendo con la precipitación que dentro de la zona de estudio es menor hacia este costado.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

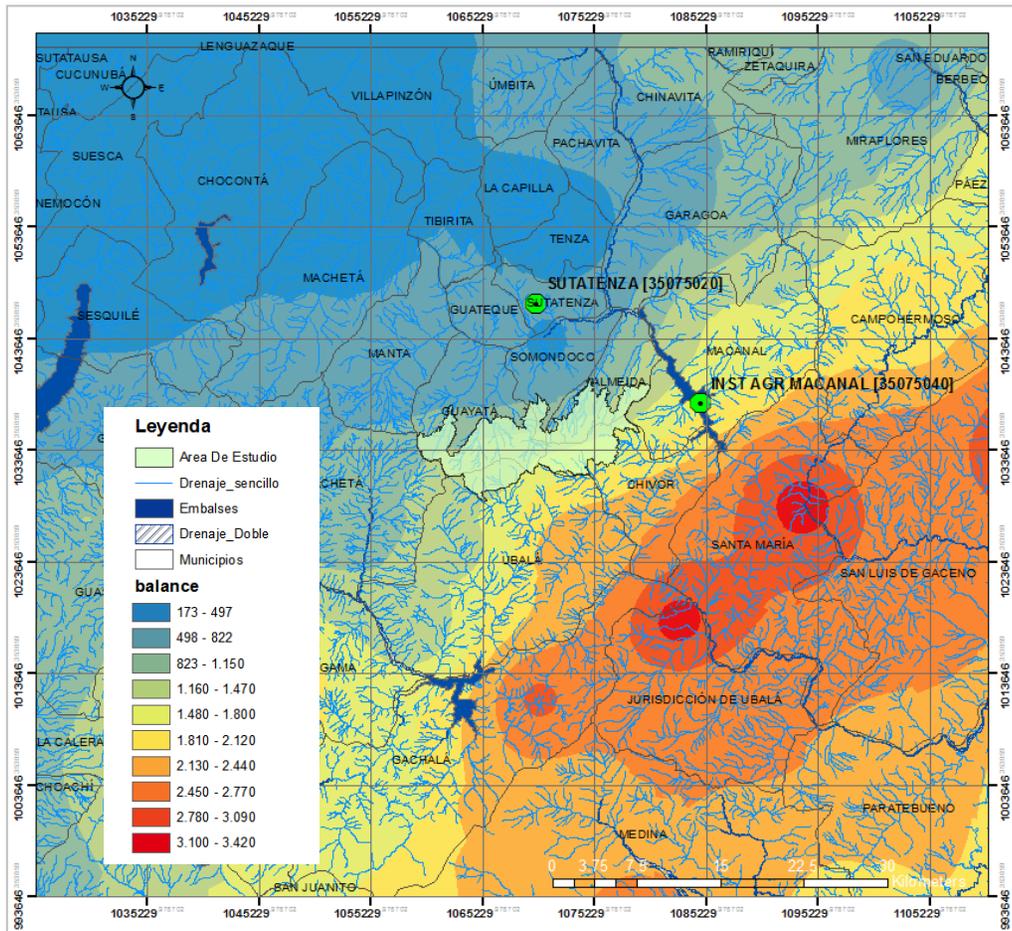


Figura 22: Mapa de Balance hídrico Anual Multianual

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

17. Geología

3.10.1. Metodología

La evaluación de los aspectos geológicos del área evaluada se realizó en tres fases consecutivas:

1) Adquisición y procesamiento de la información: En esta fase se realizó la compilación y análisis de la información geológica existente para el área de estudio: mapas geológicos publicados por el actual Servicio Geológico Colombiano (anterior Ingeominas) enumerados en la tabla 10, columnas estratigráficas y reportes técnicos, y planchas topográficas del IGAC a escala 1:100.000 y 1:25.000. Adicionalmente se realizó una fotointerpretación inicial de la zona evaluada con el propósito de planificar el trabajo de campo, para lo cual se utilizaron fotografías aéreas adquiridas en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y un modelo de elevación digital del terreno de 30 metros de resolución (figura 23).

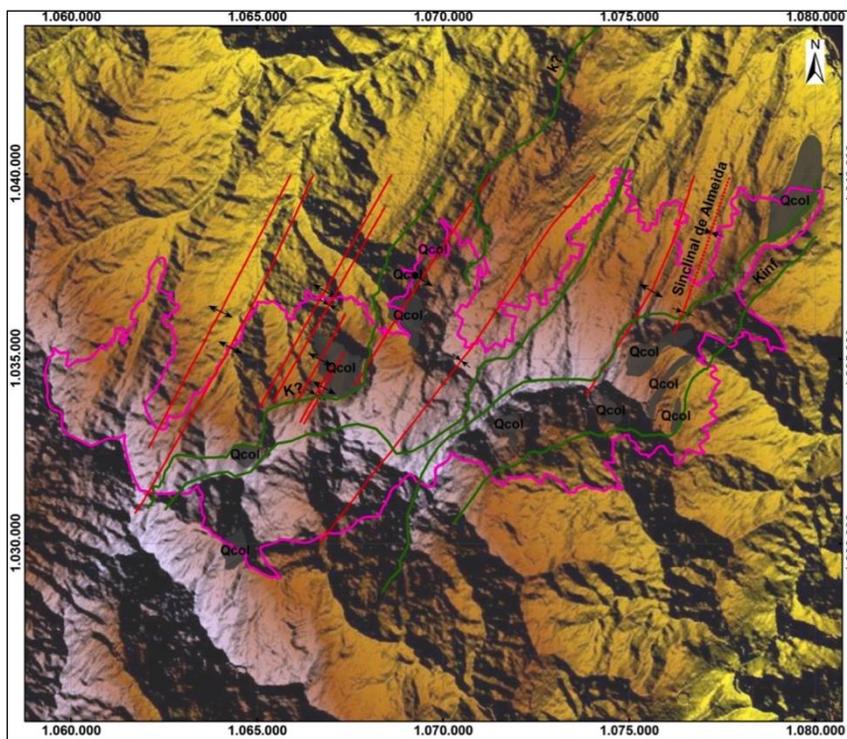


Figura 23: Fotointerpretación inicial para el desarrollo del trabajo de campo

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

2) Verificación de campo: La verificación de la cartografía se ejecutó en toda la extensión de cada uno de los transectos programados, en un corredor de 1 km de ancho (0,5 km a lado y lado de cada transecto), debido a que esta es la metodología

más apropiada y metódica para corroborar la información geológica disponible. El primer transecto correspondió al corte de toda la secuencia estratigráfica desde la población de Guayatá en dirección a Ubalá, y el segundo se ubicó desde la parte baja del municipio de Somondoco hasta muy cerca de la cuchilla (figura 24). Los datos tomados en campo para cada estación se presentan en el Anexo 1.

Las actividades realizadas durante la verificación de campo fueron:

- ✓ Identificación de las unidades litoestratigráficas aflorantes, con base en la nomenclatura de los mapas geológicos base de la cartografía.
- ✓ Descripción de las unidades litoestratigráficas: tipo litológico (rocas siliciclásticas y con contenido calcáreo), geometría interna y externa, tipo de contacto, forma y espesor de las capas, granulometría, redondez, calibre, contenido de matriz, contenido de cemento, porosidad visual, grado de bioturbación (en caso de existir), contenido fósil, color y composición.
- ✓ Medición de elementos estructurales (rumbo y buzamiento).
- ✓ Ubicación de los datos estructurales georreferenciados con el sistema de coordenadas con origen Magna Sirgas.
- ✓ Registro fotográfico de las características más relevantes.

Tabla 10. Mapas geológicos disponibles para la zona evaluada

Mapa	Autor
Mapa Geológico del Cuadrángulo K11 Zipaquirá	McLaughlin y Arce, 1975
Mapa Geológico del Cuadrángulo K12 Guateque	Ulloa, Camacho, Escovar, et al., 1975

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

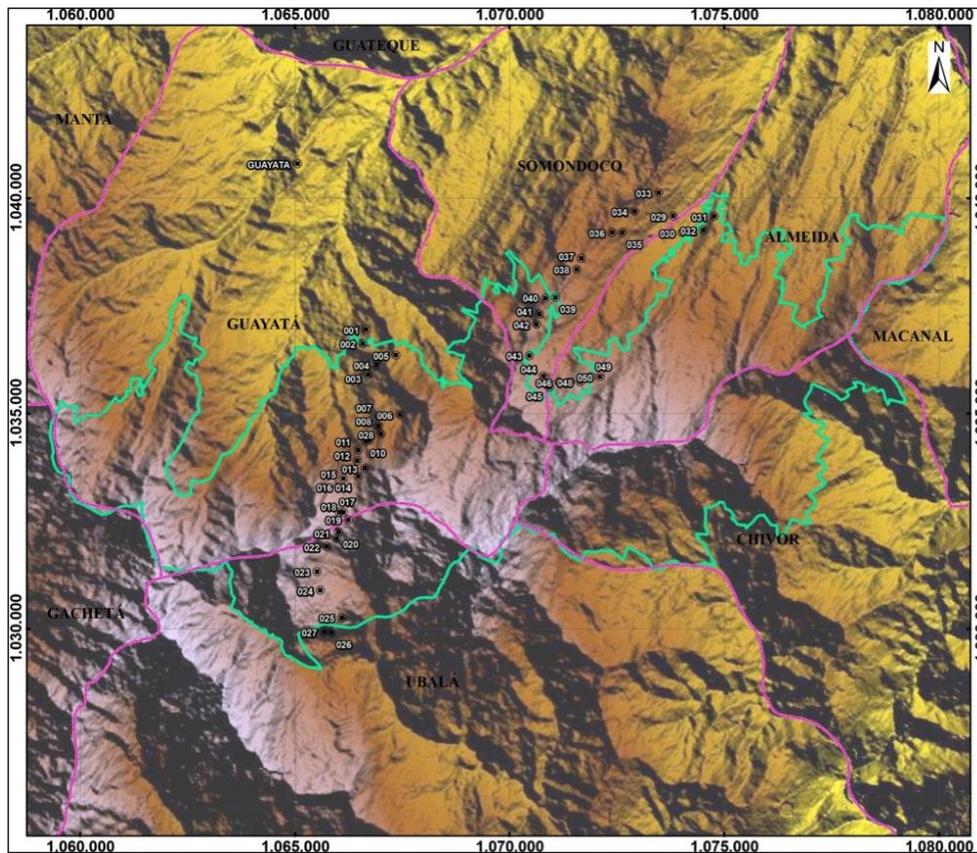


Figura 24: Recorridos de reconocimiento estratigráfico

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

3) Procesamiento y análisis de la información: Para el procesamiento y análisis de la información obtenida en campo se utilizaron formatos de las estaciones de campo, con su respectiva descripción y localización, y el registro fotográfico para ilustrar los sectores de control cartográfico y los principales rasgos geológicos encontrados. De igual forma se emplearon las fotografías aéreas de la zona que se relacionan en la tabla 11.

En esta fase también se realizó la corrección de las numerosas inconsistencias de orden cartográfico, estratigráfico y estructural en cada una de las planchas base de la cartografía geológica antes citadas, tanto en los corredores estudiados como en las regiones próximas.

Tabla 11. Fotografías aéreas

Sobre	Vuelo	Escala	Consecutivo
S-1197	M-1285	1:60.000	28611-28614
S-30784	C-1996	1:41.900	12-15
S-31577	C-2066	1:21.000	127-121

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

3.10.2. Geología Regional

En la región afloran rocas cuyas edades abarcan desde el Cretáceo inferior hasta el Plioceno superior, que conforman estructuras anticlinales de flanco invertido con una pronunciada vergencia en dirección SE. En este trabajo se presta especial interés a las unidades *sin-rift* del Cretáceo inferior, pertenecientes al Grupo Cáqueza y al Grupo Villeta (Hubach, 1931).

La proximidad de los depósitos al borde de la cuenca y la deformación tectónica son factores que pueden producir un adelgazamiento progresivo de los mismos que se evidencia claramente en los flancos altamente deformados de las estructuras; sin embargo a nivel general las unidades cretácicas mantienen una distribución facial más o menos constante a lo largo del margen oriental del Piedemonte Llanero, y así mismo con respecto a su continuidad, en dirección W, donde los espesores aumentan y se conforman las estructuras regionales que pertenecen al dominio axial de la cordillera Oriental.

Las unidades terciarias afloran principalmente en el bloque yacente de la falla de Guaicaramo y conforman el Sinclinal de Nunchía en el sector norte del área, así como en los flancos frontales de las estructuras invertidas del frente de deformación, en ocasiones continuas y en ocasiones con desarrollo de fallas de acomodación entre las estructuras más apretadas; hacia el sector occidental se presentan sinclinales colgados de mayor amplitud.

Las unidades cretácicas en las que se enfoca este trabajo son las pertenecientes a la parte inferior del Grupo Villeta, específicamente las formaciones Lutitas de Macanal y Fómeque. La Formación Lutitas de Macanal, de edad Berriasiano temprano y Hauteriviano temprano.

3.10.3. Estratigrafía

La columna estratigráfica generalizada para la zona evaluada se presenta en la figura 25, donde se incluye la edad de las formaciones, su espesor y litología, para lo cual se utilizó la nomenclatura estandarizada implementada por el Servicio Geológico Colombiano (2004). El mapa correspondiente se presenta en la figura 26.

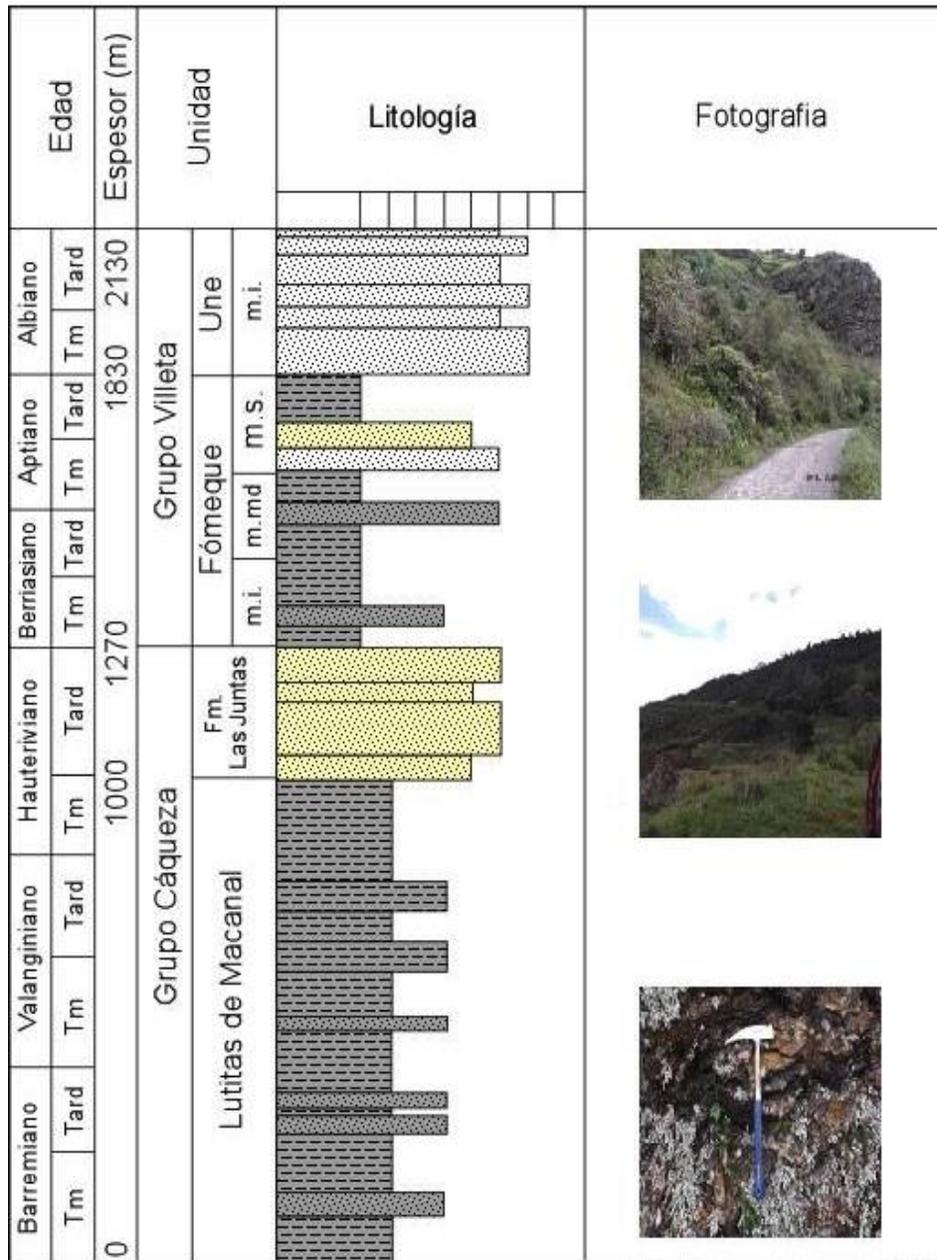


Figura 25. Columna estratigráfica generalizada

Fuente: Modificado de Geosearch Ltda para la ANH, 2009.

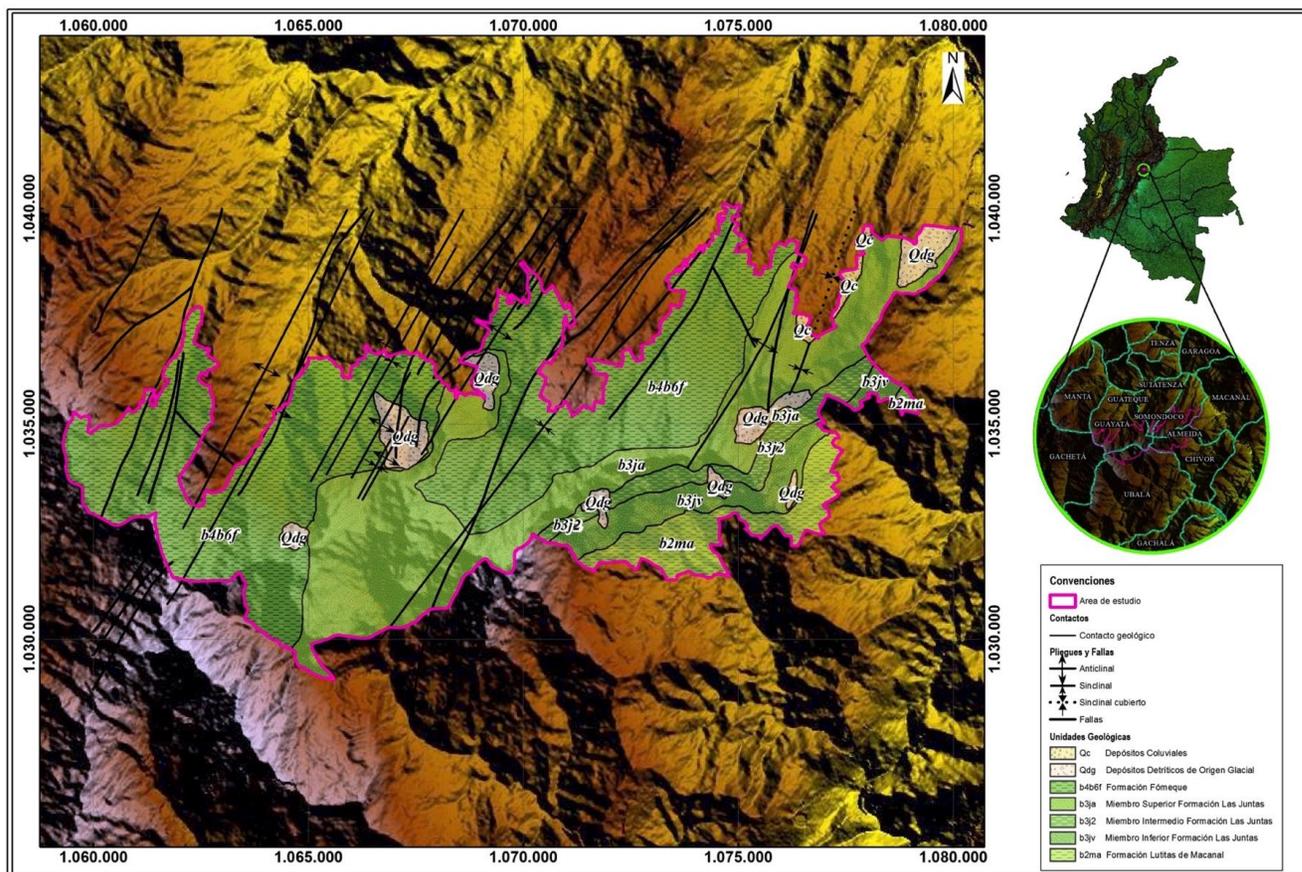


Figura 26. Mapa Geológico

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Como se observa en la tabla 12 la unidad más extendida es la Formación Fômeque, que cubre una superficie de 4.912,39 hectáreas (50,86% del área), seguida por el Miembro Superior de la Formación Areniscas de Las Juntas que abarca el 28,69% de la zona de estudio (2.771,38 ha). El miembro inferior e intermedio de la Formación Areniscas de Las Juntas, la Formación Lutitas de Macanal y los Depósitos Detríticos de Origen Glacial ocupan en todos los casos menos del 6% del área, mientras que la unidad menos extendida son los Depósitos Coluviales (Qc) con tan sólo 62,44 hectáreas.

Tabla 12. Extensión Unidades Geológicas

Nombre	Nomenclatura	Área Total (Ha)	%
Depósitos Coluviales	Qc	62.44	0.65
Depósitos Detríticos de Origen Glacial	Qdg	498.84	5.16
Formación Fômeque	b4b6f	4.912.39	50.86
Formación Lutitas de Macanal	b2ma	562.00	5.82
Miembro Inferior Formación Las Juntas	b3jv	506.71	5.25

Miembro Intermedio Formación Las Juntas	b3j2	345.24	3.57
Miembro Superior Formación Las Juntas	b3ja	2771.38	28.69
TOTAL		9.659,0	100

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

3.10.4. Formación Lutitas de Macanal (b2ma)

3.10.4.1. Referencia original

Ulloa *et al.* (1975) en el “Mapa Geológico del Cuadrángulo K-12 Guateque” la define como la unidad media del Grupo Cáqueza. El autor del nombre del grupo fue Hubach (1945, en Hubach, 1957²) como Grupo de Cáqueza. Anota Hubach que “se estableció el nombre de Grupo de Cáqueza para los sedimentos que abarcan el Hauteriviano y el Valanginiano, y posiblemente el Portlandiano. El grupo se halla típicamente expuesto al este de Bogotá, sobre la carretera de esta capital a Villavicencio, entre el puente de Cáqueza y la población de Quetame en posición más o menos desconforme debajo del Barremiano arcilloso del Villeta e inconforme encima del grupo complejo de Quetame.” Ulloa y Rodríguez (1979, p. 16), escriben: “En el presente trabajo se subdivide el Grupo Cáqueza en tres formaciones que en orden ascendente corresponden a: Calizas del Guavio, Lutitas de Macanal y Areniscas de Las Juntas”. Pimpirev, Patarroyo y Sarmiento (1992, en Ulloa *et al.*, 2000b, p. 20) subdividen el Grupo Cáqueza en las formaciones Buenavista, Macanal y Alto de Cáqueza.

La primera de éstas, según Julivert (en Julivert *et al.*, 1968, p. 179) fue originalmente denominada como Brechas de Buenavista en el cuadrángulo L-11 Villavicencio por Renzoni en 1965. Posteriormente Dorado (1990, p. 8-9), le da el rango de formación a estas rocas. La Formación Alto de Cáqueza fue definida por Renzoni (1963, p. 67).

3.10.4.2. Proponente, derivación del nombre y área tipo

Ulloa y Rodríguez (1979) proponen el nombre de Lutitas de Macanal y localizan la sección tipo entre las quebradas “El Volador y La Esmeralda”, área en la que está situado el pueblo de Macanal, no mencionado por estos. Posteriormente, Ulloa *et al.* (2000c) especifican que: “El nombre de esta unidad litoestratigráfica proviene del Municipio de Macanal, departamento de Boyacá, localizado al norte del cañón del río Batá...” (Cf. plancha topográfica 210-III-D).

Ulloa *et al.* (2000c), señalan que “Como área tipo se considera el cañón del río Batá, en el sitio donde actualmente se encuentra el embalse de Chivor; al noreste de esta represa se localiza la población de Macanal y los Cedros, y al sureste la inspección

² p. 55; publicado en edición facsímil como Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia, Tomo XII, Ingeominas, 1994

de policía de Chivor, importante por sus yacimientos esmeraldíferos; en esta zona la unidad está bien expuesta, pero es de anotar que el sitio (carretera antigua Las Juntas - Santa María) donde se levantó por medio de poligonales la columna tipo de la formación actualmente se encuentra inundado por las aguas de la represa”.

3.10.4.3. Cronoestratigrafía

En el área de estudio se observó la Formación Lutitas de Macanal que reposa concordantemente sobre la Formación Batá y en contacto fallado con rocas del Grupo Quetame (según el mapa geológico del cuadrángulo K-12 Guateque, de Ulloa *et al.*, 1975), en la quebrada Esmeraldas (o Esmeralda o La Esmeralda). Esta unidad subyace a la Formación Areniscas de Las Juntas. En el catálogo preparado por Ulloa *et al.* (2000c) se hace la siguiente reseña: “Las Lutitas de Macanal en el área de los cuadrángulos K-11 y K-12 suprayacen (*sic.*) diferentes unidades. Descansa discordante sobre rocas del grupo Farallones (*sic.*),..., en el cabeceo del Anticlinorio de Los Farallones.... y en la parte oriental del Anticlinorio de Farallones, en los alrededores de Santa María de Batá, la unidad se encuentra reposando concordante sobre las Calizas del Guavio”.

Sin embargo, en el presente estudio se considera que lo que Ulloa *et al.* (2000c) llamaron Calizas del Guavio (Ulloa *et al.*, 1975 y Ulloa *et al.*, 2000c), corresponde en realidad a la Formación Batá. En cuanto a la unidad suprayacente estos autores dicen “La unidad Arenisca de Las Juntas, en toda su extensión, suprayace a las Lutitas de Macanal” (Ulloa *et al.*, 2000a). Bürgl (1961) registra fósiles de sus estaciones HB-1769 a HB-1808, que de acuerdo a la posición geográfica y a la cartografía geológica realizada en este estudio, quedarían incluidas dentro de la Formación Lutitas de Macanal.

Bürgl consideró que las capas de donde procedían estas muestras abarcarían desde el Titoniano hasta el Valanginiano superior. Ulloa y Rodríguez (1979) señalan que para la misma localidad los fósiles indicaban el intervalo “Berriasiano a Valanginiano”. Etayo-Serna (1985a) plantea que los fósiles de la muestra HB-1769 utilizados por Bürgl (1961) para reconocer el Titoniano, señalarían mejor el Berriasiano. La porción de Las Lutitas de Macanal que aflora en la Sierra Nevada del Cocuy, representa el Valanginiano (Etayo-Serna, 1985b).

3.10.4.4. Descripción geológica

Ulloa y Rodríguez (1979) propusieron el nombre Lutitas de Macanal “para designar un conjunto monótono de lutitas negras con esporádicas intercalaciones de calizas, areniscas y bolsones de yeso” (foto 1) y agregan que “La unidad está compuesta en su parte inferior por 760 m (conjunto A) de lutitas negras, micáceas, compactas, ligeramente calcáreas y láminas de yeso; la parte media está constituida por 145 m (conjunto B) de areniscas cuarzosas, grises oscuras, de grano fino y estratificación gruesa a maciza, con intercalaciones de lutitas negras, micáceas, fosilíferas; 1.350 m (conjunto C) de lutitas grises oscuras a negras, ligeramente calcáreas con venas de calcita y nódulos arenosos hasta 10 cm de diámetro, y lentejones de yeso hacia

el tope; su techo está compuesto por 680 m (conjunto D) de lutitas negras, micáceas con intercalaciones de arenisca gris clara, de grano fino, estratificadas en bancos hasta 20 cm de espesor” Ulloa y Rodríguez (1979) con relación a las Lutitas de Macanal escriben: “Su espesor total es de 2.935 m (...)”.



Foto 1. Formación Lutitas de Macanal

3.10.4.5. Litología

Durante este estudio se midió parcialmente el espesor estratigráfico de la Formación Lutitas de Macanal (965 m) en el área tipo (sobre la carretera Las Juntas - Santa María), con apoyo en poligonal y GPS. Ulloa y Rodríguez (1979), proponen para las Lutitas de Macanal un “ambiente marino, de aguas someras en una cuenca cerrada”, pero no dan argumentos que sustenten su interpretación. Por su parte Fabre (1985), en la región de la Sierra Nevada del Cocuy, sugiere con base en análisis sedimentológicos-estratigráficos que las facies más finas de la Formación Lutitas de Macanal representan “depósitos de la parte superior de un prodelta”, mientras que las facies de grano relativamente más grueso representan “barras distales formadas delante del frente deltáico”.

En el área tipo, la expresión en el terreno de la Formación Lutitas de Macanal es de morfología suavemente ondulada, en parte por su constitución litológica poco resistente a la erosión y en parte porque a menudo presenta anticlinales y sinclinales amplios. La unidad, en términos generales, está bien expuesta sobre la actual carretera Las Juntas - Santa María, lo que permite obtener una descripción litológica

amplia de la misma, a pesar de que la base está afectada por la Falla de La Esmeralda como lo anotan Ulloa et al. (2000c).

3.10.4.6. Límites y contacto

Límite inferior: Ulloa y Rodríguez (1979) no describen el límite inferior de la unidad, pero en la columna estratigráfica levantada sobre la carretera Guateque - Santa María ponen en contacto inconforme a las Lutitas de Macanal sobre el Grupo Farallones. Posteriormente, Ulloa *et al.* (2000a) describen que: “El límite inferior de Las Lutitas de Macanal, en la sección tipo, corresponde a una discordancia entre lutitas de la unidad y metamorfitas del Grupo Quetame”.

Límite superior: Ulloa y Rodríguez (1979) no describen el límite superior de la unidad, pero en su columna estratigráfica ponen en contacto concordante a las Lutitas de Macanal con la Formación Arenisca (*sic.*) de Las Juntas. El límite superior de la Formación Lutitas de Macanal se definió con base en su morfología, debido a que produce un relieve menos conspicuo en comparación con el relieve escarpado de la Formación Areniscas de Las Juntas.

3.10.4.7. Presencia local

En el área de estudio se observaron afloramientos de la unidad: 1) Dentro del cuadrángulo K-12, en la transecta-1 (Carmen de Carupa - San Luis de Gaceno), 2) entre Las Juntas y la quebrada Esmeralda, 3) por la carretera Las Juntas - Santa María (Boyacá), 4) por la carretera no pavimentada Macanal - Garagoa. Adicionalmente, dentro del área de estudio la Formación Lutitas de Macanal se cronocorrelaciona con parte de las formaciones Tibasosa y Ritoque. En las transectas efectuadas tampoco se observaron variaciones en las características litológicas de la formación ni en su espesor, el cual se mantuvo más o menos constante.

3.10.5. Formación Areniscas de Las Juntas (b3ja, b3j2, b3jv)

3.10.5.1. Referencia original, proponente y derivación del nombre

La referencia original de la formación proviene de Ulloa *et al.* (1975) “Mapa Geológico del Cuadrángulo K-12 Guateque”. Los proponentes de su nombre son Ulloa y Rodríguez (1979), aunque Ulloa *et al.* (2000a), señalan que este parece no ser el más adecuado debido a que se empleó “Areniscas” para denominar la unidad y los miembros que la componen, por lo que sugieren, para mayor claridad, utilizar solamente “Formación Las Juntas”. Ulloa *et al.* (2000a) indican que el nombre de la unidad proviene del caserío de Las Juntas, en el municipio de Garagoa, Boyacá (Cf. plancha topográfica 210-III-D).

3.10.5.2. Área tipo

En la descripción original se dice que “su localidad tipo se ha establecido entre las cuchillas de El Volador y El Dátil (carretera Guateque - Santa María...)”; Ulloa *et al.* (2000a) menciona que el área tipo se ubica específicamente en el punto donde se desprende la carretera a Garagoa, en la margen norte del Embalse de Chivor.

3.10.5.3. Cronoestratigrafía

En el área de estudio, la Formación Areniscas de Las Juntas suprayace a la Formación Lutitas de Macanal (foto 2) e infrayace a la Formación Fómeque (fotos 3 y 4). En la sección tipo no se han encontrado fósiles que permitan determinar la edad de la unidad en forma precisa. En el sector cubierto por el estudio de Bürgl (1961) “El Jurásico e infracretáceo del río Batá...” quedaría incluida el área tipo de la Formación Areniscas de Las Juntas pero no son válidos los planteamientos de Ulloa y Rodríguez (1979) y Ulloa *et al.* (2001) acerca de que “la edad de la formación ha sido considerada por Bürgl,..., en el área del río Batá, como Hauteriviano...”, puesto que Bürgl en su trabajo describe en realidad la estratigrafía de los alrededores de Cáqueza (*op. cit.*).

No obstante, Bürgl registra de su estación HB-1809 (que de acuerdo a la posición geográfica estaría localizada a unos 500 m al oeste del actual Túnel El Volador; Cf. Plancha topográfica 210-III-D), la presencia de *Olcostephanus*, que permite decir que las capas que lo contenían no serían más modernas que el Hauteriviano. Otras asignaciones de edad han sido hechas por comparación con unidades interpretadas como equivalentes por su aparente posición estratigráfica. En la plancha 137 El Cocuy (dos kilómetros al norte de Ratoncito), Etayo-Serna (1985b) con base en fósiles encontrados en la Formación Areniscas de Las Juntas, da una edad Hauteriviano-Aptiano en parte. Los datos bioestratigráficos del presente estudio permiten indicar que la Formación Areniscas de Las Juntas en su área tipo representa el Hauteriviano. La falta de hallazgos paleontológicos no permite establecer de manera más precisa los límites cronoestratigráficos de la unidad.



Foto 2. Contacto concordante neto entre la Formación Areniscas de Las Juntas (parte superior) y la Formación Lutitas de Macanal (parte inferior) en la carretera Las Juntas - Santa María. La primera con dos intervalos de areniscas separados por uno de lodolitas



Foto 3. Contacto Areniscas de Las Juntas – Formación Fόμεque. Estación 050.



Foto 4. Composición contacto Formación Fόμεque – Formación Arenisca de Las Juntas – Depósitos cuaternarios de origen fluvio-glacial.

3.10.5.4. Descripción geológica

La Formación Areniscas de Las Juntas fue definida por Ulloa y Rodríguez (1979) como una unidad compuesta “por dos niveles arenosos separados por un nivel lutítico”. El nivel arenoso inferior presenta “areniscas cuarzosas, gris amarillentas, de grano fino, estratificadas en bancos de 10 cm a 2 m de espesor, con delgadas intercalaciones de lutitas negras micáceas y un espesor de 145 m”. El nivel intermedio está “constituido por lutitas negras con nódulos arenosos paralelos a la estratificación e intercalaciones de areniscas cuarzosas, gris claras, de grano fino, estratificadas en bancos hasta de 1 m de espesor”.

El nivel arenoso superior fue dividido en cuatro conjuntos descritos así: “Conjunto A, 100 m, de areniscas cuarzosas, gris claras, grano fino, estratificación gruesa maciza, con delgadas intercalaciones de lutitas negras; Conjunto B, 100 m, de lutitas

negras micáceas, con delgadas intercalaciones de areniscas cuarzosas, blancas, grano fino, en bancos hasta de 1 m de espesor; Conjunto C, 100 m, de areniscas cuarzosas, blanco amarillentas, grano fino, estratificación gruesa, con delgadas intercalaciones de lutitas negras; Conjunto D, 170 m, de alternancia de lutitas negras y areniscas cuarzosas, gris claras, de grano fino”. Los espesores se resumen en la tabla 13.

Tabla 13. Espesor en metros - Formación Areniscas de Las Juntas

Flanco w	Localidad	Espesor en metros y método de medición	Autor
Las Juntas-Puente Batá	Localidad tipo	1.000 (cinta y brújula)	Bürgl, 1961
Cuadrángulo K-12	Localidad tipo	910 (no se explica)	Ulloa y Rodríguez, 1979
Plancha 192-Laguna de Tota	Laguna de Tota-Pajarito	773 (no se explica)	Ulloa <i>et al.</i> , 2001
Flanco e	Localidad	Espesor en metros y método de medición	Autor
Cuadrángulo K-12	Quebrada Las Brazas (al noreste de Santa María)	480 (no se explica)	Ulloa y Rodríguez, 1979
Cuadrángulo K-13	Al S de Chámeza	380 (no se explica)	Ulloa y Rodríguez, 1981

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

3.10.5.5. Presencia local

En el área de estudio, se observaron afloramientos de la Formación Areniscas de Las Juntas: 1) Dentro del Cuadrángulo K-12, en la transecta-1 entre Guateque y Macanal (Boyacá); 2) a unos 2 km al noreste de Santa María (Boyacá); 3) en la transecta-2 entre Miraflores, Páez y Uruía (Boyacá); 4) Dentro de la Plancha 192, en la transecta-3, a unos 18 Km al este-sureste de Aquitania, sobre la carretera Pajarito - Aquitania (Boyacá).

El afloramiento presente en el área tiene aproximadamente 200 metros de espesor y está compuesto por areniscas cuarzosas, de color gris, gris claro y blanco, de grano fino a medio, muy cementadas (compactas), con 1 - 5% de líticos carbonosos negros y 2 - 5% de muscovita, dispuestas en capas delgadas, medianas y gruesas, algunas muy gruesas (principalmente al techo del intervalo), subtabulares a convexas en la base y tabulares, con estratificación en artesa. Hacia la base del intervalo hay interlaminações de shale negro, y hacia el techo de este se presentan intercalaciones de capas delgadas y medianas, compactas, de lodolitas carbonosas o con lentes carbonosos oxidados y shales micáceos, en general con nódulos limosos y arenosos, de tamaño centimétrico.

3.10.6. Formación Fómeque (b4b6f)

3.10.6.1. Referencia original, proponente y derivación del nombre

Hubach (1931) utilizó el nombre conjunto de Fόμεque en la región oriental de Cundinamarca, para la parte inferior del llamado “Piso de Villeta”. El autor de término Villeta, según Julivert (en Julivert *et al.*, 1968), fue Hettner en 1892 como Villetaschichten & Stufe der Villetaschichten.

Hubach (1957), en su descripción del “Grupo Villeta”, expresa que “Debajo de la formación de Chipaque se halla la Arenisca de Une, formación de agua dulce y salada..... Esta arenisca se coloca sobre la formación arcillosa y calcárea - arenosa de Fόμεque”. Renzoni (1963) utiliza la expresión Formación Fόμεque para referirse al conjunto de rocas que descansa sobre el Grupo Cáqueza y subyacente a la Formación Une.

3.10.6.2. Cronoestratigrafía

En el área de estudio la Formación Fόμεque se sitúa estratigráficamente por encima de la Formación Areniscas de Las Juntas y por debajo de la Formación Une. Ulloa y Rodríguez (1979), refiriéndose a la Formación Fόμεque indican: “El contacto inferior y superior de esta unidad, se observó concordantemente...” En el área tipo, Renzoni (1963) sitúa a la Formación Fόμεque suprayace a la Formación Alto de Cáqueza e infrayace a la Formación Une.

3.10.6.3. Descripción geológica

Según Ulloa y Rodríguez (1979), dentro del cuadrángulo K-12 - Guateque, la Formación Fόμεque “está constituida por lutitas grises oscuras a negras, interestratificadas con margas, limolitas grises y lentejones de calizas grises oscuras a negras con frecuentes intercalaciones de areniscas cuarzosas, grises” como se presenta en las fotos 5 y 6.



Foto 5. Bancos de lutitas grises oscuras de la Formación Fόμεque



Foto 6. Bancos de lutas grises oscuras de la Formación Fómeque

3.10.7. Depósitos Cuaternarios

En el área de estudio es posible encontrar los siguientes tipos de depósitos de origen cuaternario: flujos fluvio-glaciares y depósitos de pendiente que en ambos casos son cartografiables, así como depósitos aluviales que debido a la escala de trabajo utilizada (1:25.000) no son cartografiables. Su descripción se presenta a continuación.

3.10.7.1. Depósitos aluviales (Qa)

Son pequeños depósitos no consolidados ubicados en las zonas de menor altitud y topografía más plana, especialmente en el municipio de Guayatá. Están compuestos por materiales mixtos, de tamaño arcilla hasta bloques de 30 cm, que conforman pequeñas terrazas. Se ubican en sectores que geomorfológicamente corresponden a valles en V, pero que como ya se dijo no pueden ser cartografiados a la escala propuesta.

3.10.7.2. Depósitos fluvio-glaciares (Qdg)

Estos depósitos se encuentran en las zonas de mayor altitud, por encima de los 2500 msnm. Son depósitos heterométricos, compuestos por bloques y materiales mixtos que han sido erosionados y modelados por efectos meteóricos, y se encuentran a lo largo de las quebradas que nacen en los modelados glaciares (heredados) y zonas de montañas bajas, es decir en las zonas bajas tributarias. No se identificaron grandes depósitos tipo morrena, sólo a nivel muy local en la zona alta del municipio de Almeida.

3.10.7.3. Depósitos de pendiente o coluviales (Qc)

Son depósitos de tipo mixto y de origen coluvial, con una mezcla de materiales y tamaños que van desde arcilla a bloques. Se producen por efectos meteóricos y afectan principalmente a zonas con alto tectonismo. Este tipo de depósitos se ubica principalmente en la vertiente NE, que drena hacia el embalse de la Esmeralda en el municipio de Almeida.

18. Geología Estructural

Dentro de un marco geológico regional el borde oriental de la Cordillera Oriental puede dividirse en tres dominios, uno de ellos conformado por la zona axial de la cordillera que se encuentra limitada en las regiones norte y sur por dos macizos antiguos (Floresta - Garzón). Hacia el oriente se desarrolla el Piedemonte Llanero, mientras que hacia el occidente se desarrolla el piedemonte occidental, el cual limita con el valle del Magdalena.

El Piedemonte Llanero se subdivide en el piedemonte central y oriental respectivamente, denominación que responde al control estructural en estas provincias, en cuyo caso hacia el piedemonte oriental se encuentran conformadas estructuras sinclinales de gran amplitud, que involucran las rocas del terciario superior y se limita este dominio entre las fallas de Yopal y Guaicaramo (Julivert 1970).

En el área evaluada afloran formaciones sedimentarias del Cretáceo Inferior que han sido afectadas por procesos tectónicos compresivos y distensivos que generaron una serie de fallamientos locales y plegamientos en dirección preferencial SW - NE, cuya localización se presenta en la figura 27.

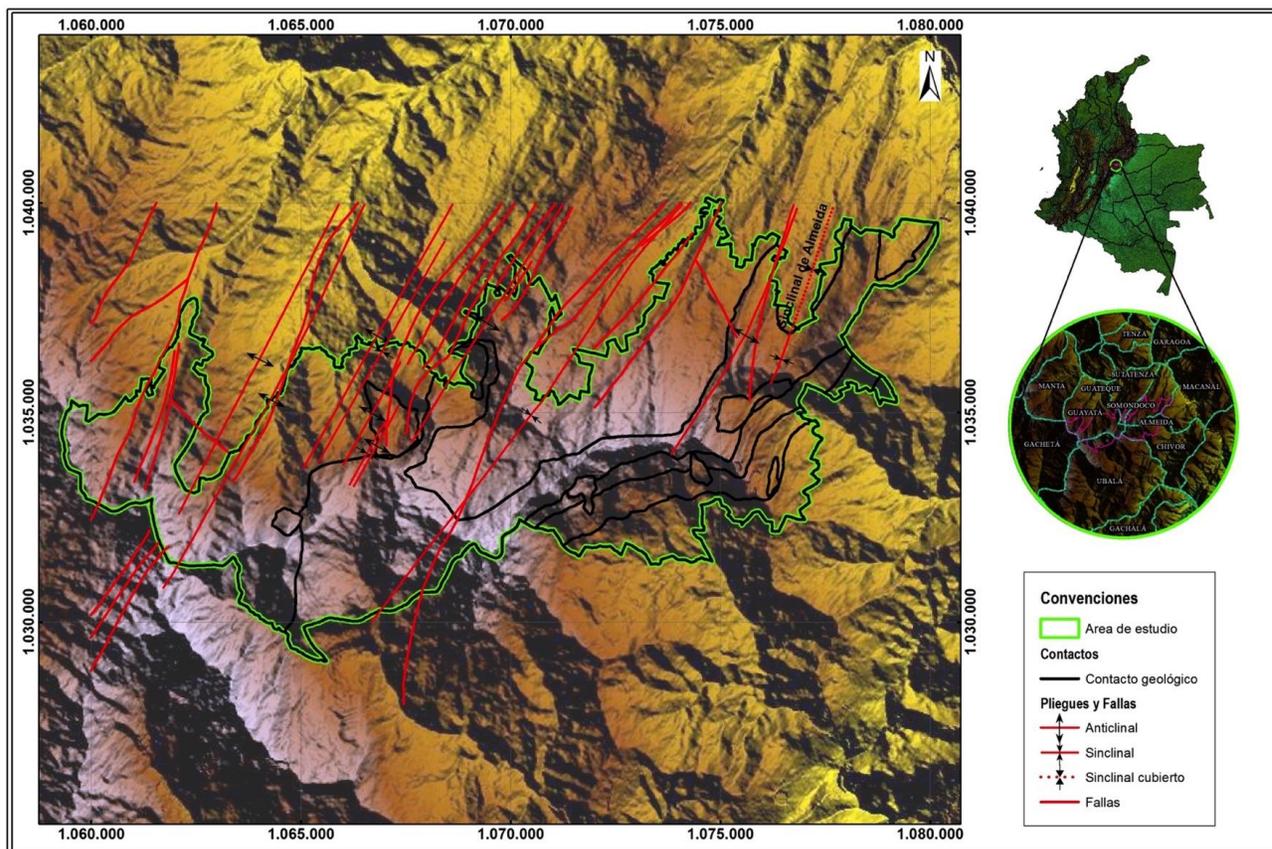


Figura 27. Geología Estructural

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

La estructura más importante del área es sin lugar a dudas el Sinclinal de Almeida, el cual corresponden a un pliegue simétrico con dirección N30E, que sigue el patrón estructural regional debido a la afectación de los sedimentos involucrados y la temporalidad de los mismos; es posible que el plegamiento y el fracturamiento interno de la estructura tenga una edad cretácica tardía a terciaria, lo que además coincide con el levantamiento cordillerano.

Los otros pliegues menores y fallamientos locales identificados (sin denominación) también presentan una dirección preferencial específica N30E, de manera tal que las estructuras y pliegues se ven relativamente paralelos. A su vez afectan de igual manera rocas de las formaciones Fόμεque, Las Juntas y Macanal, con la misma temporalidad terciaria.

19. Hidrogeología

En el área de estudio no existe ningún tipo de información sobre valores cuantitativos de permeabilidad, porosidad ni transmisividad de las rocas, puesto que no existen pozos profundos y por lo tanto no se han realizado pruebas de bombeo

tendientes a determinar los parámetros hidráulicos de los posibles acuíferos existentes. Por ende la caracterización hidrogeológica que se presenta en este estudio está fundamentada exclusivamente en la información geológica disponible y en las características granulométricas conocidas para las formaciones aflorantes.

En este mismo sentido, el mapa hidrogeológico que se presenta (figura 28) se elaboró a partir del tipo de roca predominante en las formaciones cartografiadas en el presente estudio, clasificándolas en dos grupos: acuíferos y acuitardos. Es importante anotar que aunque dentro del área no hay acuifugas (rocas que no poseen espacios que permitan almacenar agua subterránea y por lo tanto impiden su flujo), los cuerpos intrusivos locales de origen hidrotermal presentan estas características, aunque no son cartografiables.

3.12.1. Acuíferos Semiconfinados

Se clasifican dentro de este grupo a las formaciones geológicas que almacenan y permiten el flujo de agua subterránea en cantidades significativas. Para el caso de estudio los acuíferos semiconfinados se ubican en rocas de la Formación Areniscas de Las Juntas, la cual está integrada predominantemente por niveles de areniscas cuarzosas, macizas, por lo cual conforma un acuífero en zonas diaclasadas. Adicionalmente, las intercalaciones de lodolitas y arcillolitas negras pueden actuar como niveles impermeables.

3.12.2. Acuitardos

En este grupo se clasifican las formaciones que aunque pueden contener agua, son impermeables, o de muy baja permeabilidad, de las cuales no es posible extraer agua subterránea en cantidades significativas.

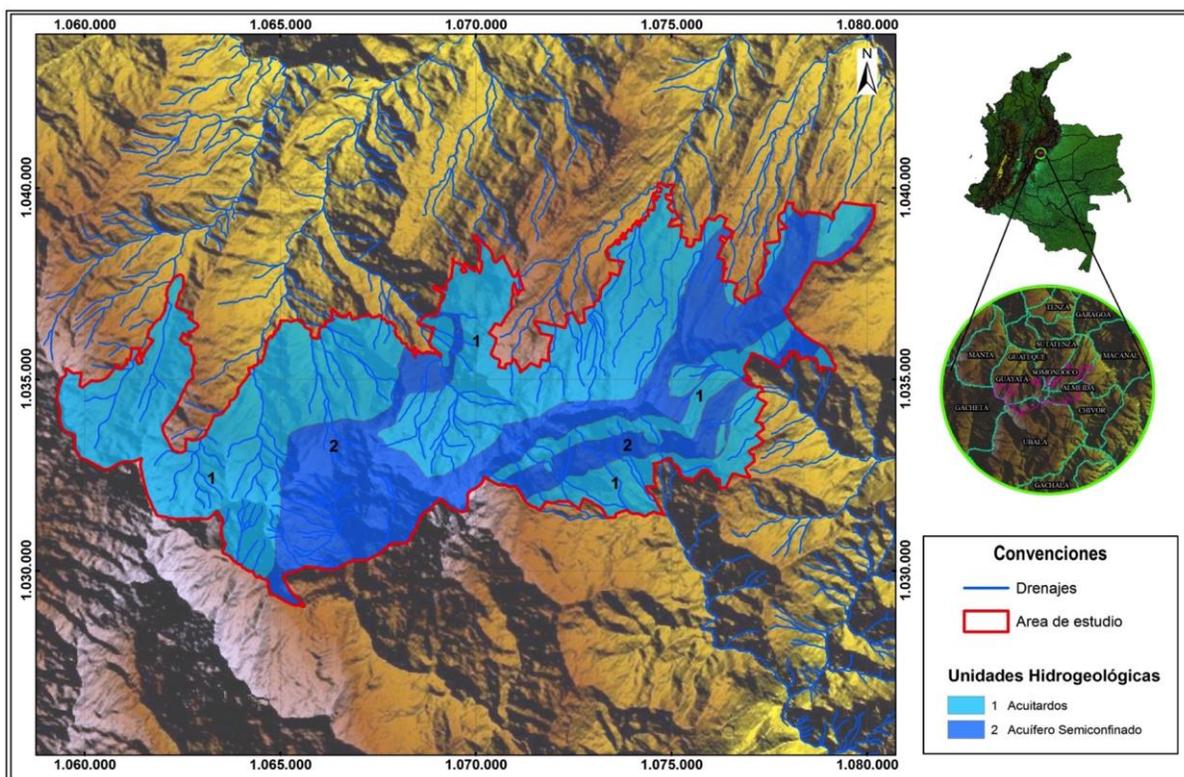


Figura 28. Hidrogeología

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015) En el área de estudio se clasificaron como acuitardos, las siguientes formaciones.

- Formación Lutitas de Macanal (b2ma). Es una formación compuesta exclusivamente por arcillas compactas laminadas con muy baja porosidad y permeabilidad, no contiene agua por lo que se clasificaría como acuitardo.
- Formación Fómeque (b4b6f). Formación de muy baja permeabilidad, ya que está constituida predominantemente por lutitas y arcillolitas; por lo tanto se clasifica como un acuitardo.
- Depósito coluvial (Qc.) Está constituido por conglomerados, con bloques en matriz arcillosa, por lo cual posee baja permeabilidad y se puede clasificar como un acuitardo.
- Depósito glacial (Qdg) Depósitos cuaternarios con bloques angulares, en matriz arcillosa, por lo cual se clasifican como acuitardos.

20. Geomorfología

En la naturaleza, tanto los materiales como los procesos son interactivos, y el resultado es el paisaje terrestre. Esta situación es la primera aproximación a la

reacción mecánica de los materiales naturales, de manera tal que aquellos más resistentes a los procesos naturales pueden considerarse como los de mejor comportamiento físico, obviamente con ciertas salvedades o excepciones. Algunos se fragmentan o desintegran bajo condiciones severas, otros soportan algunas modificaciones según el ambiente químico, y otros se distribuyen en la superficie dependiendo del proceso natural dominante.

21. Condicionantes estructurales

Los cauces principales que drenan desde la cuchilla de San Cayetano muestran en su mayoría cauces rectilíneos adaptados y controlados por ejes estructurales como sinclinales, anticlinales y ejes de fracturamiento a lo largo de fallas y diaclasas; así, la orientación de los cauces corresponde con la de la estructura general de plegamiento, con adaptaciones menores a sistemas de fallamiento de organización transversal a nivel más local. En otro sector del área evaluada se presenta por su parte un drenaje dendrítico, controlado principalmente por la litología, asociado a los depósitos más recientes que enmascaran la tectónica regional.

Las características anteriores hacen que la red de drenaje menor fluya de forma paralela a subparalela entre sí, y más o menos perpendicular a los cauces principales. En general, esta red menor es relativamente simétrica, con cauces de similar longitud a ambos lados, debido a una simetría estructural de los ejes de plegamiento que son bastante paralelos entre sí.

Los escarpes de origen tectónico (relieve) son comunes en la cuchilla; en la mayoría de los casos la red de drenaje menor fluye perpendicularmente a ellos y al disectarlos forma pequeñas gargantas. La resultante de estas estructuras, y de la gravedad, es la acumulación de derrubios, formación superficial común al pie de los escarpes.

El plegamiento del sustrato sedimentario y su influencia en la organización hidrográfica conlleva a dos situaciones principales: o las vertientes son laderas estructurales con pendiente topográfica que corresponde con el buzamiento de las capas sobre las que las corrientes menores corren de manera cataclinal, o las vertientes son los frentes más o menos escalonados de pendiente inversa al buzamiento y donde las corrientes menores fluyen de manera anaclinal.

Esquemáticamente, en las dos vertientes principales de drenaje dominan areniscas y arcillosas de formaciones del Cretáceo Inferior que han influido tanto en los modelados (formas y formaciones superficiales) como sobre los procesos. Así, los modelados de formas suaves en colinas y lomeríos se derivaron de rocas arcillosas, mientras que los relieves más fuertes (estructurantes) se deben a la presencia dominante de capas de areniscas.

22. Cambios climáticos, estructurales y modelados heredados

3.15.1. La formación de cañones

El concepto de cañón se asume como la macroforma resultante de la disección hídrica a partir de una profundización del cauce (descenso del nivel de base local), con la consecuente inestabilidad en las bermas, debido al aumento de pendiente, y la diferenciación de sectores en las vertientes como parte de su retroceso hacia un perfil cóncavo de equilibrio (Flórez, 1995).

Los cañones se adaptan, en gran parte de su formación, a zonas de fracturamiento en los sistemas de fallas que los controlan. Como resultado del modelado y bajo condiciones estructurales de fallamiento, así como por el control de la red de drenaje mayor y el levantamiento de la cordillera, la formación de cañones es inherente a los eventos descritos anteriormente. Se han identificado algunas de estas geoformas en la zona de Guayatá, en su drenaje principal y hacia el embalse de la Esmeralda, de pequeño tamaño y con una afectación clara de tipo estructural.

3.15.2. Escarpes y Depósitos de Vertiente

La parte media y alta, hacia la divisoria de aguas de la cuenca del río Garagoa, tiene como característica principal de relieve la presencia de escarpes de donde proceden derrubios, flujos hidro-gravitacionales y una cobertura de material coluvial más o menos generalizada en las dos vertientes de la cuchilla, en tiempos diferentes y mediante mecanismos variados. Esta formación superficial implica una limitante frente a las actividades agropecuarias por la alta pendiente y la inestabilidad y pedregosidad de los suelos.

La pedregosidad implica una discontinuidad para la formación de los suelos y su aprovechamiento, pero facilita la infiltración del agua y la recarga de acuíferos, situación que favorece los espacios más bajos. Existe una limitación importante en este punto, debido a la poca consolidación de los detritos resultantes de estos depósitos y su mayoritaria composición arcillosa. Otro factor es la presencia de bloques arenosos provenientes de las zonas más altas y que por erosión diferencial se encuentran sobre las arcillas ya erosionadas.

23. La orogénesis y los flujos hidro-gravitacionales

En el Mioceno, el plegamiento del sustrato sedimentario definió los grandes rasgos del relieve con anticlinales, sinclinales (escarpes y laderas) y formación de depresiones, que al final del terciario y durante el Cuaternario irían a recibir los sedimentos relacionados con la aceleración de la erosión, lo que causó un gran incremento en las tasas de depositación de orden hidro-gravitatorio junto con el levantamiento causado por la orogenia. Esta orogénesis del final del Terciario tuvo varias consecuencias, no sólo en la conformación de nuevos relieves sino en cambios bio-climáticos, que en el Cuaternario condicionaron los periodos glaciales y el incremento del potencial hidro-gravitatorio, lo que junto con los factores de la dinámica externa modificaron los relieves emergidos.

Como resultado del levantamiento de la cordillera, el potencial hidro-gravitacional aumentó, lo que explica en parte la disección del sustrato por las corrientes y el transporte de materiales hacia las depresiones. Estos depósitos son más evidentes hacia Almeida y Somondoco, donde además los efectos tectónicos son más evidentes por la diferenciación litológica arenisca – arcilla.

3.16.1. Glaciales y modelados glaciares

Con el levantamiento de las cordilleras y la orogenia del final del Terciario, las montañas se convirtieron en barreras frente a las corrientes planetarias de vientos, por lo que la tierra en su conjunto se tornó más fría y más húmeda (Ruddiman & Kutzbach, 1991). Estos hechos también ocurrieron sobre la cuchilla de San Cayetano, lo cual se evidencia en la presencia de glaciares (glaciaciones) conformados durante el periodo Cuaternario durante los periodos glaciales-interglaciales. Sin embargo, con la información actual no es posible determinar a qué período glacial pertenecen los modelados de origen glaciar identificados en las zonas altas de la cuchilla.

Desde el punto de vista teórico, la formación de glaciares en la Cordillera Oriental se dio en altitudes superiores a 3000 msnm; debajo de los espacios cubiertos con hielo hubo un cinturón o piso en el que por restricciones térmicas no había vegetación y las frecuentes nevadas generaban un escurrimiento (por fusión), arriba del páramo de ese momento, es decir aproximadamente sobre los 2750 msnm. Era el piso periglacial y no necesariamente se requería la presencia de glaciares hacia arriba para tener condiciones periglaciares. Los dos cinturones, glaciar y periglacial conformaron el “desierto de alta montaña” hasta el final del Pleistoceno.



Foto 7. Depósitos de origen fluvio-glaciar y de ladera

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Abajo de los modelados glaciares (en general erosionales, excepto por los depósitos Morrénicos de tipo estrictamente local y de muy pequeño tamaño), se encuentran depósitos fluvio-glaciares o material detrítico transportado por las aguas de fusión de la última glaciación (foto 7). Si bien en el área de trabajo no se han realizado estudios

palinológicos que determinen períodos glaciares e interglaciares, ni se han cartografiado depósitos o geoformas de esta índole, este trabajo incluye los vestigios encontrados de lo que pudiesen serlo.

24. Procesos morfogénicos actuales

La zona más alta de la cuchilla se caracteriza por un relieve escalonado abrupto, localmente diseccionado por efecto de la tectónica del área, y en gran parte un sustrato litológico de baja resistencia. Bajo estas condiciones, los procesos tales como el escurrimiento superficial y los movimientos hidro-gravitatorios y el retroceso de vertientes son más intensos, en relación con las zonas más bajas del área estudiada en la zona de Almeida. La localización de los procesos identificados caracteriza cartográficamente los sistemas morfogénicos en su contexto areal, es decir que no es posible establecer una ubicación puntual de los mismos.

3.17.1. La reptación

La reptación es el proceso más conspicuo en la zona, facilitada por la pendiente, sobre la que se desplazan los materiales detríticos superficiales mediante varios mecanismos, lo que ha generado formas menores del modelado como pequeñas terracetas, caminos de ganado y surcos de cultivo, así como montículos y oquedades de materiales trabajados por la pedofauna y fauna en general. Este proceso, que engloba varios mecanismos, ha ocurrido en toda la zona debido a efectos meteóricos y litológicos, y hace parte de los llamados procesos naturales, pero su magnitud se ha acelerado debido a las formas de ocupación del espacio. Este fenómeno es más evidente desde la cota 2750 msnm hacia abajo, en la que la presencia de zonas de cultivos y actividades pecuarias es mucho mayor.

3.17.2. La disección

Con relación a la formación de cañones ya se ha planteado la efectividad de la disección, especialmente referida a las corrientes mayores y como consecuencia el aumento del potencial hidro-gravitatorio con la orogénesis. En condiciones pasadas, de buena cobertura vegetal, con regulación del régimen hídrico y disposición generalizada de agua en los cauces, la disección o cortes en el suelo y en el sustrato era un proceso efectivo y generalizado. Si bien es un fenómeno a pequeña escala y de nivel local, sus causas y consecuencias deben ser evaluadas.

En cuanto a las corrientes menores, la conclusión es la disminución de la disección y el cambio en las condiciones de coluvionamiento de los cauces (obturación) debido a aportes laterales relacionados con el escurrimiento superficial en los interfluvios. A su vez, este proceso ha sido responsable del aumento de la torrencialidad o respuesta rápida del encauzamiento del agua frente a los aguaceros, como se evidenció durante el trabajo de campo realizado en marco de este estudio.

Las causas de este incremento pueden ser variadas y no se tiene certeza sobre la incidencia de cada una de ellas; entre las posibles causas se puede citar: menor cobertura vegetal, mayor efecto del escurrimiento del agua con mayor efectividad en la erosión de los suelos, pobre infiltración del agua por efecto litológico, aumento de la temperatura de los suelos por mayor radiación solar y aumento de la evaporación, existencia de pendientes fuertes, y ocurrencia de un estrés climático que aumenta hacia las zonas más bajas debido a la actividad agropecuaria.

3.17.3. Movimientos en masa

Los movimientos en masa más comunes en el área son desplomes o desprendimientos (por control gravitatorio) y movimientos hidrogravitatorios como solifluxión, deslizamientos y flujos torrenciales; así mismo se presentan pequeños desprendimientos a borde de carretera debido a la inestabilidad en los taludes y la banca.

3.17.3.1. Solifluxión

Las zonas de altitud medias y altas de los pequeños afluentes de las vertientes muestran una gran cantidad de huellas de movimientos en masa heredadas de dinámicas pasadas, correspondientes a deslizamientos y derrumbes. Se interpretan como “fenómenos pasados” ya que sobre tales huellas se han formado suelos con diferenciación de horizontes, proceso que puede tomar algunos miles de años. Este proceso es más evidente en la vertiente Este, ya que la presencia de arcillolitas de la Formación Fόμεque y los aspectos meteorológicos facilitaron el proceso.

25. Sistemas morfogénicos

La geomorfología es la disciplina que estudia las formas del relieve terrestre y su aplicación a la zonificación geomecánica (aspecto práctico de esta ciencia) se puede enfocar a través de la morfogénesis, es decir la génesis y evolución de las formas de los terrenos y los procesos que han actuado sobre ellos. Los aspectos de la cartografía geomorfológica están definidos por el mapa de unidades morfológicas, morfométricas (pendiente) y procesos morfodinámicos.

En el área de estudio se identificaron sistemas morfogénicos (tabla 14) asociados a glaciaciones (Glaciar heredado, Periglacial heredado, preriglacial heredado sobre el sustrato y Depósitos fluvioglaciares), estructuras - foto 8 (Escarpe rocoso, Frentes estructurales de escarpe, Escarpe rocoso en arenisca, Escarpe rocoso en arcillolita, Laderas estructurales en areniscas, Laderas estructurales en arcillolitas, Derrubios de ladera, Modelado Convexo – Cóncavo en Montañas y Colinas) y Depósitos aluviales, coluvio-aluviales, hidrogravi-tacionales y aluviotorrenciales (Valles coluvio-Aluviales y Depósitos Coluvio-Aluviales en pendientes fuertes). Es de anotar que por la escala de trabajo, todos los procesos no son regionales pero se encajan en cada sistema. La demanda identificada es la actual y la posible teóricamente para cada sistema morfogénico.



Foto 8. Escarpe y contrapendiente estructural frente al buzamiento aparente, Formación Fómeque
 Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

26. Unidades geomorfológicas

El mapa de unidades morfológicas elaborado en marco del presente estudio (figura 29) representa la zonificación de las áreas homogéneas de relieve, producto de la interacción de procesos tanto endógenos (tectonismo, magmatismo, volcanismo) como exógenos (procesos denudativos), así como de factores climáticos, hidrológicos, geológicos, agrológicos y ecológicos, entre otros (Ingeominas, 2004).

Tabla 14. Sistemas morfogénicos diferenciados en la cuchilla de San Cayetano

Sistema morfogénico		Formas (relieve o modelado) y formaciones superficiales identificadas	Pendiente	Procesos identificados	Zona	Demanda
Última glaciación (?)	Glaciar heredad o	Circos glaciares, valles glaciares, afloramientos rocosos. Escarpe y laderas suaves.	Cónca va	Escurrimiento superficial concentrado, coluvionamiento (por escurrimiento superficial difuso), reptación leve y lenta y solifluxión superficial	Fuera de zona, carretera Somondoco - Almeida	Valoración paisajística (turismo ecológico). Expansión (ascenso altitudinal) de la frontera agrícola y por lo tanto desecación de lagunas para adaptación de espacios. Interés en la conservación y regulación del recurso
	Periglaci heredad o / preriglaci heredad o sobre el sustrato	Capa de gravilla bajo suelos desarrollados. Plaeosuelos. Depósitos de gelifractos y derrubios. Valles coluvioaluviales. Lagunas glaciares	Conve xo - cónca va	Escurrimiento superficial difuso, coluvionamiento, pequeños derrumbes. Mayor susceptibilidad a la saltación pluvial.	Carretera Guayatá - Ubalá, parte alta de la cuchilla, zona de páramo de Almeida.	

Sistema morfológico	Formas (relieve o modelado) y formaciones superficiales identificadas	Pendiente	Procesos identificados	Zona	Demanda	
	Depósitos fluvio-glaciares	Depósitos Heterométricos con dominancia en bloques. Material aluvial y coluvial. Mayor estabilidad.	Cónca va	Desagregación del suelo por escurrimiento subsuperficial. Desprendimientos y derrumbes	Vertientes de la cuchilla de San Cayetano	hídrico agrícola.
Ligado a la estructura	Escarpe rocoso / Frentes estructurales (escarpes)	Frentes o cabezas de estratos, bordes de las combas laterales y escarpes de falla. Menor cobertura vegetal, sin suelos o poco desarrollados. Gargantas. Cono de derrubios al pie.	Abrupta / rectilínea	Desprendimientos y derrumbes rocosos	Contrapendientes estructurales zona alta de la cuchilla, zona SW de Guayatá. Carretera Guayatá – Ubalá	Demanda de materiales de construcción (areniscas y materiales arcillosos) especialmente los cercanos vías. Áreas de reserva forestal.
	Escarpe rocoso en arenisca	Asociados a escarpes de falla o contrapendiente en areniscas.	Abrupta / rectilínea	Desplomes y derrumbes puntuales	Zona alta de la cuchilla Formación Las Juntas	
	Escarpe rocosos en arcillolitas	Asociados a escarpes de falla o contrapendiente en arcillolitas	Abrupta / rectilínea	Desplomes y derrumbes puntuales. Soliflucción.	Escarpes en canteras de la Formación Fómèque, Carretera Somondoco – Almeida	
	Laderas estructurales en areniscas	Formas alargadas. Depósitos coluviales, corrientes cataclinales, terracetos, banquetas. Menor disección, acumulación de materiales coluviales	Rectilínea larga y suave	Coluvionamiento, escurrimiento superficial y coluvionamiento, reptación, obturación de cauces. Pequeños deslizamientos planares localizados.	Vertiente E de la cuchilla, zona arriba de los 2600 msnm, miembro superior Formación Las Juntas	
	Laderas estructurales en arcillolitas	Alteritas arcillosas. Terracetos localizadas. Depósitos de material coluvial y suelos profundos.	Conexo - cónca va	Escurrimiento superficial, soliflucción y reptación. Pequeños deslizamientos rotacionales, reptación.	Vertiente E cuchilla, miembro de la Formación Las Juntas y Formación Lutitas de Macanal	
	Depósitos de ladera	Bloques heterogéneos	Cónca va	Buena estabilidad	Vertientes E y W de la cuchilla	

Sistema morfológico	Formas (relieve o modelado) y formaciones superficiales identificadas	Pendiente	Procesos identificados	Zona	Demanda	
Modelado Convexo – Cóncavo en Montañas y Colinas	Lomeríos y colinas en formaciones arcillosas en alteritas (regolito) Resultantes de la meteorización concentrada profunda.	Convexo - cóncava	Escurrimiento superficial, reptación con terracetos y solifluxión profunda con deslizamientos rotacionales localizados. Solifluxión superficial.	Vertiente E de la cuchilla en Formación Fόμεque		
Aluvial, coluvio-aluvial, hidrogravidación, aluviotorrencial	Valles coluvio-aluviales Depósitos Coluvio-Aluviales en pendientes fuertes	Depósitos detríticos con aportes coluviales laterales gravillas y bloques, control estructural. Depósitos heterométricos	Cóncava Convexo - cóncava	Corrientes no funcionales, reptación Escurrimiento y coluvionamiento local	Valles en V Pequeños depósitos no cartografiados por escala en la zona de Almeida	Utilización del recurso hídrico (vivienda): riego, recreación. Evacuación de aguas residuales. Urbanización en periferias urbanas. Conservación y turismo ecológico. Investigación (ecológica).

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

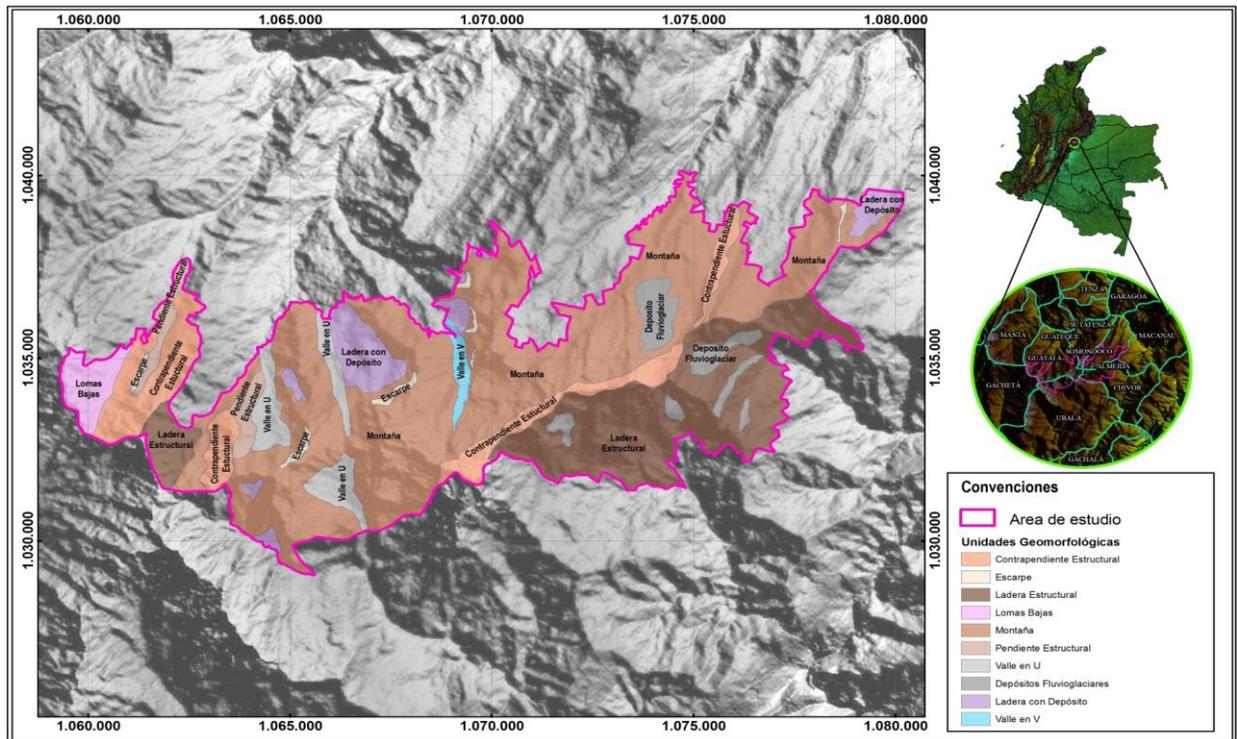


Figura 29. Unidades geomorfológicas

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015).

Con el fin de integrar los sistemas morfogénicos identificados y adaptarlos a la escala cartográfica requerida, se mapearon las varias unidades geomorfológicas, para lo cual se utilizó el esquema de jerarquización que se muestra en la figura 30.



Figura 30. Jerarquización geomorfológica usada

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

1. **Ladera estructural:** Se cartografiaron aquellas superficies topográficas que buzan en la misma dirección que los estratos subyacentes, normalmente en forma más o menos paralela a ellos.
2. **Contrapendiente estructural:** También se denomina ladera de contrapendiente; es aquella que se encuentra en la parte posterior de la ladera estructural y tiene una pendiente menor que el escarpe.
3. **Escarpes:** Zonas con una pendiente superior a 55°%.
4. **Montañas:** Una montaña es una eminencia topográfica (elevación natural de terreno) superior a 700 m respecto a su altitud de base. Para el trabajo de campo, si bien no se ajusta a este nivel altitudinal, se tuvieron en cuenta zonas de elevación arriba de 500 m sobre el nivel de base topográfico del área, con pendientes no mayores al 15% .
5. **Valle en U:** El valle en forma de U es característico de la erosión glacial. El paso de masas gigantes de un glaciar marca el paisaje con huellas imponentes. Su poder abrasivo desgarró las paredes de bloques de roca. Estos son triturados y llevados corriente abajo.
6. **Valle en V:** Un valle es una depresión de la superficie terrestre, entre dos vertientes, de forma alargada e inclinada hacia un lago, mar o cuenca cerrada sin salida (endorreica), por donde habitualmente discurren las aguas de un río. En un relieve joven predominan los valles en V, con vertientes poco modeladas por la erosión que convergen en un fondo muy estrecho. Con el tiempo, en un estado avanzado de la erosión, da lugar a valles aluviales, de fondo más plano y amplio, constituidos por depósitos aluviales entre los cuales puede divagar el curso de agua. En la zona de cuchilla, los valles en V tienen un origen erosional, acompañados de un vector estructural.
7. **Ladera con depósito:** En la cuchilla de San Cayetano se cartografiaron acumulaciones constituidas por materiales de diverso tamaño pero de litología homogénea, englobados en una matriz arenosa que se distribuye irregularmente en las vertientes de la cuchilla, formadas por la alteración y desintegración *in situ* de rocas ubicadas en las laderas superiores adyacentes, debido a la acción de la gravedad. Se caracterizan por contener gravas angulosas a subangulosas, distribuidas en forma caótica, sin selección ni estratificación aparente, con regular a pobre consolidación; ocasionalmente contienen algunos horizontes lenticulares limo – arenosos.
8. **Depósito coluvial y de origen glaciar:** Son materiales transportados por la gravedad, la acción del hielo – deshielo en las zonas más altas y, principalmente, por el agua (foto 9). Su origen es local, producto de la alteración *in situ* de las rocas y posterior su transporte como derrubios de ladera o depósitos de soliflucción.

Frecuentemente están asociados a masas inestables. Su composición depende de la roca de la que proceden, por lo que están formados por fragmentos angulares y heterométricos, generalmente de tamaño grueso, englobados en una matriz limo

arcillosa. Su espesor suele ser escaso debido a la escala de los mismos en la zona, aunque puede ser muy variable. La resistencia de estos materiales es baja, sobre todo en la zona de contacto con el sustrato rocoso, y cuando se desarrollan altas presiones intersticiales como consecuencia de lluvias intensas. Teniendo en cuenta la intensidad de la escorrentía en el área y la pendiente fuerte en la zona más alta, son depósitos a los cuales hay que prestar mayor importancia.

9. **Lomas bajas:** Zona montañosa de regularización topográfica de tipo erosivo, con pendientes bajas (foto 10).



Foto 9. Depósitos hidrogravitacionales en la zona de estudio
Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)



Foto 10. Geoformas de alta montaña en la cuchilla de San Cayetano
Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

3.19.1. Patrón de drenaje

Para la zona de trabajo se determinaron quebradas de tipo perenne, formadas por cursos de agua localizados en regiones de lluvias abundantes, con escasas fluctuaciones a lo largo del año. La mayoría de los ríos pueden experimentar cambios estacionales y diarios en su caudal debido a las diferentes características de la cobertura vegetal, a las precipitaciones y a otras variaciones del tiempo atmosférico como la nubosidad, insolación, evapotranspiración, etc.

En el área de estudio los drenajes presentes son de diferentes clases y están relacionados con tres aspectos relevantes: la pendiente, la litología presente en el área, y las estructuras y fallas. Los valles de las quebradas principales permiten definir que en el área de estudio se encuentran cursos de aguas jóvenes, en razón de tener una pendiente alta, un valle en forma de V pronunciada, y ser irregulares en su curso pese a la pendiente elevada en la cabecera y al fuerte socavamiento.

En la tabla 15 se presentan los tipos de drenaje presentes (figura 31), correspondientes a:

- Patrón de Drenaje Dendrítico: Materiales aproximadamente homogéneos en composición, sin control estructural. Constituye uno de los patrones más comunes y se presenta en muchos ambientes.
- Patrón de Drenaje Paralelo: Terreno dominado por una pendiente regional, lo cual le impone una dirección predominante con cauces paralelos. Este patrón es común en algunos piedemontes y laderas estructurales plegadas.
- Patrón de Drenaje Enrejado: Es un drenaje paralelo al rumbo de las rocas sedimentarias plegadas y disectadas, las cuales presentan variaciones litológicas importantes; por ejemplo rocas blandas o arcillosas y rocas duras o areniscas. En la zona no se evidencia en términos macro y por ende no es cartografiable pero localmente se encuentra.

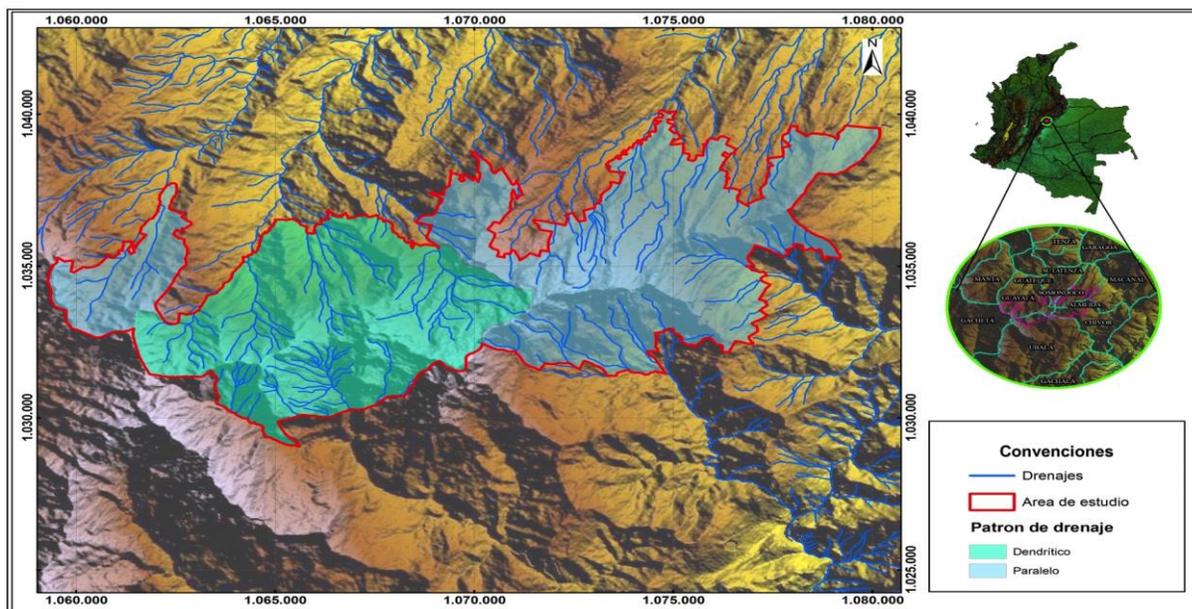


Figura 31. Patrón de drenaje en la cuchilla de San Cayetano

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015).

Tabla 15. Relación del tipo de drenaje identificado, la litología y las geoformas presentes en la cuchilla de San Cayetano

Geoformas asociadas	Patron de drenaje	Sedimento o roca tipo
Montaña	Paralelo – subparalelo, dendrítico	Alternancia - roca sedimentaria - resistente al tope.
Ladera Estructural	Dislocado, dendrítico a paralelo	Intercalaciones roca dura y fina – sedimento.
Ladera con depósito	Drenaje dendrítico.	Rocas sedimentarias.
Contrapendiente	Drenaje paralelo y dendrítico.	Rocas sedimentarias.
estructural	Drenaje dendrítico.	Material coluvial inconsolidado.
Valle en V	Drenaje paralelo.	Roca dura.
Escarpe	Drenaje dendrítico.	Material coluvial inconsolidado.
Valle en U	Drenaje radial y dendrítico.	Diferente tipo de roca.
Lago glacial	Drenaje dendrítico.	Mezcla de rocas y sedimentos sueltos
Depósito fluvio - glacial		

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

3.20. Fisiografía y Pendientes

Las pendientes presentes en el área de trabajo, así como su distribución espacial y porcentual se ajustaron con base en los lineamientos enmarcados por la ANLA, como se presenta en la tabla 16 y la figura 32.

Tabla 16. Áreas y clases de pendientes

Clase	Area (Ha)	Porcentaje (%)
0-15%	1.255,45	12,99
15-30%	4.537,39	46,99
30-50%	3.312,09	34,28
50-100%	554,07	5,74
Total	9.659	100

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

A partir del análisis de pendientes y el nivel de base topográfico regional se realizó un análisis fisiográfico del área objeto de estudio y se separaron 16 clases diferentes (figura 33), correspondientes a:

1. Terraza baja inundable: Pendientes de 0 a 4%, altitud de 0 a 80 m sobre la base local.

2. Terraza baja no inundable: Pendientes de 4 a 8%, altitud de 0 a 80 m sobre la base local.
3. Terraza media ondulada: Pendientes de 8 a 15%, altitud de 80 a 300 m sobre la base local.
4. Terraza media plana: Pendientes de 0 a 8%, altitud de 80 a 300m sobre la base local.
5. Terraza alta ondulada: Pendientes de 15 a 25%, altitud >300m sobre la base local.
6. Terraza alta plana: Pendientes de 0 a 15%, altitud de >300m sobre la base local.
7. Lomadas: Pendientes de 8 a 15%, altitud de 0 a 80 m sobre la base local.
8. Colinas bajas fuertemente disectadas: Pendientes muy pronunciadas y pronunciadas de >50%, altitud de 0 a 100 m sobre la base local.
9. Colinas bajas moderadamente disectadas: Pendientes pronunciadas de 25 a 50%, altitud de 0 a 100 m sobre la base local.
10. Colinas bajas ligeramente disectadas: Pendientes moderadamente pronunciadas de 15 a 25%, altitud de 0 a 100 m sobre la base local.
11. Colinas altas fuertemente disectadas: Pendientes pronunciadas de 25 a 50%, altitud de 0 a 100 m sobre la base local.
12. Colinas altas moderadamente disectadas: Pendientes muy pronunciadas y pronunciadas de >50%, altitud de 100 a 300 m sobre la base local.
13. Colinas altas ligeramente disectadas: Pendientes pronunciadas de 25 a 50%, altitud de 100 a 300 m sobre la base local.
14. Montaña baja pendiente: Pendientes de >25%, altitudes entre 300 y 1000 m sobre la base local.
15. Montaña alta pendiente: Pendientes de >25%, altitudes mayores 1000 m sobre la base local.
16. Escarpes: Pendientes mayores a 60%

4. RECURSO HÍDRICO

4.1. Hidrografía

4.1.1. Sistemas de drenaje

En el área del proyecto se identificaron algunos sistemas lóticos, con un tipo de régimen hidrológico permanente, que forman diferentes cuencas hidrográficas que drenan sus aguas hacia los ríos Gachetá y Garagoa.

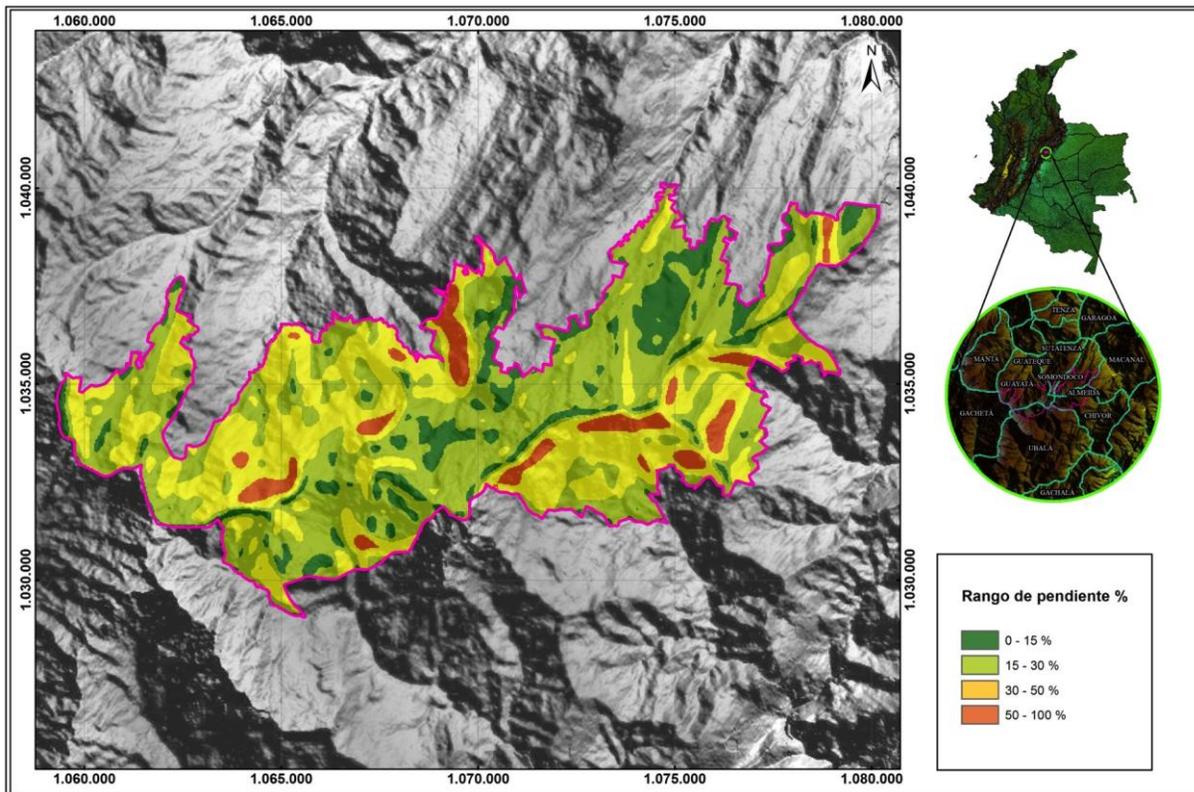


Figura 32. Rangos de pendiente

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015).

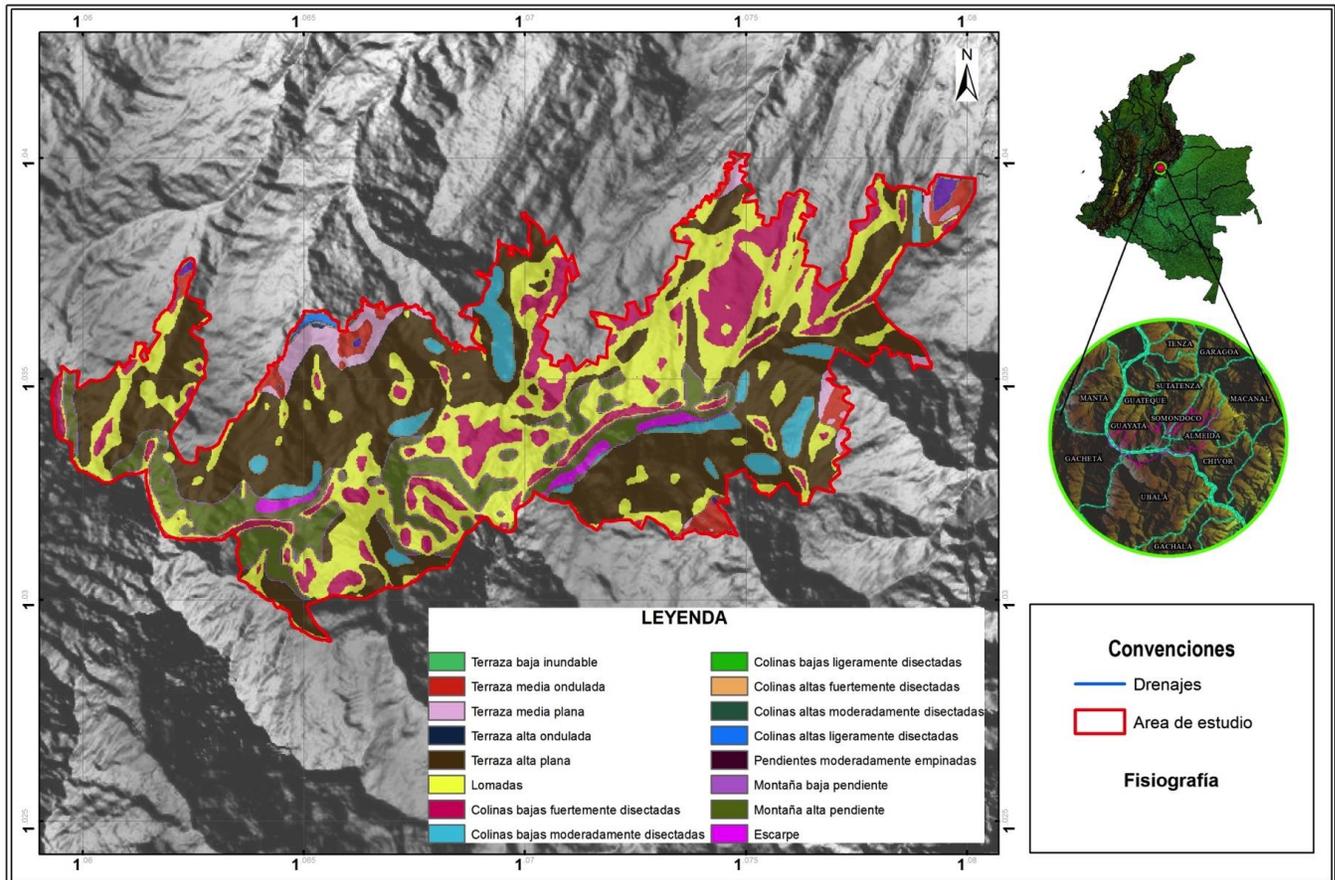


Figura 33. Rangos de pendiente

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015).

4.1.2. Caracterización morfométrica de las cuencas

La morfometría se define como el estudio de las características físicas de una cuenca hidrográfica, la cual se utiliza para analizar la red de drenaje, pendientes y la forma de una cuenca a partir del cálculo de valores numéricos; dentro de este contexto, es importante señalar que las mediciones morfométricas se realizan sobre material cartográfico, soportadas con información hidrológica y topográfica (Bejar, 2010). Para realizar la caracterización morfométrica del área de estudio se verificaron y dibujaron las divisorias de aguas y se calcularon las características morfométricas más relevantes, sobre la cartografía básica establecida para el proyecto. Dichos parámetros fueron revisados por el SIG, con el fin de evitar inconsistencias en las medidas.

A continuación se presentan los parámetros morfométricos calculados para cada una de las subcuencas antes relacionadas, incluyendo el área tributaria, el perímetro, coeficiente de compacidad, factor de forma, índice de alargamiento, índice asimétrico, pendiente media del cauce principal, longitud del cauce principal, entre otros, para lo cual se utilizaron las definiciones que se relacionan a continuación.

Área (A): Corresponde al área de captación o superficie de la cuenca y sus subcuencas correspondientes, encerrada por la divisoria de aguas (divisoria topográfica); su unidad se expresa en Km² (Bejar, 2010).

Perímetro (P): Es la longitud total de la línea envolvente de la cuenca que pasa por la divisoria de aguas.

Longitud (L): Está definida como la distancia horizontal del río principal entre un punto aguas abajo (estación de aforo) y otro punto aguas arriba, donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca (Bejar, 2010).

Ancho (W): Se define como la relación entre el área (A) y la longitud de la cuenca (L).

Factor de forma (Kf): Es la relación entre el ancho medio y la longitud axial de la cuenca. Esta última se mide cuando se sigue el curso de agua más largo desde la desembocadura hasta la cabecera más distante de la hoya (Bejar, 2010). El ancho medio (B) se obtiene cuando se divide el área por la longitud axial de la cuenca, así:

$$Kf = \frac{B}{L} \quad B = \frac{A}{L} \quad Kf = \frac{A}{L^2}$$

donde:

Kf: Factor de forma

B: ancho medio, en km

L: longitud axial de la cuenca, en km

A: área de drenaje, en Km²

Una cuenca con factor forma bajo esta menos sujeta a crecientes que otra del mismo tamaño pero con mayor factor de forma. Si la cuenca fuera cuadrada, el factor de forma tendría un valor igual a la unidad. El factor de forma puede tomar valores inferiores a 1 cuando se trate de cuencas alargadas, teniendo el mismo significado que la Razón de elongación (R.). Por tanto (Bejar, 2010):

$$Kf \ll 1 \rightarrow \text{Forma alargada}$$

Coefficiente de compacidad o de Gravellius (Kc): Relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo que tenga igual área (tabla 17). Se relaciona con el tiempo de concentración, el cual es el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que toda la hoya contribuya a la sección de la corriente en estudio, o en otras palabras el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la hoya hasta su salida. A medida que el coeficiente (Kc) tiende a 1, cuando la cuenca tiende a ser redonda, aumenta su peligrosidad a las crecidas, porque las distancias de los puntos de la divisoria respecto a uno central no tienen diferencias mayores y el tiempo de concentración se hace menor, por lo tanto mayor será la posibilidad que las ondas de crecida sean continuas.

$$Kc = 0.28 \frac{P}{A^{1/2}}$$

Donde: **P**: perímetro de la hoya, en Km; **A**: área de drenaje de la hoya, en Km²

Tabla 17. Coeficiente de compacidad

Valores de KC	Forma
1.00 – 1.25	Redonda a oval redonda
1.25 – 1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.59 – 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: Monsalve 2001

Índice de alargamiento: Este índice se obtiene por medio de la relación entre la mayor longitud contra el mayor ancho de la cuenca, donde valores mayores a 1 indican cuencas alargadas (tabla 18). Su determinación se realiza a través de la siguiente relación matemática:

$$La = \frac{l \text{ max}}{A \text{ max}}$$

Dónde:

L max: Longitud máxima encontrada en el sentido del Río principal.

A max: Ancho máximo de la cuenca

Tabla 18. Índice de Alargamiento

Rangos	Clases de alargamiento
0,0 – 1,4	Poco alargada
1,5 – 2,8	Moderadamente alargada
2,9 – 4,2	Muy alargada

Fuente: Monsalve 2001

Índice de asimetría (Ix): Relación entre el área de la vertiente más extensa y el área de la menos extensa, se da de la siguiente manera:

$$Ix = \frac{Avmax}{Avmin}$$

Dónde:

Avmx: Área vertiente mayor

Avmin: Área vertiente menor

Pendiente del cauce: La pendiente del cauce principal es uno de los factores más importantes que inciden en la capacidad que tiene el flujo para transportar sedimentos, por cuanto está relacionada directamente con la velocidad del flujo. La pendiente media del cauce principal se obtiene a partir de la ecuación:

$$s = \frac{cota \text{ max}(m) - cota \text{ min}(m)}{longitud(m)}$$

Tiempo de Concentración (T_c): El tiempo de concentración es considerado como el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida; para su cálculo existen fórmulas empíricas que relacionan parámetros propios de la cuenca, para su adecuada estimación se emplearon ecuaciones empíricas como la de Kirpich:

$$T_c = 0,3 \frac{(L)^{0,76}}{J^{\frac{1}{4}}}$$

Dónde:

T_c: tiempo de concentración (horas)

J: pendiente media del cauce principal (H/L)

H: diferencia de nivel entre el punto de desagüe y el punto hidrológicamente más alejado (m)

L: longitud del cauce principal (km)

Índice de torrencialidad (C_T): Relaciona el número de corrientes de primer orden (según método de Horton) y el área total de la cuenca.

$$C_t = \frac{n_1}{A}$$

Dónde:

C_t: Índice de torrencialidad (km⁻²)

n₁: Número de corrientes de primer orden (según método de Horton)

A: Área total de la cuenca

En la tabla 19 se presentan las principales características morfométricas de las subcuencas presentes en el área de estudio, mientras que su localización se presenta en la figura 34.

Tabla 19. Características morfométricas de las principales cuencas presentes en el área de estudio

Microcuenca	Área (km ²)	Área (m ²)	Perímetro (km)	Long. cauce (km)	Long. cauce (m)	Ancho (km)	Largo (km)	Long. axial	Factor forma	Caracterización factor forma	Ind. de alargamiento	Coef. de compactidad
Q. La Tencua	12.8	12759240	14.2	5.9	5923.2	3.3	5.91	5.68	0.40	Cuenca alargada, baja susceptibilidad a las crecientes.	1.8	1.11
Q. El Guamal	52.3	52340508	30.9	7.9	7893.1	7.3	8.69	7.08	1.04	Cuenca achatada, susceptible a las crecientes.	1.2	1.20
Q. Cuya	28.7	28665263	21.7	7.6	7630.0	3.9	8.93	7.67	0.49	Cuenca alargada, baja susceptibilidad a las crecientes.	2.3	1.14
Q. Chital	19.5	19466225	20.1	8.5	8514.2	3.1	8.85	8.17	0.29	Cuenca alargada, baja susceptibilidad a las crecientes.	2.8	1.28

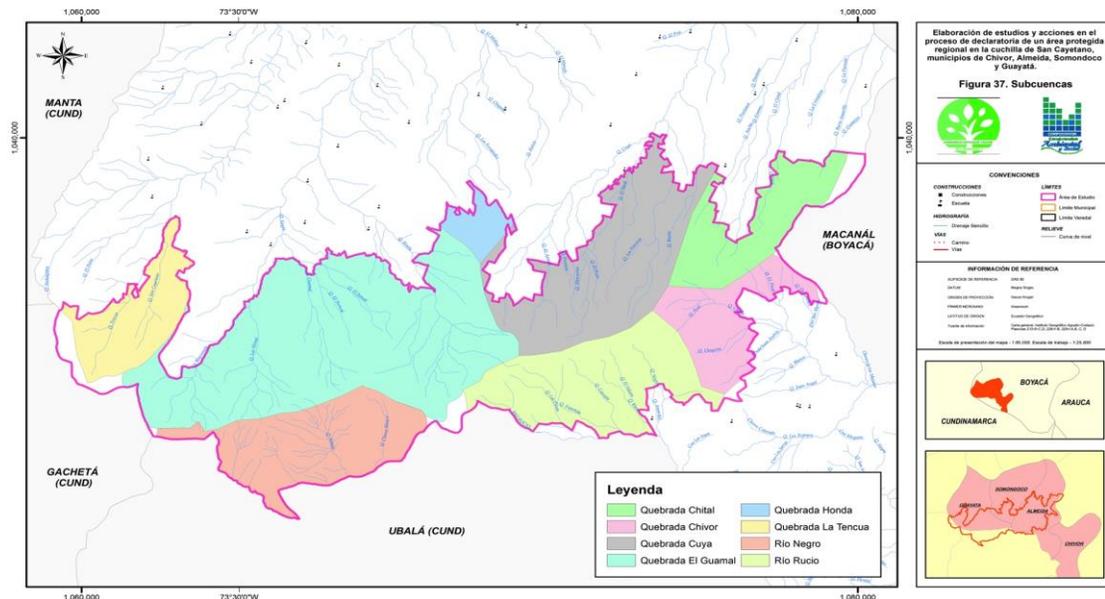
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
COMPONENTE DIAGNÓSTICO

Q. Chivor	10.1	10075731	13.0	4.1	4054.0	4.2	4.14	3.71	0.73	Cuenca alargada, baja susceptibilidad a las crecientes.	1.0	1.15
Río Rucio	20.9	20877776	18.7	5.5	5537.9	6.6	6.22	5.13	0.79	Cuenca alargada, baja susceptibilidad a las crecientes.	0.9	1.15
Río Negro	30.9	30874570	22.1	8.1	8089.6	6.7	7.17	6.94	0.64	Cuenca alargada, baja susceptibilidad a las crecientes.	1.1	1.11
Q. Honda	4.3	4318089	8.1	2.3	2304.5	2.3	2.83	2.15	0.94	Cuenca alargada, baja susceptibilidad a las crecientes.	1.2	1.09
Microcuenca	Caracterización coef. de compacidad		Ind. de asimetría					Tiempo concentración (Metodo de kirpich #2)		Orden #1	Coef. de torrencialidad	
	Forma de la cuenca	Suscept. inundaciones	Vertiente mayor	Vertiente menor	Ind. de asimetría	Caracterización	i del Cauce	Tc (Horas)				
Q. La Tencua	Redonda a oval redonda	Alta	6.7	6.0	1.1	No esta recargada hacia una de sus vertientes	1.0	1.2	5.0	0.4		
Q. El Guama I	Redonda a oval redonda	Alta	28.1	24.2	1.2	No esta recargada hacia una de sus vertientes	0.9	1.5	24.0	0.5		
Q. Cuya	Redonda a oval redonda	Alta	19.3	9.3	2.1	Recargada hacia uno de sus vertientes	1.0	1.4	12.0	0.4		
Q. Chital	Oval a oval oblonga	Media	10.5	9.0	1.2	No esta recargada hacia una de sus vertientes	1.0	1.5	3.0	0.2		
Q. Chivor	Redonda a oval redonda	Alta	5.5	4.6	1.2	No esta recargada hacia una de sus vertientes	0.9	0.9	5.0	0.5		
Río Rucio	Redonda a oval redonda	Alta	24.8	6.0	4.1	Recargada hacia uno de sus vertientes	0.9	1.1	8.0	0.4		
Río Negro	Redonda a oval redonda	Alta	18.8	12.1	1.5	No esta recargada hacia una de sus vertientes	0.9	1.5	17.0	0.6		
Q. Honda	Redonda a oval redonda	Alta	2.5	1.8	1.4	No esta recargada hacia una de sus vertientes	0.9	0.6	1.0	0.2		

Long: Longitud. Ind: Índice. Coef: Coeficiente. i: pendiente media

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Figura 34. Localización de las principales cuencas presentes en el área de estudio



Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015).

4.2. Hidrología

4.2.1. Estimación de caudales medios

Debido a que la densidad de la red hidrológica es muy baja para cubrir todas las áreas de drenaje de la cuenca en estudio, se utilizó como referencia la metodología de *transposición de caudales específicos* presentada en la “Guía Metodológica para la Elaboración del Balance Hídrico de América del Sur”, el cual establece que en el caso de dos cuencas de características fisiográficas y de ambiente vegetal similar, con precipitaciones análogas, se puede suponer que ambas tienen igual caudal específico, o sea:

$$Q_1 = \frac{A_1}{A_2} Q_2$$

donde,

Q₁: Caudal a generar; Q₂: Caudal en el sitio de la estación

A₁: Área cuenca a generar; A₂: Área en el sitio de la estación

La transposición de los caudales en cada una de las subcuencas se realizó a partir de la estación El Camoyo, cuyas características se presentan en la tabla 20 y tabla 21 mientras que los cálculos de transposición de caudales efectuados se relacionan en la tabla 22.

Tabla 20. Estaciones hidrométricas en la zona de estudio

Estación	Corriente	Elevación (msnm)	Latitud	Longitud	Área (km²)	Tipo	Registro histórico	Código
El Camoyo	Bata	1.214	04°90`N	73°32`W	40.25	LG	1987-2013	35077050

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Tabla 21. Características principales de la estación El Camoyo

Nombre	Área (km²)	Q medio (m³/s)	Rendimiento l/s/km²
EL CAMOYO	40.25	7.33	182.13

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Tabla 22. Valores medios mensuales de caudales generados para cada subcuenca en el área de estudio

Microcuenca	Área (km²)	Caudal l/s)
Quebrada La Tencua	12.76	2323.89
Quebrada El Guamal	52.34	9532.96
Quebrada Cuya	28.67	5220.91
Quebrada Chital	19.47	3545.45
Quebrada Chivor	10.08	1835.13
Río Rucio	20.88	3802.54
Río Negro	30.87	5623.30
Quebrada Honda	4.32	786.47

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

4.2.2. Estimación de la oferta hídrica

La situación de definición de la oferta hídrica superficial con información suficiente (figura 35) se exhibe cuando existe una estación hidrológica que mide los caudales en la entrada, aguas arriba, del dominio territorial donde se presentan las demandas, y además esta estación tiene una longitud de registro lo suficientemente representativa para caracterizar probabilísticamente la oferta superficial de agua. Adicionalmente la serie registrada en la estación hidrológica no debe presentar más de un 30% de información faltante y el valor esperado de la oferta hídrica debe definirse con un error estadístico no mayor al 10%.

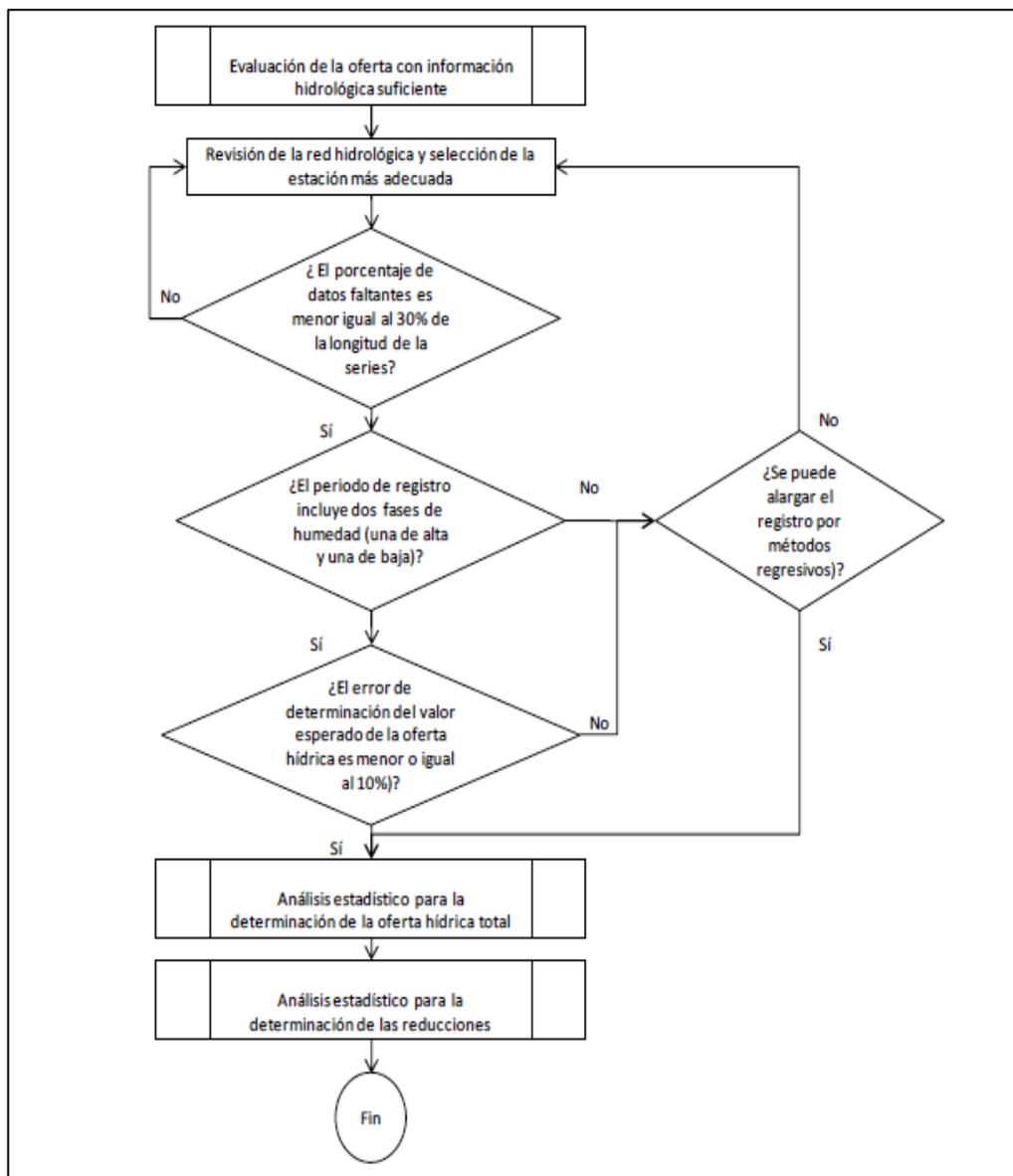


Figura 35. Diagrama de flujo para determinar oferta hídrica con información suficiente

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

4.2.2.1. Estimación de la oferta hídrica total

La variable principal que caracteriza la oferta hídrica superficial es el caudal de agua que se registra en las corrientes que surcan determinado territorio. Estos caudales varían segundo a segundo y por ello para entender la oferta hídrica deben ser sometidos a un tratamiento estadístico. En la actualidad, tanto internacionalmente como en Colombia, se utiliza la oferta hídrica expresada en términos del volumen de agua escurrido por el territorio de interés en una unidad de tiempo de un año. Esto se

hace con el fin de evaluar el índice de presión o índice de escasez de agua para la unidad de análisis en discusión.

Este volumen de agua anual es el que es considerado como la oferta hídrica anual total de agua del territorio en estudio. En otras palabras, la oferta hídrica total de una cuenca es el volumen de agua disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del ser humano. Para el caso específico de este estudio, su cálculo corresponde a los valores de caudales medios anuales de las diferentes áreas de drenaje, obtenidos mediante el método de transposición de caudales como se mostró previamente.

4.2.2.2. Estimación de la oferta superficial neta

A la oferta hídrica total se le aplicó una reducción relacionada con el caudal ambiental, así: $Oh = Oh_{total} - O_{Qambiental}$. Para la determinación del caudal ambiental se tuvo en cuenta la recomendación del Estudio Nacional del Agua (2010), en el cual se identifican dos grupos de cuencas. El primero corresponde a cuencas con autorregulación alta y poca variabilidad de caudales diarios, en las que se considera representativo un valor característico de Q_{85} de la curva de duración (caudal igualado o superado el 85% del tiempo); este valor característico se aplica a estaciones con un IRH igual o superior a 0,7 (alta retención y regulación). El segundo grupo corresponde a estaciones con valores del IRH inferiores a 0,7, para las cuales se asigna el valor característico Q_{75} de la curva de duración de caudales medios diarios en la determinación del caudal ambiental.

Para construir esta curva los caudales diarios del respectivo año se ordenan de mayor a menor y a cada caudal se le calcula su probabilidad de permanencia D_i durante el año mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{m}{n+1} * 100$$

Donde, m = es la posición del caudal diario en la serie ordenada de mayor a menor. n = es el número de días del año que se analiza.

En la figura 36 se presenta la curva de duración de caudales realizada para la estación El Camoyo, que fue la empleada para la estimación de los caudales medios de las subcuencas bajo análisis.

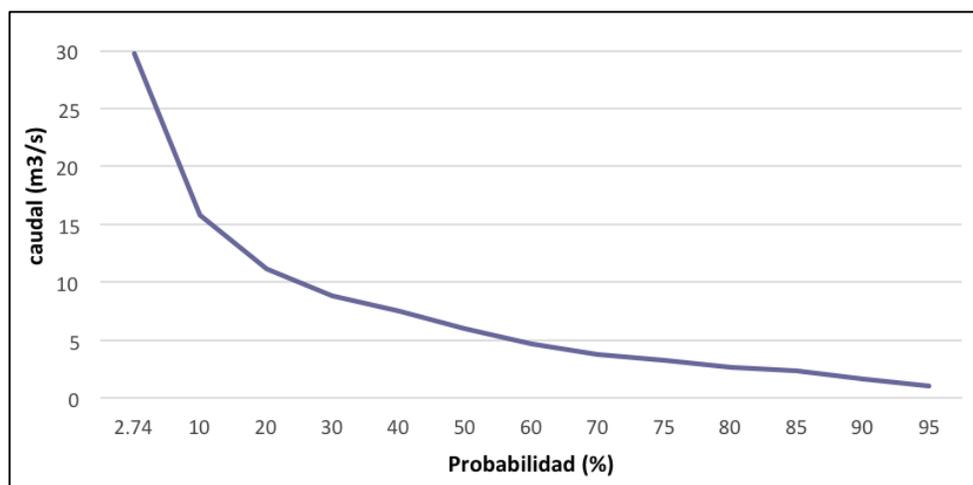


Figura 36. Curva de duración de caudales estación Camoyo

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

4.2.2.3. Estimación de la oferta neta

El volumen promedio de agua es sólo un indicador del régimen hidrológico de una región, al que es necesario asociarle la variabilidad temporal de cada corriente; no en vano la oferta hidrológica es considerada una variable aleatoria (Haan T. C., 2002). En la tabla 23 se presenta la oferta hídrica para cada una de las subcuencas bajo estudio, teniendo en cuenta la distribución de tributarios y la acumulación de los caudales al final de la misma.

Tabla 23. Oferta hídrica neta integral estimada para cada subcuenca en (m³/s)

Microcuenca	Oferta total l/s	Caudal ambiental (q_{75}) l/s	Oferta neta l/s
Quebrada La Tencua	2323.89	1022.96	1300.93
Quebrada El Guamal	9532.96	4196.34	5336.62
Quebrada Cuya	5220.91	2298.21	2922.70
Quebrada Chital	3545.45	1560.68	1984.77
Quebrada Chivor	1835.13	807.81	1027.32
Río Rucio	3802.54	1673.85	2128.69
Río Negro	5623.30	2475.34	3147.96
Quebrada Honda	786.47	346.20	440.27

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

4.2.3. Cálculo de la demanda hídrica

A partir del inventario de los diferentes sectores socioeconómicos identificados y los módulos de consumo estimados se realizó el cálculo de la demanda hídrica en cada subcuenca (tabla 24), con base en la información suministrada al respecto por parte de Corpochivor. Los principales usos identificados en la zona de estudio fueron doméstico y agrícola.

Tabla 24. Demanda hídrica total estimada para cada microcuenca en (l/s)

Microcuenca	Demanda total (l/s)
Quebrada La Tencua	56.34
Quebrada El Guamal	5.31
Quebrada Cuya	20.94
Quebrada Chital	0
Quebrada Chivor	27.75
Río Rucio	7
Río Negro	0
Quebrada Honda	0

Fuente: Corpochivor (2015)

4.2.4. Índice de uso del agua o índice de escasez (IUA)

El índice de uso del agua o índice de escasez corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores / usuarios, en un período determinado (anual, mensual) y unidad espacial de análisis (área, zona, subzona, etc.) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales. Para su cálculo se establece una relación porcentual de la demanda de agua en relación a la oferta hídrica disponible, con base en la siguiente ecuación:

$$IUA = \left(\frac{Dh}{Oh} \right) * 100$$

Donde

Dh : Demanda hídrica sectorial

Oh : Oferta hídrica superficial disponible (esta última resulta de la cuantificación de la oferta hídrica natural sustrayendo la oferta correspondiente al caudal ambiental).

$$Dh = \sum (\text{volumen de agua extraída para usos sectoriales en un período dado})$$

$$Dh = Ch + Csp + Csm + Css + Cea + Ce + Ca + Aenc$$

Donde

Dh : Demanda hídrica; Ch : Consumo humano o doméstico; Csp : Consumo del sector agrícola; Csm : Consumo del sector industrial; Css : Consumo del sector de servicios; Ce : Consumo del sector energía; Ca : Consumo del sector acuícola;

$Aenc$: Agua extraída no consumida

$$Oh = Oh_{total} - O_{Qamb}$$

Donde:

Oh_{total} : es el volumen total de agua superficial en una unidad de análisis espacial y temporal determinada.

O_{Qamb} : es el volumen de agua correspondiente al caudal ambiental en la misma unidad de análisis espacial y de tiempo de la oferta total.

El cálculo de la oferta hídrica natural disponible se realiza para condiciones hidrológicas medias con base en las series de caudales medios. En la tabla 25 se representan los rangos y categorías del índice de uso del agua, conforme a lo dispuesto en el Estudio Nacional del Agua (2010), mientras que los resultados obtenidos del índice de uso de agua para las diferentes subcuencas evaluadas se presentan en la tabla 26, siendo necesario observar como en todos los casos la presión de la demanda se considera baja con respecto a la oferta disponible.

Tabla 25. Rangos y categorías del Índice de uso del agua (IUA)

Rango (dh/oh)*100 iua	Categoría iua	Significado
>50	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20,01 – 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10,01 – 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1 – 10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

Fuente: Estudio Nacional del Agua, 2010

Tabla 26. Resultados del Índice del uso del agua

Microcuenca	IUA	Categoría	Significado
Quebrada La Tencua	4.33	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
Quebrada El Guamal	0.10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
Quebrada Cuya	0.72	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
Quebrada Chital	0.00	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
Quebrada Chivor	2.70	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
Río Rucio	0.33	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
Río Negro	0.00	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
Quebrada Honda	0.00	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
COMPONENTE DIAGNÓSTICO



5. SUELOS

Para la definición de las unidades de suelos presentes en el área evaluada se utilizó la información contenida en el Estudio General de Suelos del Valle de Tenza, Región de Lengupa y Municipio de Pesca (Departamento de Boyacá, elaborado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 1977). Vale la pena mencionar que el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento del Boyacá (IGAC, 2005) también cubre parte del área evaluada pero se decidió utilizar la información del año 1977 ya que esta se presenta en forma mucho más detallada.

En el área se encontraron siete asociaciones de suelos cada una de las cuales está subdividida en fases de acuerdo con su pendiente, pedregosidad y erosión (figura 37). Cartográficamente las unidades se representan por dos letras mayúsculas iniciales, correspondientes al nombre de la asociación, acompañadas de letras minúsculas y números que representan las fases que contienen; en la tabla 27 se relacionan las diferentes asociaciones y fases presentes, así como sus características principales y la superficie que cubren.

La asociación Rosal (RS) es la más extendida con 7.912,85 ha (81,92% del área) y se distribuye en nueve fases que van desde sectores con relieve ligeramente inclinado hasta lugares con pendientes mayores al 50% y presencia de fenómenos erosivos desde ligeros hasta severos. La asociación Chivor (CH) es la siguiente en términos de extensión (1.083,54 ha) con representación de dos fases que se diferencian únicamente por el grado de la pendiente.

5.1. Descripción de los suelos (IGAC, 1977)

5.1.1. Asociación Chivor (CH)

Los suelos de esta unidad se localizan en jurisdicción del municipio de Chivor, en jurisdicción de la vereda San Cayetano, Chivor Chiquito y Centro, y ocupan un área total de 1.083,54 hectáreas. La asociación corresponde a suelos derivados de lutitas y está conformada en un 40% por el conjunto Chivor (*Oxic Dystropept*), en un 30% por el conjunto Buenavista (*Lithic Humitropept*), en un 20% por el conjunto Macanalito (*Oxic Dystropept*) y 10% por otros suelos.

El conjunto Chivor (*Oxic Dystropept*) integra suelos profundos, bien drenados, moderadamente erosionados, de texturas medias a finas, de permeabilidad media a lenta, buena retención de humedad y moderadamente estructurados. Presentan reacción muy ácida en el epipedón y ácida en los demás horizontes, contenido de aluminio alto, el cual es tóxico para la mayoría de las plantas, capacidad catiónica de cambio alta en el epipedón, media en los horizontes intermedios y baja en el último horizonte, bajas bases totales, baja saturación total, muy baja saturación de calcio, baja saturación de magnesio y muy bajo contenido de fósforo.

Tabla 27. Superficie unidades de suelos

Nombre de Unidad	Fases	Descripción	Área Fase (Ha)	Área Total (Ha)
Asociación CHIVOR (CH)	CHef2	Relieve quebrado a escarpado, pendientes 25 - 50% y mayores, erosión moderada	1068,3	1.083,54
	CHF3	Relieve escarpado, pendientes mayores del 50%, erosión moderada	15,24	
Asociación CRUCERO (CR)	CRef2	Relieve quebrado a escarpado, pendientes 25 - 50% y mayores, erosión moderada	2,33	2,33
Asociación MACANAL (MC)	MCcd1	Relieve ligeramente ondulado, pendientes 7 - 12% y 12 - 25%, erosión ligera.	85	85
Asociación QUEBRADAS (QB)	QBb	Pendientes 3 - 7%	27,97	462,45
	QBc	Pendientes 7 - 12%	14,64	
	QBcd	Pendientes 7 - 12% y 12 - 25%	12,89	
	QBcd1	Pendientes 7 - 12% y 12 - 25%, erosión ligera	31,39	
	QBef1	Pendientes 25 - 50% y mayores, erosión ligera	340,63	
	QBf3	Pendientes mayores de 50%, erosión severa	34,93	
Asociación ROSAL (RS)	RSb	Relieve inclinado, pendientes de 3 - 7%	95,99	7.912,85
	RSc	Relieve ligeramente ondulado, pendientes 7 - 12%	154,41	
	RScd	Relieve ligeramente ondulado a ondulado, pendientes de 7 - 12% y 12 - 25%	37,23	
	RScd1	Relieve ligeramente ondulado a ondulado, pendientes de 7 - 12% y 12 - 25%, erosión ligera	909,06	
	RScd1p	Relieve ligeramente ondulado a ondulado, pendientes 7 - 12% y 12 - 25%, erosión ligera, pedregosidad superficial	87,62	
	RSde1	Relieve ondulado a quebrado, pendientes 12 - 25% y 25 - 50%, erosión ligera	1156,54	
	RSef1	Relieve quebrado a escarpado, pendientes 25 - 50% y mayores, erosión ligera	4620,58	
	RSf2	Relieve escarpado, pendientes mayores del 50%, erosión ligera	503,96	
	RSf3	Relieve escarpado, pendientes mayores del 50%, erosión severa	347,46	
Asociación RUCHA (RU)	RUcd	Pendientes 7 - 12% y 12 - 25%.	2,23	39,3
	RUcd1	Pendientes 7 - 12% y 12 - 25%, erosión ligera	6,38	
	RUde1	Pendientes 12 - 25% y 25 - 50%, erosión ligera	30,69	
	VGc	Pendientes 7 - 12%	0,01	73,53

Asociación VALLE GRANDE (VG)	VGcd1	Pendientes 7 - 12%, erosión ligera	73,52	
Total general			9.659.0	9.659,0

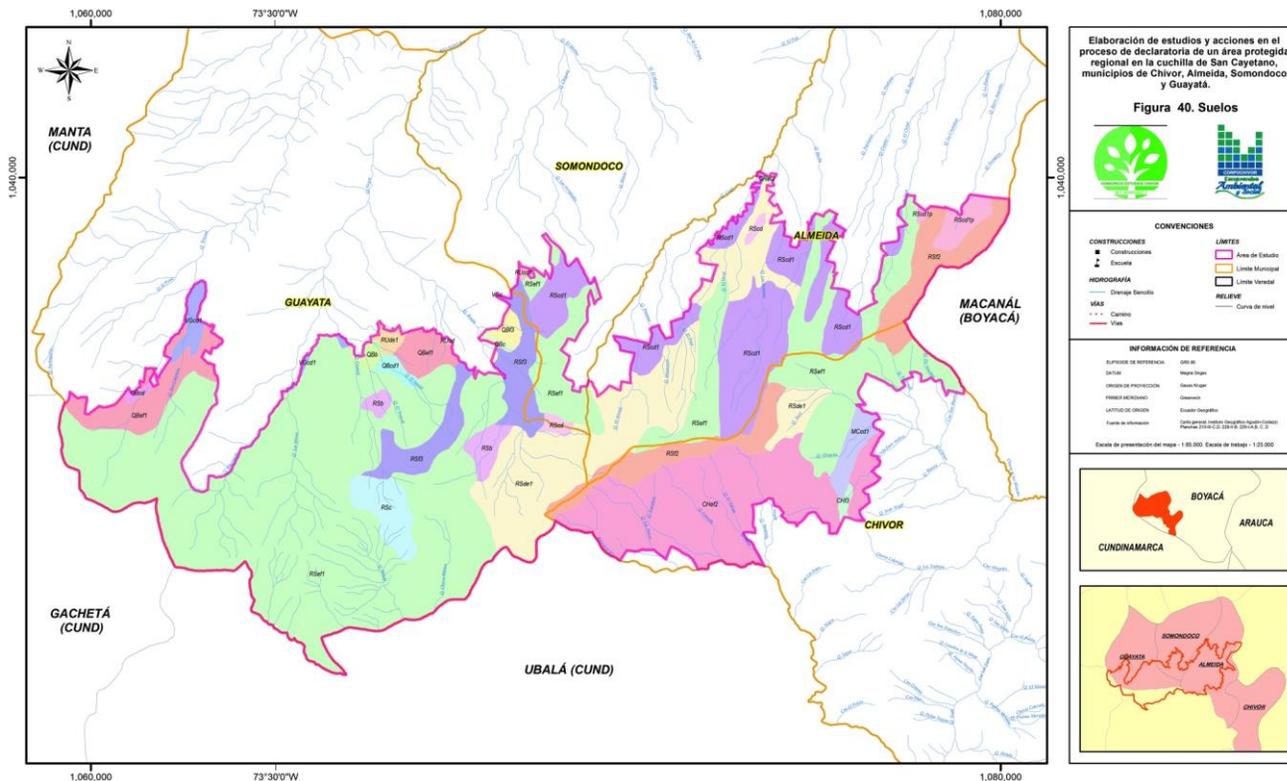


Figura 37. Superficie unidades de suelos

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

El Conjunto Buenavista (*Lithic Humitropept*) está conformado por suelos superficiales, de texturas medias, permeabilidad media, regular a buena retención de humedad, moderadamente estructurados, con alto contenido de carbono orgánico, reacción muy ácida, alto contenido de aluminio, alta capacidad catiónica de cambio, bajas bases totales, baja saturación total de bases, baja saturación de calcio y magnesio, y bajo contenido de fósforo.

El Conjunto Macanalito (*Oxic Dystropept*) integra suelos profundos, bien drenados, de texturas finas y moderadamente finas, ligeramente erosionados, de permeabilidad lenta y con buena retención de humedad, de reacción muy ácida, alto contenido de aluminio, mediana capacidad catiónica de cambio, muy bajas bases totales, baja saturación total en el epipedón y en el segundo horizonte y mediana en los últimos horizontes, bajas saturaciones de calcio, magnesio y potasio, y muy bajo contenido de fósforo.

5.1.2. Asociación Crucero (CR)

Los suelos de esta unidad se localizan en jurisdicción de la vereda Molinos del municipio de Almeida y cubren tan sólo 2,33 ha. Son suelos con erosión moderada derivados de la meteorización de lutitas y areniscas. La asociación está conformada en un 40% por los conjuntos Crucero (*Typic Dystropept*), 30% por el conjunto Datil (*Lithic Dystropept*), 20% por el conjunto Almeida (*Oxic Dystropept*) y 10% por otros suelos.

El Conjunto Crucero (*Typic Dystropept*) se caracteriza por la presencia de suelos profundos, bien drenados, de texturas finas, con permeabilidad lenta y buena retención de humedad; son ligeros a moderadamente erosionados y bien a moderadamente estructurados, con reacción ácida a muy ácida, alto contenido de aluminio, media capacidad catiónica de cambio y saturación de bases, bajo contenido de magnesio y muy bajo contenido de fósforo.

El conjunto Datil (*Lithic Dystropept*) incluye suelos superficiales, de texturas finas, con permeabilidad lenta, buena retención de humedad, excesivamente drenados, moderada a severamente erosionados y moderadamente estructurados. Su reacción es muy ácida, muy alto contenido de aluminio, mediana capacidad catiónica de cambio, bajas bases totales, mediana saturación total, baja saturación de calcio y magnesio y bajo contenido de fósforo.

El Conjunto Almeida (*Oxic Dystropept*) está conformado por suelos desarrollados a partir de lutitas no calcáreas, profundos, bien drenados, moderadamente permeables, con buena retención de humedad y ligeramente erosionados. Tienen reacción muy ácida, alto contenido de aluminio que incide desfavorablemente en la asimilabilidad de los nutrientes por las plantas, mediana capacidad catiónica de cambio, muy bajas bases totales, baja saturación total, bajas saturaciones de calcio y magnesio y muy bajo contenido de fósforo.

5.1.3. Asociación Macanal (MC)

Los suelos de esta unidad se ubican en la vereda Chivor Chiquito del municipio de Chivor, en relieve ligeramente ondulado, pendientes máximas de 25% y sectores localizados con erosión ligera. Corresponden a suelos originados de arcillas transportadas desde las partes altas de las montañas, constituidos en un 45% por el conjunto Macanal (*Typic Dystropept*), 30% por el conjunto Garagoa (*Aquic Dystropept*) y 25% por el Conjunto La Colorada.

El Conjunto Macanal (*Typic Dystropept*) corresponde a suelos moderadamente profundos, de texturas moderadamente finas, de permeabilidad lenta, con buena retención de humedad, pobres en materia orgánica, moderadamente estructurados, bien drenados y moderadamente erosionados, con profundidad del suelo limitada por la presencia de cantos y cascajos que se presentan generalmente a los 60 cm.

El Conjunto Garagoa (*Aquic Dystropept*) integra suelos superficiales, pobremente drenados, con permeabilidad lenta y buena retención de humedad. Son suelos con capacidad

de intercambio alto a mediana, reacción ácida, contenido de aluminio alto en los dos primeros horizontes, alta saturación de calcio, y bajos contenidos de fósforo y materia orgánica.

5.1.4. Asociación Rucha (RU)

Se ubica en la vereda Fonsaque Arriba de Guayatá con 39,3 ha del área evaluada. Son suelos derivados de lutitas y calizas, con representación en un 35% del conjunto Rucha (*Arguidolic Vertic Hapludalf*), 30% del conjunto Somondoco (*Lithic Tropudoll*), 10% del conjunto Carrizal (*Typic Dystropept*), 15% del Conjunto Hormigas (*Ustic Dystropept*) y 10% Sabanetas (*Typic Dystropept*).

El Conjunto Rucha (*Argiudollic Vertic Tropudalf*) corresponde a suelos desarrollados a partir de lutitas, profundos, bien drenados, con texturas finas a medias, moderadamente bien estructurados, con permeabilidad lenta, buena retención de humedad, reacción ligeramente ácida, alto contenido de aluminio a partir de los 40 cm, media capacidad catiónica, alta saturación de bases, alta saturación de calcio y magnesio, y bajos contenidos de fósforo y potasio.

El Conjunto Somondoco (*Lithic Tropudoll*) corresponde a suelos superficiales, derivados de areniscas calcáreas, con texturas medias, bien a excesivamente drenados, con permeabilidad media, y regular retención de humedad. Son suelos ligeramente ácidos, con muy alta capacidad de intercambio catiónico, alta saturación de bases, y bajo contenido de fósforo.

5.1.5. Asociación Valle Grande (VG)

Ocupa 73,53 hectáreas del área evaluada, en la vereda Tencua Abajo del municipio de Guayatá, microcuenca de la quebrada San Cayetano.

Son suelos derivados de la meteorización de arcillas, conformados en un 40% por el conjunto Valle Grande (*Typic Cromudert*), 15% por el conjunto Naranjal (*Vertic Eutropept*), 15% Tencua (*Aeric Trophaquept*), 25% Bohorquez (*Vertic Trophaquept*) y 5% Garagoa (*Aquic Dystropept*).

El Conjunto Valle Grande (*Typic Chromudert*) abarca suelos desarrollados de arcillas, profundos, moderadamente bien drenados, de texturas finas, con permeabilidad lenta, buena retención de humedad, reacción casi neutra, muy alta capacidad catiónica de cambio y saturación total, y bajo contenido de fósforo.

El Conjunto Naranjal corresponde a zonas con suelos profundos, moderadamente bien drenados, de texturas fijas con permeabilidad lenta, buena retención de humedad y bajos contenidos de carbón orgánico; son suelos con reacción casi neutra, alta capacidad catiónica de cambio en los dos primeros horizontes y mediana en los demás, altas bases totales, alta saturación total de bases, muy alta saturación de calcio, muy bajo contenido de fósforo y alta saturación de potasio en los dos primeros horizontes.

El Conjunto Tencua (*Aeric Trophaept*) son suelos formados a partir de arcillas transportadas, profundos, con permeabilidad lenta, buena retención de humedad, moderadamente estructurados e imperfectamente drenados. Tiene reacción muy ácida en el epipedón, ácida en el segundo horizonte, ligeramente ácida en el tercero y casi neutro en el cuarto, su capacidad catiónica de cambio es muy alta en el epipedón y está relacionada con el contenido de materia orgánica, la saturación de calcio es muy alta, la de magnesio alta, la de potasio regular y la de fósforo muy baja.

El Conjunto Bohorquez (*Vertic Trophaept*) corresponde a suelos superficiales, imperfectamente drenados, ligera a moderadamente erosionados, con permeabilidad lenta, buena retención de humedad. Son suelos desarrollados a partir de arcillas, con reacción ácida en el epipedón, ligeramente ácida en el segundo y tercer horizonte y casi neutro en el último, su capacidad catiónica de cambio es alta en el primer horizonte, con bases totales altas, saturación de calcio muy alta, saturación de magnesio alta y bajo nivel de fósforo asimilable.

5.2. Suelos del Montano Tropical Húmedo y muy Húmedo

5.2.1. Asociación Rosal (RS)

Los suelos de esta unidad se encuentran distribuidos a lo largo y ancho del área evaluada y abarcan 7.912,85 ha (81,92% de la superficie total bajo análisis). La asociación está subdividida en nueve fases, con mayor representación de "Rsef1" (relieve quebrado a escarpado, pendientes fuertes de incluso más del 50% y erosión ligera) que ocupa 4.620,58 ha (47,84% del total), "Rsde1" (relieve ondulado a quebrado, pendientes de 12 a 50% y erosión ligera) con 1.156,54 ha, y "RScd1" (relieve ligeramente ondulado a ondulado, pendientes de 7 a 25% y erosión ligera) con 909,06 ha.

Los procesos erosivos (ligeros a severos) son frecuentes en el 96,4% de esta unidad; no obstante esto no significa que se presenten fenómenos erosivos que sean cartografiables sino que los suelos son más vulnerables a la erosión. El material parental formador de los suelos corresponde a lutitas y areniscas, con presencia de pedregosidad superficial en algunos sectores específicos de las veredas Rosal y Tona del municipio de Almeida.

La asociación Rosal está constituida en un 35% por los conjuntos Rosal (*Lithic Humitropept*), 30% por el Conjunto Sauche (*Typic Dystropept*), 20% por el Conjunto San Martín (*Aquic Oxic Dystropept*) y 15% por el Conjunto Tencua (*Aeric Trophaept*). El Conjunto Rosal corresponde a suelos superficiales, derivados de areniscas, excesivamente drenados, ligera a severamente erosionados, con permeabilidad rápida, regular a mala retención de humedad, débil a moderadamente estructurados y con alto contenido de materia orgánica. La capacidad de cambio es muy alta en el epipedón, la reacción es muy ácida, las bases totales son bajas, la saturación total mediana a baja y la relación calcio / magnesio es anormal. La saturación de

magnesio es regular a pobre y la de calcio pobre, mientras que el contenido de fósforo es bajo a regular.

El Conjunto Sauche (*Typic Dystropept*) está conformado por suelos desarrollados a partir de areniscas, moderadamente profundos, con permeabilidad media, buena retención de humedad, débil a moderadamente estructurados, ligeramente erosionados y moderada a imperfectamente drenados. Son suelos ácidos, con alto contenido de aluminio, baja saturación de bases, calcio y magnesio, y pobre contenido de fósforo y potasio.

El Conjunto San Martín (*Aquic Oxic Dystropept*) corresponde a suelos profundos, imperfectamente drenados, de texturas finas a moderadamente finas, con permeabilidad lenta, buena retención de humedad, y estructura moderada. Sus materiales de origen son arcillas y lutitas, con altos contenidos de materia orgánica, reacción muy ácida, alto contenido de aluminio, bajas bases totales, mediana a baja saturación total, y bajo contenidos de fósforo.

5.2.2. Asociación Quebradas (QB)

Esta asociación ocupa una extensión total de 462,45 hectáreas con mayor representación en las veredas Tencua Arriba y Tencua Abajo del municipio de Guayatá. Son suelos derivados de lutitas mezcladas con calizas y areniscas que a veces afloran. La asociación está constituida por los conjuntos Quebradas (*Typic Humitropept*) en un 35%, San Eduardo (*Typic Trophaquept*) en un 20%, Tenza (*Lithic Humitropept*) en un 20%, Cardozo (*Typic Humitropept*) en un 15%, e inclusiones de la asociación Rosal en un 10%.

El Conjunto Quebradas (*Typic Humitropept*) corresponde a suelos desarrollados de lutitas, muy profundos, de texturas medias a moderadamente finas, con permeabilidad media con regular a buena retención de humedad y moderadamente estructurados. Son suelos con capacidad catiónica de cambio muy alta en el epipedón, alta en el segundo y tercer horizonte y mediana en los últimos y alto contenido de materia orgánica; su reacción es muy ácida, con alto contenido de aluminio, bases totales muy bajas a bajas, saturación muy baja, contenidos de calcio, magnesio y potasio pobres, y de fósforo muy pobres.

El conjunto San Eduardo (*Typic Trophaquept*) está conformado por suelos moderadamente profundos, derivados de lutitas, de textura media a fina, moderadamente bien drenados, con permeabilidad lenta y buena retención de humedad. Tienen muy alta capacidad catiónica de cambio, reacción muy ácida, alto contenido de aluminio, muy pobre saturación de calcio y magnesio, pobre a muy pobres niveles de potasio, y pobres niveles de fósforo.

El Conjunto Tenza corresponde a suelos superficiales, derivados de lutitas, bien drenados, con regular retención de humedad, con alto contenido de materia orgánica y moderadamente estructurados. Son suelos con capacidad catiónica muy alta,

reacción muy ácida, aluminio alto, bases totales pobres, saturación total muy baja, saturaciones de calcio muy pobre, de magnesio pobre, de potasio regular a pobre y de fósforo muy pobre.

El Conjunto Cardozo (*Typic Humitropept*) integra suelos derivados de arcillas, moderadamente profundos, con permeabilidad lenta, buena retención de humedad, estructura moderada a débil y moderadamente erosionados. Son suelos de reacción muy ácida, alto contenido de aluminio, media saturación total, regular saturación de calcio y magnesio, y muy pobre contenido de fósforo.

5.2.3. Aptitud de uso y manejo

La clasificación agrológica del suelo (*Land Capability Classification*) es una metodología desarrollada por Klingebiel y Montgomery, publicada en el año 1961 por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (*Soil Conservation Service - U.S. Department of Agriculture, USDA, 1961*), y constituye la metodología de uso más extendido para valorar la aptitud agrícola de los suelos.

Las clases agrológicas son unidades que agrupan suelos con el mismo grado relativo de riesgos o limitaciones, e inician desde la clase I hasta la VIII que es la más restrictiva. En el caso específico de Colombia esta clasificación se ha adaptado a las condiciones locales de manera que las cuatro primeras clases (I a IV) tienen aptitud agropecuaria; la clase V está limitada por drenaje, pedregosidad, inundaciones o fuerte salinidad; las clases VI y VII se considera que no son aptas para la mayoría de los cultivos por lo que en ellas se aconseja la protección permanente con cobertura vegetal; y la clase VIII tiene limitaciones tan severas que sólo es recomendable su uso turístico, recreativo, científico, y la protección de flora y fauna silvestre (Malagon, 1998).

Un resumen de los usos posibles según las clases agrológicas se presenta en la figura 38.

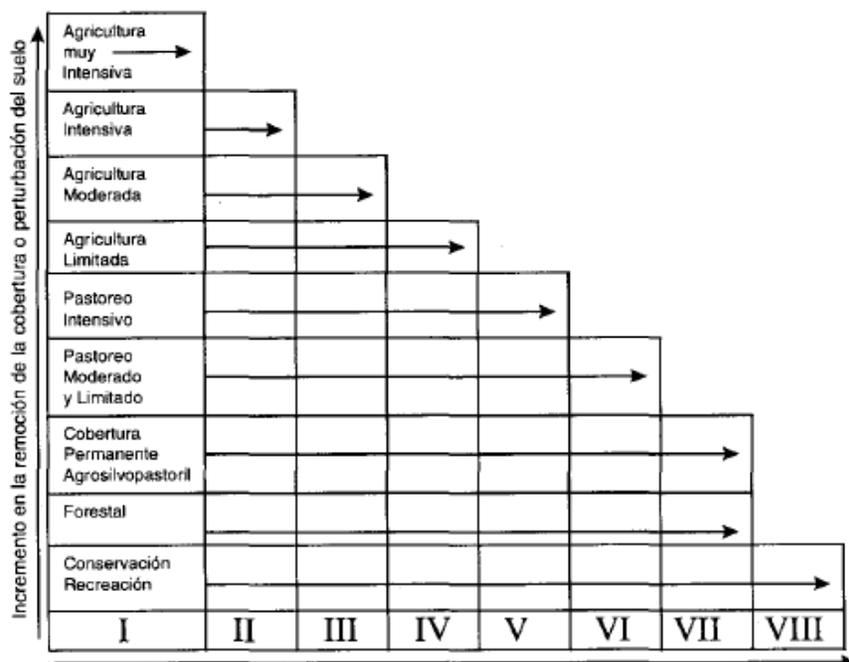


Figura 38. Relaciones entre las clases agrológicas por capacidad de uso, sus limitaciones, selección de usos y perturbación del suelo

Fuente: Malagón Castro, D. 1998. El recurso suelo en Colombia - Inventario y Problemática. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 22(82): 13-52.

En la tabla 28 se presentan las superficies cubiertas por cada una de las clases agrológicas que se encuentran en el área evaluada, mientras que su distribución dentro del territorio se incluye en la figura 39. En términos de usos las clases agrológicas que tienen posibilidad de desarrollo productivo son las IIIse y IVse, y en menor grado la VIse donde es posible el pastoreo limitado y moderado; estas tres clases ocupan en conjunto el 28,21% del total.

La **clase IIIse** corresponde a suelos profundos a moderadamente profundos, de fertilidad moderada a baja, pendientes entre 3 y 25%, y erosión de grado severo o sin erosión. La mayoría de estos suelos pueden mecanizarse siempre y cuando el contenido de humedad sea adecuado. Para cultivos no permanentes estos suelos requieren un buen sistema de rotación, ojalá con praderas. La adición de materia orgánica es conveniente para mejorar la permeabilidad, evitar compactación y aumentar el contenido de nitrógeno y carbón; también es necesario corregir la acidez con encalamiento sucesivos y aplicar fertilizantes adecuados a los cultivos (IGAC, 1977).

Los suelos de la **clase IVse** son profundos a moderadamente profundos, con pendientes hasta del 50% y erosión ligera a moderada. Su fertilidad es baja a moderada. Pueden mecanizarse hasta pendientes del 25% en el momento en que el suelo muestre buen contenido de humedad para evitar compactación. Requieren

prácticas muy específicas de manejo, con preferencia de uso en cultivos permanentes o temporales en casos específicos (IGAC, 1977).

Tabla 28. Clases agrológicas

Nombre de Unidad	Fases	Clase Agrológica	Área (Ha)	Área Total (Ha)	%
Asociación QUEBRADAS (QB)	QBb	IIIse	27.97	162.65	1.68
	QBc		14.64		
	QBcd		12.89		
	QBcd1		31.39		
Asociación RUCHA (RU)	RUcd		2.23		
Asociación VALLE GRANDE (VG)	VGc		0.01		
	VGcd1		73.52		
Asociación MACANAL (MC)	MCcd1	IVse	85	1318.76	13.65
Asociación ROSAL (RS)	RSb		95.99		
	RSc		154.41		
	RScd		37.23		
	RScd1		909.06		
Asociación RUCHA (RU)	RUcd1		6.38		
	RUde1	30.69			
Asociación ROSAL (RS)	RScd1p	Vse	87.62	1244.16	12.88
	RSde1		1156.54		
Asociación CHIVOR (CH)	CHef2	VIIse	1068.3	6031.84	62.45
Asociación CRUCERO (CR)	CRef2		2.33		
Asociación QUEBRADAS (QB)	QBef1		340.63		
Asociación ROSAL (RS)	RSe1		4620.58		
Asociación CHIVOR (CH)	CHf3	VIII	15.24	901.59	9.33
Asociación QUEBRADAS (QB)	QBf3		34.93		
Asociación ROSAL (RS)	RSf2		503.96		
	RSf3		347.46		
Total general			9659.00	9659.0	100.0

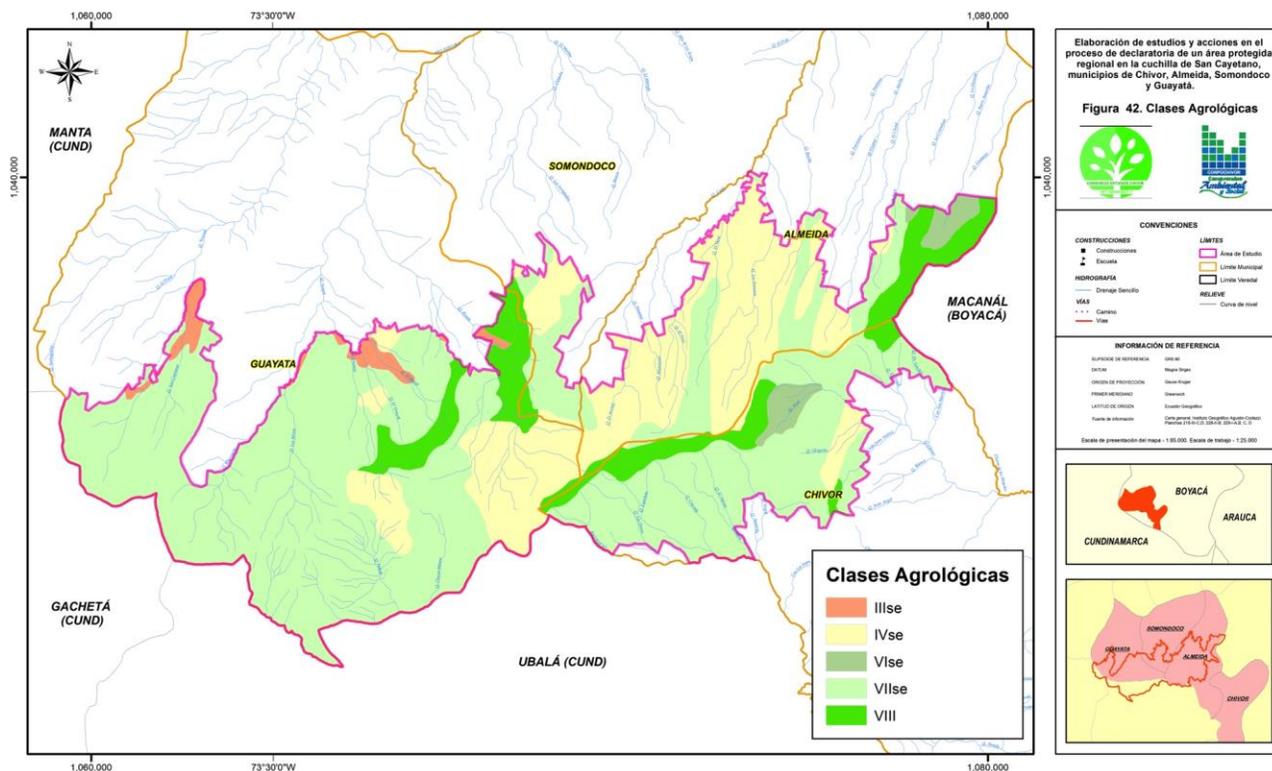


Figura 39. Clases Agrológicas

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Los suelos de la **clase VIse** varían de superficiales a profundos, con presencia de pedregosidad superficial y cantos a través del perfil. Entre los usos recomendados de estos suelos se encuentra el cultivo de hortalizas, bajo siembra en curvas de nivel, aplicación de abonos químicos ricos en fósforo, incorporación al suelo de los residuos de cosecha y rotación de praderas. Las áreas de fuertes pendientes de esta clase se recomiendan que se mantengan con coberturas vegetales protectoras o se establezcan plantaciones forestales protectoras productoras (IGAC, 1977).

Las otras dos clases agrológicas presentes en el área evaluada corresponden a la clase VIIse y VIII que ocupan el 71,79% del total (6.933,43 hectáreas) en zonas donde el uso recomendado es el forestal y la conservación de la flora y la vida silvestre. La clase **VIIse** agrupa suelos profundos a superficiales, con pendientes de 25 a 50% y mayores, erosión ligera a moderada y fertilidad baja, con contacto lítico en algunas zonas inferior a 30 cm, características que en su conjunto limitan su uso a la conservación del bosque o al crecimiento de la vegetación natural, lo que hace que por consiguiente requieran tener una cubierta vegetal permanente (IGAC, 1977).

La clase **VIII** está conformada por suelos con limitaciones que indican que su uso para cultivos está absolutamente restringido y sólo deben ser empleados para

recreación, conservación de vida silvestre o abastecimiento de agua. Además de presentar afloramientos de roca y piedras en superficie, las pendientes predominantes son incluso superiores al 50%, con aparición en lugares específicos de procesos erosivos moderados a severos que contribuyen a que su destinación deba ser exclusivamente la conservación.

6. CAPÍTULO 3 BIOTICO

6.1. Herpetofauna

Se ha documentado que la herpetofauna es un grupo sensible a cambios en su hábitat, por lo que es un buen indicador de los mismos (Redford, 1997 en Medina - Rangel, 2011 y Block, 1998). Colombia es uno de los países mas diversos del planeta y posee dentro de esta diversidad un gran número de especies de anfibios y reptiles; sin embargo, debido a procesos de transformación de las hábitats naturales y cambio climático, gran parte de esta diversidad se encuentra en peligro, donde las especies mas vulnerables son aquellas que presentan rangos altitudinales estrechos y se encuentran en ambientes andinos (principalmente páramos) (Urbina-Cardona, 2011).

Aunque la diversidad de anfibios y reptiles decrece con el aumento de la altitud (Lynch, 1986), las zonas de alta montaña representan gran importancia para la herpetofauna por su alto grado de endemismo (Bernal y Lynch, 2008). Estas regiones presentan, como muchos ecosistemas en el país, una amplia gama de procesos antrópicos que generan la modificación o perdida de las coberturas naturales, lo cual permite que muchas de las especies estén bajo amenaza. De tal forma, es necesario que en las zonas de alta montaña se definan estrategias eficientes para el mantenimiento de la conectividad estructural (Urbina-Cardona, 2011), a fin de garantizar la conservación de estos sistemas.

De acuerdo a este escenario, este informe realiza un análisis de la fauna de anfibios y reptiles de la Cuchilla de San Cayetano, derivado de una evaluación en campo, con el objeto de proveer una herramienta útil y necesaria en la evaluación de la biodiversidad.

6.1.1. Métodos

Para el inventario de la herpetofauna se definieron tres sitios de muestreo ubicados a lo largo del área de estudio, todos ellos sobre los 2400 msnm (tabla 29), con el objeto de muestrear las coberturas con mayor condición natural y en mayor estado de vulnerabilidad (bosque y páramo) y así aumentar las probabilidades de encontrar mayor diversidad de especies (fotos 11 a 16).

Tabla 29. Ubicación de las localidades de muestreo para herpetofauna

Sitio	Ubicación	Altura (msnm)
1A	4°53'48.09"N- 73°28'52.63"W	2766
1B	4°53' 56.55"N-73°28'14.33"W	2924
2	4°53'16.92"N- 73°25'34.20"W	2439

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)



Foto 11. Uso productivo



Foto 12. Páramo



Foto 13. Interior de Bosque



Foto 14. Bosque



Foto 15. Cuerpos de agua lóaticos usados por herpetofauna



Foto 16. Método de búsqueda por transectos para encuentro visual

6.1.2. Método de captura de información

Se utilizaron transectos por inspección para encuentro visual de longitud variable sin tiempo determinado (Lips *et al.*, 2001), El fundamento de este método es buscar activamente herpetos a lo largo de un área.

El método consiste en la realización de un muestreo por revelamientos en encuentros visuales a lo largo de una cobertura dada, donde se observa y busca con mucha atención cualquier especie de anfibio o reptil que se pueda encontrar dentro como fuera del agua, en las orillas, hasta 10 metros de distancia a cada lado de las quebradas o arroyos, debajo de piedras y sobre la vegetación. Los transectos se ejecutaron durante el día y la noche en los sitios escogidos, con un equipo de dos personas, en horario diurno y nocturno, lo cual aumenta la probabilidad de encontrar especies con diferente horario de actividad.

6.1.3. Determinación de estado de conservación

Las especies de anfibios y reptiles identificadas se compararon con las contenidas en la Resolución 192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y se definieron endemismos y especies presentes en los apéndices del CITES (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre). Esta información es de gran importancia en la planeación de actividades de manejo y conservación.

6.1.4. Análisis de datos

Los datos se ordenaron en matrices mediante la utilización de Excel, para aplicar estadística descriptiva y determinar porcentajes. Para los análisis de diversidad alfa y beta se utilizó el programa Past estadistic. A los datos obtenidos se les aplicaron las siguientes pruebas para mediciones ecológicas:

Índice de Shannon-Wiener (H'): $H' = -\sum p_i \ln p_i$ y $\sum p_i = 1$

donde; P_i = abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de dominancia: *Se utilizó el Índice de Simpson (1- λ); enfocado a definir las especies numéricamente dominantes, así:*

$$\lambda = \sum (n_i^2 / N^2)$$

dónde: n es el número de individuos en la especie i , y N es número total de individuos en la muestra

Equitatividad de Pielou: *Con base en los valores de diversidad del Índice de Shannon-Weiner, expresa la equidad como la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada.*

Análisis de similitud: *Para evaluar las diferencias en la composición y abundancia entre los diferentes hábitats usados por anfibios y reptiles en el área de estudio, se empleó el Índice de similitud cualitativo de Jaccard, a través de análisis por conglomerados; para tal fin se utilizó la técnica de ligamiento promedio, expresada gráficamente en un dendrograma.*

Curvas de acumulación de especies: Para probar la representatividad del muestreo se aplicaron los estimadores ACE y Chao 1, basados en la abundancia de las especies (Villarreal et al., 2006). Estos estimadores permiten representar gráficamente la acumulación de especies, conforme se avanza en las unidades de muestreo. Como unidad de muestreo se tomó cada especie, es decir que la abundancia de la misma fue tomada como una muestra; de esta forma se logra corregir algún sesgo que pueda dar una diferencia en el esfuerzo de colecta y la abundancia de las especies.

6.2. Especies potenciales para la zona

Aunque existe poca información de la herpetofauna de áreas cercanas y con similitud ecológica con la cuchilla de San Cayetano, mediante una revisión de colecciones biológicas en línea (SIB-Humboldt) e investigaciones científicas publicadas en libros y revistas indexadas (Ardila y Acosta, 2000; Castaño *et al.*, 2000; Barrientos y Lynch, 2011; Medina-Rangel y López-Perilla, 2014; Méndez-Narváez, 2014; Acosta-Galvis, 2015), se pudo elaborar un listado de la herpetofauna potencial del área de estudio, entre los 2400 y 3100 msnm, correspondiente a la franja altitudinal muestreada.

De esta manera, como herpetofauna potencial se identificaron un total de 33 especies, representadas en 17 especies de anfibios (1 caudata y 16 anuros) y 16 especies de reptiles (9 serpientes y 7 saurios) (Anexo 2). Las especies incluidas en este listado presentan diferentes requerimientos ecológicos, por lo que se encuentran desde algunas restringidas a hábitats en buen estado de conservación hasta otras altamente tolerantes a áreas antropizadas o intervenidas. Debido a estas diferencias ecológicas es posible que el número de especies esperadas difiera significativamente de las registradas en campo, por lo que este listado potencial de especies es sólo una aproximación a las comunidades de herpetofauna reales del sitio.

6.3. Esfuerzo y representatividad del muestreo

Los muestreos fueron efectuados durante día y noche, en la mañana de 9:00 a 12:00, en la tarde de 16:00 a 18:00, y en la noche de 19:00 a 21:00 horas, con un promedio de 8 horas diarias / persona durante diez (10) días efectivos de campo. Es decir, 16 horas diarias / persona. En total se efectuaron 160 horas de recorridos para la búsqueda de herpetofauna en este muestreo.

Se realizaron cálculos de la completitud del muestreo, teniendo en cuenta tanto a anfibios como reptiles, para lo cual se usaron los estimadores ACE y Chao 1 que utilizan datos de abundancia; dado que sus algoritmos presentan algunas diferencias, el uso de ellos da una mayor variación en el número de especies estimadas, lo que permite obtener una mejor evaluación de la eficiencia del

muestreo. La variación de cada uno de los índices en el número de especies estimadas arrojó un corto rango, con una representatividad entre 83,5 y 92,3%.

Con base en lo sugerido por Colwell y Coddington (1994), los porcentajes obtenidos constituyen una excelente estimación y permiten hacer inferencias sobre la diversidad del grupo de estudio; adicionalmente hacen posible que los datos sean extrapolables a toda la diversidad de herpetofauna existente en la zona. Debe hacerse notar además que la curva empieza su fase asintótica (figura 40), lo que también demuestra la efectividad del muestreo y permite asumir que la probabilidad de adicionar nuevas especies al inventario disminuye considerablemente.

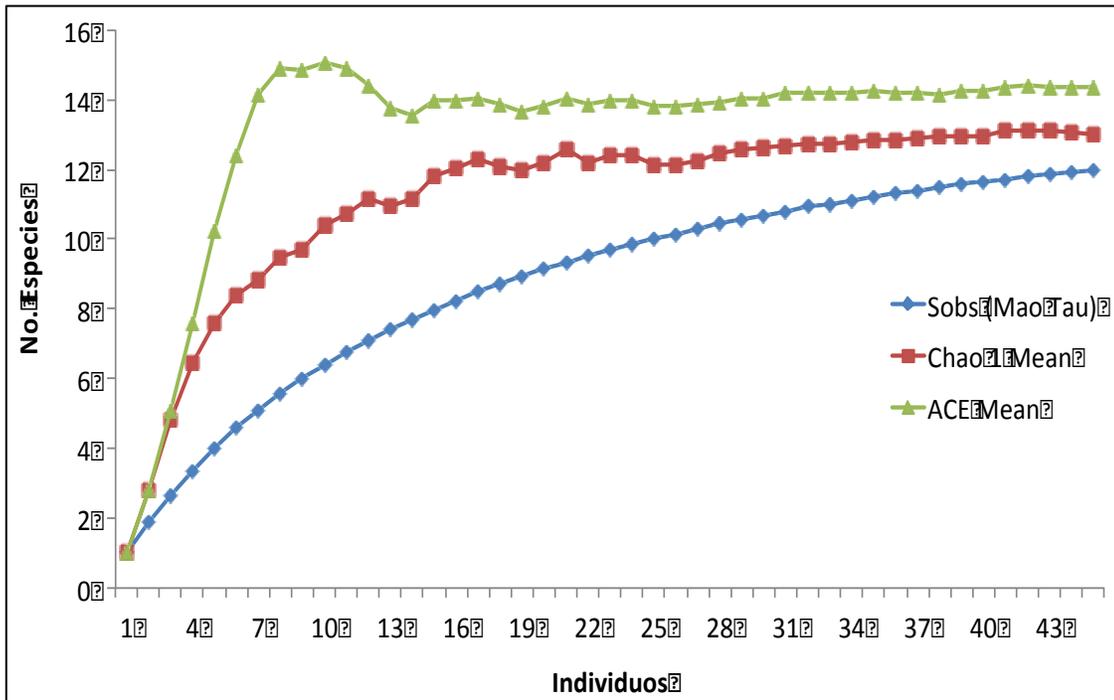


Figura 40. Curva de acumulación de especies para la herpetofauna de la *cuchilla de San Cayetano*

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

6.4. Composición y riqueza de herpetofauna

Durante el muestreo de campo realizado como parte del presente estudio se registró un total de 12 especies, agrupadas en ocho (8) especies de anfibios, todas ellas pertenecientes al orden anura (tabla 30 y foto 17 a 20), y cuatro (4) especies de reptiles: dos serpientes y dos saurios (tabla 30 y fotos 21 y 22). Las ocho especies de anfibios identificadas se distribuyen en dos familias del orden anura, donde Craugastoridae fue la que presentó la mayor riqueza; esta familia es considerada la más rica en anfibios para Colombia (Acosta-Galvis, 2015), y se considera que es la mejor adaptada a las diferentes condiciones de temperatura, humedad e intervención antrópica.

Para el caso de reptiles se identificaron tres familias (Colubridae, Dipsadidae y Gymnophthalmidae), ambos con igual número de especies.

Tabla 30. Herpetofauna registrada en el área de estudio

Orden	Familia	Especie	Hábit o	Diet a	Hábita t	Microhábit t	Cobertur a
Anura	Centrolenidae	<i>Centrolene buckleyi</i>	A	I	CB	A, Hj	BQ
		<i>Pristimantis frater</i>	SA	I	BQ, CB	B, Her, Hj, T	BQ
		<i>Pristimantis lynchi</i>	T	I	BQ, P	B, F, Her, Hj, H-F	BQ, P
		<i>Pristimantis medemi</i>	SA	I	BQ	H, Her	BQ
	Craugastoridae	<i>Pristimantis mnionaetes</i>	T	I	BR, P	H, Hj, H-F	BQ, P
		<i>Pristimantis carranguerorum</i>	SA	I	BQ	R	BQ
		<i>Tachiramantis douglasi</i>	T-SA	I	BB, BQ, CB	H, Her, T	BQ
		<i>Tachiramantis prolixodiscus</i>	T	I	BR, CB, PR	A, H, T	BQ, UP
Squamata	Colubridae	<i>Chironius monticola</i>	T	C	C, PR	Her, SD	UP
		<i>Erythrolamprus reginae</i>	T	C	BB	Hj	BQ
	Dipsadidae	<i>Cercosaura argulus</i>	T	I	R	SD	UP
		<i>Riama striata</i>	T	I	P	Her, H-F, T	P

Hábito: T=Terrestre, A=Arborícola, SA=Semi-arbóricola;

Dieta: I=Insectívoro, C= Carnívoro.

Hábitat: BB= Borde de bosque, BQ= Bosque, BR=Bosque en recuperación, CB= Claro de bosque, C= Cultivos, P= Páramo, PR= Potrero enrastrado, R=Rastrojo;

Microhábitat: A=Arbusto, B=Bromelia, F=Frailejón, H= Helecho, Her=Herbáceas, Hj=Hojarasca, H-F=Hojarasca en Frailejón, R=Roca, SD= Suelo desnudo, T=Tronco;

Cobertura: BQ= Bosque, UP= Uso Productivo, P= Páramo

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)



Foto 17. *Pristimantis frater*



Foto 18. *Tachiramantis douglasi*



Foto 19. *Centrolene buckleyi* en cuidado
parental de nidada



Foto 20. *Pristimantis lynchi*



Foto 21. *Chironius monticola*



Foto 22. *Riama striata*

6.5. Abundancia

Como era de esperarse, debido a sus características biológicas, el grupo más abundante fueron los anfibios (38 individuos colectados en la fase de campo), dentro de los cuales las especies más abundantes fueron *Pristimantis frater* (10 individuos) y *Tachiramantis douglasi* (9 individuos). En cuanto a los reptiles se registraron siete (7) individuos, donde se destacó *Riama striata* como la especie con mayor abundancia (figura 41).

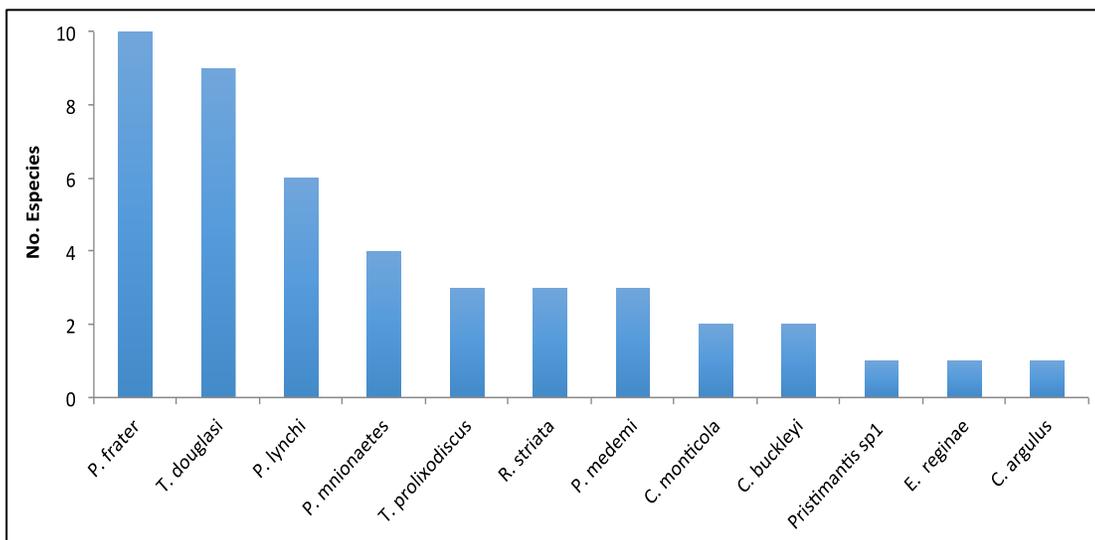


Figura 41. Abundancia por especie de la herpetofauna registrada en la cuchilla de San Cayetano

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

6.6. Relación entre herpetofauna – Coberturas y hábitats utilizados

Se muestrearon tres coberturas en términos amplios: Bosque, usos productivos y páramo. La cobertura que presentó mayor riqueza de especies, y por tanto la más usada por la herpetofauna, fue el “Bosque” con el 75% de las especies registradas y el 66,6% de la abundancia. En el páramo y los usos productivos se registró el mismo número de especies aunque la abundancia fue mayor en los páramos. La estructura del ensamblaje de herpetofauna se mantuvo en todas las coberturas analizadas, donde prevalecen una o dos especies abundantes, seguidas por especies con abundancias semejantes y un número considerable de especies raras, estas últimas mejor representadas en la cobertura de bosque (figura 42).

El análisis también demuestra que algunas especies se ven afectadas por la diferencia en la estructura de cada cobertura, debido a que además de los cambios en la abundancia también hay cambios en la composición del ensamblaje. La mayor dominancia se presentó en la cobertura de bosque donde *P. frater* y *T. douglasi* presentaron la mayor abundancia, muy por encima de la especie que les sigue (*P. medemi*).

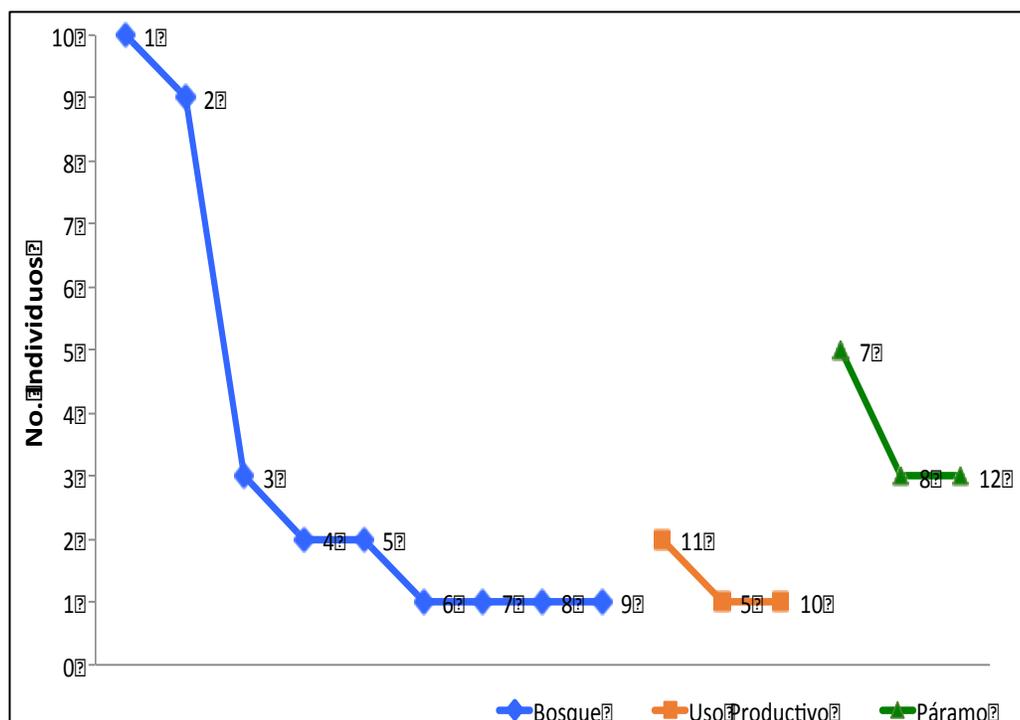


Figura 41. Curvas rango-abundancia de herpetofauna para las coberturas analizadas

1=*Pristimantis frater*, 2=*Tachiramantis douglasi*, 3=*Pristimantis medemi*, 4=*Centrolene buckleyi*, 5=*Tachiramantis prolixodiscus*, 6=*Erythrolamprus reginae*, 7=*Pristimantis lynchi*, 8=*Pristimantis mnionaetes*, 9=*Pristimantis carrabguerorum*, 10=*Cercosaura argulus*, 11=*Chironius monticola*, 12=*Riama striata*.

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Las estimaciones de diversidad muestran que los bosques son claramente la cobertura de mayor importancia en la herpetofauna de la cuchilla de San Cayetano, ya que en ellos se presentan especies con requerimientos de estructuras vegetales más complejas (uso de estratos arbóreos maduros que no se presentan en otras coberturas) y que a esa altitud brindan los requerimientos necesarios para su supervivencia (Navas, 2003). En términos generales el ensamblaje presenta una alta equidad, lo que demuestra que esta fauna se encuentra en un buen estado de conservación (tabla 31).

Tabla 31. Índices de diversidad de herpetofauna para las coberturas analizadas en La Cuchilla de San Cayetano

	Bosque	Uso Productivo	Páramo
Dominancia	0,22	0,37	0,35
Diversidad (Shannon)	1,77	1,04	1,06

	Bosque	Uso Productivo	Páramo
Equidad_J	0,80	0,94	0,97

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Dentro de las coberturas muestreadas se identificaron ocho hábitats usados por la herpetofauna (figura 43): Bosque, Borde de bosque, Claro dentro del bosque, Bosque en recuperación, Páramo, Potrero enrastrado, Cultivos y rastrojos. Los hábitats más conservados presentaron la mayor abundancia y riqueza de especies, especialmente los asociados a coberturas boscosas y páramo, esto demuestra la sensibilidad de la herpetofauna a cambios en los hábitats naturales. *Tachiramantis douglasi* y *Tachiramantis prolixodiscus* fueron las especies que usaron la mayor cantidad de hábitats seguidas por *Pristimantis mnionaetes*, *Pristimantis lynchi*, *Pristimantis frater* y *Chironius monticola* (tabla 30).

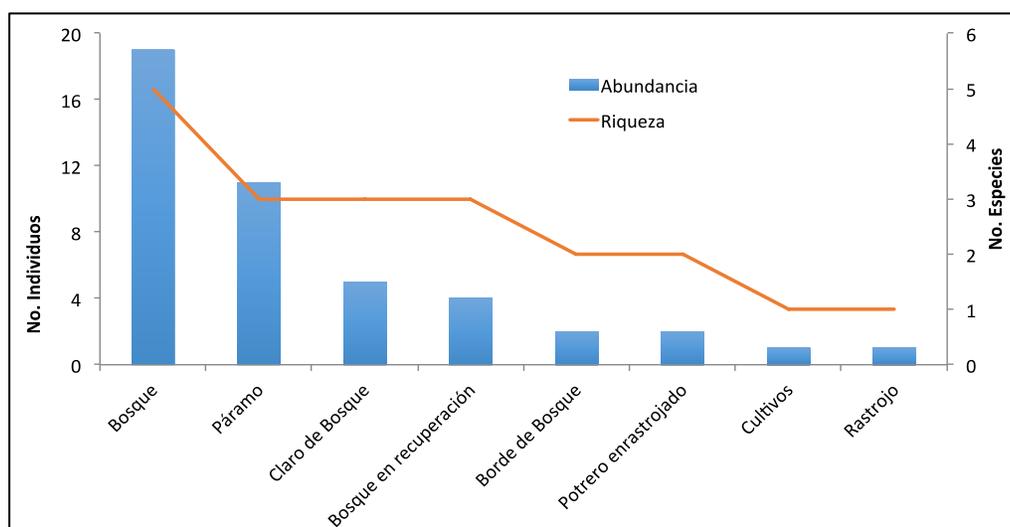


Figura 43. Abundancia y riqueza de especies en hábitats usados por la herpetofauna

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

La distribución en la riqueza y abundancia del ensamblaje de herpetofauna observado en cada hábitat se refleja en las medidas de diversidad estimadas, donde claramente la vegetación boscosa presenta los valores más altos, seguida por bosques en recuperación y páramos. No se presenta dominancia en ninguno de los hábitats usados. La equidad es muy alta en todos los hábitats, lo que demuestra una comunidad madura que se encuentra en buen estado de conservación (tabla 32).

Tabla 32. Índices de diversidad de herpetofauna para los hábitats usados por la herpetofauna

Bosque	BQ. Rec	C. de BQ	Cultivos	Páramo	Pro. Ert	Rastrojo
--------	---------	----------	----------	--------	----------	----------

Dominancia	0,30	0,37	0,44	1	0,35	0,5	1
Diversidad (Shannon)	1,33	1,04	0,95	0	1,06	0,69	0
Equidad_J	0,83	0,94	0,86		0,97	1	

BQ. Rec= Bosque en recuperación, Pro. Ert= Potrero enrastrado, C. de BQ= Claro de bosque, B. De BQ= Borde de Bosque

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

La herpetofauna registrada en la cuchilla de San Cayetano se distribuye de manera disímil entre los hábitats que ofrece la zona, de tal forma que se demuestra que este es un sistema complejo donde cada cobertura aporta elementos diferenciales que permiten el establecimiento y sostenimiento de esta diversidad y por ello que no se evidencian valores altos de similitud entre las mismas (figura 44). Por tanto, es de suma importancia mantener la heterogeneidad natural de estos ecosistemas para la conservación de los ensamblajes naturales de la herpetofauna local.

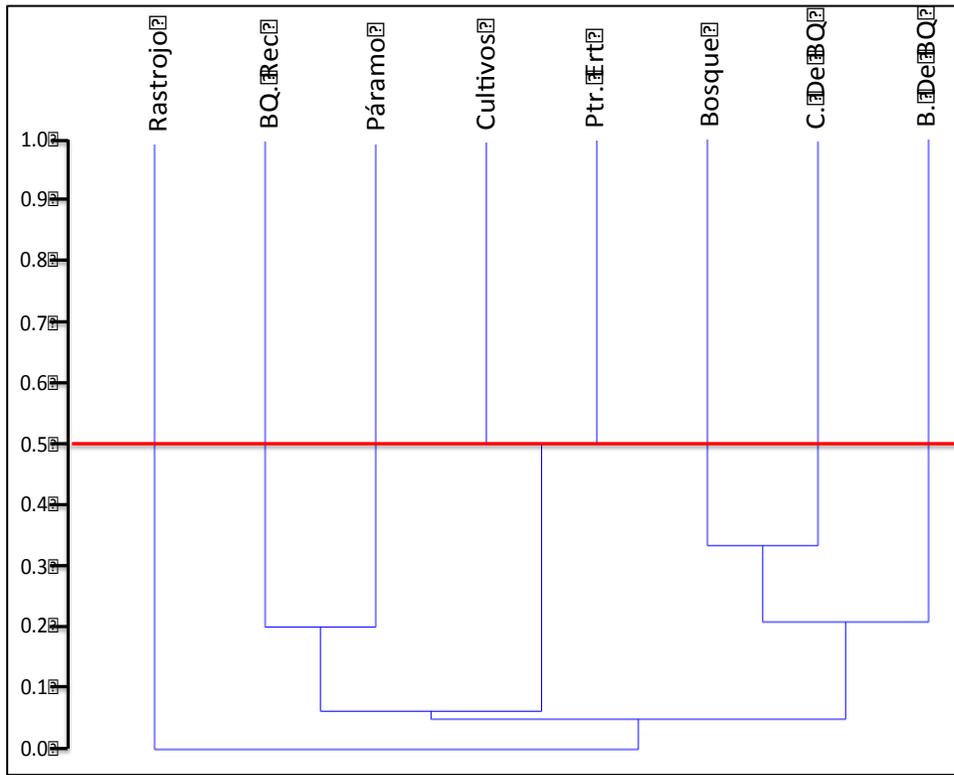


Figura 44. Similitud entre los hábitats utilizados por la herpetofauna en la cuchilla de San Cayetano

BQ. Rec= Bosque en recuperación, Pro. Ert= Potrero enrastrado, C. de BQ= Claro de bosque, B. De BQ= Borde de Bosque

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

6.7. Microhábitats utilizados por la herpetofauna

Se identificaron diez (10) microhábitats usados por la herpetofauna donde las herbáceas fue el que presentó la mayor abundancia y riqueza de especies (figura 45). En orden de importancia le siguió el microhábitat de “hojarasca y troncos”, con mayor uso en los bosques, que como ya se mencionó fue el más usado por la herpetofauna del lugar. *Pristimantis lynchi* y *Pristimantis frater*, fueron las especies que usaron la mayor cantidad de microhábitats, seguidas de *Pristimantis mnionaetes*, *T. douglasi*, *T. prolixodiscus* y *Riama striata* (tabla 30).

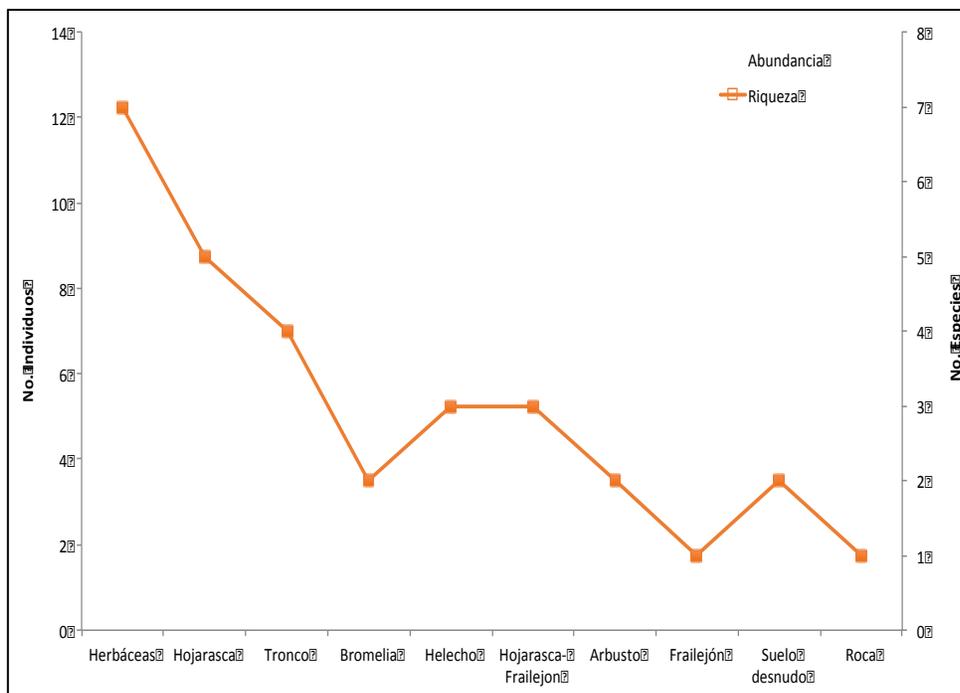


Figura 45. Abundancia y riqueza de especies en microhábitats usados por la herpetofauna

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

6.8. Datos funcionales de la herpetofauna

Todas las especies presentan rasgos funcionales que son la expresión de su historia evolutiva; estos rasgos pueden servir tanto para entender los procesos ecológicos de las especies y los ecosistemas como para planear y tomar decisiones sobre su manejo y conservación. Sin embargo, la información disponible de estos rasgos para las especies colombianas es muy escasa, y la generación de este tipo de conocimiento debe ser tomada como una iniciativa dentro de las acciones de investigación en una potencial área protegida.

De la información funcional disponible para la herpetofauna registrada en este trabajo se pudo apreciar que la mayoría de las especies (58,3%) son de hábitos terrestres, seguidas por las arborícolas (25%); por tanto la herpetofauna es muy sensible a fenómenos como quemas para siembra o ganadería o utilización de

agroquímicos, ya que las especies terrestres pierden por completo los recursos alimenticios y de espacio, lo que se suma a la poca capacidad de movilización de las especies de herpetofauna que hace que bajo estas actividades muchos ejemplares no sean capaces de evitar la muerte. Por otro lado la mayoría de las especies consumen principalmente insectos (83,3%) lo que les confiere importancia como controladores de potenciales plagas.

En este muestreo también se encontraron carnívoros (16,6%), lo que demuestra una cantidad considerable de rasgos funcionales entre las especies.

6.9. Especies de importancia para conservación

Dentro de las especies registradas nueve están catalogadas en alguna categoría de riesgo según la Lista Roja de UICN, entre las que se destaca *Pristimantis mnionaetes* como En Peligro, *Pristimantis frater*, *Centrolene buckleyi* y *Tachiramantis douglasi* categorizadas a nivel internacional como Vulnerable (VU). Los motivos principales de estas categorizaciones son la pérdida en extensión y calidad de su hábitat natural o la disminución de sus poblaciones naturales (Ramírez *et al.*, 2004; Castro *et al.* 2010; Guayasamin, 2010). Adicionalmente se registraron dos especies en la categoría Datos Deficientes y tres en bajo riesgo (LC) como se presenta en la tabla 33.

A nivel nacional *Pristimantis carranquerorum* se ubica en la categoría Vulnerable, mientras que ninguna de las especies registradas está listada dentro de los apéndices de CITES.

Todas las especies de anfibios registradas y *Riama striata* se distribuyen en la únicamente en la cordillera Oriental. *Pristimantis frater* y *P. medemi* son endémicas de los Bosques subandinos de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental, presentan registros en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Meta, Casanare, Caquetá y norte de Santander. *Pristimantis lynchi* es endémica de los Bosques andinos hasta los páramos de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental (Departamento de Boyacá). *Pristimantis mnionaetes* es endémica de los subpáramos y Páramos de la región central de la Cordillera Oriental (Departamento de Boyacá). *Pristimantis carranquerorum* es endémica de los bosques andinos de la vertiente oriental de la cordillera Oriental (Departamentos de Boyacá y Casanare) (Acosta, 2015). *Riama striata* es endémica de la cordillera oriental con registros en Santander, Cundinamarca y Boyacá, entre los 2200 – 2530 m (Reptile database, 2015).

Tabla 33. Especies de anfibios y reptiles con alguna categoría de amenaza existente en La Cuchilla de San Cayetano

<i>Especie</i>	IUCN	Res. 1912/2017	CITES
<i>Centrolene buckleyi</i>	VU		
<i>Pristimantis frater</i>	VU		

<i>Pristimantis lynchi</i>	DD	
<i>Pristimantis medemi</i>	LC	
<i>Pristimantis mnionaetes</i>	EN	EN
<i>Pristimantis carrangerorum</i>	DD	VU
<i>Tachiramantis douglasi</i>	VU	
<i>Tachiramantis prolixodiscus</i>	LC	
<i>Chironius monticola</i>		
<i>Erythrolamprus reginae</i>		
<i>Cercosaura argulus</i>	LC	
<i>Riama striata</i>		

Cites= Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
 UICN: Unión Internacional para la conservación de la naturaleza.
 CR: En Peligro Crítico, VU: Vulnerable, NT: Casi amenazado, LC: Preocupación menor, EN: En peligro

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

6.10. Relación herpetofauna – humanos

Las actividades agropecuarias que han sido desarrolladas en el área de estudio han generado un cambio permanente en las coberturas naturales, debido a la potrerización para ganadería, el uso de la tierra para cultivos de pequeña escala y el aprovechamiento de madera (fotos 23 a 26). Estas actividades han traído como consecuencia la degradación y pérdida de hábitats óptimos para la herpetofauna y repercutido en el tamaño de sus poblaciones.



Foto 23. Potreros dentro del área de estudio



Foto 24. Ganado pastoreando en límite de remanentes boscosos



Foto 25. Aprovechamiento de madera para uso domestico



Foto 26. Mosaico de áreas naturales y transformadas

Desafortunadamente la herpetofauna no presenta especies que sean muy carismáticas para la población local y por el contrario algunas tienen una imagen negativa, especialmente las serpientes, grupo que tiene dentro de sus más altas causas de pérdida las consecuencias de esa percepción negativa (Lynch, 2012). En la zona evaluada las serpientes son igualmente perseguidas por los pobladores locales pese a su baja abundancia local y a que ninguna de las especies presentes representa un peligro para las personas.

Debido a que el resto de la herpetofauna es desconocida casi en su totalidad, a los hábitos de sus especies, lo poco carismáticas, sus tamaños y las demás características de los anfibios y reptiles, la población local no la tiene presente en su diario vivir. Se podría acuñar el término “biodiversidad oculta” a las especies de herpetos que habitan la mayoría de hábitats en la zona de estudio, pero que no son conocidas por la comunidad que allí habita.

6.11. Consideraciones generales

Debido a que el muestreo de anfibios y reptiles fue realizado entre los 2400 a 3100 msnm, con el propósito de dar énfasis a las coberturas naturales con mayor grado de conservación dentro del área evaluada, la diversidad de las formas de vida encontradas fue baja, ya que los requerimientos fisiológicos a esta altitud están limitados por las condiciones medioambientales, en especial la temperatura (Navas, 2003). Los resultados obtenidos fueron satisfactorios para el inventario si se comparan con otros estudios en Colombia realizados en hábitats similares (altitud y tipo de coberturas), donde por ejemplo Méndez-Narváez (2014) encontró 7 especies entre anfibios y reptiles, y Medina-Rangel y López-Perilla (2014) un total de 10 especies.

Los sistemas de alta montaña en Colombia (páramos y coberturas asociadas) prestan servicios ambientales altamente importantes para el mantenimiento de muchos de los ecosistemas terrestres del país, siendo uno de los más representativos la provisión de agua (Morales et al., 2007; Cortés-Duque y Sarmiento, 2013). Por tanto, el cambio de las coberturas naturales por explotaciones agropecuarias y la fragmentación de los ecosistemas supone un riesgo tanto para la prestación de dichos servicios ambientales como para el mantenimiento de la diversidad, con afectaciones que en el caso de los herpetos redundan en cambios en su delicado ensamblaje.

Si bien, estos resultados son satisfactorios comparados con estudios realizados en ecosistemas con condiciones similares y se puede decir en términos generales que la herpetofauna de la zona evaluada se encuentra en buen estado de conservación, el mantenimiento de esta condición mediante el establecimiento de un área natural protegida es altamente necesario si se quiere garantizar la permanencia de estas especies en el largo plazo.

Conservar los bosques y páramos es de gran importancia para la herpetofauna del lugar; mantener el flujo y calidad del agua permitirá preservar la herpetofauna y su estructura actual, debido a que esta es altamente sensible (especialmente los anfibios) a cambios en las condiciones fisicoquímicas del agua. Con la declaratoria de la Cuchilla de San Cayetano como área protegida se ha aportando a la conservación de especies que están en categorías de amenaza alta, con áreas de distribución restringidas y requerimientos ecológicos muy especializados.

Finalmente, el hecho que la mayoría de las especies sean desconocidas para la población local (“diversidad oculta”), hace importante que se pueda divulgar su presencia a través de una estrategia de socialización o educación eficiente donde se logre el empoderamiento de la comunidad hacia la conservación de la biodiversidad.

6.12. Avifauna

Las aves son un grupo idóneo para evaluar la integridad ecológica de un ecosistema por varias razones: 1) su alta riqueza, gran cantidad de especies que pueden proveer una mayor resolución a los patrones detectados, 2) su diversidad de hábitos alimenticios y el elevado grado de conocimiento que se tiene de la ecología de cada especie, lo que permite ahondar en su papel individual en el ensamblaje, 3) su facilidad para efectuar migraciones estacionales longitudinales y altitudinales, lo que permite hacer inferencias sobre los recursos que las reclutan y sobre la conectividad de los ecosistemas, y 4) su relativamente rápidos movimientos poblacionales (colonizaciones y extinciones locales), que permiten hacerse una idea de los cambios actuales y riesgos a mediano plazo que afrontan los hábitats. Estos factores hacen que un estudio detallado de la avifauna sea una buena representación del estado y funcionamiento de los bosques.

La Cuchilla de San Cayetano se encuentra ubicada al suroccidente del departamento de Boyacá y comprende ecosistemas de selva subandina, andina, y subpáramo. Esta cuchilla está ubicada en cercanías a la región del altiplano cundiboyacence la cual ha sido identificada como número uno entre los lugares de mayor preocupación por daño ecosistémico en el país³, donde se calcula un remanente de tan sólo 0,5% de su cobertura natural original⁴. Hasta la fecha no se encuentran publicados trabajos sobre la avifauna de la Cuchilla de San Cayetano,

³ <http://m.eltiempo.com/estilo-de-vida/ciencia/uno-de-cada-cuatro-ecosistemas-en-colombia-esta-en-peligro-critico/16185316/1/home>

⁴ <http://www.eltiempo.com/multimedia/infografias/los-ocho-casos-mas-graves-de-danos-a-ecosistemas-en-colombia/16186780>

y se necesita estimar la composición de la fauna de la zona con el fin de establecer prioridades de conservación.

El presente estudio fue diseñado y ejecutado con los siguientes objetivos: 1) Cuantificar el número de especies de aves, especificando su identidad y abundancia para establecer su influencia en el funcionamiento del ecosistema en relación con los otros grupos de fauna estudiados. 2) Contrastar los hábitats más representativos de la región de la Cuchilla de San Cayetano con el fin de establecer patrones de funcionamiento ecológico entre los sitios de muestreo. 3) Identificar las especies vulnerables y las amenazas a sus requerimientos ecológicos, y con esta información proponer lineamientos su futuro manejo.

6.12.1. Métodos

Para alcanzar los objetivos del estudio en el corto tiempo disponible se optó por llevar a cabo una evaluación ecológica rápida. Adicionalmente se decidió no usar redes de niebla durante el trabajo de campo (método estándar en inventarios de aves) y en cambio enfocar el estudio hacia la meta de completar la mayor cantidad posible transectos.

Las desventajas de no usar redes de niebla es que algunas especies son difíciles de detectar visualmente, y adicionalmente a que no se pueden tener medidas y masas corporales de los individuos (pero esta información no es necesaria dado el enfoque del estudio propuesto), desventajas que se pueden contrarrestar si se efectúan detecciones auditivas y se usan bases de cantos de aves que permitan identificar las especies que no son visualmente conspicuas.

De acuerdo a la experiencia del investigador en muestreos de aves en hábitats de alta montaña, la detección visual y auditiva no sólo es suficiente sino ventajosa sobre las redes niebla para obtener censos de áreas amplias. Se llevaron a cabo transectos de banda infinita en diferentes hábitats seleccionados *a priori* mediante el análisis de los mapas de uso y cobertura del área. La ubicación de los transectos se determinó por las coberturas de vegetación y hábitats más importantes en el área de estudio. Dado que la hora de muestreo afecta la actividad tanto de canto como de movimiento, los transectos se visitaron en orden aleatorio en la medida de lo posible (dadas las restricciones logísticas de distancia entre sitios de muestreo).

En total se visitaron tres sitios de muestreo: Guayatá, Guarumal y Chivor; en cada uno se efectuaron transectos entre los 1900 (Río Negro) y los 3200 msnm. Sin embargo, y de acuerdo con los muestreos de los otros grupos de fauna, la gran mayoría de transectos se efectuó por encima de los 2400 msnm. Se efectuaron registros auditivos y visuales con binoculares, con base en el método de banda infinita y con el propósito de identificar la mayor cantidad de especies presentes en cada localidad, para lo cual se utilizó la guía de campo de Hilty y Brown (1986). Adicionalmente se hizo un registro fotográfico de las especies encontradas y se

utilizaron bases de cantos como Xeno-Canto⁵ para comparar los registros obtenidos. Los recorridos de los transectos se hicieron en promedio entre las 5 y 6 pm (con una pausa a medio día de aprox. 2 horas), más una salida en la noche en búsqueda de especies nocturnas (e.g. Búhos).

Se hicieron curvas de rarefacción usando un sub-estimador (Chao) con 95% de intervalo de confianza, un sobre-estimador (Bootstrap) y un límite superior (Michaelis Menten) en Estimates (versión 9.1) con 999 aleatorizaciones. Se compararon los hábitats estudiados mediante dendrogramas de similitud, en el programa PAST (versión 3.07). Se calcularon curvas rango-abundancia con el fin de estimar la equitatividad en cada uno de los hábitats. Finalmente se indagó el estado de conservación de cada una de las especies siguiendo la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) de especies amenazadas⁶ y lo contenido en la Resolución 0192 del 10 de febrero de 2014 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, así como las especies listadas en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)⁷.

Se realizó además el registro de las aves asociadas a los siguientes hábitats, con el propósito de poder definir los hábitats de mayor relevancia en términos de la riqueza de aves.

- Bosque primario: Áreas con árboles nativos (e.g. encenillo, raque, higuerón) de porte alto (~ 15-25 m), cubiertos con musgo, líquenes, y otras abundantes epífitas de importancia para las aves como las bromélias.
- Bosque secundario: Áreas correspondientes principalmente a potreros abandonados en los cuales algunos árboles han empezado el proceso de sucesión, por ejemplo *Prunus* y *Clusia*, por lo general de menor altura (~ 10-20 m).
- Borde de bosque: Corresponde a los ecotonos entre áreas abiertas y bosques.
- Chuscal: Áreas dominadas por *Chusquea* que se encuentran por lo general en pendientes pronunciadas. En el área se presentaron como hábitats de transición rodeando al bosque primario.
- Bosque de ribera: Franjas de bosque a lado y lado de las quebradas y cuerpos de agua. En la zona de estudio estas franjas fueron muy estrechas, aproximadamente de 5 a 10 metros de ancho, por lo que el efecto de borde es muy pronunciado.
- Hábitats anegados: Zonas pantanosas que en la zona constaron principalmente de pastizales inundados.

⁵ <http://www.xeno-canto.org/>

⁶ <http://www.iucnredlist.org/>

⁷ <https://www.cites.org/eng/app/index.php>

- Páramo: Áreas dominadas por frailejones y otras plantas que en la zona tuvieron portes muy bajos (< 1 m).
- Sietecueral: Parches de sietecueros (*Melastomataceae*) que cubren grandes extensiones probablemente de potreros abandonados.
- Arbustos: Zonas de plantas generalmente nanófilas de porte bajo (< 2 m) que forman matorrales densos, en algunas áreas predominan moras silvestres y helechos.
- Potreros con arbustos: Zonas en los que se encuentran arbustos y árboles de porte medio (~ 5-15 m) entre una matriz de pasto que es utilizada actualmente como potrero para alimentar ganado (*i.e.* no está abandonado).
- Eucaliptos: Áreas en que se encontraron estos árboles exóticos generalmente siguiendo el borde de fincas y caminos.
- Alrededores de casas: Zonas adyacentes a viviendas, que se encuentran altamente intervenidas.
- Aire: Se asignaron a esta categoría aves detectadas volando pero no necesariamente asociadas a ninguno de los hábitats mencionados anteriormente.

6.12.2. Caracterización general de la avifauna

Se registraron 931 individuos de 132 especies, pertenecientes a 34 familias y 14 órdenes de aves (Anexo 3). La curva de acumulación de especies, con sus estimadores de riqueza, muestra un comportamiento que se aproxima a una asíntota entre 153 (Bootstrap) a 199 (Michaelis Menten) especies (figura 46).

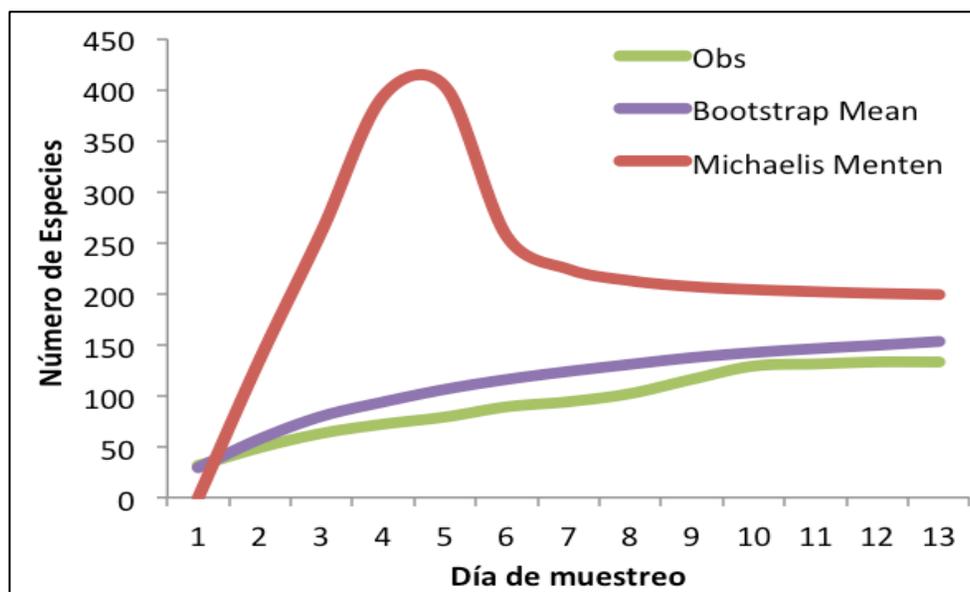


Figura 46. Curvas de acumulación de especies de aves incluyendo todos los sitios de muestreo y hábitats en la Cuchilla de San Cayetano e inmediaciones

Abreviaciones: Datos crudos de especies nuevas detectadas por día de muestreo (Obs), estimador que sobreestima la riqueza de especies (Bootstrap), y límite superior (Michaelis Menten)

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

En la curva sin rarefacción (Obs) se aprecia la influencia del cambio de la localidad Guayatá-Guarumal a la localidad de Chivor (el noveno día del muestreo); este último punto por ser un sitio ubicado a menor elevación presenta aves que no alcanzan alturas mayores y por tanto esto ocasionó un incremento apreciable en la acumulación de las especies. Todas las curvas tienden a estabilizarse y los estimados oscilan alrededor de 150 y 200 especies, lo que aplica también para Chao 2 (figura 47).

Dado que el muestreo se efectuó en una única temporada climática y que se espera un recambio en la identidad de las especies debido a sus temporadas reproductivas y migraciones, el límite superior (Michaelis Menten) sería un mejor estimador de la riqueza de la avifauna esperada en el área (~ 200 spp.). De acuerdo a esto, la representatividad del inventario efectuado se encuentra entre el 66 y el 90% del total de especies esperadas, conforme a las curvas de rarefacción obtenidas en la temporada climática evaluada. Ya que se detectó una buena proporción de las especies esperadas, la información recolectada puede ser usada para análisis de similitud (Villareal *et al.* 2004).

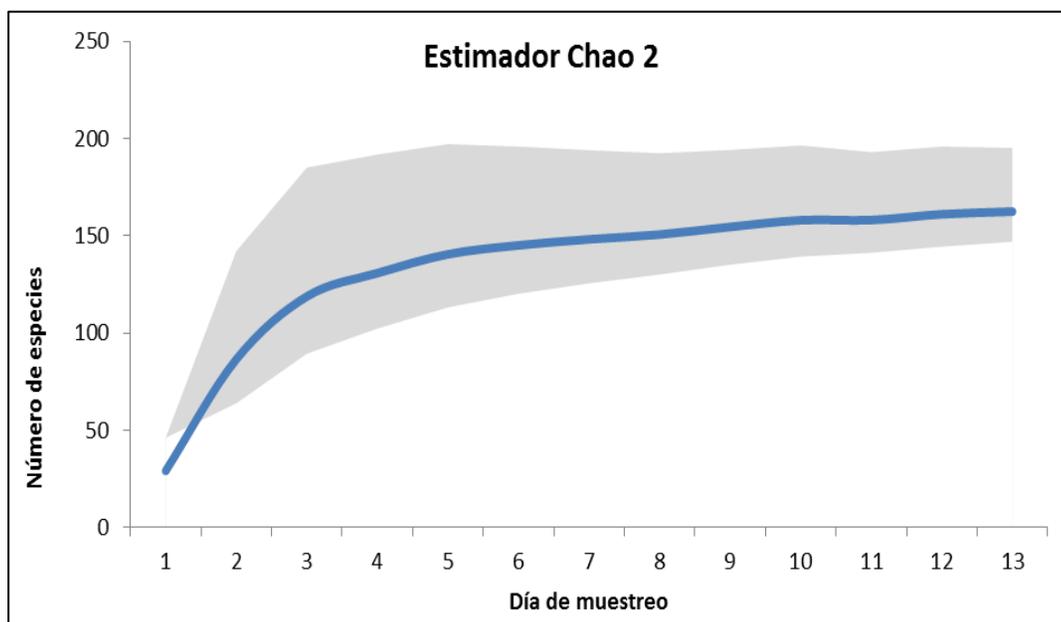


Figura 47. Curva de acumulación de especies de aves, usando el estimador Chao 2, para todos los sitios de muestreo y hábitats del área evaluada

Chao 2 es un estimador que subestima la riqueza de especies; el área gris corresponde a las estimaciones comprendidas entre el límite superior e inferior del 95% de los intervalos de confianza

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

En cuanto a la descripción del ensamblaje, de las aves registradas, 22 especies (17% del total) pertenecen a la familia de las tánaras (*Thraupidae*) siendo así la más diversa en la zona de estudio (figura 48). Esto es algo inesperado pues es usualmente la familia de los atrapamoscas (*Tyrannidae*) la más diversa en comunidades de aves, al constituir a su vez la familia con mayor número de especies tanto a nivel mundial como Neotropical (del Hoyo *et al.* 1999); sin embargo, la familia Tyrannidae fue en este caso en particular la segunda más diversa (19 spp.) en la Cuchilla de San Cayetano.

La gran diversidad de tánaras es un reflejo de la elevada disponibilidad y variedad de frutos en la región; estas aves cumplen un papel fundamental como dispersoras de semillas, lo que infiere un buen funcionamiento ecosistémico. Las dos familias que ocupan los lugares tercero y cuarto (con 15 y 13 especies respectivamente), son los subepalos y afines (*Furnariidae*) y colibríes (*Trochilidae*). Los furnáridos explotan los insectos y otros invertebrados en las cortezas de los árboles y su alta diversidad en la zona de estudio concuerda con la frecuente presencia de epífitas (musgo, líquenes, bromelias, etc.) en la corteza y ramas de árboles en bosques nublados. Los colibríes son los principales polinizadores en bosques de alta montaña donde los insectos presentan desventajas en cuanto a termorregulación. En la Cuchilla de San Cayetano y alrededores se encontraron visitando flores de *Clusia sp.*, *Syphocampylus sp.*, *Fuchsia sp.*, *Macleania sp.*, *Cavendishia sp.*, y otras ericáceas y bromeliáceas.

Estas cuatro familias (tánaras, atrapamoscas, subepalos y colibríes) comprenden más de la mitad del total de especies halladas; la otra mitad la integran especies pertenecientes a 30 familias diferentes, lo que indica una repartición taxonómica apreciable; por ejemplo se encontraron 23 familias con tan sólo 1-2 especies presentes en la zona de estudio.

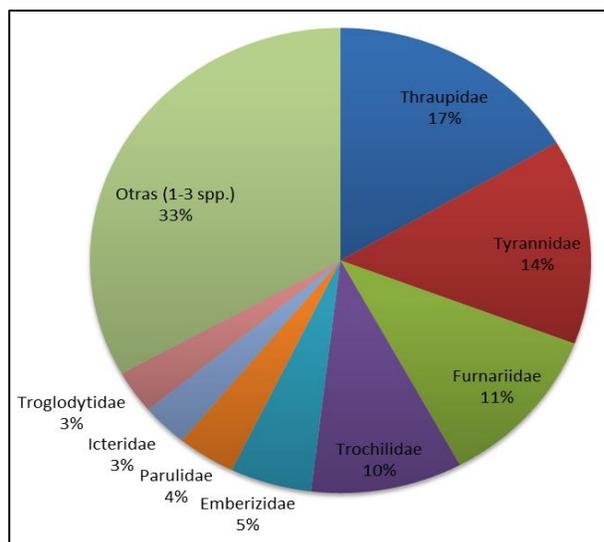


Figura 48. Proporción de especies de aves por familias

En la gráfica se muestran las proporciones del número de especies por familia con respecto al número total de especies

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

El análisis de los datos de abundancia registrada en la zona de estudio por familia, muestra un patrón similar al de la distribución de la riqueza por familias. De nuevo la familia con mayor número de individuos detectados fue la de las tángaras con 160 registros (figura 49), mientras que la segunda más abundante fueron los colibríes ya que tres especies tuvieron bastantes registros gracias a su conspicuidad: *Colibri thalassinus* (52), *Heliangelus amethysticollis* (31), y *Metallura tyrianthina* (26).

La tercera en abundancia fueron los atrapamoscas, lo que concuerda con su segundo puesto en riqueza. La cuarta familia (con 60 individuos) es la de los semilleros (Emberizidae), que también ocupa el quinto lugar en riqueza. Estas cuatro familias comprenden más de la mitad de todos los individuos registrados; para el resto de familias fueron registrados menos de 50 individuos en cada caso. Interesantemente, los furnáridos (que ocupan el tercer puesto en riqueza) están relegados a un noveno puesto en abundancia, lo que nos indica que hay una gran diversidad de nichos alimenticios en cuanto a sustratos en cortezas de árboles, pero no una alta cantidad de los mismos (árboles con epífitas característicos de bosques conservados).

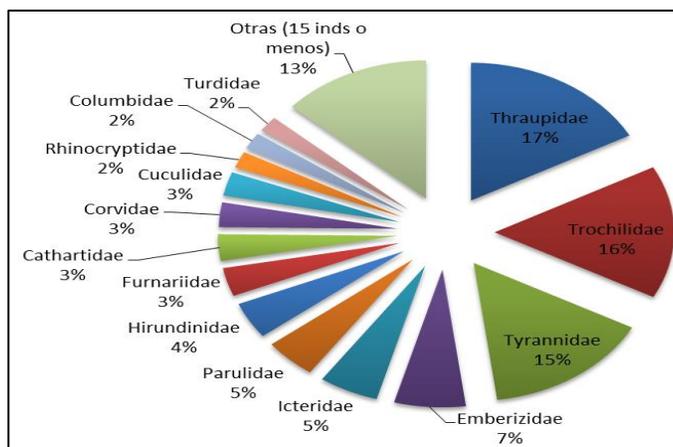


Figura 49. Proporción de especies de aves por familias

En la gráfica se muestran las proporciones del número de especies por familia con respecto al número total de especies

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

¹<http://m.eltiempo.com/estilo-de-vida/ciencia/uno-de-cada-cuatro-ecosistemas-en-colombia-esta-en-peligro-critico/16185316/1/home>

²<http://www.eltiempo.com/multimedia/infografias/los-ocho-casos-mas-graves-de-danos-a-ecosistemas-en-colombia/16186780>

Para indagar sobre la repartición taxonómica de la avifauna encontrada a una escala temporal mayor, se muestra la proporción de especies por órdenes (figura 50). Casi tres cuartos del total de las especies registradas (94) son passeriformes (aves de percha), lo que concuerda con que más de la mitad del total mundial de especies de aves pertenece a ese orden (del Hoyo *et al.* 1999). El segundo y tercer órdenes con más especies son apodiformes (colibríes y vencejos, 14 spp.) y piciformes (carpinteros, 9 spp.), este último también evidencia la diversidad y abundancia de alimento en las cortezas de los árboles.

En cuanto a abundancia de las aves por orden se mantiene el patrón observado en cuanto a riqueza, con los passeriformes en el primer puesto (645 individuos), seguidos por los apodiformes (150 ind.). El resto de órdenes suman 136 individuos, menos del 14% de la totalidad los individuos registrados.

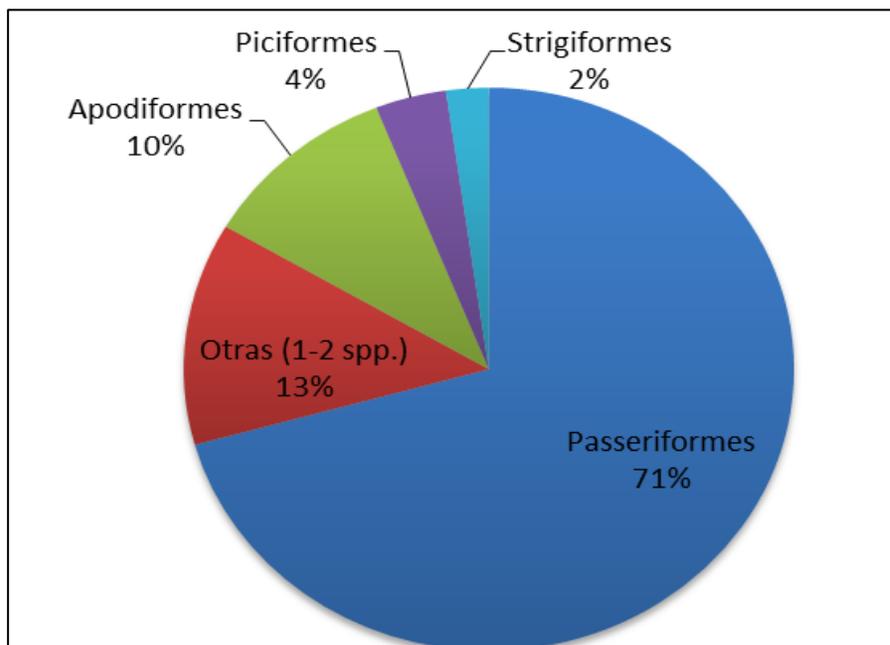


Figura 50. Proporción de especies por órdenes

En la gráfica se muestran las proporciones del número de especies por orden con respecto al número total de especies

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

6.13. Riqueza y abundancia de la avifauna en los hábitats estudiados

Al separar los datos de abundancia por especie de acuerdo al hábitat en que fueron registradas (figura 51) se encuentra que los hábitats con mayor riqueza de especies son Borde de Bosque (72 spp.), Bosque Secundario (64) y Bosque Primario (36). El resto de hábitats tienen menos de 18 especies cada uno. Borde de Bosque y Bosque Secundario fueron también los hábitats con mayor abundancia con 335 y 194 individuos respectivamente. Sin embargo el Bosque Primario ocupa el quinto lugar en orden de abundancia de individuos, indicio de la baja densidad de las especies (promedio 2 individuos por especie).

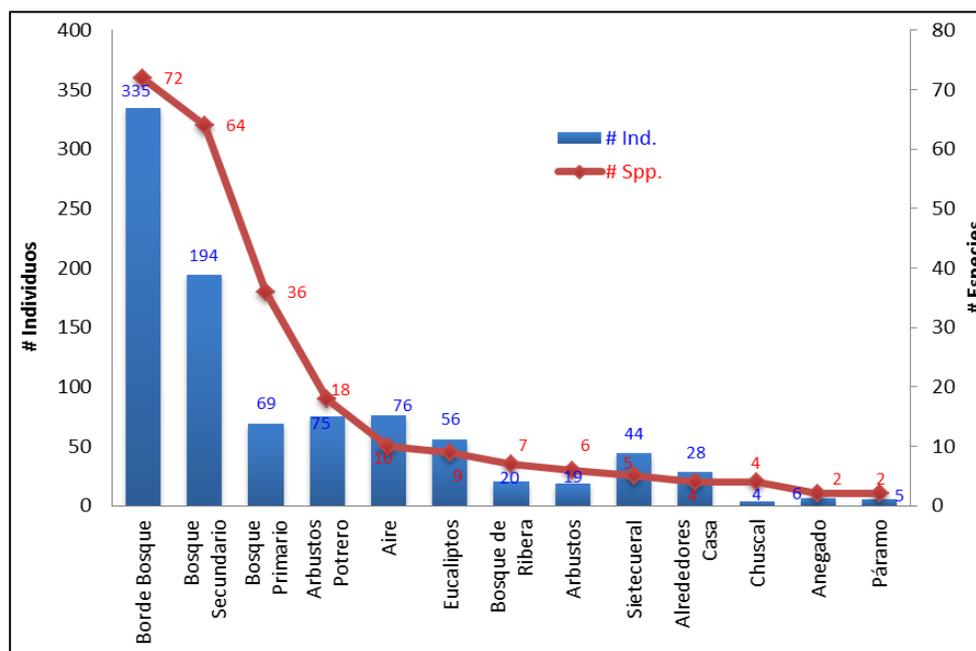


Figura 51. Abundancia y riqueza de las aves por hábitats

El eje vertical izquierdo (abundancia), corresponde al histograma, y el derecho (riqueza) corresponde a la línea descendiente; los hábitats se organizaron de mayor a menor número de especies de izquierda a derecha

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

En el otro extremo se tienen hábitats intervenidos, como los alrededores de estructuras antrópicas y eucaliptos, con más de 6 individuos por especie en promedio. El hábitat con las abundancias de aves más altas fueron los bosques de sietecueros (*Tibouchina sp.*) con 9 ind./spp. en promedio. Un sustrato que presenta un patrón similar fue “aire” que corresponde a especies detectadas volando sin asociaciones claras a otros hábitats; las densidades en este sustrato son altas debido a golondrinas que forrajean en bandadas numerosas.

Los tres hábitats con menores valores de riqueza y abundancia fueron Chuscal, Áreas Anegadas y Páramo (Figura 51), los cuales presentan a su vez una menor heterogeneidad de sustratos y menores estratificaciones verticales; en estos hábitats las aves estuvieron muy dispersas y no se encontraron agrupadas como en los demás.

Un análisis de similitud entre hábitats (figura 52) muestra que existe una baja proporción de especies-abundancias (índice de Morisita) compartidas entre hábitats. Los hábitats más disímiles son los dos con menos especies e individuos, y es notable que estos presentan especies que no se encuentran en otros hábitats como las Caicas (*Gallinago sp.*) y el Cucarachero paramero (*Troglodytes solstitialis*). Se presenta una asociación importante (entre el 40% y el 50% de similitud) entre “Borde de Bosque”, “Bosque Secundario” y “Bosque Primario”, lo que evidencia la

importancia de estos tres hábitats en los que muchas especies se mueven pasando de uno al otro a lo largo del día. Existe otra asociación importante entre “Alrededores de casas”, “Bosque de Ribera” y “Aire”, esto es debido a que un par de especies en particular usan las áreas antrópicas para anidar. El Garrapatero piquilis, que fue observado en grupos grandes en los “Bosques de Ribera”, anida en chuscales cerca de viviendas, y la Golondrina ahumada (*Orochelidon murina*) que fue observada principalmente forrajeando en “Aire” anida en construcciones humanas.

En la tabla 34 se realizó una agrupación de los hábitats por tipo-grado de intervención para lograr una mejor interpretación de los patrones de la repartición de la avifauna en la zona de estudio. Los hábitats Bosque Primario, Páramo, y Áreas Anegadas se agrupan bajo la denominación “*Conservados*”. Los hábitats de Bosque Secundario, Arbustos, y Sietecueral se agrupan como “*Sucesionales*”. Los hábitats Borde de Bosque, Chuscal, y las franjas estrechas de Bosque de Ribera como “*Ecotonos*”. Y las Áreas Antrópicas, Eucaliptos, y Potreros con Arbustos, como *Intervenidos*.

Los tipos de hábitat con mayor riqueza taxonómica son Ecotonos y Sucesionales, con números de taxa muy similares en casi todos los niveles de clasificación (excepto orden), resultado que concuerda con la teoría de incremento en la diversidad con niveles de disturbio intermedios (Connell 1978). También se evidencia una mayor riqueza taxonómica en hábitats Conservados comparados con Intervenidos (figura 53).

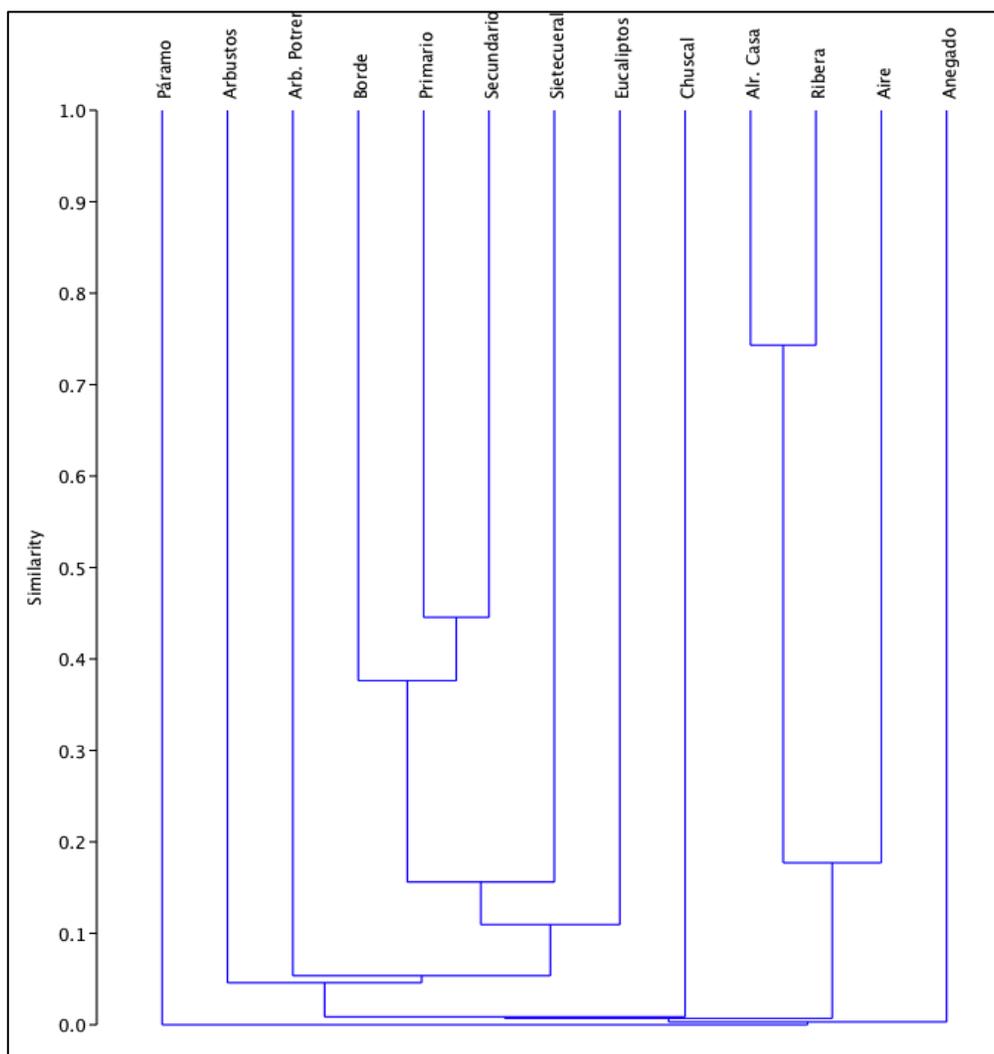


Figura 52. Dendrograma de similitud para los hábitats en los que se detectaron las aves registradas para la Cuchilla de San Cayetano

Se empleó el método UPGMA con el índice de similitud de Morisita (recomendado para datos de abundancia como los del presente estudio)

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Tabla 34. Especies de aves exclusivas a los hábitats indicados entre la totalidad de las detectadas en la Cuchilla de San Cayetano.

Género	Especie	nd.	I Sust.	Hábitat -	Tipo de Hábitat
Gallinago	<i>jamesoni</i>	4		Anegado	Conservados
Arremon	<i>assimilis</i>	1		Bosque Primario	Conservados

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
COMPONENTE DIAGNÓSTICO

Dubusia	<i>taeniata</i>	1	Bosque Primario	Conservados
Dendrocinc	<i>tyrannina</i>	1	Bosque Primario	Conservados
Premnornis	<i>guttuliger</i>	1	Bosque Primario	Conservados
Gallinago	<i>nobilis</i>	4	Páramo	Conservados
Troglodyte	<i>solstitialis</i>	1	Páramo	Conservados
Synallaxis	<i>subpudica</i>	5	Arbustos	Sucesiones
Pyrrhura	<i>calliptera</i>	8	Bosque Secundario	Sucesiones
Forpus	<i>Conspicillatus</i>	5	Bosque Secundario	Sucesiones
Lepidocola	<i>lacrymiger</i>	2	Bosque Secundario	Sucesiones
Mecocerculus	<i>Poecilocercus</i>	2	Bosque Secundario	Sucesiones
Adelomyia	<i>Melanogenys</i>	1	Bosque Secundario	Sucesiones
Caprimulgus	<i>longirostris</i>	1	Bosque Secundario	Sucesiones
Nyctidromus	<i>albicollis</i>	1	Bosque Secundario	Sucesiones
Tapera	<i>naevia</i>	1	Bosque Secundario	Sucesiones
Asthenes	<i>fuliginosa</i>	1	Bosque Secundario	Sucesiones
Elaenia	<i>albiceps</i>	1	Bosque Secundario	Sucesiones
Myiothlypis	<i>luteoviridis</i>	1	Bosque Secundario	Sucesiones
Mecocerculus	<i>stictopterus</i>	1	Bosque Secundario	Sucesiones
Pachyrampus	<i>versicolor</i>	1	Bosque Secundario	Sucesiones
Turdus	<i>serranus</i>	1	Bosque Secundario	Sucesiones
Thamnophilus	<i>unicolor</i>	1	Bosque Secundario	Sucesiones
Campephilus	<i>pollens</i>	1	Bosque Secundario	Sucesiones

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
COMPONENTE DIAGNÓSTICO

Trogon	<i>personatus</i>	1	Bosque Secundario	Sucesiones
Chlorornis	<i>riefferii</i>	5	Borde Bosque	Ecotono
Coeligena	<i>torquata</i>	4	Borde Bosque	Ecotono
Aulacorhynchus	<i>prasinus</i>	4	Borde Bosque	Ecotono
Cissopis	<i>leverianus</i>	3	Borde Bosque	Ecotono
Henicorhinus	<i>leucophrys</i>	2	Borde Bosque	Ecotono
Eriocnemis	<i>Cupreoventris</i>	1	Borde Bosque	Ecotono
Chlorospingus	<i>canigularis</i>	1	Borde Bosque	Ecotono
Icterus	<i>chrysater</i>	1	Borde Bosque	Ecotono
Platyrinchus	<i>mystaceus</i>	1	Borde Bosque	Ecotono
Philydor	<i>rufum</i>	1	Borde Bosque	Ecotono
Phyllomyia	<i>uropygialis</i>	1	Borde Bosque	Ecotono
Thraupis	<i>episcopus</i>	1	Borde Bosque	Ecotono
Uromyias	<i>agilis</i>	1	Borde Bosque	Ecotono
Xenops	<i>rutilans</i>	1	Borde Bosque	Ecotono
Xiphocolaptes	<i>Promeropirhynchus</i>	2	Bosque de Ribera	Ecotono
Hemispingus	<i>melanotis</i>	1	Bosque de Ribera	Ecotono
Amblycercus	<i>Holosericeus</i>	1	Chuscal	Ecotono
Catamblyrhynchus	<i>diadema</i>	1	Chuscal	Ecotono
Synallaxis	<i>azarae</i>	1	Chuscal	Ecotono
Mimus	<i>gilvus</i>	3	Alrededores Casa	Intervendos
Troglodytes	<i>aedon</i>	2	Arbustos Potrero	Intervendos

Spinus	<i>psaltria</i>	1	Arbustos Potrero	Interveni dos
Pygochelid	<i>cyanoleuca</i>	1	Aire	NA
Cathartes	<i>aura</i>	8	Aire	NA
Streptoproc	<i>rutila</i>	5	Aire	NA

Estas especies no se encontraron en más de un hábitat, por tanto se consideran características de los hábitats listados en la tabla. La columna “Tipo de hábitat” denota la agrupación de hábitats que se realizó para estudiar patrones más generales.

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

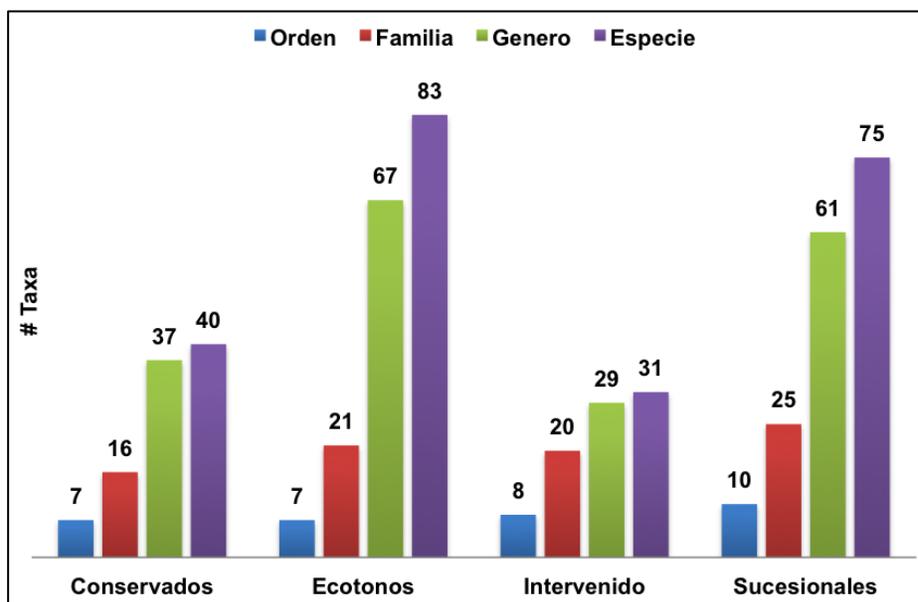


Figura 53. Riqueza de taxa por hábitat.

Se muestra el número de taxa en cada categoría taxonómica para los hábitats encontrados. Por ejemplo, en hábitat conservados se registraron 7 órdenes, 16 familias, 37 géneros y 40 especies.

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

El dendrograma de similitud por tipo de hábitat (figura 54) muestra una elevada similitud entre las categorías “Ecotonos” y “Sucesionales”, lo que refuerza la interpretación de los resultados de similitud por hábitats, pero también muestra que los hábitats conservados son únicos en muchas especies, por lo que debe prestarse interés a su conservación.

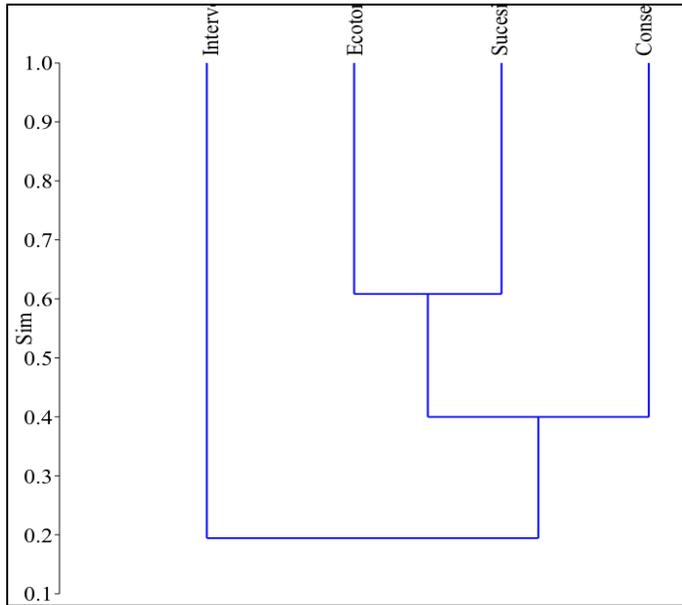


Figura 54. Dendrograma de similitud según tipos de hábitat para la Cuchilla de San Cayetano.

Se empleó el método UPGMA con el índice de similitud de Morisita (recomendado para datos de abundancia como los del presente estudio)

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

6.13. Equitatividad y asociación de las aves con los hábitats estudiados

El tipo de hábitat que presenta una curva de rango-abundancia con la menor pendiente inicial es “Conservados” (figura 55), lo que indica una repartición más homogénea de los recursos. En el extremo opuesto, el tipo de hábitat “Intervenidos”, muestra la pendiente más pronunciada en la curva rango-abundancia, lo que indica que hay unas pocas especies dominando y las demás presentan abundancias reducidas.

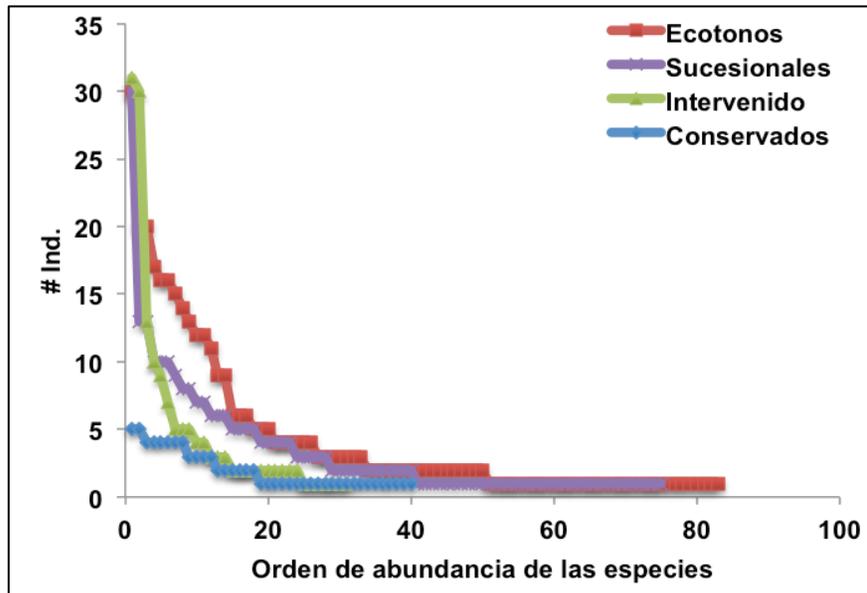


Figura 55. Curvas rango - abundancia para los distintos tipos de hábitat en la Cuchilla de San Cayetano.

En el eje horizontal se ordenaron las especies de mayor (izquierda) a menor (derecha) abundancia independientemente de su identidad (se presenta de este modo dado el alto número de especies = 132)

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

En las tablas 35 a 38 se presentan las listas de especies por tipo de hábitat junto con algunos ejemplos de las aves encontradas en el presente estudio.

Tabla 35. Especies de aves registradas en hábitats intervenidos (fotos 27 y 28)

Género	Especie	Individuos	Hábitat/Sustrato
<i>Zonotrichia</i>	<i>capensis</i>	31	Arbustos Potrero
<i>Colibri</i>	<i>thalassinus</i>	30	Eucaliptos
<i>Crotophaga</i>	<i>ani</i>	13	Alrededores Casa
<i>Orochelidon</i>	<i>murina</i>	10	Alrededores Casa
<i>Spinus</i>	<i>spinescens</i>	9	Arbustos Potrero
<i>Sturnella</i>	<i>magna</i>	7	Arbustos Potrero
<i>Coragyps</i>	<i>atratus</i>	5	Eucaliptos
<i>Cacicus</i>	<i>leucoramphus</i>	5	Eucaliptos
<i>Vireo</i>	<i>leucophrys</i>	5	Eucaliptos
<i>Mecocerculus</i>	<i>leucophrys</i>	4	Arbustos Potrero
<i>Myioborus</i>	<i>ornata</i>	4	Eucaliptos
<i>Anthus</i>	<i>bogotensis</i>	3	Arbustos Potrero
<i>Mimus</i>	<i>gilvus</i>	3	Alrededores Casa
<i>Phyllomyias</i>	<i>nigrocapillus</i>	3	Eucaliptos
<i>Patagioenas</i>	<i>subvinacea</i>	2	Alrededores Casa
<i>Anisognathus</i>	<i>igniventris</i>	2	Arbustos Potrero
<i>Atlapetes</i>	<i>schistaceus</i>	2	Arbustos Potrero
<i>Cyanocorax</i>	<i>yncas</i>	2	Eucaliptos
<i>Myiotheretes</i>	<i>fumigatus</i>	2	Arbustos Potrero
<i>Myiotheretes</i>	<i>striaticollis</i>	2	Arbustos Potrero
<i>Ochthoeca</i>	<i>fumicolor</i>	2	Arbustos Potrero
<i>Troglodytes</i>	<i>aedon</i>	2	Arbustos Potrero
<i>Turdus</i>	<i>fuscater</i>	2	Arbustos Potrero
<i>Tyrannus</i>	<i>melancholicus</i>	2	Arbustos Potrero
<i>Rupornis</i>	<i>magnirostris</i>	1	Arbustos Potrero
<i>Agelaiocercus</i>	<i>kingii</i>	1	Arbustos Potrero
<i>Metallura</i>	<i>tyrianthina</i>	1	Arbustos Potrero
<i>Milvago</i>	<i>chimachima</i>	1	Arbustos Potrero
<i>Pipraeidea</i>	<i>melanonota</i>	1	Eucaliptos
<i>Spinus</i>	<i>psaltria</i>	1	Arbustos Potrero

Género	Especie	Individuos	Hábitat/Sustrato
<i>Colaptes</i>	<i>rivoli</i>	1	Eucaliptos

* Las especies están ordenadas de mayor a menor abundancia.

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)



Fotos 27 y 28. Ejemplos de aves asociadas a hábitats intervenidos. Izquierda: Copetón (*Zonotrichia capensis*), asociado a potreros con arbustos. Derecha: Colibrí orejazul (*Colibri thalassinus*), asociado a árboles altos y expuestos como eucaliptos

Tabla 36. Especies de aves registradas en hábitats de ecotono (fotos 29 y 30)

Género	Especie	Individuos	Hábitat/Sustrato
<i>Cacicus</i>	<i>leucoramphus</i>	30	Borde Bosque
<i>Heliangelus</i>	<i>amethysticollis</i>	20	Borde Bosque
<i>Ochthoeca</i>	<i>fumicolor</i>	20	Borde Bosque
<i>Metallura</i>	<i>tyrianthina</i>	17	Borde Bosque
<i>Colibri</i>	<i>thalassinus</i>	16	Borde Bosque
<i>Myioborus</i>	<i>ornata</i>	16	Borde Bosque
<i>Cyanocorax</i>	<i>yncas</i>	15	Borde Bosque
<i>Tangara</i>	<i>nigroviridis</i>	14	Borde Bosque
<i>Mecocerculus</i>	<i>leucophrys</i>	13	Borde Bosque
<i>Crotophaga</i>	<i>ani</i>	12	Bosque de Ribera
<i>Turdus</i>	<i>fuscater</i>	12	Borde Bosque
<i>Diglossa</i>	<i>caerulescens</i>	11	Borde Bosque
<i>Anisognathus</i>	<i>igniventris</i>	9	Borde Bosque
<i>Buthraupis</i>	<i>montana</i>	9	Borde Bosque
<i>Agelaiocercus</i>	<i>kingii</i>	6	Borde Bosque
<i>Coeligena</i>	<i>helianthea</i>	6	Borde Bosque
<i>Hemispingus</i>	<i>superciliaris</i>	6	Borde Bosque
<i>Chlorornis</i>	<i>riefferii</i>	5	Borde Bosque
<i>Mionectes</i>	<i>striaticollis</i>	5	Borde Bosque
<i>Zonotrichia</i>	<i>capensis</i>	5	Borde Bosque
<i>Coeligena</i>	<i>torquata</i>	4	Borde Bosque

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

Género	Especie	Individuos	Hábitat/Sustrato
<i>Cinnycerthia</i>	<i>unirufa</i>	4	Borde Bosque
<i>Diglossa</i>	<i>albilatera</i>	4	Borde Bosque
<i>Phyllomyias</i>	<i>nigrocapillus</i>	4	Borde Bosque
<i>Vireo</i>	<i>leucophrys</i>	4	Borde Bosque
<i>Aulacorhynchus</i>	<i>prasinus</i>	4	Borde Bosque
<i>Atlapetes</i>	<i>schistaceus</i>	3	Borde Bosque
<i>Cyanolyca</i>	<i>armillata</i>	3	Borde Bosque
<i>Contopus</i>	<i>fumigatus</i>	3	Borde Bosque
<i>Cissopis</i>	<i>leverianus</i>	3	Borde Bosque
<i>Diglossa</i>	<i>cyanea</i>	3	Borde Bosque
<i>Margarornis</i>	<i>squamiger</i>	3	Borde Bosque
<i>Pyrrhomyias</i>	<i>cinnamomea</i>	3	Borde Bosque
<i>Eriocnemis</i>	<i>vestita</i>	2	Borde Bosque
<i>Lafresnaya</i>	<i>lafresnayi</i>	2	Borde Bosque
<i>Penelope</i>	<i>montagnii</i>	2	Bosque de Ribera
<i>Atlapetes</i>	<i>pallidinucha</i>	2	Borde Bosque
<i>Conirostrum</i>	<i>albifrons</i>	2	Borde Bosque
<i>Elaenia</i>	<i>frantzii</i>	2	Borde Bosque
<i>Henicorhina</i>	<i>leucophrys</i>	2	Borde Bosque
<i>Nephelomyias</i>	<i>pulcher</i>	2	Borde Bosque
<i>Premnoplex</i>	<i>brunnescens</i>	2	Borde Bosque
<i>Pipraeidea</i>	<i>melanonota</i>	2	Borde Bosque
<i>Pipreola</i>	<i>riefferii</i>	2	Borde Bosque
<i>Sericossypha</i>	<i>albocristata</i>	2	Borde Bosque
<i>Scytalopus</i>	<i>latrans</i>	2	Borde Bosque
<i>Spinus</i>	<i>spinescens</i>	2	Borde Bosque
<i>Xiphocolaptes</i>	<i>promeropirhynchus</i>	2	Bosque de Ribera
<i>Zimmerius</i>	<i>chrysops</i>	2	Borde Bosque
<i>Andigena</i>	<i>nigrirostris</i>	2	Borde Bosque
<i>Rupornis</i>	<i>magnirostris</i>	1	Borde Bosque
<i>Boissonneaua</i>	<i>flavescens</i>	1	Borde Bosque
<i>Colibri</i>	<i>coruscans</i>	1	Borde Bosque
<i>Eriocnemis</i>	<i>cupreovertris</i>	1	Borde Bosque
<i>Amblycercus</i>	<i>holosericeus</i>	1	Chuscal
<i>Atlapetes</i>	<i>semirufus</i>	1	Borde Bosque
<i>Anabacerthia</i>	<i>striaticollis</i>	1	Borde Bosque
<i>Chlorospingus</i>	<i>canigularis</i>	1	Borde Bosque
<i>Catamblyrhynchus</i>	<i>diadema</i>	1	Chuscal
<i>Chlorospingus</i>	<i>flavopectus</i>	1	Borde Bosque
<i>Conirostrum</i>	<i>rufum</i>	1	Borde Bosque
<i>Conirostrum</i>	<i>sitticolor</i>	1	Borde Bosque
<i>Grallaria</i>	<i>ruficapilla</i>	1	Bosque de Ribera

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

Género	Especie	Individuos	Hábitat/Sustrato
<i>Hemispingus</i>	<i>melanotis</i>	1	Bosque de Ribera
<i>Icterus</i>	<i>chrysater</i>	1	Borde Bosque
<i>Myiothlypis</i>	<i>coronata</i>	1	Borde Bosque
<i>Myiotheretes</i>	<i>fumigatus</i>	1	Borde Bosque
<i>Myioborus</i>	<i>miniatus</i>	1	Borde Bosque
<i>Myiothlypis</i>	<i>nigrocristata</i>	1	Borde Bosque
<i>Platyrinchus</i>	<i>mystaceus</i>	1	Borde Bosque
<i>Philydor</i>	<i>rufum</i>	1	Borde Bosque
<i>Phyllomyias</i>	<i>uropygialis</i>	1	Borde Bosque
<i>Synallaxis</i>	<i>azarae</i>	1	Chuscal
<i>Scytalopus</i>	<i>griseicollis</i>	1	Chuscal
<i>Sturnella</i>	<i>magna</i>	1	Borde Bosque
<i>Thraupis</i>	<i>cyanocephala</i>	1	Borde Bosque
<i>Thraupis</i>	<i>episcopus</i>	1	Borde Bosque
<i>Tyrannus</i>	<i>melancholicus</i>	1	Borde Bosque
<i>Uromyias</i>	<i>agilis</i>	1	Borde Bosque
<i>Xenops</i>	<i>rutilans</i>	1	Borde Bosque
<i>Colaptes</i>	<i>rivoli</i>	1	Bosque de Ribera
<i>Picoides</i>	<i>fumigatus</i>	1	Borde Bosque
<i>Megascops</i>	<i>choliba</i>	1	Bosque de Ribera

* Las especies están ordenadas de mayor a menor abundancia.

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)



Fotos 29 y 30. Ejemplos de aves asociadas a hábitats de ecotonos. Izquierda: Carpintero carmesí (*Colaptes rivolii*), asociado a franjas estrechas de bosques de ribera. Derecha: Gavilán caminero (*Rupornis magnirostris*), asociado a bordes de bosque con buena visibilidad de áreas abiertas

Tabla 37. Especies de aves registradas en hábitats sucesionales (fotos 31 y 32).

Género	Especie	Individuos	Hábitat/Sustrato
<i>Mecocerculus</i>	<i>leucophrys</i>	30	Bosque Secundario
<i>Diglossa</i>	<i>caerulescens</i>	13	Sietecual
<i>Myioborus</i>	<i>ornata</i>	13	Sietecual
<i>Heliangelus</i>	<i>amethysticollis</i>	10	Bosque Secundario
<i>Diglossa</i>	<i>cyanea</i>	10	Bosque Secundario
<i>Grallaria</i>	<i>ruficapilla</i>	10	Bosque Secundario
<i>Buthraupis</i>	<i>montana</i>	9	Sietecual
<i>Metallura</i>	<i>tyrianthina</i>	8	Sietecual
<i>Pyrrhura</i>	<i>calliptera</i>	8	Bosque Secundario
<i>Penelope</i>	<i>montagnii</i>	7	Bosque Secundario
<i>Scytalopus</i>	<i>griseicollis</i>	7	Bosque Secundario
<i>Colibri</i>	<i>thalassinus</i>	6	Bosque Secundario
<i>Anisognathus</i>	<i>igniventris</i>	6	Bosque Secundario
<i>Cyanolyca</i>	<i>armillata</i>	6	Bosque Secundario
<i>Cacicus</i>	<i>leucoramphus</i>	5	Bosque Secundario
<i>Phyllomyias</i>	<i>nigrocapillus</i>	5	Bosque Secundario
<i>Synallaxis</i>	<i>subpudica</i>	5	Arbustos
<i>Forpus</i>	<i>conspicillatus</i>	5	Bosque Secundario
<i>Atlapetes</i>	<i>schistaceus</i>	4	Bosque Secundario

Género	Especie	Individuos	Hábitat/Sustrato
<i>Diglossa</i>	<i>albilatera</i>	4	Bosque Secundario
<i>Mionectes</i>	<i>striaticollis</i>	4	Bosque Secundario
<i>Scytalopus</i>	<i>latrans</i>	4	Arbustos
<i>Thraupis</i>	<i>cyanocephala</i>	4	Bosque Secundario
<i>Coeligena</i>	<i>helianthea</i>	3	Arbustos
<i>Eriocnemis</i>	<i>vestita</i>	3	Arbustos
<i>Hemispingus</i>	<i>superciliaris</i>	3	Bosque Secundario
<i>Ochthoeca</i>	<i>fumicolor</i>	3	Arbustos
<i>Pyrrhomyias</i>	<i>cinnamomea</i>	3	Bosque Secundario
<i>Atlapetes</i>	<i>pallidinucha</i>	2	Bosque Secundario
<i>Conirostrum</i>	<i>albifrons</i>	2	Bosque Secundario
<i>Chlorospingus</i>	<i>flavopectus</i>	2	Bosque Secundario
<i>Cnemoscopus</i>	<i>rubrirostris</i>	2	Bosque Secundario
<i>Lepidocolaptes</i>	<i>lacrymiger</i>	2	Bosque Secundario
<i>Myiothlypis</i>	<i>nigrocristata</i>	2	Bosque Secundario
<i>Mecocerculus</i>	<i>poecilocercus</i>	2	Bosque Secundario
<i>Pipraeidea</i>	<i>melanonota</i>	2	Bosque Secundario
<i>Pipreola</i>	<i>riefferii</i>	2	Bosque Secundario
<i>Turdus</i>	<i>fuscater</i>	2	Bosque Secundario
<i>Vireo</i>	<i>leucophrys</i>	2	Bosque Secundario
<i>Andigena</i>	<i>nigrirostris</i>	2	Bosque Secundario
<i>Agelaiocercus</i>	<i>kingii</i>	1	Bosque Secundario
<i>Adelomyia</i>	<i>melanogenys</i>	1	Bosque Secundario
<i>Boissonneaua</i>	<i>flavescens</i>	1	Bosque Secundario
<i>Lafresnaya</i>	<i>lafresnayi</i>	1	Bosque Secundario
<i>Caprimulgus</i>	<i>longirostris</i>	1	Bosque Secundario
<i>Nyctidromus</i>	<i>albicollis</i>	1	Bosque Secundario
<i>Patagioenas</i>	<i>fasciata</i>	1	Bosque Secundario
<i>Tapera</i>	<i>naevia</i>	1	Bosque Secundario
<i>Asthenes</i>	<i>fuliginosa</i>	1	Bosque Secundario
<i>Atlapetes</i>	<i>semirufus</i>	1	Arbustos
<i>Contopus</i>	<i>fumigatus</i>	1	Bosque Secundario
<i>Conirostrum</i>	<i>sitticolor</i>	1	Sietecual
<i>Cinnycerthia</i>	<i>unirufa</i>	1	Bosque Secundario
<i>Elaenia</i>	<i>albiceps</i>	1	Bosque Secundario
<i>Myiothlypis</i>	<i>coronata</i>	1	Bosque Secundario
<i>Myiothlypis</i>	<i>luteoviridis</i>	1	Bosque Secundario
<i>Myioborus</i>	<i>miniatus</i>	1	Bosque Secundario
<i>Margarornis</i>	<i>squamiger</i>	1	Bosque Secundario
<i>Mecocerculus</i>	<i>stictopterus</i>	1	Bosque Secundario
<i>Nephelomyias</i>	<i>pulcher</i>	1	Bosque Secundario
<i>Ochthoeca</i>	<i>rufipectoralis</i>	1	Bosque Secundario
<i>Pseudocolaptes</i>	<i>boissonneautii</i>	1	Bosque Secundario
<i>Premnoplex</i>	<i>brunnescens</i>	1	Bosque Secundario
<i>Pachyramphus</i>	<i>versicolor</i>	1	Bosque Secundario
<i>Tangara</i>	<i>nigroviridis</i>	1	Bosque Secundario

Género	Especie	Individuos	Hábitat/Sustrato
<i>Turdus</i>	<i>serranus</i>	1	Bosque Secundario
<i>Thamnophilus</i>	<i>unicolor</i>	1	Bosque Secundario
<i>Tangara</i>	<i>xanthocephala</i>	1	Bosque Secundario
<i>Zonotrichia</i>	<i>capensis</i>	1	Bosque Secundario
<i>Campephilus</i>	<i>pollens</i>	1	Bosque Secundario
<i>Colaptes</i>	<i>rivoli</i>	1	Bosque Secundario
<i>Glaucidium</i>	<i>jardini</i>	1	Bosque Secundario
<i>Megascops</i>	<i>choliba</i>	1	Bosque Secundario
<i>Strix</i>	<i>albitarsis</i>	1	Bosque Secundario
<i>Trogon</i>	<i>personatus</i>	1	Bosque Secundario

* Las especies están ordenadas de mayor a menor abundancia.

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)



Fotos 31 y 32.. Ejemplos de aves asociadas a hábitats sucesionales. Izquierda: Urraca de cuello negro (*Cyanolyca armillata*), asociado bosques secundarios. Derecha: Pitajo espalda café (*Ochthoeca fumicolor*), asociado a sietecuerales y otros hábitats más abiertos

Tabla 38. Especies de aves registradas en hábitats conservados (fotos 33 y 34).

Género	Especie	Individuos	Hábitat/Sustrato
<i>Buthraupis</i>	<i>montana</i>	5	Bosque Primario
<i>Diglossa</i>	<i>cyanea</i>	5	Bosque Primario
<i>Gallinago</i>	<i>jamesoni</i>	4	Anegado
<i>Gallinago</i>	<i>nobilis</i>	4	Páramo
<i>Penelope</i>	<i>montagnii</i>	4	Bosque Primario

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

Género	Especie	Individuos	Hábitat/Sustrato
<i>Mecocerculus</i>	<i>leucophrys</i>	4	Bosque Primario
<i>Sericossypha</i>	<i>albocristata</i>	4	Bosque Primario
<i>Scytalopus</i>	<i>latrans</i>	4	Bosque Primario
<i>Conirostrum</i>	<i>sitticolor</i>	3	Bosque Primario
<i>Cinnycerthia</i>	<i>unirufa</i>	3	Bosque Primario
<i>Myioborus</i>	<i>ornata</i>	3	Bosque Primario
<i>Ochthoeca</i>	<i>rufipectoralis</i>	3	Bosque Primario
<i>Anthus</i>	<i>bogotensis</i>	2	Anegado
<i>Chlorospingus</i>	<i>flavopectus</i>	2	Bosque Primario
<i>Contopus</i>	<i>fumigatus</i>	2	Bosque Primario
<i>Cnemoscopus</i>	<i>rubrirostris</i>	2	Bosque Primario
<i>Tangara</i>	<i>xanthocephala</i>	2	Bosque Primario
<i>Zimmerius</i>	<i>chrysops</i>	2	Bosque Primario
<i>Coeligena</i>	<i>helianthea</i>	1	Bosque Primario
<i>Heliangelus</i>	<i>amethysticollis</i>	1	Bosque Primario
<i>Patagioenas</i>	<i>fasciata</i>	1	Bosque Primario
<i>Arremon</i>	<i>assimilis</i>	1	Bosque Primario
<i>Anisognathus</i>	<i>igniventris</i>	1	Bosque Primario
<i>Atlapetes</i>	<i>schistaceus</i>	1	Bosque Primario
<i>Conirostrum</i>	<i>albifrons</i>	1	Bosque Primario
<i>Conirostrum</i>	<i>rufum</i>	1	Bosque Primario
<i>Cyanocorax</i>	<i>yncas</i>	1	Bosque Primario
<i>Dubusia</i>	<i>taeniata</i>	1	Bosque Primario
<i>Dendrocicla</i>	<i>tyrannina</i>	1	Bosque Primario
<i>Elaenia</i>	<i>frantzii</i>	1	Bosque Primario
<i>Myiotheretes</i>	<i>fumigatus</i>	1	Bosque Primario
<i>Margarornis</i>	<i>squamiger</i>	1	Bosque Primario
<i>Mionectes</i>	<i>striaticollis</i>	1	Bosque Primario
<i>Pseudocolaptes</i>	<i>boissonneautii</i>	1	Bosque Primario
<i>Pyrrhomyias</i>	<i>cinnamomea</i>	1	Bosque Primario
<i>Premnornis</i>	<i>guttuliger</i>	1	Bosque Primario
<i>Pipreola</i>	<i>riefferii</i>	1	Bosque Primario
<i>Troglodytes</i>	<i>solstitialis</i>	1	Páramo
<i>Picoides</i>	<i>fumigatus</i>	1	Bosque Primario
<i>Glaucidium</i>	<i>jardinii</i>	1	Bosque Primario

* Las especies están ordenadas de mayor a menor abundancia.

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)



Fotos 33 y 34. Ejemplos de aves asociadas a hábitats conservados. Izquierda: *Tángara montañera* (*Buthraupis montana*). Derecha: *Frutero verdinegro* (*Pipreola riefferii*)

6.14. Discusión

Dados los elevados números de aves detectadas y la estabilización de la curva se considera un acierto la elección de transectos como método de muestreo, en cambio de puntos de conteo y redes de niebla. Muchas aves, principalmente en los bosque, forrajean en grupos de dos o más individuos de especies diferentes o “bandadas mixtas” (Hutto 1994, Greenberg 2000). Las aves en bandadas mixtas son fácilmente detectadas, caracterizadas (identidad de cada especie) y cuantificadas con transectos que con otros métodos de muestreo.

En Bosque Primario la probabilidad de detección de las especies de aves es menor y por ello se requiere un mayor tiempo para obtener información más completa sobre su diversidad; esto se debe a varias razones, 1) la detectabilidad visual de las especies es la más baja comparada con todos los demás hábitats, 2) la densidad de los individuos que utilizan estos tipos de bosque es menor pues presentan espacios vitales más extensos, por lo que la probabilidad de encuentro disminuye, 3) las franjas de bosque se limitan altitudinalmente entonces las especies de aves presentes deben moverse grandes distancias diariamente, lo que de nuevo disminuye su probabilidad de detección.

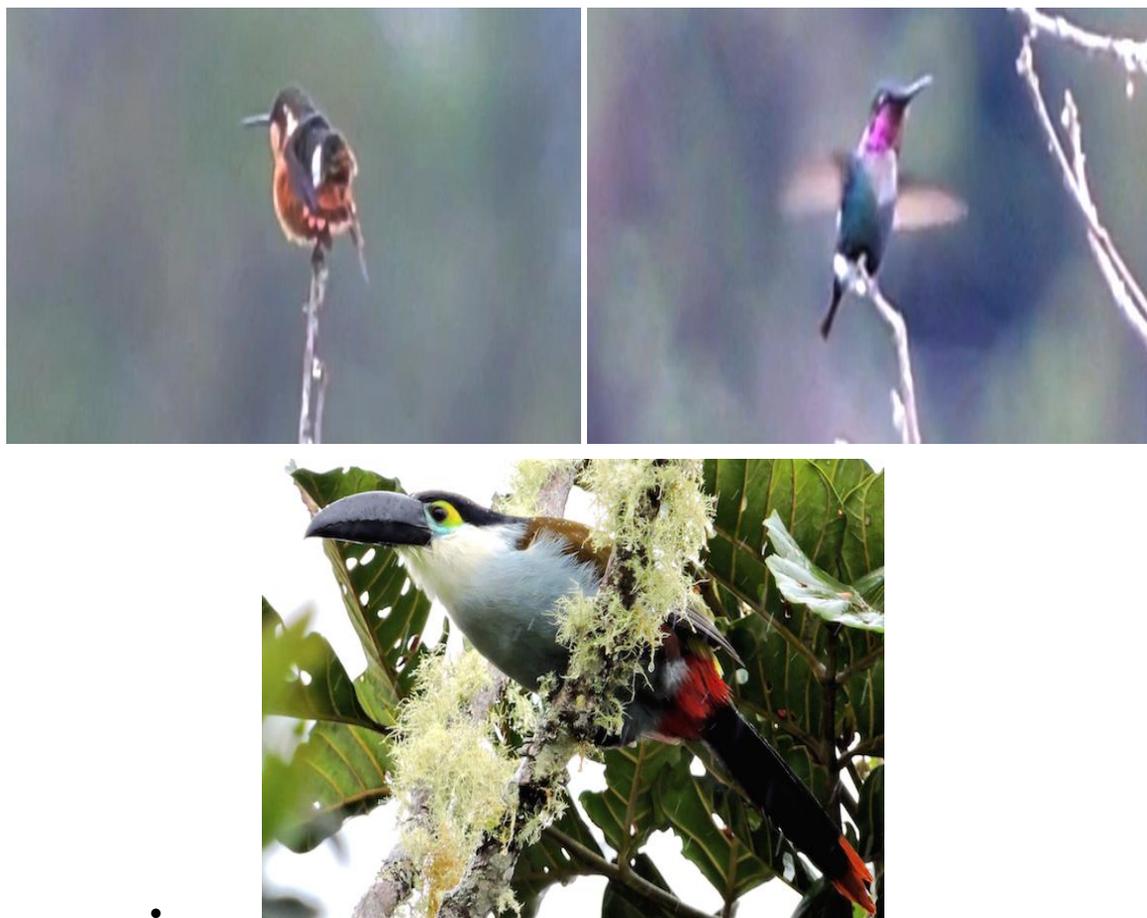
Estos resultados concuerdan con lo encontrado para un bosque altoandino del macizo de Chingaza; Stiles y Rosselli (1998) concluyeron que los registros visuales y auditivos permiten un inventario más representativo en menos tiempo comparando con redes de niebla. Estos autores encontraron 102 especies de aves entre 2800 y 3100 msnm durante 9 meses; lo que es una cifra comparable a la encontrada en el presente muestreo (132 especies) aunque se esperan más especies en esta área que en la Cuchilla de San Cayetano dado su mayor rango altitudinal. Una revisión con un rango altitudinal más concordante es la de Vargas y Pedraza (2004) para el PNN Chingaza, entre 2400 y 3500 msnm, quienes listan 190 especies de 39 familias lo que se compara con lo encontrado para la Cuchilla de San Cayetano: 132 especies de aves en 34 familias.

El número de especies para Chingaza concuerda con los estimativos de diversidad más altos para la zona: 200 especies según Michaelis Menten y límite superior de Chao 2. No obstante, el PNN Chingaza posee un área conservada de una extensión mucho mayor a la de la Cuchilla de San Cayetano, lo que seguramente se ve reflejado en menores efectos de borde, mayor heterogeneidad de hábitats, mejor conectividad entre áreas para movimientos diarios de las aves, etc., lo que necesariamente influencia la riqueza (e.g. Vargas y Pedraza 2004), equitatividad, y en general el estado de conservación de la avifauna.

6.15. Especies de importancia por su distribución y amenaza

Las aves de distribución restringida (casi-endémicas de Colombia *sensu* Chaparro-Herrera *et al.* 2013) que se encontraron en el área evaluada fueron: Periquito de anteojos (*Forpus conspicillatus*), Atrapamoscas musguero (*Nephelomyias pulcher*), Zumbador de gorgera (*Chaetocercus heliodor*), Inca ventrirrojo (*Coeligena helianthea*), Cucarachero rufo (*Cynnicerthia unirufa*), Conirostro rufo (*Coniostrom rufum*), Altapetes cabeciblanco (*Atlapetes pallidinucha*), Abanico cariblanco (*Myioborus ornata*), Jilguero andino (*Spinus spinescens*), Terlanque pechiazul (*Andigena nigrirostris*), y Paramero cobrizo (*Eriocnemis cupreiventris*). Estas dos últimas se encuentran **casi amenazadas** por Garcés-Restrepo (2014) y IUCN, respectivamente (Anexo 4 - fotos 35 a 37).

Las dos especies endémicas de Colombia registradas en el presente estudio son: Rastrojero rabilargo (*Synallaxis subpudica*) y Periquito aliamarillo (*Pyrrhura calliptera*). Esta última está catalogada como **vulnerable** por Renjifo y colaboradores (2014) y IUCN (Anexo 4); y también es la única registrada en el listado de especies silvestres amenazadas que se encuentran en el territorio nacional de Colombia expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Resolución 192 del 10 de febrero de 2014). Se han tomado medidas para la conservación de esta especie como el AICA Reserva Periquito aliamarillo (macizo Mamapacha) en los municipios de Chinavita y Garagoa, pero dados los movimientos estacionales y requerimientos nutricionales de esta especie es importante conservar todos las áreas que utiliza.



Fotos 35 a 37. Ejemplos de aves de importancia por su distribución y categoría de conservación.
Arriba: Zumbadores de gorgera (*Chaetocercus heliodor*); hembra izquierda, macho derecha.
Abajo: Terlanque pechiazul (*Andigena nigrirostris*).

6.16. Amenazas antrópicas para las aves

En cuanto a amenazas, no se reportó tráfico ilegal de fauna en la zona, pero cabe anotar que 19 especies (Anexo 4) encontradas en el área de la Cuchilla de San Cayetano se encuentran en el apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES⁸): todos los strigiformes (3 spp.), colibríes (13 spp.), loros (2 spp.) y falcónidos (1 spp.). Una de las amenazas que enfrentan las aves en ecosistemas intervenidos es la caza furtiva, sin embargo en la Cuchilla de San Cayetano las especies más susceptibles, e.g. la Pava andina (*Penelope montagnii*), son relativamente comunes y no se obtuvo información de su uso como fuentes de alimento (aparte de la ocasional caza furtiva).

⁸ <https://www.cites.org/eng/app/appendices.php>

En las encuestas con la comunidad se obtuvo información sobre una especie que no fue registrada en la zona pero que es perseguida por cazadores locales: la Pava negra (*Aburria aburri*). Esta especie está catalogada como casi amenazada por IUCN, y los pobladores de la zona reportan migraciones estacionales lo que justifica estudios en épocas contrastantes para entender sus requerimientos ecológicos y proteger hábitats idóneos para su subsistencia. En esta misma situación se encuentran otras dos especies registradas por medio de las encuestas con pobladores locales: el Águila real (*Spizaetus isidori*) y el Cóndor andino (*Vultur gryphus*), consideradas amenazadas por IUCN y Rodríguez-Mahecha y Orozco (2002), respectivamente. De acuerdo a las entrevistas, la caza de estas especies se hace ya sea para su consumo o para la protección de animales domésticos (e.g. gallinas), y menos frecuentemente para la protección de cultivos (por ejemplo el Quenqué, *Cyanocorax yncas*).

García-Salinas y colaboradores (2002) reportan que el uso de fauna silvestre en una zona relativamente cercana a la Cuchilla de San Cayetano (Serranía de Mamapacha) se concentra en mamíferos y en menor medida en Pavas y aves pequeñas. Sin embargo la principal amenaza para las aves de la zona es la destrucción de su hábitat debido a potrerización (acompañada de quemadas para “limpiar” potreros), por lo que no sólo se deben proteger los pocos bosques primarios remanentes sino también proteger áreas en proceso de regeneración (potreros enmalezados), ayudando con una reforestación de especies nativas claves para las aves y otros animales. Otro tipo de amenazas resultan de las limitadas acciones de control y vigilancia en la zona, ya que en ella se encontraron rastros de actividad humana destruyendo hábitat (tala y químicos) y una semana después del muestreo se encontró un laboratorio de cocaína en la Cuchilla de San Cayetano^{9, 10}.

6.17. Migratorias, reproducción y extensiones de rango

La Cuchilla de San Cayetano presenta hábitats idóneos para especies migratorias de prioridad para conservación como Pibí boreal (*Contopus cooperi*) y Reinita cerúlea (*Dendroica cerulea*) considerados por IUCN como casi amenazado y vulnerable, respectivamente. Estas y muchas otras especies de aves migratorias boreales no fueron registradas en el presente trabajo porque pasan su temporada reproductiva (mayo - agosto) en Norteamérica. La única especie de ave migratoria registrada fue Fiofío crestiblanco (*Elaenia albiceps*), migratoria austral poco común en la zona. Otras especies de aves que pueden presentarse en la zona son las que siguen fructificaciones y floraciones estacionales, por ejemplo Stiles y Rosselli

⁹ <http://www.caracol.com.co/noticias/regionales/descubren-laboratorio-de-cocaina-en-reserva-natural-de-boyaca/20150724/nota/2865287.aspx>

¹⁰ <http://www.elespectador.com/noticias/nacional/encuentran-laboratorio-de-cocaina-una-reserva-natural-d-articulo-574712>

(1998) reportan que en Chingaza especies de loros y gorriones siguen la temporada reproductiva del Chusque.

Durante los muestreos varias especies estaban en temporada reproductiva (anidando o alimentando jóvenes) (fotos 38 y 39): Tapaculo negruzco (*Scytalopus latrans*), Caica andina (*Gallinago jamesoni*), Pinchaflor enmascarado (*Diglossa cyanea*), Pinchaflor azulado (*Diglossa caerulescens*), Cacique montaño (*Cacicus leucoramphus*), Tiranuelo gorgiblanco (*Mecocerculus leucophrys*), Tángara negriazul (*Tangara vassorii*), Golondrina ahumada (*Orochelidon murina*).

Un par de especies registradas en la zona representan extensiones significativas de rango (*sensu* BirdLife International¹¹): el Mosquero hermoso (*Nephelomyias pulcher*) y el Picoplano crestiamarillo (*Platyrinchus mystaceus*). La primera es una extensión de rango hacia el noroccidente de la población en la cordillera oriental, y la segunda una extensión de rango altitudinal (Anexo 4).



Fotos 38 y 39. Reproducción y amenazas. Izquierda: Nido de Caica andina (*Gallinago jamesoni*). Derecha: Árboles sin hojas evidenciando una quemadura relativamente reciente en el páramo

6.18. Hábitats de importancia para conservación

Comparar con zonas relativamente cercanas, a elevaciones similares, pero con menor impacto por la potrerización, como el PNN Chingaza (Vargas y Pedraza 2004), es importante pues nos da indicios de los hábitats comparativamente más degradados, y las posibles especies que se han extinto localmente. Entre las familias más numerosas, la principal diferencia entre las encontradas en Chingaza y la Cuchilla de San Cayetano es la familia Trochilidae (colibríes).

En el PNN Chingaza fueron registradas 20 especies mientras que en el presente trabajo sólo 13, siendo notoria la ausencia de colibríes de páramo como *Oxypogon guerinii*, *Chalcostigma heteropogon*, *Pterophanes cyanopterus* y *Ramphomicron microrhynchum*. Esto puede deberse a que el frailejón visitado en el Cerro del

¹¹ <http://www.birdlife.org/>

Cóndor, localidad de Guayatá (Fonseca Arriba), se encontraba en recuperación luego de una evidente quema extendida en probablemente toda el área de páramo. Esto también puede indicar porqué en el presente estudio uno de los hábitats con menor riqueza y abundancia de aves fue el páramo mientras que en Chingaza se registran 84 especies y 15 especies exclusivas a este hábitat (Vargas y Pedraza 2004).

Otra diferencia importante con Chingaza fue que en la Cuchilla de San Cayetano y hábitats aledaños los cuerpos de agua están rodeados por potreros, lo que modifica enormemente su idoneidad para aves asociadas a éstos; ninguna de las siguientes especies registradas en Chingaza como asociadas a hábitats acuáticos se encontró en este muestreo: Pato de páramo (*Anas flavirostris*), Pato de pico azul (*Oxyura jamaicensis*), Mirla de agua (*Cinclus leucocephalus*), Chorlito (*Actitis macularia*), Rascón andino (*Rallus semiplumbeus*), y Cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*). Estas dos últimas especies son ambas endémicas (cf. Chaparro-Herrera et al. 2013) y amenazadas (IUCN¹²).

Los hábitats en los que se encontró mayor riqueza y abundancia de aves (Anexo 5) fueron Borde de Bosque y Bosque Secundario. Este resultado tiene eco en la teoría de disturbio intermedio (Connell 1978) que ha sido estudiada en diversas comunidades aviares (e.g. McWethy et al. 2010, Clavero et al. 2011), sin embargo, el tipo de hábitat que tuvo la curva de rango abundancia con menor pendiente fue “Conservado”, lo que indica su mayor equitatividad (una medida importante de diversidad). Este tipo de hábitat incluye Bosque Primario en el cual probablemente no se detectó la misma proporción del total de especies presente debido a sus características de baja detectabilidad.

La combinación de estos resultados resalta la importancia de proteger tanto los hábitats conservados, como de fomentar y dirigir el proceso de sucesión en potreros abandonados.

6.19. Mastozoofauna

De acuerdo con el Plan General de Ordenación Forestal de Corpochivor (2013), la cuchilla de San Cayetano contiene algunos de los últimos relictos de ecosistemas forestales subtropicales que subsisten en la región. La misma Corporación, identifica que la cuchilla de San Cayetano también es un área prioritaria de conservación puesto que provee el capital hídrico y forestal de esas tres entidades administrativas. Los tres municipios de hecho tienen una extensa historia de aprovechamiento de sus ecosistemas que se extiende más allá del periodo prehispánico, la cual ha sido tan intensa que al menos en la zona muestreada, durante el trabajo de campo realizado como parte del presente estudio, difícilmente pueden encontrarse bosques nativos por debajo de los 2400 msnm, de manera tal

¹² <http://www.iucnredlist.org/>

que los únicos bosques que mantienen cierta funcionalidad natural se hallan por encima de esa cota altitudinal.

El paisaje por encima de 2400 msnm muestra indicios de una recuperación natural. Algunos potreros han sido abandonados y la vegetación ha empezado su proceso de colonización, lo que permitirá recuperar zonas intensamente transformadas debido a la explotación agrícola y ganadera. Es probable que este fenómeno de restauración se deba a la escasez de mano de obra joven en los municipios visitados y al envejecimiento de la población, lo que hace que las familias no tengan capacidad de “mantener” los potreros y se inicie el proceso de sucesión secundaria de la vegetación. Entre los 3100 (máxima altitud del área evaluada) y 2400 msnm es posible encontrar diferentes estructuras de vegetación relativamente bien conservadas, entre las que se destaca fragmentos importantes de selvas andinas y páramos. No obstante, el fragmento de páramo que se encuentra en la Cuchilla de San Cayetano es ciertamente pequeño en extensión, por lo que parece ser una diminuta isla, lo que puede llevar a pensar a que es un páramo relictual, que si bien encajaría dentro del concepto de archipiélagos terrestres de van der Hammen y Otero (2007), podría estar aislado de otras formaciones con características similares que tienen mayor extensión, por lo que su comportamiento funcional podría ser atípico.

Selvas andinas (o bosques andinos) y también páramos persisten en nuestros días en las montañas del Departamento de Boyacá, algunas con un considerable estado de conservación, lo que les valió para ser consideradas como áreas protegidas. Un ejemplo de tales formaciones pueden ser las vegetaciones del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque o del Santuario de Fauna y Flora Guanentá Alto Río Fonce. Aunque indudablemente la cuchilla de San Cayetano no está en iguales condiciones de conservación, si contiene una biota sobresaliente que amerita su conservación.

A largo plazo, los bosques de la Cuchilla de San Cayetano podrían expandirse, lo cual repercutiría positivamente en el capital hídrico de la zona, asegurando por ejemplo, el sostenimiento de la Central Hidroeléctrica de Chivor. No hay duda de que la Cuchilla de San Cayetano es un área prioritaria para la conservación a nivel regional.

6.19.1. Métodos

Estimación de la diversidad potencial de mamíferos

Se consultaron dos bases de datos nacionales para establecer la lista de mamíferos potencialmente presentes en la Cuchilla de San Cayetano. En primer lugar se consultó la base de datos de la Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Ciencias Naturales (ICN, 2004) y en segundo la lista actualizada de la riqueza y endemismo de mamíferos de Colombia (Solari *et al.*, 2013). La lista resultante se basó en la diversidad presente de manera confirmada en el departamento de Boyacá y posteriormente se realizó un filtro de altitud para reducir la lista en el sentido de pertinencia a los sistemas montanos preponderantes en la Cuchilla de San Cayetano (Gardner, 2008; Patton *et al.*, 2015). Para las categorizaciones de amenaza, se consultaron: el libro Rojo de mamíferos de Colombia de Rodríguez-

Mahecha, *et al.* (2006), la lista de especies de CITES de PNUMA-CMCM. (2011), la lista roja de especies amenazadas de la UICN (2009), así como la lista general de mamíferos en riesgo según la Resolución 192 de 2014 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que declara los taxones de mamíferos colombianos incluidas en algún grado de amenaza de extinción.

6.19.2. Muestreo

Desde el 4 de julio al 15 de julio de 2015 se realizó un levantamiento sistemático de la diversidad masto-faunística en la Cuchilla de San Cayetano en el departamento de Boyacá. El muestreo se concentró en dos (2) localidades de muestreo; una en el municipio de Guayatá y otra en el municipio de Chivor (Localidades 1 y 2).

Los puntos de muestreo de la Localidad 1 se concentraron en el municipio de Guayatá en la vereda Fonsaque arriba y sus alrededores, donde se incluye el Cerro de los Cóndores, correspondiente al lugar más alto de la Cuchilla de San Cayetano. De otro lado los puntos de muestreo de la Localidad 2 se concentraron en el pie de un bosque andino en el límite entre los municipios de Chivor y Somondoco (figura 56).

Para la caracterización de la mastofauna presente en cada una de las localidades se emplearon cuatro técnicas diferentes y complementarias:

(1) Montaje de trampas Sherman para la captura de roedores (foto 40): En ambas localidades se instalaron sets de 50 trampas Sherman para la captura de roedores en tres sitios escogidos (Páramo en la Localidad 1, Bosque andino en la Localidad 1 y Bosque andino en la Localidad 2). En cada uno de esos tres sitios se instalaron 50 trampas Sherman plegables de aluminio galvanizado. Las trampas empleadas fueron cebadas con una mezcla de mantequilla de maní, avena en hojuelas y diferentes esencias usadas en repostería. Las trampas, luego de ser instaladas, fueron revisadas y recebadas todos los días entre las 8:00 y las 10:00 horas.

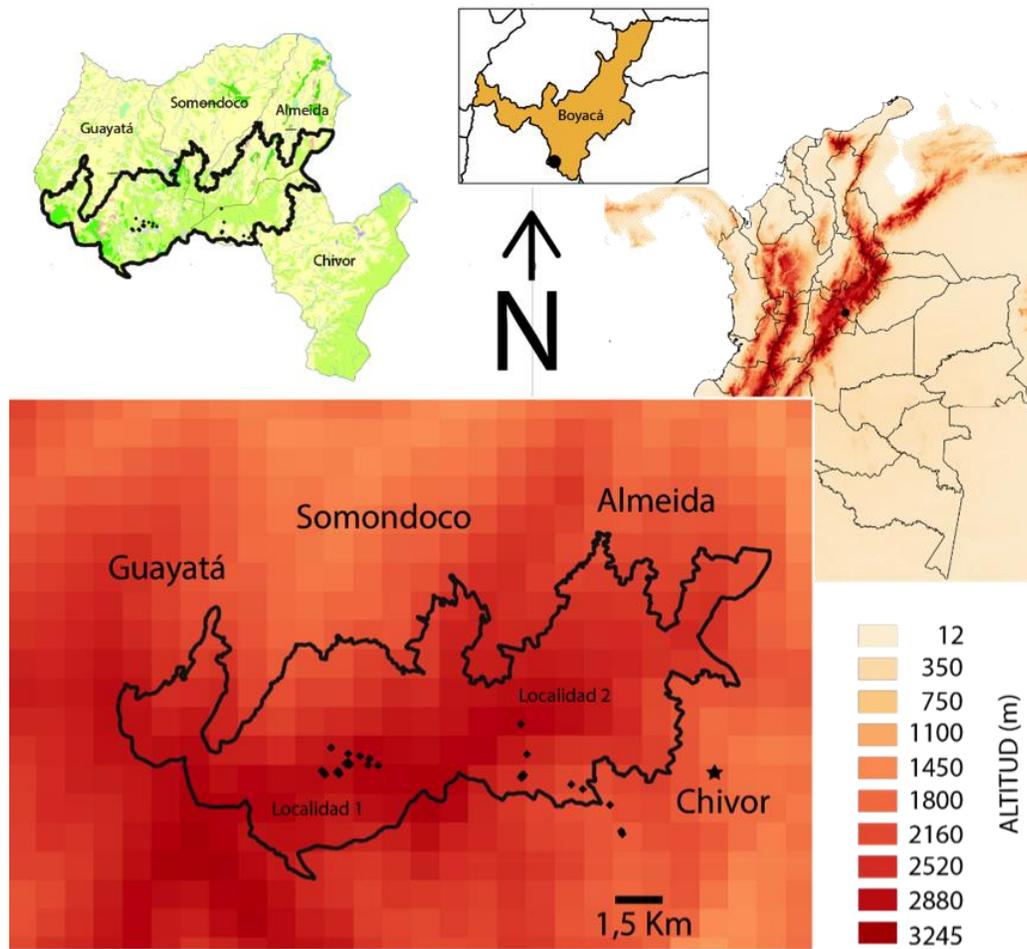


Figura 56. Zona de trabajo y Localidades de Muestreo

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)



Fotos 40 y 41. Montaje de Trampas Sherman (Izquierda) y Redes de Niebla (Derecha)

(2) Montaje de redes de niebla para la captura de murciélagos (foto 41): Los murciélagos se capturaron utilizando 8 redes de niebla de nylon poliéster, de 10 m de longitud por 3 m de alto. La instalación de las redes se realizó durante las noches, desde las 18 hasta las 22 horas. A todos los murciélagos capturados se les registraron las dimensiones morfométricas siguiendo a Nagorsen & Peterson (1980): Longitud Total, Longitud de la Cola, Longitud de la Pata, Longitud de la Oreja, Longitud del Antebrazo; peso, sexo, estado reproductivo y edad (según la osificación de las falanges y la coloración del pelaje); en las notas de campo se incluyó información ecológica, como la fecha de captura, hora, unidad de vegetación y ubicación en la red. De igual manera se estableció la identidad taxonómica de cada individuo (Gardner 2007), el cual luego de ser fotografiado era liberado posteriormente en el hábitat.

(3) Montaje de trampas cámara (foto 42): La metodología de trampas cámara es útil para reunir información sobre la presencia de especies de mamíferos elusivos difíciles de capturar o demasiado grandes como para hacer un manejo de las mismas. En consecuencia en las dos localidades muestreadas se instaló un conjunto de seis (6) trampas cámara, las cuales fueron ubicadas en sendas, que fueron interpretadas como vías utilizadas frecuentemente por animales silvestres. Las trampas permanecieron diferentes días funcionando luego de ser instaladas y en algunos casos se revisaron a diario, mientras que en otro las trampas permanecieron sin revisar hasta el fin del muestreo. En todos los casos se utilizó un modelo híbrido de trampeo (video y fotografía), durante 24 horas con una frecuencia de fotografías de 3 luego de cualquier estimulación del sensor infrarrojo.

(4) Entrevistas informales (foto 43): Las personas que habitan en áreas rurales suelen tener un estrecho vínculo con la fauna, por ello y con el fin de obtener información sobre la presencia de mamíferos medianos y grandes que habitan el área de interés y que no se pueden registrar con los métodos de muestreo estándar, se realizaron entrevistas informales a los habitantes de la zona con ayuda de la guía de mamíferos de Emmons & Feer (1997). Igualmente se les preguntó a las personas si dentro de sus piezas de caza se encontraban restos de mamíferos como pieles o cráneos.

(5) Transectos libres (foto 44): Con el objetivo de identificar huellas, rastros o cualquier otro tipo de indicios de mastofauna, se realizaron caminatas libres alrededor de los sitios de muestreo. En estas caminatas libres se identificaron también posibles refugios de murciélagos (foto 45) y además se establecieron los mejores lugares para instalar las trampas cámara.

La determinación taxonómica de los individuos observados o capturados en campo, al grado de especie, se realizó siguiendo el ordenamiento taxonómico propuesto por Wilson & Reeder (2005). Los órdenes Chiroptera y Didelphimorphia siguieron la propuesta de Gardner (2007), mientras que la clasificación de Rodentia se guió por el trabajo de Weskler y colaboradores (2006). Las claves taxonómicas, las

descripciones y fotografías incluidas en las guías de campo de Tirira (2007), Emmons y Feer (1999) y la publicación de Gardner (2007), se utilizaron en el proceso de identificación



Fotos 42 a 45. Arriba: Cámaras Trampa (Izquierda), Entrevistas con Pobladores (Derecha).
Abajo: Transectos libres (Izquierda), Inspección de refugios (Derecha)

6.19.3. Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo para la captura de roedores en trampas fue definido mediante el número de trampas (NT) empleadas en una noche, el de murciélagos en redes fue definido por los metros de red de niebla (MR) y el esfuerzo de muestreo de cámaras trampa fue calculado por el número de trampas puestas (T). Todos los parámetros se ponderan de acuerdo al número de noches en que se repetía la actividad (N) (Voss y Emmons, 1996). Es así como se obtienen las siguientes ecuaciones que describen el esfuerzo de muestreo para el muestreo de pequeños mamíferos:

- Esfuerzo de captura de mamíferos pequeños terrestres = $NT \times N$
- Esfuerzo de captura de mamíferos pequeños voladores = $MR \times N$
- Esfuerzo de captura de mamíferos en trampas cámara = $T \times N$

El esfuerzo de muestreo de mamíferos medianos y grandes fue descrito por la intensidad con que se realizaron los transectos y las entrevistas. El esfuerzo acometido en la realización de recorridos de observación (transectos en este estudio), está definido por su longitud (L en Km), el tiempo que requirió realizarlo (T en horas) y el número de observadores que lo efectuaron (O).

Esfuerzo de cada transecto = $L \times T \times O$

Esfuerzo total transectos = $(L \times T \times O) \times$ Número total de transectos

En cuanto a las entrevistas, la manera más recomendable de calcular el esfuerzo es el número total de entrevistados, los cuales deberían contar con autoridad para hablar de fauna silvestre. Los elementos que hacen idónea a una persona para esta actividad son relativos a su conocimiento de la fauna local y pueden tener un origen diverso, como tiempo de habitación en el área, actividad económica o profesión.

3.1.4. Tratamiento de los datos

Para calcular el esfuerzo total se consideraron todas las formas de muestreo empleadas para reunir información sobre la mastofauna silvestre presente en el área. Para ello se construyó una curva de acumulación de especies usando el programa EstimateS (Colwell & Coddington, 1994) con una aleatorización de datos de 1.000 repeticiones, la gráfica fue construida en Microsoft Excel® y se incluyeron en ella estimadores para describir la diversidad encontrada: Michaelis Menten (Media), Rarefracción (Media), Chao2 (Media) y Jack Knife 2 (media), que son estimadores útiles cuando se cuenta con datos de abundancia de las especies como es el caso.

6.19.3. Descripción de los puntos de muestreo en las localidades

En cada una de las localidades de muestreo el levantamiento de la información se concentró en las coberturas vegetales más preponderantes, las cuales fueron estratégicamente definidas con el objetivo de abarcar la mayor cantidad de formaciones boscosas naturales o en buen estado de conservación. En esta comprobación se evidenció la presencia de muy pocas formaciones vegetales con buen grado de conservación por debajo de los 2400 m en la Localidad 2, y que la Localidad 1 se haya en un mejor grado de conservación y con mayores indicios de recuperación. Las coberturas vegetales presentes se describen brevemente a continuación:

Páramo en la Localidad 1: Este punto de muestreo es el de mayor altitud durante el muestreo y consistió en un segmento de Páramo en la cima de una montaña, muy cerca al sitio conocido como Cerro de los Cóndores. Las coordenadas que describen este sitio son 4° 53' 29,80" N; 73° 28' 14,42" W y 4° 53' 29,45" N; 73° 28' 3,76" W (fotos 46 y 47). Este punto de muestreo según relatos de los pobladores locales, ha sufrido cambios intensos de composición puesto que en tiempos pretéritos (1950's), había allí un usufructo ganadero de ovejas. Según la información

recopilada, esta actividad incitó al ahuyentamiento de osos (*Tremarctos ornatus*) y la destrucción de la vegetación nativa. En la visita a este punto se evidenció la presencia de una población de frailejones no muy altos (no más de 1 metro de altura), algunos arbustos y plantas naturales de páramo, lo cual sugiere un largo proceso de regeneración. En este punto se instalaron 25 trampas Sherman así como también 3 trampas cámara.

Bosque Altoandino en la Localidad 1: El camino que conducía hacia el punto de páramo anteriormente descrito, pasaba por un bosque que se desarrolla en torno a un curso de agua, el cual no era muy profundo. Este bosque que prospera a 2900 msnm tiene elementos de vegetación nativos y pese a que era evidente que toda el área fue destinada en el pasado al pastoreo de ganada bovino, la vegetación cercana a los cursos de agua lucían en buen estado de conservación. En este extenso parche de bosque en diferentes puntos, en torno a un área de más o menos 1 Km², se hizo un muestreo de trampas Sherman (25 trampas) y redes de niebla, de igual manera se hicieron transectos y se montaron cámaras trampa (foto 48).

Bosque Andino en la Localidad 2: La localidad 2 tenía un aspecto menos conservado que la primera. En primer lugar había más potreros y en segundo lugar los cursos de agua no estaban protegidos por bosques protectores de cauce, lo que provoca diferentes accidentes geográficos locales debido al “ablandamiento” de la tierra. En consecuencia, pocos bosques permanecían conservados en dicha localidad. Se identificó un parche de bosque de menos de 0,15 Km² ubicado en torno a las coordenadas 4° 53' 17,09" N; 73° 25' 35,12" W, sobre el cual se ubicaron 50 trampas Sherman, trampas cámara y por supuesto redes de niebla todas las noches (foto 49).





Fotos 46 a 49. Arriba: *Páramo en la Localidad 1 (3000 m)* (Izquierda), . *Bosque alto-andino en la localidad 1 (2600-2800m)* (Derecha). Abajo: *Bosque alto-andino en la localidad 1 (2900 m)* (Izquierda), *Bosque Andino en la Localidad 2 (2400 m)* (Derecha)

6.19.4. Descripción de la ubicación horizontal y vertical de las especies

La ubicación horizontal y vertical de los mamíferos se puede entender desde los conceptos de diversidad alfa (puntual), beta (comparativo entre áreas) y gamma (regional); abarcando todas las escalas de la diversidad posibles para este inventario. Para identificar la diversidad alfa puntual se redactan los datos de libreta de campo discriminados por localidades. La diversidad beta será una comparación entre las localidades y finalmente la diversidad Gamma será estimada a partir de la lista potencial de especies.

6.20. Especies potencialmente presentes en el área de estudio

Según la lista actual de mamíferos de Colombia (Solari *et al.*, 2013) en el área de estudio podrían habitar hasta un máximo de 82 especies potenciales de mamíferos (Tabla 39). Las 82 especies resultantes fueron obtenidas filtrando la lista preliminar de mamíferos de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, a taxones que estuvieran presentes por encima de los 2000 metros y que se encontraran asociados a la ladera oriental de la cordillera.

Tabla 39. *Especies potencialmente presentes en la Cuchilla de San Cayetano*

Orden	Familia	Especie	Altitud
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama rufina</i> (Pucheran, 1851)	1500-4000
		<i>Odocoileus goudotii</i> (Gay & Gervais, 1846)	3500-4000
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	0-2800
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	0-3400
		<i>Leopardus tigrinus</i> (Schreber, 1775)	1600-4800
		<i>Puma yagouaroundi</i> (É. Geoffroy Sant-Hilaire, 1803)	0-3200
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i> (Boddaert, 1785)	0-3100
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	0-3200
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)		0-2800	

Orden	Familia	Especie	Altitud	
Chiroptera	Procyonidae	<i>Mustela frenata</i> Lichtenstein, 1831	0-3600	
		<i>Bassaricyon gabbii</i> J.A. Allen, 1876	0-2500	
		<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	0-3600	
		<i>Nasuella olivacea</i> (Gray, 1865)	1700-4100	
		<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	0-3000	
	Ursidae	<i>Procyon cancrivorus</i> (G. Cuvier, 1798)	0-2350	
		<i>Tremarctos ornatus</i> (F.G. Cuvier, 1825)	200-4000	
	Emballonuridae	<i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821)	265-2760	
	Molossidae	<i>Nyctinomops aurispinosus</i> (Peale, 1848)	0-2600	
		<i>Tadarida brasiliensis</i> (L. Geoffroy, 1824)	240-2600	
	Phyllostomidae	Anoura	<i>Anoura caudifer</i> (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1818)	500-2880
			<i>Anoura cultrata</i> Handley, 1960	1050-2360
			<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	500-3600
			<i>Anoura luismanueli</i> Molinari, 1994	1600-2750
			<i>Anoura peruana</i> (Tschudi, 1844)	1050-3400
			<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	0-2600
			<i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821)	265-2760
			<i>Dermanura bogotensis</i> (K. Andersen, 1906)	1100-2600
			<i>Dermanura glauca</i> (Thomas, 1893)	0-2880
			<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy Saint Hilaire, 1810)	0-3100
		Vespertilionidae	<i>Enchisthenes hartii</i> (Thomas, 1892)	0-2475
			<i>Micronycteris megalotis</i> (Gray, 1842)	25-2400
			<i>Platyrrhinus albericoi</i> Velazco, 2005	650-2500
			<i>Platyrrhinus dorsalis</i> (Thomas, 1900)	0-2500
			<i>Platyrrhinus nigellus</i> (Gardner & Carter, 1972)	620-2750
			<i>Platyrrhinus umbratus</i> (Lyon, 1902)	250-2000
			<i>Sturnira bidens</i> (Thomas, 1915)	870-3100
			<i>Sturnira bogotensis</i> Shamel, 1927	1200-3100
<i>Sturnira erythromos</i> (Tschudi, 1844)			1500-3500	
<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy Saint Hilaire, 1810)			0-1900	
Vespertilionidae	<i>Sturnira ludovici</i> Anthony, 1924	870-2880		
	<i>Eptesicus andinus</i> J.A. Allen, 1914	2400-3300		
	<i>Eptesicus fuscus</i> (Palisot de Beauvois, 1796)	1500-3100		
	<i>Eumops glaucinus</i> (J.A. Wagner, 1843)	0-2800		
	<i>Histiotus humboldti</i> Handley, 1996	1880-2600		
	<i>Histiotus montanus</i> (Philippi & Landbeck, 1861)	2500-3600		
	<i>Lasiurus blossevillii</i> (Lesson, 1826)	500-2600		
	<i>Lasiurus cinereus</i> (Palisot de Beauvois, 1796)	1700-3500		
	<i>Myotis keaysi</i> J.A. Allen, 1914	950-3500		

Orden	Familia	Especie	Altitud
		<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	0-2800
		<i>Myotis riparius</i> Handley, 1960	0-2500
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasytus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	0-3100
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i> (Zimmermann, 1780)	0-2600
		<i>Didelphis marsupialis</i> Linnaeus, 1758	0-2500
		<i>Gracilinanus dryas</i> (Thomas, 1898)	3000
		<i>Gracilinanus marica</i> (Thomas, 1898)	1500-2600
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	0-3800
Paucituberculata	Caenolestidae	<i>Caenolestes fuliginosus</i> (Tomes, 1863)	2000-3800
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus pinchaque</i> (Roulin, 1829)	1400-4000
Rodentia	Caviidae	<i>Cavia porcellus</i> (Linnaeus, 1758)	100-3500
	Cricetidae	<i>Chibchanomys trichotis</i> (Thomas, 1897)	2400-3700
		<i>Chilomys instans</i> (Thomas, 1895)	1400-3400
		<i>Ichthyomys hydrobates</i> (Winge, 1891)	800-3000
		<i>Microryzomys minutus</i> (Tomes, 1860)	800-3600
		<i>Nephelomys childi</i> (Thomas, 1895)	1350-2600
		<i>Oligoryzomys fulvescens</i> (Saussure, 1860)	0-3300
		<i>Rhipidomys fulviventris</i> Thomas, 1896	2400-3100
		<i>Rhipidomys latimanus</i> (Tomes, 1860)	1000-3300
		<i>Sigmodon hirsutus</i> (Burmeister, 1854)	0-3000
		<i>Thomasomys aureus</i> (Tomes, 1860)	2000-3400
		<i>Thomasomys hylophilus</i> Osgood, 1912	2500-3200
		<i>Thomasomys niveipes</i> (Thomas, 1896)	2700-3700
		<i>Thomasomys laniger</i> (Thomas, 1895)	2600-3000
			Cuniculidae
	Dinomyidae	<i>Dinomys branickii</i> Peters, 1873	300-3400
	Erethizontidae	<i>Coendou rufescens</i> (Gray, 1865)	1500-3100
		<i>Coendou vestitus</i> Thomas, 1899	1300-2500
	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i> Humboldt, 1811	0-3800
		<i>Sciurus pucheranii</i> (Fitzinger, 1867)	650-2745
Soricomorpha	Soricidae	<i>Cryptotis brachyonyx</i> Woodman, 2003	1300-2715
		<i>Cryptotis thomasi</i> (Merriam, 1897)	2800-3500

Fuente: Modificado de Solari et al., (2013), mediante filtro por departamento y altitud

6.21. Esfuerzo de muestreo

(1) Redes de niebla: Se instalaron redes de niebla en las dos localidades durante todas las noches, salvo en los momentos en los que hubo lluvia. Los esfuerzos de muestreo para ambas localidades fueron diferentes y estuvieron de acuerdo con la ecuación: Esfuerzo = MR x N. En total se emplearon 480 metros de red/noche en la Localidad 1 y 320 metros de red/noche la Localidad 2, para un total de 800 metros de red/noche en las dos localidades. La Localidad 2 tuvo mayor éxito de muestreo de murciélagos en relación con la Localidad 1, pese a que intencionalmente se intentó equiparar las diferencias haciendo más esfuerzo de muestreo en la Localidad 1.

(2) Trampas Sherman: Se contó con un total de 50 trampas Sherman para el muestreo de pequeños mamíferos terrestres (fotos 50 y 51). En la Localidad 1 el set de trampas se distribuyó en los dos puntos de muestreo principales en partes iguales: 25 trampas en el páramo y 25 en un sector de bosque alto-andino. Con cada set de 25 trampas se buscó muestrear zonas de transición, por lo que en el páramo el muestreo se concentró en una transición frailejonal-arbustal, mientras que en el punto del bosque se buscó una transición entre un pajonal y el bosque propiamente dicho. De acuerdo con la ecuación: $\text{Esfuerzo} = NT \times N$, el esfuerzo en la Localidad 1 fue de 350 trampas/noche, mientras que en la localidad 2 se hizo un esfuerzo total de 200 trampas/noche.

(3) Trampas cámara: En total se contó con un total de 6 trampas cámara con las cuales se intentaron diferentes tipos de montaje. Si bien las trampas siempre son detectadas por los animales (Meek *et al.*, 2014), es posible que ellos se habitúen a la presencia de estos aparatos si les deja un tiempo prudencial en cada instalación. Este estudio dejó las trampas por un mínimo de tres días en cada instalación y de acuerdo a la ecuación: $\text{Esfuerzo} = T \times N$, el esfuerzo de trampas cámara en la Localidad 1 fue de 43 trampas/noche, mientras que en la Localidad 2 fue de 24 trampas/noche.

(4) Entrevistas: En total se realizó un total de 7 entrevistas a personas con amplio conocimiento de la fauna local en la medida que han vivido en el territorio durante bastante tiempo, en promedio 52 años de permanencia. Estas entrevistas pusieron en contexto el muestreo en el sentido climático, puesto que en todas las ocasiones se puso de manifiesto que se estaba en época húmeda y que la diversidad podría ser mayor en épocas climáticas más benévolas.



Fotos 50 y 51. Instalación de una trampa cámara alta sobre un árbol (Izquierda) e Instalación de una trampa cámara baja en un arbusto (Derecha)

6.22. Composición y riqueza de especies encontradas en el muestreo

En el presente estudio se encontraron 30 especies de mamíferos mediante la utilización de todas las técnicas de muestreo (tabla 40).

Tabla 40. Diversidad de la fauna de mamíferos en el área de estudio:

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro					Amenaza			
			RE	TS	FG	EN	RS	A	1	2	3
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama rufina</i>					X		LC	LC	VU
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>				X			LC	LC	LC
	Felidae	<i>Leopardus tigrinus</i>				X			VU	VU	VU
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>				X			LC	LC	LC
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>				X			LC	LC	LC
		<i>Mustela frenata</i>				X		X	LC	LC	LC
	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>				X		X	LC	LC	LC
		<i>Nasuella olivacea</i>				X			LC	LC	LC
<i>Potos flavus</i>					X			LC	LC	LC	
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura geoffroyi</i>	X						LC	LC	LC
		<i>Desmodus rotundus</i>				X			LC	LC	LC
		<i>Enchisthenes hartii</i>	X						LC	LC	LC
		<i>Platyrrhinus dorsalis</i>	X						LC	LC	LC
		<i>Sturnira erythromos</i>	X						LC	LC	LC

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro						Amenaza			
			RE	TS	FG	EN	RS	A	1	2	3	
		<i>Sturnira lilium</i>	X							LC	LC	LC
		<i>Sturnira ludovici</i>	X							LC	LC	LC
	Vespertilionidae	<i>Histiotus montanus</i>	X							LC	LC	LC
		<i>Myotis keaysi</i>	X							LC	LC	LC
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>					X			LC	LC	LC
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>						X		LC	LC	LC
		<i>Marmosa robinsoni</i>						X		LC	LC	LC
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>				X				LC	LC	LC
Paucituberculata	Caenolestidae	<i>Caenolestes fuliginosus</i>			X					LC	LC	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Thomasomys laniger</i>			X					LC	LC	LC
		<i>Nephelomys cf. childi</i>			X					LC	LC	LC
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>					X			LC	LC	LC
		<i>Cuniculus taczanowskii</i>						X		LC	LC	LC
	Erethizontidae	<i>Coendou cf. rufescens</i>						X		LC	LC	LC
	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>					X			LC	LC	LC
Soricomorpha	Soricidae	<i>Cryptotis thomasi</i>			X					LC	LC	LC

RE: Redes de Niebla, TS: Trampas Sherman, FG: Foto Trampa, EN: Entrevista, RS: Rastro, A: Avistamiento.
Amenaza: (1) Rodríguez-Mahecha et al., 2006; (2) MADS, 2014; (3) UICN 2015.

LC: Preocupación Menor. VU: Vulnerable

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Las especies registradas representan aproximadamente el 37% de la diversidad esperada para el área, lo de alguna manera representa un éxito relativamente alto del muestreo, si se tienen en cuenta las condiciones difíciles del terreno y las dificultades climáticas afrontadas. Según las listas nacionales de riesgo de extinción (Rodríguez-M, 2006; MADS, 2014) una (1) especie de las 30 encontradas se encuentra en alguna categoría de amenaza. Esta información coincide con las bases de datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2015).

Una de las especies consideradas vulnerables a la extinción es *Leopardus tigrinus pardinoides*, que se distribuye en Venezuela, Colombia y Ecuador. Esta especie fue registrada en todas las entrevistas, salvo en un caso. De hecho uno de los entrevistados mató un ejemplar el año pasado en cercanías de la Localidad 1 (aunque fuera del área de estudio). La razón es que el animal atacaba las gallinas de su casa, lo que hace pensar en una ausencia de educación ambiental local. Las demás especies pese a ser consideradas como de preocupación menor (LC), pueden atravesar presiones de conservación relacionadas con el deterioro medioambiental sobretodo en el pie del área evaluada, por lo que localmente las poblaciones pueden experimentar otras categorías de riesgo, las cuales no pueden ser identificadas por la ausencia de estudios regionales.

Desde el punto de vista de la riqueza encontrada, el orden con mayor cantidad de especies es *Chiroptera* (figura 57) lo cual suele ser normal en todas las evaluaciones

de mastofauna, principalmente porque hay más especies de quirópteros y porque los muestreos tienen un sesgo hacia las redes. Así que generalmente los segundos lugares de abundancia en los órdenes son los más informativos. En ese sentido resultó inesperado que sea *Carnivora* el segundo orden con mayor cantidad de especies seguido de *Rodentia*. Ello tiene implicaciones ecosistémicas importantes y además pone de manifiesto un estado de conservación relativamente saludable, puesto que no hay mucha diferencia entre las abundancias.

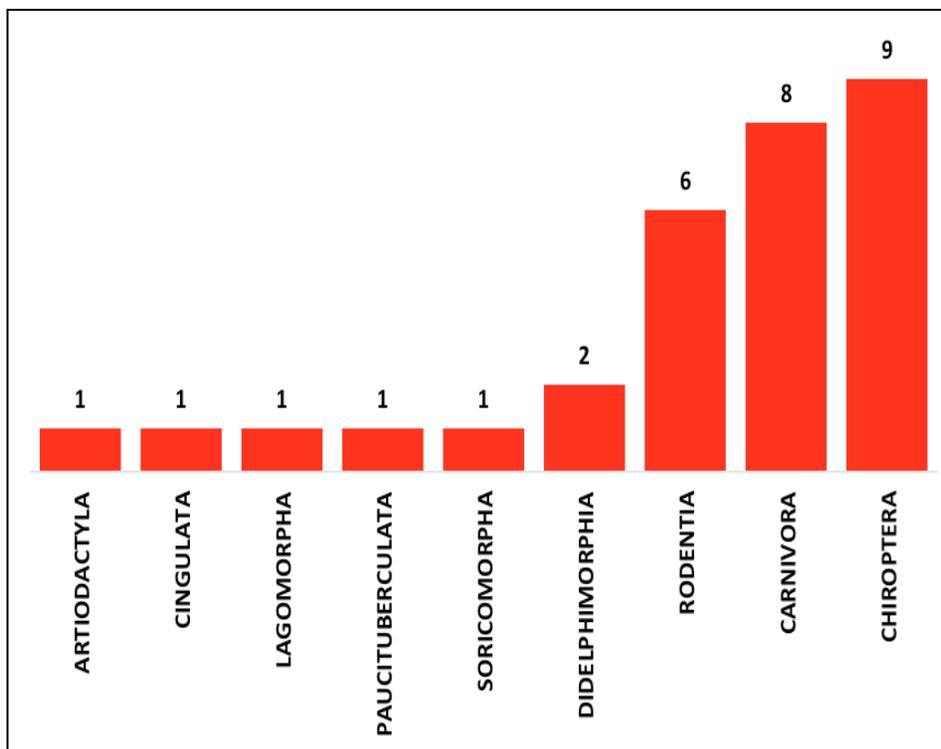


Figura 57. Riqueza de especies de acuerdo al orden

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

En el caso de la riqueza de acuerdo a las familias, que puede poner en mejor contexto los resultados de la riqueza de órdenes de acuerdo con el número de especies, se encuentra consecuentemente que la mayor cantidad de especies la tiene una familia de murciélagos (*Phyllostomidae*), seguida de la familia *Procyonidae* (la cual es una familia de Carnívoros). Posteriormente se alternan nuevamente murciélagos y carnívoros con las familias *Verpertilionidae* y *Mustelidae*, las cuales tienen la misma cantidad de especies que *Didelphidae* (Marsupiales) y *Cuniculidae* y *Cricetidae* (Ratones). Esto señala que si bien el hábito aéreo de los mamíferos está indiscutiblemente dominado por murciélagos, el terrestre está dominado por carnívoros (figura 58), que a juzgar por las abundancias encontradas tienen buena oferta alimentaria gracias a los ratones que son efectivamente muy abundantes en el territorio muestreado (figura 59).

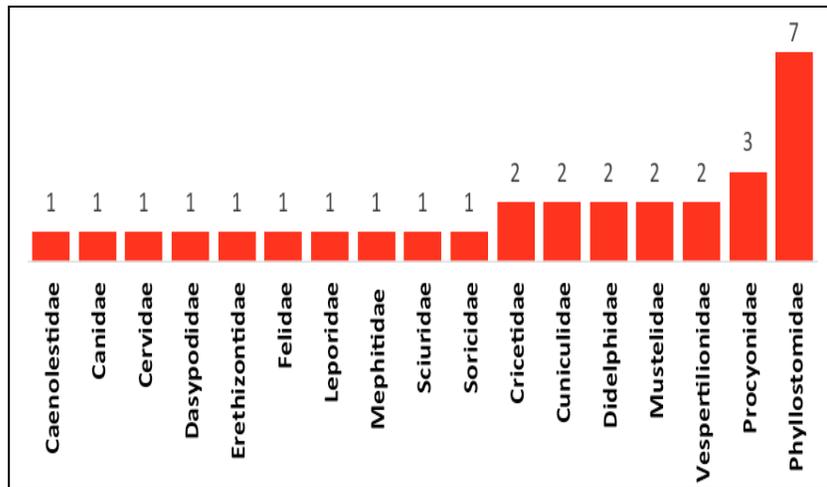


Figura 58. Riqueza de especies de acuerdo a las familias

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

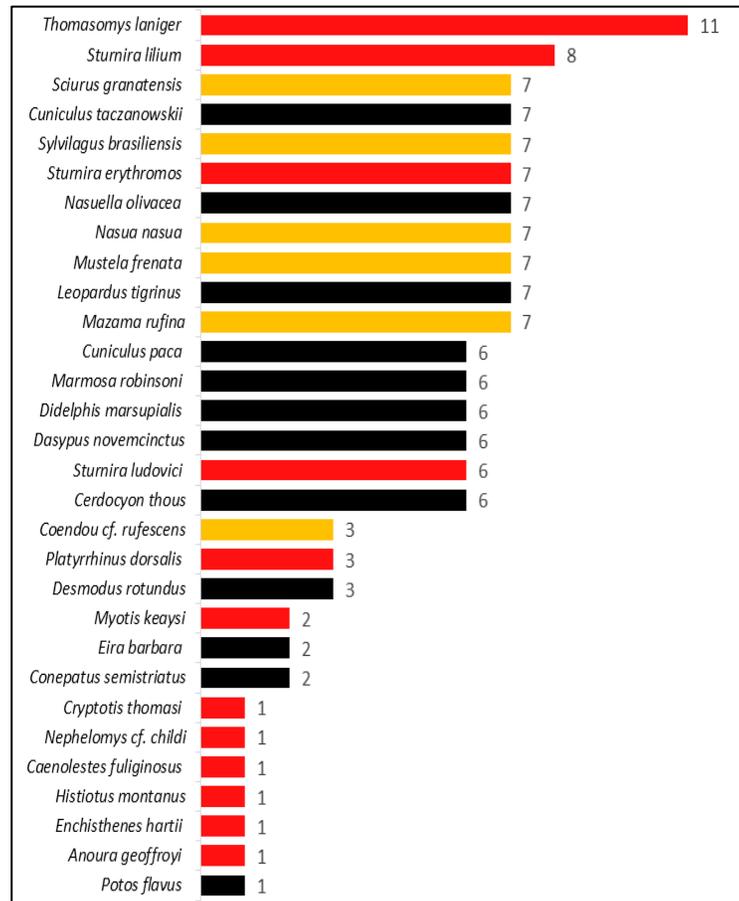


Figura 59. Abundancia de cada una de las especies encontradas.

En negro están las especies identificadas mediante entrevistas, en amarillo aquellas avistadas o cuyos rastros fueron encontrados y que además fueron registradas en entrevistas

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Descendiendo un peldaño más en la escalinata taxonómica, al nivel de la especie, hay dos temas importantes que deben tratarse para representar de un modo amplio el área que se pretende proteger. Por un lado las especies encontradas, que de acuerdo su posición en la opinión pública (carisma) o a su rol en el ecosistema (funcionalidad), pueden servir como especies “sombrija” desde el punto de vista de la conservación, y por el otro lado las especies que no fueron registradas mediante ningún método y deberían estar presentes, que ofrecen una visión de la intervención y su intensidad.

6.23. Especies encontradas y su relevancia ecológica

La primera especie relevante en esta lista es el soche colorado o venado *Mazama rufina* (foto 52), la cual tradicionalmente ha tenido un interés cinegético aunque no se mencionó en ninguna de las entrevistas que fuera pieza de caza. Sin duda se espera que existan venados en áreas protegidas en las montañas de los Andes, por lo tanto es de relativa importancia su detección en este estudio mediante rastros. *M. rufina* es uno de los venados más pequeños de América (pesa hasta 15 Kg) y a la vez uno de los más elusivos. Su presencia en Boyacá ya había sido identificada por Alberico *et al.* (2000) y Cuervo *et al.* (1986) en poblaciones saludables, aunque Lizcano (2010) considera que se trata de un taxón cercano a la amenaza y por su parte la IUCN (2015) la considera como vulnerable a la extinción. Esto refuerza la idea de que es posible que localmente las especies atravesasen por presiones no identificadas, lo que requeriría de una investigación particular del estado poblacional.

La siguiente especie con valor ecológico es el tigrillo (*Leopardus tigrinus*), del cual se conoce poco de su historia natural y hábitos, salvo detalles amplios de la familia, como que son generalmente solitarios y sólo se agrupan durante la época reproductiva. Esta especie fue cazada intensamente a lo largo de su distribución con el objetivo de obtener su piel para posteriormente comercializarla. En la actualidad se le caza principalmente por el daño que causa en las fincas, puesto que es un ávido consumidor de aves de corral, pero su principal amenaza es la desaparición de los bosques a causa del desarrollo agropecuario (Rodríguez-Mahecha *et al.*, 2006). Este estudio mediante una entrevista constató la caza de un ejemplar en el año 2014, no dentro del área destinada a la conservación, pero sí muy cerca de sus límites. Ciertamente la presencia de esta especie en territorios cercanos al área del estudio es relevante para los propósitos de conservación debido a que *L. tigrinus*, es considerada como vulnerable a la extinción según todas las fuentes consultadas.

El mapure o mapurito (*Conepatus semistriatus*), no es necesariamente una especie carismática, ampliamente reconocida o con un reconocido valor ecológico y de ninguna manera se haya amenazada. Sin embargo es una especie muy interesante en la medida que realmente poco se conoce de ella y no ha sido reportada para el departamento de Boyacá, por lo que su registro en entrevistas en este estudio es

de gran valor para las autoridades ambientales departamentales, ya que implica el aumento de la diversidad de mamíferos.

Esto también demuestra que la cuchilla de San Cayetano está relacionada ecológicamente con Cundinamarca, donde esta especie se considera común y particularmente recordada por su defensa contra los depredadores. Su defensa, es quizá el detalle más interesante de la especie, la cual consiste en un fluido de olor fétido expulsado por sus glándulas anales, lo que hace que el registro en entrevistas sea inconfundible. Esta especie, identificada en la Localidad 2 mediante entrevistas, amerita un estudio complementario al igual que *L. tigrinus* en sí mismo y su hallazgo se considera altamente relevante.

Eira barbara y *Mustela frenata* son carnívoros que deberían ser comunes en los bosques andinos de la cordillera Oriental (Cuervo *et al.* 1986) y su presencia es muy importante puesto que indica que la funcionalidad ecosistémica del bosque en el sentido trófico tiene un buen estado de conservación. La Tayra (*Eira barbara*) fue registrada mediante entrevistas y la comadreja (*Mustela frenata*) fue avistada, demostrando que dos depredadores tan voraces como estos puedan existir en el área. Esto pone de manifiesto que hay suficientes pequeños vertebrados para mantener poblaciones de mustélidos, por lo que valdría la pena que se realizara un estudio a largo plazo de estos mamíferos en la zona. En conjunto con estos carnívoros se encontró una gran abundancia al cusumbo o runcho (*Nasua nasua* - foto 53); probablemente uno de los animales más activos de la Localidad 1. Esta deducción se basa en la abundante cantidad de rastros encontrados.



- Fotos 52 y 53. Heces de Mazama (Izquierda) y Runcho (*Nasua nasua*) (Derecha)

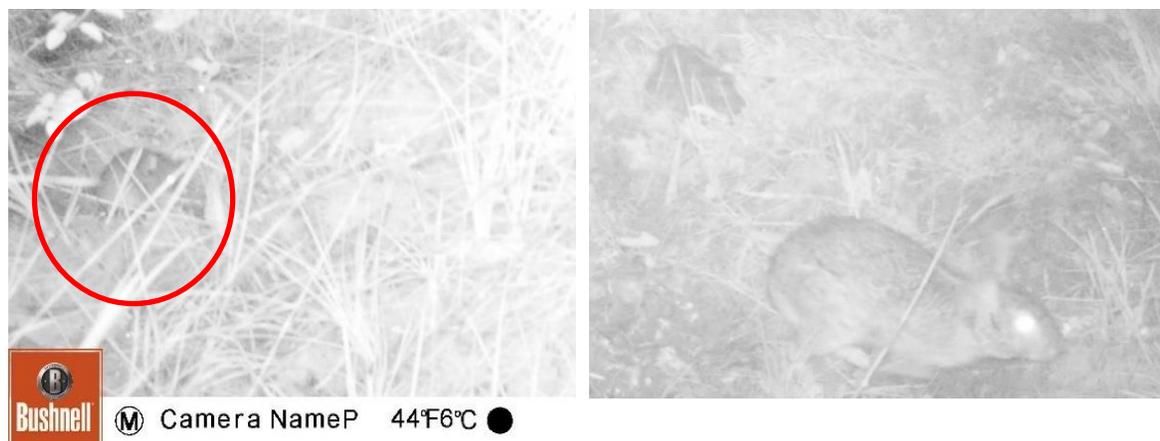
Además de *Nasua nasua* otros animales arborícolas fueron detectados en las entrevistas que son raros o difíciles de observar; tal es el caso del Kinkayú (*Potos flavus*), el cual es un registro muy interesante, principalmente porque fue descrito con mucha precisión por parte del entrevistado y porque además no se esperan poblaciones muy abundantes de esta especie en el área. La razón es que a esta especie no le agradan los climas muy fríos, lo que caracteriza al área de estudio,

por lo que se considera que el registro se produjo en altitudes menores. No obstante existe la posibilidad de que este animal primordialmente solitario, se desplace a altitudes por encima de los 2400 msnm en temporadas cálidas, porque tampoco toleran el calor intenso (Ford & Hoffmann, 1988).

Otro animal elusivo, registrado en entrevistas y por rastros de olor, fue el *Coendou*. Un animal que sin ser visto se reconoce por un intenso olor a cebolla en algún árbol en particular. La historia taxonómica de este género en Colombia es complicada y aún está en construcción, por lo que la asignación específica al género es controversial (Ramírez-Chaves *et al.*, 2015). Este trabajo ha optado por asignar la especie a *C. rufescens*, ya que las descripciones dadas en las entrevistas concuerdan con el trabajo de Voss (*et al.*, 2013).

Es probable que ecológicamente la fauna más relevante encontrada sean los mamíferos medianos-pequeños, principalmente los roedores, cuya riqueza fue de seis especies (*Thomasomys laniger*, *Nephelomys* cf. *childi*, *Cuniculus paca*, *Cuniculus taczanowskii*, *Coendou* cf. *rufescens*, *Sciurus granatensis*), los cuales constituyen la base para el establecimiento de carnívoros como el zorro (*Cerdocyon thous*) y el tigrillo (*Leopardus tigrinus*). En ese sentido la especie *T. laniger* (foto 54) podría tener una gran importancia debido a su abundancia (11 capturas), constituyendo la base trófica de carnívoros que pueden ser mamíferos y aves o inclusive serpientes.

En este renglón de la base trófica también se ubican otras especies como el conejo (*Silvilagus brasiliensis* - foto 55) y el ratón *Nephelomys* cf. *childi*, los cuales son habitantes comunes y abundantes de las selvas andinas y un actor común durante las noches; ecológicamente poco se puede decir de los conejos, como es el caso del género *Nephelomys* en la montaña, puesto que son escasos los estudios sobre su ecología y sus estatus de conservación.



Fotos 54 y 55. Un ratón probablemente *Thomasomys laniger*, capturado en una trampa cámara (Izquierda) y *Silvilagus brasiliensis*, capturado en una trampa cámara (Derecha)

En cuanto a mamíferos pequeños los más interesantes podría ser el paucituberculado *Caenolestes fuliginosus* (fotos 56 y 57) y el Soricomorfo *Cryptotis thomasi* (fotos 58 y 59); pese a que ambas especies son comunes en hábitats alto-andinos y páramos son muy poco comunes en el imaginario general de la gente, por lo que suelen sorprender inclusive a los campesinos locales quienes suelen llamarlos “Ratas Ciegas” indistintamente y sin saber que ambos hacen parte de ordenes diferentes.



Foto 56. *Caenolestes fuliginosus obscurus*



Foto 57. Hábitat de captura de *C. fuliginosus*



Foto 58. *Cryptotis thomasi*



Foto 59. Hábitat de captura de *C. thomasi*

Del que menos información se cuenta es de *C. fuliginosus*, puesto que su último estudio ecológico se condujo en 1979 (Kirsch & Waller 1979), sin muchos detalles. La subespecie que se encuentra en la vecindad de Cundinamarca según Publitz (1987) es *Caenolestes fuliginosus obscurus*. En cuanto a *C. thomasi*, se sabe que se distribuye ampliamente en selvas andinas, alto-andinas y páramos de Cundinamarca, en donde este último ecosistema registra sus mayores densidades poblacionales; probablemente debido a que otras especies están ausentes (López-Arevalo, Montenegro-Díaz & Cadena 1993).

Dentro del grupo de mamíferos pequeños, sin duda los más conspicuos y los más importantes ecosistemicamente son los murciélagos, no sólo por sus abundancias sino porque su función como polinizadores y dispersores de semillas es fundamental para la regeneración y mantenimiento de los ecosistemas. En este estudio se capturaron seis (6) especies de quirópteros, a las que debe adicionárseles una (1) especie registrada en entrevistas (*Desmodus rotundus*). Todas las especies fueron esperadas y ninguna resultó sorpresiva (foto 60 a 67).



Foto 60. *Anoura geoffroyi*; Hábito nectarívoro.



Foto 61. *Enchisthenes hartii*. Hábito frugívoro.



Foto 62. *Platyrrhinus dorsalis*. Hábito frugívoro.



Foto 63. *Sturnira ludovici*. Hábito frugívoro.



Foto 64. *Sturnira lilium*. Hábito Frugívoro.



Foto 65. *Sturnira erythromos*. Hábito Frugívoro.

Como se verá más adelante, la mayoría de estas especies son frugívoras, de allí su rol en la dispersión de semillas y su importancia para los bosques; donde resalta el género *Sturnira* que fue el más abundante con 21 individuos.

Las especies de *Sturnira* también son consumidoras de polen y frutas, y prefieren en particular al género *Solanum* para alimentarse. En la Localidad 2, pudo evidenciarse su gusto por las solanáceas y su efecto en el paisaje cuando se pudo observar un grupo de plántulas de lulo de monte (*Solanum* cf. *ovalifolium*), creciendo cerca de un parche bosque (foto 68). En esta localidad se capturaron las tres especies de *Sturnira* encontradas en el estudio (foto 69).



Foto 66. *Histiotus montanus*. Hábito insectívoro



Foto 67. *Myotis keaysi*. Hábito insectívoro.

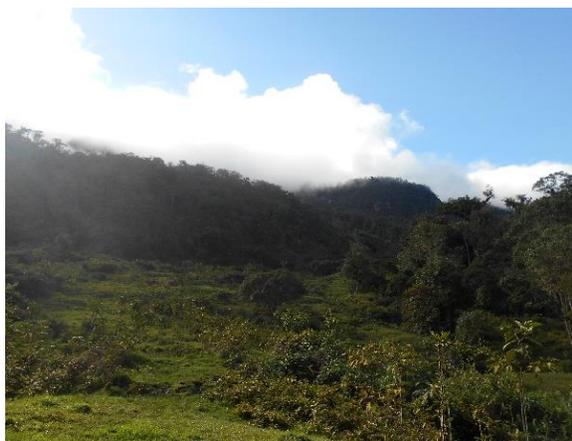


Foto 68. Plantulas de *Solanum cf. ovalifolium*



Foto 69. Las tres especies de *Sturnira*. Los murciélagos son los actores principales en la regeneración de los bosques.

6.24. Especies ausentes y su relevancia ecológica

Encontrar especies que se distribuyan en un área destinada a la conservación es relevante pero en muchas ocasiones identificar especies que no lo hacen puede ser igualmente informativo. En este sentido fue muy interesante encontrar que ninguno de los entrevistados reconoció al venado de páramo (*Odocoileus goudotii*) y que en ningún momento durante los 50 años en promedio que han permanecido en el área le han visto. Al parecer la ausencia de este animal en la zona durante al menos 50 años, coincide con una historia ganadera que tuvo prácticas para nada amigables con los ecosistemas a mediados del siglo XX.

De hecho González-H (2001), menciona que las últimas poblaciones de esta especie en el Parque Nacional Natural de los Nevados en la cordillera Central, se avistaron por última vez en la década de los 60's. Es posible que el área visitada haya atravesado por un intenso proceso de transformación, al igual que la cordillera Central, del cual la fauna actual es sobreviviente.

Este escenario es consecuente con otra especie que no aparece en el muestreo: el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*). Dos historias dentro de las entrevistas relataron que hubo oso de anteojos en la Localidad 1, más exactamente en el páramo atípico visitado pero que la ganadería bovina propició una intensa cacería de osos por parte del propietario de la tierra a mediados del siglo XX, puesto que los osos atacaban las ovejas. Es sabido que en el PNN Chingaza los osos cazan terneros e infringen daños económicos en la ganadería local. Por lo que la historia relatada por los pobladores de San Cayetano tiene el mayor sentido, no sólo histórico sino también ecológico.

Otro ejemplo de especies ausentes desde hace más de cincuenta años y que llamó la atención durante el desarrollo del presente estudio es que ninguno de los encuestados reconoció haber visto o haber escuchado de sus padres algo acerca

de la especie *Tapirus pinchaque* (Danta de Páramo). Esto concuerda con el trabajo de Lizcano *et al.* (2002), quienes argumentan un descenso dramático de los sitios de distribución de la especie en la cordillera Oriental. Este resultado reitera el concepto de la Cuchilla de San Cayetano como un lugar que se ha recuperado naturalmente de una gran intervención y sobre el cual se pueden generar proyectos que faciliten dicha recuperación.

Es altamente probable que otras especies además de las mencionadas estén localmente extintas en la Cuchilla de San Cayetano, pero para conocer con precisión tal información serán necesarios años de colección de información continuada, de acuerdo con los estimadores de diversidad del presente estudio.

6.25. Estimadores de la diversidad

Este muestreo dio cuenta del 37,5% de las especies consideradas probables para el mismo rango altitudinal en Cundinamarca y Boyacá, lo que demuestra una alta efectividad en la captura de la información. La mejor manera de estimar el progreso de un muestreo es mediante la construcción de curvas de acumulación de especies; esta es una herramienta eficaz y muy versátil en la medida en que pueden evaluar los ritmos de acumulación de información de todas las formas empleadas de muestreo sin importar la metodología.

El presente muestreo, de acuerdo con lo expuesto, presenta un ritmo de acumulación de la información que tiende a la estabilización, al menos en los sitios muestreados (figura 60). Ello no significa que exista un máximo de 36 especies como lo sugiere el estimador de Chao2, sino que el muestreo al ritmo de capturas que se registró durante el trabajo de campo debió tener 6 especies más, aún cuando tal diferencia es menor al 8% del total de especies esperadas.

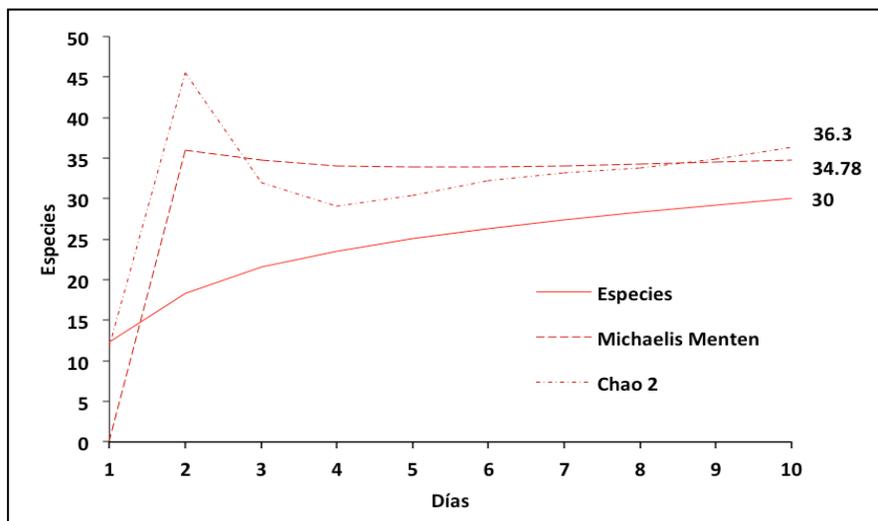


Figura 60. Curva de acumulación de especies para el presente estudio

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Este es un caso muy común en las evaluaciones de fauna, puesto que implica que se tiene un set completo de datos de una localidad de muestreo, como si se hubiesen obtenido todos los registros de la diversidad posible, pero es bien sabido que esto es muy poco probable dado que la curva no estará totalmente estable sino después de al menos uno o dos años de inventarios continuos. Esto permite considerar entonces que la captura de la información en el muestreo fue representativa, como se resume de manera gráfica en las curvas de rango-abundancia que reflejan la realidad taxonómica de los mamíferos de cada localidad (figura 61).

En las curvas de rango-abundancia se puede apreciar que la Localidad 2 es más abundante en mastofauna que la Localidad 1, probablemente porque se encuentra a menor altitud, un efecto evidente de los murciélagos. Esto también comprueba como en un escaso margen de diferencia altitudinal, la diversidad puede variar ampliamente.

Para hacer comparaciones de la biodiversidad, las curvas de rango abundancia son más útiles que estimadores como Simpson o Shannon, debido a que las intensidades del muestreo no fueron homogéneas en cada Localidad. Si se hubiese hecho un estudio en otra época climática este tipo de estimadores podrían jugar un rol importante en la descripción de la diversidad de las localidades con relación a la variación climática. Pero en este caso, es evidente que la Localidad 2 es más diversa en mastofauna y la inclusión de estimadores generaría un ruido innecesario en la valoración de su diversidad.

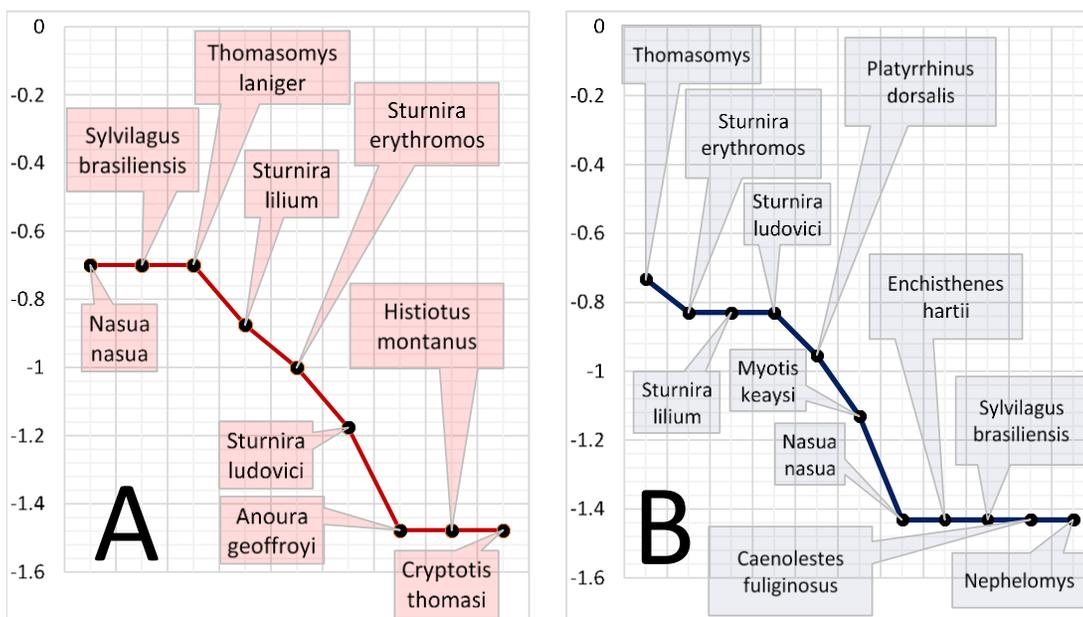


Figura 61. Curvas de rango abundancia para el presente estudio.

A. Localidad 1; B Localidad 2

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

6.26. Diversidad funcional

Además de la riqueza de especies, la diversidad mastofaunística también puede evaluarse en los atributos o rasgos que determinan el rol de las especies de mamíferos en un ecosistema, lo que es comúnmente denominado diversidad funcional (Tilman *et al.* 1997). De acuerdo a lo anterior, generalmente se evalúa la diversidad funcional de los mamíferos de un ecosistema determinado, de acuerdo al número y abundancia de gremios tróficos; aunque sea posible también complementar el enfoque con otra clase de información que revista de algún valor adaptativo (Mendoza y Horváth, 2013), como el reconocimiento de los biotopos, la capacidad de encontrar comida, la orientación espacial y el uso del espacio (Denzinger y Schnitzler, 2013).

Esta comparación enriquece y contextualiza la diversidad β encontrada, en el sentido que mediante la diversidad funcional se puede evaluar porcentualmente la diferencia de roles ecológicos en cada Localidad. Para tal comparación es necesario utilizar datos de riqueza y no de abundancia debido a que no existe el mismo el esfuerzo para las dos localidades, lo que altera los datos de abundancia pero no tiene un efecto tan marcado en la riqueza (figura 62). El resultado es un claro aumento de la frugivoría en la Localidad 2, lo cual está relacionado con la altitud, como se mencionó anteriormente, y un descenso en los animales carnívoros que pueden ser cazados o ahuyentados por las personas que intentan defender sus aves de corral.

También se ve una diferencia apreciable en la insectivoría, lo cual es un comportamiento normal de recambio ecológico de acuerdo con la altitud como es el caso de la frugivoría. Por último, la ausencia de animales nectarívoros netamente en la Localidad 2, está relacionada con la presencia de abundantes especímenes del género *Sturnira*, quienes también son potencialmente nectarívoros y pueden desplazar por tanto a especies especializadas, al menos en los sitios de muestreo donde se tendieron redes. Si bien este último punto no se ha probado también podría resultar en una potencial investigación a futuro.

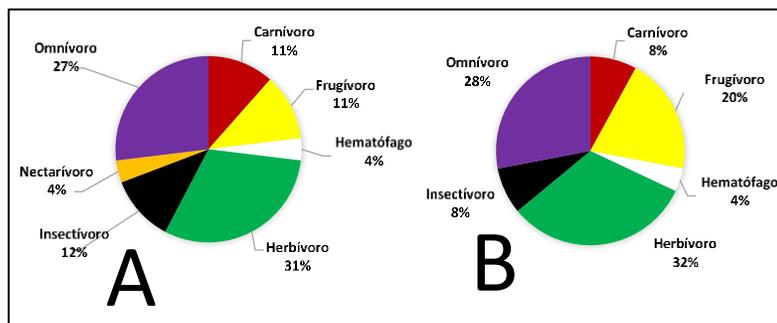


Figura 62. Diversidad funcional de las localidades muestreadas de acuerdo a hábitos tróficos de las especies. A: Localidad 1; B: Localidad 2

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

6.27. Ubicación horizontal y vertical de las especies de mamíferos

La distribución de fauna en los ecosistemas no es ni homogénea ni continua, puesto que los animales siempre prefieren hábitats que les son favorables y en los cuales sus densidades poblacionales pueden ser mayores. En el caso del área muestreada la fuerte pendiente genera una abundancia de hábitats en los cuales la diversidad faunística se aloja en espacios especializados (tabla 41), por lo tanto se esperaría que existan diferentes niveles de compartimentalización en la distribución de la fauna de acuerdo a los hábitats y a su transformación, sobre todo de acuerdo con la altitud (figura 63), lo que en este caso sería la diversidad gama de toda la cuchilla.

No obstante, tal compartimentalización no resulta un evento marcado, ya que es claro que la mayoría de las especies exhibe una preferencia por dos clases de ecosistema y la preferencia por uno sólo no es una tendencia (figura 64). Esto se debe en primer lugar al efecto del muestreo, que tuvo intensidad cero en bosques bajo los 2400 m, y a que indudablemente el ecosistema con mayor diversidad es la selva alto-andina, por lo que es muy probable que en cualquier momento la fauna allí contenida se comparta con otro ecosistema vecino hacia arriba o hacia abajo en lo que altitud se refiere.

Tabla 41. Distribución horizontal y vertical de la fauna.

Orden	Familia	Especie	Ecosistema			
			1	2	3	4
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Mazama rufina</i>	X	X	X	
CARNIVORA	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>		X	X	X
	Felidae	<i>Leopardus tigrinus</i>			X	X
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>		X	X	X
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>			X	X
		<i>Mustela frenata</i>		X	X	X
	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>		X	X	
		<i>Nasuella olivacea</i>				X
<i>Potos flavus</i>				X	X	
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Anoura geoffroyi</i>	X	X	X	X
		<i>Desmodus rotundus</i>			X	X
		<i>Enchisthenes hartii</i>			X	X
		<i>Platyrrhinus dorsalis</i>			X	X
		<i>Sturnira erythromos</i>	X	X	X	X
		<i>Sturnira lilium</i>	X	X	X	X

		<i>Sturnira ludovici</i>	X	X	X	X	
	Vespertilionidae	<i>Histiotus montanus</i>	X	X			
		<i>Myotis keaysi</i>			X	X	
CINGULATA	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>			X	X	
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>		X	X	X	
		<i>Marmosa robinsoni</i>			X	X	
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	X	X	X	X	
PAUCITUBERCULATA	Caenolestidae	<i>Caenolestes fuliginosus</i>		X	X		
RODENTIA	Cricetidae	<i>Thomasomys laniger</i>	X	X	X		
		<i>Nephelomys cf. childi</i>			X	X	
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>				X	X
		<i>Cuniculus taczanowskii</i>				X	X
	Erethizontidae	<i>Coendou cf. rufescens</i>				X	X
	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>				X	X
SORICOMORPHA	Soricidae	<i>Cryptotis thomasi</i>	X				

1: Páramo, 2: Selva alto-andina, 3 Selva andina, 4 Bosques por debajo de los 2400 m

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

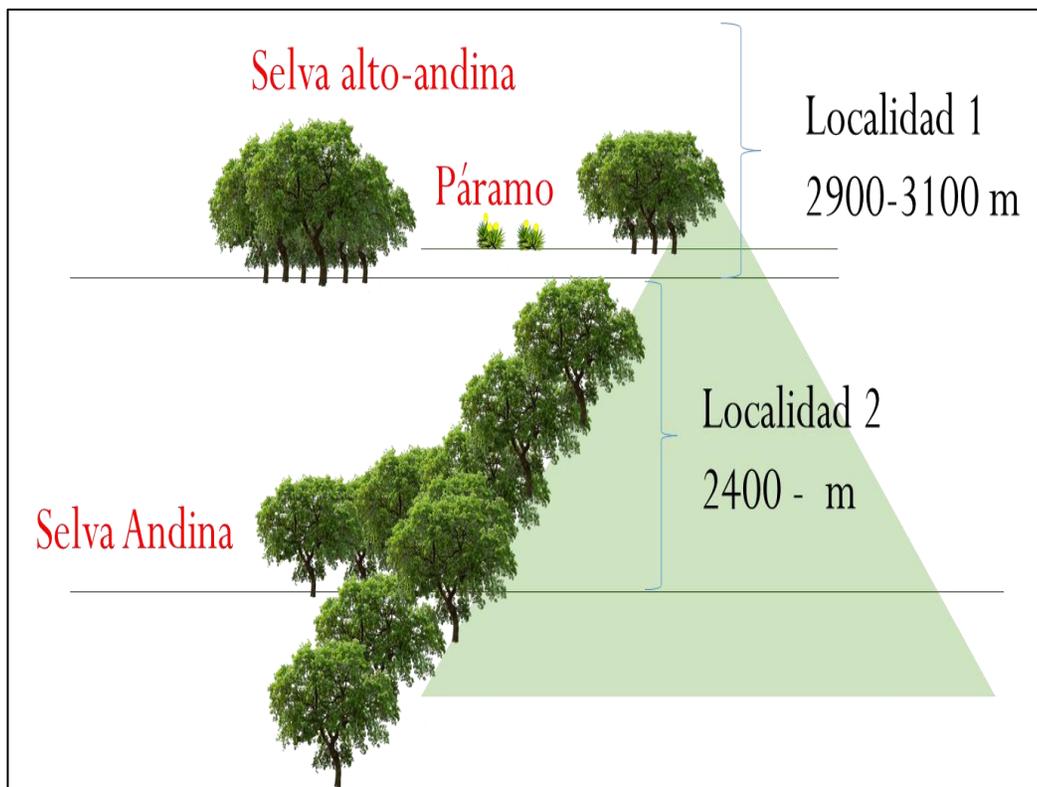


Figura 63. Diagrama de la distribución de los hábitats muestreados

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

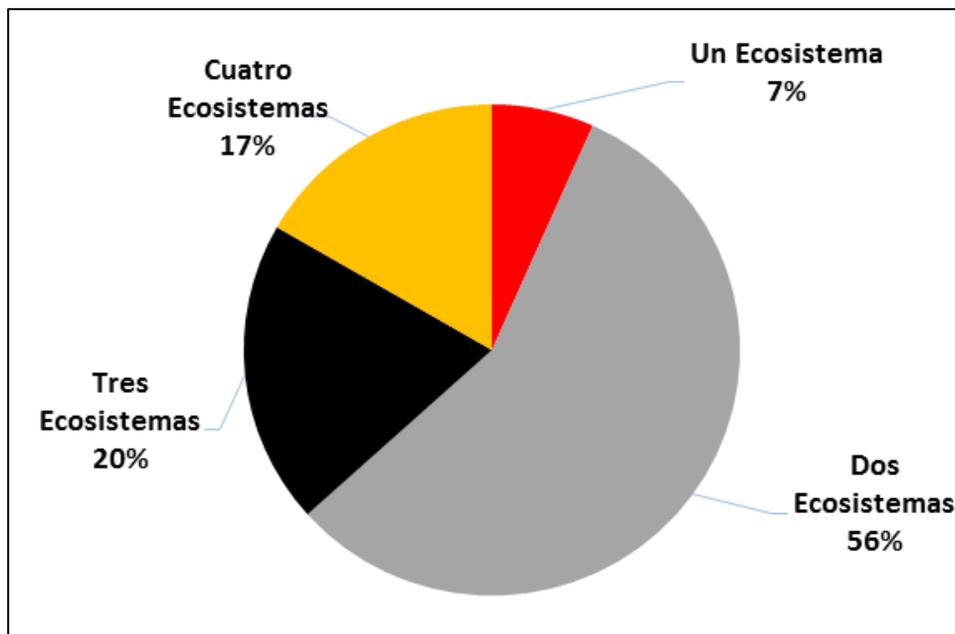


Figura 64. Análisis de las tendencias de la distribución altitudinal de las especies a partir de la tabla anterior

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Del mismo modo, únicamente dos especies se encontraron como “únicas” en un solo ecosistema *Cryptotis thomasi* y *Nasuella olivacea*, y aunque esta última puede llegar hasta los 4100 m de altitud, los pobladores locales no la han visto subir por encima de 2600 m. Por su parte, *C. thomasi*, aprovecha la disminución de la densidad poblacional de otras especies pequeñas terrestres como *Thomasomys laniger*, para prosperar en el páramo, aunque la literatura reporta que también es posible encontrarla a menor altitud. En consecuencia, la primera conclusión de este análisis es que el bosque por encima de los 2400 m de altitud, que en este informe es denominado “andino”, es un elemento prioritario de conservación en la medida que es la zona *buffer* entre los ecosistemas de montaña muestreados, la cual sirve de refugio para la mayoría de las especies de mamíferos.

En cuanto a los hábitats dentro de cada ecosistema, la naturaleza del muestreo en conjunto con la época climática, no permiten hablar de las densidades poblacionales de las especies dentro de cada hábitat. Más aún, como algunos puntos tienen diferentes estadios de recuperación desde el un estado inicial de potrero, es muy probable que existan “hábitats vacíos” o que tienen densidades poblacionales de fauna muy pequeñas. Esta será la mejor manera de establecer la ubicación horizontal y vertical de las especies de mamíferos regionalmente.

6.28. Amenazas a la conservación

Si bien se ha hecho hincapié en que el área muestreada corresponde a una zona en recuperación, se considera que hay serias amenazas a la conservación del área que deben confrontarse a tiempo para evitar una mayor alteración del medio biótico.

- Cultivos de pino: Se pudo constatar como en la Localidad 1, a menos de un kilómetro de lo que fue considerado como páramo, había una plantación considerablemente grande de pino. Esto puede representar una amenaza si esta clase de cultivos se extienden en el futuro. Sería prioritario entonces, establecer áreas de manejo o de conservación antes de que se consoliden procesos de alteración mediante la implementación de monocultivos.
- Erosión de los cursos de agua: En la Localidad 2 se pudo evidenciar que los cursos de agua estaban desprovistos de vegetación protectora de cauce, lo cual según los vecinos ha generado frecuentemente derrumbes debido a la inestabilidad del suelo. Se recomienda la revegetalización de los cauces como primera medida de conservación y manejo.
- Ganadería intensiva: La ganadería intensiva es la principal causa de la deforestación local seguida de los cultivos de papa (particularmente en la Localidad 2). La implementación de buenas prácticas ganaderas mediante la educación ambiental continúa de la población, es fundamental para armonizar los procesos de conservación que se emprendan.

6.29. Vegetación

El presente capítulo pretende satisfacer el conocimiento necesario para cumplir con el conocimiento del sistema nacional de áreas protegidas adoptada mediante la Resolución 1125 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En este sentido se requiere identificar e incluir la biodiversidad de especies vegetales y ecosistemas en términos de representatividad, irremplazabilidad, integridad ecológica y grado de amenaza. De manera que se haga un análisis regional y local a partir de la composición y la estructura de la vegetación, apoyado en la recolección de material biológico y su respectiva determinación en herbario. Acompañado de los correspondientes listados y certificados emitidos por la Universidad y el listado de las especies con categoría de amenaza, vedadas y/o endémicas.

En Colombia, la formación de Páramo se encuentra en las tres cordilleras y en la Sierra Nevada de Santa Marta con un área aproximada de 1'443.425 Ha (1.3% de la extensión continental del país), y alcanzando su mayor extensión en el departamento de Boyacá. Las condiciones generales de los páramos corresponden a temperaturas bajas y alta humedad, con variaciones de temperatura en el día y un descenso en las noches hasta punto de congelación. Se caracteriza por un elevado nivel de especiación endémica y alto rango de adaptación a condiciones extremas de los ciclos diurnos nocturnos, pero lo más importante alta fragilidad a variaciones climáticas .

En términos de diversidad, este ecosistema es de los más diversos principalmente por endemismos (más del 60% de las plantas vasculares son endémicas) . Se observan diversas asociaciones vegetales, siendo la mas representativa pero no exclusiva los frailejonales, pajonales, chuscales, bosques achaparrados y vegetación de pantanos y turberas. Algunos géneros representativos son *Azorella* (Apiaceae), *Hypochaeris*, *Senecio*, *Pentacalia* (Asteraceae), *Draba* (Brassicaceae), *Pernettya* (Ericaceae), *Lupinus* (Fabaceae), pastos del género *Calamagrostis*, *Lachemilla*, *Castilleja*, *Halenia*, *Gentianella*, *Bartsia*, entre otros (Luteyn, 1999).

En la publicación Colombia Diversidad Biótica, catálogo florístico de los macizos de Chingaza y Sumapaz publicado por Rangel en el 2000, se incluye el inventario de las especies de espermatofitos, helechos, hepáticas, musgos y líquenes encontradas en los ecosistemas bosque andino, subpáramo, páramo y súperpáramo de estas localidades. Determinando que en el Macizo de Chingaza se encuentra representado el 16% de la flora de Páramo, mientras que en Sumapaz el 19%, expresado en 534 y 619 especies, respectivamente .

Las formaciones vegetales presentes en el área de la Cuchilla San Cayetano de acuerdo con Cuatrecasas (1958) corresponden a selva subandina (1000 – 2400 m.s.n.m.), selva andina y (2400 – 3000 m.s.n.m.) y páramo (por encima de 3000 m.s.n.m.), sin embargo esta ultima formación esta por debajo de la altitud reportada por el autor, la cual supone 3200 m.s.n.m. localmente.

De acuerdo con las observaciones en campo, la zona de subpáramo no representa una franja considerablemente representativa ni marcada, pero si se presenta una transición entre la vegetación del bosque andino y el páramo característico con frailejones.

Teniendo en cuenta la riqueza florística del territorio de la Cuchilla San Cayetano, el conocimiento de los recursos biológicos especialmente la evaluación de la flora presente no ha sido eficiente, debido a circunstancias diversas y continuas como la extensión y condiciones topográficas; así como problemas de orden público. Lo anterior repercute en la poca disponibilidad de inventarios florísticos y estudios de caracterización florística y estructural de los bosques altoandinos y zonas de páramo presentes.

6.29.1. Información General

En total se visitaron dos sectores de muestreo: las veredas Guarumal y Fonzaque arriba (sitios Guarumal, Sietecueral, Alto de los Cóndores y Penjamo) como **Sector 1** en el municipio de Guayatá y las veredas San Cayetano y Chivor Chiquito (sitio Cuchilla) como **Sector 2** en el municipio de Chivor; en cada uno se efectuaron recorridos y levantamiento de parcelas entre los 2400 (Chivor Chiquito) y los 3200 m.s.n.m. (Alto de los Cóndores - Páramo). En el caso del **Sector 1**, las coberturas

encontradas corresponden a selva andina y páramo y en el **Sector 2** a selva subandina y selva andina.

En este sentido dentro de la descripción de la flora del DRMI - cuchilla San Cayetano se encontraron coberturas intervenidas de bosque natural fragmentado con vegetación secundaria en diferentes estadios sucesionales, rodales de la especie sietecuecos (*Tibouchina lepidota*) y en algunos casos zonas cultivadas en menor medida y potreros en barbecho entre 5 y 7 años, estos últimos con rastrojos bajos y altos.

En el caso del sector 2, el recorrido de ascenso a la cuchilla en la vereda San Cayetano (pendientes pronunciadas) resulto particularmente difícil por la presencia de áreas dominadas por el género *Chusquea*, presentes en el área como hábitats de transición entre áreas intervenidas y el bosque primario.

6.29.2. Composición Taxonómica General

Para las coberturas vegetales naturales e intervenidas caracterizadas en el área de estudio, se registró un total de 86 especies de plantas distribuidas en 68 géneros y 36 familias, estos resultados están relacionados con los listados entregados por el herbario tras la determinación de las muestras colectadas durante la fase de campo, sin embargo existe información relacionada en las planillas de campo al observar especies no colectadas pero identificadas en zonas abiertas y de las cuales se tiene registro fotográfico.

Las familias más abundantes fueron Asteraceae y Melastomataceae con ocho (8) especies cada una, seguidas por Ericaceae, Bromeliaceae, Myrtaceae y Clusiaceae. El género más abundante fue *Miconia* con 5 especies, seguido por *Clusia* (5), *Weinmannia* (3), *Hedyosmum* (3) y *Baccharis* (3). El dominio de la familia Asteraceae se debe al muestreo en páramo y transición del bosque alto andino. La mayoría de las familias presentan una (1) especie (figura 65).

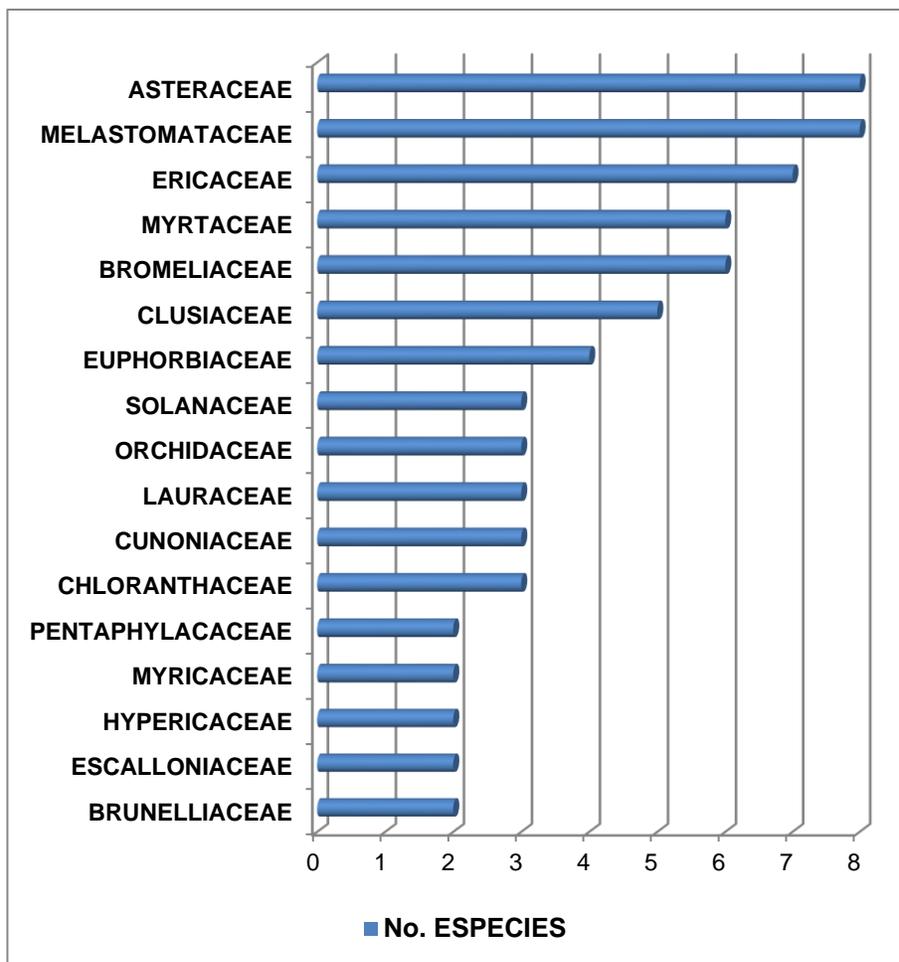


Figura 65. Familias botánicas con más de una especie.
 Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

6.30. Riqueza y Diversidad General

Los resultados de riqueza y diversidad generales obtenidos en los sitios caracterizados y las coberturas estudiadas indican que las localidades más diversas corresponden al Alto de los Cóndores y San Cayetano, consecuente con la presencia de remanentes boscosos en mejor grado de conservación aun cuando en la totalidad de los sitios se evidencio un alto-medio grado de intervención antrópica y amplias áreas de bosques fragmentados (matriz de áreas naturales y pastos intermitentes). El sector con mayor riqueza específica fue el 1 (93 especies) seguido por el 2 (45 especies), con muchas de estas especies compartidas en la formación vegetal selva andina (figura 66).

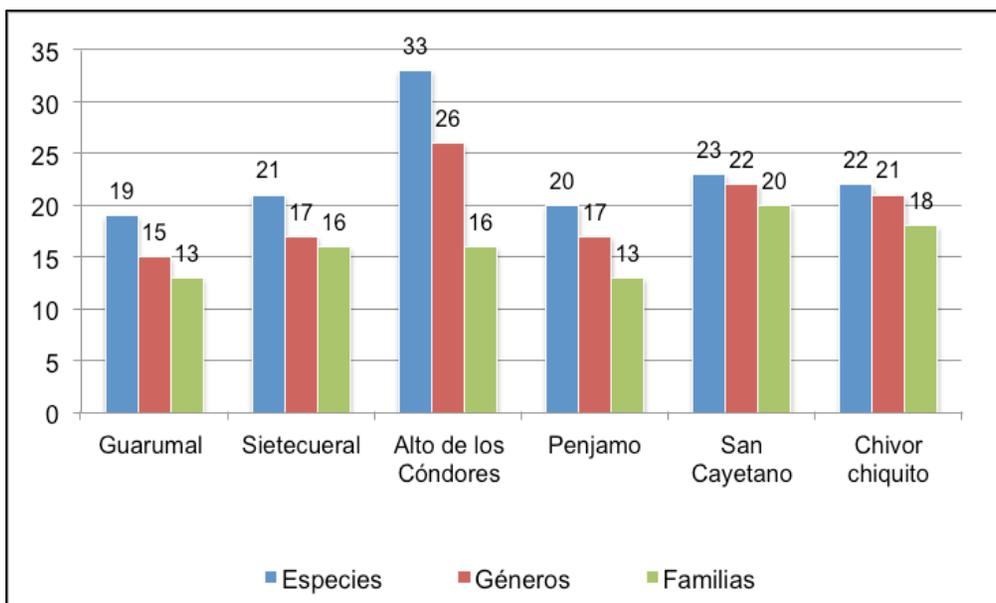


Figura 66. Familias, géneros y especies presentes en las localidades caracterizadas.
 Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

6.31. Formación vegetal Andina

En la región de vida andina del área de estudio (sitios Guarumal, Sietecueral, Alto de los Cóndores y Pénjamo) se presentan coberturas de bosques, vegetación secundaria y pastos. Los bosques están ubicados entre 2700 y 3200 m y según su grado de conservación presentan características de bosque primario y bosque secundario. Las áreas boscosas con mejor grado de conservación se presentan sobre la franja altitudinal 2900 – 3200 m.s.n.m. en zonas con alta pendiente, escarpadas y de relativo difícil acceso.

6.31.1. Composición florística

Se presentan 291 especies, distribuidas en 27 géneros y 21 familias. La familia que presenta el mayor número de especies es Melastomataceae (5), seguida por Clusiaceae (3), Chloranthaceae (3), Myrtaceae (3) y Cunoniaceae (3). Un total de tres familias tienen 2 especies, mientras que las demás (13 familias) tan sólo una (tabla 42 - figura 67). El género que presenta el mayor número de especies fue Clusia (4).

No existe un estudio florístico previo que permita comparar los resultados para la región de vida andina en el sector de la Cuchilla San Cayetano. Sin embargo de acuerdo con Cuatrecasas, (1958), los géneros representativos de esta formación son *Weinmannia*, *Brunellia*, *Clusia*, *Drimys*, *Miconia*, *Tibouchina*, *Cordia*, *Escallonia*, *Prunus*, *Clethra*, *Rhamnus*, *Ilex* y *Ocotea*, siendo posible encontrar cambios o variaciones de composición debido a las condiciones climáticas y a la intervención antrópica.

Tabla 42. Presencia / ausencia de las especies de bosque andino por sitio

FAMILIA	ESPECIE	SITIOS			
		GUARUMAL	SIETECUERAL	ALTO CONDORES	PENJAMO
Aquifoliaceae	<i>Ilex cf. laurina</i>			x	X
Brunelliaceae	<i>Brunellia propinqua</i>	X	x	x	
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i>	X	x	x	
	<i>Hedyosmum cf. parvifolium</i>			x	
	<i>Hedyosmum cf. racemosum</i>	X	x		X
Clethraceae	<i>Clethra fagifolia</i>		x	x	X
Clusiaceae	<i>Clusia grandiflora</i>	X	x	x	X
	<i>Clusia sessilis</i>	X	x	x	X
	<i>Clusia spp. 1</i>			x	
	<i>Clusia schomburgkiana</i>			x	X
Cordiaceae	<i>Cordia cylindrostacha</i>	X			
Cunoniaceae	<i>Weinmannia aff. pubescens</i>	X	x	x	
	<i>Weinmannia cf. pinnata</i>			x	X
	<i>Weinmannia rollottii</i>		x	x	
Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i>		x		X
Ericaceae	<i>Macleania aff. rupestris</i>			x	
	<i>Cavendishia bracteata</i>	X	x		
Escalloniaceae	<i>Escallonia pendula</i>			x	
	<i>Escallonia paniculata</i>			x	
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i>	X	x		
Lauraceae	<i>Ocotea sericea</i>	X	x	x	x
	<i>Persea cf. Bernardii</i>	X			x
Melastomataceae	<i>Bucquetia glutinosa</i>			x	
	<i>Tibouchina lepidota</i>	X	x		x
	<i>Miconia aff. Lehmannii</i>	X	x	x	
	<i>Miconia cf. Theaezans</i>	X			
	<i>Miconia spp.</i>	X	x		x
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	X	x	x	
Myricaceae	<i>Morella parvifolia</i>		x		
Myrtaceae	<i>Myrcia spp. 1</i>				x
	<i>Myrcianthes spp. 1</i>				x
	<i>Spp. 1</i>				x
Rhamnaceae	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>		x		
Rosaceae	<i>Prunus opaca</i>	X	x		x
Symplocaceae	<i>Symplocos cf. mucronata</i>			x	
Verbenaceae	<i>Lippia aff. Hirsuta</i>	X	x		

FAMILIA	ESPECIE	SITIOS			
		GUARUMAL	SIETECUERAL	ALTO CONDORES	PENJAMO
Winteraceae	<i>Drimys granadensis</i>		x		x

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

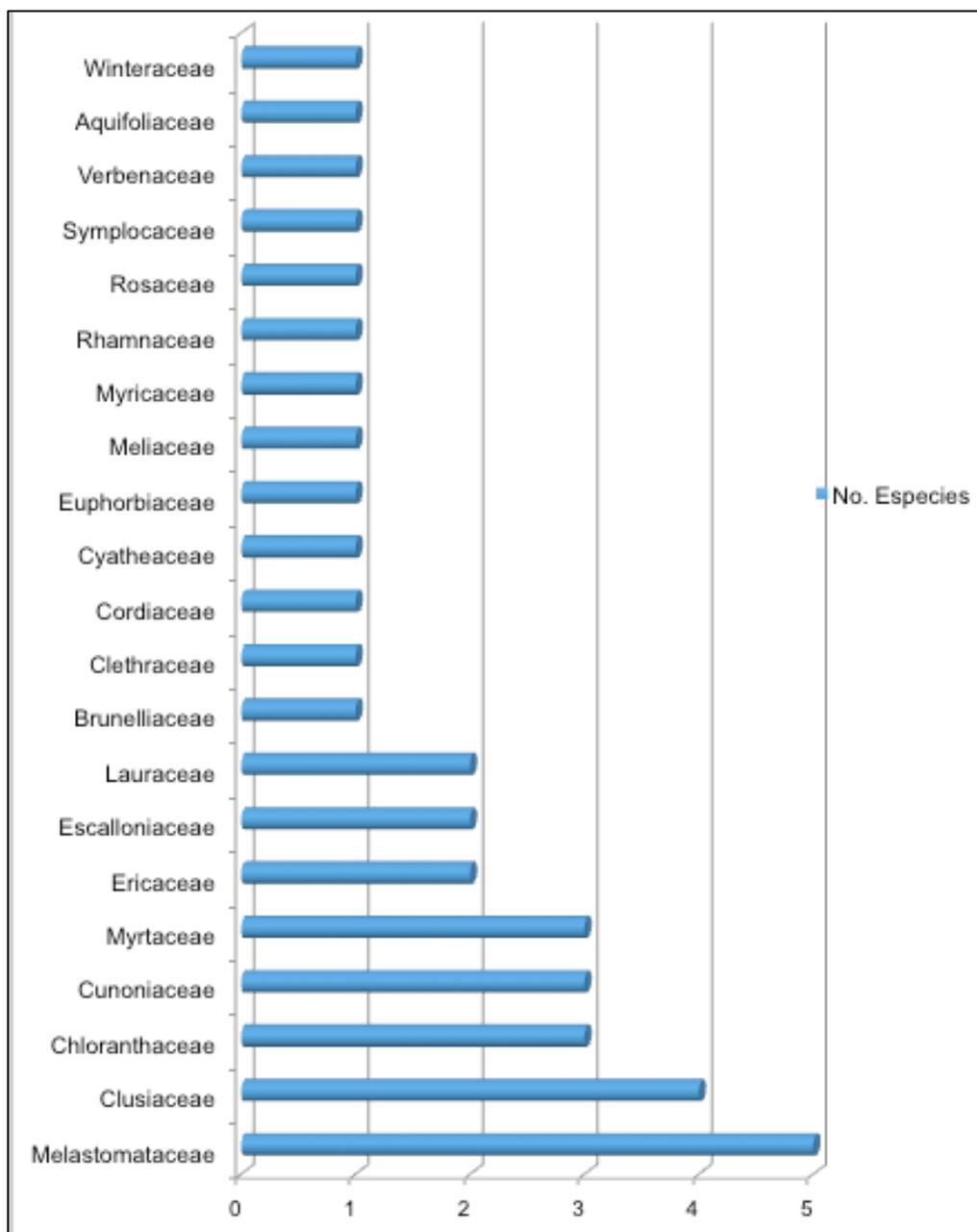


Figura 67. Número de especies por familia en bosque andino
 Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Es importante tener en cuenta que no todas las especies de páramo determinadas están relacionadas en los índices descritos a continuación, por cuanto el proceso llegó hasta la identificación de los géneros, de manera que se mencionan los

representativos para el sitio Alto de los Condores: *Espeletia* (Asteraceae), *Ageratina* (Asteraceae), *Hypericum* (Hypericaceae), *Macleania*, *Cavendishia* (Ericaceae) por tener habito arbustivo y las especies de *Baccharis* (Asteraceae), *Hesperomeles* (Rosaceae), *Bejaria*, *Disterigma*, *Pernettya*, *Satyria* y *Vaccinium* (Ericaceae), *Miconia* (Melastomataceae) (fotos 70 y 71).



Fotos 70 y 71. Vista parcial del páramo Alto de los Condores – *Espeletia* spp. (Der) y vegetación arbustiva propia de la zona de páramo (Izq), vereda Fonzaque arriba Guayatà

6.31.2. Estructura

Las especies que presentaron el mayor índice de valor de importancia (IVI) basados en los valores de abundancia, dominancia y frecuencia para los sitios caracterizados corresponden a *Clusia schomburgkiana* con un valor de 35,8, seguido por *Clusia grandiflora* (25,3), *Tibouchina lepidota* (19,3) y *Brunellia propinqua* (18,7); las demás presentan valores de importancia inferiores a 17 (figura 68).

Los valores de IVI obtenidos para los bosques ubicados en los sectores de mayor altitud y pendiente (fotos 72 y 73) muestran especies de mediano valor como *Clusia schomburgkiana*, *Clusia grandiflora*, *Brunellia propinqua*, *Guarea guidonia* y *Weinmannia aff. pubescens* y presentan valores dominantes que indican un bosque primario con un grado de intervención que permite encontrar especies del dosel intermedio como encenillos, cedrillos y lauráceas.

Los valores de IVI relacionado para la especie *Tibouchina lepidota* se explican por la inclusión de Sietecueral o parches de la especie sietecueros de la familia Melastomataceae y los cuales se presentan como vegetación secundaria en áreas de potreros abandonados dejados en barbecho desde hace más de 15 años.

Los valores de IVI obtenidos en los bosques andinos de los sitios Sietecueral y Penjamo (fotos 74 y 75) donde las especies *Cyathea caracasana*, *Clethra fagifolia* y *Miconia* spp. indican que se trata de comunidades intervenidas, con procesos de tala selectiva de especies de valor comercial y uso domestico permitiendo la

aparición de especies heliófitas emergentes que de cierta manera originan cambios en las condiciones originales.

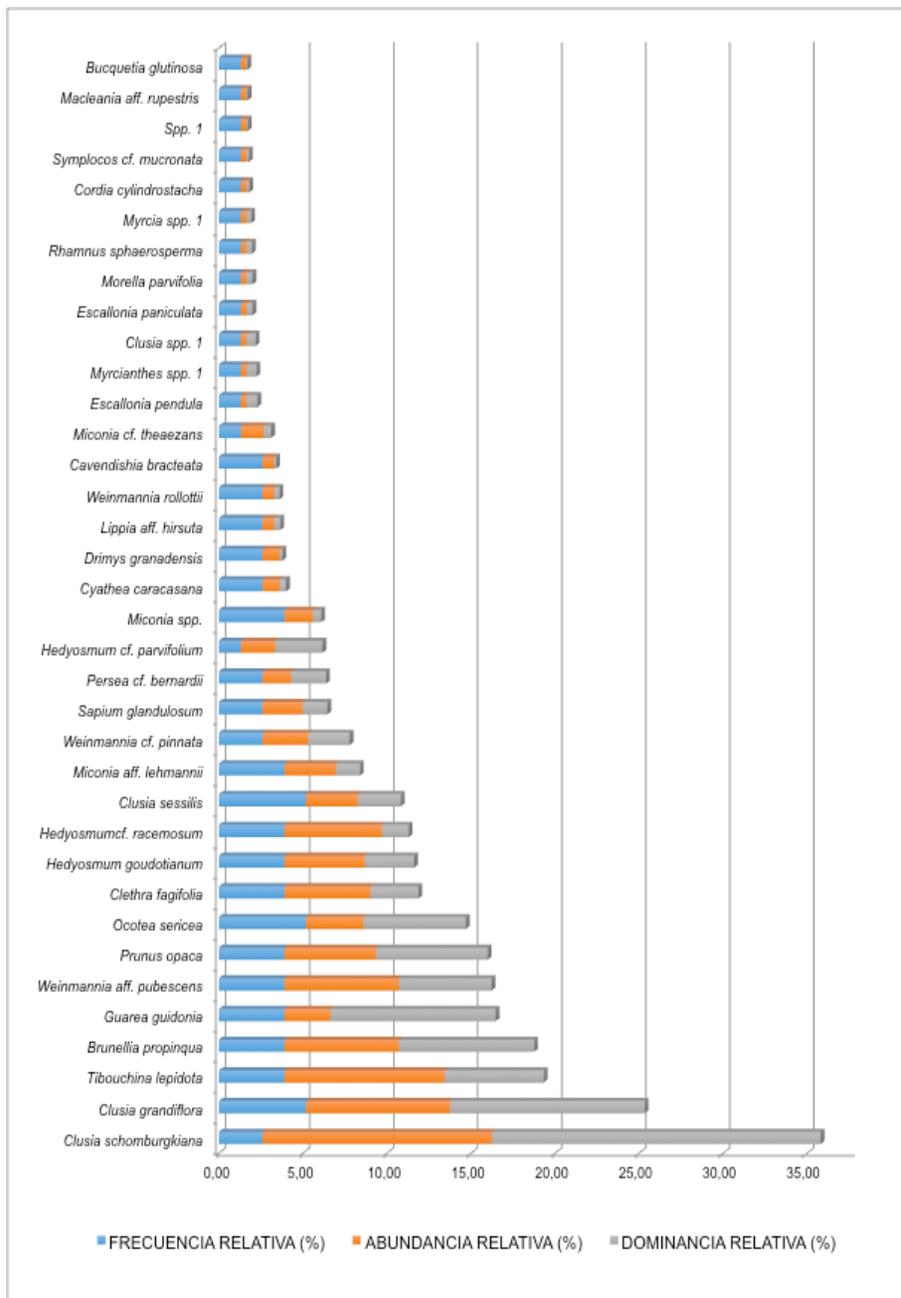
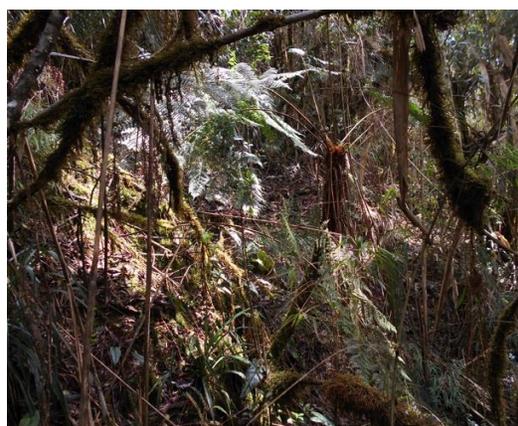


Figura 68. Índice de Valor de Importancia para las especies de bosque andino en los sitios muestreados

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)



Fotos 72 y 73. Vista parcial de bosque primario andino, vereda Guarumal – Guayatá y vereda Fonzaque arriba – Guayatá, respectivamente



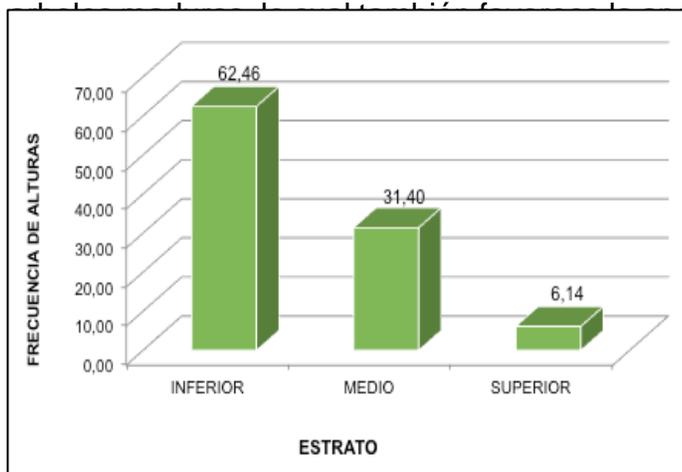
Fotos 74 y 75. Estrato subarboreo y arbóreo en bosque intervenido andino, sitio Sietecueral–Guayatá (Izq) y Estrato herbáceo – arbustivo en bosque primario andino intervenido, sitio Pénjamo – Guayatá (Der)

El 62,1% de los individuos muestreados se agrupa en la clase de altura 1 (3 a 18,67 m), el 31,4% en la clase de altura 2 (18,68 - 34,35) y el 6,14% en la clase 3 (34,36 - 50,03) (figura 69). Estos resultados muestran que el mayor número de individuos está ubicado en el estrato subarbóreo y arbóreo inferior y tan sólo 18 individuos corresponden al dosel superior, lo cual corrobora la intervención por tala selectiva de los individuos maduros. Sin embargo se mantiene cierta conexión estructural entre los parches de bosques, que se constituye como una zona de corredor para la fauna entre los distintos estratos.

Según las clases diamétricas definidas, el 90,8 % de los individuos se agrupa en la categoría 1 (10 – 39,2 cm), el 8,2% en la categoría 2 (39,3 – 68,7 cm), el 0,7% en la clase 3 (68,8 – 98,2 cm) y tan solo el 0,3% en la clase 4 (98,3 - 127 cm) – figura

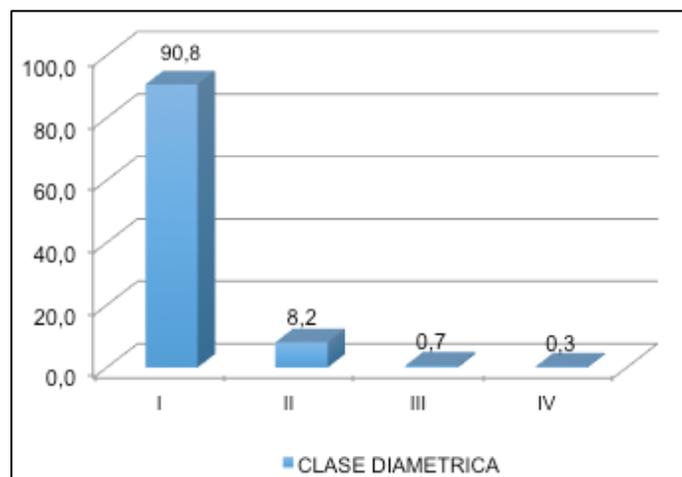
70, lo cual corresponde a un comportamiento típico en forma de J invertida propio de bosques intervenidos, es decir que la mayoría de los individuos se encuentra en etapas juveniles como resultado de la tala selectiva de los individuos de mayor porte.

Esto es una representación satisfactoria del proceso sucesional de especies heliófitas que ocupan el nicho ecológico de las especies de bosque primario. No obstante la razón de intervención no es exclusiva, ya que se presentan disturbios naturales propios de la dinámica del bosque como deslizamientos y caídas de árboles, lo que favorece la aparición de especies emergentes que



ESTRATOS	INTERVALO (m)	No. INDIVIDUOS
INFERIOR	3,0 - 18,67	181
MEDIO	18,68 - 34,35	92
SUPERIOR	34,36 - 50,03	18
TOTAL		291

Figura 69. Clases altimétricas para los individuos de bosque andino



CLASE DIAMETRICA	INTERVALO	No. INDIVIDUOS
I	10 – 39,2	264
II	39,3 - 68,7	24
III	68,8 - 98,2	2
IV	98,3 - 1,27	1
TOTAL		291

Figura 70. Clases diamétricas para los individuos de bosque andino

Según el método de Ogawa (figura 71) hay una dispersión de datos con nube alargada sin una clara diferenciación de los estratos. La primera agrupación corresponde a individuos con ramificación desde los 3 m y alturas máximas de 19 m, correspondientes al estrato subarbóreo y arbóreo inferior, e individuos emergentes

con alturas superiores a 35 m. Se evidencia continuidad estructural en los bosques encontrados y homogeneidad en su distribución altimétrica, lo que favorece a la fauna local que se desplaza en el dosel y permite la dispersión de semillas y la recuperación de los sectores en proceso sucesional.

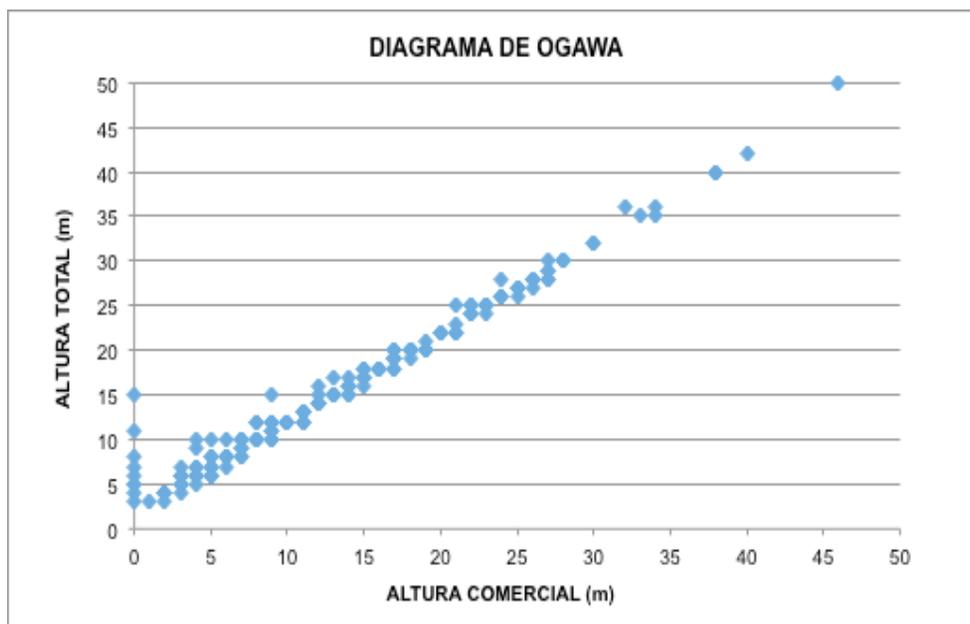


Figura 71. Estratificación vertical de Ogawa para bosque andino

Se encuentran igualmente especies indicadoras de epifitismo como *Aechmea*, *Guzmania*, *Vriesea* y *Tillandsia*, algunas distribuidas más cerca al límite paramuno. Es importante mencionar también la presencia de especies de orquídeas como *Anathallis acuminata*, *Oncidium spp.* y *Pleurothallis spp.* (Orchidaceae) (fotos 76 y 77).



Fotos 76 y 77. Individuo de la familia Bromeliaceae en bosque andino (Izq) e Individuo de la familia Bromeliaceae en bosque andino (Der)

6.31.3. Vegetación secundaria

Esta cobertura se observa a lo largo de la zona de estudio en diferentes etapas del proceso de sucesión, posterior a la intervención severa y eliminación de la vegetación primaria, con objeto de establecimiento de pasturas para actividades pecuarios y que al ser abandonadas posteriormente dieron lugar a la regeneración natural.

La composición florística corresponde a especies heliófitas con dominancia de individuos de los géneros *Miconia* (Melastomataceae), *Vismia* (Hypericaceae), *Gynoxip* (Asteraceae), *Psidium* (Myrtaceae), *Tibouchina* (Melastomataceae), *Croton* (Euphorbiaceae) e individuos de *Poaceae*. Estructuralmente se presentan el estrato herbáceo con pajas naturales y arbustivo bajo con alturas máximas de 5 metros (fotos 78, 79 y 80). En la cobertura se observan altas densidades de individuos con una distribución agrupada lo cual indica una dispersión generalista y sugiere una sucesión vegetal en estado primario.



Fotos 78, 79 y 80. Área de vegetación secundaria andina, sitio Guarumal (Izq), Estrato arbóreo y herbáceo en agrupación de sietecueros, franja andina (centro) y Especie común en procesos de recuperación de coberturas vegetales naturales, *Miconia* (Der)

La composición florística de la vegetación secundaria también incluye helechos bajos como *Pteridium aquilinum* (Dennstaedtiaceae) Igualmente se pueden encontrar en zonas abiertas sobre los 2900 m.s.n.m. individuos de *Hedyosmum* (Clhoranthaceae) (fotos 81 y 82).



Fotos 81 y 82. Especie común en procesos de recuperación de coberturas vegetales naturales, *Pteridium* (Izq) y Especie común en procesos de recuperación de coberturas vegetales naturales, *Hedyosmum* (Der)

Estas especies presentan crecimiento rápido en áreas abiertas y cumplen un importante papel ecológico como pioneras proporcionando condiciones favorables de humedad, temperatura, acidez y disponibilidad de nutrientes para el establecimiento posterior de segundo crecimiento propias del interior de bosque. Se pueden diferenciar de dos a tres estratos (herbáceo, arbustivo y subarbóreo) con alturas que no superan los 7 m, con pocas especies y una dominancia de leñosas de porte bajo en áreas considerablemente extensas.

6.31.4. Pastos

Comprende a una cobertura dominada por vegetación herbácea natural o establecida (especies introducidas), la cual presenta una mezcla de elementos herbáceos y arbustivos, formando una matriz de pastos enmalezados, de hecho los sectores de potreros se observan inmersos en los parches de bosque. En general para el sector 1 se observan pastos desde altitudes mínimas hasta la zona de páramo teniendo en cuenta que los propietarios realizan rotación de potreros y usan estas zonas como de tránsito entre unos y otros observándose excremento y pisadas como evidencia (fotos 83 y 84).

La composición florística corresponde a una mezcla de especies nativas que han colonizado espacios degradados e introducidas para pastoreo con dominancia de individuos pertenecientes a los géneros *Andropogon*, *Axonopus*, *Hyparrhenia*, *Rhynchospora* y *Scleria*, acompañadas de elementos arbustivos como *Baccharis spp.*, *Miconia spp.* y *Lippia spp.*, presentando dos estratos (rasante - herbáceo) con alturas máximas de 1 m y arbustivo.



Fotos 83 y 84. Pastos en matriz de bosque intervenido - Guarumal (Izq) y Pastos limpios en zonas de pendiente – Fonzaque arriba (Der)

6.32. Formación Vegetal Subandina

En la región de vida subandina (sitios San Cayetano y Chivor Chiquito) se presentan coberturas similares a la región andina, con presencia de bosques primarios, vegetación secundaria y pastos. Los bosques están ubicados entre los 2400 y 2700 m.s.n.m.

Las áreas boscosas con mejor grado de conservación se presentan sobre la franja altitudinal superior a los 2700 m, en zonas de afloramientos rocosos (pendiente de 100%), con presencia de deslizamientos y movimientos de tierra por algunos procesos erosivos localizados, en general de difícil acceso.

6.32.1. Composición florística

Se encontraron 57 individuos, 36 especies, distribuidas en 31 géneros y 24 familias. La familia que presenta el mayor número de especies es Melastomataceae (4), seguida por Euphorbiaceae (3) Clusiaceae (3), Myricaceae (2), Myrtaceae (2), Lauraceae (2) y Moraceae (2), mientras que las 17 restantes cuentan tan sólo una (tabla 43 - figura 72). Los géneros que presentan el mayor número de especies no superan (2) y son *Clusia*, *Ficus*, *Miconia*, *Tibouchina* y *Morella*. De acuerdo con los reportes de Cuatrecasas, (1958), los géneros representativos del bosque subandino son *Weinmannia*, *Cedrela*, *Clusia*, *Miconia*, *Brunellia*, *Alchornea*, *Croton*, *Vismia*, *Eschweilera*, *Inga*, entre otras leñosas, y algunas especies de hábitos epifitos como *Vriesea*, *Guzmania*, *Tillandsia* y helechos arbóreos del género *Cyathea*.

Tabla 43. Presencia / ausencia de las especies de bosque andino por sitio

Familia	Especie	Sitios	
		San Cayetano	Chivor Chiquito
Arecaceae	<i>Ceroxylon</i> spp.	x	

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
COMPONENTE DIAGNÓSTICO

Familia	Especie	Sitios	
		San Cayetano	Chivor Chiquito
Brunelliaceae	<i>Brunellia propinqua</i>	x	x
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum cf. racemosum</i>	x	x
Clusiaceae	<i>Clusia aff. discolor</i>	x	x
	<i>Garcinia madruno</i>		x
	<i>Clusia schomburgkiana</i>	x	
Cunoniaceae	<i>Weinmannia aff. pubescens</i>		
Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i>	x	x
Euphorbiaceae	<i>Cf. Croton spp.</i>	x	x
	<i>Sapium glandulosum</i>		x
	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	x	
	<i>Alchornea glandulosa</i>		x
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	x	
Lauraceae	<i>Persea rigens</i>	x	x
	<i>Ocotea sericea</i>		x
Lecythidaceae	<i>Eschweilera antioquensis</i>	x	
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i>	x	
Melastomataceae	<i>Tibouchina ciliaris</i>		x
	<i>Tibouchina lepidota</i>	x	
	<i>Miconia ligustrina</i>		x
	<i>Miconia spp. 1</i>	x	
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	x	
Mimosaceae	<i>Inga villosissima</i>	x	x
Moraceae	<i>Ficus velutina</i>	x	x
	<i>Ficus spp.</i>		x
Myricaceae	<i>Morella parvifolia</i>		x
	<i>Morella pubescens</i>	x	
Myrtaceae	<i>Psidium aff. guianense</i>		x

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

Familia	Especie	Sitios	
		San Cayetano	Chivor Chiquito
	<i>Syzygium jambos</i>		X
Pentaphylacaceae	<i>Freziera aff. Nervosa</i>		X
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma cf. huilensis</i>	X	
Piperaceae	<i>Piper oduncum</i>		X
Primulaceae	<i>Geissanthus spp.</i>		X
Rubiaceae	<i>Alseis blackiana</i>		X
Sapindaceae	<i>Billia rosea</i>		X
Verbenaceae	<i>Lippia aff. hirsuta</i>		X

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

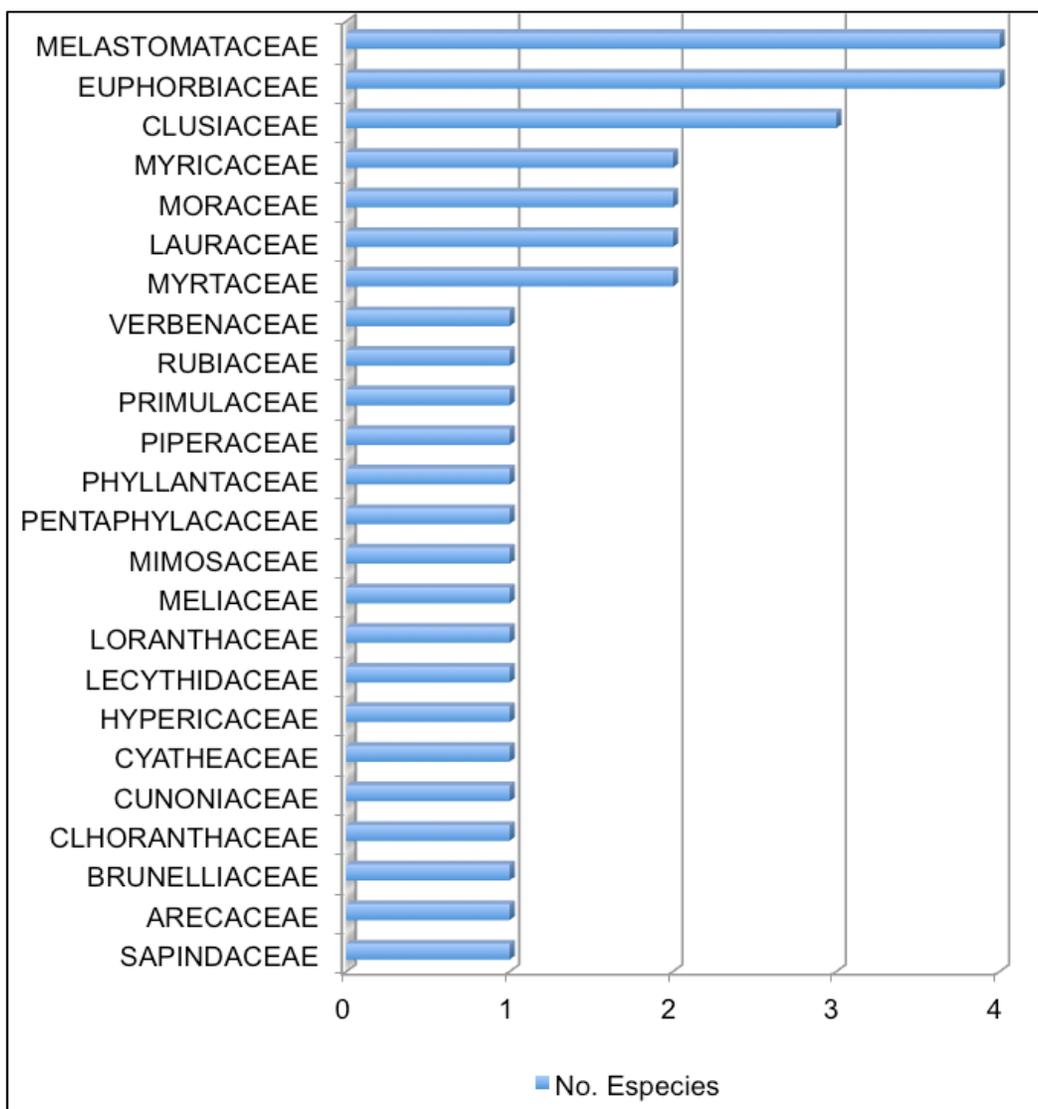


Figura 72. Número de especies por familia en bosque subandino
 Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

6.32.2. Estructura

Las especies que presentaron el mayor índice de valor de importancia (IVI) basados en los valores de abundancia, dominancia y frecuencia para los sitios caracterizados corresponden a *Ficus velutina* con un valor de 42,5, seguido por *Gaiadendron punctatum* (37,7), *Hedyosmum cf. racemosum* (17) y *Weinmannia aff. pubescens* (14,9) y las demás especies presentan valores de importancia inferiores a 13 (figura 73).

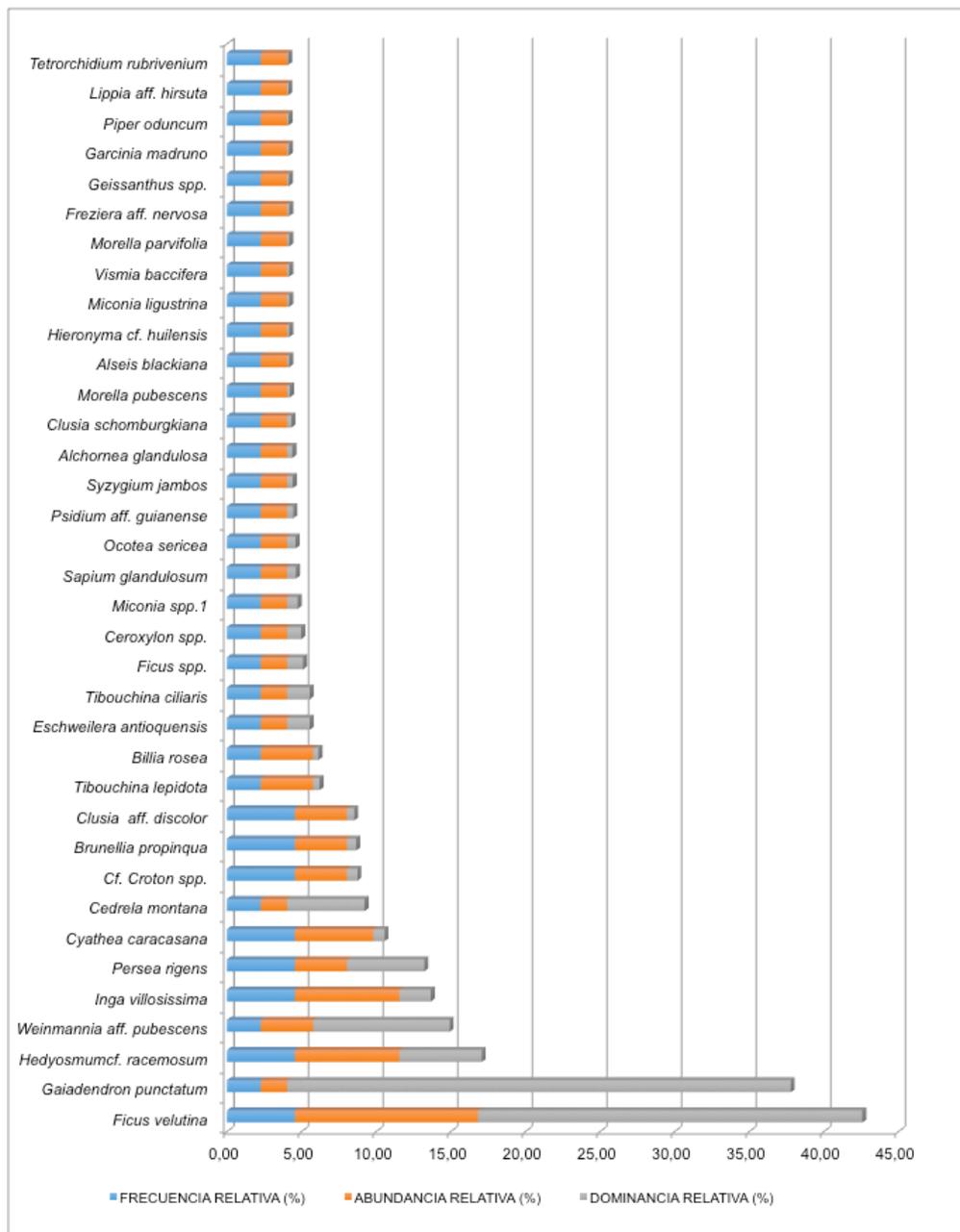


Figura 73. Índice de Valor de Importancia para las especies de bosque subandino en los sitios muestreados

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Los valores de IVI obtenidos para los bosques ubicados en el sector de Chivor – San Cayetano y Chivor Chiquito (fotos 85 y 86) muestran especies de bosque primario con intervención selectiva que sin embargo permiten encontrar otras especies de mayor valor como encenillos, ficus y algunas lauráceas. Los valores de IVI obtenidos en los bosques andinos de los sitios San Cayetano y Chivor Chiquito

(fotos 87 y 88) donde especies como *Cyathea caracasana* indica intervención por tala selectiva para comercialización local y uso domestico.

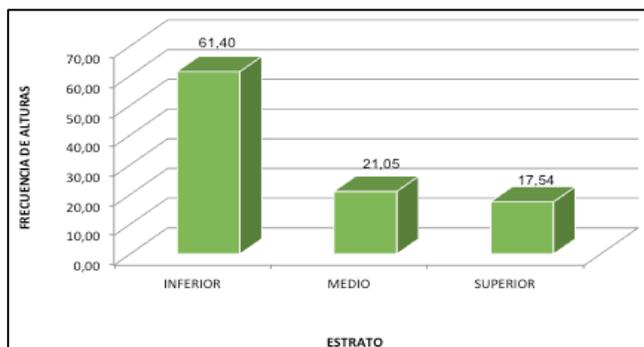


Fotos 85 y 86. Vista parcial de bosque primario subandino, vereda San Cayetano y vereda Chivor Chiquito – Chivor, respectivamente



Fotos 87 y 88. Estrato subarboreo y arboreo en bosque intervenido subandino, San Cayetano (Izq) y Estrato herbáceo en bosque primario subandino intervenido, sitio Chivor Chiquito (Der)

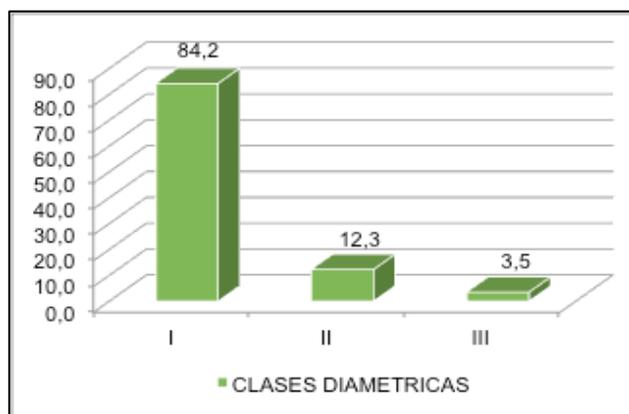
El 62,1% de los individuos se agrupa en la clase de altura 1 (3 a 18,67 m), el 31,4% en la clase 2 (18,68 - 34,35) y el 6,14% en la 3 (34,36 - 50,03) (figura 74). Más de la mitad de los individuos están ubicados en el estrato inferior (subarboreo y arboreo inferior) y tan sólo 18 corresponden al dosel superior, lo cual corrobora la intervención por tala selectiva de los individuos maduros. Sin embargo se mantiene cierta conexión estructural entre los parches de bosques, que se constituye como una zona de corredor para la fauna entre los distintos estratos.



ESTRATOS	INTERVALO (m)	No. INDIVIDUOS
INFERIOR	6,0 – 17,33	35
MEDIO	17,34 – 28,67	12
SUPERIOR	28,68- 40,01	10
TOTAL		57

Figura 74. Clases altimétricas para los individuos de bosque subandino

Según las clases diamétricas definidas el 84,2% de los individuos se agrupa en la categoría 1 (10,8 – 54,9 cm), el 12,2 % en la categoría 2 (55 – 99 cm) y tan solo el 3,5% en la clase diamétrica 3 (100 - 144 cm) – figura 75, lo cual corresponde a un comportamiento típico en forma de J invertida propio de bosques naturales, en los cuales como se describió anteriormente la mayor cantidad de individuos se encuentra en etapas juveniles. Esto es una representación satisfactoria del proceso sucesional de especies heliófitas que ocupan el nicho ecológico de las especies de bosque primario. Se presentan disturbios como deslizamientos y caída de arboles que también favorecen la aparición de especies emergentes.



CATEGORIA	INTERVALO	Nº DE INDIVIDUOS
I	0,108 - 0,549	48
II	0,55 - 0,99	7
III	1,00 - 1,44	2
TOTAL		57

Figura 75. Clases diamétricas para los individuos de bosque subandino

Según el método de Owaga (figura 76) hay una dispersión de datos con nube alargada con una diferenciación de al menos dos estratos. La primera agrupación de individuos con ramificación desde los 6 m y alturas máximas de 17 m corresponden al estrato arbóreo inferior; así mismo se presentan individuos en el estrato medio por debajo de 25 m y algunos arboles en el estrato superior que alcanzan 40 m. En términos generales hay continuidad estructural que incluye todos los estratos arbóreos y al igual que lo encontrado en la franja andina se favorece el desplazamiento de la fauna en el dosel, permitiendo el proceso sucesional. Hay especies indicadoras de epifitismo como *Guzmania*, *Vriesea*, *Tillandsia* y orquídeas algunas distribuidas cerca al límite superior.

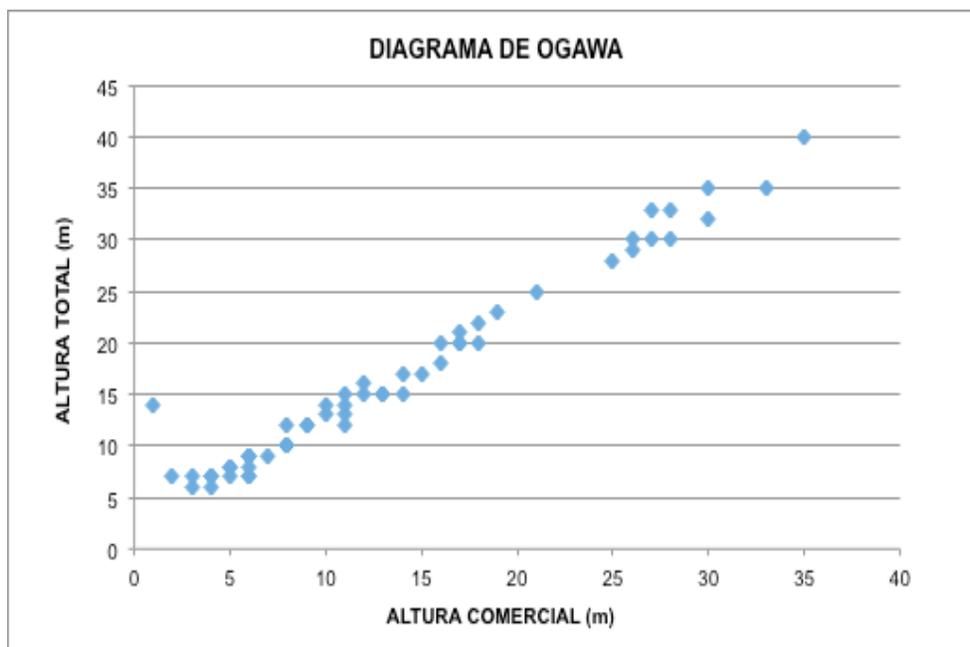


Figura 76. Estratificación vertical de Ogawa para bosque subandino

6.32.3. Vegetación secundaria

Estas coberturas se observan como producto de la intervención antrópica para establecimiento de pasturas y que al ser dejadas en barbecho dan lugar a la regeneración natural y al proceso de sucesión natural. La composición florística registrada corresponde a especies heliófitas con dominancia de algunos individuos de los géneros *Ficus* (Moraceae), *Cyathea* (Cyatheaceae), *Hedyosmum* (Chlorantaceae), *Croton* (Euphorbiaceae) e individuos de Poaceae (Chusque). Se incluyen también helechos bajos como *Chusquea spp.* (Poaceae) e individuos de *Tibouchina* (Melastomataceae) (fotos 89 y 90).



Fotos 89 y 90. Especie común en procesos de recuperación de coberturas vegetales naturales, *Chusquea* (Izq) y Especie común en procesos de recuperación de coberturas vegetales naturales, *Tibouchina* (Der)

Estas especies presentan crecimiento rápido en áreas abiertas y cumplen un importante papel ecológico como pioneras proporcionando condiciones favorables de humedad, temperatura, acidez y disponibilidad de nutrientes para el establecimiento posterior de segundo crecimiento propias del interior de bosque.

6.32.4. Pastos

En general para el sector 2 se observan pastos desde altitudes mínimas hasta los 2700 m; el limite bajo del área está del todo intervenido (fotos 91 a 94). La composición florística de la cobertura corresponde a una mezcla de especies nativas que han colonizado espacios degradados e introducidas para pastoreo, con dominancia de individuos pertenecientes a los géneros *Andropogon*, *Axonopus*, *Hyparrhenia*, *Rhynchospora* y *Scleria*, acompañadas de elementos arbustivos como *Baccharis spp.*, *Miconia spp.* y *Lippia spp.*



Fotos 91 a 94. Pastos enrastrajados (Izq) en matriz de bosque intervenido – San Cayetano. En la tercera foto se observa un individuo de *Ceroxylon spp.* (Der)

7. OBJETOS DE CONSERVACIÓN

Para el área caracterizada se encuentran particularidades una vez revisada la Resolución 1912 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Rural “Por la cual se establece el listado de especies silvestres amenazadas en el territorio nacional”, el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - IUCN (2015) y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre – CITES (tabla 44). A nivel de especie se registra a *Cyathea caracasana* en Categoría Preocupación menor nivel LC (Preocupación menor) y la cual tiene presencia en todos los sitios caracterizados.

A nivel de géneros las bases de datos antes mencionadas reportan siete posibles especies relacionadas, entre estas la de frailejón determinada en la zona de páramo (*Espeletia spp.*) con categoría Amenazada y distintos niveles CR (En peligro crítico), EN (En peligro), VU (Vulnerable). Con relación a los géneros de Bromeliaceae *Guzmania* tiene especies en categoría Amenazada y distintos niveles CR (En peligro crítico), EN (En peligro), VU (Vulnerable); *Aechmea* EN (En peligro), VU (Vulnerable) y *Vriesea* CR (En peligro crítico).

Con relación a los géneros de Orchidaceae *Oncidium* reporta especies en categoría Preocupación menor nivel LC (Preocupación menor). *Pleurothallis* reporta especies en categoría Preocupación menor niveles NT (Casi amenazada) y LC (Preocupación menor). El género *Ceroxylon* incluye a las especies *C. quindiuense* y *C. ventricosum* en categoría Amenazada nivel EN (En peligro), sin embargo la revisión del libro Especies Forestales Representativas del Sur Oriente de Boyacá (2014) sólo tiene a la especie *C. quindiuense* en el área de estudio.

Tabla 44. Especies bajo amenaza - categorías Nacional e Internacional

Especie	Grado de Amenaza CITES	Resolución 1912 de 2017 MADS	
<i>Espeletia spp.</i>		25 especies de este género	
<i>Aechmea spp</i>		6 especies de este género	
<i>cf. Guzmania spp.</i>		20 especies de este género	Varias especies de este género
<i>cf. Vriesea spp.</i>		1 especie de este género	
<i>Oncidium spp.</i>	Varias especies de este género. Apéndice II		Varias especies de este género
<i>Pleurothallis spp.</i>	Varias especies de este género. Apéndice II		Varias especies de este género
<i>Cyathea caracasana</i>	Apéndice II		
<i>Ceroxylon spp.</i>		2 especies de este genero EN	VU <i>C. quindiuense</i>

Fuente: Base de datos IUCN – CITES, Resolución 1912 de 2017 - MADS (2017)

26.1. Especies relevantes

Para el área de estudio se registran especies y condiciones relevantes desde el punto de vista ecológico y cultural tanto de bienes como de servicios asociados, por las cuales la zona requiere de un manejo especial (fotos 95 a 104).



Fotos 95, 96, 97 a 98. Especie de importancia ecológica y cultural (*Myrica pubescens* – Laurel de cera) (Arriba Izq). Epifitismo - San Cayetano (Arriba Der). En la tercera foto se observa un individuo de *Weinmannia* (Regeneración natural) (Abajo Izq). Zona de importancia ambiental para recarga hídrica y abastecimiento de acueductos veredales (Abajo Der)



Fotos 99 a 104. Epifitismo – Chivor chiquito (Arriba Izquierda). Individuo de *Cyathea* (Arriba Centro). Individuo de *Ceroxylon* no solo en potreros como individuo aislado sino dentro del bosque - especie amenazada (Arriba Derecha). Hábitos trepadoras heliófitas (bejuco usado para amarres y uso doméstico) (Abajo Izquierda). Dosel superior bosque subandino, con zonas abiertas (Abajo Centro). Epifitismo – San Cayetano (Abajo Derecha)

7.2. Uso y cobertura de la tierra

Para la elaboración del mapa de uso y cobertura de la tierra se utilizaron las imágenes de satélite suministradas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en marco del convenio existente entre esta entidad y la Corporación Autónoma Regional de Chivor (Corpochivor). Las imágenes utilizada para este análisis fueron las Rapideye 47 (fecha 2010 - 02 -12), Rapideye 114 (fecha: 2010 - 02 -13) y Rapideye 115 (fecha: 2010 - 02 -13).

El shape resultante de esta interpretación fue depurado y constituyó la base para la elaboración del mapa de uso y cobertura de la tierra que a continuación se presenta. Como se observa en la tabla 45 y la figura 77, el 41,69% del área está cubierta por pastizales (limpios y enmalezados) y por un mosaico de pastos con espacios naturales, estos últimos correspondientes a superficies donde el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente y las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30 y 70% de la superficie total de la unidad; en este caso los espacios naturales (foto 105) están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural o vegetación secundaria o en transición, que han permanecido en estado natural o casi natural.



Foto 105. Pastizales para ganadería en la vereda Fonzaque arriba

Tabla 45. Uso y Cobertura de la Tierra

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	ÁREA (Ha)	%
2. TERRITORIOS AGRICOLAS	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios	2030,44	22,6%
		2.3.3. Pastos enmalezados	838.02	9,3%
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	487.71	5,4%

	3.1. Bosque	3.1.1. Bosque denso	4401.17	• 48,9%
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme	60.54	0,7%
		3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	905.17	10,1%
	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.2. Afloramientos rocosos	29.89	0,3%
		3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	32.18	0,4%
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Rios - Cuerpos de agua	9.06	0,1%
9.9.9. Nubes y sombras de nubes			199.78	2.2
TOTAL			8993.6	100

Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015).

Las zonas en bosques abarcan una superficie total de 5.366,88 hectáreas y corresponden a zonas cubiertas por bosque altoandino en relativo buen estado de conservación (4.401.17 hectáreas), por sucesiones boscosas de diferentes edades y estadios de la sucesión (905,17 hectáreas) y por vegetación de páramo (60,54 hectáreas) (fotos 106 y 107).

Los bosques densos coresponden a una cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más del 70% del área total de la unidad y cuya altura del dosel es superior a 5 metros. En el caso específico del área de estudio el bosque denso corresponde a una unidad que sido objeto de intervención selectiva para extraer leña y madera, pero que pese a ello mantiene su estructura original y características funcionales (IDEAM, 2010 Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia).

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

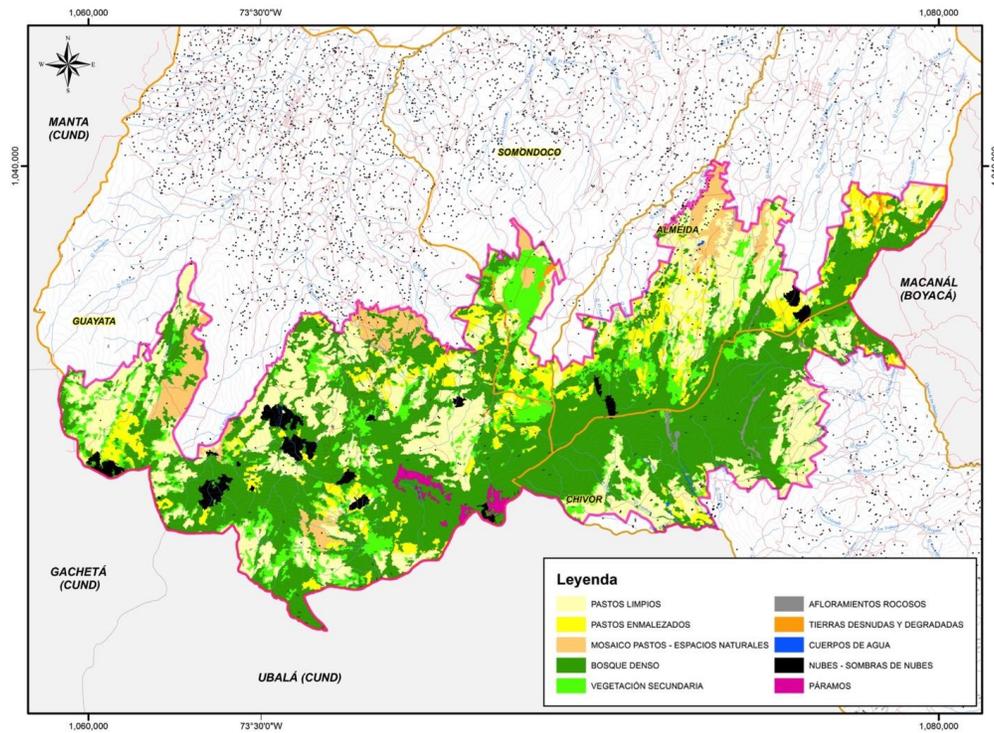


Figura 77. Uso y Cobertura de la Tierra



Foto 106. Bosque altoandino localizado en la vereda Guarumal, municipio de Guayatá.



*Foto 107.
Páramo
ubicado en
el "Alto de
Los
Condores"*

El herbazal denso corresponde a una cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación). El herbazal denso de tierra firme se ubica en áreas que no están sujetas a periodos de inundaciones, como sucede con el presente en el área evaluada, las cuales pueden presentar o no elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos (IDEAM, 2010).

La vegetación secundaria o en transición (foto 108) corresponde a aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. En estos espacios no se presentan elementos intencionalmente introducidos por el ser humano (IDEAM, 2010).

Las superficies de agua (ríos y cuerpos de agua) ocupan el 0,09% de la zona, lo que equivale a 9,06 hectáreas, e incluyen los cauces de las principales corrientes hídricas que atraviesan el área de estudio, así como lagunas naturales y espejos de agua que considerando la escala de trabajo utilizada (1:25.000) son cartografiables.

Finalmente hay un espacio nada despreciable de la zona evaluada (199,78 hectáreas lo que corresponde al 2,07% del total) que corresponde a nubes y

sombras de nubes presentes en la imagen de satélite utilizada para este análisis donde la interpretación de las unidades de uso y cobertura no fue posible debido a su presencia.



Foto 108. Bosque secundario de edad intermedia ubicado en la vereda Guarumal

7.3. Cambios en el uso y cobertura de la tierra

Con el propósito de establecer los cambios en el uso y cobertura de la tierra que han ocurrido en el área de estudio se utilizó en primera medida el mapa de uso y cobertura del año 2010 generado durante el presente estudio, así como fotografías aéreas del año 1973, correspondientes a los sobres 29806, 29035, 29187, 29036 y 29037, fotos 102 a 109, 151 a 160, 221 a 226, 177 a 183 y 202 a 206, respectivamente. Debe anotarse que este es uno de los pocos vuelos de la época que permite realizar comparaciones con las coberturas que actualmente existen en el área y así definir tendencias en el uso de los recursos, gracias a la calidad de las imágenes, la limitada presencia de nubes y la cobertura de las mismas fotografías en el territorio.

Sin embargo, debido a que estas fotos no tienen cobertura en el costado occidental del área evaluada, en jurisdicción de las veredas Tencua arriba, Tencua abajo, Rincón Arriba, Romaquira y parte de Fonsaque arriba, fue necesario que esta porción del área de estudio fuera excluida del análisis para evitar hacer comparaciones erróneas frente a los cambios en la extensión de las coberturas analizadas.

Debido a la diferencia entre las imágenes de sensores remotos utilizadas (Rapideye para el caso del año 2010 y Fotografías aéreas para el del año 1973) los cambios en el uso y cobertura de la tierra se realizaron siguiendo la metodología utilizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para el monitoreo de la deforestación, agrupando en la categoría “Bosque” todas aquellas áreas con coberturas o espacios naturales, y en la categoría “No Bosque” las áreas con usos productivos, procesos erosivos o las integradas por cualquier otro tipo de intervención antrópica. En la unidad denominada “Sin Información” se incluyeron los espacios con nubes y donde por esta razón las coberturas no pudieron ser identificadas.

En la tabla 46 se presenta el resultado de la interpretación elaborada mientras que en las figuras 78 y 79 se incluyen los mapas correspondientes. Durante el período de análisis (37 años: 1973 a 2010) las coberturas naturales ganaron bastantes espacios del territorio, pasando de 3.115,62 ha en 1973 a 4.008,76 ha en el 2010, lo que significa un incremento del 28,7%. Un porcentaje similar (26,7%) fue justamente el cambio en la cobertura de “No Bosque”, lo que parece indicar que zonas que en el año 1973 se encontraban bajo usos productivos en el 2010 estaban cubiertas por bosques, en este caso correspondientes a sucesiones de la vegetación.

Esta situación es coincidente con los resultados obtenidos en la caracterización socioeconómica efectuada en marco del presente estudio, la cual estuvo soportada en la realización de encuestas predio a predio, donde fue evidente el envejecimiento de la población local, la disminución de la oferta de mano de obra a lo largo de toda la región, y el abandono de fincas o potreros debido a procesos de sucesión o al limitado número de personas dedicadas a las labores del campo.

Tabla 46. Uso y Cobertura de la Tierra

Unidad	Año 1973		Año 2010	
	ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%
Bosque	3.115,62	46,17	4.008,76	59,41
No bosque	3.624,87	53,72	2.656,26	39,37
Sin Información	6,98	0,11	83,45	1,22
Total	6.747,47	100	6.747.47	100

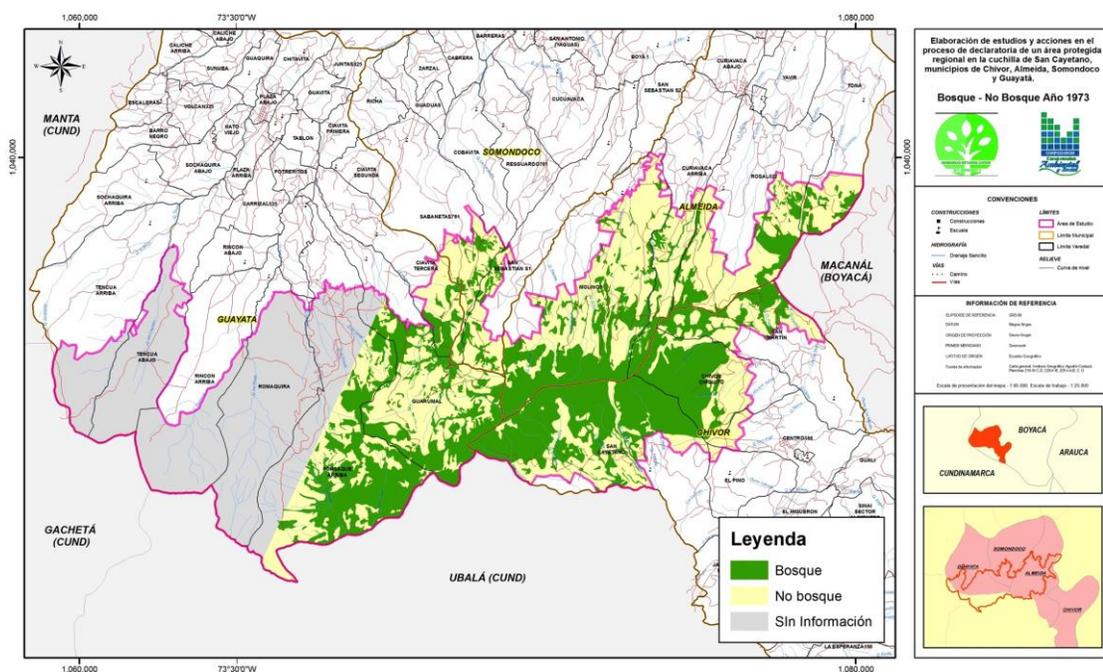
Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015).

Como se puede observar en las figuras correspondientes la vegetación natural se ha incrementado especialmente hacia la porción de mayor altitud del área de estudio, especialmente hacia lo que se conoce como “Cuchilla de San Cayetano” y hacia la parte de la vereda Sabaneta. En el mismo sentido sectores específicos de

las veredas Guarumal, San Sebastián, Molinos, Curiavaca Arriba y El Rosal se siguen manteniendo consolidados bajo usos productivos, sin variar en mayor grado la extensión de los espacios del territorio dedicados a la explotación agropecuaria.

También llama la atención que en ningún caso se amplió la frontera agropecuaria a expensas del bosque natural, sino que por el contrario las coberturas naturales se incrementaron al establecerse bosques secundarios en zonas antes productivas.

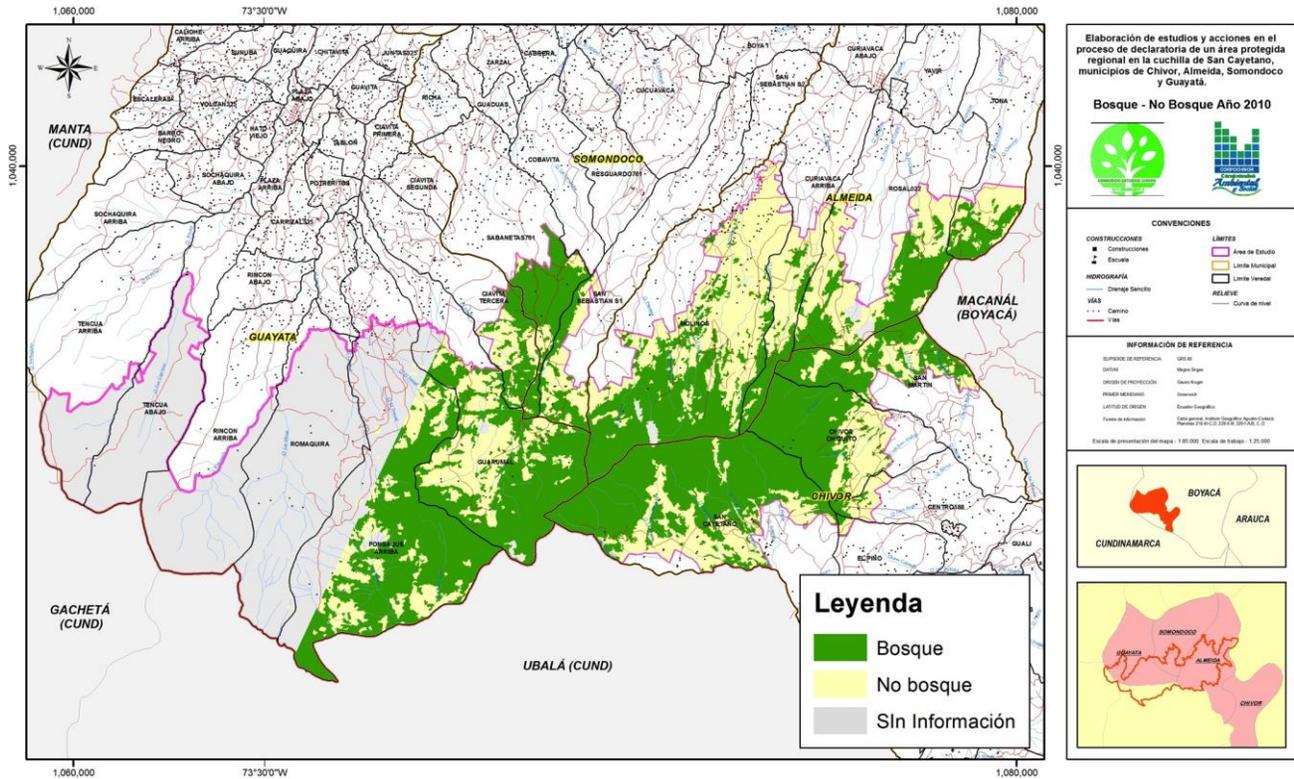
Los espacios sin información corresponden en ambos casos a nubes, que para el año 1973 ocupan 6,98 hectáreas y para el año 2010 un total de 83,45 hectáreas.



Figuras 78. Bosque período de análisis (37 años: 1973 a 2010)

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

Figura 79. Bposque período de análisis (37 años: 1973 a 2010)



27. Capítulo Socioeconómico

27.1. Contexto Regional

La Cuchilla de San Cayetano se localiza dentro de la Región geográfica y cultural del Valle de Tenza, cuyos procesos históricos de poblamiento –particularmente prehispánicos-, se relacionan con la cultura Muisca. Su ubicación en la Cordillera Oriental caracteriza sus terrenos quebrados y la variabilidad microclimática, que dinamiza el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias.

El área de estudio particularmente pertenece político – administrativamente a los municipios de Almeida, Chivor, Guayatá y Somondoco que a su vez hacen parte de la Provincia boyacense de Oriente consolidada desde finales del siglo XIX. Así mismo, geográficamente se encuentra en la parte alta de la cuenca del río Garagoa que desemboca en el Embalse de Chivor o La Esmeralda, importante en la generación de energía para el país.

Figura 80. Municipios de la Provincia Boyacense de Oriente



Fuente: www.fondocultura.org

Los procesos regionales de ordenamiento territorial en relación con la declaratoria, adopción e implementación de un área protegida, deben considerar los Planes de Ordenamiento municipal, así como los planes de ordenamiento de las principales cuencas hidrográficas, para la definición y armonización de los planes de manejo encaminados a la protección y conservación de estas áreas, teniendo en cuenta sus valores y servicios ambientales, como instrumentos de planeación y gestión regional.

De esta manera, el Plan de Gestión Ambiental Regional de Corpochivor (2007 – 2019) se enfoca desde el desarrollo sostenible, en concordancia con la Agenda Mundial Ambiental, reconociendo en la planeación de las acciones de la Corporación las necesidades regionales frente a las problemáticas ambientales y la calidad de vida de los pobladores, tal como se establece en el Decreto 1200 de 2004 *“la planificación ambiental regional incorpora la dimensión ambiental de los procesos de ordenamiento y desarrollo territorial de la región dónde se realice”*.

De acuerdo con el EOT del municipio de Almeida (2002-2010) el enfoque del ordenamiento territorial se encamina al desarrollo agropecuario sustentable y a la oferta de servicios ambientales del oriente del departamento de Boyacá. También se identifica que en lo referente al manejo y administración del ecosistema regional de la cuchilla de San Cayetano, se considera como prioritario la implementación del Plan de Manejo que al respecto formuló Corpochivor, para evitar la desarticulación con los municipios de Somondoco, Guayatá y Chivor.

Por su parte, en el EOT del municipio de Chivor, se reconoce en el análisis económico, la importancia de preservar y proteger la Cuchilla San Cayetano que podría ser considerada como una barrera de bosques productores protectores y desde allí enfocar el ecoturismo. En el EOT de Guayatá se considera como una oportunidad de desarrollo rural el valor ecosistémico y la riqueza hídrica de la Cuchilla.

Los Planes de Desarrollo de las actuales administraciones municipales, reconocen el tema ambiental en relación con el tema hídrico y la conservación de la Cuchilla de San Cayetano, como un ecosistema de especial significación ambiental porque presenta relictos boscosos, es un corredor faunístico y contribuye a la seguridad económica y alimentaria de los municipios.

Según datos del Censo DANE (2005) el 42% de la población del Valle de Tenza presenta Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), porcentaje que la sitúa por encima del promedio departamental que es del 39%. Así mismo, esta base estadística evidencia la tendencia a la concentración poblacional en el área rural (68,51%) en contraste con el área urbana (31,49%), aun cuando ha disminuido el número de pobladores en la Región de acuerdo con el comparativo del período intercensal 1993 – 2005, con un descenso poblacional equivalente al 18,67%.

Dentro de la dinámica regional se evidencia una fuerte presión por uso de la tierra desde el Período Colonial, principalmente asociada al interés por la explotación minera de esmeraldas y hacia mediados del siglo XVI con la aparición de los primeros ingenios de caña de azúcar, actividades económicas que dinamizaron los procesos de mestizaje y el crecimiento demográfico que llevó a un primer proceso de división de la propiedad territorial, hasta generalizar el minifundio como forma característica de la tenencia de la tierra en la jurisdicción (PGAR, 2006).

En la Región, la economía se concentra principalmente en el desarrollo de actividades pecuarias con aproximadamente el 61%, actividades agrícolas con un 31% y comercio y servicios con 8%. Según el PGAR (2006), el territorio adscrito a CORPOCHIVOR no cuenta con una base económica sólida que permita la consolidación de un proceso productivo ampliado y auto sostenible, capaz de generar excedentes comercializables en los sectores primario y secundario, así como ofertas importantes en el sector de servicios para el mercado nacional y externo.

27.2. Población

Los procesos demográficos en el departamento de Boyacá, se han caracterizado por la fuerte fragmentación de la tierra que tiene su expresión en minifundios y microfundios y el gran número de municipios y sus reducidos tamaños. Estos hechos permiten comprender la relación entre los procesos demográficos y la distribución espacial de la población, migración y hasta su composición, que dependen de los modos y estilos de apropiación que los hombres han hecho del espacio (POMCH Garagoa, 2005, VIII-1).

En la Región los patrones de distribución de los asentamientos están asociados a: los ejes definidos por los cauces de los ríos, los ejes viales principales y las áreas de menos pendiente. De otra parte, respecto a la dinámica demográfica, *“el fenómeno dominante en la región es el descenso en las tasas de crecimiento. Cerca de la tercera parte de los municipios presentan tasas negativas de crecimiento; 15% presentan tasas estacionarias y el 15% tasas positivas. Esto presenta un panorama con tendencias de despoblamiento rural, probablemente relacionados con la presencia de economías rurales de muy baja rentabilidad y la expulsión de población de grupos de edad o sexo específico”* (POMCH Río Garagoa, 2005).

De acuerdo con las proyecciones del DANE para el 2015, sobre la base de los resultados del Censo 2005, para el departamento de Boyacá se estima una población total de 1.276.407 personas, distribuidas así:

Tabla 47. Población Departamento de Boyacá Proyección 2015 - Censo DANE 2005

Grupos edad	2015		
	Total	Hombres	Mujeres
	1.276.407	639.604	636.803
0-4	108.660	55.744	52.916
5-9	115.140	59.070	56.070
10-14	121.698	62.605	59.093
15-19	115.985	60.370	55.615
20-24	100.488	53.387	47.101
25-29	87.746	46.842	40.904
30-34	80.955	40.731	40.224
35-39	78.947	39.393	39.554
40-44	80.018	38.875	41.143
45-49	79.582	38.604	40.978
50-54	70.915	34.196	36.719
55-59	61.195	29.440	31.755
60-64	50.349	23.958	26.391
65-69	40.664	19.200	21.464
70-74	30.870	13.996	16.87
75-79	25.619	11.379	14.240
80 y más	27.576	11.814	15.762

Elaboración: Consorcio Estudios Chivor, 2015
 Fuente: Censo DANE 2005

A nivel departamental, para el año 2015, el grupo de edad dónde se concentra la población está entre 0 y 19 años y predomina el género masculino.

Como se evidenciará más adelante, estas particularidades regionales, se mantienen en la estructura predial y poblacional del área de influencia de la Cuchilla San Cayetano, dónde cerca del 70% de los predios son micro y minifundios y hay una baja densidad poblacional teniendo en cuenta que esta es de 4,1 habitantes por km² en jurisdicción de Almeida, 4,4 hab/km² en Guayatá, 8,1 hab/km² en Chivor y 14,7 hab/km² en Somondoco, concentrándose la población en grupos de edad adultos y adultos mayores. Así mismo, se evidencian los patrones de asentamiento y las tasas negativas de crecimiento poblacional en el área de estudio, con una tendencia asociada a esta dinámica regional.

El área declarada como de protección, se encuentra en jurisdicción de los municipios de Guayatá, Almeida, Somondoco y Chivor, que a su vez hacen parte de la Provincia de Oriente del departamento de Boyacá. El municipio de Guayatá fue fundado el 6 de abril de 1821 y el de Almeida el 24 de septiembre de 1907, por el párroco Enrique Suárez y en la vereda Yavir, que para entonces hacía parte de

la jurisdicción del municipio de Somondoco. Chivor que en lenguaje chibcha significa “*tierra verde y rica*”, en 1905 fue reconocido como Inspección Departamental y como municipio se erigió mediante Ordenanza N° 023 del 16 de diciembre de 1990.

El municipio de Somondoco tiene su origen en lengua chibcha y se denomina así en honor al Cacique Sumindoco, fue fundado en 1537 y elevado a municipio en 1656; hacían parte de su jurisdicción los municipios de Chivor, Almeida y Macanal, que posteriormente se erigieron como entidades territoriales independientes. Esto puede explicar algunas de las dinámicas regionales similares y los procesos migratorios intermunicipales, ya que históricamente han existido relaciones entre estas unidades territoriales.

De acuerdo con el Censo DANE (2005) para los cuatro municipios del área de estudio, la población total proyectada para el 2015 es de 12 307 personas, que equivalen al 0,96% del total del departamento de Boyacá. En la última década (2005-2015) en los cuatro municipios en los que se localiza político – administrativamente el área de estudio, se ha tenido un proceso de disminución poblacional del 23,5% en Almeida, 19,5% en Chivor, 19,5% en Guayatá y 16,6% en Somondoco.

Tabla 48 Población de los cuatro municipios del área de estudio- Proyección 2015 Censo DANE 2005

MUNICIPIO	TOTAL		CABECERA		RESTO	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015
Guayatá	6.368	5.126	1.344	1.302	5.024	3.824
Somondoco	4.359	3.632	761	795	3.598	2.837
Almeida	2.294	1.754	309	274	1.985	1.480
Chivor	2.232	1.795	518	486	1.714	1.309

Fuente: Elaboración a partir del Censo DANE 2005, Consorcio Estudios Chivor, 2015

A nivel municipal, se puede identificar que de acuerdo con la distribución de la población, los municipios de Guayatá y Somondoco tienen la población predominantemente localizada en el área rural (población dispersa), mientras que Chivor tiene una baja densidad de población rural.

Así mismo, comparativamente se evidencia una tendencia hacia el decrecimiento poblacional tanto en la cabecera como en el área rural de estos municipios, salvo en Somondoco que registra un aumento del 4% en el área urbana, durante la última década. En el área rural se identifica un decrecimiento del 25,4% para el municipio de Almeida, de 23,6% en Chivor, de 23,8% en Guayatá y de 21,1% en Somondoco.

Según datos del Censo DANE (2005), la pertenencia étnica en el municipio de Almeida es del 0,18% de las personas que se reconocen como negro, mulato,

afrocolombiano, en Chivor el 0,05% se reconoce como raizal de San Andrés y Providencia y el 0,24% como negro, mulato, afrocolombiano. En Guayatá se reconoce como indígena el 0,05% y como negro, mulato, afrocolombiano el 0,07%; en el municipio de Somondoco el 0,06% se reconoce como indígena y el 0,03% como negro, mulato, afrocolombiano.

Así mismo, de acuerdo con cifras censales (DANE, 2005), el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) a nivel municipal, es del 48% en Guayatá, 37,3% en Almeida, 36,9% en Somondoco y 34,1% en Chivor, sobrepasando en estas cuatro entidades territoriales el índice del departamento que es del 30,7%. Según el análisis de las características demográficas, que se realiza en el POMCH del Río Garagoa (2005), los municipios de Somondoco y Almeida se clasifican como municipios deprimidos y Chivor y Guayatá como municipios medianamente deprimidos, relacionándose con lo identificado en las cifras del Censo y evidenciando las condiciones de vida de la población del área de estudio localizada en la Cuchilla de San Cayetano.

Los municipios caracterizados como deprimidos (Somondoco y Almeida para el área de estudio), son aquellos donde la proporción de población económicamente inactiva (PEIA) es o tiende a ser superior a la población económicamente activa (PEA); de otra parte, las tasas de crecimiento de la población tienden a ser negativas. Estas dos particularidades se observan tanto en el área rural como en la urbana y tienden a expulsar población en edad de trabajar. La mayor limitación de estos municipios es que en el área rural la PEIA supera en proporción a la PEA, evidenciando su imposibilidad para insertarse en una economía agrícola más competitiva (POMCH Río Garagoa, 2005).

Por su parte, los municipios medianamente deprimidos (Chivor y Guayatá para el área de estudio) tienen un mayor número de condiciones favorables respecto a los municipios deprimidos, no son receptores de población, pero demuestran algún dinamismo poblacional asociado a una proporción importante de población joven menor a 15 años. A su vez, los indicadores de dependencia –en relación con la población en edad de trabajar (PET)-, son favorables, lo que permitiría afirmar las condiciones para el surgimiento económico (POMCH Río Garagoa, 2005).

Es pertinente identificar si estas características a nivel municipal que clasifican a los entes territoriales del área de estudio como deprimidos o medianamente deprimidos, se extrapolan a la dinámica del área declarada o si hay cambios específicos en las estructuras poblacionales y en su relación con el desarrollo de actividades económicas.



Fotografías 109-112: población participante en el desarrollo del Estudio de declaratoria de la Cuchilla San Cayetano, Consorcio Estudios Chivor, 2015

Como resultado del análisis de las encuestas, se identifica que en el área de estudio hay una relación de una vivienda por predio y que la población que actualmente allí habita es de aproximadamente 537 personas, distribuidas así:

Tabla 49. Población que actualmente habita en el área de estudio

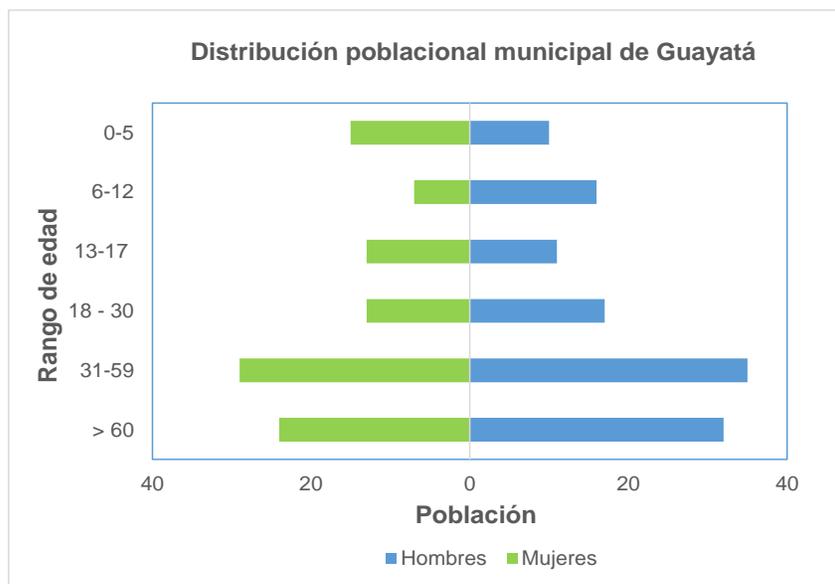
MUNICIPIO	VEREDA	POBLACIÓN ÁREA VEREDAL	POBLACIÓN ÁREA SUBTOTAL VEREDAL	POBLACIÓN ÁREA DE ESTUDIO
Guayatá	Ciavita Tercera	45	222	537
	Fonzaque Arriba	52		
	Guarumal	15		
	Rincón Arriba	26		
	Romaquira	24		
	Tencua Abajo	28		
	Tencua Arriba	32		
Chivor	San Martín	41	161	
	El Pino	47		
	Centro	14		
	Chivor Chiquito	31		
	San Cayetano	28		
Almeida	Curiavaca	31	91	
	Molinos	18		
	Rosal	23		
	Tona	19		
Somondoco	Sabanetas	20	63	
	San Sebastián	43		

Fuente: Elaboración a partir de las encuestas aplicadas, Consorcio Estudios Chivor, 2015

En cuanto a la distribución poblacional en el área de estudio, se identifica que el mayor número de población es adulta mayor de 30 años, siendo una constante que el número de adultos sea mayor al número de población infantil y juvenil. Es particular el comportamiento del número de personas mayores a 60 años, superior al número de población de la primera infancia y jóvenes. En la población adulta y adulta mayor se evidencia en general un mayor número de hombres que de mujeres, a excepción del municipio de Somondoco, dónde el número de mujeres en este rango de edad es mayor.

A continuación, se presenta la dinámica de la distribución poblacional en el área de estudio, conforme con la jurisdicción político administrativa municipal:

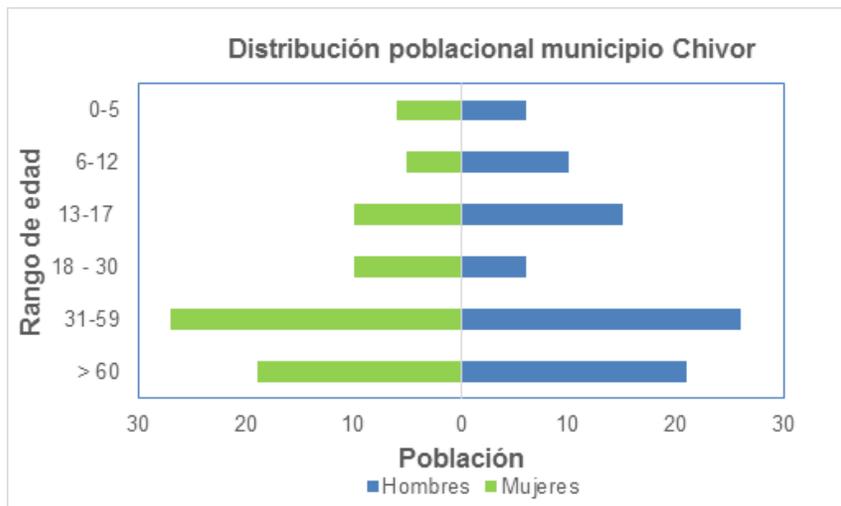
Figura 81. Distribución poblacional en el área de estudio – municipio de Guayatá



Fuente: Encuestas Cuchilla San Cayetano, Consorcio Estudios Chivor, 2015

Del total de la población del área de estudio que se localiza en el municipio de Guayatá (222 personas), cerca del 54% son adultos mayores de 30 años y la menor proporción (21,6%) son menores de 12 años. En cuanto a la distribución por sexo, el 54% de la población del área en Guayatá es masculina.

Figura 82. Distribución poblacional en el área de estudio – municipio de Chivor

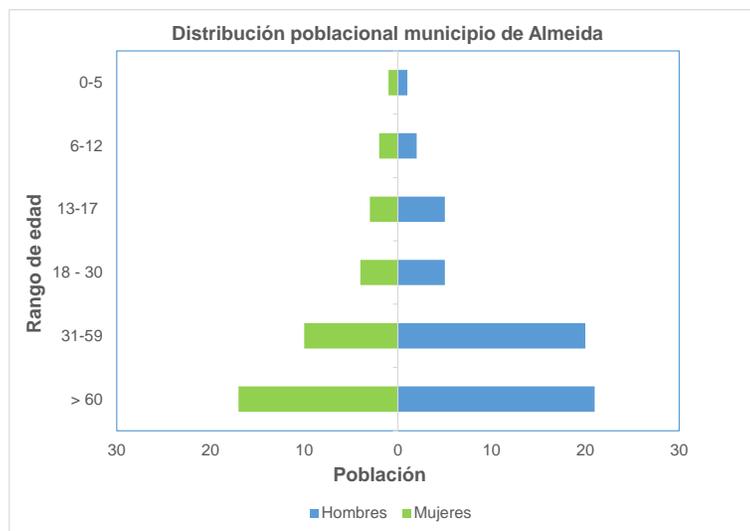


Fuente: Encuestas Área Protegida Cuchilla San Cayetano, Consorcio Estudios Chivor, 2015

En el área de estudio localizada políticamente administrativamente en el municipio de Chivor, se identifica que cerca del 57,7% de la población es adulta y adulta mayor y sólo el 16,7% es menor de 12 años; el 52,1% de la población que allí habita (161 personas) son hombres.

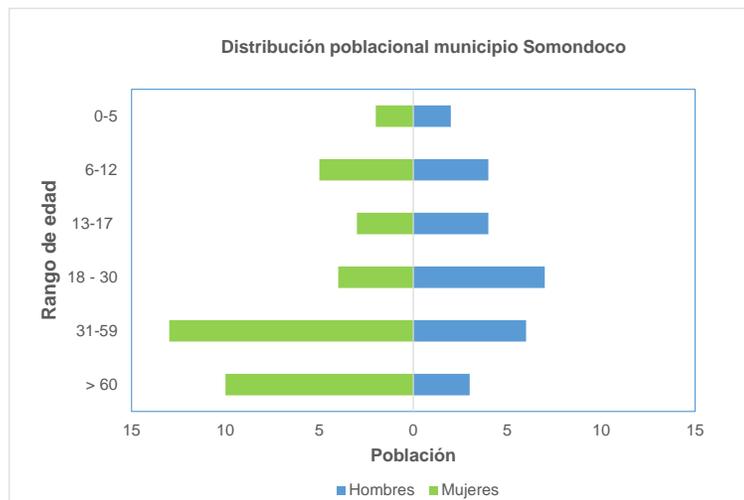
Para el área dentro del municipio de Almeida, se mantiene la tendencia con un 74,7% de concentración de la población en adultos y adultos mayores, siendo sólo un 6,5% de la población menor a 12 años. Respecto a la distribución por sexo, el 59,3% de la población es masculina.

Figura 83. Distribución poblacional en el área de estudio – municipio de Almeida



Fuente: Encuestas area Protegida Cuchilla San Cayetano, Consorcio Estudios Chivor, 2015

Figura 84. Distribución poblacional en el área de estudio – municipio de Somondoco



Fuente: Encuestas Área Protegida Cuchilla San Cayetano, Consorcio Estudios Chivor, 2015

Finalmente, dentro del área de estudio que corresponde al municipio de Somondoco, se evidencia que el 50,7% de la población es adulta y adulta mayor y que el 20,6% es menor a 12 años; el 58,7% de la población es femenina.

Como parte del desarrollo del presente Estudio, se identificó que más del 70% de la población que habita en el área de estudio tiene como lugar de procedencia el mismo municipio, particularidad que evidencia las características de las relaciones con el territorio a partir de la pertenencia y el arraigo. Esta condición se presenta en el 91,6% de los habitantes del área de estudio que se localiza en el municipio de Chivor, en el 100% de los que pertenecen a Almeida, en el 71,4% de los que viven en Somondoco y en el 90,5% de los que son oriundos de Guayatá.

A su vez, se encontró que el tiempo de habitar en la vivienda por más de 10 años es característico en más del 70% de la población que habita en el área de estudio, siendo otra variable que indica el nivel de arraigo y de sentido de pertenencia con un territorio que tienen las comunidades. Específicamente esta condición habitacional se presenta en el 78,3% de los habitantes del área de estudio que se localizan en el municipio de Guayatá, en el 78,9% de los que se encuentran en Almeida, en el 71,4% de los pobladores de Somondoco y en el 81,2% de los que viven en la zona correspondiente al municipio de Chivor.

Lo anterior, permite evidenciar un fuerte sentido de pertenencia y arraigo por parte de los pobladores del área de estudio a su territorio, característica que es pertinente considerar dentro de los procesos de planeación del ordenamiento territorial; para el caso particular, dentro de la toma de decisiones relacionadas con el ordenamiento ambiental regional. Sin embargo, algunos pobladores han emigrado y lo hacen

generalmente, para mejorar sus oportunidades laborales, adelantar estudios en educación superior o mejorar sus condiciones de calidad de vida.

Con base en la información identificada a través de las encuestas aplicadas, dentro de los de los perfiles de los hogares que habitan en el área declarada, se encuentra que la jefatura es femenina en un 66,6% de los núcleos familiares de Somondoco también se identificó que la población es mayoritariamente femenina Consorcio Estudios Chivor, 2015

Figura) y masculina en el 60,5% de los hogares de Almeida, en el 62,1% de los hogares de Guayatá y en el 60,4% de los hogares del municipio de Chivor.

Otra variable a considerar para caracterizar los perfiles de los hogares del área de estudio, es el promedio de edad del jefe de hogar, que para el caso de los núcleos familiares que habitan en jurisdicción del municipio de Chivor es de 56 años, de 61 años para aquellos que se localizan en Somondoco y de 60 años para los que habitan en jurisdicción de los municipios de Almeida y Guayatá.

Conforme con lo anterior, se puede establecer que los perfiles de los hogares que actualmente habitan en el área declarada como de protección, mayoritariamente mantienen la estructura familiar tradicional conformada por padre, madre e hijos y que el primero es el jefe del hogar, es decir, de quien dependen económicamente el resto de los integrantes del núcleo familiar, cuya edad se acerca a los 60 años.

27.3. Distribución Espacial

De acuerdo con las características del área de estudio y las dinámicas rurales de asentamiento, se identifica una distribución espacial habitacional dispersa y semi-dispersa, teniendo en cuenta que la densidad poblacional en el área declarada es de 4,1 habitantes por km² en jurisdicción de Almeida, 4,4 hab/km² en Guayatá, 8,1 hab/km² en Chivor y 14,7 hab/km² en Somondoco.

La infraestructura de las viviendas en el área se caracteriza por ser en su mayoría de un nivel y responder culturalmente a las necesidades habitacionales de los modos de vida de los campesinos de la región, atendiendo además a las particularidades tanto geomorfológicas como climáticas.

En cuanto a su composición, las viviendas que en el área de estudio cuentan con tres habitaciones equivalen al 47,9% de aquellas que se localizan en jurisdicción del municipio de Chivor y 47,3% de las que se encuentran en Almeida. Por su parte, en el municipio de Somondoco el 76,1% de las viviendas cuenta con dos y tres habitaciones siendo proporcionales en número y en el municipio de Guayatá el 39% de las viviendas tiene dos habitaciones.



Fotografías 113 y 114: Viviendas características del área de estudio, Consorcio Estudios Chivor, 2015

En el 73,4% de las viviendas habitadas en el área de estudio, predomina como material en la construcción de las paredes el adobe y en un menor porcentaje se registran las viviendas dónde el material predominante es el bloque. En cuanto al material para la construcción de los pisos, en el 61,9% de las viviendas de Somondoco, el 55,2% de las de Almeida y en el 43,7% de las de Chivor, predomina el cemento; ello contrasta con el 45,9% de las viviendas de Guayatá en las que los pisos son de madera.

En cuanto a los materiales para la construcción del techo, el 90,4% de las viviendas del área de estudio que se localiza en Somondoco, tienen proporcionalmente tejas en zinc y eternit; en el 55,2% de las viviendas en jurisdicción de Almeida predominan las tejas eternit y en Guayatá con un 48,6% y Chivor con el 45,8% las tejas de zinc.



Fotografías 115-117: vías de acceso características del área de estudio, Consorcio Estudios Chivor, 2015

Respecto a los ejes de conectividad vial, los principales y que cuentan con buenas condiciones y mantenimiento son los regionales, que conectan con el eje de la autopista Bogotá- Tunja. Adicionalmente, en la región se identifican las vías pavimentadas hacia los municipios de Garagoa y Guateque como ejes de conectividad, pero presentan deslizamientos y fallas estructurales de manera

recurrente que suelen estar asociadas con la inestabilidad geológica del área, evidenciando déficit en su mantenimiento, por lo que suelen estar en mal estado y con restricción en paso a un solo carril en algunos tramos. A nivel intermunicipal e interveredal para el acceso al área de estudio, las vías son transitables pero no están pavimentadas en su mayoría y evidencian poco mantenimiento.

De acuerdo con el análisis predial realizado, espacialmente el área declarada tiene una concentración jurisdiccional en el municipio de Guayatá con 51,9% y la menor participación en términos de proporción territorial la realiza el municipio de Somondoco con 4,4% del área total. Dentro del área que se localiza en el municipio de Guayatá, es la vereda Fonzaque Arriba la que mayor aporte realiza con 120 predios; sin embargo es la vereda Molinos de Almeida, la que realiza el mayor aporte para toda el área con 182 predios, teniendo en cuenta que este municipio tiene una participación del 23% dentro del área a proteger que tiene una extensión aproximada de 9639,61 Has.

Teniendo en cuenta la riqueza hídrica, pero también la alteración antrópica del ecosistema, se identifica riesgo por inundaciones asociadas a desbordamientos de cuerpos de agua y arrastre de material asociado a este fenómeno. De igual manera, por las características geomorfológicas de la región, se presentan deslizamientos. Es pertinente realizar un balance de los Planes Municipales de Gestión de Riesgos y Desastres de acuerdo con la Ley 1523 de 2012 y articular el Plan de Manejo del área de protección con estos instrumentos de planeación territorial.

27.4. Servicios Públicos

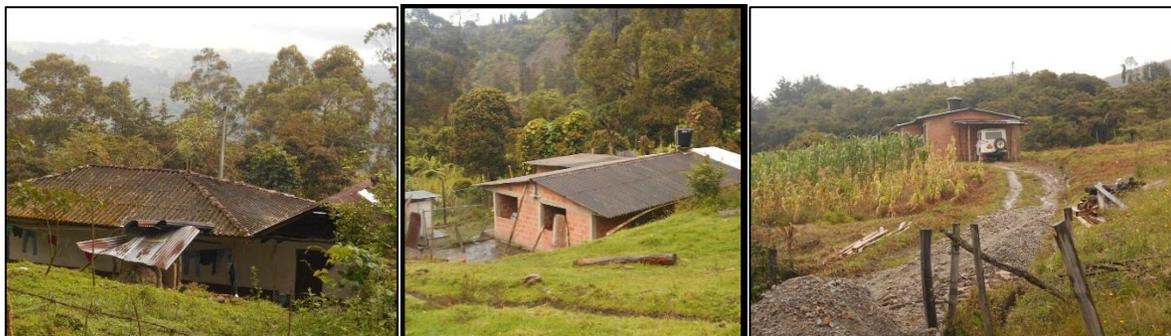


Fotografía 118: vivienda en la que se cocina con leña, característica en más del 50% de las unidades habitacionales del área de estudio, Consorcio Estudios Chivor, 2015

Dentro del área de estudio, la mayoría de las viviendas cocinan con leña, así por ejemplo en jurisdicción del municipio de Guayatá lo realizan el 89,1% de los hogares, en Somondoco el 66,6%, en Chivor el 60,4% y en Almeida el 52,6%. En contraste, el 4% de los hogares de Guayatá utilizan gas, 13,1% lo hacen en Almeida, 20,8% en Chivor y 33,3% en Somondoco; el 34,2% de las viviendas localizadas en jurisdicción del municipio de Almeida combinan el uso de gas y leña y lo mismo realizan el 16,6% de los hogares en Chivor.

Esta tendencia, evidencia alta demanda de los recursos naturales para la cocción de alimentos, dentro de los tradicionales modos de vida rurales del área de estudio, siendo pertinente considerarlo dentro de los planes de manejo para la conservación de las características ambientales del área de protección.

En cuanto al acceso al agua para las viviendas habitadas y localizadas dentro del área de estudio, se identifica que el municipio que tiene mayor cobertura en la prestación del servicio de acueducto es Chivor con un 60,4%, seguido de Guayatá con un 54%, Almeida 34,2% y Somondoco con 28,5%. Este último municipio revela una impactante cifra en cuanto a saneamiento básico, ya que el 71,4% de los hogares dentro del área no cuenta con acueducto.



Fotografías 119-121: características habitacionales y de servicios públicos de las viviendas del área de estudio, Consorcio Estudios Chivor, 2015

Por su parte, el municipio de Guayatá, que tiene el mayor porcentaje de participación territorial dentro del área declarada, tiene un 46% de viviendas sin servicio de acueducto y el municipio de Almeida que tiene el mayor número de predios, no tiene cobertura en el 65,7% de las unidades habitacionales; algunas de las viviendas del área cuentan con tanque de almacenamiento de agua. Estas cifras son indicativas de las acciones que deben implementarse de manera articulada con otros procesos administrativos y comunitarios a nivel municipal, para fortalecer los planes de manejo tendientes a proteger, conservar y recuperar los valores ecosistémicos de la zona.

En ningún municipio se reporta acceso al servicio de alcantarillado, por lo que la mayoría tiene pozo séptico, siendo una característica en el 100% de las viviendas que se localizan en jurisdicción de Almeida, del 85,1% de las que están en Guayatá,

del 80,9% de las ubicadas en Somondoco y del 72,9% de aquellas que están en Chivor. En todo caso, con excepción de las viviendas del área que se localizan en Almeida, no hay una cobertura del 100% para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, a través de pozos sépticos. Es pertinente considerar este aspecto dentro de las acciones de saneamiento básico que deben armonizar con el plan de manejo del área protegida declarada.

Teniendo en cuenta las particularidades de la dinámica de vida rural, en ninguna de las veredas que hacen parte del área de estudio, se registra un sistema de recolección de residuos, siendo la quema la principal alternativa por la que optan los pobladores. Para el caso de Almeida, la proporción es del 92,1%, en Somondoco es del 85,7%, en Guayatá del 74,3% y en Chivor es del 68,7%. Como otras alternativas de manejo de los residuos dentro del área de interés y en menor proporción, se encuentra que en Chivor el 25% de las viviendas entierran los residuos y en Guayatá lo hace un 17,5% y en menor proporción en Somondoco (9,5%) y Almeida (2,6%). Los residuos que se generen en los cuatro municipios se disponen en la planta de residuos sólidos de Garagoa.

En dos de los municipios del área de estudio, utilizan los residuos para la elaboración de compostaje, tal es el caso del municipio de Chivor donde el 62,5% de los hogares realiza esta práctica y en Almeida lo desarrollan el 60,5%. En contraste con ello, en el 62,1% de los hogares de Guayatá y en el 76,1% de los de Somondoco, no le dan ningún tratamiento a los residuos. Estas cifras también permiten identificar esas acciones que dentro de las prácticas cotidianas tradicionales se deben fortalecer e incentivar como medidas de protección ambiental, además de aquellas a implementar a través de la sensibilización y la educación ambiental comunitaria, el trabajo en red y la formación de líderes.

Respecto a la prestación del servicio de energía eléctrica, la cobertura en el área de estudio es del 100% de las viviendas del municipio de Chivor, del 97,3% en Almeida, del 95,2% en Somondoco y del 82,4% en Guayatá.

27.5. Usos del agua

En el área de estudio se identifican 30 acueductos veredales con una cobertura estimada de 6332 usuarios y una calidad del agua regular para el 57% de éstos. Dentro de las principales problemáticas se identifican las asociadas a turbiedad en temporada de invierno, las relacionadas con deforestación y presencia de ganadería en sus inmediaciones y en general las que tienen que ver con la conectividad para la prestación del servicio hacia las viviendas y el mantenimiento integral de su estructura; algunos no cuentan con un buen sistema de tratamiento de agua.

El uso de los acueductos es mayoritariamente doméstico, salvo en los acueductos Saucivo, Volcán 1 y Volcán 2, donde además del doméstico se identifica su uso como abrevadero. Así mismo, en el área de estudio se identifican dos Distritos de Riego: (1) el de Rincón y (2) el de Fonzaque, teniendo el primero una cobertura de

210 usuarios y para el segundo no se registra este dato. Los dos Distritos se califican con calidades del agua entre buena y muy buena respectivamente, no tienen concesión y a la fecha, no se registra ningún trámite relacionado con ello.



Fotografías 122 y 123: Distrito de Riego de Rincón Arriba, municipio de Guayatá, Corpochivor 2015



Fotografías 124 y 125: Distrito de Riego de Fonzaque, municipio de Guayatá, Corpochivor 2015

A continuación se relacionan las principales características de cada uno de los Distritos de Riego referenciados:

Tabla 50. Principales características de los Distritos de Riego que se localizan en el área de estudio

DISTRITO RIEGO	USUARIOS	RESPONSIBLE	CALIDAD AGUA	FUENTE	COBERTURA	CONSTITUCIÓN	TIPO PREDIO
Rincón	210	Favián León	Buena	Qda Negra	10 veredas	Si	Privado
Fonzaque	0	Danilo Ramírez	Muy buena	Q El Jucual	2 veredas	Si	Distrito de riego

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
COMPONENTE DIAGNÓSTICO



Fuente: Elaboración propia a partir de la información suministrada por Corpochivor, Consorcio Estudios Chivor, 2015

Tabla 51. Principales características de los acueductos veredales del área de estudio

ACUEDUCTO	USUARIOS	RESPONSIBLE	CALIDAD AGUA	FUENTE	COBERTURA	CONSTITUCIÓN	CONCESION	ESTADO CONCESIÓN	TENENCIA PREDIO
 <p>Somondoco</p>	455	Ligia Tolosa	Regular	Quebrada La Cuya	100% casco urbano	Si	Si	Concedido Acto administrativo (26/01/2009); renovación (06/02/2019)	Público
 <p>Saucivo</p>	82	Luis Alderson Gutiérrez	Buena	Nacimiento El Saucivo	4 veredas	Si	No	trámite en curso.	Público
 <p>Loma Gorda</p>	15	Rafael Joaquín Ruíz	Regular	Nacimiento	15 viviendas	Si	Si	Concedido Acto administrativo (21/07/2008); renovación (26/08/2018)	Privado
 <p>San Carlos</p>	28	Oliva Coba	Regular	Quebrada	28 usuarios	Si	No	Concedido Acto administrativo (22/05/2002) y no ha hecho renovación desde (26/06/2012)	Privado
San Luis	20	Hernando Alfonso	Regular	Q El Jural	20 personas	Si	Si	Concedido Acto administrativo (23/08/2007);	Privado

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

ACUEDUCTO	USUARIOS	RESPONSIBLE	CALIDAD AGUA	FUENTE	COBERTURA	CONSTITUCIÓN	CONCESION	ESTADO CONCESIÓN	TENENCIA PREDIO
								renovación (24/09/2017)	
Guayatá 	665	Antiguo Piñeros Ramírez	Buena	Tencua	urbano y 110 puntos rurales	Junta Directiva	Si	Concedido Acto administrativo (27/12/1996); renovación (29/01/2017)	Público
Volcán 	354	Eneth Caballero Sánchez	Regular	Tencua	8 veredas	Si	No	trámite en curso.	Privado
Guarumal 	17	Juan David Gordillo	Buena	Q Los Sendales	17 personas	Si	No	trámite en curso.	Privado
Sabanetas 	380	Omar Sánchez	Regular	Q La Risata	10 veredas	Si	SI	Concedido Acto administrativo (24/05/2006); renovación (07/06/2016)	Acueducto

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
COMPONENTE DIAGNÓSTICO

ACUEDUCTO	USUARIOS	RESPONSIBLE	CALIDAD AGUA	FUENTE	COBERTURA	CONSTITUCIÓN	CONCESION	ESTADO CONCESIÓN	TENENCIA PREDIO
 <p>Fonzaque</p>	115	José Santos García	Buena	Q El Jucual	2 veredas	Si	No	trámite en curso.	Privado
 <p>Rincón</p>	450	Víctor Piñeros	Regular	Tencua	9 veredas	Si	No	Concedido Acto administrativo (20/04/1998) y no ha hecho renovación desde el (13/05/2008)	Privado
 <p>San Rafael</p>	20	Rodrigo Camacho	Muy buena	Q San Rafael	20 usuarios	Si	No	trámite en curso.	Privado
 <p>Curiavaca Belén</p>	180	Aura María Novoa	Regular	Quebrada La Cuya	én, Curiavaca Abajo y Arriba	Si	Si	Concedido Acto administrativo (21/07/2008); renovación (23/01/2019)	Privado
 <p>Tona</p>	63	Alcaldía Almeida	Buena	Q Barro Amarillo	Tona	Si	Si	Concedido Acto administrativo (21/07/2008); renovación (14/08/2018)	Público
Rosal	86	Alcaldía Almeida	Buena	El Chital	Vereda Rosal	Si	No	Sin información	Privado

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

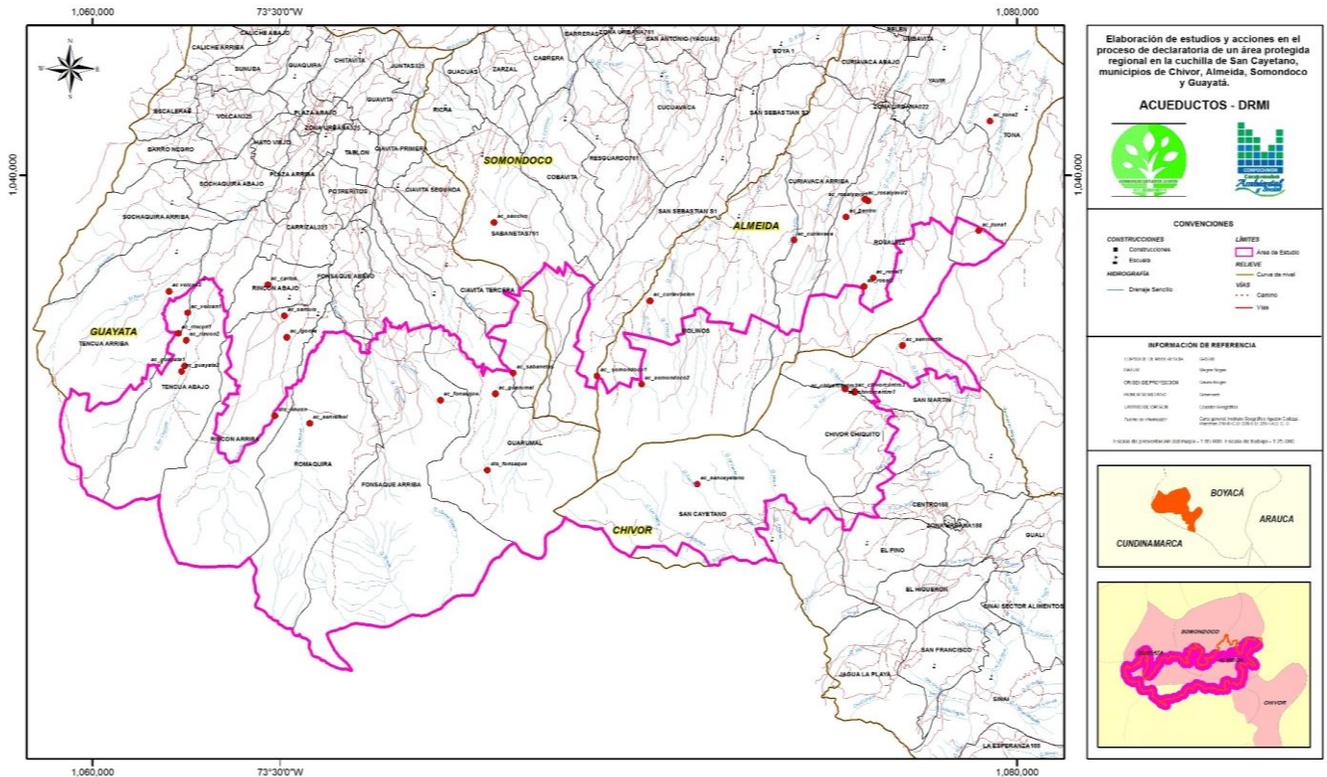
ACUEDUCTO	USUARIOS	RESPONSIBLE	CALIDAD AGUA	FUENTE	COBERTURA	CONSTITUCIÓN	CONCESION	ESTADO CONCESIÓN	TENENCIA PREDIO
									
Curiavaca 	118	Alcaldía Almeida	Buena	Q Los Potreros	Vereda Umbavita	Si	Si	Concedido Acto administrativo (21/07/2008); renovación (14/08/2018)	Público
Centro 	136	Alcaldía Almeida	Muy buena	Nacimiento El Manantial	casco urbano, Vereda Cantarrana y Montefrío	Si	Si	Concedido Acto administrativo (21/07/2008); renovación (14/08/2018)	Público
Rosal Yavir 	89	Alcaldía Almeida	Regular	Nacimiento El Recuerdo y Naranjito	Vereda Rosal Bajo y Yavir	Si	Si	Concedido Acto administrativo (21/07/2008); renovación (28/01/2019)	Público
San Cayetano 	180	Alcaldía Chivor	Buena	Q La Cascada	Veredas San Cayetano, Pino, Minas, San Francisco	No	No	Trámite en curso.	Privado

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

ACUEDUCTO	USUARIOS	RESPONSIBLE	CALIDAD AGUA	FUENTE	COBERTURA	CONSTITUCIÓN	CONCESION	ESTADO CONCESIÓN	TENENCIA PREDIO
Chivor Centro1 	230	Sonia Algarra	Regular	Chivor Chiquito	asco urbano, Vereda Cantarrana y Montefrío	Si	S	Concedido Acto administrativo (27/07/2005); renovación (12/09/2015)	Público
San Martín 	27	Plutarco Ramírez	Regular	El Pinal	27 familias	Si	No	Concedido Acto administrativo (22/08/2002) y no ha hecho renovación desde el (27/08/2012)	Privado

Fuente: elaboración a partir de las fichas técnicas de cada uno de los acueductos construidas por Corpochivor en el presente año, Consorcio Estudios Chivor, 2015

Figura 85. Localización de los acueductos veredales en el área de estudio



Fuente: Consorcio Estudios Chivor, 2015

27.6. Educación y Salud

De acuerdo con los datos del Censo DANE 2005, para el total de la población del municipio de Almeida se registra un porcentaje del 81,8% de alfabetizados y de 15,3% de personas que no saben leer ni escribir. Por su parte, en el municipio de Chivor el porcentaje es de 83,6% de quienes leen y escriben y de 14,6% de quienes no lo hacen, en Guayatá esta relación es respectivamente de 82,5% y 16,6% y en Somondoco de 86,5% y 13,3%.

Se debe precisar que de acuerdo al perfil poblacional del área de estudio, más del 50% de los habitantes son adultos y adultos mayores, siendo característico en la mayoría de personas con más de 60 años no saber leer ni escribir, particularidad que se tuvo en cuenta en el desarrollo del proceso de plan de manejo y que debe considerarse en la posterior ejecución de los proyectos del plan de manejo del área declarada.

Respecto a la oferta educativa, dentro del área declarada no se reporta la existencia de hogares o centros comunitarios. En jurisdicción del municipio de Chivor se encuentra la Institución Educativa Técnica Agropecuaria La Esmeralda –IETALE,

cuyo Proyecto Educativo Institucional (PEI) tiene enfoque agropecuario, importante a considerar dentro del desarrollo del Plan de Manejo del área declarada

Por su parte, en el municipio de Somondoco se encuentra la Institución Educativa José Benigno Perilla que tiene énfasis comercial, al igual que la Institución Educativa Enrique Suárez del municipio de Almeida.

En Guayatá se identifican las escuelas de las veredas Guarumal, Rincón Arriba, Ciavita Tercero, Tencua Abajo, Fonzaque Arriba y las Instituciones Educativas Las Mercedes cuyo PEI tiene énfasis en informática aplicada a la contabilidad y la de Sochaquira Abajo, cuyo énfasis es en medio ambiente, particularidad que se articula con el objetivo de declaratoria de la Cuchilla San Cayetano como área de protección ambiental.



Fotografías 126-128: instituciones educativas de las veredas del área de estudio, Consorcio Estudios Chivor, 2015

En el área declarada, se identifican procesos de educación ambiental incentivados y liderados por la Corporación Autónoma Regional de Chivor –CORPOCHIVOR, como el Programa Corpochivatos que se desarrolla de manera articulada con las comunidades educativas, puesto que hace parte de su Plan de Acción (2016-2019), que va de la mano con la Política Nacional de Educación Ambiental y en ese marco, con la gestión de Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), que son apoyados por profesionales de educación ambiental, promoviendo la investigación, los valores, la interculturalidad, la gestión, además de integrar los saberes para la resolución y el manejo de problemáticas ambientales.



Fotografía129: Programa Corpochivatatos, Consorcio Estudios Chivor, 2015

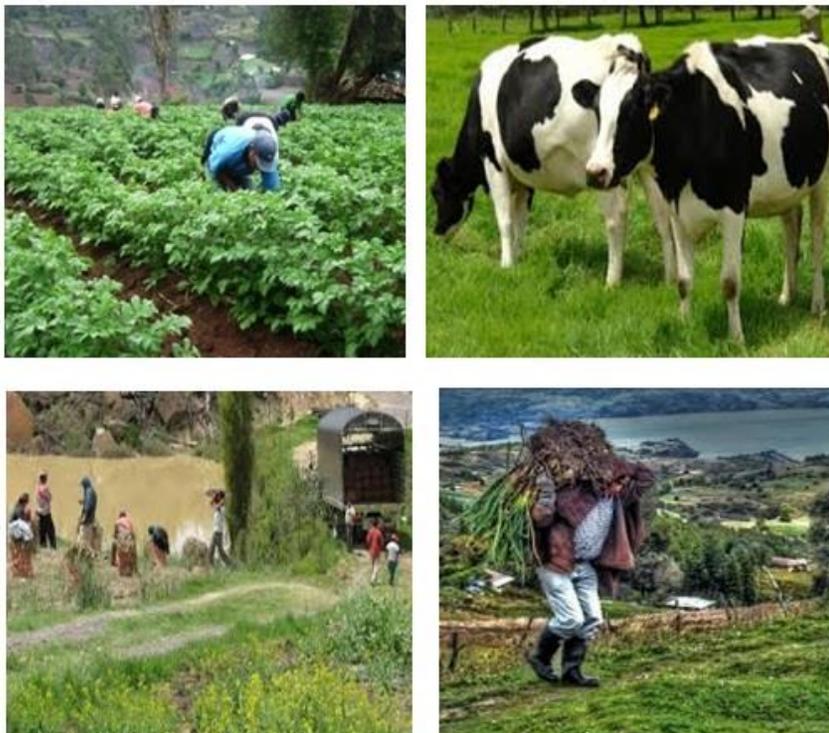
En cuanto a la prestación de servicios de salud para los habitantes del área de estudio, los que se localizan en jurisdicción del municipio de Chivor se dirigen al puesto de salud y se identifican dos casos de personas que presentan alguna condición de discapacidad. Por su parte, en jurisdicción del municipio de Somondoco, el 57,1% de la población asiste al puesto de salud y el 42,8% restante lo hace al hospital público, no se registran personas en condición de discapacidad y como principales enfermedades entre los habitantes del área declarada se identifican la osteoporosis, trombosis y problemas asociados a la visión.

Para la población que habita hacia Almeida, el centro de salud es la principal vía de acceso a los servicios médicos y se identifica sólo a una persona con alguna condición de discapacidad y un caso de enfermedad mental. El 77% de la población que vive en jurisdicción de Guayatá, hace uso del centro de salud u hospital público y dentro de las principales enfermedades reportadas se identifican la diabetes, osteoporosis, problemas de columna, musculares, migrañas, las asociadas al sistema nervioso, presión arterial, úlceras y colesterol, además de presentarse seis casos de personas en condición de discapacidad.

27.7. Dinámica económica y relación con los sistemas de producción agropecuaria

Históricamente esta región boyacense se ha caracterizado por su vocación agropecuaria, siendo importante como despensa alimentaria local y para la capital del país. A nivel municipal, en algunos sectores de Guayatá, Almeida, Chivor y

Somondoco, se identifican áreas destinadas a la producción cafetera, actividad económica que dinamiza la generación de empleo de acuerdo con los ciclos de cosecha-recolección.



Fotografía130-133: dinámica de la economía agropecuaria regional, Observatorio Económico de Boyacá tomado de www.boyaca.gov.co

Según el POMCA del río Garagoa (2018), en la Provincia de Oriente el 12% del área agropecuaria de los municipios está dedicada a la agricultura y el 88% a la actividad pecuaria. El principal cultivo desde el punto de vista tecnológico es el tomate bajo cubierta, que se desarrolla en Guayatá y Somondoco, dos de los cuatro municipios en los que políticamente administrativamente se encuentra el área de estudio y que reportan rendimientos muy altos, especialmente en Somondoco. Como parte del reconocimiento de la dinámica económica, a considerar en el desarrollo de los Planes de Manejo del área que se declare, es pertinente identificar que el mercado regional se articula en los municipios de Guateque, Garagoa y Ramiriquí.

En todo el municipio de Almeida se identifican como principales cultivos: frijol, maíz, caña mielera, tomate, arveja, plátano, cítricos, yuca, café, papa, papaya, arracacha, pepino. En Guayatá se produce café orgánico tipo exportación –se conoce como el municipio cafetero del Valle de Tenza, resaltando la fertilidad de sus tierras-, y se augura como actividad promisoriosa entre los habitantes del municipio. Sin embargo, no cuenta con centros de acopio que garanticen la calidad de los productos agropecuarios y el manejo de post cosecha.

En la región la actividad pecuaria es de doble propósito, es decir, para la producción de carne y leche, aunque esta última ha ido disminuyendo su rentabilidad en los últimos años. En el EOT de Guayatá, se indica que el censo ganadero bovino oscila entre 5000 y 6000 cabezas de ganado y en el municipio de Almeida se identifica que la economía se basa en la ganadería de doble propósito, la agricultura y la minería de agregados destinados al mantenimiento de las vías.

A continuación se relaciona el área destinada a actividades agropecuarias por municipio, diferenciando aquellas que son agrícolas de los pastos, de acuerdo con lo establecido por la Unidad regional de Planificación Agropecuaria:

Tabla 52. Áreas agropecuarias, agrícolas y total de pastos por municipio

MUNICIPIO	Área agropecuaria 2003 (Has)	Área agrícola 2003 (Has)	Área total en pastos 2003 (Has)
Guayatá	4800	510	4290
Somondoco	2100	170	1930
Almeida	1471	116	1355
Chivor	715	395	320

Fuente: Unidad Regional de Planificación Agropecuaria (URPA), 2003, tomado del POMCH Río Garagoa, 2005, elaborado por Consorcio Estudios Chivor, 2015

De acuerdo con ello, el municipio que tiene mayor área agropecuaria es Guayatá con 4800 Ha y el menor es Chivor con 715 Ha, siendo en Guayatá con 89,3%, en Somondoco con 91,9% y en Almeida con 92,1% mayor el porcentaje del área total en pastos que el área agrícola del total del área de destinación agropecuaria; en Chivor, el comportamiento es inverso, puesto que el 55,2% del área agropecuaria es agrícola y el 44,8% es equivalente al área total en pastos.

Según el Índice de Presión por Actividades Agropecuarias, los tipos de cultivos son permanentes en Somondoco, Chivor y Guayatá y transitorios en Almeida, los niveles tecnológicos agrícolas son moderados excepto en Somondoco dónde es rudimentario y los niveles tecnológicos bovinos son altos en Almeida y Guayatá y moderados en Chivor y Somondoco:

Tabla 53. Índice Municipal de Presión por Actividades Agropecuarias

Municipio	Tipo de actividad	Tipo cultivos	Cultivo principal	Nivel tecnológico agrícola (2003)	Nivel tecnológico bovinos (2003)	Nombre Índice
Somondoco	Pastos	Permanentes	Caña Miel	Rudimentario	Moderado	Alta presión por actividades agropecuarias
Chivor	Agrícola	Permanentes	Caña Miel	Moderado	Moderado	Baja presión por actividades agropecuarias

Municipio	Tipo de actividad	Tipo cultivos	Cultivo principal	Nivel tecnológico agrícola (2003)	Nivel tecnológico bovinos (2003)	Nombre Índice
Almeida	Pastos	Transitorios	Frijol	Moderado	Alto	Moderada presión por actividades agropecuarias
Guayatá	Pastos	Permanentes	Café	Moderado	Alto	Moderada presión por actividades agropecuarias

Fuente: Unidad Regional de Planificación Agropecuaria (URPA), 2003, tomado del POMCA Río Garagoa, 2018,

Entre los municipios del área de estudio, Guayatá se destaca por la concentración de pastos de corte y pradera tradicional; este municipio ha contado con hatos ganaderos importantes y bovinos dedicados a lechería especializada. Aun cuando se registran actividades ganaderas a nivel municipal, se debe considerar que no es una actividad económica que genere gran volumen de empleo.

Dentro de la dinámica económica regional, se identifican otros sectores productivos como las plantaciones forestales comerciales principalmente de pino, eucalipto, urapán, nogal cafetero y aliso, que se desarrollan en los municipios de Chivor, Almeida, Somondoco, Macanal y Garagoa. De otra parte, en la Provincia de Oriente se destaca la actividad avícola, tanto de engorde como de ponedoras, que ha desplazado parte de la mano de obra agrícola y en Chivor, según su EOT, se reportan estanques piscícolas principalmente para la cría de mojarra roja.

En cuanto a las actividades comerciales y de servicios, éstas se concentran en las cabeceras municipales. La actividad comercial es baja por la vecindad con centros de comercio regionales, sin embargo se comercializan algunos productos agropecuarios como el café, tomate, frijol, maíz, frutas, carne y queso con los municipios de Guateque, Garagoa y la capital del país, donde a su vez se adquieren artículos para la canasta familiar e insumos para el agro. El turismo no es un renglón de la economía que haya sido explorado ni explotado en la región.

Dentro de las principales dificultades a considerar dentro del desarrollo económico para la región, son las condiciones de la malla vial y con ello del transporte dentro de toda la cadena productiva. De otra parte, está la falta de transferencia de tecnologías adecuadas, la falta de apoyo institucional y la poca disponibilidad de capital de trabajo.

Así mismo, el nivel de articulación con la economía regional es muy bajo, sólo se representa en las transferencias que grandes empresas como la Central Hidroeléctrica de Chivor, el Oleoducto Central y la explotación de esmeraldas, deben hacer según lo establecido en la Ley.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se puede afirmar que las principales actividades económicas de la región están relacionadas con el sector primario (ganadería, minería, agricultura, avicultura, porcicultura y piscicultura), actividades que tienen baja oferta productiva de tipo comercial, una importante oferta semi-comercial y un destacado nivel de producción que se destina al auto consumo regional. Los principales centros de producción y abastecimiento son la capital del departamento de Boyacá y la ciudad de Bogotá (POMCH Río Garagoa, 2005).

27.8. Dinámica económica en el área de estudio Cuchilla de San Cayetano

Para identificar la dinámica económica del área de estudio, es pertinente reconocer la relación entre las economías regionales y las locales, para establecer las medidas del Plan de Manejo del área declarada.

Según los resultados de las encuestas aplicadas en los hogares que habitan en el área de estudio (2015), se identifica que teniendo en cuenta las condiciones geofísicas del área, hay una mayor vocación ganadera de bovinos que agrícola, aun cuando esta se desarrolla en menor escala y principalmente para el autoconsumo. Dentro de los principales productos que se cultivan en el área de estudio se encuentran: maíz, papa, lulo, yuca, caña, café y hortalizas y de manera particular en Chivor y Almeida se siembra además granadilla, frijol, tomate y pepino.

Se estima para el área de estudio que entre 8 y 25 mts dentro del predio, se destinan para el desarrollo agrícola, aumentando a 50 mts en el municipio de Chivor; para aquellos productos que se dedican a la comercialización como el lulo y el maíz en el municipio de Guayatá y la granadilla y las hortalizas en Chivor, se destinan entre una hectárea y dos fanegadas de tierra.



Fotografías 134-136: cultivos del área de estudio, Consorcio Estudios Chivor, 2015

Respecto a la actividad pecuaria, en general el número de individuos bovinos por familia oscila entre 1 y 10 entre quienes se dedican a esta actividad económica; sólo en un predio localizado en jurisdicción del municipio de Chivor se registran 80 individuos y en una finca en jurisdicción de Almeida se reportan 20 bovinos. En la

zona se referencian procesos de transformación de la leche pero sólo para consumo familiar, no para comercialización.

De acuerdo con las encuestas de perfil socioeconómico, las principales ocupaciones de los jefes de hogar en las viviendas ocupadas dentro del área de estudio son:

Tabla 54. Principales ocupaciones de los jefes de hogar en el área de estudio

JURISDICCIÓN MUNICIPAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	PRINCIPAL OCUPACIÓN	PORCENTAJE
Chivor	Mano de obra (jornal)	42,8%
	Agropecuario	41,6%
Somondoco	Ama de casa	71,4%
Almeida	Agropecuario	42,1%
	Labores de la casa	39,4%
Guayatá	Agropecuario	62,1%
	Labores de la casa	25,6%

Fuente: Elaboración a partir de las encuestas de perfil socioeconómico aplicadas para el Estudio del proceso de Declaratoria del Área Protegida de la Cuchilla San Cayetano, Consorcio Estudios Chivor, 2015

La principal fuente de ingresos en el 70,8% de los hogares del área de estudio que se encuentran en jurisdicción del municipio de Chivor, proviene de actividades agropecuarias, en Somondoco el 47,6% de subsidios o aportes familiares y el 38% de la venta de mano de obra. Para el 57,8% de los hogares que se encuentran en Almeida, los ingresos provienen de actividades agropecuarias y para el 45,9% de los hogares de Guayatá de la venta de mano de obra, para el 29,7% de actividades agropecuarias y el 21,6% de los hogares obtienen sus ingresos de subsidios y aportes familiares principalmente de los que realizan los hijos.

Los ingresos mensuales por debajo de un salario mínimo legal vigente (SMLV), se presentan para el 85,4% de los hogares dentro del área de estudio en jurisdicción del municipio de Chivor, para el 85,7% de los que se encuentran en Somondoco, el 71% de los que están en Almeida y el 81% de los de Guayatá.

Para el desarrollo de actividades agropecuarias, es pertinente considerar lo establecido en la Resolución 1132 de 2013 del INCODER¹³, que define los criterios para establecer la Unidad Agrícola Familiar (UAF), entendida ésta como la unidad de medida económica en hectáreas, necesaria para que una familia rural tenga los ingresos necesarios y garantizar una vida digna y la sostenibilidad de su actividad productiva. Así, para los municipios con jurisdicción en el área de estudio se definen

¹³ Resolución No. 1132 de 2013 del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER, por medio de la cual se fijan los patrones constitutivos de Unidades Agrícolas Familiares mínima ponderado a nivel predial.

como UAF: Almeida (10 hectáreas), Chivor (7 Ha), Guayatá (5 Ha) y Somondoco (4 Ha).

De acuerdo con los resultados del análisis predial realizado para este Estudio, es importante señalar que el 76,5% de los predios que se encuentran dentro del área de estudio y que se localizan en Almeida no alcanzan la UAF, es decir, están por debajo de las 10 Ha. Por su parte el 42,3% de los predios de Guayatá no superan la UAF (5 Ha), el 28,12% de los de Chivor no están por encima de las 7 Ha que definen la UAF y el 17,5% de los predios de Somondoco no superan las 4 Ha establecidas como UAF. Esta situación dificulta la generación de ingresos capaces de sostener a las unidades productivas.

De acuerdo con lo anterior, el 27,8% de los predios existentes en el área de estudio se consideran microfundios y un 42,3% adicional se clasifican como minifundios, lo que significa que la mayoría de las propiedades existentes en el área declarada (70,3% del total) tiene una extensión inferior a 10 Ha.

El desarrollo de actividades agropecuarias asociadas al minifundio y al microfundio, aumentan la presión antrópica sobre el ecosistema. Esto se asocia con prácticas agrícolas inadecuadas que impactan la disponibilidad de los recursos que demandan los procesos productivos, generando sobre explotación y estimulando su agotamiento y deterioro continuo, en una dinámica lenta y frágil, que dificulta el desarrollo sostenible.

En esta dinámica de los sistemas productivos en la zona, de acuerdo con el POMCH del río Garagoa (2005) se identifica una explotación ineficiente de suelos, ampliación de la frontera agrícola, potrerización, contaminación de las aguas, desertificación y conflictos por el uso del agua.

La estructura agraria basada en minifundios y microfundios, es un problema de tipo estructural dada la excesiva fragmentación de la propiedad rural lo que genera riesgos económicos y pobreza, por lo que los procesos de producción son de pequeña escala, es decir, no incluyen procesos de transformación o de mejora de suelos o tecnología. Los niveles de pobreza además de estar sustentados en las limitaciones tecnológicas, también se explican por el limitado acceso a la tierra que no permite a los pobladores desarrollar sus actividades a una escala adecuada, como ya se evidenció para el área de estudio, lo que hace demasiado costosa la producción y la hace menos competitiva (POMCH río Garagoa, 2005).

En el área declarada se practica la agricultura tradicional y la ganadería extensiva y de subsistencia; existe baja rotación de cultivos, se utiliza mano de obra familiar y se usan intensivamente agroquímicos. Según el POMCH Río Garagoa (2005), estos aspectos tienen efectos ambientales desfavorables, repercuten en los costos de producción y no permiten competir en los mercados regionales, sumado que la financiación y comercialización es deficiente por los altos costos de transporte, los bajos precios, la inestabilidad en los mercados locales, la intervención de los

intermediarios, la ausencia de canales de comercialización y las dificultades para acceder al crédito.

La actividad agrícola especialmente en cultivos transitorios ha disminuido principalmente por agotamiento de los suelos, disminución del recurso hídrico, incremento en los costos de producción y migración poblacional rural. De acuerdo con lo que afirma el EOT de Almeida (2002 -2010), la agricultura es la actividad económica que vincula el mayor porcentaje de mano de obra, pero es la que genera menor rentabilidad, en contraste con el sector ganadero, que ocupa la mayor parte del espacio territorial y ofrece la mayor rentabilidad.

De acuerdo con la relación entre la dinámica económica regional y la local, se puede evidenciar que cuando los niveles tecnológicos tanto los agrícolas como en bovinos son moderados y altos, hay una menor presión en el uso del suelo y en los servicios ecosistémicos derivados del desarrollo de actividades agropecuarias.

Es pertinente identificar las posibles afectaciones a la producción agrícola por factores endógenos tales como la poca mano de obra calificada, la topografía, las características físico-químicas del suelo, la carencia de sistemas de riego, las dificultades en la comercialización y en el mercado local, el bajo desarrollo tecnológico a nivel local, la falta de promoción de organizaciones de productores y el predominio de la población adulta mayor, así como los factores exógenos, relacionados con las condiciones climáticas regionales, la inexistencia de políticas locales para el desarrollo de tecnologías, la carencia de un mercado regional sólido, el aumento en el costo de los insumos agropecuarios y el difícil acceso a créditos de fomento.

Es necesario plantear proyectos de desarrollo económico local con perspectiva regional, que generen oportunidades de empleo por fuera de la finca y con permanencia de los productores en el área rural, la idea es combinar la agricultura y la ganadería con otros ingresos extra-prediales, ingresos que pueden provenir de actividades de diversa índole: agroturismo, microempresas, agroindustria y la venta de servicios ambientales, entre otros (POMCH río Garagoa, 2005). De otra parte, en la zona de estudio, no se evidencia un sistema de producción tecnificado, lo que habría que evaluar en relación con el desarrollo de procesos de aprovechamiento sostenible de los recursos.

Los incentivos económicos para la conservación ambiental deben extenderse a otras alternativas con las cuales se obtengan resultados similares a los que se obtienen mediante la reforestación. Entre las opciones de nuevas alternativas incentivables se encuentran los sistemas integrales sostenibles que contemplan la planificación total o parcial de una finca, en donde se proyectan cambios en los cultivos, en los pastos, en el manejo del ganado, etc., que corrijan la producción de sedimentos y la desregulación hídrica; también se debe incentivar la regeneración

natural y la reconversión ganadera y por supuesto aquellos incentivos dirigidos a la reforestación (POMCH río Garagoa, 2005).

27.9. Actores sociales

Se identifican los actores sociales que tienen relación directa e indirecta con el territorio, en la pretensión de fortalecer la participación y la gestión de recursos para la ejecución integral de su Plan de Manejo. En el desarrollo del presente Estudio, se identifican las comunidades habitantes de las 18 veredas que hacen parte de la Cuchilla de San Cayetano; no se identifican organizaciones en el sector rural relacionadas con la producción agropecuaria ni el desarrollo de actividades comunitarias.

Como principales actores sociales colectivos, que se encuentran activos dentro de la dinámica local y con relación directa en los territorios, se identifican las Juntas de Acción Comunal (JAC) de las veredas y las Juntas de los Acueductos Veredales, que se relacionan a continuación:



Fotografías 137 y 138: actores sociales, Consorcio Estudios Chivor, 201

Tabla 55. Caracterización actores sociales locales - JAC veredas área de estudio 2015

MUNICIPIO	JAC VEREDA	RE REPRESENTANTE	CONTACTO	ANTECEDENTES	DEBILIDADES	FORTALEZAS
Guayatá	que Arriba y Guarumal	Alberto Gordillo	3115139645	JAC fue constituida hace más de 40 años y se renueva la directiva cada 4 años.	Se deben apoyar las iniciativas de la JAC, pues evidencian no recibirlo. Toda la gestión y los gastos en los que se incurra para participar (por ej. movilidad) corre por cuenta propia.	La participación y el interés de los líderes por intentar participar y estar presentes en los diferentes escenarios dónde son convocados.
	Ciavita Tercera	Juan Pablo Bohórquez	3133210263	Se estima que la JAC fue conformada hace más de 10 años.	Poca participación de la comunidad, la percepción de su líderes que no le colaboran. Dificultad para movilizarse y gestionar proyectos e iniciativas por falta de recursos.	Interés del presidente por representar a la comunidad.
	Tencua Abajo	Irene Bareto	3103020629	Se identifica que la JAC tiene más de 40 años de conformada. La líder lleva varios períodos ejerciendo como presidenta y antes lo hizo su padre.	Poca población y los que habitan mayoritariamente son adultos mayores, que para la líder es una particularidad que dificulta la participación, por las dificultades en la movilidad y la constante disposición para el desarrollo de acciones. La vía de acceso a la vereda, no está buena.	Los pocos que están más son unidos para el trabajo de la JAC. Consideran que una ventaja territorial, es que tienen agua, vegetación y que eso hace más importante su territorio.
	Tencua Arriba	Rosa Cecilia Piñeros	3124793420	La JAC se conformó hace aprox 10 años. La actual directiva ejerce por un	No tiene habitantes, más o menos hay 6 personas. La líder considera estar	Interés líder.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

MUNICIPIO	JAC VEREDA	RE REPRESENTANTE	CONTACTO	ANTECEDENTES	DEBILIDADES	FORTALEZAS
				período de 3 años y posteriormente se renueva.	sola para el desarrollo de iniciativas comunales. No hay ayuda porque no hay gente: por ej para el arreglo de la vía, no hay con quien gestionar y las autoridades no prestan mayor atención, pues consideran que no es prioritaria allí la inversión, pues el impacto no es significativo dado el número de habitantes. La líder no tiene tiempo para dedicarse al trabajo de la JAC, hay poca participación. Se identifica que hay muchas personas mayores solas en el campo.	
	Romaquira	Yeison García	3124793420	Se conformó la JAC hace aprox 10 años y el período de la JAC es de 3 años.	La vereda está muy alejada del pueblo, lo que se considera una dificultad para la gestión, además de la poca población que habita ese territorio. Poca participación.	Interés líder
	Rincón Arriba	Rafael Joaquín Ruíz	3115031740	JAC cuenta con personería jurídica desde 1978.	Falta participación, no se han podido gestionar proyectos.	Voluntad e interés por capacitarse.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

MUNICIPIO	JAC VEREDA	RE REPRESENTANTE	CONTACTO	ANTECEDENTES	DEBILIDADES	FORTALEZAS
	Molinos	Juan Pablo Chivata	3158255687	La primera JAC se conformó hace más de 25 años y se renueva cada 4 años.	Poca participación, no colaboran, no hay recursos, no hay tiempo.	El presidente como líder es quien siempre representa a la comunidad.
	Tona	Eulices Ruíz	3134684181	Se estima que la JAC fue conformada hace más de 10 años.	apoyo a las actividades e iniciativas de la JAC.	Interés del líder.
Chivor	San Cayetano	Felio Ignacio Clavijo	3138626259	Se estima que la JAC fue conformada hace más de 30 años.	apoyo a las actividades e iniciativas de la JAC.	Interés del líder.
	Pino	Jorge Romero	3133216570	Se estima que la JAC fue conformada hace más de 30 años.	apoyo a las actividades e iniciativas de la JAC.	Interés del líder.
	Centro	José del Carmen Daza	3214386153	Se estima que la JAC fue conformada hace más de 12 años.	apoyo a las actividades e iniciativas de la JAC.	Interés del líder.
	Chivor Chiquito	Hernán Montenegro (actualmente concejal)	3107978049	No existe JAC por quorum, nunca ha tenido, o menos que se recuerde en los últimos 40 años. No hay un número significativo de población para constituir la. Cuando se requiere algo, toca que el líder directamente gestione en la alcaldía.	No conformación por baja población.	Líder gestiona directamente y ahora como concejal, puede hacerlo de manera más efectiva. Personas de la comunidad lo apoyan en su gestión. Se manifiesta el interés por recuperar el papel que tenían las JAC y fortalecerlas, postura que al parecer se articula con el interés del gobernador entrante.
	San Martín	Ángel María Martín	3124772014	La JAC se conformó hace aprox 30 años.	Identifican falencias por poco apoyo de la alcaldía, sienten que las JAC están abandonadas, o que es muy poco lo que	Hay proyectos que se pueden fortalecer, sobre todo aquellos relacionados con ecoturismo.

MUNICIPIO	JAC VEREDA	RE REPRESENTANTE	CONTACTO	ANTECEDENTES	DEBILIDADES	FORTALEZAS
					se puede hacer, no tienen recursos. La comunidad no participa mucho, porque no tiene mucho que ofrecer, de pronto se reúnen sobre todo en torno a reuniones del acueducto.	

Fuente: Consorcio Estudios Chivor, 2015

Tabla 56. Caracterización actores sociales locales - Juntas Acueductos Veredales área de estudio 2015

MUNICIPIO	VEREDA	ACUEDUCTO VEREDAL O DISTRITO DE RIEGO	NOMBRE REPRESENTANTE	CONTACTO	ANTECEDENTES	DEBILIDADES	FORTALEZAS
Guayatá	Rincón Arriba	Distrito de Riego	Fabián León	3142931155	La Junta de Administración fue conformada en 2009.	Es difícil la gestión de recursos con la comunidad y ponerse de acuerdo frente a inversiones comunitarias que hay que hacer para mantener el acueducto. Sin embargo, siempre se ha sabido sortear.	La directiva tiene conocimientos en administración y formación técnica y/o profesional, lo que se considera una ventaja para su gestión. Consideran que territorialmente es positivo contar con una organización comunitaria en torno al acueducto, como reconocimiento de

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

							la riqueza hídrica de su territorio.
		Acueducto Loma Gorda	Rafael Joaquín Ruíz	3115031740	La Junta es provisional, está pendiente de actualizar el Estudio. Tienen Cámara de Comercio y DIAN desde el 2011.	Falta mantenimiento.	Positivo tener Junta por constitución.
	Fonzaque Arriba	Acueducto veredal	José Santos García	3114737505	Conformación de Junta.	Fortalecer proceso organizativo en torno al acueducto, para favorecer la toma de decisiones y el mantenimiento de la infraestructura de manera colectiva.	Interés comunitario y reconocimiento del valor del recurso hídrico.
	Ciavita	Acueducto veredal	Omar Sánchez	3134442261	Conformación de Junta.	Fortalecer proceso organizativo en torno al acueducto, para favorecer la toma de decisiones y el mantenimiento de la infraestructura de manera colectiva.	Interés comunitario y reconocimiento del valor del recurso hídrico.
	Romaquira	Acueducto veredal	Rodrigo Camacho	3138492016	Hay Junta pero sin legalizar ante Cámara de Comercio.	Todo el mundo exige, pero nadie colabora. La cuota es muy baja (\$2000 mensuales) y no alcanza ni para pagarle al fontanero y es imposible hacer que se suba el pago; son 16 usuarios.	Interés de la Junta Directiva que se pone al frente para solventar cualquier inconveniente o falla en la prestación del servicio.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

	Guarumal	Acueducto veredal	Juan David Gordillo	3143509790	nación de Junta.	Fortalecer proceso organizativo en torno al acueducto, para favorecer la toma de decisiones y el mantenimiento de la infraestructura de manera colectiva.	Interés comunitario y reconocimiento del valor del recurso hídrico.
Somondoco	Sabanetas	Acueducto Saucivo – Sabanetas	Luis Alderson Gutiérrez	3114478015	Conformación de Junta.	Fortalecer proceso organizativo en torno al acueducto, para favorecer la toma de decisiones y el mantenimiento de la infraestructura de manera colectiva.	Interés comunitario y reconocimiento del valor del recurso hídrico.
	San Sebastián	Acueducto veredal	Alcalde municipal	3203120505	Conformación de Junta.	Fortalecer proceso organizativo en torno al acueducto, para favorecer la toma de decisiones y el mantenimiento de la infraestructura de manera colectiva.	Interés comunitario y reconocimiento del valor del recurso hídrico.
Almeida	Rosal	Acueducto veredal	Alcalde municipal	3138890637	Conformación de Junta.	Fortalecer proceso organizativo en torno al acueducto, para favorecer la toma de decisiones y el mantenimiento de la infraestructura de manera colectiva.	Interés comunitario y reconocimiento del valor del recurso hídrico.
	Curiavaca Arriba	Acueducto Curiavaca-Belén	Aura María Novoa	3102624187	Conformación de Junta.	Fortalecer proceso organizativo en torno al acueducto, para	Interés comunitario y reconocimiento del valor del

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

						favorecer la toma de decisiones y el mantenimiento de la infraestructura de manera colectiva.	recurso hídrico.
	Tona	Acueducto veredal	Alcalde municipal	3138890637	Conformación de Junta.	Fortalecer proceso organizativo en torno al acueducto, para favorecer la toma de decisiones y el mantenimiento de la infraestructura de manera colectiva.	Interés comunitario y reconocimiento del valor del recurso hídrico.
Chivor	San Cayetano	Acueducto veredal	Alcalde municipal	3144898731	Conformación de Junta.	Fortalecer proceso organizativo en torno al acueducto, para favorecer la toma de decisiones y el mantenimiento de la infraestructura de manera colectiva.	Interés comunitario y reconocimiento del valor del recurso hídrico.
	San Martín	Acueducto veredal	Plutarco Ramírez	3124772014	Conformación de Junta.	Fortalecer proceso organizativo en torno al acueducto, para favorecer la toma de decisiones y el mantenimiento de la infraestructura de manera colectiva.	Interés comunitario y reconocimiento del valor del recurso hídrico.

Fuente: Consorcio Estudios Chivor, 2015

Dentro de los procesos de recuperación y protección ambiental de un área protegida, se reconocen los actores sociales relacionados de manera directa e indirecta con el territorio y a escala local, regional, departamental, nacional e internacional, y conforme sus competencias tanto en el ámbito público como en el privado, en la pretensión de fortalecer las redes sociales que favorezcan la gestión de recursos y el interés ambiental, que redunde en el mejoramiento integral de las condiciones de vida.

En esta perspectiva se identifican actores colectivos institucionales, gremiales, federados y asociados, importantes en el desarrollo del Plan de Manejo de la Cuchilla de San Cayetano, reconociendo sus competencias o intereses, convergentes con el interés de preservación de los valores y servicios ambientales de la zona, particularmente con la conservación del recurso hídrico.

27.10. Actores sociales del ámbito internacional

Se reconoce el papel de organismos multilaterales y ONG's internacionales en la protección ambiental, particularmente la inversión en áreas de protección encaminadas a la preservación del recurso hídrico. Algunos son:

- PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Es el organismo de las Naciones Unidas que promueve el cambio y conecta a los países con los conocimientos, la experiencia y los recursos necesarios para ayudar a los pueblos a forjar una vida mejor. Está presente en 177 países y territorios, trabajando con los gobiernos y las personas para ayudarles a encontrar sus propias soluciones a los retos mundiales y nacionales del desarrollo. Dentro de sus objetivos está la protección ambiental.
- Banco Mundial: El Banco Mundial funciona como una cooperativa integrada por 188 países miembros. Estos países o accionistas son representados por una Junta de Gobernadores, el máximo órgano responsable de formular políticas en la institución. Tiene dos objetivos: acabar con la pobreza extrema y promover la prosperidad compartida.
- USAID: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Es la institución estadounidense encargada de distribuir la mayor parte de la ayuda exterior de carácter no militar. Es un organismo independiente aunque recibe directrices estratégicas del Departamento de Estado. Directamente o a través de agencias subsidiarias su objetivo es el de reforzar la política exterior estadounidense, cooperando con los países receptores en las áreas económica, agrícola, sanitaria, política y humanitaria.
- WWF: World Wildlife Fund que traduce en español Fondo Mundial para la Naturaleza. Es la mayor organización conservacionista independiente en el mundo. Su misión es detener la degradación del ambiente natural del planeta y construir un futuro en el que los seres humanos vivan en armonía con la naturaleza: (i) conservando la diversidad biológica del mundo,

(ii) garantizando el uso sostenible de los recursos naturales renovables, (iii) promoviendo la reducción de la contaminación y del consumo desmedido. World Wildlife Fund cuenta con unos 5 millones de miembros y una red mundial de 27 organizaciones nacionales, 5 asociadas y 22 oficinas de programas, que trabajan en más de 100 países.

27.11. Actores sociales del ámbito nacional

Se consideran los actores instituciones, gremiales, empresariales y ONG's de carácter nacional tanto del sector público como privado, relacionados con el objetivo de manejo del área protegida:

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: de acuerdo con el Decreto 3570 de 2011, “es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores”.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural: tiene como objetivos primordiales la formulación, coordinación y adopción de las políticas, planes, programas y proyectos del Sector Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural.
- Ministerio de Educación: funciones establecidas en el Decreto 5012 de 2009, entre otras “formular la política nacional de educación, regular y establecer los criterios y parámetros técnicos cualitativos que contribuyan al mejoramiento del acceso, calidad y equidad de la educación, en la atención integral a la primera infancia y en todos sus niveles y modalidades”.
- ICA: El Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, es una entidad Pública del Orden Nacional con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio independiente, perteneciente al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Tiene jurisdicción en todo el territorio nacional, contando con 32 Gerencias Seccionales, una por departamento, con un recurso humano altamente calificado. El Instituto diseña y ejecuta estrategias para prevenir, controlar y reducir riesgos sanitarios, biológicos y químicos para las especies animales y vegetales, que puedan afectar la producción agropecuaria, forestal, pesquera y acuícola de Colombia.

- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: es una corporación civil sin ánimo de lucro vinculada al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). El Instituto fue creado en 1993 para ser el brazo investigativo en biodiversidad del Sistema Ambiental (Sina). En el marco del Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad

Biológica, ratificado por Colombia en 1994, el Instituto Humboldt genera el conocimiento necesario para evaluar el estado de la biodiversidad en Colombia y para tomar decisiones sostenibles sobre la misma.

La misión del Instituto Humboldt es promover, coordinar y realizar investigación que contribuya al conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad como un factor de desarrollo y bienestar de la población colombiana. Trabaja en red con múltiples organizaciones, con capacidad para incidir en la toma de decisiones y en las políticas públicas.

Como parte de sus funciones, el Instituto se encarga de realizar, en el territorio continental de la Nación, la investigación científica sobre biodiversidad, incluyendo los recursos hidrobiológicos y genéticos. Así mismo, coordina el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SIB Colombia) y la conformación del inventario nacional de la biodiversidad.

- SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje, es un establecimiento público del orden nacional con personería jurídica, patrimonio propio e independiente y autonomía administrativa. Adscrito al Ministerio del Trabajo de Colombia, ofrece formación gratuita a millones de colombianos que se benefician con programas técnicos, tecnológicos y complementarios, enfocados al desarrollo económico, tecnológico y social del país.

Continuamente genera programas y proyectos de responsabilidad social, empresarial, formación, innovación, internacionalización y transferencia de conocimientos y tecnología.

- FEDEGAN: Federación Colombiana de Ganaderos, es una organización gremial sin ánimo de lucro, creada el 13 de diciembre de 1963 con sujeción al derecho privado colombiano y como decisión del IX Congreso Nacional de Ganaderos. Agrupa, en calidad de afiliadas, a las organizaciones gremiales ganaderas regionales y locales, como también a otro tipo de entidades vinculadas a la actividad ganadera nacional.

Tiene dentro de sus funciones la representación gremial, el análisis sectorial, información y política ganadera, el recaudo y administración de la parafiscalidad ganadera y la prestación de servicios al ganadero.

Otros actores sociales del ámbito nacional a considerar, son ONG's, empresas privadas e instituciones académicas, cuyos objetivos misionales o de responsabilidad social se encaminen a la protección ambiental o al desarrollo rural.

27.12. Actores sociales del ámbito departamental-regional

- Gobernación de Boyacá: el departamento cuenta con la autonomía para administrar los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo social y económico dentro de su territorio en los términos establecidos por la Constitución y la ley. El departamento ejerce funciones administrativas de coordinación, de complementariedad de la acción municipal, de intermediación entre la nación y los municipios y de prestación de los servicios que determinen la Constitución y las leyes.

- Secretaría de Fomento Agropecuario del departamento: tiene entre sus funciones: (i) coordinar la realización de estudios técnicos y socioeconómicos que permitan potenciar la capacidad productiva, la competitividad y apertura de mercados para los productos propios, (ii) formular la política departamental para el desarrollo del sector agropecuario para la elaboración de los planes, programas y proyectos. (iii) Formular los planes y programas sectoriales como componente básico del Plan de Desarrollo, promoviendo la generación de proyectos que potencialicen las políticas comerciales, de justicia y equidad social para el sector, (iv) elaborar y adoptar el sistema de asesoría y asistencia técnica a los municipios, asociaciones de municipios y comunidad organizada, con miras a viabilizar las actividades económicas de la región y, (v) gestionar y propiciar el establecimiento y fortalecimiento de actividades agropecuarias, creando los espacios y condiciones necesarias para la inversión nacional y/o extranjera que permita el mejoramiento de las condiciones de vida de los boyacenses, entre otras.
- Consejo Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres: de acuerdo con la Ley 1523 de 2012, es una instancia de coordinación, asesoría, planeación y seguimiento, destinada a garantizar la efectividad y articulación de los procesos de conocimiento del riesgo, de reducción del riesgo y de manejo de desastres en la entidad territorial correspondiente.
- CORPOCHIVOR: Corporación Autónoma Regional de Chivor, de acuerdo con la Ley 99 de 1993 tiene por objeto “la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio de Ambiente”.
- Asociación ASORIENTE: organización sin ánimo de lucro de los municipios que pertenecen a la Provincia de Oriente del departamento de Boyacá (entre ellos los del área de estudio), que pretende potencializar las estrategias de desarrollo para la región. Esta organización no se identifica explícitamente por los pobladores de la zona; sin embargo dada su vocación es pertinente considerarla dentro de los actores con quienes establecer alianzas para fomentar el desarrollo sostenible dentro del área de estudio.
- Universidades regionales, que desarrollen actividades educativas o de investigación ambiental y de desarrollo rural.
- Gremios, ONG’s o empresas privadas cuyos objetivos misionales o de responsabilidad social se encaminen a la protección ambiental o al desarrollo rural.
- Empresa AES Chivor & Cía. S.C.A. E.S.P.: AES Chivor es filial en Colombia de AES Corporation (Applied Energy Services), compañía eléctrica líder a nivel mundial, fundada en 1981, cuya misión es mejorar la vida de las personas a través de soluciones de energía seguras,

confiables y sostenibles en todos los mercados donde se encuentra presente.

Cuenta actualmente con dos activos en su operación nacional: la Central Hidroeléctrica de Chivor y la Central Hidroeléctrica de Tunjita.

27.13. Actores sociales del ámbito municipal

- Alcaldías (con sus respectivas secretarías) y Concejos Municipales de Guayatá, Almeida, Chivor y Somondoco: administración de recursos y prestación de servicios en salud, educación, vivienda, empleo, cultura, recreación y deporte y medio ambiente de conformidad con la constitución y las leyes.
- Los Concejos Municipales tienen la responsabilidad de ejercer el control político de la administración municipal y el estudio de los proyectos de acuerdo. Además dicta las normas necesarias para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del municipio, elige al Personero, reglamenta los usos del suelo, determina la estructura de la administración municipal, aprueba el presupuesto de rentas y gastos, autoriza al alcalde a celebrar contratos y aprueba los planes y programas de desarrollo económico, social y de obras públicas.
- Comité Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres: de acuerdo con la Ley 1523 de 2012, es una instancia de coordinación, asesoría, planeación y seguimiento, destinada a garantizar la efectividad y articulación de los procesos de conocimiento del riesgo, de reducción del riesgo y de manejo de desastres en la entidad territorial correspondiente.
- UMATA: Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria, tiene entre otras, las siguientes funciones: (i) identificar las necesidades de asistencia técnica agropecuaria de los pequeños y medianos productores del municipio, (ii) brindar asesoría en la identificación de la aptitud de los suelos, la selección del tipo de actividad productiva a desarrollar y en la planificación de las explotaciones, (iii) brindar asistencia técnica en la aplicación y uso de tecnologías y recursos adecuados a la naturaleza de la actividad productiva.
(iv) Asesorar en las posibilidades y procedimientos para acceder al financiamiento de la inversión, (v) asesorar en el mercadeo apropiado de los bienes producidos y en la promoción de las formas de organización de los productores y (vi) promover y fomentar la conformación de organizaciones de pequeños productores rurales, el establecimiento de alianzas, asociaciones u otras formas asociativas, para efectos de acceder a los beneficios establecidos en la ley.
- Comité de Cafeteros de Guayatá: orienta las inversiones para apoyar a la familia cafetera en proyectos de mejoramiento y protección de la caficultura y de la calidad del café, contando con el apoyo de la administración municipal, que se vincula con recursos para ampliar el número de cafeteros beneficiados.

- ONG's: se identifican Ecoturismo K-juches en el municipio de Guayatá y Cagua en Somondoco.
- Instituciones y comunidades educativas localizadas en el área rural y en las cabeceras de los municipios del área de interés.
- Centros de salud municipales: programas de salud y ambiente.
- Empresas mineras de los municipios del área protegida, que puedan articular sus acciones de protección ambiental, en el marco de sus planes de manejo de la explotación de minerales con el desarrollo del Plan de Manejo de la Cuchilla de San Cayetano como área protegida.

28. Proceso de convocatoria, participación social y percepción comunitaria del proceso de formulación de plan de manejo ambiental

En el marco de la formulación del Plan de Manejo Ambiental del Distrito Regional de Manejo Integrado cuchilla de San Cayetano, se creó una metodología basada en la ruta establecida en la Ley 886 de 2018 que permitiera abordar a las comunidades en cuanto al reconocimiento de su territorio, sus necesidades y posibles soluciones.

Según la ley mencionada, era necesario realizar una consulta ante las entidades públicas y del sector privado que permitieran hacer un reconocimiento sobre las generalidades del territorio en cuanto a presencia de proyectos, grupos étnicos y minorías, hallazgos arqueológicos, reservas forestales protectoras, cultivos ilícitos entre otros. Para lo anterior se elevaron las consultas por medio escrito ente las instituciones de las cuales ya se cuenta con las respectivas respuestas.

28.1. Convocatoria y metodología

El proceso de convocatoria se basó en el uso de medios de comunicación como radio con la transmisión de cuñas, vinculación de actores sociales como presidentes de junta de acción comunal, alcaldías y concejos municipales. Inicialmente se estableció contacto telefónico con los presidentes de junta con el fin de solicitar apoyo para la invitación de sus comunidades a los encuentros, fijar el lugar, hora y día; posteriormente se envió invitación por medio escrito a los presidentes de junta para darle formalidad a las socializaciones. De igual manera se remitió por escrito invitación y programación a dicho espacio a los alcaldes municipales, concejos municipales, personerías y secretarías de planeación con el fin de solicitar colaboración con el proceso de convocatoria además de promover la participación en este proceso.

Teniendo en cuenta que el enfoque de este PMA es participativo según los lineamientos de la mencionada ley, se realizó un acercamiento a las comunidades. El primer contacto se efectuó con las autoridades municipales donde se gestionó un espacio de socialización con los alcaldes, concejos municipales, personerías y secretarías de planeación con el fin de informar acerca del proceso de formulación del PMA allí se habló sobre el acuerdo mediante el cual se declaró el área, la zonificación, la metodología establecida y el trabajo mancomunado para los procesos de convocatoria, además se solicitó información de actores sociales como presidentes de juntas de acción comunal.

Posteriormente, después de esta reunión, se procedió a realizar las socializaciones con los habitantes de las veredas que hacen parte del DRMI. Para esto se invitaron a los participantes mediante el procedimiento de convocatoria descrito anteriormente y se aplicó la metodología que se menciona en el siguiente párrafo.

Para establecer la metodología que se aplicó en la formulación del presente PMA, se realizaron reuniones del equipo interdisciplinario donde se determinó aplicar a los participantes una matriz de identificación de problemáticas y soluciones donde se pudieran ponderar las problemáticas de acuerdo al orden de importancia que asignara la comunidad a la misma, basado en lo anterior se priorizaron las actividades propuestas dentro de las fichas del componente estratégico. Por otra parte, se realizó un ejercicio de identificación de los predios y usuarios que se encuentran dentro del DRMI, para esto se llevaron mapas de las veredas con la división predial además del listado de usuarios que se obtuvo del predial del año 2014 del IGAC; para esta actividad los asistentes de la socialización identificaban su predio y los de los vecinos mencionando si existía allí alguna actividad productiva, vivienda y habitantes. Una vez recolectada la información, se reúne el equipo interdisciplinario y se realiza el análisis de información de acuerdo a los aportes de las comunidades, de allí se generaron los siguientes programas: Biodiversidad, Adquisición y manejo de predios para la preservación, Restauración ecológica en el área protegida, Protección de las riberas y/o nacimientos de las fuentes hídricas, Fortalecimiento de los actores involucrados con el agua, Estrategias de mejoramiento del recurso hídrico, Reconversión productiva, Incentivos a la conservación ERSA, Turismo de la Naturaleza instrumento de desarrollo sostenible, Participación Comunitaria, comunicación y divulgación, Conocimiento de riesgos en la cuchilla San Cayetano, Fortalecer la capacidad de las autoridades ambientales, municipios y autoridades locales para asumir sus responsabilidades de control y seguimiento y Seguimiento al Plan de manejo.

28.2. Descripción de la Metodología

El trabajo de concertación con comunidades incluye un acercamiento importante y necesario entre la Autoridad Ambiental y las familias asentadas dentro del Ecosistema Estratégico, ya que es allí en donde se tiene una línea base de información acerca de las problemáticas que se presentan dentro del ecosistema, percibidas por sus propios habitantes.

Para este acercamiento y la posibilidad de recolectar la información, se requiere una metodología que incluya los Servicios Ecosistémicos dentro de la Planificación, ya que lo que se pretende es construir el Plan de Manejo de las Áreas protegidas declaradas en apoyo con la comunidad, esto para el caso de áreas ya declaradas, mientras que el proceso para las que están en su fase inicial de declaración también incluye a la comunidad, pero con objetivos diferentes. Es así como la GIZ: Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional desarrolló una Metodología de Integración de los Servicios Ecosistémicos a la Planificación, en este caso utilizado para la Planificación Ambiental del Territorio. Con esta metodología se reconoce la

contribución de los servicios ecosistémicos en el crecimiento a favor de la comunidad, se permite respaldar políticas que impulsen el uso y el manejo sostenible de los mismos, y asegurar que se inviertan los recursos adecuados en los ecosistemas. De esta manera, la metodología brinda a los profesionales un marco práctico y pertinente paso a paso, para la integración de los servicios ecosistémicos en la planificación.

PASOS EN EL ENFOQUE DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La metodología que se presenta para esta investigación incluye seis pasos, pero de estos solo aplican para nuestro estudio tres, debido a la necesidad de nuestro trabajo de Investigación.

PASO 1: DEFINIR EL ÁMBITO DE TRABAJO

Dentro de este paso, es necesario tomar en cuenta el foco sectorial y geográfico del área de influencia de nuestro estudio, para nuestro trabajo el área particular es el Área protegida declarada, la cual tiene un polígono específico e integra municipios y veredas específicas definidas en la cartografía. En este paso también se deben definir los temas primordiales a ser tratados con las partes interesadas. También abarca la organización de aspectos logísticos y de programación del personal, fondos, cronogramas y tareas (Kosmus, Renner, & Ullrich, 2012)

Para las Áreas protegidas como el Distrito Regional de Manejo Integrado Cuchilla San Cayetano, declarado mediante Acuerdo número 08 del 28 de junio de 2017, se definen las visitas pertinentes mediante un cronograma y se asignan profesionales de distintas áreas de Corpochivor, para tener un equipo interdisciplinario que, en conjunto con la comunidad, analizó las problemáticas presentes de acuerdo a diez temas generales aplicables en el ecosistema, los cuales son:

- Agua
- Flora
- Fauna
- Actividades productivas
- Residuos sólidos
- Riesgos
- Minería
- Turismo
- Participación comunitaria
- Saneamiento predial

Debido a que la esencia de la metodología es participativa, las socializaciones con la comunidad son la actividad más importante para poder continuar con el proceso, porque de ésta parte la incorporación de las problemáticas expuestas por la comunidad en los Planes de Manejo Ambiental, los cuales se elaboran para un

periodo de cinco años y serán ejecutados por la Autoridad ambiental en el Ecosistema Estratégico declarado. Las socializaciones para dar a conocer el Área protegida (polígonos y alcance) con la comunidad y con el objetivo de recopilar información de primera mano acerca de las necesidades, problemáticas y soluciones presentes y percibidas en el ecosistema, se realizaron mediante el uso de la cartografía específica por vereda y de una matriz que incluye los temas anteriormente mencionados.

Tabla 57. Matriz con los temas a tratar en las socializaciones de la Formulación del Plan de Manejo Ambiental del DRMI San Cayetano

TEMA	PROBLEMÁTICAS	SOLUCIONES	PRIORIZACIÓN
Agua			
Flora			
Fauna			
Actividades productivas			
Residuos			
Minería			
Riesgos			
Turismo			
Participación Comunitaria			
Saneamiento Predial			

Fuente: Tabla modelo presentada por el equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos. (Corpochivor, 2018)

La población objetivo para las socializaciones son los habitantes de los predios que se encuentran dentro del Área protegida, estos propietarios fueron convocados a reuniones en cada una de sus veredas, normalmente en la Escuela de la Vereda. En la mayoría de las veredas los Presidentes de Junta de Acción comunal son un actor importante y activo dentro de las convocatorias, además del uso de medios de comunicación como la radio para invitar a las socializaciones. El material para las reuniones, definido por el equipo de trabajo de Biodiversidad, incluye: Mapa con división predial de la vereda objeto de socialización, listado de propietarios de predios del año 2014, listados de asistencia, formularios de PQRS de Corpochivor, formulario de solicitud de Concesiones de Agua y refrigerios para los asistentes a la socialización.

Con la cartografía, el objetivo es identificar a los actuales propietarios de los predios dentro del Área Protegida, lo que permite tener una base de datos actualizada que facilite el realizar una convocatoria específica con dichos propietarios.

Resultados esperados:

- Listas de Asistencia y fotografías de socializaciones realizadas con cada una de las veredas ubicadas dentro del Área Protegida.
- Cartografía con identificación de propietarios sobre el plano.
- Matrices de temas, problemáticas y priorizaciones por veredas dentro del Área Protegida objeto de estudio.
- Documentos PQRS y Solicitud concesiones de agua que hayan sido utilizadas por la comunidad presente en la socialización.

PASO 2: ANALIZAR Y PRIORIZAR

Luego de la definición del alcance y la limitación del área objeto de estudio, el segundo paso identifica las muchas maneras en que la planificación depende de e impacta en los servicios ecosistémicos. Además, se realiza una priorización de las temáticas tratadas con la comunidad, dependiendo de la percepción que ella misma comparta en las socializaciones respecto a las problemáticas y posibles soluciones que se presentan.

Para el caso de las Áreas protegidas, cabe destacar que también se debe tener en cuenta si el Plan de manejo depende de un servicio ecosistémico o de un tema específico tratado en las socializaciones, ya que si el nivel de dependencia es alto y el servicio ecosistémico se torna escaso o se degrada, el plan puede llegar a fracasar. Cuando el Plan de manejo impacta a un servicio ecosistémico mediante acciones asociadas al mismo y alteran la calidad o cantidad de un servicio, este resultado puede ser negativo (disminuir la cantidad o calidad de un servicio ecosistémico) o positivo (mejorar la calidad o cantidad de un servicio ecosistémico, lo cual es el objetivo mismo del plan) (Kosmus, Renner, & Ullrich, 2012)

Dentro de la metodología propuesta por GIZ, se plantea elaborar una matriz sencilla que puede ayudar a hacer la priorización, sin embargo, esta matriz está enfocada en objetivos o actividades dentro de un Plan de Desarrollo, mientras lo que se requiere es una priorización acorde a la matriz de identificación de problemáticas planteada anteriormente, en donde se realizó una puntuación sencilla que depende del número de temas a tratar, es decir, de los diez temas que se están tratando en la matriz, se establece una priorización de uno a diez, en donde uno representa el tema más importante, desde el punto de vista de la comunidad, mientras que diez representa un valor de priorización menos importante. Así, se utiliza una tabla sencilla como la siguiente, en donde a cada tema tratado tiene un cuadro aparte donde se presenta el número de veredas que priorizan el tema en cada uno de los valores.

Tabla 58. Resultados de priorización del tema Agua en las veredas del área protegida específica.

PRIORIZACIÓN	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
TEMA AGUA	10	6	3	0	0	0	0	1	0	0

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Así que, suponiendo que el ecosistema tiene veinte veredas inmersas, y que todas ellas realizaron la priorización de sus problemáticas correctamente, el resultado sería una tabla como la anterior. En esta tabla ejemplo, diez veredas priorizaron el tema agua como P1, es decir, el de mayor prioridad, seis veredas lo puntuaron como P2, con alta prioridad, pero no la más alta, y así sucesivamente hasta llegar a que una vereda priorizó el tema como P8, es decir no tan importante. Esto, bajo un análisis del número de veredas que presentaron problemas relacionados al tema específico, el número de veredas que priorizaron el problema y el número resultado en cada uno de los valores de priorización se asignará el valor final de priorización de uno a diez para el Área protegida específica.

En esta etapa se lleva a cabo una primera identificación y selección rápida de los servicios ecosistémicos o temas generales tratados, lo cual se continuará durante el paso siguiente de la metodología realizando una revisión más detallada. Cabe señalar que detrás de esta primera matriz se esconderá un gran cúmulo de información y opiniones que deberán ser consideradas y revisadas en los pasos posteriores. Es importante tomar nota de por qué se asignaron los puntajes específicos (en la priorización), registrando la naturaleza y la magnitud de las dependencias e impactos de los ecosistemas (que se presentan en las problemáticas de la matriz), también quién está afectado por ello, y qué tipo de efectos en cadena e implicaciones podrían tener los mismos. Esta información será vital para llevar a cabo los siguientes pasos de la evaluación, los cuales examinan más minuciosamente los servicios ecosistemas priorizados, de esta manera, podremos comprender de cuáles servicios ecosistémicos o temas específicos depende el Plan de Manejo del Área protegida y se pueden tomar decisiones de integrar con más importancia y/o descartar un tema en particular.

Resultados esperados en el paso 2:

- Gráficas de problemáticas por temas dentro del Área protegida y el porcentaje de presencia dentro de la misma.
- Matriz de priorización que indique los temas o servicios ecosistémicos prioritarios basados en la calificación de la comunidad.
- Análisis de los resultados respecto a las gráficas realizadas y las priorizaciones.

Participación social y percepción comunitaria.

En los encuentros que se llevaron a cabo con la comunidad, se pudo realizar una lectura sobre las percepciones de los habitantes frente a la labor de la Corporación como entidad del estado. Como es sabido, existen inconformidades relacionadas con las funciones de las entidades que ejecutan las políticas del estado y teniendo en cuenta que la Corporación es ejecutora de estas políticas también es blanco de críticas e inconformidad frente a las comunidades. De acuerdo a las expresiones de la comunidad, también se pudo vislumbrar interés en recibir beneficios de tipo material y económico para asistir a espacios de concertación de decisiones sobre el territorio, sin entender que cuando se habla de conservación de recursos naturales el beneficio se encuentra implícito en el cuidado de los mismos, ya que es la manera de garantizar la calidad de vida a futuro.

Una de las constantes que afecta la participación en los espacios de concertación convocados para este proceso de formulación de PMA, es la falta de interés de los habitantes frente a la gestión y toma de decisiones sobre sus territorios, otro factor determinante son las constantes capacitaciones y socializaciones convocadas por los diferentes proyectos de la Corporación pues la comunidad pone en conocimiento que por cada reunión a la que se asiste es un día de ingresos que se deja de percibir lo cual afecta sus finanzas, frente a lo anterior los líderes de las comunidades sugirieron que los encuentros fueran citados para los días sábado o domingo cuya sugerencia fue atendida pero tampoco se contó una cifra significativa de participantes.

Las situaciones expuestas anteriormente, son el punto de partida hacia la formulación de un plan de estrategias que permitan fortalecer los procesos de participación de las comunidades en la gestión del territorio.

Tabla 59. Participación en los espacios de concertación del proceso de formulación del PMA.

MUNICIPIO	VEREDA	FECHA	PARTICIPANTES
Guayata	Tencua Arriba y Tencua Abajo	30 de octubre	7
	Fonzaque	24 de octubre	11
	Guarumal		
	Romaquira		
	Ciavita Tercera	20 de octubre	4
	Rincon Arriba	24 de octubre	6
	Alcaldia		10
Almeida	Cuariavaca arriba	6 de octubre	11
	Tona	No se realizo	
	Rosal	10 de octubre	4
	Molinos	8 de octubre	11
	Alcaldia		5
Chivor	San Cayetano	9 de octubre	23

	San Martin	16 de octubre	1
	Chivor Chiquito	16 de octubre	3
	Centro	9 de octubre	2
	El pino	9 de octubre	4
	Alcaldía		13
Somondoco	San Sebastian	23 de octubre	1
	Sabaneta	23 de octubre	3
	Alcaldía		3

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

28.3. RESULTADOS SOCIALIZACIONES FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Las socializaciones y la participación de la comunidad en la formulación del Plan de Manejo Ambiental del Distrito Regional de Manejo Integrado Cuchilla de San Cayetano permitieron la obtención de información de primera mano, la cual ha sido tabulada y analizada para entender las problemáticas ambientales que han sido percibidas por la comunidad y las que consideran deben ser atendidas de manera prioritaria en el manejo del DRMI. De esta manera, tabulando y analizando la información de los diez temas tenidos en cuenta en estas socializaciones (agua, flora, fauna, actividades agropecuarias, residuos, minería, gestión del riesgo, saneamiento predial, participación comunitaria y turismo) se elaboraron las matrices correspondientes con los datos más relevantes y se ha realizado su respectivo análisis presentado a continuación.

TEMA AGUA

Tabla 60. Matriz de resultados en el tema agua en la socialización de la construcción del Plan de Manejo Ambiental DRMI Cuchilla San Cayetano.

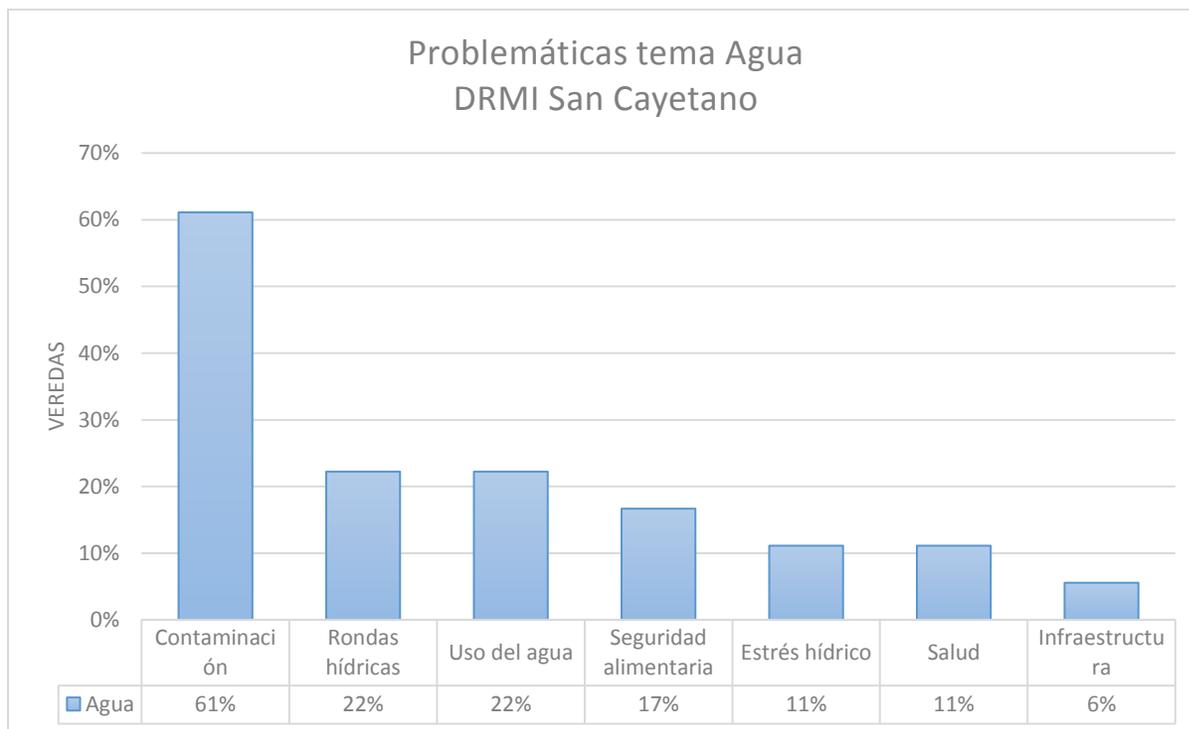
1. AGUA					
Cód.	Problemática.	Solución.	Número de veredas.	TEMA GENERAL (problemáticas)	Veredas que lo presentan.
1.1	Contaminación del agua debido a Ganadería.	Cercar las fuentes de agua. Compra de predios para conservación. Cercar las bocatomas y los aljibes de donde la población toma el agua. Construir abrevaderos para el ganado.	11	Contaminación	61%
1.2	Nacimientos de agua	Proyectos de aislamiento y reforestación de riveras de	4	Rondas hídricas	22%

	y rondas hídricas desprotegidas.	las fuentes hídricas y nacimientos de agua.			
1.3	Uso inadecuado del recurso hídrico.	Proyecto de distrito de riego. Capacitaciones en uso eficiente y ahorro de agua.	4	Uso del agua	22%
1.4	Ausencia de distritos de riego.	Proyectos de reforestación en la ronda hídrica. Asesoría en la proyección y planificación del distrito de riego, además del acompañamiento en la gestión.	3	Seguridad alimentaria	17%
1.5	Desabastecimiento de agua en épocas de verano.	Jornadas de racionamiento y capacitaciones en uso eficiente y ahorro del agua.	2	Estrés hídrico	11%
1.6	Problemas en la calidad del agua.	Jornadas de capacitación.	2	Salud	11%
1.7	Ausencia de acueducto en la vereda.	Asesoría en la proyección y planificación del Acueducto Rural, además del acompañamiento en la gestión.	1	Infraestructura	6%

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

En la tabla anterior se presentan las problemáticas en el tema agua y las posibles soluciones que fueron planteadas por las comunidades asentadas en las veredas dentro del Distrito Regional de Manejo Integrado Cuchilla San Cayetano. Estas problemáticas fueron clasificadas y codificadas para mayor entendimiento y facilidad en el tratamiento de los datos. Se evidencia una gran presencia de problemas relacionados con la contaminación del agua, la desprotección de las rondas hídricas y el uso inadecuado del recurso hídrico, lo cual genera presión en la disponibilidad y la calidad del agua dentro del DRMI.

Figura 86. Relación entre problemáticas principales encontradas en el tema Agua y porcentaje de veredas que expresaron presentarlas (DRMI San Cayetano).



Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

En la gráfica anterior observamos la tendencia de las problemáticas encontradas en el área protegida, iniciando con la más recurrente, la contaminación del agua. En San Cayetano, la contaminación del agua ocurre en su totalidad debido a la presencia de ganadería en algunas veredas, en donde los animales toman el agua directamente de los nacedores, defecando y orinando allí mismo, lo cual perjudica a quienes captan el agua para consumo humano en la cuenca media y baja de los afluentes.

El segundo problema más recurrente es relacionado con las rondas hídricas, destacándose que los nacedores están desprotegidos y las rondas de quebradas y arroyos están siendo deforestadas lo que permite contaminación y puede desencadenar desabastecimiento. A pesar de que este problema es en parte causante del primero, la contaminación, debido a que los nacedores al no estar aislados permiten el ingreso de ganadería, cabe destacar que la comunidad no expresó este problema de manera amplia, sino más bien como un impacto menor en el ecosistema, a pesar de la importancia que tiene.

El uso del agua es un problema que engloba temas de captación ilegal del recurso, uso indebido de las concesiones e ineficiencia en su uso, ya que la comunidad expresó que en la zona existen aljibes y abrevaderos en donde se desperdicia el agua, ya que dejan los grifos abiertos, o existen tanques que no tienen monitoreo, mantenimiento y presentan fugas.

El problema relacionado con seguridad alimentaria hace referencia a la ausencia de distritos de riego que permitan el abastecimiento de agua para las actividades productivas en distintas veredas, en este caso, la problemática fue expresada en el 17 % de las veredas dentro del DRMI, lo cual compromete la posibilidad de continuar con el suministro de alimentos para comercio y autoconsumo en la región.

En épocas de verano el agua es un bien aún máspreciado, ya que existe una disminución considerable en los caudales de los afluentes de la zona, por lo que se presenta un desabastecimiento y un uso ineficiente, con la consecuencia que la comunidad enfrenta un estrés hídrico. También en un 11 % de las veredas dentro del Área protegida se encontró que existen problemas en la calidad del agua por fallas o ausencia en los sistemas de potabilización, lo que puede desencadenar un problema de salud pública en la comunidad.

Finalmente, existen fallas en la infraestructura para el agua, en lo que respecta a acueductos rurales, los cuales son esenciales para el buen desarrollo de una comunidad; la inexistencia de acueductos puede traer consecuencias a largo plazo en la salud, el desarrollo y la calidad de vida de los municipios.

A continuación, se presenta la tabla de priorizaciones del tema agua, en donde la comunidad expresó su sentir de la importancia de este tema. La metodología incluyó que, luego de la definición de problemáticas y sus posibles soluciones, se priorizaban los temas a los que se les debería dar más relevancia, siendo el número uno (1) el de mayor priorización y, de ahí en adelante, a un valor mayor a uno, menor es la priorización.

Tabla 61. Resultados de priorización del tema agua en las veredas del área protegida.

PRIORIZACIONES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	N.P
AGUA	9	4	0	0	0	1	0	0

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Para el tema agua, encontramos que nueve (9) veredas lo priorizaron como el tema de mayor relevancia, al que más atención se le debía prestar; cuatro (4) veredas lo priorizaron como el segundo más importante y una (1) vereda como el sexto tema más importante. Esta priorización fluctúa dependiendo del contexto de cada vereda, ya que algunas entendían la importancia del agua para su desarrollo y el de la vida, pero tienen otras necesidades que atender de manera más urgente, además en algunos casos se expresó que no existía ningún problema de atención inmediata relacionado con el agua.

FLORA

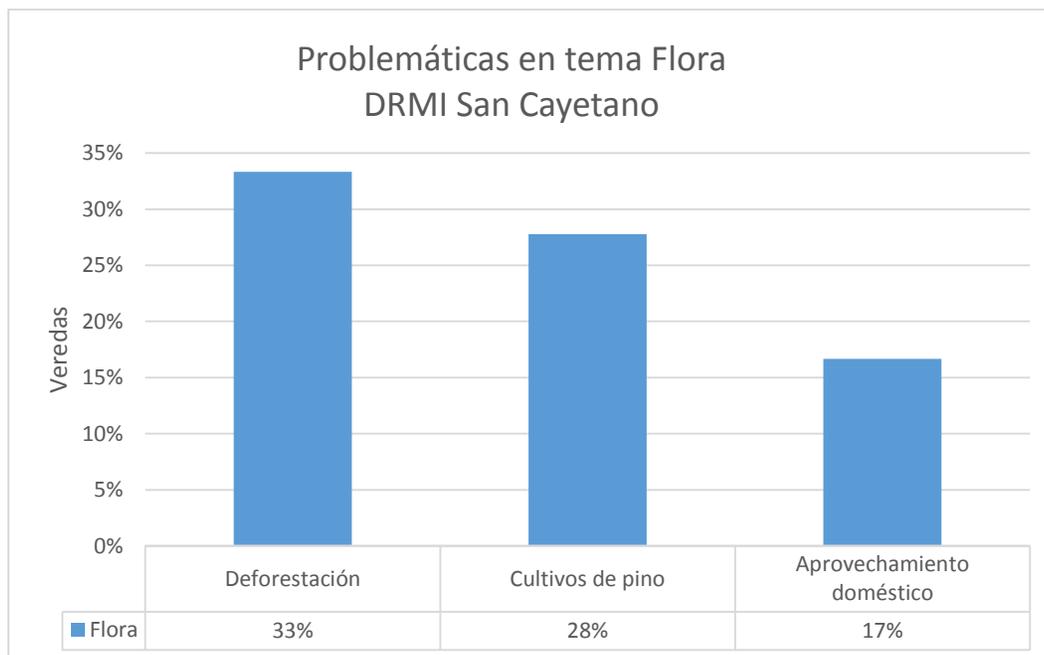
Tabla 62. Matriz de resultados en el tema Flora en la socialización de la construcción del Plan de Manejo Ambiental DRMI Cuchilla San Cayetano.

2. FLORA					
Código.	Problemática.	Solución.	No. de veredas.	TEMA GENERAL (problemáticas)	Veredas que lo presentan.
2.1	Deforestación en el Área protegida.	Reforestación y cercado de áreas boscosas.	6	Deforestación	33%
2.2	Presencia de cultivos de pino.	Permitir el aprovechamiento y uso mediante permisos.	5	Cultivos de pino	28%
2.3	Tala de árboles para uso domiciliario	Permitir la tala de árboles no nativos para uso domiciliario.	3	Aprovechamiento doméstico	17%

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

En la anterior matriz, se evidencian las problemáticas relacionadas con la flora en el DRMI Cuchilla San Cayetano, en donde la comunidad expresa que existe deforestación afectando a especies nativas del territorio. También existe la presencia de pino en la zona, lo cual es considerado por la comunidad como una amenaza, ya que estas plantas consumen mucha agua, y otro problema de menor tendencia, pero no menos importante es la tala de árboles para uso domiciliario, para consumo de los habitantes de la zona, para cerca de los predios y leña para sus hogares.

Figura 87. Relación entre problemáticas principales encontradas en el tema Flora y porcentaje de veredas que expresaron presentarlas (DRMI San Cayetano).



Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

La gráfica 87 nos muestra una tendencia de presencia de problemas de deforestación en el 33 % de veredas del Área protegida, expresada por la población como preocupante, ya que se están afectando especies nativas de la región, además se tiene en cuenta que existe una conciencia respecto a la importancia del bosque y los servicios ecosistémicos que estos prestan, así que se plantea como solución la realización de reforestaciones y cercado de áreas boscosas, para protegerlas de ser taladas. La presencia de cultivos de pino representa un 28 % de las problemáticas relacionadas con la flora en el área, considerando que esta especie es no nativa y consume agua en mayor proporción que otras plantas, lo que representa una amenaza para el recurso; la comunidad plantea que se debe permitir el aprovechamiento y uso de estos cultivos mediante permisos.

Finalmente, la tala de árboles para uso doméstico representa una amenaza para el ecosistema a pesar de que su presencia es apenas en el 17 % de las veredas del área protegida, o el problema solo fue relacionado por estas veredas, pero se entiende que el aprovechamiento doméstico puede presentarse en más zonas, ya que es una actividad común en predios privados. Sin embargo, la comunidad comparte que desea conocer qué especies pueden aprovechar, en qué cantidad y qué permisos deben solicitar para realizar este aprovechamiento.

Tabla 63. Resultados de priorización del tema Flora en las veredas del área protegida.

PRIORIZACIONES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	N.P

FLORA	1	6	2	3	0	0	1	0
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

La tabla de priorizaciones nos muestra que un mayor número de veredas considera al tema Flora como el segundo en importancia dentro de los temas que se tienen en cuenta dentro del DRMI Cuchilla San Cayetano, pero igualmente una (1) vereda lo considera de prioridad uno, dos (2) veredas de prioridad 3 y tres (3) veredas de prioridad 4, para finalmente tener una (1) vereda que le otorga prioridad 7, es decir, el tema no es muy relevante para esta vereda.

FAUNA

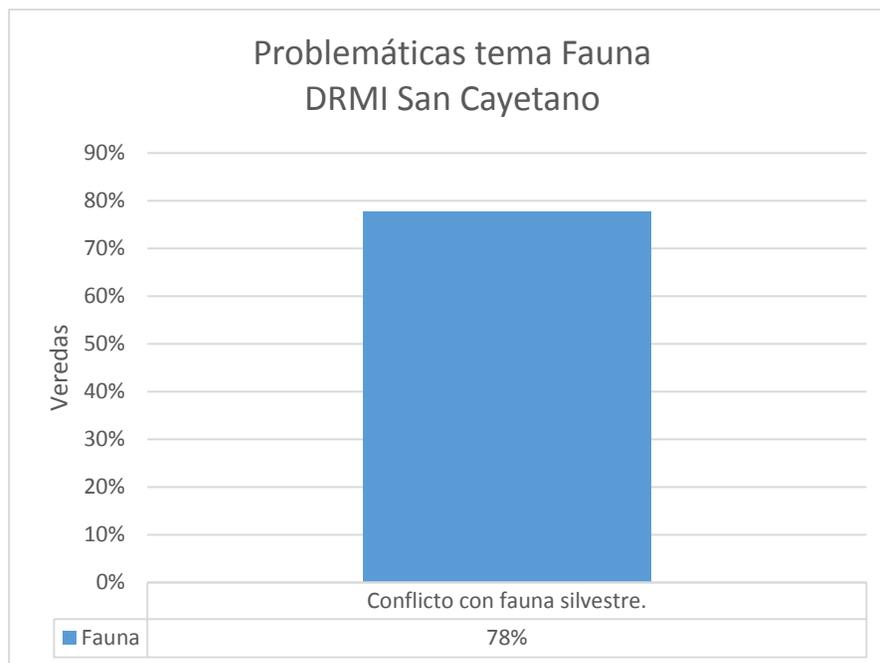
Tabla 64. Matriz de resultados en el tema Fauna en la socialización de la construcción del Plan de Manejo Ambiental DRMI Cuchilla San Cayetano.

3. FAUNA					
Código.	Problemática.	Solución.	Numero de veredas.	TEMA GENERAL (problemáticas)	Veredas que lo presentan.
3.1	Conflicto hombre-fauna	Implementar mecanismos de Ahuyentamiento. Capacitar a la comunidad para el manejo de dicha problemática.	14	Conflicto con fauna silvestre.	78%

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Para la comunidad de las veredas del DRMI Cuchilla San Cayetano se evidencia un problema importante en cuanto al tema fauna, este es un conflicto hombre – fauna en catorce (14) veredas de dieciocho (18) que pertenecen al Área protegida, es decir en un 78 % del área. Este conflicto incluye especies invasoras como ardillas, serpientes, mochileros y quenquenes, que atacan los cultivos y también representan un riesgo para la comunidad (en el caso de las serpientes). Para este conflicto la población plantea que se deben implementar mecanismos de ahuyentamiento y capacitaciones en el manejo de la problemática, con técnicas que permitan proteger sus cultivos sin afectar ni arriesgar la vida de la fauna silvestre.

Figura 6 Relación entre problemáticas principales encontradas en el tema Fauna y porcentaje de veredas que expresaron presentarlas (DRMI San Cayetano).



Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

El problema, como se observa en la gráfica, se presenta en un 78 % de las veredas del Área protegida, lo cual indica que es recurrente y afecta a un gran porcentaje de la población. La necesidad está en plantear estrategias para controlar y mitigar la problemática y así permitir el desarrollo sin complicaciones de las actividades agrícolas que están siendo afectadas por la fauna silvestre.

Tabla 65. Resultados de priorización del tema Fauna en las veredas del área protegida.

PRIORIZACIONES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	N.P
FAUNA	3	3	1	6	0	0	0	0

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

En este caso, la priorización más repetida para el tema fauna fue el número 4, es decir, un mayor número de veredas considera el tema fauna como el cuarto más importante y, en ese orden, cuarto en recibir atención para planes, programas y/o proyectos. Sin embargo, ya que seis (6) veredas lo clasificaron en priorización 1 y 2, además de una (1) vereda en 3, se podría concluir que este tema sería el tercero más importante.

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Tabla 66. Matriz de resultados en el tema Actividades productivas en la socialización de la construcción del Plan de Manejo Ambiental DRMI Cuchilla San Cayetano.

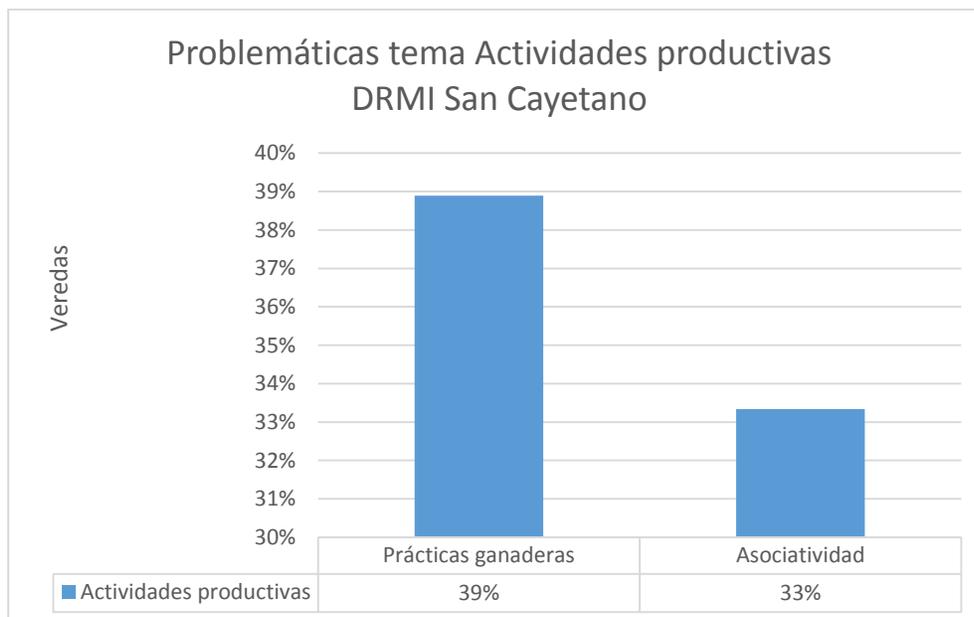
4. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS					
Código.	Problemática.	Solución.	No. de veredas.	TEMA GENERAL (problemáticas)	% Veredas que lo presentan.
4.1	Malas prácticas ganaderas.	Mejoramiento de praderas. Mejoramiento de prácticas. Mejoramiento genético.	7	Prácticas ganaderas.	39%
4.2	Falta de asociatividad.	Crear mesas de bajo. Promover la asociatividad.	6	Asociatividad.	33%

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Las actividades productivas en la zona no presentan un gran número de problemas, sin embargo, sí son de alto impacto debido a que se desarrollan dentro de un ecosistema estratégico y cualquier impacto puede generar graves consecuencias. Esto se evidencia relacionando la tabla del tema Agua, en la problemática 1.1, con la presente tabla en la problemática 4.1, en donde en el tema agua hay un grave problema de contaminación debido a ganadería, mientras en el tema Actividades Agropecuarias la comunidad expresa que se presentan malas prácticas ganaderas en siete (7) veredas del área protegida, es decir un 39 %. Claramente hay una relación entre ambas problemáticas, ya que al no existir un mejoramiento en las prácticas de ganadería seguirá existiendo la contaminación del agua por esta actividad. La comunidad plantea que se deben realizar mejoramientos de praderas, de las prácticas ganaderas y un mejoramiento genético.

También se evidencia la falta de asociatividad, expresado por la comunidad de seis (6) veredas del área protegida, en donde existe el deseo de promover asociaciones especialmente de productores agropecuarios. Se plantea como solución la promoción y acompañamiento de mesas de trabajo que ayuden a las comunidades en el camino de la organización y asociatividad, apoyado por Corpochivor y otras entidades de la región.

Figura 7 Relación entre problemáticas principales encontradas en el tema Fauna y porcentaje de veredas que expresaron presentarlas (DRMI San Cayetano).



Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Las problemáticas relacionadas con prácticas ganaderas abarcan un 39 % de las veredas del DRMI Cuchilla San Cayetano, mientras la asociatividad es una problemática presente en el 35 % de las mismas. Ambas tienen una conexión importante, ya que la Asociatividad permite un mayor desarrollo de las actividades agropecuarias, además, así las comunidades pueden gestionar y organizarse en cuanto a capacitaciones para el mejoramiento de sus prácticas agropecuarias.

Tabla 67. Resultados de priorización del tema Actividades productivas en las veredas del área protegida DRMI San Cayetano.

PRIORIZACIONES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	N.P
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	0	0	7	0	5	0	0	0

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

En la tabla de priorizaciones, encontramos que la tendencia está en priorizar como tercer tema importante en el Plan de Manejo del Área protegida a las actividades productivas, lo cual es acorde a lo observado en campo, porque es de allí de donde subsiste la mayoría de la población dentro de San Cayetano. Cinco (5) veredas priorizaron como el quinto tema más importante a las actividades productivas, mientras que no se recibió ningún otro puntaje de priorización, sin embargo, según análisis en el tema fauna, éste tiene la tercera posición en priorización, por lo que Actividades productivas tomaría la cuarta posición.

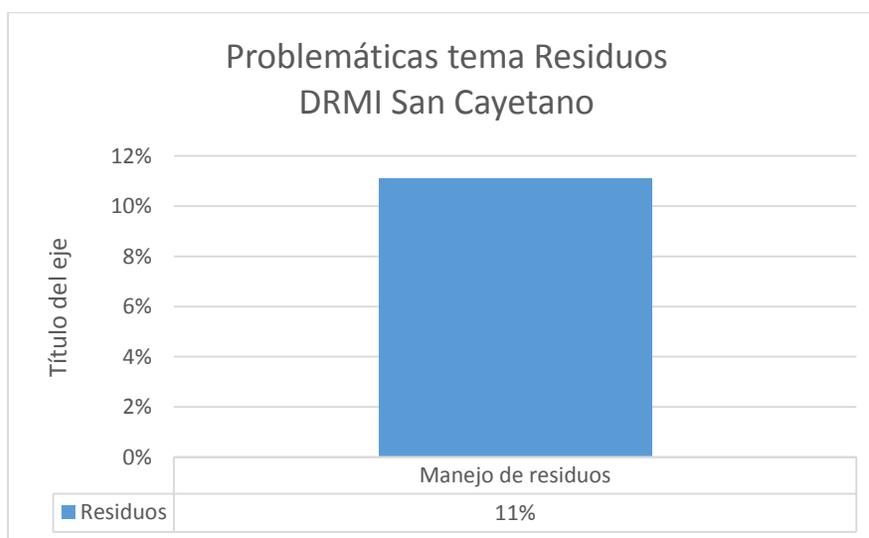
RESIDUOS

Tabla 1. Matriz de resultados en el tema Residuos en la socialización de la construcción del Plan de Manejo Ambiental DRMI Cuchilla San Cayetano.

5. RESIDUOS					
Código.	Problemática.	Solución.	No. de veredas.	TEMA GENERAL (problemáticas)	% Veredas que lo presentan.
5.1	Inadecuada disposición de residuos de agroquímicos.	Gestión de ruta recolectora de residuos pos consumo y capacitaciones en manejo de residuos.	2	Manejo de residuos	11%

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Figura 90. Relación entre problemáticas principales encontradas en el tema Residuos y porcentaje de veredas que expresaron presentarlas (DRMI San Cayetano).



Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

En el Área declarada solo se presentó un problema respecto al tema de residuos, es el de la correcta disposición y manejo de los mismos. La comunidad en dos (2) veredas expresó que los residuos de agroquímicos utilizados para el abono de cultivos y plaguicidas para el control de plagas son dispuestos inadecuadamente en los terrenos donde se usan, para lo que ellos plantean realizar capacitaciones en disposición y tratamiento de residuos pos consumo, ya que estos son una gran amenaza para las fuentes hídricas y la salud de las personas en estas veredas.

Tabla 69. Resultados de priorización del tema Residuos en las veredas del área protegida DRMI San Cayetano.

PRIORIZACIONES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
RESIDUOS	0	0	0	1	1	0	0	0	0

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

En la Matriz de resultados del tema Residuos observamos que solo dos (2) veredas priorizaron el tema de residuos, debido a que solo estas fueron las que presentaron un problema respecto al tema. La priorización se distribuyó entre la cuarta y quinta posición, sin embargo, se considera la novena posición en priorización (última respecto a los diez temas ambientales) debido a que la ocurrencia del problema es menor y la comunidad expresó que los problemas de disposición inadecuada de residuos se presentan fuera del Área protegida, lo cual es una variable que influye en la priorización y, por lo tanto, hay otros temas que presentan mayor relevancia que este, también debido al número de veredas que identifican estos problemas, una variable que se tiene en cuenta en este análisis.

RIESGOS

Tabla 70. Matriz de resultados en el tema Riesgos en la socialización de la construcción del Plan de Manejo Ambiental DRMI Cuchilla San Cayetano.

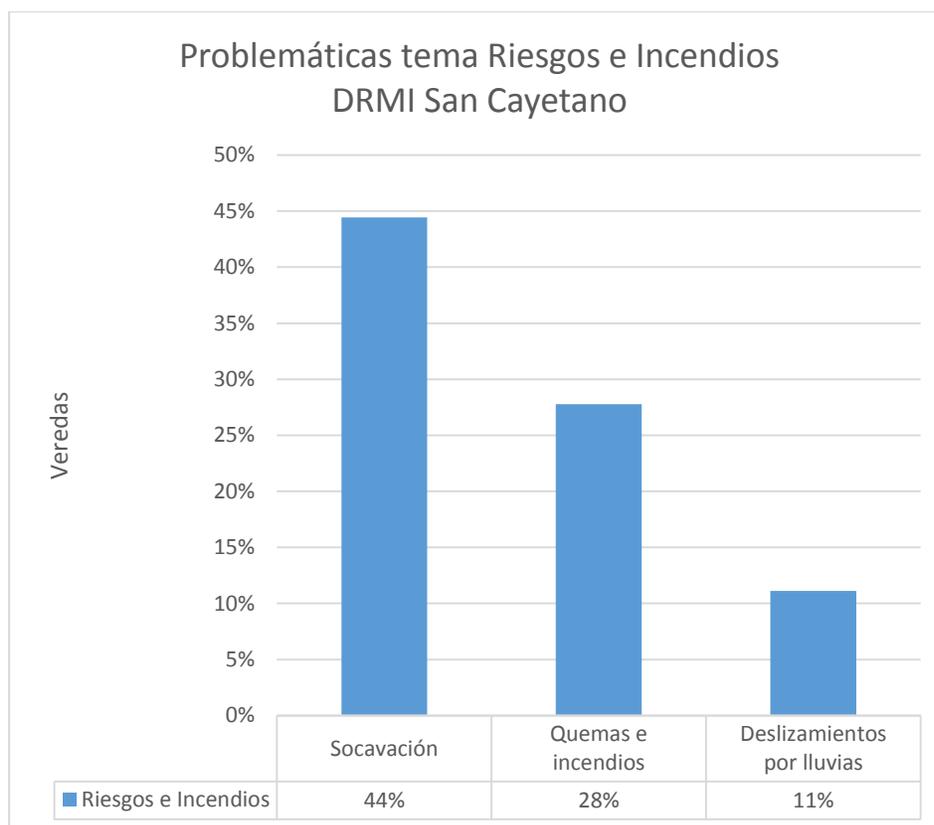
6. RIESGOS					
Cód	Problemática.	Solución.	No. De veredas.	TEMA GENERAL (problemáticas)	% Veredas que lo presentan.
6.1	Socavación.		8	Socavación	44%
6.2	Quemas		3	Quemas e incendios	28%
6.3	Deslizamientos en época de invierno en la ronda hídrica de quebradas.	Capacitaciones en Gestión del riesgo y seguimiento a las afectaciones presentadas.	2	Deslizamientos por lluvias	11%
6.4	Incendios.		2		

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

En la tabla 70 evidenciamos que en el Área protegida se presentan cuatro (4) problemas puntuales relacionados con riesgos e incendios. Uno es la socavación que se presenta en ocho (8) veredas dentro del DRMI, otro son las quemas

controladas, en la mayoría de los casos por expansión de la frontera agropecuaria, y dentro de este tema también entran los incendios, de los cuales no se tiene información acerca de su posible origen. Otro problema son los deslizamientos en época de invierno en las rondas hídricas de las quebradas en el Área protegida, este problema fue expuesto por dos (2) veredas, un 11 % de las que hacen parte del ecosistema. La mayoría de los casos expuestos son por causas naturales.

Figura 91. Relación entre problemáticas principales encontradas en el tema Riesgos y porcentaje de veredas que expresaron presentarlas (DRMI San Cayetano).



Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

La anterior gráfica presenta los datos de las problemáticas de riesgos e incendios expresadas por la comunidad del DRMI, entendiendo que en un 44 % del área existen problemas de Socavación, quemados e incendios se presentan en un 28 % y deslizamientos por lluvias se presentan en un 11 % del Área protegida. Esta tendencia es probablemente causada por la morfología del terreno, ya que en algunas zonas se presenta muy quebrada. También, como se presenta en la Tabla del tema Flora, en la problemática 2.1, existe deforestación en la zona, lo cual puede causar problemas relacionados con riesgos en el área por deslizamientos y socavación.

Tabla 71. Resultados de priorización del tema Riesgos en las veredas del área protegida DRMI San Cayetano.

PRIORIZACIONES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	N.P
RIESGOS	0	1	3	2	1	5	1	0

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

En la tabla de priorización, la mayor parte de las veredas que presentaron un problema relacionado con riesgos e incendios priorizaron este tema como el sexto de mayor relevancia, en donde cinco (5) veredas le dieron este puntaje, una (1) vereda le dio prioridad 2, tres (3) veredas le dieron prioridad 3, dos (2) veredas le dieron prioridad 5 y una (1) vereda le dio prioridad 7. A partir del análisis de estas priorizaciones, teniendo en cuenta siete veredas que priorizaron entre P2, P3, P4 Y P5, Y otras cinco en P6, podemos concluir que la priorización más adecuada del tema Riesgos es la quinta posición.

MINERÍA

En el Área protegida no se presentan actividades mineras, ni la comunidad expresó alguna problemática relacionada.

TURISMO

Tabla 72. Matriz de resultados en el tema Turismo en la socialización de la construcción del Plan de Manejo Ambiental DRMI Cuchilla San Cayetano.

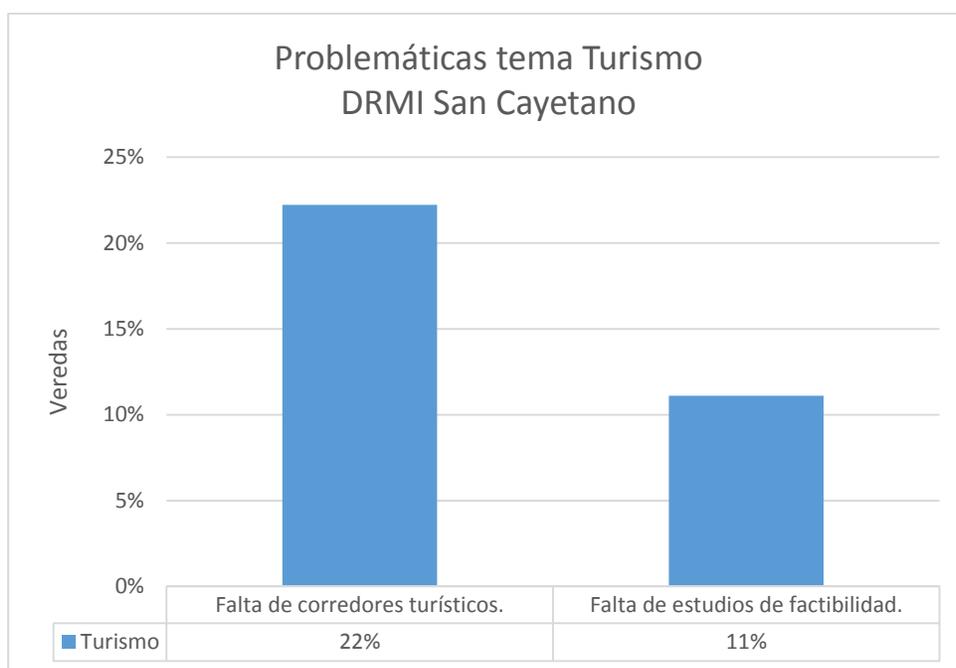
8. TURISMO					
Código.	Problemática.	Solución.	No. de veredas.	TEMA GENERAL (problemáticas)	% Veredas que lo presentan.
8.1	Falta de corredores turísticos ya que hay zonas de gran potencial (como la Cuchilla de Sauche).	Proyectos que permitan promover el turismo en la zona, gestionando senderos ecológicos.	4	Falta de corredores turísticos.	22%
8.2	Falta de estudios de factibilidad.	Realizar estudios de factibilidad de ecoturismo en la zona.	2	Falta de estudios de factibilidad.	11%

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

El turismo es considerado actualmente un renglón de la economía con crecimiento exponencial en Colombia, el suroriente de Boyacá con la Ventanilla de Negocios Verdes ha buscado consolidar esta estrategia como una manera de generar

ingresos locales y conservar el medio ambiente a través del Turismo de la Naturaleza, sin embargo la comunidad dentro del Área protegida expresa que no hay corredores turísticos a pesar de la existencia de un gran potencial (como la Cuchilla de Sauche), además de la falta de estudios de factibilidad para saber si es posible o no realizar actividades turísticas en la zona. A pesar que la participación en el tema es baja (solo seis (6) veredas expresaron problemáticas y/u oportunidades relacionadas con el turismo en la región) es un tema importante al que se le puede apostar como estrategia de conservación apoyando a las comunidades locales.

Figura 8. Relación entre problemáticas principales encontradas en el tema Turismo y porcentaje de veredas que expresaron presentarlas (DRMI San Cayetano).



Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

La gráfica presenta la información respecto a actividades turísticas en el DRMI, en donde se observa la inquietud de la comunidad por los corredores turísticos debido al potencial que se tiene, con un 22 % de interés respecto al total de veredas de la zona, esto posiblemente porque solo en algunas veredas existe potencial turístico en el que la comunidad ve una oportunidad. Los estudios de factibilidad de los que habla el 11 % de la comunidad hace referencia a la evaluación de posibles proyectos turísticos en la zona, para así proceder o no con su implementación.

Tabla 2. Resultados de priorización del tema Turismo en las veredas del área protegida DRMI San Cayetano.

PRIORIZACIONES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
TURISMO	0	0	0	0	3	2	0	1

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Solo seis (6) veredas expresaron problemáticas o, en este caso, oportunidades en el tema de turismo, de estas tres (3) consideran el tema turístico como prioridad 5 para la formulación del Plan de Manejo, mientras dos (2) veredas le dan una prioridad de 6 y una (1) vereda le da una prioridad de 8. A partir de estos datos, la priorización óptima sería en una sexta posición, pero esta la ocupa el tema de Saneamiento predial, que tienen priorizaciones más altas (esto lo veremos más adelante), así que se concluye que Turismo tiene la séptima posición en priorización.

PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

Tabla 3. Matriz de resultados en el tema Participación comunitaria en la socialización de la construcción del Plan de Manejo Ambiental DRMI Cuchilla San Cayetano.

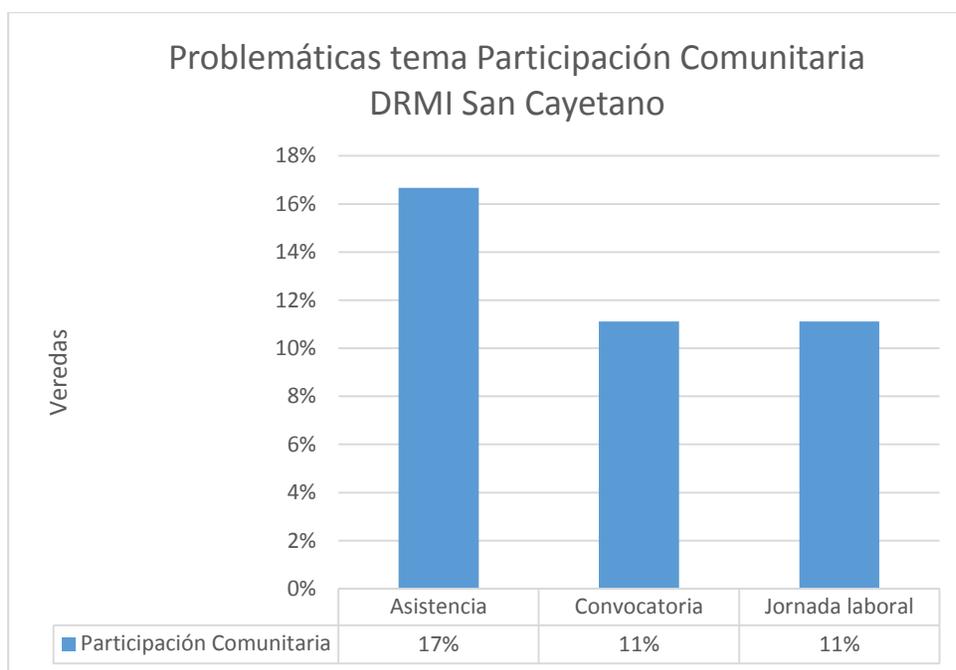
9. PARTICIPACIÓN COMUNITARIA					
Código.	Problemática.	Solución.	No. De veredas.	TEMA GENERAL (problemáticas)	%Veredas que lo presentan.
9.1	La comunidad no asiste a reuniones.	Mandato con comida.	3	Asistencia	17%
9.2	Existen problemas en la convocatoria de la comunidad.	provechar los espacios de Junta del acueducto veredal, además de los medios de comunicación locales como el radio y perifoneo.	2	Convocatoria	11%
9.3	Pérdida de jornada laboral.	Gestionar incentivos económicos que recuperen la jornada perdida en reuniones u otras actividades.	2	Jornada laboral	11%

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

En el DRMI Cuchilla San Cayetano la participación de la comunidad tiene algunos problemas relacionados con la asistencia, la convocatoria y las jornadas laborales que se cruzan con actividades de reuniones, capacitaciones o convocatorias de asociaciones veredales. Una problemática es la poca asistencia de la comunidad a

las reuniones, para lo que ellos plantean como solución que estas jornadas sean tenidas en cuenta como un mandato veredal que incluya comida para los asistentes, esto lo expresaron tres (3) veredas que representan un 17 % del área protegida. Otro problema radica en la convocatoria, veredas que no se enteran de las reuniones o no reciben invitación, para lo que ellos plantean que se haga un uso de los medios de comunicación locales como la radio y también perifoneo en las veredas, además de aprovechar los espacios de las juntas de acueductos en donde los asociados tienen la obligación de asistir, por lo que es muy probable que se enteren de las próximas reuniones y las puedan comunicar a los demás integrantes de la comunidad. Una causa de la poca asistencia a las reuniones, según lo que socializan los integrantes de dos (2) veredas del Área Protegida, es que pierden su jornada laboral por estar presentes en reuniones y/o capacitaciones que realiza la Corporación, por lo que solicitan la gestión de incentivos económicos que permitan recuperar la jornada perdida a causa de dichas reuniones.

Figura 93. Relación entre problemáticas principales encontradas en el tema Participación comunitaria y porcentaje de veredas que expresaron presentarlas (DRMI San Cayetano).



Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

La relación que se encuentra entre las problemáticas en cuanto a participación comunitaria es evidente, al no recibir incentivos por parte de la Corporación o cualquier otra entidad que haga reuniones, la comunidad no asiste o hace caso omiso a las convocatorias, ya que interpreta estas como una pérdida de su jornada laboral para atender temas externos. La asistencia es el problema más importante

(17 %), la falta de convocatoria es el siguiente (11 %) y la pérdida de la jornada laboral es el último (11 %), todos estos son problemas con soluciones que incluyen un pago por participación, lo cual no es viable de ninguna manera.

Tabla 75. Resultados de priorización del tema Participación comunitaria en las veredas del área protegida DRMI San Cayetano.

PRIORIZACIONES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
PARTICIPACIÓN COMUNITARIA	0	0	0	0	0	0	2	1	0

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

En cuanto a la priorización, este tema no fue muy común en las veredas del área protegida, ya que solo tres (3) de las dieciocho (18) veredas expresaron presencia de estos problemas. Así que dos (2) de ellas priorizaron el tema Participación Comunitaria como número 7 en importancia respecto a los demás, y una (1) vereda lo considera de prioridad 8. En conclusión, este tema es el octavo en priorización, ya que, a pesar de la baja presencia o expresión del problema por parte de la comunidad, la asociatividad es parte importante dentro de los procesos de desarrollo y planificación local.

SANEAMIENTO PREDIAL

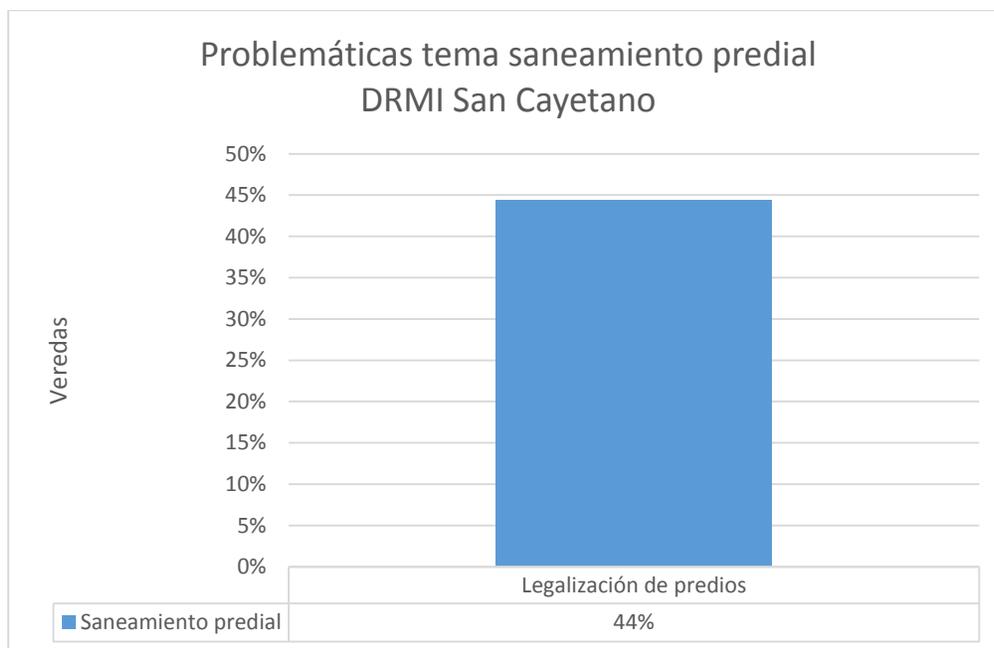
Tabla 76. Matriz de resultados en el tema Participación comunitaria en la socialización de la construcción del Plan de Manejo Ambiental DRMI Cuchilla San Cayetano.

10. PREDIAL					
Código.	Problemática.	Solución.	No. de veredas.	TEMA GENERAL (problemáticas)	% Veredas que lo presentan.
4.1	Falsa Tradición	Estudio de Títulos Solicitud de información al IGAC.	8	ización de predios	44%

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Para el caso del saneamiento predial en el Área protegida, se entiende que existe Falsa Tradición en ocho (8) veredas que representan un 44 % del total, sin contar que existen muchos otros predios que presentan la misma situación, pero por una u otra razón no expresaron esta condición, o no tuvieron la oportunidad de participar en las socializaciones. Para este problema, la comunidad plantea que se debe realizar un Estudio de Títulos y una Solicitud de información al Instituto Geográfico Agustín Codazzi, para de esta manera resolver los problemas de falsa tradición.

Figura 94 Relación entre problemáticas principales encontradas en el tema Saneamiento predial y porcentaje de veredas que expresaron presentarlas (DRMI San Cayetano).



Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Como única problemática general en el tema de Saneamiento predial, el 44 % de las veredas expresan la necesidad de sanar sus predios, ya que esto puede traer beneficios en el futuro al encontrarse la propiedad dentro de un Área protegida con Ecosistemas de alta importancia para la región, lo que aumenta la posibilidad de comprar por parte de las Alcaldías municipales o la Gobernación del Departamento.

Tabla 77. Resultados de priorización del tema Saneamiento predial en las veredas del área protegida DRMI San Cayetano.

PRIORIZACIONES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
SANEAMIENTO PREDIAL	1	0	1	2	2	2	0	0

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Para este caso en concreto, las priorizaciones fueron distribuidas más equitativamente, es decir, de las ocho (8) veredas que presentaron problemáticas respecto al Saneamiento predial, una decidió priorizarla como número 1, otra como número 3, dos la priorizaron como la cuarta en importancia, otras dos como la quinta, y las últimas dos como el sexto tema de mayor importancia. En este caso,

existe una participación de 44 % de las veredas del DRMI, sin embargo, para el análisis puntual se debería cruzar información respecto al número de veredas que presentan la problemática, el impacto ambiental que esta tiene sobre el ecosistema y la importancia de solucionar esta problemática con respecto a los servicios ecosistémicos que se estarían garantizando con su solución. Bajo estos parámetros, el saneamiento predial no es una problemática que genere impactos sobre el ambiente, pero sí una muy importante para la comunidad dentro del DRMI porque permite la venta de sus predios, recibir incentivos o proyectos que puedan aplicar entre otros beneficios, por lo que pasa a ser el sexto tema de mayor importancia respecto a los demás.

Tabla 78. Cuadro de resultados de priorización para los temas tratados con la comunidad del DRMI San Cayetano

VALOR DE PRIORIZACION	TEMÁTICA
P1	AGUA
P2	FLORA
P3	FAUNA
P4	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS
P5	RIESGOS
P6	SANEAMIENTO PREDIAL
P7	TURISMO
P8	PARTICIPACIÓN COMUNITARIA
P9	RESIDUOS
P10	MINERÍA

Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Esta tabla nos presenta los resultados de la priorización de los temas ambientales tratados con la comunidad del DRMI San Cayetano durante las socializaciones de la formulación del Plan de Manejo Ambiental del Área Progedia. Esta priorización es el resultado del análisis de variables como la priorización entregada por la comunidad (valores por temática), el número de veredas que presentan la problemática y el número de problemas presentados respecto a la problemática. De esta manera, el tema más importante bajo el análisis es el agua, y el menos importante el de la participación comunitaria. Sin embargo, temas como residuos y minería no se tienen en cuenta en la elaboración del PMA debido a dos razones, una puede ser porque no se presentó ningún problema y otra porque los problemas que se presentan no son dentro del Ecosistema Estratégico, por lo que dentro de este Plan no se incluyen acciones para el mismo.

29. PROYECTOS DE DESARROLLO

Los únicos proyectos de desarrollo que actualmente existen en el área corresponde a explotaciones mineras. Los dos títulos mineros presentes (figura 96) son una explotación de hierro y una de esmeralda, cuyas principales características se relacionan a continuación:

1) Expediente 00694-15

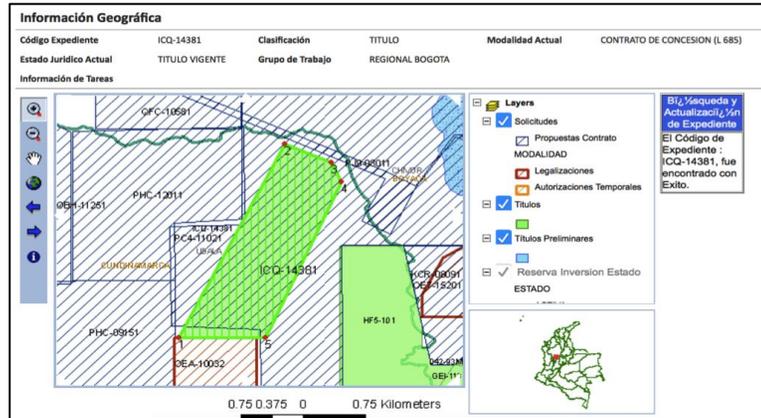
- Licencia de Explotación
- Titular: Empresa Minera Tencua Ltda.
- Mineral: Hierro
- Estado: Título Vigente
- Fecha de Contrato: 10/24/2000
- Área Otorgada: 117 ha
- Duración de explotación: 179 meses (aprox. 14,9 años)

2) Expediente ICQ-14381

- Contrato de Concesión
- Titular: Irma Isabel Peña Velasco
- Mineral: Esmeralda
- Estado: Título Vigente
- Fecha de Contrato: 06/23/2009
- Área Otorgada: 231.48 ha
- Duración de explotación: 359 meses (aprox. 29,9 años)

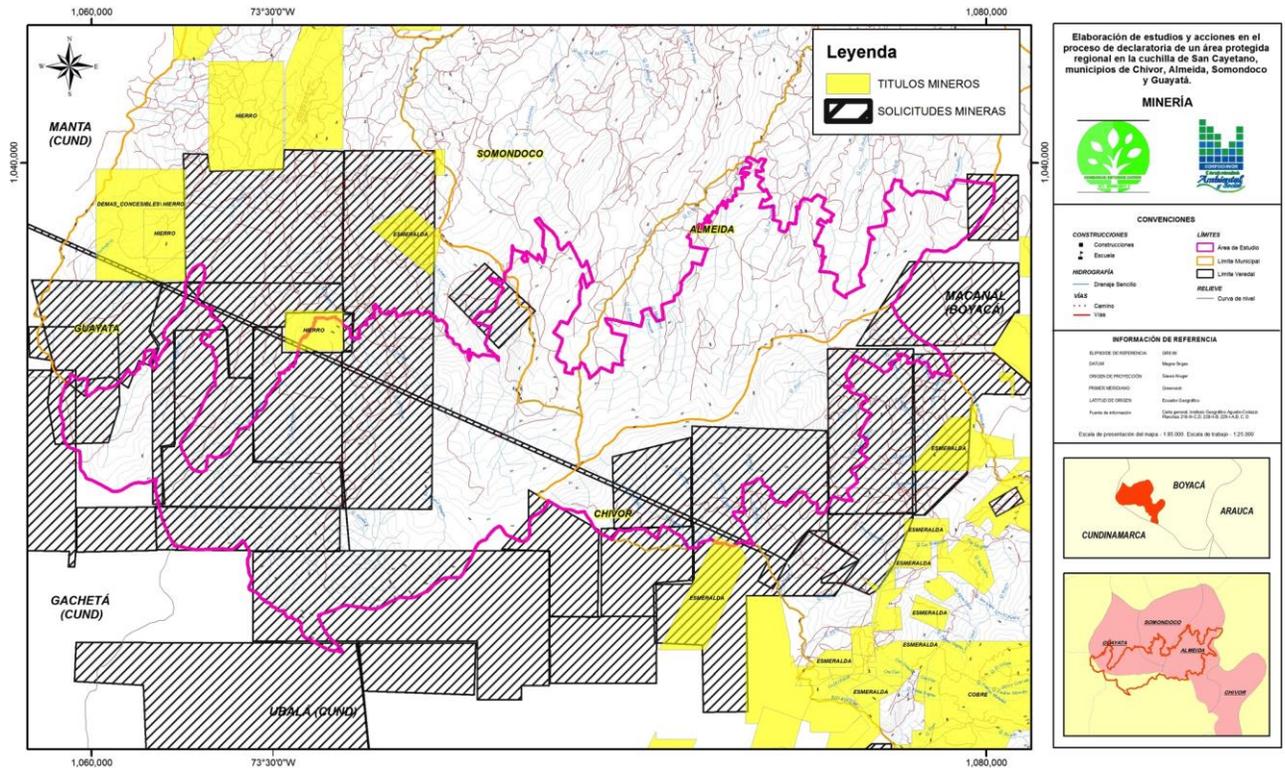
Vale la pena mencionar que en el Catastro Minero Colombiano el título de Irma Isabel Peña Velasco se ubica en el municipio de Ubalá (Cundinamarca), datos que coinciden con la información geográfica que acompaña la descripción del título (figura 95). Más sin embargo este se incluyó en la anterior relación debido a que cartográficamente una pequeña porción del título se cruza con el área de estudio como se puede verificar en la figura ; su pertenencia o no a la misma deberá ser confirmada con la Agencia Nacional de Minería.

Figura 95. Expediente ICQ-14381.



Fuente: Imagen tomada del Catastro Minero Colombiano. Fecha de consulta: 29/8/15

Figura 96. solicitudes mineras.



Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Como se muestra en la figura las solicitudes mineras son mucho más extensas y ocupan una extensa porción del área evaluada, especialmente hacia su costado occidental y nororiental. Aunque entre las solicitudes mineras se encuentran las siguientes, cabe la pena recordar que el área evaluada está cubierta por las zonas

de exclusión de las actividades mineras de las que hablan las Resoluciones 705 de 2013, 761 de 2013 y 1150 de 2014 del MADS.

1. KCQ-11421: Aluminio, esmeraldas, hierro, cobre, etc.
2. KE6-15471: Hierro
3. KE8-09391: Hierro
4. LB3-08081: Sulfato de Bario
5. OG2-08063: Hierro
6. OG2-091811: Esmeraldas
7. OG2-10326: Zinc, Minerales de cobre
8. OG2-15541: Hierro
9. OHC-13331: Potasio, hierro, bario, plomo, mármol, cobre, etc.
10. OJ7-09191: Hierro, yeso
11. PC4-11021: Metales preciosos, caliza, esmeraldas.
12. PHR-08211: Cobre, yeso, hierro, metales preciosos, esmeraldas
13. PJ9-08011: Arenas y gravas, esmeraldas.
14. QEB-09051: Esmeraldas.
15. QFC-10581: Esmeraldas, materiales de construcción.

En cuanto a lo relativo a los hidrocarburos el área de estudio no tiene ningún bloque concesionado, aún cuando una parte de su territorio se define como “área disponible”, lo que significa que se encuentra dentro de las áreas actualmente ofertadas por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y que estarían sujetas a un contrato de exploración / explotación de hidrocarburos si es que son solicitadas.

Así mismo en el área no existen proyectos de desarrollo vial, ni ningún otro tipo de proyecto de desarrollo que pueda ocasionar impactos en los valores naturales del área bajo evaluación.

29.1. Análisis predial

Para el análisis de la información catastral de la zona de estudio se emplearon las planchas prediales rurales del Instituto Geográfico Agustín Codazzi a escala 1:25.000 de los municipios de Guayatá, Somondoco, Almeida y Chivor, cuya relación se presenta en la tabla 79.

Tabla 79. Microcuencas - Área de Estudio

<i>Municipio</i>	<i>Planchas prediales rurales utilizadas</i>	<i>Vigencia Catastral</i>
Almeida	229-I-A 229-I-B	01-01-2007
Chivor	229-I-A 229-I-B	01-01-2014

Guayatá	229-I-A 229-I-C 228-II-B	01-01-2014
Somondoco	229-I-A	01-01-1998

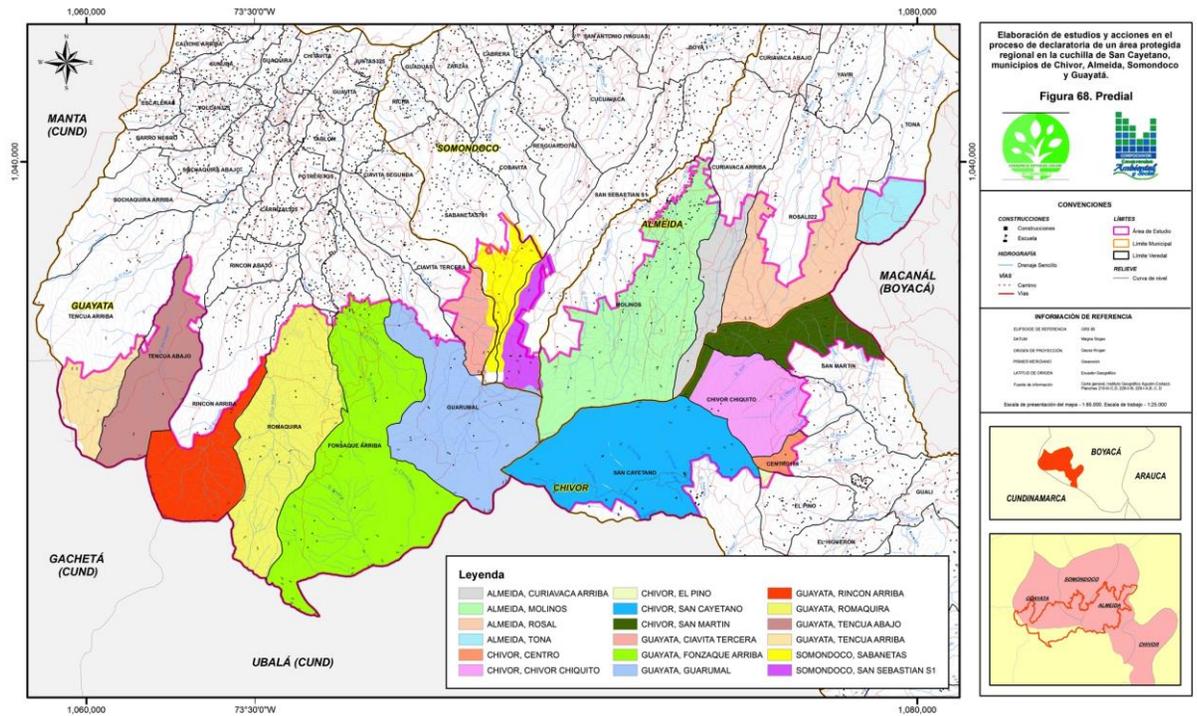
Los municipios de Chivor y Guayatá cuentan con información predial actualizada al 1 de enero de 2014, mientras que para el municipio de Almeida la información tiene vigencia del 1 de enero de 2007 y en Somondoco la vigencia es del 1 de enero de 1998. Esto significa que para el caso de estos dos últimos municipios la información que se incluye en el presente informe no necesariamente refleja la realidad predial de la zona, ya que por ejemplo para el caso de Somondoco hace 17 años no se realiza una actualización catastral.

Una vez adquiridas las planchas correspondientes se realizó su georeferenciación en el sistema de proyección magna sirgas para luego digitalizar los predios existentes dentro del área evaluada. Debe mencionarse que para este proceso se partió de un shape entregado por Corpochivor (“predial_rural”), el cual constituyó la base para realizar la actualización respectiva. El mapa generado se presenta en la figura 97 y el anexo cartográfico 1, donde se diferencian las diferentes veredas existentes en el área evaluada, conforme a lo establecido por el IGAC.

Cada uno de los predios cuenta con un código único denominado “Número Predial Nacional” (Resoluciones IGAC No. 70 de 2011 - artículos 32 y 159 al 161), el cual corresponde al código que permite identificar cada uno de los bienes inmuebles existentes en el territorio colombiano, sin posibilidad de equivocación, en virtud de su ubicación geográfica, condiciones y atributos. El número predial está conformado por ocho componentes: 1) Código del departamento, 2) Código del municipio, 3) Zona, 4) Sector, comuna, barrio, 5) Manzana o vereda, 6) Terreno, 7) Condición del predio, 8) Número de construcciones - Propiedad Horizontal, como se muestra en la figura 98.

Figura 97. veredas existentes en el área evaluada.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
COMPONENTE DIAGNÓSTICO



Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Figura 98. Componentes del número predial

DPTO		MUNICIPIO			ZONA		SECTOR		COMUNA		BARRIO		MANZANA O VEREDA			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
TERRENO				CONDICION DEL PREDIO				NÚMERO DE CONSTRUCCIÓN / PROPIEDAD HORIZONTAL								
18	19	20	21	22				23	24	25	26	27	28	29	30	

Fuente: Resoluciones IGAC No. 70 de 2011 - artículos 32 y 159 al 161.

Sin embargo para el caso del presente estudio y con el propósito de hacer más fácil la identificación de los predios se utilizó un código corto, integrado por los

componentes que se muestran en el siguiente ejemplo¹⁴. De esta manera el predio con el código 15-325-00-0020-0233, corresponde a un predio ubicado en el sector rural (00) del municipio de Guayatá (325), departamento de Boyacá (15), localizado específicamente en la vereda Fonsaque Arriba (0020), e identificado con el número 0233 (figura 99).

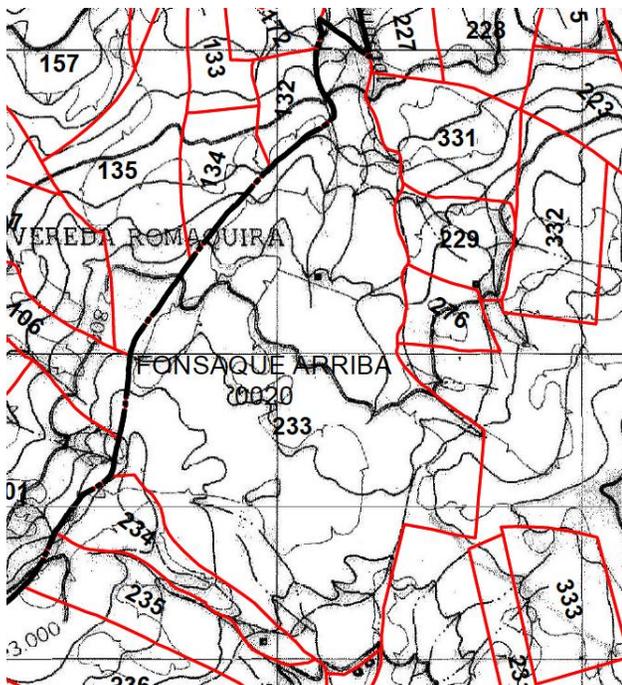


Figura 99. Predio 0233 de la vereda Fonsaque arriba (cod. 0020).
 Fuente: Plano Predial Rural 229-I-A IGAC

29.1.1. Número de predios

En la tabla 80 se presenta la distribución de predios dentro del área evaluada, siendo posible observar como el municipio de Guayatá abarca el 55,45% de las propiedades existentes en el área evaluada (844 en total), las cuales en su conjunto ocupan cerca del 52% de la superficie total bajo análisis. En orden de importancia sigue el municipio de Almeida con 272 predios que ocupan 2.223,34 hectáreas, y finalmente los municipios de Chivor (64 hectáreas y 1.980,32 ha) y Somondoco (40 predios y 430,56 hectáreas).

¹⁴ Este código está integrado por lo campos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21 del Número Predial Nacional

En la figura 100 se presenta en forma gráfica la distribución predial dentro del área de estudio, donde se observa que Guayatá tiene el mayor número de predios y veredas (7 veredas), mientras que Chivor cuenta con 5 veredas, Almeida con 4 y Somondoco con tan sólo 2.

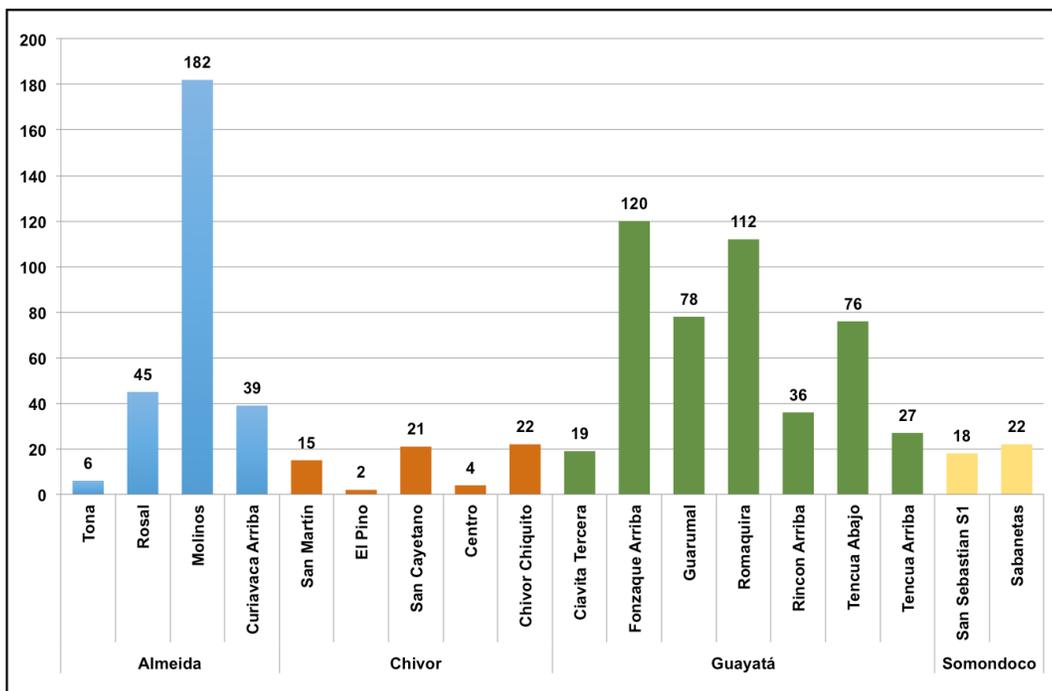
Tabla 80. Distribución predial en el área de estudio

Municipio	Vereda	Código Vereda	Número de predios	Area (Ha)*
Almeida	Tona	0004	6	176,07
	Rosal	0005	45	572,25
	Molinos	0006	182	1.212,36
	Curiavaca Arriba	0007	39	262,66
Subtotal - Municipio de Almeida			272	2.223,34
Chivor	San Martín	0010	15	373,00
	El Pino	0018	2	10,58
	San Cayetano	0019	21	1.075,46
	Centro	0020	4	56,84
	Chivor Chiquito	0021	22	464,44
Subtotal - Municipio de Chivor			64	1980,32
Guayatá	Ciavita Tercera	0019	19	166,48
	Fonzaque Arriba	0020	120	1.615,68
	Guarumal	0021	78	965,98
	Romaquira	0022	112	975,23
	Rincon Arriba	0023	36	482,81
	Tencua Abajo	0024	76	564,34
	Tencua Arriba	0025	27	234,87
Subtotal - Municipio de Guayatá			468	5.005,39
Somondoco	San Sebastian S1	0012	18	174,24
	Sabanetas	0016	22	256,32
Subtotal - Municipio de Somondoco			40	430,56
Total General			844	9.639,61

* Esta área corresponde a la calculada a través de ArcGIS 10.3, con shaples referenciados en el sistema de coordenadas geográficas GCS_MAGNA y Proyección Transverse Mercator.

Fuente: Planchas Prediales Rurales, IGAC.

Figura 100. Distribución de predios por veredas y municipio



Fuente: Planchas Prediales Rurales, IGAC.

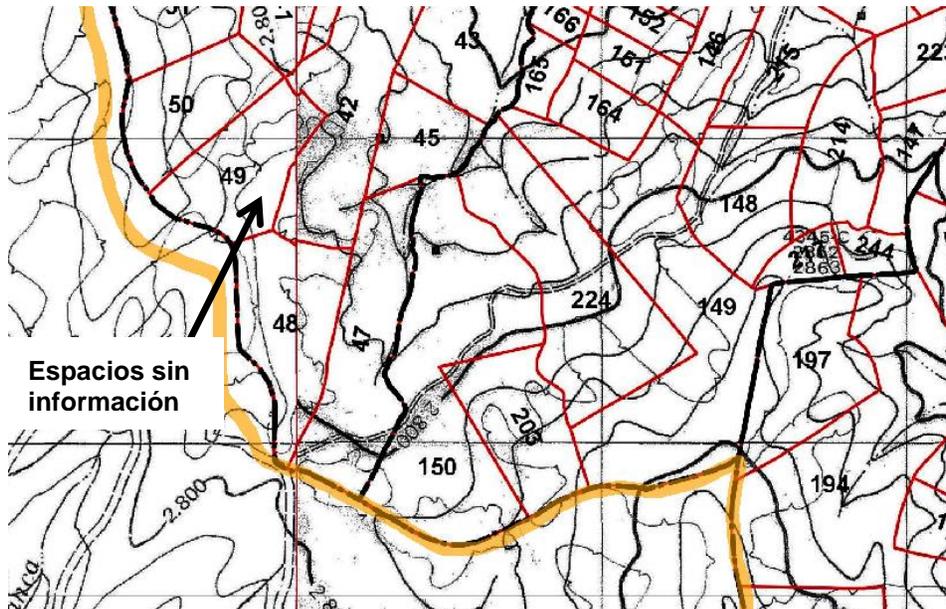
La vereda Molinos del municipio de Almeida es la que tiene mayor número de predios dentro del área evaluada (182 predios), más sin embargo no es la que ocupa la mayor extensión. La vereda Fonzaque Arriba del municipio de Guayatá, que es la que sigue en término del número de predios (120 propiedades) si ocupa la mayor extensión, con un total de 1.615,68 hectáreas. Son también de destacar las veredas El Pino y Centro, en ambos casos pertenecientes al municipio de Chivor, con un total de 2 y 4 predios respectivamente, que ocupan 10,58 y 56,84 hectáreas, siendo éstas las de menor tamaño dentro del área evaluada.

29.1.2. Inconsistencia en la información predial

Si se observa la extensión de las veredas que se presenta en la *Tabla* y aquellas que se relacionaron previamente en la *Tabla 1*, es posible evidenciar que existen pequeñas diferencias en el área ocupada en cada caso. Esto se debe a que la información predial muestra algunas veces inconsistencias que no pueden ser solucionadas sino a través de una actualización catastral.

El primer tipo de problemas tiene que ver con la diferencia de límites de los municipios en las planchas prediales *versus* los límites 1:25.000 oficiales del IGAC. En la figura 6 se presenta la delimitación municipal del IGAC sobre la carta predial rural (línea de color amarillo), la cual coincide con el límite del área de estudio, más como se observa hay un espacio que queda sin información, lo que por supuesto tiene una incidencia en las superficies calculadas.

101. Distribución de predios por veredas y municipio



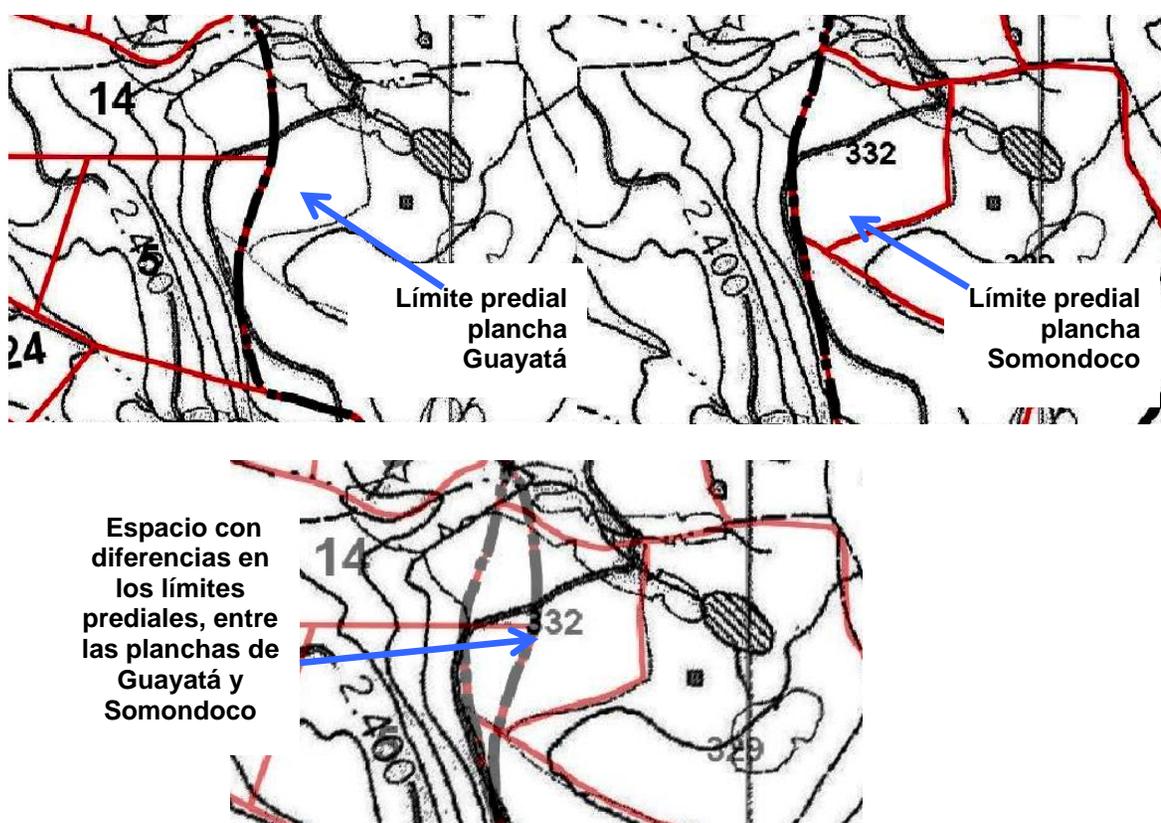
Fuente: Planchas Prediales Rurales, IGAC.

El segundo tipo de inconsistencias tiene que ver con la existencia de diferencias en los límites municipales para las diferentes cartas prediales. Para explicar esta situación en la figura 7 se presenta una porción de las cartas prediales de Guayatá (izquierda arriba) y Somondoco (derecha arriba), donde en rojo se muestran los límites prediales y en una línea negra con puntos los límites municipales. En la parte de abajo de la figura se realizó la unión de las dos cartas prediales, lo que permite observar que no hay una coincidencia entre los límites de los predios para los dos municipios en cuestión.

Debido a que no es posible dilucidar cual es el límite correcto, se decidió utilizar en la cartografía correspondiente los límites prediales del municipio de Guayatá y Chivor por sobre los demás presentados en las cartas catastrales, debido a que para estos dos municipios la vigencia de la información catastral es el 1 de enero de 2014, siendo esta más reciente que para los otros dos municipios bajo análisis (1998 para Somondoco y 2007 para Almeida).

Hay otros espacios del territorio que por el contrario no tienen información en ninguna de las cartas prediales. En la figura 8 se muestran las cartas de Guayatá y Somondoco, donde se puede observar como una porción específica no tiene información predial; sin embargo, esto no significa que este espacio del territorio no tenga propiedad, sino que la información con que cuenta el IGAC está desactualizada y por lo pronto los datos no permiten definir a que predio en específico pertenece. En total dos espacios presentan esta situación (19,39

hectáreas), marcados en el campo “Municipio” de la tabla de atributos del shape predial como “Indefinido”.



*Figura 9. Diferencias en los límites municipales. Fuente: Planchas Prediales, IGAC.
Arriba: Plancha rural Guayatá (Izquierda) - Plancha rural Somondoco (Derecha).
Abajo: Planchas rurales de Guayatá y Somondoco traslapadas*

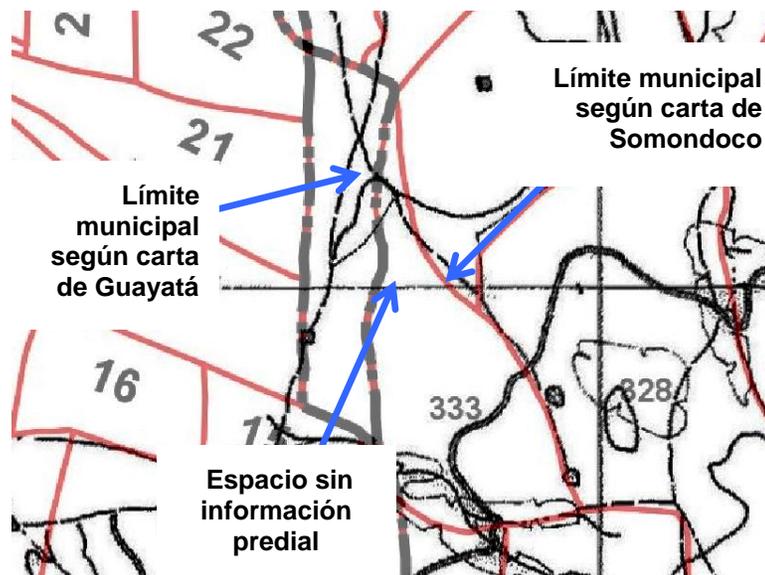


Figura 10. Espacios sin información predial.

Fuente: Planchas Prediales Rurales, IGAC.

La cuarta y última situación que se presenta en la información predial es la existencia de propiedades sin un código catastral. Esto significa que con la información cartográfica oficial del IGAC disponible es imposible saber a quien pertenecen ni cual es su identificación. Esta situación debe tenerse presente a la hora de realizar la declaratoria de un área natural protegida en la zona, en especial si Corpochivor piensa adelantar el registro en los predios de la limitación de uso del suelo ante la Oficina de Registro e Instrumentos Públicos, ya que para estos casos no se sabe que predio debe afectarse.

En la figura 9 se presenta un ejemplo de la situación antes descrita, donde se puede evidenciar como los tres predios señalados no tienen ningún código en la carta predial, en este caso del municipio de Guayatá. En el shape predial se incluye la codificación de departamento, municipio y vereda para los cuatro predios que dentro del área de estudio presentan esta condición, mientras que para el caso del código predial se incluyó el valor "0000". Dos de estos predios se localizan en la vereda Fonzaque Arriba, mientras que los otros dos hacen parte de la vereda Guarumal.

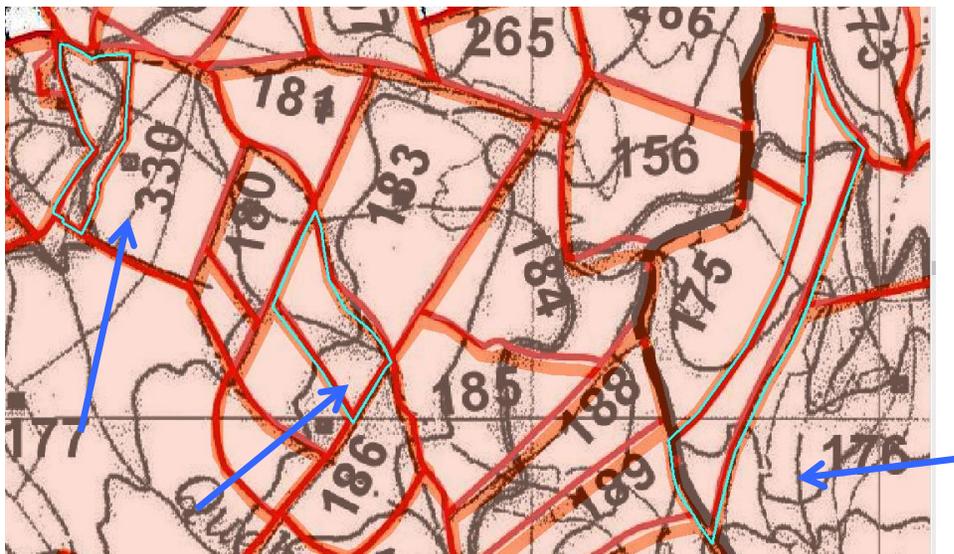


Figura 11. Predios sin identificador.

Fuente: Planchas Prediales Rurales, IGAC.

29.2. Distribución de predios por tamaño

Para elaborar la distribución de predios por superficie se utilizaron los cinco rangos definidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el Atlas de la Distribución de la Propiedad Rural en Colombia, empleados para analizar la concentración de la propiedad conforme a los siguientes rangos:

- Grande Propiedad: Predios con una extensión mayor a 200 hectáreas.
- Mediana Propiedad: Predios entre 20 y 200 hectáreas.
- Pequeña Propiedad: Predios entre 10 y 20 hectáreas.
- Minifundio: predios entre 3 y 10 hectáreas.
- Microfundio: Predios menores a 3 hectáreas.

De acuerdo con los resultados que se presentan en la tabla 47, el 27,8% de los predios existentes se consideran microfundios y un 42,3% adicional se clasifican como minifundios; lo que significa que la mayoría de las propiedades existentes en el área (70,3% del total) tiene menos de 10 ha. Adicionalmente, el 82,6% de los predios con una superficie menor o igual a 10 hectáreas se localiza bajo los 2750 msnm, en sectores donde en su mayoría predominan los espacios dedicados a la producción ganadera (figura 10).

Solamente 3 predios se consideran “Grandes Propiedades”, dos de ellos localizados en la vereda San Cayetano del municipio de Chivor (291,38 y 291,94 hectáreas respectivamente) y uno en la vereda Fonzaque Arriba del municipio de Guayatá (442,99 hectáreas), en todos los casos ubicadas sobre los 2750 msnm. Las medianas propiedades incluyen un total de 99 predios, en su mayoría pertenecientes al municipio de Guayatá (49) y Almeida (25), mientras que las pequeñas propiedades abarcan un total de 150 predios.

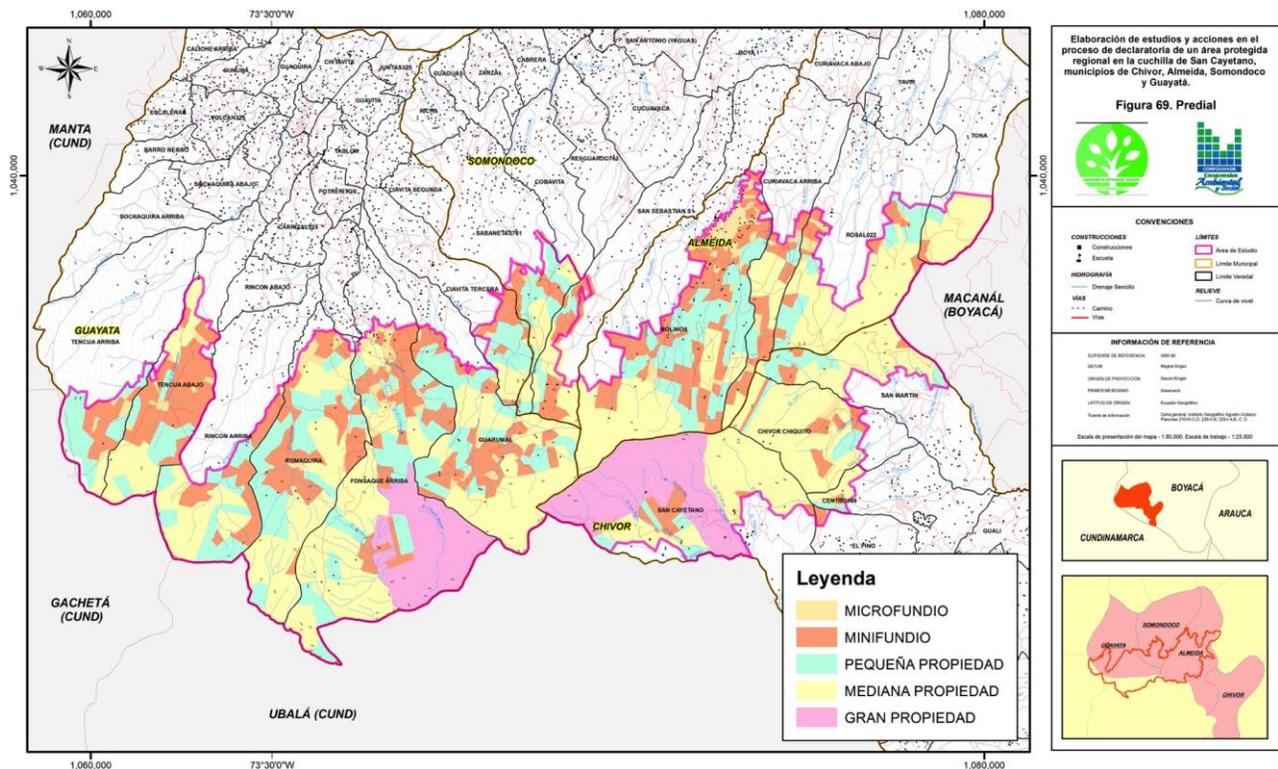
Tabla 47. Distribución de predios por tamaño (hectáreas)

<i>Municipio</i>	<i>Vereda</i>	<i>Microfundio ≤ 3 Ha</i>	<i>Minifundio 3 - 10 Ha</i>	<i>Pequeña Propiedad 10 - 20 Ha</i>	<i>Mediana Propiedad 20 - 200 Ha</i>	<i>Gran Propiedad > 200 Ha</i>
Almeida	Tona	1	1	1	3	-
	Rosal	11	14	9	11	-
	Molinos	77	70	27	8	-
	Curiavaca Arriba	11	23	2	3	-
Subtotal - Municipio Almeida		100	108	39	25	-
Chivor	San Martín	-	4	5	6	-
	El Pino	1	1	-	-	-
	San Cayetano	-	9	4	6	2
	Centro	1	1	1	1	-
	Chivor Chiquito	4	9	3	6	-
Subtotal - Municipio Chivor		6	24	13	19	2
Guayatá	Ciavita Tercera	4	9	5	1	-
	Fonzaque Arriba	40	44	21	14	1
	Guarumal	13	39	17	9	-
	Romaquira	43	36	20	13	-
	Rincon Arriba	1	18	11	6	-
	Tencua Abajo	16	48	7	5	-
	Tencua Arriba	7	11	8	1	-
Subtotal - Municipio Guayatá		124	205	89	49	1
Somondoco	San Sebastian S1	2	12	2	2	-
	Sabanetas	3	8	7	4	-
Subtotal - Municipio Somondoco		5	20	9	6	-
TOTAL GENERAL		235	357	150	99	3

Fuente: Planchas Prediales Rurales, IGAC.

Figura 105. Tamaño de los predios del área de interés

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
COMPONENTE DIAGNÓSTICO



Fuente: Equipo del Proyecto Biodiversidad y Ecosistemas Estratégicos (Corpochivor, 2018).

Conforme a lo establecido en la Res. 1132 de 2013 del INCODER¹⁵ los municipios existentes en el área de estudio tienen valores disímiles para la Unidad Agrícola Familiar (UAF), siendo el más alto el del municipio de Almeida (10 hectáreas), seguido por Chivor (7 ha), Guayatá (5 ha) y Somondoco (4 ha). Como es bien sabido la Unidad Agrícola Familiar (UAF) es entendida como una unidad de medida económica traducida en las hectáreas necesarias para que una familia rural tenga los ingresos necesarios para obtener una vida digna y la sostenibilidad de su actividad productiva (Res. 1132 de 2013 del INCODER). Con base en estos valores de UAF se establece lo siguiente:

- El 76,5% de los predios que dentro del área de estudio pertenecen a Almeida no alcanzan la UAF, al tener una cabida superficial inferior a 10 ha.
- El 28,12% de los predios de Chivor no superan la UAF (7 ha).
- El 42,3% de los predios de Guyatá no superan la UAF (5 ha).
- El 17,5% de los predios de Somondoco no superan la UAF (4 ha).

¹⁵ Resolución No. 1132 de 2013 del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER, por medio de la cual se fijan los patrones constitutivos de Unidades Agrícolas Familiares mínima ponderado a nivel predial.

Esta información es relevante para el manejo de la zona de un área natural protegida, toda vez que es conocido que existe una relación directa entre el tamaño de los predios y la superficie que un propietario privado puede destinar a la conservación. Es decir, el hecho que una familia disponga de a lo más una UAF para desarrollar sus actividades productivas hace mucho más difícil que pueda destinar espacios a la conservación ya que probablemente deberá utilizar todo su terreno para poder obtener los ingresos necesarios para su supervivencia.

29.3. Tenencia de la tierra

Para definir la propiedad de la tierra dentro del área evaluada se recurrió a la información disponible en la oficina de catastro del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) ubicada en la ciudad de Tunja, departamento de Boyacá, la cuál es la encargada de manejar la información catastral de los municipios con jurisdicción en el área evaluada. Para este propósito se adquirieron los registros 1 y 2 de todos los predios ubicados en la zona objeto de estudio, con información actualizada al 1 de Octubre de 2015 (vigencia). La relación de todas las propiedades existentes dentro del área de estudio junto con su información relacionada se incluye en el Anexo 6.

De los 844 predios que conforman el área de estudio 33 son de propiedad pública, adquiridos por las Alcaldías Municipales amparadas en lo dispuesto en el artículo 111 de la Ley 99 de 1993. La relación de estos predios se presenta en la tabla 48, con un total de (26) predios pertenecientes al municipio de Guayatá, cuatro (4) predios al municipio de Almeida, y tres (3) a Somondoco.

Tabla 48. Predios de propiedad pública

MUNICIPIO	CODIGO MUN.	CÓDIGO VEREDA	CÓDIGO PREDIAL	VEREDA	AREA SIG (HA)	PROPIETARIO	DIRECCIÓN
ALMEIDA	15022	0004	0099	TONA	11.143	MUNICIPIO-DE-ALMEIDA	MONSERRATE VDA TONA
ALMEIDA	15022	0006	0176	MOLINOS	8.564	MUNICIPIO-DE-SOMONDOCO	LOS SIETECUEROS VDA MOLINOS
ALMEIDA	15022	0006	0189	MOLINOS	1.756	MUNICIPIO-DE-ALMEIDA	EL CONSUELO VDA MOLINOS
ALMEIDA	15022	0006	0265	MOLINOS	0.197	MUNICIPIO-DE-ALMEIDA	XXX
ALMEIDA	15022	0006	0356	MOLINOS	2.400	MUNICIPIO-DE-ALMEIDA	LA ESPERANZA VDA MOLINOS
GUAYATA	15325	0020	0235	FONZAQUE ARRIBA	8.196	MUNICIPIO-DE-GUAYATA	EL PARAMO VDA FONZAQUE ARRIBA
GUAYATA	15325	0020	0240	FONZAQUE ARRIBA	21.535	MUNICIPIO-DE-GUAYATA	SANTA ANA VDA FONZAQUE ARRIBA
GUAYATA	15325	0021	0222	GUARUMAL	1.793	MUNICIPIO-DE-GUAYATA	BUENOS AIRES VDA GUARUMAL

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DRMI CUCHILLA SAN CAYETANO
 COMPONENTE DIAGNÓSTICO

GUAYATA	15325	0021	0242	GUARUMAL	32.913	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	SAN LUIS VDA GUARUMAL
GUAYATA	15325	0021	0281	ROMAQUIRA	1.286	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	VDA GUARUMAL
GUAYATA	15325	0021	0287	ROMAQUIRA	0.511	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	NAPOLES VDA GUARUMAL
GUAYATA	15325	0022	0100	ROMAQUIRA	0.802	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	EL BOSQUE VDA ROMAQUIRA
GUAYATA	15325	0023	0180	RINCON ARRIBA	6.835	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	SANTA MARTA VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0023	0181	RINCON ARRIBA	8.735	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	EL PORVENIR VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0023	0183	RINCON ARRIBA	17.784	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	SAN JOSE VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0023	0186	RINCON ARRIBA	23.434	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	SANTA ISABEL VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0023	0191	RINCON ARRIBA	8.355	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	LA FLORIDA VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0023	0193	RINCON ARRIBA	5.337	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	SAN IGNACIO VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0023	0205	RINCON ARRIBA	31.291	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	SAN VICENTE VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0023	0223	RINCON ARRIBA	9.989	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	LA ESPERANZA VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0023	0232	TENCUA ABAJO	3.301	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	LAS DELICIAS VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0023	0233	TENCUA ABAJO	2.101	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	LAS DELICIAS VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0023	0251	TENCUA ABAJO	8.242	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	SAN MIGUEL VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0023	0252	TENCUA ABAJO	1.063	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	SANTA INES VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0023	0254	TENCUA ABAJO	1.629	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	EL RECUERDO VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0023	0258	TENCUA ABAJO	8.880	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	LA ESPERANZA VDA RINCON ARRIBA
GUAYATA	15325	0024	0121	TENCUA ABAJO	1.554	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	MONSERRATE VDA TENCUA ABAJO
GUAYATA	15325	0024	0127	TENCUA ABAJO	7.838	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	LOS TANQUES VDA TENCUA ABAJO
GUAYATA	15325	0024	0181	TENCUA ABAJO	6.644	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	SAN ANTONIO VDA TENCUA ABAJO
GUAYATA	15325	0024	0192	TENCUA ABAJO	11.109	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	EL TRIANGULO VDA TENCUA ABAJO
GUAYATA	15325	0024	0216	TENCUA ARRIBA	17.738	MUNICIPIO- DE-GUAYATA	EL DESARENADOR TENCUA ABAJO
SOMONDOCO	15761	0016	0336		15.595	MUNICIPIO- DE- SOMONDOCO	PENA BLANCA VDA SABANETAS
SOMONDOCO	15761	016	0432		15.595	MUNICIPIO DE SOMONDOCO	LOS LAURELES VDA SABANETAS

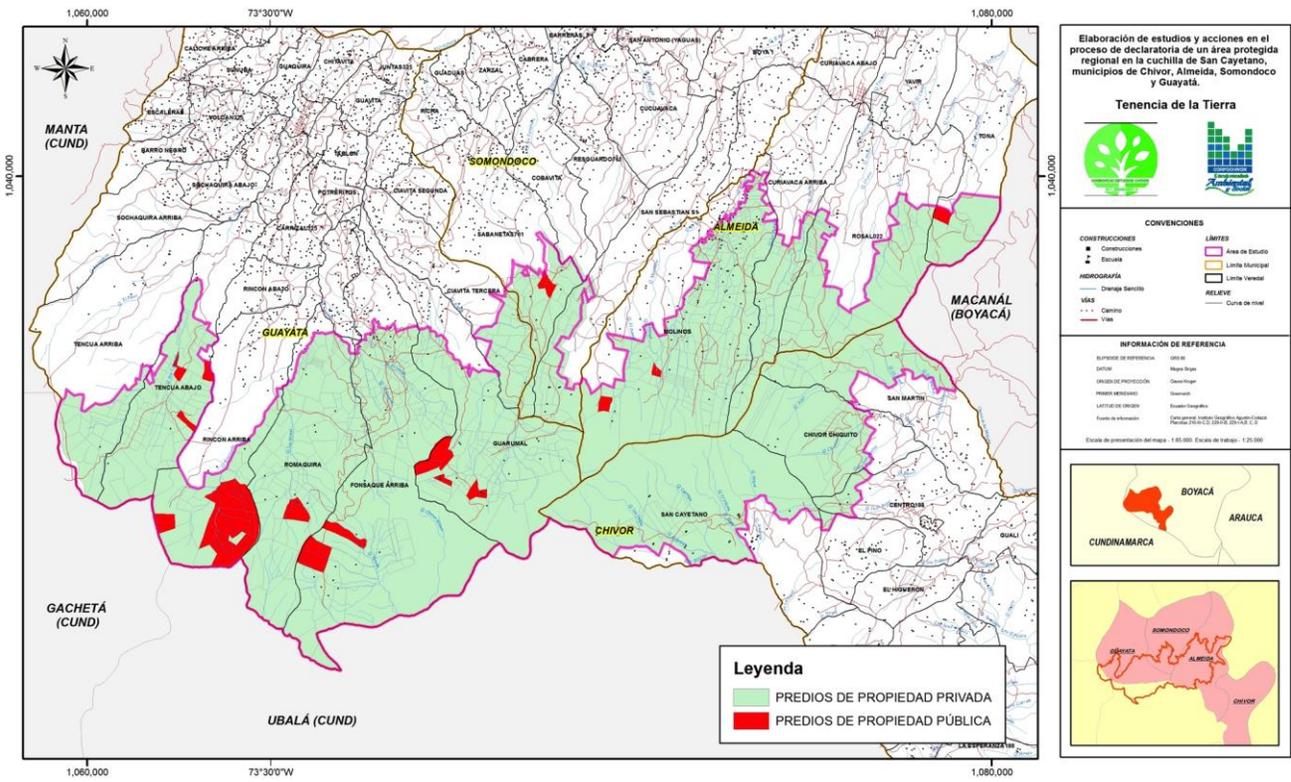
Los 33 predios antes relacionados tienen una cabida superficial de 288,55 hectáreas (calculada mediante el software ArcGis.), lo que significa que tan sólo el 2,98% de la extensión total del área objeto de análisis es de propiedad pública y que en consecuencia el 97,02% es de propiedad pública. En el caso del municipio de Almeida los predios hacen parte de las veredas Tona y Molinos, para el municipio de Guayatá de las veredas Fonzaque arriba, Guarumal, Romaquira, Rincón Arriba y Tencua Abajo, y para el municipio de Somondoco de las veredas Molinos y Sabanetas.

Debe mencionarse que un total de 76 predios de los 844 que según las planchas catastrales del IGAC tienen jurisdicción en el área de estudio no aparecen relacionados en las bases de datos de esta Institución. Esto puede deberse o bien a que los predios fueron desenglobados y por ende se perdió su número predial original o a la existencia de errores en la identificación de los predios en las cartas prediales correspondientes. No obstante se presume que estos predios son de propiedad privada y por consiguiente así aparecen consignados en el anexo correspondiente.

Para poder obtener información sobre estos predios en particular la ruta a seguir es realizar una verificación de las fichas catastrales y de las fotografías aéreas que se emplean en el proceso de actualización catastral, previo convenio específico con el IGAC para tal fin, lo cual servirá para encontrar inconsistencias y definir el estado actual de estas propiedades. Esta actividad es de la mayor relevancia toda vez que el manejo de un área natural protegida debe contar con la identificación precisa de los predios existentes es imprescindible para el manejo de este tipo de espacios del territorio.

En la figura 11 se muestra la ubicación de los 33 predios públicos existentes en el área objeto de evaluación, siendo posible observar como se asocian a la existencia de acueductos veredales y en algunos casos a la búsqueda de conformar globos de terreno de propiedad pública (como sucede en la parte alta de la vereda Rincón Arriba) para potencializar las medidas de conservación y facilitar el manejo del territorio.

30. Figura 12. predios públicos y privados existentes en el área objeto de



12. Evaluación

12.1. Problemática de uso

La problemática ambiental identificada en la zona de estudio está principalmente determinada por el alto nivel de ocupación humana que se presenta en diferentes sectores del territorio evaluado, y consecuentemente por las actividades productivas que realiza la población residente para obtener los ingresos económicos necesarios para solventar sus necesidades materiales. Los impactos que ocasionan dichas actividades se ven potenciados por las características físicas naturales del área, como son el relieve escarpado, la presencia de suelos ácidos y en algunos sectores limitados por la alta pedregosidad, la baja profundidad efectiva y la alta susceptibilidad a la erosión.

De esta manera se calcula que el 41,69% de su territorio está cubierto por espacios dedicados a las actividades pecuarias, muchas veces localizados en sectores con condiciones que no son aptas para su uso productivo. En efecto, si se compara la vocación del territorio (clasificación agrológica) con el uso actual del territorio es posible encontrar que el 26,9% del área evaluada tiene un conflicto del suelo considerado alto, con presencia de potreros para ganadería en suelos de las clases agrológicas VI, VII y VIII cuyo uso recomendado es la agricultura de conservación y la protección de la vida silvestre.

Las actividades antrópicas sin lugar a dudas generan alteraciones en los valores naturales del área de estudio, principalmente en lo que tiene que ver con la normal provisión de bienes y servicios ambientales que son necesarios para garantizar tanto el desarrollo económico de la región como el bienestar humano de las comunidades locales y de la población residente en su área de influencia, incluyendo en este grupo a los habitantes de las cabeceras municipales de Guayatá, Somondoco, Almeida y Chivor. Igualmente ocasionan el deterioro del medio natural, alterando la condición de los hábitats para la fauna silvestre, lo que da lugar a la merma de sus poblaciones y en algunos casos puede conducir a su extinción local.

12.2. Pérdida de la cobertura vegetal

Aunque el área no presenta la tendencia generalizada de incremento de la población que caracteriza a otras regiones del país, y por el contrario la pirámide poblacional está invertida (donde el número de niños y jóvenes es minoritario), la zona si se muestra en muchos de sus espacios altamente fragmentada (foto 109 y 110) y con presencia de actividades productivas incluso en medio de remanentes de vegetación natural.

La pérdida de las coberturas vegetales protectoras es más preocupante en aquellos lugares del territorio donde se originan corrientes hídricas de importancia para el abastecimiento de agua de la población; esta situación es evidente por ejemplo en la parte alta de la microcuenca de la quebrada San Cayetano, de la que se

abastecen los habitantes de las veredas Volcán y Rincón del municipio de Guayatá, donde son extendidos los espacios en uso productivo mientras que los espacios cubiertos por vegetación están limitados y restringidos a las márgenes de algunas corrientes hídricas.



Foto 109. Panorámica del paisaje existente en el área evaluada



Foto 110. Detalle de una ladera presente en el área, donde los potreros son la generalidad e incluso se observan procesos erosivos asociados a una vía

El sistema que se utiliza para el establecimiento y mantenimiento de potreros también constituye un agravante de la problemática evaluada, ya que la limpieza de

estas áreas se adelanta principalmente mediante fumigación con agroquímicos como Inbefamina, Alay y Neoguron, lo que es bien sabido genera afectaciones al medio natural, especialmente relacionadas con la contaminación del suelo y el agua, la pérdida de la biota del suelo, y la alteración del proceso sucesional en espacios aledaños a los fragmentos boscosos.

Otra causa importante de la pérdida de la cobertura boscosa es la ocasionada por la extracción permanente de leña para la cocción de alimentos (foto 111); así las cosas cerca del 92% de la población de Guayatá que reside dentro del área de estudio cocina con leña, porcentaje que asciende a 88% en el caso de Almeida, 78% en el de Chivor, y 67% en el de Somondoco. Debe tenerse presente sin embargo que aunque la población total del área de estudio únicamente asciende a 524 personas, la extracción continuada de leña si es responsable de afectaciones considerables, especialmente relacionadas con la pérdida de regeneración natural, y por ende de la capacidad de los bosques de continuar con el proceso sucesional, y con la alteración de las poblaciones de fauna, especialmente de aquellas que no toleran la intervención humana.



Foto 111. Leña extraída de los bosques ubicados en el área

En forma localizada también se presenta extracción de madera de los bosques existentes en el área evaluada, tanto en bloque (foto 112) como en listones (foto 113), cuya extracción está relacionada con la necesidad de solventar las necesidades del hogar más que generar excedentes a través de la comercialización de los productos.



Foto 112. Madera extraída de los bosques existentes en el área



Foto 113. Madera extraída de los bosques existentes en el área

La pérdida de la cobertura vegetal es uno de los problemas ambientales que mayores consecuencias acarrea, por cuanto entre otros aspectos altera el ciclo hidrológico y la capacidad de infiltración del agua necesaria para la recarga de acuíferos, modifica el paisaje, ocasiona la pérdida de hábitat para la vida silvestre, induce u ocasiona la ocurrencia de procesos erosivos, e incrementa la evaporación y con ello altera las condiciones del clima y conduce a la desecación del suelo.

12.3. Degradación del suelo

La degradación del suelo, cuya principal expresión es la pérdida paulatina de su capacidad para soportar la vida, tanto vegetal como de la fauna edáfica, es ocasionada por diferentes actividades de orden antrópico, siendo la eliminación de la cobertura vegetal, como ya se anotó, la que sin lugar a dudas tiene una mayor incidencia en este fenómeno. Efectivamente al dejar el suelo desprovisto de su cobertura boscosa este queda expuesto a la acción de los elementos climáticos, especialmente la lluvia, la radiación solar y el viento, lo que ocasiona su arrastre, la formación de cárcavas, la erosión y los deslizamientos de tierra, los cuales actualmente se presentan en forma localizada en el área de estudio (foto 114). La apertura de vías también constituye una amenaza para la estabilidad del suelo, como se presenta en la foto 115 donde se observa un deslizamiento asociado al desarrollo vial, en la vereda Ciavita Tercera, (Guayatá).



Foto 114. Deslizamiento en la vereda Chivor Chiquito - municipio de Chivor



Foto 115. Deslizamiento en la vereda Ciavita Tercera - municipio de Guayatá

Así mismo el sistema de rocería y fumigación con agroquímicos que se utiliza en el área para el establecimiento y mantenimiento de potreros, constituye un factor que inciden en la alteración de las características físico químicas y estructurales del suelo, como son la pérdida de nutrientes y materia orgánica, y el aumento de la acidez en suelos cuyas características intrínsecas los hace de por sí altamente ácidos.

De otro lado, es también importante reconocer que la conservación del área constituye una condición de la mayor relevancia, toda vez que más de 31.000 habitantes de la región se abastecen de agua de las microcuencas allí localizadas, donde la presencia de vegetación protectora es una prioridad para el mantenimiento de los flujos hídricos superficiales. En este mismo sentido es necesario que esta zona permanezca alejada de desarrollos productivos que puedan ser perjudiciales para su conservación, entre los que se cuenta la minería, cuya posible implementación se convierte en la actualidad en una seria amenaza frente a sus valores naturales y que de concretarse incidiría en forma por demás grave en el logro de los propósitos de conservación esperados.

Como ya se tuvo oportunidad de mencionar el área cuenta con dos títulos mineros (uno de ellos por verificar su presencia efectiva dentro del área), correspondientes a una explotación de hierro y una de esmeraldas; el primero de estos títulos (Licencia de Explotación 00694-15) tiene 58,24 hectáreas dentro del área evaluada), con un contrato de concesión que vence en 2015 pero que pudo haber solicitado ampliación de término, lo cual únicamente puede ser confirmado mediante la Agencia Minera Nacional. El otro expediente (ICQ-14381) aparentemente se traslapa en 4,27 ha con el área evaluada, afirmación que sin embargo debe ser confirmada ya que según los datos del Catastro Minero Nacional el título se encuentra ubicado en su totalidad en el municipio de Ubalá; su vencimiento es en el año 2039.

De otra parte, existen en la actualidad 15 solicitudes de concesión para explotación que incluyen una variedad de minerales que van desde hierro hasta metales preciosos y esmeraldas, que como se mostró previamente cubren cerca de un 30% del área evaluada. Sin lugar a dudas, esta actividad es la que constituye la mayor amenaza frente a los propósitos de conservación perseguidos, y de llegar a concretarse se ocasionaría un daño sin precedentes e irreversible sobre los valores bióticos allí existentes.

12.4. Reducción de caudales y pérdida de la calidad de agua

La disminución de caudales que se manifiesta en algunos sectores del área especialmente durante la temporada seca del año, tiene su principal origen en el aniquilamiento de la cobertura vegetal, con lo cual se afecta no solo la capacidad de regulación hídrica a través del año, sino también la función que cumple la vegetación en la captura del agua contenida en la neblinas rasantes, fenómeno

conocido como “precipitación horizontal”. La desnudez del suelo como consecuencia de la pérdida de cobertura vegetal ocasiona el aumento de la evaporación, y la disminución de los niveles de humedad a nivel local lo que incide en la reducción del caudal de las fuentes hídricas.

Al eliminarse la cobertura boscosa, se facilita que en épocas de mayor precipitación el agua fluya desde las partes más altas a las más bajas con mayor velocidad. Si a ello se aúna la sedimentación de los cauces producida por el material proveniente de los procesos erosivos y los deslizamientos mencionados anteriormente, se tiene como resultado la ocurrencia de inundaciones en zonas bajas, que generan pérdidas en las actividades productivas y afectan la calidad de vida de los habitantes

Por su parte, el deterioro en la calidad de las propiedades físico químicas del agua de las corrientes hídricas tiene las siguientes causas:

- Disposición inadecuada de residuos sólidos: En el área de estudio se generan residuos sólidos provenientes tanto de las actividades domésticas como productivas (foto 116), los cuales en un 100% son dispuestos a cielo abierto, enterrados o quemados, ya que en ningún espacio del área existen rutas de recolección. Entre estos residuos sobresalen por su capacidad de afectación a la calidad del agua, los empaques de agroquímicos (frascos, bolsas plásticas y cajas de cartón) para los cuales no existe un sistema adecuado de almacenamiento y de esta manera terminan diseminados a lo largo del territorio y generando afectaciones a las corrientes hídricas.



Foto 116. Disposición inadecuada de residuos sólidos

- Vertimiento de aguas residuales: Aunque la generalidad de viviendas existentes en el área evaluada cuenta con sistemas de disposición de aguas servidas, correspondientes a pozos sépticos, aún existe un porcentaje sin ningún tipo de sistemas de manejo de estos residuos (foto 117). Así, se estima que el 13,5% de las viviendas de Guayatá no tiene pozo séptico, el 18,7% de Chivor y el 19% de Somondoco, en cuyos casos las aguas servidas son vertidas directamente al suelo y luego terminan en las corrientes hídricas, bien sea por efectos de la infiltración o por la escorrentía.
- Uso de agroquímicos: La utilización en las actividades agrícolas de productos químicos de diferente tipo, tales como herbicidas, constituye otra causa importante de contaminación de los cuerpos de agua, a los cuales llegan a través de la escorrentía o la infiltración.
- Pastoreo de ganado: La calidad del agua también se ve comprometida por el pastoreo de ganado, sin que medien impedimentos para que los animales ingresen al cauce mismo de las corrientes lo que ocasiona su contaminación. En espacios como el que se muestra en la foto 118, además de haberse perdido toda la cobertura forestal protectora, el ganado puede ingresar libremente a la corriente de agua sin obstáculo alguno.



Foto 117. Vivienda típica campesina dentro del área de estudio



Foto 118. Margen de una corriente hídrica dentro del área de estudio

12.5. Cultivos ilícitos

La implementación de cultivos ilícitos y de sus actividades conexas genera una gran variedad de impactos sobre el medio natural; aunque dentro del área evaluada no se tiene registrada la presencia de cultivos ilícitos como tal, la zona si ha sido tradicionalmente utilizada para la operación de laboratorios de procesamiento de cocaína, incluso identificados durante la fase de campo de recolección de información biótica que se realizó como parte del presente estudio.

Durante el desarrollo de esta actividad son diversos los impactos ambientales que suceden en el entorno natural, tal y como lo menciona Pinzón y Sotelo (sf)¹⁶. La primera etapa es la producción de pasta de coca, para lo cual se utiliza ácido sulfúrico puro, carbonato de sodio y kerosén o gasolina, insumos que se adicionan a las hojas de coca y permiten generar un precipitado que se filtra y cuyos desechos se vierten en alguna corriente de agua. En la segunda etapa, correspondiente a la producción de base de coca o clorhidrato de cocaína, se emplea ácido clorhídrico puro, permanganato de potasio, amoníaco, acetona o éter, y cal o cemento; los residuos del precipitado que se genera mediante la mezcla de estos elementos son igualmente vertidos a una corriente de agua.

Pinzón y Sotelo (sf) indican, con base en información de la Dirección Nacional de la Policía de Antinarcóticos de Colombia DIRAN (2002), que por cada kilo de clorhidrato de cocaína producido se vierten al ambiente 62.5 kilos de cemento o cal, 4.4 kilos de bicarbonato de sodio, 218.75 litros de gasolina o kerosén, 1.9 litros de ácido sulfúrico, 11.9 litros de permanganato de potasio, 1.25 litros de amoníaco, 12 litros de acetona y 1 litro de ácido clorhídrico.

Estos vertimientos sin duda son perjudiciales para el medio natural, generando impactos que van desde el agotamiento de la materia orgánica de los suelos, la destrucción de las cadenas tróficas y de los nichos ecológicos, la migración local de las especies de fauna, la generación de altos niveles de CO₂, y la contaminación del agua a causa del vertimiento de los ácidos diluidos, sin olvidar los conflictos de orden social que ello genera.

12.6. Servicios ecosistémicos

Para evaluar el estado de los servicios ecosistémicos que presta el área evaluada se utilizó la metodología propuesta por Castañeda (2013), la cual se orienta bajo los preceptos del enfoque ecosistémico planteado en la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, cuya base está sustentada en las directrices de la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2004). La metodología también considera la conceptualización de servicios ecosistémicos y su relación con el bienestar humano realizada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, la Organización

¹⁶ http://www.umng.edu.co/documents/10162/745281/V3N2_8.pdf. Fecha de consulta: Octubre 19 de 2015.

de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Castañeda, 2013).

La metodología consiste en la aplicación de una matriz de doble entrada, la cual compila información sobre los tipos de servicios ecosistémicos, sus funciones y el bienestar humano que proveen en relación a los ecosistemas que los ofrecen. En este contexto se entiende como un servicio ecosistémico “*el conjunto de organismos, condiciones abióticas y sus interacciones, que permiten que los seres humanos sean beneficiados*” o en otras palabras “*los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas*” (Castañeda, 2013).

Castañeda (2013) clasificó los servicios ecosistémicos en los tres grandes grupos que se muestran a continuación y los relacionó con las funciones que los ecosistemas cumplen en la prestación de bienes y servicios, a lo cual se le atribuye gran parte del bienestar y desarrollo de la sociedad. Es clave diferenciar las funciones ambientales de los servicios, pues estas independientemente del uso, disfrute o aprovechamiento siempre van a existir, pero se convierten en servicios desde el momento mismo en que son usadas de forma consciente o inconsciente (Castañeda, 2013). El resultado de este ejercicio se muestra en la figura 13 donde se relacionan las diferentes clases de servicios y luego de ello se muestran las funciones a ellos asociadas.

- 1) **Servicios de abastecimiento o aprovisionamiento**, que corresponden a los bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas.
- 2) **Servicios de regulación y de soporte**, que corresponden de un lado a los beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos (p. e. mantenimiento de la calidad del aire, regulación del clima, control de la erosión, control de enfermedades, purificación del agua), y del otro a los servicios necesarios para la producción de todos los otros servicios de los ecosistemas; estos últimos se diferencian de los servicios de regulación en que sus efectos en las personas son indirectos o se producen durante un tiempo muy largo.
- 3) **Servicios culturales**, que son los beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, a través del enriquecimiento espiritual, belleza escénica, inspiración artística e intelectual, desarrollo cognitivo, reflexión, recreación y experiencias estéticas.



Figura 12. Funciones ambientales de los ecosistemas agrupados por tipo de servicios ecosistémicos

Fuente: Castañeda (2013)

Cada una de las funciones ambientales antes citadas contribuye a maximizar el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico y cultural de la sociedad, como se muestra en la tabla 49. En las tablas 50 y 51 (Castañeda, 2013) se muestra por su parte la manera de evaluar el papel de los ecosistemas en la obtención de dichas funciones ambientales y en el bienestar humano, para lo cual se utiliza una escala de calificación donde se privilegian los aspectos de mayor impacto.

Para el caso del presente estudio esta evaluación se realizó para los cuatro ecosistemas de mayor reconocimiento y extensión, correspondientes a Pastos, Bosques, Rastrojos (Bosques secundarios) y páramos.

Tipo I - Ecosistemas Transformados: Ia. Pastos

Tipo II - Ecosistemas Naturales: IIa. Bosques
IIb. Rastrojos (Bosques secundarios)
IIc. Páramos

Tabla 49. Bienestar humano derivado de las funciones ambientales desempeñadas por los ecosistemas

Funciones ambientales de los ecosistemas	Bienestar Humano
Ecosistemas para sustento básico	Alimentación Abastecimiento de agua Fuente de energía Materias primas para construcción de vivienda
Ecosistemas para productividad	Bienestar económico Actividades productivas agrícolas y/o industriales Materias primas
Ecosistemas proveedores de recursos naturales	Ganadería Pesca Madera Extractos naturales de uso medicinal Recursos genéticos
Ecosistemas para prevención de riesgos	Control de inundaciones Control de deslizamientos
Ecosistemas receptores de desechos	Calidad del agua Calidad del aire Procesamiento de desechos y materia orgánica
Ecosistemas para el equilibrio ecológico	Control biológico Mantenimiento de la biodiversidad Regulación de la erosión Disponibilidad de nutrientes Mantenimiento de las condiciones climáticas
Ecosistemas que abarcan beneficios recreativos y estéticos	Belleza escénica Recreación y ecoturismo
Ecosistemas asociados a la identidad, legado cultural, y sentido de pertenencia de una región	Importancia espiritual Importancia e identidad cultural

Fuente: Castañeda (2013)

Tabla 50. Criterios de evaluación

Criterio	Descripción
Cobertura	Se refiere al área hasta donde se puede extender el beneficio humano obtenido por el servicio que suministra un ecosistema específico. <input type="checkbox"/> Puntual: Cuando el beneficio es localizado, y no va más allá del área donde se produce. <input type="checkbox"/> Local: Cuando el beneficio se extiende más allá de donde se genera, en ese caso se introduce a nivel de localidad, vereda, casco urbano y/o municipio. <input type="checkbox"/> Regional: Cuando el beneficio se traslada a otras poblaciones o municipios adyacentes.
Oferta	Cantidad de elementos benéficos para el ser humano provenientes de un ecosistema, y que son empleados conforme a la función que cumplen y el servicio que proveen. <input type="checkbox"/> Baja: Cuando los elementos benéficos tienden a ser homogéneos, reduciendo el nivel de oferta. <input type="checkbox"/> Media: Cuando hay diferencias entre uno y otro elemento, y el nivel de oferta se regula. <input type="checkbox"/> Alta: Cuando existe heterogeneidad entre los elementos, lo que amplía la oferta del ecosistema.
Permanencia	Tiempo en el que permanecerá el efecto del beneficio obtenido por un servicio. <input type="checkbox"/> Corto plazo: Cuando el beneficio transcurre en un tiempo inferior a 1 año. <input type="checkbox"/> Mediano plazo: Cuando el beneficio se presenta en un periodo de tiempo de 1 a 5 años. <input type="checkbox"/> Largo plazo: Cuando el beneficio permanece por más de 10 años.
Periodicidad	Es la regularidad con que se manifiesta el beneficio percibido por el servicio que proporciona un ecosistema. <input type="checkbox"/> Periódico: Cuando la manifestación del beneficio es de forma recurrente o cíclica. <input type="checkbox"/> Discontinuo: Cuando el beneficio se presenta de manera irregular o impredecible. <input type="checkbox"/> Continuo: Cuando el beneficio es constante en el tiempo.
Nivel de satisfacción	Es el grado en que se suple una necesidad a través del bienestar propiciado por un servicio. <input type="checkbox"/> Nulo: Cuando no se cubre ninguna de las necesidades requeridas. <input type="checkbox"/> Parcial: Cuando las necesidades humanas no son cubiertas en su totalidad, pero se trabaja en las más prioritarias. <input type="checkbox"/> Total: Cuando se cubre la totalidad de las necesidades manifestadas por una comunidad o individuo.

Fuente: Castañeda (2013)

Tabla 51. Criterios de calificación

Criterio	Descripción	Calificación
Cobertura	Puntual	1
	Local	5
	Regional	10
Oferta	Baja	1
	Media	5
	Alta	10
Permanencia	Corto plazo (< 1 año)	1
	Mediano plazo (1 - 5 años)	5
	Largo plazo (> 10 años)	10
Periodicidad	Periódico	1
	Discontinuo	5

	Continuo	10
Nivel de satisfacción	Nula	1
	Parcial	5
	Total	10

Fuente: Castañeda (2013)

Los resultados obtenidos para cada uno de los criterios de calificación antes citados se suman para así poder conocer el nivel de importancia que un determinado ecosistema alcanza para una comunidad específica, de acuerdo con la satisfacción de sus necesidades y el bienestar brindado (Castañeda, 2013). Por consiguiente el nivel de importancia (*I*) se calcula mediante:

$$I = CO + OF + PE + PR + NS$$

Donde, *I*: Nivel de importancia; *CO*: Cobertura; *OF*: Oferta; *PE*: Permanencia; *PR*: Periodicidad; *NS*: Nivel de Satisfacción

Los resultados finales de esta evaluación se muestran en la tabla 52 con la salvedad que algunas de las funciones ambientales no fueron consideradas debido a que en la actualidad no se reconocen por parte de las comunidades como servicios ambientales; es este el caso de la pesca, la extracción de productos para uso medicinal o los recursos genéticos.

Tabla 52. Evaluación de funciones ambientales (Parte 1)

Funciones ambientales	Bienestar humano	PASTOS					I	BOSQUES					I
		CO	OF	PE	PR	NS		CO	OF	PE	PR	NS	
Ecosistemas para sustento básico	Alimentación	5	1	5	5	5	21						
	Abastecimiento de agua							10	10	5	10	5	35
	Fuente de energía							10	10	5	10	5	35
Ecosistemas para productividad	Bienestar económico	5	5	5	10	5	30						
Ecosistemas proveedores	Ganadería	5	10	10	5	5	35						
Ecosistemas para prevención de riesgos	Control de inundaciones							5	1	5	5	5	21
	Control de deslizamientos							5	1	5	5	5	21
Ecosistemas receptores de desechos	Calidad del agua							5	1	5	5	5	21
	Calidad del aire							5	1	5	5	5	21
	Procesamiento de desechos							5	1	5	5	5	21
Ecosistemas para el equilibrio ecológico	Control biológico							5	1	5	5	5	21
	Mantenimiento de la biodiversidad							5	1	5	5	5	21
	Regulación de la erosión							5	1	5	5	5	21
	Disponibilidad de nutrientes							5	1	5	5	5	21
	Mantenimiento de las condiciones climáticas							5	1	5	5	5	21
	Belleza escénica							5	1	5	5	5	21

Ecosistemas que abarcan beneficios recreativos y estéticos	Importancia e identidad cultural	5	1	5	5	5	21
--	----------------------------------	---	---	---	---	---	----

CO: Cobertura, OF: Oferta, PE: Permanencia, PR: Periodicidad, NS: Nivel de Satisfacción, I: Nivel de importancia.
Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Tabla 52. Evaluación de funciones ambientales (Parte 2)

Funciones ambientales de los ecosistemas	Bienestar humano	RASTROJOS					PÁRAMOS						
		CO	OF	PE	PR	NS	I	CO	OF	PE	PR	NS	I
Ecosistemas para sustento básico	Alimentación												
	Abastecimiento de agua	5	1	1	5	5	17	10	10	10	10	10	50
	Fuente de energía	5	1	1	5	5	17	5	5	1	10	5	26
Ecosistemas para productividad	Bienestar económico												
Ecosistemas proveedores	Ganadería												
Ecosistemas para prevención de riesgos	Control de inundaciones	1	1	1	5	5	13	1	1	10	10	5	27
	Control de deslizamientos	1	1	1	5	5	13	1	1	10	10	5	27
Ecosistemas receptores de desechos	Calidad del agua	1	1	1	5	5	13	1	1	10	10	5	27
	Calidad del aire	1	1	1	5	5	13	1	1	10	10	5	27
	Procesamiento de desechos	1	1	1	5	5	13	1	1	10	10	5	27
Ecosistemas para el equilibrio ecológico	Control biológico	1	1	1	5	5	13	1	1	10	10	5	27
	Mantenimiento de la biodiversidad	1	1	1	5	5	13	1	1	10	10	5	27
	Regulación de la erosión	1	1	1	5	5	13	1	1	10	10	5	27
	Disponibilidad de nutrientes	1	1	1	5	5	13	1	1	10	10	5	27
	Mantenimiento de las condiciones climáticas	1	1	1	5	5	13	1	1	10	10	5	27
Ecosistemas que abarcan beneficios recreativos y estéticos	Belleza escénica	1	1	1	5	5	13	1	1	10	10	5	27
	Importancia e identidad cultural	1	1	1	5	5	13	1	1	10	10	5	27

CO: Cobertura, OF: Oferta, PE: Permanencia, PR: Periodicidad, NS: Nivel de Satisfacción, I: Nivel de importancia.
Fuente: Consorcio Estudios Chivor (2015)

Como resultado de esta evaluación es posible observar como las coberturas vegetales tienen un papel fundamental en la prestación de varios servicios ambientales, entre los que se incluyen tanto aquellos relacionados con el abastecimiento de agua (sustento básico) como los relacionados con la prevención de riesgos, la recepción de desechos, el equilibrio ecológico y los beneficios estéticos y recreativos.

Sin lugar a dudas el papel fundamental que desempeñan estos ecosistemas tiene que ver con el aprovisionamiento de agua, que para el caso de los páramos tiene un valor de 50 puntos de los 50 posibles. En efecto de las corrientes hídricas que existen en el área se abastecen dos distritos de riego y 21 acueductos entre municipales y veredales como se presenta en la tabla 53, que en conjunto abastecen a 3.920 usuarios (aprox. 19.600 personas).

Tabla 53. Distritos de Riego y Acueductos Municipales y Veredales

Tipo	Nombre	Usuarios	Cobertura
Distritos de Riego	Rincón	210	10 veredas
	Fonzaque	Sin Información	2 veredas
Acueductos	Somondoco	455	Casco Urbano
	Guayatá	665	Casco Urbano y 110 usuarios zona rural
	Chivor	230	Casco Urbano y 2 veredas
	Almeida	136	Casco Urbano y 2 veredas
	Saucivo	82	Casco Urbano y 2 veredas
	Loma Gorda	15	15 viviendas
	San Carlos	28	28 viviendas
	San Luis	20	20 viviendas
	Volcán	354	8 veredas
	Guarumal	17	17 viviendas
	Sabanetas	380	10 veredas
	Fonzaque	115	2 veredas
	Rincón	450	9 veredas
	San Rafael	20	20 viviendas
	Cuariavaca - Belén	180	3 veredas
	Tona	63	1 vereda
	Rosal	86	1 vereda
	Curiavaca	118	1 vereda
	Rosal Yavir	89	2 veredas
	San Cayetano	180	4 veredas
	San Martín	27	27 viviendas
	Total	3.920	

12.7. Significancia

La región donde se encuentra localizada el área de estudio hace parte del espacio denominado por el Instituto Alexander von Humboldt como “Complejo de páramos de Chingaza”, perteneciente al “Distrito de Páramos de Cundinamarca, el cual corresponde a un ramal de la cordillera Oriental de Colombia que alcanza altitudes incluso superiores a los 4100 msnm y que corresponde después de Sumapaz al segundo páramo más grande Colombia.

El Complejo de páramos de Chingaza se ubica en jurisdicción de los departamentos de Cundinamarca, Meta y una pequeña porción de Boyacá y buena parte de su territorio hace parte del Parque Nacional Natural Chingaza, el ocupa una extensión total de 76.600 hectáreas. A nivel biogeográfico Chingaza es poseedora de diversos elementos que hacen de este páramo un lugar de incalculable valor en términos de su biodiversidad; Hernández Camacho (1992) indica como sectores localizados de Chingaza hace parte del refugio húmedo del Pleitoceno de Villavicencio, el cual probablemente se extendía por las laderas inferiores de la vertiente oriental de la cordillera Oriental, desde la región del alto río Ariari en el departamento del Meta, hasta Casanare y parte de los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Meta.

Aunque el ecosistema de páramo presente en el área de estudio aparece geográficamente aislado del *continuum* de páramos del Complejo de Chingaza, aún es poseedor de una importante diversidad biológica. En efecto, es posible que el fragmento aislado del Complejo que se localiza en la cuchilla de San Cayetano albergue endemismos cuya presencia podría estar relacionada con su relativo aislamiento del gran fragmento de páramo que actualmente está protegido en el Parque Nacional Natural Chingaza.

La porción del páramo de San Cayetano que pertenece al Complejo de páramos de Chingaza, según la delimitación elaborada por el Instituto Alexander von Humboldt, abarca una extensión total de 422,39 hectáreas, y está rodeada por fragmentos representativos de bosques altoandinos que en conjunto ocupan una superficie total de 4.401,17 hectáreas, en jurisdicción de los municipios de Guayatá, Somondoco, Almeida y Chivor en el departamento de Boyacá. El área de estudio también es poseedora de sucesiones boscosas secundarias que aunque están localizadas en toda la extensión de su territorio se ubican principalmente en las porciones de menor altitud del área evaluada, cuya cota mínima se localiza a los 1800 msnm.

Estos espacios corresponden a las cuencas hidrográficas superiores de los ríos Garagoa y Guavio; el río Garagoa está conformado por las aguas que drenan del río Súnuba y de la subcuenca “Embalse La Esmeralda”, cuyas aguas se emplean en la generación de energía eléctrica y que después de salir del embalse desembocan en el Lengupá para finalmente tributar a la gran cuenca del Orinoco. Por su parte, el río Guavio está conformado por las subcuencas de los ríos Rucio y Negro, cuyas aguas también van a desembocar al Orinoco.

En cuanto a la biota, el área incluye elementos propios de los orobiomas de montaña, correspondientes a la “Selva subandina”, “Selva andina” y “Páramo” descritos por Hernández & Sánchez (1990), y pertenecientes a los distritos biogeográficos “Selvas Nubladas Orientales de la Cordillera Oriental” y “Selvas Nubladas Inferiores de la Vertiente Oriental de la Cordillera Oriental Meta – Cundinamarca – Casanare – Boyacá - Arauca”, de la provincia *Norandina*. El área cual constituye a su vez el hábitat de 8 especies de anfibios y 4 de reptiles, cinco de las cuales están bajo amenaza para su conservación, correspondientes a:

Centrolene buckleyi, *Pristimantis frater*, *Pristimantis mnionaetes*, *Pristimantis carrangerorum* y *Tachiramantis douglasi*. El grupo de las aves está integrado por 132 especies, 11 de distribución restringida, 2 endémicas de Colombia y una bajo amenaza para su conservación: el loro *Pyrrhura calliptera*. Los mamíferos están representados por 30 especies, entre las que incluyen dos amenazadas: el venado soche (*Mazama rufina*) y el tigrillo (*Leopardus tigrinus*).

Los páramos y bosques alto andinos presentes se caracterizan por encontrarse frecuentemente nublados y profusamente epifitados, lo que denota la importancia del área en la captación de la precipitación horizontal, situación que evidencia el papel fundamental de los ecosistemas de alta montaña en la captación y regulación hídrica y el enorme riesgo que se correría con su eliminación. La cobertura vegetal presente en el área también desempeña un papel importante en la protección del suelo, evitando la ocurrencia de procesos erosivos y deslizamientos en masa. Adicionalmente, la pertenencia de la mayor parte de la superficie del área a las clases agrologicas VII y VIII indica que su vocación de uso debe ser exclusivamente la conservación y preservación de los recursos naturales.

Asimismo, es destacable el papel de la vegetación en la captura de gas carbónico, la producción de oxígeno, la regulación de la temperatura local, el establecimiento de las cadenas tróficas y como fuente de alimento y albergue de la fauna silvestre, así como su importante rol en la formación y protección del suelo, al reducir el efecto del viento y permitir que el agua de escorrentía transcurra más lentamente. Adicionalmente, los valores paisajísticos del área hacen de ella un sitio adecuado para la implementación de actividades educativas, interpretativas y de recreación pasiva, las cuales podrían ser practicadas en los sitios de atractivo escénico que contiene.

Un aspecto de notable valor del área de estudio lo constituye su rol en el abastecimiento del recurso hídrico; en este sentido, de las corrientes hídricas que se originan en el área se abastecen dos distritos de riego (Rincón y Fonzaque), utilizados por más de 210 familias de la región y con cobertura en 12 veredas de la misma, y 21 acueductos entre los que se cuentan los de los cascos urbanos de los municipios de Almeida, Chivor, Somondoco y Guayatá así como de 17 veredas de la zona. Se estima que en conjunto estos acueductos aprovisionan a un total de 3.920 usuarios, lo que significa que aproximadamente 19.600 personas de la región dependen del área de estudio para su abastecimiento de agua.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta G, A. 2000. Ranas, salamandras y caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana*, Vol 1(3).
- Acosta Galvis, A. R. 2015. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.05.2015.0 (10 agosto 2015). Pagina web accesible en <http://www.batrachia.com>; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.
- Alberico M., Cadena A., Hernandez-Camacho J. Y Muñoz-Saba Y. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(1):43-e 75.
- Ardila M., Acosta A. 2000. Anfibios. En: Rangel J.O. Colombia diversidad biótica III. La región de vida paramuna de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia- Instituto Alexander Von Humboldt. Bogotá.
- Barrientos L., Lynch J. 2011. Anfibios de Santa María (Boyacá Colombia) En: Aguirre Ceballos (ed). Guía de campo de los mamíferos, anfibios y reptiles de Santa María (Boyacá Colombia). Serie de guías de campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 7. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. Colombia 171 – 260.
- Bernal, M.H. y J.D. Lynch. 2008. Review and Analysis of Altitudinal Distribution of the Andean Anurans in Colombia. *Zootaxa* 1826: 1–25.
- Block W., M. Morrison y M. Scoth. 1998. Development and Evaluation of Habitat Models for Herpetofauna and Small mammals. *Forest Science*. 44
- Bublitz. 1987. Untersuchungen zur Systematik der Rezenten Caenolestidae Trouessart, 1898: Unter Verwendung craniometrischer Methoden. *Bonner Zool. Monogr.* 23:1–96.
- Caso, A., Lopez-Gonzalez, C., Payan, E., Eizirik, E., D E, Oliveira, T., Leite-Pitman, R. *et al.* (2008) *panthera onca*. In IUCN Red List of Threatened Species v. 2011.2. <http://www.iucnredlist.org>
- Castaño O. Hernandez E. Cárdenas G. 2000. Reptiles. En: Rangel J.O. Colombia diversidad biótica III. La región de vida paramuna de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia- Instituto Alexander Von Humboldt. Bogotá. Consulta en línea: 5 de octubre de 2015: [<http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/10960/2/Diseño%20de%20una%20metodolog%C3%ADa%20para%20evaluar%20el%20estado%20de%20los%20Servicios%20Ecosist%C3%A9micos.pdf>]
- Castañeda C. Ana C. 2013. Diseño de una metodología para evaluar el estado de los servicios ecosistémicos. Repositorio documental Universidad Militar Nueva Granada. Tesis de Grado Especialista en planeación ambiental y manejo integral de los recursos naturales. Bogotá.

- Castro F., Herrera M.I., Rueda J.V. 2010. *Pristimantis frater*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 August 2015.
- CITES. 2013. The CITES Appendices. URL: www.cites.org/eng/app/index.shtml.
- Clavero, M., Brotons, L., & Herrando, S. (2011). Bird community specialization, bird conservation and disturbance: the role of wildfires. *Journal of animal ecology*, 80(1), 128-136.
- Colwell R. K., Coddington J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)* 345:101-118.
- Corpochivor - Corporación Autónoma Regional De Chivor – Corpochivor Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible - Fondo De Compensación Ambiental. 2019. Formulación Plan De Ordenación Forestal –POF. UDF. http://corpochivor.gov.co/sites/default/files/attach/capitulo_VI_basecriterioseindicadores.pdf
- Cortés-Duque, J. y Sarmiento, C. (Eds). 2013. Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.
- Cuervo A.; Hernández C.J.; Cadena A. 1986. Lista actualizada de los mamíferos de Colombia, Anotaciones sobre su distribución. *Caldasia* XV (71-75):471-501.
- Denzinger A., Schnitzler H.U. 2013. Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Frontiers in Physiology*. 4:164.
- Emmons L.H., F. Feer. 1999. Neotropical Rain Forest Mammals, a field guide. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA, 2a ed., 281p.
- Ernst R & Rodel M. 2005. Anthropogenically induced changes of predictability in tropical anuran assemblages. *Ecology*, 86(3111-3118).
- Fleming TH. 1993. Plant-visiting bats. *American Scientist*. 81:460–467.
- F. J. Monkhouse. *Diccionario de términos geográficos*. Barcelona: oikos-tau, s. a. - ediciones, 1978, p.94.
- Ford L. S., Hoffmann R. 1988. *Potos flavus*. *Mammalian Species*. 321, 1-9.
- Frost Darrel R. 2015. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6. <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/> American Museum of Natural History, New York, USA.
- Garcés-Restrepo, M. F. (2014). *Andigena nigrirostris*. En: Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, Á. M., Kattan, G. H., Amaya-Espinel, J. D., & Burbano-Girón, J. (2013). Libro rojo de aves de Colombia: Vol 1. Bosques húmedos de los Andes y Costa Pacífica. Pontificia Universidad Javeriana.

- García-Salinas, G., Perico-Manrique, D., & Rocha, C. A. (2002). Uso de fauna silvestre en los alrededores de la Serranía de Mamapacha (Boyacá, Colombia). In Ministerio de Medio Ambiente, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, IDEAM, Conservación Internacional. Congreso Mundial de Páramos. Memorias (Vol. 2, pp. 887-898).
- Gardner, Alfred L. (Ed.). 2008. Mammals of South America: Volume I. Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats. University of Chicago Press.
- Guayasamin J.M. 2010. *Centrolene buckleyi*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 August 2015.
- Greenberg, R. (2000) Birds of many feathers: the formation and structure of mixed-species flocks of forest birds. In On the Move: How and Why Animals Travel in Groups (Boinski, S. And Garber, P.A., eds), pp. 521–558, University of Chicago.
- Hidromet. (s.f.). *Duración media de brillo solar u horas de sol*. (Hidromet) http://www.hidromet.com.pa/brillo_solar.php.
- Hidromet. (s.f.). Duración media de brillo solar u horas de sol. (Hidromet) Recuperado el 08/08/2014, de http://www.hidromet.com.pa/brillo_solar.php.
- Hilty, S. L., & Brown, B. (1986). A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press.
- Hutto, R. L. (1994). The composition and social organization of mixed-species flocks in a tropical deciduous forest in western Mexico. Condor, 105-118.
- Hyperphysics. (s.f.). *Hyperphysics*. Recuperado el 10 de 08 de 2014, de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/kinetic/relhum.html>.
- IDEAM y MAVDT. 2005. *Atlas climatológico de Colombia*. Bogotá.
- IDEAM. (2010). *Segunda Comunicación Nacional Ante La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático*. Bogotá.
- IDEAM. (2013). *Evaluaciones Regionales del Agua*. Bogotá.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN)*. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species . <http://www.iucnredlist.org/>.
- Instituto de Hidrología, M. y.-I. (2004). *GUIA PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DEL AGUA* . Bogotá: Comunicaciones - IDEAM.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento del Agua. En IDEAM, *Protocolo para el monitoreo y seguimiento del Agua*. Bogotá.
- Kirsch, J. A. W., P. F. Waller. 1979. Notes on the trapping and behavior of the Caenolestidae (Marsupialia). J. Mammal. 60:390–95.
- Lenntech, W. T. (s.f.). *Lenntech*. (Lenntech) Recuperado el 08 de 08 de 2014, de <http://www.lenntech.es/efecto-invernadero/glosario-cambio-climatico.htm>.

- León-aristizábal, Y. P.-G. (2001). Clasificación climática de la orinoquia colombiana a partir de los patrones de circulación atmosférica. (pp.117–120).
- Lips K.R., J.K. Reaser, B.E. Young y R. Ibáñez. 2001. Amphibian Monitoring in Latin America: A Protocol Manual/ Monitoreo de Anfibios en América Latina: Manual de Protocolos.. Soc. Study Amph. Reptiles. 115 pp.
- Lizcano D. J., V. Pizarro, J. Cavelier, J. Carmona. 2002. Geographic distribution and population size of the mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) in Colombia. *Journal of Biogeography*, 29, 7-15.
- Lizcano, D. J., S.J. Alvarez & C. A. Delgado. 2010. Dwarf Red Brocket Deer *Mazama rufina* (Pucheran, 1851). Pp. 177-180. En Duarte, J.M.B. and Gonzalez, S. Neotropical cervidology: Biology and medicine of Latin American deer. Jaboticabal, Brazil: Funep and Gland, Switzerland: IUCN.
- López-Arevalo, H., O. Montenegro-Díaz, and A. Cadena. 1993. Ecología de los pequeños mamíferos de la Reserva Biológica Carpanta, en la Cordillera Oriental colombiana. *Studies Neotrop. Fauna Environ.* 28:193–210.
- Luo, M. C. (2007). *A comparison of spatial interpolation methods to estimate continuous wind speed surfaces using irregularly distributed data from England and Wales*. Royal Meteorological Society.
- Lynch, J.D. 1986. Origins of the high Andean herpetological fauna. p. 478-499. En: F. Vuilleumier and M. Monasterio (eds.). *High Altitude Tropical Biogeography*. Oxford University Press, Oxford.
- Lynch J. D. 2012. El contexto de las serpientes de Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. *Rev. Colomb. Cienc.* 36 (140): 435-449.
- Mantilla-Meluk H, Jiménez-Ortega AM, Baker RJ. 2009. Phyllostomid Bats of Colombia: annotated Checklist, distribution and Biogeography. Texas: The Texas Tech University
- McWethy, D. B., Hansen, A. J., & Verschuyf, J. P. (2010). Bird response to disturbance varies with forest productivity in the northwestern United States. *Landscape ecology*, 25(4), 533-549.
- Medina-Rangel G.F., López-Perilla Y.R. 2014. Diversidad de anfibios y reptiles en la alta montaña del suroriente de la sabana de Bogotá, Colombia. *Herpetotropicos* Vol. 10(1):17-30.
- Méndez-Narváez J. 2014. Diversidad de anfibios y reptiles en hábitats altoandinos y paramunos de la cuenca del río Fúquene, Cundinamarca, Colombia. *Biota Colombiana* 15 (1): 94-103.
- Meek P. D, *et al.* 2014. Camera Traps Can Be Heard and Seen by Animals. *PLoS ONE* 9(10): e110832. doi:10.1371/journal.pone.0110832
- Mendoza V. H. y A. Horváth. 2013. Roedores y murciélagos en la zona cafetalera del Volcán Tacaná, Chiapas, México. *Therya*.4 (2)

- Meruane, C. (2006). *Determinacion de Humedad en la Atmosfera*. Chile.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). *Gestión Integral del Agua*. Bogota, Colombia.
- Ministerio de ambiente, v. y. (2004). *Resolucion 865 de 2004*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2014. Resolución 192 de 2014. Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 49.072 de 22 de febrero de 2014. República de Colombia.
- Monge J. 2008. Estado del conocimiento sobre la rata de campo (*Sigmodon hirsutus*) en Costa Rica Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 79-80
- Morales M., Otero J., Van der Hammen T., Torres A., Cadena C., Pedraza C., Rodríguez N., Franco C., Betancourth J.C., Olaya E., Posada E. y Cárdenas L. 2007. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 208 p.
- Musser, GG; Carleton, MD. 2005. Superfamily Muroidea. 3 ed. In Wilson, DE; Reeder, DM. eds. *Mammals species of the world. A taxonomic and geographical reference*. Baltimore, US, Johns Hopkins University Press. 2142 p.
- Nagorsen, D. W. & R. L. Peterson., 1980. - *Mammal collector's manual: a guide for collecting, documenting, and preparing mammal specimens for scientific research*. Royal Ontario Museum, Toronto
- Navas, C.A. 2003. Herpetological diversity along Andean elevational gradients: links with physiological ecology and evolutionary physiology. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 133: 469–485.
- Patton J. L, Pardiñas, y G. D'Elfa (Eds). 2015 *Mammals of South America, Volume 2: Rodents*. University of Chicago Press.
- Pinzón U. L, y Sotelo R. H. sf. Efectos de los cultivos ilícitos sobre el medio natural en Colombia.
- PNUMA-CMCM (Comps.) 2011. Lista de Especies CITES (CD-ROM). Secretaría CITES, Ginebra, Suiza, y PNUMA-CMCM, Cambridge, Reino Unido.
- Ramirez-Chavez H., Suárez-Castro A. F., Morales D. M., Vallejo-Pareja M.C. 2015. Richness and distribution of porcupines (Erethizontidae: *Coendou*) from Colombia. *Mammalia*. DOI: 10.1515/mammalia-2014-0158
- Ramírez Pinilla M.P., Osorno-Muñoz M., Rueda J.V., Amézquita A, Ardila-Robayo M.C. 2004. *Pristimantis mnionaetes*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 August 2015.
- Reid, F. A. 1997. *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press, Nueva York, 334 pp

- Rodríguez-Mahecha J.V., M. Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (eds.). (2006). Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia, 429 pp.
- Rodríguez-Mahecha, J. V., & Orozco, R. H. (2002). Vultur gryphus. En: Renjifo, L. M., Franco-Maya, A. M., Amaya-Espinel, J. D., Kattan, G. H., & López-Lanús, B. Libro rojo de aves de Colombia (pp. 135-142). Instituto Humboldt Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.
- Sayre, R., Roca E., Sedaghatkish G., Young B., Keel S., Roca R., Sheppard S. 1999. Un enfoque en la naturaleza. Evaluaciones Ecológicas Rápidas. TNC. USA. 146 p.
- Sistema de Información Territorial de la Amazonia Colombiana - SIAT - AC. (2014). *Portal del Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana SIAT-AC*. Recuperado el 08 de 08 de 2014, de <http://siatac.co/web/guest/participantes/cormacarena>.
- Solari S., Y. Muñoz-Saba, J. V. Rodríguez-Mahecha, T. R. Defler, H.E. Ramírez-Chaves, F. Trujillo. 2013. Riqueza, Endemismo y Conservación De Los Mamíferos De Colombia. *Mastozoología Neotropical* 2013, 20 (2)
- Stiles, F. G., & Rosselli, L. (1998). Inventario de las aves de un bosque altoandino: comparación de dos métodos. *Caldasia*, 29-43.
- Tilman D., J. Knops, D. Wedin, P. Reich, M. Ritchie y E. Siemann. 1997. "The Influence of Functional Diversity and Composition on Ecosystem Processes." *Science* 277: 5330: 1300-1302.
- Tirira, D.G. 2007. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Quito: Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 6. 576 p.
- Tecnología, F. E. (2004). *Meteorología y Climatología*. FECYT.
- Territorio, L. d. (2014). Ciclo Hidrológico.
- Toft C.1980. Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environment. *Oecologia*, 45: 131-141.
- Van der Hammen T., Otero García J. 2007. Los páramos: archipiélagos terrestres en el norte de los Andes. *En: Morales M., Otero J., Van der Hammen T., Torres A., Cadena C., Pedraza C., Rodríguez N., Franco C., Betancourth J.C., Olaya E., Posada E. y Cárdenas L. 2007. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 208 p*
- Vargas, O., & Pedraza, P. (2004). Parque Nacional Natural Chingaza. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., ... & Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia, 236, 1981.

- Voss, R S., Emmons, L. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. Bulletin of the AMNH; No. 230.
- Voss, R.S., C. Hubbard, S.A. Jansa. 2013. Phylogenetic relationships of New World porcupines (Rodentia, Erethizontidae): implications for taxonomy, morphological evolution, and biogeography. Am. Mus. Novit. 3769: 1 – 36.
- Weksler M, Ar Percequillo, & Voss R. S. 2006. Ten new genera of oryzomyine rodents (Cricetidae: Sigmodontinae). American Museum Novitates 3537:1-29.
- WMO. (s.f.). Guía de prácticas hidrológicas. En WMO.
- Wilson, D. E., & D. M. Reeder (Eds). 2005. Mammal Species of the World. Johns Hopkins University Press, 2,142 p