

**BASES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA
PRINCIPAL EN EL ÁMBITO DE PROYECTOS DE RESTAURACIÓN EN LOS
MUNICIPIOS DE YUMBO, VIJES, LA CUMBRE Y RESTREPO EN EL
DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA**

KEVIN ORLANDO REYES MOSQUERA



**UNIVERSIDAD DE VALLE
FACULTAD DE HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA
PROGRAMA DE GEOGRAFÍA
SANTIAGO DE CALI 2019**

FACULTAD DE HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA

PROGRAMA ACADÉMICO GEOGRAFÍA (3261)

ACTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

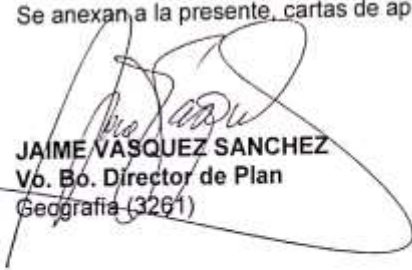
El estudiante de nuestro Programa Académico REYES MOSQUERA KEVIN ORLANDO, C.C 1107087992 de Cali (Valle), código 1330981, presentó y aprobó su trabajo de grado titulado *"Bases para la identificación de la estructura ecológica principal en el ámbito de proyectos de restauración de ecosistemas estratégicos en los municipios de Yumbo, Vijes, La Cumbre y Restrepo en el Departamento del Valle del Cauca"*, bajo la dirección del Jorge Eliecer Rubiano Mejía. Docente adscrito al Departamento de Geografía

Jurados Evaluadores:

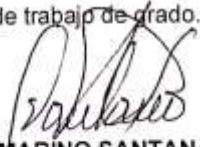
Profesor Juan Gabriel León Hernández, Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia. Diciembre 12 de 2018

Profesor Ramón Alberto Serna Isaza, Departamento de Geografía - Universidad del Valle. Marzo 04 de 2019

Se anexan a la presente, cartas de aprobación de trabajo de grado.



JAIME VASQUEZ SANCHEZ
Vo. Bo. Director de Plan
Geografía (3261)



LUIS MARINO SANTANA RODRIGUEZ
Vo. Bo. Jefe
Departamento de Geografía



Palmira, mayo 24 de 2019

Profesor
JAIME VÁSQUEZ SÁNCHEZ
Director
Programa de Geografía
Facultad de Humanidades
Universidad del Valle

En respuesta a su solicitud para participar como jurado evaluador del trabajo de grado “Bases para la identificación de la Estructura Ecológica Principal en el ámbito de proyectos de restauración en los municipios de Yumbo, Vijes, La Cumbre y Restrepo”, elaborado por el estudiante Kevin Orlando Reyes Mosquera, bajo la dirección del profesor Jorge Eliécer Rubiano Mejía, en mi concepto califico el trabajo como Aprobado con mención Meritoria por las siguientes razones:

1. Es un documento muy bien escrito y debidamente estructurado. Fácil a leer. Todos los conceptos necesarios para entender el dominio de la investigación son presentados en detalle. Esto facilita su comprensión, inclusive para personas que poco conozcan del tema. Sugiero revisar un poco la ortografía y la redacción una vez más. Hay pequeños detalles a corregir a este respecto, todos ellos de mínima importancia que no afectan la calidad del documento o la investigación realizada.
2. Se nota un trabajo exhaustivo por parte del estudiante para la comprensión y obtención de la información para la construcción de la línea base de los municipios estudiados. No se nota improvisación alguna. Cada aspecto está debidamente sustentado y muy bien descrito. Esto otorga a la investigación una base fuerte y confiable para la búsqueda los resultados esperados en torno a la propuesta de un EEP para esos municipios y para el desarrollo de un método EEP extrapolable a otras regiones del Valle del Cauca.
3. Así mismo resalto el valioso trabajo realizado por el estudiante en torno a las consultas primarias, tanto para ese levantamiento de línea base, como para la definición estructural del EEP. Conozco la complejidad para organizar, desarrollar, comprender y analizar talleres comunitarios. Al parecer estos resultados fueron de excelente calidad y se presentan como fundamentales para el desarrollo de este trabajo.
4. Organizar toda esta información para definir los corredores entre Bs-T y el Bh-MB ya es un trabajo que puedo considerar de gran magnitud. Sin embargo, el estudiante se lanza a identificar EEP a partir de estos resultados mediante el análisis de los elementos que hacen parte de la EEP de esos municipios. Todo este conjunto de resultados conlleva a la estructuración de estrategias de conservación y restauración ecológica que finalmente es el corazón de toda esta búsqueda de alternativas.

5. Finalmente, todo este conjunto de resultados es utilizado por el estudiante para dar cumplimiento a su objetivo general, el cual tiene que ver con la presentación de un método generalizado para el desarrollo de EEP. La forma que presenta este procedimiento es altamente comprensible y sin duda tiene grandes oportunidades de ser adoptado en el contexto de ordenamientos territoriales.

Agradezco de antemano la atención que merezca la presente.

Cordialmente,



Juan Gabriel León Hernández, Ph. D.
Profesor Asociado
Departamento de Ingeniería
Universidad Nacional de Colombia

Santiago de Cali, marzo 4 de 2019

Profesor
JAIME VÁSQUEZ SÁNCHEZ
Director
Programa de Geografía
Facultad de Humanidades
Universidad del Valle

Cordial saludo:

En respuesta a su solicitud para participar como jurado evaluador del trabajo de grado "Bases para la identificación de la Estructura Ecológica Principal en el ámbito de proyectos de restauración en los municipios de Yumbo, Vijes, La Cumbre y Restrepo", elaborado por el estudiante Kevin Orlando Reyes Mosquera, bajo la dirección del profesor Jorge Eliécer Rubiano Mejía, en mi concepto crítico califico el trabajo como **Aprobado**.

El informe constituye un documento bien logrado, en el que se propone una Estructura Ecológica Principal a escala subregional y municipal. La investigación es desarrollada de manera sistemática y clara. El estudio es conceptualmente sólido; hay correspondencia adecuada entre problematización, objetivos, marco teórico, metodología, resultados; las conclusiones son pertinentes al estudio.

Agradezco de antemano la atención que merezca la presente.

Cordialmente,

RAMÓN ALBERTO SERNA ISAZA
Profesor
Departamento de Geografía

**BASES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA
PRINCIPAL EN EL ÁMBITO DE PROYECTOS DE RESTAURACIÓN EN LOS
MUNICIPIOS DE YUMBO, VIJES, LA CUMBRE Y RESTREPO EN EL
DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA**

KEVIN ORLANDO REYES MOSQUERA

Trabajo de Grado para obtener el título de Geógrafo

Director PhD. JORGE ELIÉCER RUBIANO MEJÍA

Profesor del Departamento de Geografía

Facultad de Humanidades - Universidad del Valle

**UNIVERSIDAD DE VALLE
FACULTAD DE HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA
PROGRAMA DE GEOGRAFÍA
SANTIAGO DE CALI 2019**

AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a mi madre Sandra Mosquera y mi padre Orlando Reyes, por los valores que me han inculcado en el transcurso de mi vida, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación, por apoyarme en todos los momentos y por ser un gran ejemplo a seguir.

Le doy gracias a mis hermanas Vanessa y Paola por ser parte importante de mi vida, por apoyarme a lo largo de mi carrera, por el amor fraternal y por ser pacientes y entenderme.

A Erika Daniela Valois por su amor inconmensurable, por acompañarme y aconsejarme a lo largo de mi carrera, por estar dispuesta a ayudarme cuando más lo necesitaba y por brindarme su alegría fraternal.

Un agradecimiento especial al PhD. Jorge Eliécer Rubiano profesor del departamento de Geografía por su apoyo, ayuda en mis procesos formativos profesionales y por ser un ejemplo a seguir para cualquier estudiante.

A mis amigos y allegados por ser parte del largo camino que es la vida, por brindarme siempre su apoyo y por acompañarme en las situaciones buenas y malas.

A Guillermo Reina y Joaquín Navia por su apoyo y enseñanza en los procesos de investigación y construcción de tejido social.

A Lina Mera, Roberto Sandoval, Oscar Silva y Stiven Lemus por ser esos compañeros con lo que siempre pude ser en los espacios de aprendizaje y de esparcimiento.

Y en especial un agradecimiento desde lo más profundo de mi corazón a Edward Tumiña Ocoró Q.E.P.D. por enseñarme desde que éramos niños el verdadero significado de la amistad y de persona íntegra.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I	4
1. ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo General	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
CAPÍTULO II	17
2. MARCO TEÓRICO	17
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	17
2.2 CONCEPTOS SOBRE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.....	17
2.3 CONCEPTOS SOBRE ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL.....	18
2.4 ECOSISTEMAS Y SUS SERVICIOS QUE PRESTAN AL MUNDO	20
2.5 DETERIORO DE LOS ECOSISTEMAS EN EL MUNDO	22
2.6 PREOCUPACIÓN MUNDIAL, NACIONAL Y LOCAL POR LA DEGRADACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS.....	26
2.7 ¿Y QUE HACE COLOMBIA?	30
2.8 ¿CÓMO PRESERVAR LOS ECOSISTEMAS Y LOS SERVICIOS QUE PRESTA A LA SOCIEDAD?.....	33
CAPÍTULO III	40
3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	40
3.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.....	42
3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN	43
3.3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	43
3.4 ÁREA DE ESTUDIO.....	44
3.5 LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE	47
3.6 TALLERES PARTICIPATIVOS	47

3.7. ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CORREDORES ENTRE BOSQUE SECO TROPICAL (BS-T) Y BOSQUE HÚMEDO MONTANO BAJO (BH-MB).....	48
3.8. PROPUESTA DE ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL (EEP)	48
3.9 BASES PRÁCTICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA EEP	50
CAPÍTULO IV	51
4. RESULTADOS.....	51
4.1 LÍNEA BASE DEL ÁREA DE ESTUDIO	52
4.1.1 Descripción General	52
4.1.2 Aspectos Biofísicos	53
4.1.2.1 Hidrografía	53
4.1.2.2 Cuencas Hidrográficas	54
4.1.2.3 Índice de escasez de agua.....	56
4.1.2.4 Índice de uso del agua	57
4.1.2.5 Fuentes abastecedoras de Agua	59
4.1.2.6 Clima.....	59
4.1.2.7 Ecosistemas.....	60
4.1.2.8 Déficit de Cobertura Vegetal	63
4.1.2.9 Erosión.....	64
4.1.2.10 Bosque plantado	66
4.1.2.11 Áreas Protegidas.....	69
4.1.2.12 Ecosistemas Estratégicos: Bs-T y Bh-MB.	71
4.1.2.13 Áreas de Restauración.....	72
4.1.3 Aspectos Socioeconómicos.....	76
4.1.3.1 Población	76
4.1.3.2 Necesidades básicas insatisfechas.....	79
4.1.3.2 Predios.....	80
4.1.3.3 Sostenibilidad ambiental, social y económica de las comunidades campesinas	80
4.2 PROYECTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	83
4.2.1 Identificación de corredores	83
4.2.1.1 Cobertura de bosque	83

4.2.1.2 Modelo de elevación digital (DEM).....	84
4.2.1.3 Formas del paisaje.....	85
4.2.1.4 Balance hídrico	85
4.2.1.5 Erosión o suelo desnudo.....	86
4.2.1.6 Áreas protegidas	86
4.2.1.7 Red Hídrica	87
4.2.1.8 Fuentes de Datos	87
4.2.1.9 Procedimiento para identificar posibles corredores.....	89
4.2.1.10 Clasificación de las Variables.....	91
4.2.1.11 Análisis multicriterio para determinar posibles corredores	95
4.2.1.12 Generación de corredores finales	97
4.3. IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL Y CORREDORES DE CONECTIVIDAD ENTRE BS-T Y BU-MB.....	101
4.3.1 Indicadores servicios ecosistémicos (representación espacial)	101
4.3.1.1 Moderación de movimientos en masa.....	101
4.3.3.2 Almacenamiento de Carbono en el Suelo	104
4.3.3.3 Provisión y Regulación de Agua	106
4.3.4 Indicadores biodiversidad (representación espacial).....	109
4.3.4.1 Riqueza y diversidad de especies, Abundancias Naturales de Especies Particulares:.....	109
4.3.4.2 Ecosistemas Relictuales, Amenazados y Singulares	109
4.3.4.3 Conectividad Estructural entre Ecosistemas.....	110
4.3.4.4 Áreas Conservadas por las Comunidades	110
4.3.5. Estructura ecológica principal del área de estudio	111
4.4 Propuesta metodológica para la identificación de la EEP a nivel Municipal y Sub-Regional.....	113
CAPÍTULO V	115
5. CONCLUSIONES	115
6. BIBLIOGRAFÍA	117

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cobertura de BS-T y Bh-MB en los Municipios del área de estudio.	13
Tabla 2. Principales instrumentos nacionales para la gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.	31
Tabla 3. Componentes de las propuestas de estructura ecológica.	37
Tabla 4. Municipios del área de Estudio.	52
Tabla 5. Cuencas hidrográficas y áreas en los municipios objeto del proyecto.	54
Tabla 6. Índice de escasez de agua en las cuencas hidrográficas objeto de estudio.	56
Tabla 7. Índice de uso de agua en las cuencas hidrográficas objeto de estudio ...	57
Tabla 8. Rangos y categorías Índice de uso de agua.	58
Tabla 9. Fuentes abastecedoras de agua.	59
Tabla 10. Ecosistemas presentes en el área de estudio.	61
Tabla 11. Déficit de coberturas según el grado de intervención en los Ecosistemas en los cuatro municipios.	63
Tabla 12. Grado de Erosión y porcentaje de pérdida de Suelo.	65
Tabla 13. Extensiones de plantaciones forestales comerciales por municipios	67
Tabla 14. Categorías y extensiones de las áreas protegidas.	69
Tabla 15. Áreas y porcentajes de Recuperación, Restauración y Rehabilitación en los municipios objeto de estudio de acuerdo con el Plan Nacional de Restauración 2015.	73
Tabla 16. Categorías de municipios.	79
Tabla 17. Necesidades básicas insatisfechas en los municipios objeto de estudio.	80
Tabla 18. Número de Predios por municipio.	80
Tabla 19. Acceso a servicios en unidades agrícolas rurales de los municipios objeto de estudio.	81
Tabla 20. Fuentes de información de capas geográficas para Colombia.	87
Tabla 21. Programas utilizados para la realización de la investigación.	89
Tabla 22. Clasificación de Altura.	92
Tabla 23. Clasificación de Formas del Paisaje.	93
Tabla 24. Clasificación de Densidad de Bosque.	94
Tabla 25. Clasificación de Balance Hídrico.	94
Tabla 26. Clasificación de Porcentaje de Erosión.	95
Tabla 27. Red hídrica priorizada para corredores de conectividad.	98
Tabla 28. Potenciales Corredores del área de estudio.	98
Tabla 29. Hectáreas propensas al fenómeno de remoción en masa.	102
Tabla 30. Áreas de provisión de agua.	106
Tabla 31. Áreas de Rondas Hídricas.	107
Tabla 32. Elementos que hacen parte de la EEP del área de estudio.	111
Tabla 33. Elementos de la EEP en Ha. y por Cuenca Hidrográfica.	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Población del área de estudio.....	6
Figura 2. Estado del Bosque Seco Tropical en Colombia	11
Figura 3. Esquema metodológico.....	41
Figura 4. Localización del área de estudio	45
Figura 5. Esquema metodológico seguido para la identificación de la EEP.....	49
Figura 6. Cuencas Hidrográficas del área de Estudio.	55
Figura 7. Ecosistemas del área de estudio.	62
Figura 8. Balance hídrico y conflicto de uso con plantaciones forestales comerciales.....	68
Figura 9. Mapa de Áreas Protegidas del área de Estudio.....	70
Figura 10. Mapa Categorías de manejo según el Plan Nacional de Restauración.	74
Figura 11. Población del área de estudio.....	76
Figura 12. Grupos de Población del área de Estudio.....	77
Figura 13. Proyecciones de población por municipio.	78
Figura 14. Análisis multicriterio de variables.	96
Figura 15. Mapa Corredores de Conectividad entre Bs-T y Bu-MB.	100
Figura 16. Mapa de Moderación de Movimientos en Masa.....	103
Figura 17. Mapa de Almacenamiento de Carbono en el Suelo.	105
Figura 18. Mapa de Provisión y Regulación de Agua.	108
Figura 19. Hoja Metodológica para la Identificación de la EEP.....	114

LISTA DE ABREVIATURAS

AMCMSMH: Arbustales y Matorrales cálido muy seco, en montaña Fluvio-gravitacional

AMMMSMH: Arbustales y Matorrales medio, muy secos en montaña Fluvio-gravitacional

AMMSEMH: Arbustales y Matorrales medio, secos en montaña Fluvio-gravitacional

Bh-MB: Bosque Húmedo Montano Bajo

BOCSEPA: Bosque cálido seco en piedemonte aluvial

BOCSERA: Bosque cálido seco en planicie aluvial

BOFHUMH: Bosque frío húmedo en montaña Fluvio-gravitacional

BOMHUMH: Bosque medio húmedo en montaña Fluvio-gravitacional

BOMMHMH: Bosque medio muy húmedo en montaña Fluvio-gravitacional

BOMSEMH: Bosque medio seco en montaña Fluvio-gravitacional

Bs-T: Bosque Seco Tropical

DCS: Distrito de conservación de suelos

EE: Enfoque Ecosistémico

EEA: Estructura Ecológica Actual

EEF: Estructura Ecológica Futura

EEP: Estructura Ecológica Principal

EER: Estructura Ecológica Regional

EES: Estructura Ecológica de Soporte

IAVH: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IE: Infraestructura Ecológica

POMCH: Plan de Manejo y Ordenación de Cuenca Hidrográfica

RFPN: Reserva Forestal Protectora Nacional

RFPR: Reserva forestal protectora regional

RNSC: Reserva Privada de la Sociedad Civil

SE: Servicios Ecosistémicos

SIB: Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad

SIG: Sistema de Información Geográfica

SIGOT: Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Territorial

UMATA: Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria

RESUMEN

La presente investigación se sustenta en la necesidad de desarrollar una metodología práctica y genérica para la identificación de la Estructura Ecológica Principal, en adelante (EEP) a escala subregional y municipal, entendida esta, como un componente importante de soporte y desarrollo socioeconómico del territorio y las personas. Parte de la noción de que no existen criterios claros y prácticos para identificar la EEP a niveles subregionales y municipales, y por consiguiente en los municipios de La Cumbre, Restrepo, Vijes y Yumbo en el departamento del Valle del Cauca no se ha llevado a cabo un ejercicio de planificación en el cual se identifiquen las áreas estratégicas de conservación y protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

El desarrollo de la investigación se dio a partir del enfoque ecosistémico como eje articulador del trabajo y del análisis multicriterio como componente esencial en la integración de la información asociada a los municipios. Se realizó una revisión bibliográfica sobre la importancia que ha tomado en la actualidad los temas relacionados con la protección y preservación de la biodiversidad y el medio ambiente, también acerca de las investigaciones más importante que tienen que ver con la identificación de la EEP en diferentes territorios del país, permitiendo un acercamiento a la identificación práctica y en la realidad de la EEP.

Los resultados muestran que a partir del levantamiento de la línea base para los municipios objeto de estudio, se identificaron los corredores ecológicos que permiten conectar el Bosque Seco Tropical, (Bs-T) con el Bosque Húmedo Montano Bajo (Bh-MB), así como también se logró la identificación de la EEP; y además de esto, se elaboró una base metodológica genérica práctica para la identificación de la EEP que se puede llegar a implementar a escala subregional y municipal.

Palabras Claves: Estructura Ecológica principal, Ecosistemas Estratégicos, SIG, servicios ecosistémicos.

INTRODUCCIÓN

Los bienes y servicios ecosistémicos ofrecidos por la amplia gama de elementos naturales, están mayoritariamente representados dentro de lo que podríamos denominar como Estructura Ecológica Principal, en adelante EEP, la característica primordial de este tipo de estructura es que asegura el correcto funcionamiento y uso de los recursos naturales por parte de los humanos, permitiendo la preservación de la biodiversidad y el adecuado desarrollo de las sociedades y su cultura.

Por lo anterior se hace evidente la importancia que han ganado en la actualidad las propuestas de protección del medio ambiente y sus servicios ecosistémicos relacionados, más aún en países como Colombia, mega diverso en materia de flora y fauna. Estas propuestas, y en particular la que tiene que ver con EEP, encaminadas hacia el ordenamiento ambiental territorial no se han desarrollado del todo en el país, en cuanto a que no existe una metodología clara y práctica sobre cómo identificar los elementos más importantes que conforman esta estructura en el territorio; y es en parte esta falta de criterios lo que no ha permitido una adecuada conservación de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos.

Los municipios de La Cumbre, Restrepo, Vijes y Yumbo en el departamento del Valle del Cauca, representan conjuntamente un territorio de gran importancia para la conservación y preservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, sin embargo, presentan afectaciones en sus ecosistemas y en los servicios que estos proveen a la población. Se hace necesario entonces reconocer los elementos más importantes que permiten el desarrollo de la biodiversidad y la prestación de los servicios ecosistémicos.

Partiendo de lo descrito anteriormente y desde una perspectiva ecosistémica, esta investigación ayuda a identificar los elementos más importantes que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal de los municipios mencionados en el marco de procesos de restauración de ecosistemas estratégicos, a la vez que contribuye a desarrollar una estrategia metodológica práctica y genérica para la identificación de

la EEP a niveles subregionales y municipales que puede ser aplicada en los diferentes contextos a nivel nacional.

Los resultados de la investigación se organizan en el presente documento que cuenta con cinco capítulos:

Capítulo 1: Se tratan los aspectos generales de la investigación, como el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos.

Capítulo 2: Se plantea el marco teórico y conceptual, conceptos sobre estructura ecológica principal y un acercamiento a la preocupación global, nacional y local por abordar el problema del deterioro de los recursos naturales y la biodiversidad.

Capítulo 3: Se abarcan los aspectos metodológicos que siguió la investigación, como el enfoque, las fuentes de investigación y el área de estudio.

Capítulo 4: Se recogen el levantamiento de la línea base para el área de estudio, la identificación de corredores entre Bs-T y el Bh-MB por medio de análisis multicriterio, la identificación de la estructura ecológica principal subregional para el área de estudio y la propuesta metodológica genérica para la identificación de la EEP a nivel subregional y municipal.

Capítulo 5: Se mencionan las principales conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

1. ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El interés por la protección de las áreas con las más altas riquezas ecológicas ha originado diferentes estrategias para su conservación, entre las que se destaca la EEP. Sin embargo, en la actualidad, la falta de articulación en los criterios para delimitar o identificar la EEP en escalas regionales y municipales, ha generado que no exista una propuesta metodológica y práctica clara, que brinde los elementos necesarios hacia la identificación de las áreas estratégicas de conservación y protección de los Servicios Ecosistémicos. Esta falta de articulación en las acciones ha ocasionado que, en gran parte de las zonas de interés ecológico y ambiental para el país, se estén evidenciando deterioros ambientales parciales y en algunos casos totales por las acciones incontroladas del hombre. Los municipios de La Cumbre, Restrepo, Vijes y Yumbo en el departamento del Valle del Cauca no son ajenos a esta situación, presentan graves problemas por escasez de agua, deterioro de los suelos y de la vegetación natural.

Por lo anterior, en estos municipios se evidencia una necesidad de salvaguardar y garantizar la prestación y preservación de la biodiversidad, los ecosistemas estratégicos con sus respectivos corredores biológicos y los servicios ecosistémicos (SE) derivados de estos, por consiguiente es sumamente necesario elaborar una propuesta de delimitación de la EEP como base para los procesos de restauración ecológica que contribuyan a la recuperación, protección y preservación de los servicios y bienes ecosistémicos. En tal sentido; posterior a una buena delimitación de dicha EEP, que venga dada por una propuesta clara de identificación de las áreas estratégicas de conservación al interior de los municipios, articulada con los instrumentos de planificación territorial, será posible salvaguardar los bienes y servicios que los ecosistemas prestan a las personas.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En este apartado se abordará la importancia y la pertinencia de la investigación para el quehacer de la geografía, para el desarrollo sostenible de la región, también vista esta investigación como insumo para elaborar los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas, de ordenamiento territorial y gestión del riesgo; y en síntesis para el bienestar y el mejoramiento de la vida de la población.

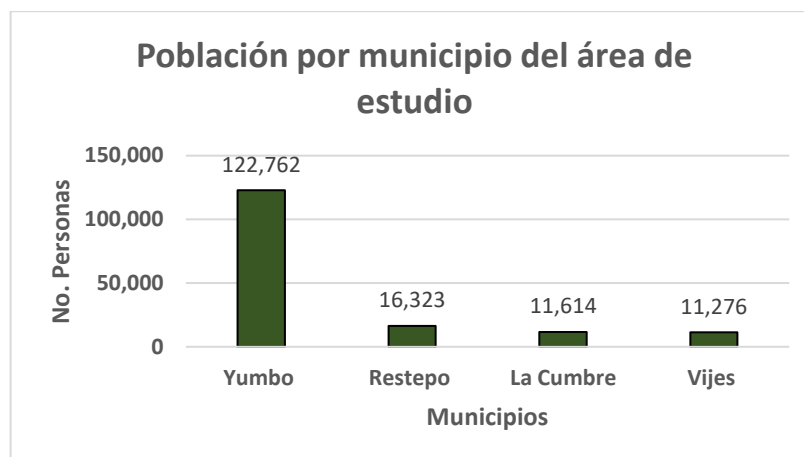
En primera instancia se realizó una revisión de la información demográfica, posteriormente una revisión de los actores socioeconómicos que orientan las actividades de la población, resaltando la interdependencia de estas actividades con los ecosistemas predominantes dentro de los municipios, la importancia ecosistémica del Bosque Seco Tropical, en adelante Bs-T, del Bosque Húmedo Montano Bajo, en adelante Bh-MB, destacando la necesidad de identificar corredores que permita generar una conectividad entre ambos ecosistemas.

Se mencionarán los problemas en los que se encuentran muchos de los servicios ecosistémicos, sus causas y consecuencias, así como la importancia de desarrollar una metodología de identificación de EEP que permita proteger las zonas que proveen los servicios ecosistémicos a las personas.

Población

El número de personas que habitan en estos cuatro municipios es de alrededor de 161.975, de las cuales el 75,7% se concentra en el Municipio de Yumbo, en Restrepo el 10%, en La Cumbre el 7,17% y por último Vije con el 6,9% de la población (ver figura 1).

Figura 1. Población del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir del Censo 2005 del DANE.

Las principales actividades económicas que sustentan la vida de los habitantes de estos municipios son las siguientes:

La Cumbre: El municipio, “por su ubicación y sus condiciones climáticas, se ha convertido en un gran atractivo turístico, y se ha producido una transformación de terrenos agropecuarios hacia estas actividades de turismo y veraneo”¹. Sin embargo “todavía existen una vocación agropecuaria y se observa en las más de 1.700 hectáreas cultivadas, entre las cuales se destaca el cultivo del Café, Plátano, Lulo, Yuca y Té”², también se pueden encontrar cultivos transitorios como frijol, maíz, tomate, ahuyama, repollo y lechuga. En la zona alta se da principalmente el cultivo de anturios, también se destaca las producciones de lechuga, pimentón y zapallo. Por otro lado, en el municipio también “se encuentra ganado doble propósito (producción de carne y leche), su alimentación se basa en el pastoreo extensivo, en el municipio se encuentran 274 fincas, los cuales poseen aproximadamente 6.739 cabezas de ganado”³, además de una producción que “se ha desarrollado en

¹ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC. Portafolio de Estrategias para la Adaptación al Cambio Climático La Cumbre– Valle del Cauca. 2013. P. 12.

² Ibid., p. 12.

³ FEDEGAN, 2012, citado por CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA CVC. Portafolio de Estrategias para la Adaptación al Cambio Climático La Cumbre– Valle del Cauca. 2013. P. 12.

pequeña escala, con cerdos de raza Landrace y Pietran, con un total de 614 cerdos”⁴.

Desacuerdo con el plan de desarrollo del municipio de La Cumbre:

Durante los últimos 6 años, la inversión de capital privado en infraestructura turística (hoteles, senderos ecoturísticos, restaurantes, fincas de recreo y hospedaje) y la pavimentación de la vía Pavas - Restrepo, ha reactivado la afluencia de turistas y visitantes, dinamizando la economía local y permitiendo ingresos económicos a numerosas familias dedicadas a la elaboración de artesanías, el procesamiento de derivados lácteos, la venta de plantas y flores ornamentales, entre otras actividades⁵.

Restrepo: “La agricultura es una actividad que tiene aún mucha importancia en este municipio que por mucho tiempo fue considerado como cafetero, a pesar de la caída notable del cultivo del café”⁶. La agricultura históricamente ha sido la “principal actividad económica del municipio, que requiere de cantidades significativas de trabajadores para cada una de sus etapas productivas; siendo además la fuente de sustento directa para los pequeños propietarios o de forma indirecta mediante salarios recibidos”⁷. En el Municipio para el año 2013 en materia de agricultura “se sembraron cerca de 2.800 ha, de las cuales el café representa el 27% con 740 hectáreas, seguido por el plátano y la piña con 638 y 380 ha respectivamente”⁸, además también se sembró y se sigue sembrando caña panelera, maíz tradicional, frijol, lulo, tomate, aguacate, pimentón, banano, yuca, pitahaya y cítricos. Por otro

⁴ CONCEJO MUNICIPAL DE LA CUMBRE VALLE DEL CAUCA. Plan de Desarrollo Municipal por el Municipio Que Anhelamos vigencia 2016 – 2019. 2016. P. 96.

⁵ *Ibid.*, p. 96.

⁶ ALCALDÍA DE RESTREPO, 2006, citado por CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC. Portafolio de Estrategias para la Adaptación al Cambio Climático Restrepo– Valle del Cauca. 2013. P. 11.

⁷ COLOMBIA, MINISTERIO DE TRABAJO – PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD). Perfil Productivo Municipio de Restrepo. Insumo para el diseño de las estrategias y alternativas para la generación de empleo a las víctimas de violencia. 2013. P. 48.

⁸ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC. Portafolio de Estrategias para la Adaptación al Cambio Climático Restrepo– Valle del Cauca. 2013. P. 11.

lado se encuentra también la producción de ganado de ceba y lechero, “El área que abarca esta actividad es el 1,6% del total del área de Restrepo, lo que significa 513 hectáreas dedicadas exclusivamente a praderas de pastoreo”⁹. “Las plantaciones forestales presentes en el municipio también generan una gran cantidad de empleos en las actividades de corte, transporte y siembra”¹⁰. Por otro lado, el ecoturismo se ha convertido en una fuente primordial de ingresos para las personas del municipio quienes ven en los turistas oportunidades para la generación de ingresos y ganancias.

“La población económicamente activa de Restrepo en su mayoría está vinculada con el sector de industria y comercio, sin embargo, estos empleos no son estables ni permanentes y el 70% de la población empleada en este sector se encuentra subempleada, lo que genera bajos ingresos”¹¹.

Vijes: “Sus principales actividades económicas son la Minería, la Agricultura y la Ganadería. Se explota Mármol, Cal, Arcilla y Carbón. En el campo de la agricultura sobresalen los cultivos de Café, Maíz, Caña de Azúcar, Plátano, Algodón, Frijol, Yuca, Millo, Frutas y Legumbres”¹². También se produce frijol, maíz plana, maíz ladera, sorgo, ají, arveja, cilantro, pimentón, tomate, aguacate, bananos, cítricos, piña y guayaba¹³. “En materia pecuaria hay 4.585 cabezas de bovinos, 418 porcinos, 40.840 aves y 497 caballos”¹⁴. Por otro lado “el área que se encuentra

⁹ COLOMBIA, MINISTERIO DE TRABAJO – PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD). Perfil Productivo Municipio de Restrepo. Insumo para el diseño de las estrategias y alternativas para la generación de empleo a las víctimas de violencia. 2013. P. 50.

¹⁰ *Ibid.*, p. 93.

¹¹ *Ibid.*, p. 68.

¹² ALCALDÍA DE VIJES, VALLE DEL CAUCA [en línea], [consultado el 20 de enero de 2018]. Disponible en Internet: http://www.vijes-valle.gov.co/informacion_general.shtml#economia

¹³ ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE VIJES. Documento Técnico de Soporte, Esquema de Ordenamiento Territorial EOT 2000 – 2009. Municipio de Vijes Valle del Cauca. 2000. P. 141.

¹⁴ *Ibid.*, p. 143.

destinada para la minería en el Municipio de Vijes, es de 70 hectáreas, fundamentalmente dedicada a la explotación de roca caliza”¹⁵.

Yumbo: Considerado como el “Municipio Industrial del Valle”, es uno de los municipios más ricos del departamento:

En la actualidad están instaladas en él 461 grandes empresas que limitan con Cali y el Área Metropolitana hacia el sur del municipio de Yumbo, entre las que se encuentran fábricas de cemento, papel, metálicos, productos químicos, maquinaria agrícola, materiales para la construcción, cerveza y próximamente bebidas gaseosas; gracias a su ubicación estratégica, a su infraestructura vial y a los incentivos tributarios que ofrece el municipio, Yumbo es considerado parte fundamental del desarrollo industrial.¹⁶

La agricultura también es una de sus actividades económicas principales, siendo la caña de azúcar el principal cultivo del municipio, seguido del café, la caña panelera y el plátano, así como también se puede encontrar cultivos de frijol, banano, aguacate, cítricos, guayaba, lulo, mango, maracuyá, papaya, mora y piña. Según las evaluaciones pecuarias para el 2014, en el municipio “existen un total de 5.222 unidades de ganado bovino, las razas predominantes son Cebú, Holstein y Pardo suizo, la orientación de la producción es leche, carne y doble propósito, 105.000 aves de engorde y 54.000 aves de postura”¹⁷. “Actualmente la ocupación minera es de aproximadamente 27%, con 51 títulos (4.085 Ha)”¹⁸.

En síntesis, una mirada rápida al área de estudio en los aspectos demográficos y productivos, dejan entrever que la zona tiene una dinámica muy intensa en el uso

¹⁵ ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE VIJES. Documento Técnico de Soporte, Esquema de Ordenamiento Territorial EOT 2000 – 2009. Municipio de Vijes Valle del Cauca. 2000. P. 144.

¹⁶ VERGARA VARELA, RAFAEL. Diagnostico Económico de la Zona Industrial del Yumbo. 2010. P. 6.

¹⁷ ALCALDÍA DE YUMBO, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN E INFORMÁTICA. Bases del Plan de Desarrollo (Diagnóstico) Yumbo Territorio de Oportunidades Para la Gente 2016-2019. 2016.P. 196

¹⁸ Ibid., p. 191.

de recursos naturales y en su transformación, lo que invita a revisar la estructura actual de planificación y organización del territorio con miras a orientar a las instituciones a cargo, en la protección y conservación de los recursos naturales donde se logre la identificación de una estructura mínima que debe conservarse para garantizar el desarrollo sostenible de la población y la biodiversidad.

Ecosistemas Estratégicos

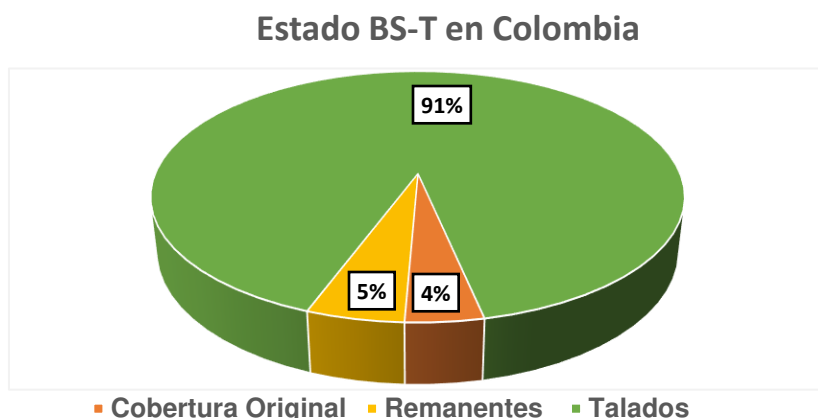
Los ecosistemas predominantes en el área de estudio son el Bs-T y el Bh-MB, el primero es considerado un “bioma forestal que ocurre en tierras bajas de zonas tropicales y se caracteriza por presentar una estacionalidad marcada de lluvia con varios meses de sequía”¹⁹, por presentar una evapotranspiración potencial que supera a las precipitaciones (menor a 100mm). “La temperatura anual es igual o superior a 25 °C y la precipitación anual total es de 700 a 200mm”²⁰. “Originalmente este ecosistema cubría más de 9 millones de hectáreas, de las cuales quedan en la actualidad apenas un 9%, por lo cual es uno de los ecosistemas más amenazados en el país”²¹ (ver figura 2).

¹⁹ MOONEY ET AL. 1995 citado por el INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT (IAVH). El Bosque Seco Tropical en Colombia. 2014. P. 38.

²⁰ SÁNCHEZ-AZOFEIFA ET AL. 2005 citado por el INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT (IAVH). El Bosque Seco Tropical en Colombia. 2014. P. 38.

²¹ PIZANO, CAMILA ET AL. Bosques secos tropicales en Colombia. [en línea], [consultado el 20 de enero de 2018]. Disponible en Internet: <http://www.humboldt.org.co/es/investigacion/proyectos/en-desarrollo/item/158-bosques-secos-tropicales-en-colombia>

Figura 2. Estado del Bosque Seco Tropical en Colombia



Fuente: Elaboración propia a partir de información del IAvH.

Como se puede observar en la figura 2, dado el estado crítico de fragmentación y deterioro “queda menos del 4% de cobertura original del Bs-T maduro en el país. Otro 5% corresponde a lo que se puede denominar remanentes de Bs-T con algún grado de intervención, lo cual quiere decir que más el 90% de los bosques secos del país han sido talados”²².

De las tierras ocupadas originalmente por este ecosistema, “más del 60% se encuentran actualmente bajo usos agrícolas o ganaderos, más del 70% presentan degradación y erosión, y más del 65% están bajo amenaza de desertificación”²³. Los bosques secos de Colombia “tienen casi 2.600 especies de plantas de las cuales 83 son endémicas, 230 especies de aves de las cuales 33 son endémicas, y 60 especies de mamíferos de los cuales 3 son endémicos”²⁴.

La vegetación del Bs-T está conformado principalmente por especies caducifolias y perennifolias, también se pueden encontrar “especies de dosel que pierden sus hojas durante la época seca, mientras que los arboles de altura intermedia y baja

²² INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT (IAVH). El Bosque Seco Tropical en Colombia. 2014. P. 15.

²³ ÍDEM.

²⁴ PIZANO, CAMILA ET AL. Bosques secos tropicales en Colombia. [en línea], [consultado el 20 de enero de 2018]. Disponible en Internet: <http://www.humboldt.org.co/es/investigacion/proyectos/en-desarrollo/item/158-bosques-secos-tropicales-en-colombia>

que se encuentran en el sub-dosel y en el sotobosque retienen sus hojas durante todo el año”²⁵. Para la región del Valle Geográfico del Río Cauca se destacan especies como “El Igua, la Palma Real o Palma Cuezco, El Tachuelo, La Guadua, El Guanimo, El Algarrobo, El Balso, El Guamo, El Velero y El Carbonero”²⁶. Además “en los bosques secos de esta región, hay cerca de 100 especies de orquídeas, las cuales provienen de otras formaciones boscosas más húmedas”²⁷. En cuanto a anfibios, el Bs-T alberga alrededor de 82 especies, de las cuales una se encuentra en peligro de extinción, 3 son vulnerables y 54 están en preocupación menor.

Por otro lado, los Bosques Andinos de la cordillera Occidental en el Valle del Cauca ayudan a la “preservación de servicios ambientales como el suministro de agua en las cordilleras. Además de sostener los suelos y reducir la erosión, el efecto de almacenamiento de agua y de reducción de velocidad de escorrentía es un servicio vital que prestan estos bosques”²⁸, por esta razón estos ecosistemas tienen una relación positiva con el recurso hídrico porque capturan, almacenan y liberan agua, este en un servicio ecosistémico indispensable para las poblaciones de las cuencas bajas, convirtiéndolos así en ecosistemas únicos para la provisión y regulación de agua. En cuanto a las especies, en los Andes de Colombia, por ejemplo, hay unas 1.200 especies de aves²⁹, 280 a 300 especies de ranas”³⁰.

El Valle del Río Cauca en sus laderas andinas cuenta con áreas de Bh-MB, y relictos de Bs-T en su zona media y baja (ver tabla 1). Esta característica de transición entre Bs-T y Bh-MB se evidencia en los municipios de Yumbo, Vijes, Restrepo y La

²⁵ MURPHY Y LUGO 1986, JUSTINIANO Y FREDERICKSEN 2000, citados por el INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT (IAVH). El Bosque Seco Tropical en Colombia. 2014. P. 51.

²⁶ INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT (IAVH). El Bosque Seco Tropical en Colombia. 2014. P. 76.

²⁷ *Ibid.*, p. 76

²⁸ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA-CVC. Bosques Andinos y Subandinos del Departamento del Valle del Cauca. 2003. P. 66.

²⁹ *Ibid.*, p. 11.

³⁰ *Ibid.*, p. 13.

Cumbre; cuya área desde el punto de vista biogeográfico, es un puente que une tres grandes bioregiones: El Pacífico, Los Andes y el Valle del río Cauca.

Tabla 1. Cobertura de BS-T y Bh-MB en los Municipios del área de estudio.

Bs-T	# Hectáreas	% con respecto al total de Bs-T	# Hectáreas Bh-MB	% con respecto al total de Bh-MB
Yumbo	402,2	15,1	3880,9	21,0
La Cumbre	344,2	12,9	6357,9	34,3
Vijes	1010,5	37,9	2227,9	12,0
Restrepo	906,5	34,0	6052,4	32,7
TOTAL	2663,4	100.00	18519,0	100
GRAN TOTAL	21182,4			

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos de shape de cobertura de BS-T del IVAH y raster para cobertura de bosque de Global Forest Watch: Forest Monitoring Designed for Action.

La tabla 1 evidencia el número de hectáreas del remanente del Bs-T presente en los cuatro municipios, estos relictos se encuentran principalmente en las riveras de las fuentes hídricas y ninguno de estos parches se encuentra bajo alguna figura de protección, por lo que no se encuentran bien conservados y están siendo sometidos a presiones desmesuradas por parte de las poblaciones, ocasionando así, su paulatina degeneración.

Expuestas las condiciones frágiles en la actualidad del bosque seco tropical en Colombia y en el área de estudio, es importante tener en cuenta las zonas donde aún queda algo de este ecosistema estratégico porque pueden ser una grandísima y única oportunidad para conservar una muestra representativa del mismo y si es posible comenzar a restaurarlo en aquellas zonas que más presenten deterioro.

Las actividades económicas que se mencionaron anteriormente, se sustentan gracias al bienestar de los ecosistemas que hacen parte de estos municipios, pues son estos los que prestan la mayoría de bienes y servicios ecosistémicos, representados en agua para los acueductos, en la reconversión del CO₂ de sus bosques, la calidad del aire, la conservación de sus suelos para agricultura y

ganadería, en la oferta turística paisajística, entre otros indispensables para el desarrollo y mantenimiento de la vida.

Pero estos servicios; están siendo gravemente afectados, partiendo de la revisión de los Esquemas de ordenamiento territorial de los Municipios de La Cumbre, Restrepo, Vijes, Yotoco y Yumbo se pudo evidenciar que los SE están siendo transformados por factores como la deforestación, principalmente en las subcuencas y microcuencas abastecedoras de acueductos, la pérdida de biodiversidad asociada a la misma deforestación y a la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, las prácticas de manejo de agua inadecuadas como el incremento desmedido de su demanda, presentando problemas en su conservación debido a que las fuentes hídricas tienden a agotarse, además del vertimiento de aguas residuales directamente a los cauces, la proliferación de cultivo forestales, la ganadería extensiva, la erosión de los suelos, la extracción de flora y fauna, la minería sin planificación, la agricultura en zonas de pendientes altas, los incendios que consumen grandes áreas naturales, la densificación de asentamientos humanos y más recientemente el cambio climático que afecta transversalmente a todos los servicios ambientales.

Ahora bien, si comprendemos que la estructura ecológica principal es el eje estructural en el ordenamiento territorial, en tanto que contiene un sistema espacial y estructural de vital importancia para el equilibrio ecosistémico y humano de un territorio, observaremos que en los Municipios de La Cumbre, Restrepo, Vijes y Yumbo y en general en el Valle del Cauca no se ha llevado a cabo la identificación de la EEP, hasta ahora solo se han pensado algunos elementos de la EEP pero sin tener en cuenta todo su conjunto ambiental, y mucho menos su planificación integral.

Considerando lo anterior, es claro que la salud de los ecosistemas es fundamental para proveer y sostener el desarrollo del tejido social y productivo de los municipios, se hace necesario entonces garantizar estos servicios a la población; un primer paso para dicho propósito consiste en identificar la Estructura Ecológica Principal,

la cual se consolida como una propuesta que orienta y garantiza la preservación en el tiempo de la biodiversidad y los ecosistemas.

Este trabajo busca identificar los elementos necesarios que hacen parte de la EEP de los municipios de Municipios de La Cumbre, Restrepo, Vijes y Yumbo, así como también los corredores biológicos que permitan la integralidad y la comunicación entre el Bh-MB y el Bs-T. De esta manera y mediante el establecimiento de las bases metodológicas para la identificación de la EEP, se intenta contribuir a la integración de esta EEP en la planificación y ordenamiento territorial ambiental, para así lograr la conservación del medio ambiente, promoviendo y garantizando la oferta de bienes y servicios ecosistémicos.

La identificación para estos cuatro municipios de sus EEP es sumamente importante, primeramente, porque ni en el plan básico de ordenamiento territorial de Yumbo y ni en los esquemas de ordenamiento territorial de los otros municipios se menciona o se caracteriza la estructura ecológica principal de sus territorios, es decir que no se tiene desde la planificación un adecuado conocimiento ambiental del municipio.

En este orden de ideas los aportes que se pueden realizar por medio de este trabajo a los municipios son muy valiosos, una identificación y caracterización de corredores de conectividad entre Bs-T y Bh-MB que a su vez hacen parte de la EEP subregional permitirá a partir de la integración de aspectos biológicos, ecosistémicos, productivos y socioeconómicos una verdadera protección y conservación del medio ambiente, ya que, “cumple la función de soportar la diversidad biológica de un territorio, propendiendo por la conservación de la misma y de su función de proveer bienes y servicios ambientales a las comunidades”³¹.

³¹ SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL TERRITORIAL DEL PACÍFICO COLOMBIANO (SIAT-PC). Proyecto de Zonificación Ecológica del Pacífico Colombiano: Estructura ecológica principal de la región del chocó biogeográfico colombiano: Bogotá. P. 2.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar unas bases metodológicas prácticas para la identificación e implementación de la Estructura Ecológica Principal a escala subregional y municipal.

1.3.2 Objetivos Específicos

Realizar la caracterización o levantamiento de línea base de los municipios de La Cumbre, Restrepo, Vijes y Yumbo en el departamento del Valle del Cauca y del proyecto de restauración.

Identificar corredores de conectividad entre Bs-T y Bh-MB.

Identificar los componentes esenciales del territorio que constituyen la Estructura Ecológica Principal en los municipios de La Cumbre, Restrepo, Vijes y Yumbo.

Proponer la Estructura Ecológica Principal para los municipios objeto de investigación.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

En este primer apartado se desarrollan conceptos específicos sobre Servicios Ecosistémicos y Estructura Ecológica Principal, además de los elementos importantes que hacen parte de cada uno de ellos y finalmente una aproximación encaminada a lo que es y cómo abordar el enfoque ecosistémico, importante en esta investigación porque toma en consideración los ecosistemas, los servicios que presta a la comunidad y el papel que juega el ser humano en relación con estos.

2.2 CONCEPTOS SOBRE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

“Los servicios ecosistémicos han sido reconocidos como el puente de unión entre la biodiversidad y el ser humano”³². De acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio³³ se pueden identificar cuatro tipos de servicios ecosistémicos:

Servicios ecosistémicos de soporte

Son servicios y procesos ecológicos necesarios para el aprovisionamiento y la existencia de los demás servicios ecosistémicos. Estos servicios se evidencian a escalas de tiempo y espacio mucho más amplias que los demás, ya que incluyen procesos como la producción primaria, la formación del suelo, la provisión de hábitat para especies, el ciclado de nutrientes, entre otros.

³² MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE).2015 P. 30.

³³ MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005). [en línea], consultado el 4 de Mayo de 2017. P. 6.

Servicios ecosistémicos de regulación

Son los beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos, incluyendo el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión, el control de enfermedades humanas y la purificación del agua.

Servicios de provisión

Constituidos por el conjunto de bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas como alimentos, fibras, maderas, leñas, agua, recursos genéticos, entre otros.

Servicios culturales

Son los beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, a través del enriquecimiento espiritual, belleza escénica, inspiración artística e intelectual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas.

2.3 CONCEPTOS SOBRE ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL

La Estructura Ecológica Principal (EEP) es un concepto propuesto en Colombia para el ordenamiento territorial del distrito capital en el año 2001 y posteriormente propuesto como instrumento de planificación de suelos y áreas protegidas en el año 2003.

El Decreto 3600 de 2007 reglamentó las disposiciones de las leyes 99 de 1993 y 388 de 1997, relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural. La ley 388 de 1997 en su artículo 1 define la Estructura Ecológica Principal como un: “Conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales

renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones”³⁴.

Según Van Der Hammen & G. Andrade, la Estructura Ecológica Principal se define como: "El conjunto de ecosistemas naturales y seminaturales que tienen una localización, extensión, conexiones y estado de salud, tales que garantiza el mantenimiento de la integridad de la biodiversidad, la provisión de servicios ambientales (agua, suelos, recursos biológicos y clima), como medida para garantizar la satisfacción de las necesidades básicas de los habitantes y la perpetuación de la vida"³⁵. Por otro lado “La Estructura Ecológica Principal es la propuesta de ordenamiento de la cobertura vegetal, del uso y manejo de la tierra y del agua, que garantiza la conservación (preservación y restauración) de la biodiversidad, los recursos biológicos y los servicios ambientales. La implementación de la Estructura Ecológica Principal implica en el futuro el estudio detallado de las áreas a incorporar y la definición de categorías según los Sistemas de Áreas Protegidas”³⁶.

Como complemento a la Estructura Ecológica Principal y siguiendo lo propuesto por Van Der Hammen se propone el concepto de Infraestructura Ecológica que viene siendo: “el conjunto de relictos de vegetación natural y seminatural, corredores y áreas a restaurar en los agroecosistemas y otras áreas intervenidas del país (centros urbanos y otros sistemas construidos), que tienen una funcionalidad en la conservación de la biodiversidad, la productividad y la calidad de vida de la población”³⁷.

Considerando que la EEP puede sobrepasar el mero ámbito local y configurarse como un eje estructural en el ordenamiento territorial regional, se identifica y se

³⁴ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto número (3600). 2007. P.12.

³⁵ VAN DER HAMMEN, THOMAS. ANDRADE, Estructura Ecológica Principal de Colombia (Primera aproximación). 2003. P. 1.

³⁶ *Ibid.*, p. 1.

³⁷ *Ibid.*, p. 18.

define la Estructura Ecológica Regional como: “un sistema natural interconectado que da sustento a los procesos y funciones ecológicas esenciales (actuales y futuras) y a la oferta de servicios ecosistémicos que soporta el desarrollo socioeconómico y cultural de las poblaciones en el territorio”³⁸.

2.4 ECOSISTEMAS Y SUS SERVICIOS QUE PRESTAN AL MUNDO

Las especies de plantas y animales que hoy en día habitan en determinadas regiones biogeográficas son el producto de la evolución a lo largo de millones de años, cada una de ellas se encuentra íntimamente adaptada al medio ambiente particular que la rodea, ya que a lo largo de la vida de la tierra han vivido naturalmente en equilibrio con su entorno. Además la evolución como proceso de cambio en las formas de vida ha originado una gran variedad de biodiversidad representada en los ecosistemas, estos últimos como comunidad de especies de fauna, flora y el medio en el que viven, no han evolucionado independientemente, sino más bien todo la composición del ecosistema mutuamente ha coevolucionado, dando como resultado ecosistemas que pueden ser más diversos en el sentido de número de especies que alberga y más complejos en el sentido del gran tamaño y la fragilidad de muchos de ellos.

Esta diversidad de vida ecosistémica, evidenciada en el gran número de especies de seres vivos, tanto plantas y animales, es de suma importancia dados sus estrechos vínculos con los procesos ecológicos y su papel clave que cumple en el sostenimiento de los sistemas que dan soporte vital a la tierra. Además, los ecosistemas, presentan mecanismos de regulación que ayudan a mantener estables las condiciones ambientales no solo en beneficio de la propia naturaleza, sino también de los siete mil millones de personas que habitan en el planeta.

Pero aún tenemos que añadir, que la naturaleza en su proceso y dinámica natural suministra a los seres humanos los servicios ecosistémicos que estos necesitan,

³⁸ VALBUENA S., TAVERA H., PALACIOS MT. 2008. Propuesta de Estructura Ecológica Regional para la Región Central. 2008. P. 13.

como por ejemplo y entre otras muchas cosas, disponibilidad y regulación de la cantidad y calidad de agua para el consumo humano, animal y la necesidad del riego de cultivos, la producción de alimentos, la formación y mantenimiento de los suelos productivos, el mantenimiento y la regulación de un clima favorable, la regulación de las enfermedades, la purificación del aire, la regulación y protección contra eventos desastrosos como inundaciones, deslizamientos, la regulación de la degradación de los suelos y desertificación, además de prever beneficios recreativos, culturales y espirituales como el disfrute paisajístico. Estos suministros que obtenemos de la naturaleza son llamados también como servicios ecosistémicos y pueden ser definidos como “los beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el resultado de las interacciones entre los diferentes elementos, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad”³⁹.

También hay que enfatizar que los cambios en los ecosistemas como consecuencias de las acciones desproporcionadas y no sostenibles del hombre, entre las cuales se destacan el cambio en el uso del suelo, la alteración de los ciclos naturales del medio ambiente, como por ejemplo el ciclo del agua, además del ciclo del carbono, el muy importante ciclo del nitrógeno y los ciclos biogeoquímicos, la destrucción y fragmentación de los hábitats naturales de las especies, por nombrar solo unos de los muchos problemas que aquejan a la naturaleza, afectan directa o indirectamente el bienestar del ser humano, ya que comprometen el normal funcionamiento de los ecosistemas y en consecuencia su capacidad para generar servicios esenciales para la sociedad.

En este sentido los ecosistemas son indispensables para el soporte, desarrollo económico, el bienestar social y en definitiva el progreso de la vida de los seres humanos, pues las personas necesitan de todos ellos para recibir todos los servicios

³⁹ COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). 2015 P. 30.

de los que depende nuestro bienestar y con el uso no sostenible de algunos de estos, se estaría incidiendo directamente sobre el desarrollo y la calidad de vida de las poblaciones locales, pues no existe vida humana donde no hay servicios ecosistémicos.

Por ello en los últimos años se han multiplicado los esfuerzos dirigidos a la valoración de la naturaleza a través de su capacidad para producir bienes y servicios ecosistémicos, “pues cada día se hace más evidente que los sistemas sociales no son independientes de los ecológicos y que, por el contrario, su bienestar depende, en gran medida, de la biodiversidad y los servicios que los ecosistemas suministran”⁴⁰.

2.5 DETERIORO DE LOS ECOSISTEMAS EN EL MUNDO

En el transcurso de las últimas décadas los debates sobre servicios ecosistémicos y biodiversidad han aumentado, teniendo mucha más importancia y relevancia en las discusiones y decisiones ambientales a nivel global, esto se produce principalmente en el marco de las acciones del hombre hacia la sobreexplotación de los servicios ecosistémicos, el aumento del consumo masivo y en general la malversación de los recursos naturales. Como fruto de esto, los ecosistemas están deteriorándose, la diversidad biológica está disminuyendo y, a cambio, los humanos estamos sufriendo las consecuencias.

Y es que, según la evaluación de los ecosistemas del milenio⁴¹, en los últimos cincuenta años el ser humano ha modificado los ecosistemas y sus servicios más rápido y extensamente que en ningún otro periodo de tiempo equiparable de la historia humana, esto se dio con el fin de resolver velozmente las crecientes demandas en materia de agua dulce, alimentos y combustibles. Estas

⁴⁰ ZULUAGA GUERRA, Paula Andrea, et al. Valoración integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. (VIBSE). Aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2014. P. 19.

⁴¹ MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005). [en línea], consultado el 4 de Mayo de 2018. P. 6.

transformaciones han afectado a tal nivel los servicios ecosistémicos asociados, que para el 2005 se estableció que el “60% de los servicios ecosistémicos del mundo estaban degradados o utilizados de manera no sostenible”⁴², dentro de estos se encuentra los arrecifes, uno de los ecosistemas más diversos del planeta, los cuales ayudan a la captura de dióxido de carbono, disminuye la erosión en las costas y protege las playas, se encuentran severamente afectados, cerca del 20% de ellos se perdieron en las últimas décadas como consecuencia de la sobrepesca, las contaminación que va a parar a sus aguas, el poco control sobre el turismo y el calentamiento de los océanos a causa del cambio climático global.

En cuanto a los ecosistemas de la tierra secas, “más de 6.100 millones de hectáreas, casi 40% de la superficie del planeta son ecosistemas secos, parte de los cuales se han convertido en desiertos como consecuencia de actividades humanas”⁴³. En estos territorios vive un tercio de la población mundial y poseen solo el 8% de los suministros de agua del mundo, esto se produce por la poca precipitación, las altas temperaturas y las altas tasas de evapotranspiración; las personas que se encuentran en estas zonas se enfrentan a muchos retos concernientes a la disponibilidad de servicios ecosistémicos.

Lo anterior se agrava aún más con el aumento progresivo del número de personas en el mundo, al igual que sus necesidades y el cambio climático generado por los humanos, este último ocasionando grandes cambios en las temperaturas y precipitaciones regionales, especialmente en el aumento de la temperatura de la superficie del océano que ocasiona fenómenos meteorológicos más intensos como las tormentas tropicales, huracanes y ciclones, el aumento de su nivel también predispone a las franjas costeras a la erosión.

⁴² MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005). [en línea], consultado el 4 de Mayo de 2018. P. 9.

⁴³ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Plan de Acción Nacional: Lucha Contra la Desertificación y La Sequía en Colombia, 2005. P. 15.

Ahora bien, el uso no sostenible de los servicios ecosistémicos se ha visto reflejado en la disminución del número de especies sobre el planeta, los seres humanos han aumentado considerablemente la tasa de extinción de las especies. En 2016 la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)⁴⁴ que es una organización mundial dedicada a la conservación de la biodiversidad incluyó en su lista roja de especies amenazadas a más de 1.510 especies de plantas, 1.226 especies de invertebrados, 1.021 especies de peces marinos, 377 especies de peces de agua dulce, 663 de reptiles y más de 700 especies de aves; entre sus principales amenazas se encuentran la modificación de sus hábitats, la contaminación, el comercio ilegal de especies silvestres, la introducción de especies invasoras y el cambio climático.

El mal uso de los servicios ecosistémicos también se manifiesta en el aumento de la contaminación del medio ambiente por gases de efecto invernadero, “en la atmosfera el dióxido de carbono ha aumentado cerca de un 32%”⁴⁵, que en su mayoría son producidos como consecuencia de la utilización y explotación de los combustibles fósiles para diferentes propósitos, y al cambio en el uso de la tierra, los medios de transporte y por los sistemas industriales de todo el mundo.

Otra realidad es la disminución drástica de la cobertura boscosa “En 1990, el mundo tenía 4.128 millones de hectáreas (ha) de bosque; en 2015 esa área había disminuido a 3.999 millones de ha”⁴⁶, una superficie aproximada total al área de Sudáfrica, estas pérdidas se presentaron principalmente en los trópicos de América del Sur y en parte de África y entre sus principales causas se encuentra la reconversión de la cobertura para actividades agrícolas y ganaderas, la extracción de madera como combustible, la deforestación para la extracción de metales

⁴⁴ UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (UICN). Informe anual 2016, 2016. P. 42.

⁴⁵ *Ibid.*, p. 35.

⁴⁶ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015: ¿cómo están cambiando los bosques Del mundo? 2016. P. 3.

preciosos, los incendios incontrolados, entre otros. Podemos concluir entonces que en los últimos años la intensidad de pérdida de bosque se ha concentrado en las zonas secas y semiáridas del planeta, donde se encuentran bosques tropicales húmedos, bosques tropicales secos y bosques de montaña.

En cuanto al recurso hídrico que impregna todos los aspectos de la vida de la tierra al contribuir a la sostenibilidad de los ecosistemas, su uso hoy en día se encuentra muy por arriba de los niveles en los que puede regenerarse, con respecto a la demanda en la actualidad, esto es sumamente preocupante, más aun cuando “se espera que el aumento de la variabilidad en los patrones de precipitación y evaporación provocados por el cambio climático exacerben las variaciones espaciales y temporales de la oferta y la demanda de agua”⁴⁷, lo anterior tiene grandes repercusiones en las personas más pobres del mundo, “cerca de un 20% de la población mundial no tiene acceso al suministro de agua potable”⁴⁸; y la escasez de agua tiene afectaciones en alrededor de 2.000 millones de personas.

Todos estos problemas han generado una pérdida considerable y en gran medida irreversible de la diversidad de la vida sobre la tierra, en pocas palabras estamos consumiendo la biodiversidad y los ecosistemas del mundo a un ritmo insostenible y tal parece que no hemos entendido que a pesar de que los recursos naturales sean abundantes, esto no quiere decir que sean infinitos.

Así, en la búsqueda de satisfactores a nuestras necesidades hemos minado la capacidad que tienen los sistemas naturales para mejorar la calidad de nuestras vidas, por eso se ha vuelto muy importante reducir y racionalizar su consumo en un mundo que cada día, le exige mucho más el medio ambiente sin devolverle mucho a cambio.

⁴⁷ NACIONES UNIDAS. Informe de las Naciones Unidas, sobre el Desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: “Agua para todos, agua para la vida”. Kioto (Japón), 2003. P. 18.

⁴⁸Ibid., p. 25.

2.6 PREOCUPACIÓN MUNDIAL, NACIONAL Y LOCAL POR LA DEGRADACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

Si bien las acciones que se han realizado en el pasado en materia de contrarrestar la degradación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad han generado beneficios, estas mejoras no se mantienen en el tiempo y lo que sobresale es el aumento de las presiones y demandas hacia los servicios ecosistémicos. Por lo tanto se han tomado cartas en el asunto a nivel mundial para reducir los problemas relacionados con el deterioro de los ecosistemas y del medio ambiente, se ha venido avanzando en las últimas décadas en propuestas e iniciativas que permitan contrarrestar el peligro en el que se encuentran los ecosistemas y la biodiversidad del planeta, dentro de estas se destacan grandes políticas mundiales como la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM 2003), el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 que viene acompañado de las Metas Aichi, la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB por sus siglas en inglés) y la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015, los cuales posicionaron los temas de biodiversidad, ecosistemas y servicios ecosistémicos en el ámbito mundial.

Referente a la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, la cual se realiza bajo el enfoque de servicios ecosistémicos, como un mirada hacia la conservación de la biodiversidad, pero no de manera aislada y estrictamente biológica, sino más bien incorporando el desarrollo de las personas, su crecimiento económico y en general su desarrollo, es decir que este es un enfoque que busca conservar la biodiversidad pero a la vez, que esta conservación genere la satisfacción de las necesidades humanas, en ultimas lo que argumenta es que la biodiversidad y los ecosistemas no solo se deben conservar por sus valores intrínsecos, sino también por los servicios que presta a los humanos.

Por lo tanto, la evaluación se centra en la contribución de la biodiversidad a la calidad de vida y el bienestar de las personas en el mundo, haciendo evidente que el deterioro paulatino de los ecosistemas a nivel global trae consigo graves

consecuencias en los servicios esenciales que nos prestan los ecosistemas, además de esto, aporta las bases metodológicas y conceptuales para la investigación en cuanto a servicios ecosistémicos se trata, con el fin de que cada nación realice acciones necesarias para la conservación y el uso sostenible de sus recursos naturales.

Algo muy importante en la evaluación es que se hace un llamado a las naciones en los niveles regionales y locales, para que desde la institucionalidad se construyan mecanismos que permitan disminuir la severidad de los problemas asociados al detrimento del medio ambiente, los cuales deben de ir acompañados de estrategias jurídicas, permitiendo que estas prácticas pueden llegar a mitigar muchos de los efectos negativos generados por las presiones sobre los ecosistemas, también se hace un llamado urgente a educar a las poblaciones sobre los bondades de cuidar los ecosistemas, que grandes beneficios trae estos para la humanidad y la importancia de la conservación y mantenimiento de los mismos. Este último es un punto clave si consideramos que en Colombia la educación ambiental es muy limitada y debe mejorar la eficiencia, la calidad y cobertura del sector educativo.

Con respecto al Plan Estratégico para la Diversidad Biológica, el plan busca tanto a nivel global, regional y nacional motivar a las naciones para que estas tomen medidas que permitan detener la pérdida de biodiversidad, garantizando así la variedad de vida sobre el planeta, además de la protección y la conservación del medio ambiente conducente a un futuro sostenible en las relaciones del ser humano con la naturaleza. Cuenta además con las 20 metas para la biodiversidad, que se pretenden cumplir para el año 2020 y pretende principalmente que los problemas generados por la pérdida de la diversidad biológica sean incorporados en los ámbitos gubernamentales y de la sociedad en las naciones del mundo, con miras a disminuirlos y solucionarlos.

La política de Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad recalca la importancia de la biodiversidad, los ecosistemas y los servicios ecosistémicos desde un enfoque de valoración económica de sus beneficios, y desde los costes

económicos que ocasionan y podrían seguir ocasionando la pérdida de biodiversidad para el mundo, es decir que se hace énfasis en los valores económicos, ecológicos y sociales de la biodiversidad y los servicios proporcionados por los ecosistemas a la vez que hace un llamado global hacia la falta de medidas que permiten la protección y conservación de la biodiversidad alrededor de todo el mundo.

La convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático es otra propuesta mundial, que parte de la premisa de que “hay evidencia convincente alrededor de todo el mundo que indica un nuevo tipo de cambio climático, ya no ejercido de manera natural por el ambiente, si no provocado en gran medida por el hombre”⁴⁹. La Convención busca principalmente reducir las emisiones y concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel en el cual la interferencia humana no se relacione con los cambios peligrosos del sistema climático, se hace un llamado urgente a todas las naciones, pero principalmente a los países desarrollados que son los que más emisiones de estos gases aportan a la tierra, a que busquen y desarrollen mecanismos que permitan una evolución natural del clima en el planeta.

La lucha contra la desertificación, al igual que las anteriores es otra propuesta encaminada al aprovechamiento integrado de la tierra, principalmente en los trópicos de Suramérica y África, en las zonas áridas y secas donde se presentan como mayor frecuencia fenómenos asociados a las sequías y a las temporadas secas, hace un llamado a los países a elaboración de programas y proyectos encaminados a reducir la desertificación y a mitigar los efectos de la sequía, contando con la participación de la población y las comunidades de base para que estos programas se implementen y se cumplan.

⁴⁹ SERVICIOS DE INFORMACIÓN DE LA SECRETARÍA DE LA CMNUCC. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Los diez primeros años. 2004. P 56.

Todas estas propuestas y tratados tienen en común que van direccionados hacia la conservación de la diversidad biológica, los ecosistemas y los beneficios que proporcionan a las personas alrededor del mundo. Por consiguiente, es necesario que los retos relacionados con el cambio climático y la biodiversidad sean abordados articuladamente desde lo local a lo global.

Como podemos observar son muchos los esfuerzos que se están llevando a nivel mundial para poder contrarrestar los problemas relacionados con el deterioro de la biodiversidad y los ecosistemas, pero en la actualidad gran parte de las acciones directas que generan el cambio en los ecosistemas se encuentran acrecentándose en intensidad o se mantienen constantes en la mayor parte de los ecosistemas del mundo.

Si bien las políticas globales han servido para despertar el interés en la biodiversidad y los ecosistemas, este no se ha visto reflejado en la disminución de los impactos del hombre en los mismos, a pesar de que se ha evidenciado una disminución en los ritmos de pérdida de los ecosistemas, estos siguen degradándose y por el contrario pareciese que, a pesar de tener los problemas identificados y en gran medida las soluciones para ello, y a pesar de la intensificación de los esfuerzos hacia su conservación, la biodiversidad sigue deteriorándose y las presiones hacia los ecosistemas aumentan, no se ha logrado mantener la capacidad de los ecosistemas para proporcionar bienes y servicios.

Podríamos decir entonces que estas políticas a pesar de haber tenido un alto alcance en el mundo, es el ámbito local donde no se están produciendo los verdaderos cambios. Como lo asegura la publicación Perspectiva Mundial sobre Diversidad Biológica 3, “La integración de temas relacionados con la biodiversidad en las políticas públicas, las estrategias y los programas más amplios han sido

insuficiente y por lo tanto, los factores que llevan a la pérdida de biodiversidad no se han abordado de manera que tengan un impacto significativo”⁵⁰.

2.7 ¿Y QUE HACE COLOMBIA?

Colombia no es ajena a la preocupación por la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, y se ha adherido a varios convenios internacionales anteriormente tratados; en este orden de ideas, desde el año 2000 y en el marco de las propuestas globales, se han elaborado elementos e instrumentos de planificación técnicos y políticos que articulados entre sí podrían mejorar la oferta a las necesidades de bienes y servicios ecosistémicos de las diferentes realidades locales, algunos de ellos son: la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNNACC), el Plan Nacional de Restauración, la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, el documento CONPES 3700 de 2011, la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (ENREDD+), Nuevos escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100, y uno de los más importantes el informe del Estado de los Ecosistemas Colombianos.

Estos instrumentos de planificación (políticas, planes y programas) que se han venido desarrollado sirven para orientar la protección, manejo y uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en sus diferentes niveles de organización y que contribuyen a las acciones de conservación, se resumen en la Tabla 2.

⁵⁰SECRETARIA DEL CONVENIO SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA. Perspectiva mundial sobre diversidad biológica 3. 2010. P. 9-10.

Tabla 2. Principales instrumentos nacionales para la gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

POLÍTICA O LEY	AÑO	OBJETIVO
Política Nacional de Biodiversidad ⁵¹	1996	Promover la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los conocimientos y prácticas asociados a ella.
Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico ⁵²	2009	Garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica
Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNNACC) ⁵³	2010	Reducir el riesgo en las poblaciones y ecosistemas colombianos a los impactos del cambio climático.
Documento CONPES 3700 de 2011 ⁵⁴	2011	Facilitar y fomentar la formulación e implementación de las políticas, planes etc. en materia de cambio climático, incluyendo las variables climáticas como determinantes para el desarrollo.
Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC) ⁵⁵	2011	Desligar el crecimiento económico nacional del crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) logrando maximizar la carbono-eficiencia de la actividad económica del país y contribuyendo al desarrollo social y económico nacional
Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (ENREDD+) ⁵⁶	2011	Disminuir los índices de destrucción de bosques y selvas y Reducir las emisiones de Gases de efecto invernadero derivadas de la deforestación y degradación de los ecosistemas forestales

⁵¹ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN INSTITUTO "ALEXANDER VON HUMBOLDT". Política Nacional de Biodiversidad. 1996.

⁵² MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. 2010.

⁵³ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNNACC). 2010.

⁵⁴ CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL REPÚBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. CONPES 3700 Estrategia Institucional para la Articulación de Políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia. 2011.

⁵⁵ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC). 2011.

⁵⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (ENREDD+).2011.

Continuación tabla 2

Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) ⁵⁷	2012	Promover la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (Gibse), de manera que se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socioecológicos.
Informe del Estado de los Ecosistemas Colombianos. ⁵⁸	2015	Evaluar y monitorear el estado actual de la transformación de ecosistemas y de los servicios ecosistémicos
Plan nacional de restauración: Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas ⁵⁹	2015	Orientar y promover la restauración ecológica, la recuperación y la rehabilitación de áreas disturbadas de Colombia en un marco amplio de conservación de la biodiversidad y la adaptación a los cambios globales.

Fuente: Elaboración Propia a partir de documentos gubernamentales de Colombia.

Pero parece que las políticas anteriores no han servido de a mucho en el país en materia de protección y conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, así lo revela el penúltimo informe titulado Estado de los Ecosistemas Colombianos. Este es el resultado de la implementación de la metodología de la política global de la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN aplicada a lo local y el cual ha logrado “identificar la existencia de 20 ecosistemas (25%) en estado crítico (CR). Adicionalmente, 17 ecosistemas (21%) quedaron catalogados como en peligro (EP), lo que quiere decir que casi la mitad de los ecosistemas colombianos presentan condiciones que amenazan su integridad, y por consiguiente también su capacidad de proveer servicios a la sociedad”⁶⁰. Estos resultados muestran a grandes rasgos que aproximadamente la mitad de los ecosistemas colombianos

⁵⁷ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). 2012.

⁵⁸ ETTER, ANDRADE, AMAYA Y ARÉVALO. Estado de los Ecosistemas Colombianos 2014: Una aplicación de la metodología Lista Roja de Ecosistemas – UICN. 2015.

⁵⁹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Plan nacional de restauración: Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas. 2015.

⁶⁰ ETTER, ANDRADE, AMAYA Y ARÉVALO. Estado de los Ecosistemas Colombianos 2014: Una aplicación de la metodología Lista Roja de Ecosistemas – UICN. 2015. P. 2.

presentan actualmente condiciones que amenazan su vitalidad, y en consecuencia también su capacidad para proveer servicios a la sociedad.

Es importante recalcar, la falta de articulación entre instituciones que poseen un accionar directo o indirecto sobre la gestión de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, así como también la baja operatividad frente a los problemas ambientales del país, que lo único que están generando y permitiendo es la degradación paulatina de los ecosistemas, de la biodiversidad y con esto la disminución de la calidad de vida de las personas.

2.8 ¿CÓMO PRESERVAR LOS ECOSISTEMAS Y LOS SERVICIOS QUE PRESTA A LA SOCIEDAD?

Encontrar soluciones o caminos alternativos a la trayectoria de transformación actual de los ecosistemas y pérdida de biodiversidad, conduce a la necesidad de proponer en el territorio zonas de exclusión que garanticen la prestación de los servicios ecosistémicos a la sociedad, se debe entonces identificar y reconocer estructuras conformadas por áreas y zonas que por su importancia ecológica, funcional y ecosistémica garantizan en la actualidad y en el futuro, la prestación y preservación del flujo de beneficios derivados de los servicios ecosistémicos primordiales para las personas, estas además deberán de ser protegidas con el fin de reducir al máximo los procesos de transformación que afectan la biodiversidad y en consecuencia los servicios ecosistémicos asociados a esta.

A raíz de esto surgen un concepto y una propuesta tanto a nivel nacional, regional y local que permiten llegar a la identificación de estas zonas estratégicas que garantizarían los servicios ecosistémicos. Es el caso de la Estructura Ecológica Principal, que es un término que va encaminado al establecimiento y consolidación de áreas que permitan garantizar la conservación, preservación y restauración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, con el único propósito de sustentar la vida humana tanto presente como a futuro.

Fue en el año 2001 donde surgió en el marco del plan de ordenamiento territorial del Distrito Capital la primera aproximación de este concepto y fue Thomas van der Hammen⁶¹ quien la propuso y se incorporó como las zonas de áreas naturales originales o lo que queda de ellas, las cuales conservan en su interior la biodiversidad.

Ya en el año 2003 Van der Hammen y Andrade⁶², dos notables investigadores colombianos se encargaron de definir y realizar un primer acercamiento hacia la identificación de la EEP con un mapa a escala nacional (1:1.500.000) en el año 2003, esta propuesta que parte de un enfoque ecológico del territorio en el cual se manifiesta las relaciones y dinámicas entre los seres vivos, incluidos los humanos pues son los que más cambios generan en los ecosistemas, con su entorno y medio ambiente. Se centra principalmente entorno a la conservación de las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, los territorios de comunidades indígenas y negras, además de las áreas con coberturas naturales originales, y sus zonas de influencia, ya que, se entiende que estas áreas representan en gran medida la diversidad biológica, ecosistémica y cultural del país.

Los autores diferencian Estructura Ecológica Principal (EEP), Infraestructura Ecológica (IE), que en conjunto conforman la Estructura Ecológica de Soporte de la Nación (EES). La primera tiene que ver con las áreas naturales y semi-naturales que garantizan la prestación de los servicios ecosistémicos para las necesidades básicas de los habitantes, produciendo la mayor parte de los servicios ecosistémicos de soporte, mientras que la IE tiene que ver con las relictos de vegetación, corredores ecológicos, áreas a restaurar y zonas intervenidas por el hombre y que cumplen ciertas funciones de conservación de la biodiversidad, además de ser importante en la oferta de servicios de provisión y culturales,

⁶¹FORO NACIONAL AMBIENTAL FUNDACIÓN ALEJANDRO ÁNGEL ESCOBAR FESCOL. La estructura ecológica principal: del plan de ordenamiento al plan de desarrollo del distrito capital. 2000.

⁶² DER HAMMEN THOMAS VAN & G. ANDRADE. Estructura Ecológica Principal de Colombia (Primera aproximación). Bogotá. 2003.

conjuntamente la EEP con la IE conforma la EES. Lo bueno de estas propuestas, a pesar de ser implementada solo a nivel nacional, es que reconoce que la naturaleza necesita una adecuada planificación y ordenamiento, y que estos procesos se pueden llevar a cabo también desde el ámbito regional y local, eso sí, por medio de la integración de las zonas principales de ecosistemas y biodiversidad dentro de los planes de ordenamiento territorial, ya sean municipales y departamentales. Sin embargo, la propuesta solo reconoce las áreas protegidas a nivel nacional y desconoce las que se encuentran en los subniveles como las regionales y las municipales.

Por otro lado ya en el año 2008 se llevó a cabo por parte del el Instituto de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAVH), una propuesta de estructura ecológica para la región central en la cual estaban incluidos los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Tolima y Meta. Está a diferencia de la propuesta por Van der Hammer y Andrade en el 2003 introduce un nuevo término y una nueva escala de análisis, la Regional y Subregional para englobar en un conjunto la EEP de estos departamentos, así pues se propuso el concepto de Estructura Ecológica Regional, para explicar que la biodiversidad y los servicios ecosistémicos trascienden las fronteras administrativas tanto municipales como departamentales y que el estudio de la EEP debe ser abordado desde escalas regionales. Esta visión más amplia e interconectada de la EEP es de suma importancia para entender los procesos que afectan integralmente a los ecosistemas, pues muchos de estos hacen parte de dos o más municipios o departamentos, como el páramo de Santurban que se encuentra en más de 30 municipios entre los departamentos de Norte de Santander y Santander. En consecuencia, este modelo regional puede ser capaz de garantizar la gestión sostenible de estos espacios y recursos siempre y cuando haya una articulación apropiada entre los diferentes entes administrativos que tengan jurisdicción sobre estos ecosistemas estratégicos.

El estudio introduce además dos nuevos conceptos asociados a la EEP, son la Estructura Ecológica Actual (EEA) y la Estructura Ecológica Futura (EEF). La

primera es entendida como la que sustenta las dinámicas y las actividades humanas actuales, y la segunda como la que sustentaría y garantizaría la oferta de los servicios ecosistémicos, además de las dinámicas y las actividades socioeconómicas humanas a largo plazo.

Por último, en el 2012 se llevó a cabo la identificación de la EEP para el Chocó Biogeográfico, el cual contó con la participación de las corporaciones autónomas, las administraciones departamentales y municipales y lo más importante fue trabajar en la planificación con las comunidades negras e indígenas que habitan este importante andén del territorio nacional.

La identificación toma partido desde un enfoque ecosistémico que logra integrar aspectos biológicos, ecosistémicos, productivos y socioculturales que adicionalmente y teniendo en cuenta el funcionamiento y la dinámica natural que debe cumplir la estructura ecológica principal, permiten el desarrollo cultural y socioeconómico de las comunidades que habitan el territorio. La propuesta resalta el valor cultural e histórico de las comunidades negras e indígenas que habitan esta región, considerándolas como el eje más importante para la definición de la EEP. Estas zonas de desarrollo cultural según la propuesta deben de ser consideradas dentro de una categoría de protección con el fin de preservar los valores de conservación hacia la biodiversidad y la tradición de la relación ser humano-naturaleza.

Las propuestas tanto nacionales, regionales y locales concuerdan en la gran parte de los servicios ecosistémicos, tanto de soporte y de regulación que son el eje de partida para llevar a la identificación de los elementos que conforman la EEP; sin embargo, difieren en los elementos que hacen parte de estas propuestas. Las diferencias en cuanto a sus elementos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Componentes de las propuestas de estructura ecológica.

Categoría Analítica	EEP NACIONAL	EEP CHOCO BIOGEOGRÁFICO	EEP REGIÓN CENTRAL	EEP Bogotá (Distrito Capital)
Escala	Escala Nacional	Escala Regional	Escala Regional	Escala Municipal
Áreas Protegidas	Áreas protegidas Nacionales		Áreas protegidas nacionales y regionales declaradas	Áreas protegidas nacionales, regionales y distritales declaradas
Biodiversidad	Áreas que cuentan con elementos insustituibles de la biodiversidad	Áreas con diversidad y singularidad de especies y ecosistemas	Áreas protegidas nacionales y regionales proyectadas a ser declaradas	Parques urbanos de recreación activa y pasiva
Servicios Ecosistémicos	Áreas que suministran servicios ambientales (agua, regulación del clima, protección de suelos, prevención de riesgos, producción de recursos naturales, adaptación al cambio climático global, etc.)	Áreas con alta funcionalidad ecosistémica que permiten la prestación de los servicios ecosistémicos	Ecosistemas terrestres naturales prestadores de servicios ecosistémicos	
			Páramos	
		Áreas con una alta diversidad e integralidad ecológica que permiten la prestación de los servicios ecosistémicos	Humedales priorizados y sus rondas	
			Áreas de infiltración y recarga de acuíferos priorizados	
			Áreas con amenaza por remoción en masa (deslizamientos), inundación y flujos torrenciales	
			Áreas con pendientes > 45 grados	
Agroecosistemas	Agroecosistemas		Agroecosistemas con sistemas de producción sostenibles	
Disponibilidad de Agua	Redes hídricas	22 Fuentes hídricas que permiten la conexión natural con zonas de interés biológico y entre comunidades de base	Fuentes hídricas superficiales, de primer, segundo y tercer orden abastecedoras de la población y sus rondas	Áreas de manejo especial del valle aluvial del Río Bogotá
				Ronda hidráulica de Río Bogotá
				Zona de Manejo y Preservación Ambiental del río Bogotá

Continuación tabla 3.

Territorios de importancia cultural, étnica, histórica, etc.	Territorios indígenas y de comunidades negras cubiertos por ecosistemas naturales	Territorios de comunidades negras e Indígenas	Áreas de importancia paisajística tanto natural como construida, además de importancia arqueológica e histórica.	
Conectividad	Corredores Biológicos	Corredores Ecológicos	Corredores biológicos priorizados	Corredores Ecológicos

Fuente: Elaboración Propia a partir de información sustraída de los siguientes documentos: Estructura Ecológica Principal de la Región del Chocó Biogeográfico Colombiano, Estado del Arte y Línea Base del Conocimiento de la Región Central con Énfasis en la Estructura Ecológica Regional (EER) y Propuesta de Estructura Ecológica Regional de la Región Capital y Guía Técnica para su Declaración y Consolidación.

Las propuestas a diferencia de la del Chocó, coinciden en que indiscutiblemente las áreas protegidas deben formar parte de la EEP; no obstante, esto varía de acuerdo con la escala (nacional, regional, local). La propuesta del nivel Nacional de van der Hammen y Andrade solo considera las áreas de escala nacional, mientras que las otras propuestas para la región central y el Distrito Capital consideran las áreas protegidas de escala nacional, regional y local como parte de su EEP. Por otro lado, la propuesta de EEP para el Chocó no considera las áreas protegidas Nacionales, Regionales y Locales

Además, todas coinciden en que se debe articular la EEP por medio de corredores ecológicos y/o biológicos permitiendo la producción de biodiversidad, pero difieren en el cómo se lleva a cabo la identificación, priorización y consolidación de estos.

Las propuestas de EEP para el Chocó y para la Región Central se articulan de manera apropiada con la propuesta de EEP realizada a nivel Nacional por parte de Van der Hammen y Andrade, además de articularse entre ellas mismas. No obstante, las propuestas regionales desarrollan con más detalles sus propuestas de acuerdo con las características particulares de sus territorios incluyendo nuevos elementos que en la propuesta nacional no se llegan a desarrollar.

Queda claro entonces que todas las propuestas tanto nacionales, regionales y locales, si bien siguen caminos diferentes y los elementos que se consideran

también lo son, todas concuerdan en la protección, conservación y sostenimiento en el tiempo de la biodiversidad y los ecosistemas.

Si bien desde las instituciones centrales del país se vienen desarrollando estrategias ambientales para la protección y conservación de la biodiversidad, no se encuentran muchos casos en los que se desarrolle la EEP como un eje integrador en el ordenamiento territorial y como eje estructural y fundamental en los nuevos POT, EOT, etc. de los municipios, por lo que se puede decir que existe un vacío en los instrumentos de planificación territorial que deberían de abarcarse desde la óptica de la conservación de las áreas más importantes que prestan bienes y servicios ecosistémicos fundamentales para la vida.

Finalmente se pueden vislumbrar caminos importantes en materia de conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, queda ahora llevar a cabo procesos exitosos de reconocer e identificar cuáles son las áreas específicas que mantienen el equilibrio ecosistémico del territorio y el uso y manejo de los recursos naturales.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

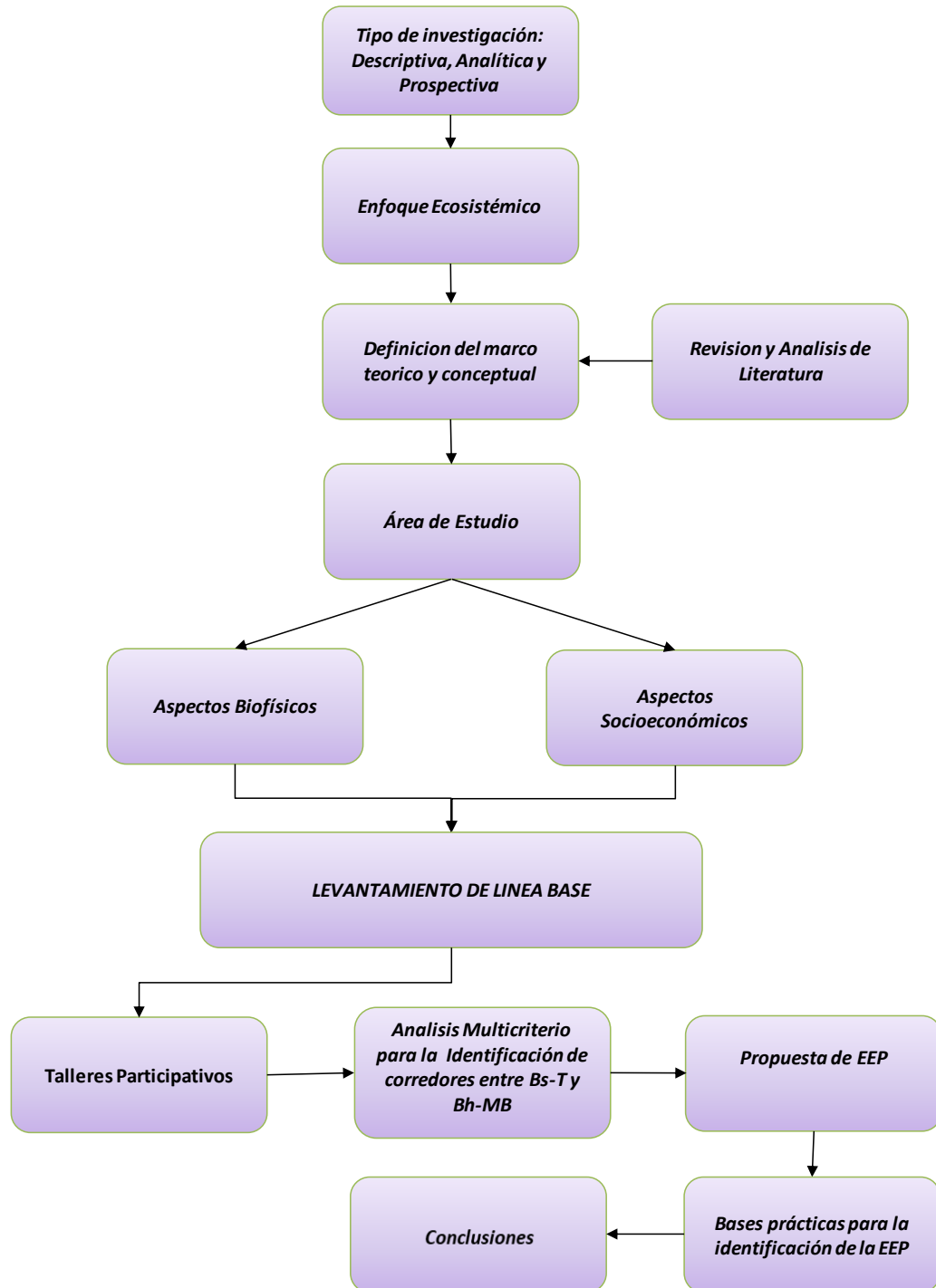
La figura 3 ilustra el proceso metodológico que se siguió para el desarrollo de esta investigación. El proceso parte primeramente de la definición del tipo de investigación, posteriormente se aborda el enfoque de investigación que se utilizó, así como también el análisis bibliográfico que se llevó a cabo y las fuentes de información que sirvieron como soporte del mismo. Posteriormente se define el área de estudio, se realiza su respectivo levantamiento de línea base teniendo en cuenta los aspectos biofísicos y socioeconómicos del territorio. Con esta información obtenida, el paso siguiente fue realizar los talleres participativos para definir las posibles rutas de conectividad entre Bs-T y Bh-MB y cuál debería ser la ruta para la identificación de la EEP.

Finalmente, y con la información de los expertos retroalimentada en los talleres participativos, se realizó el análisis multicriterio y se identificaron los corredores de conectividad entre el Bs-T y Bh-MB. A su vez esta identificación fue el punto de partida para llevar a cabo la propuesta de EEP subregional en estos municipios. Finalmente, se integró toda esta información y se propone una metodología práctica y genérica de identificación de la EEP a nivel subregional y municipal.

Vale la pena aclarar que la identificación de la EEP se centró en las áreas rurales y no en las zonas urbanas debido a que la mayor parte de estos municipios se encuentran en área rural, además existe muy poca información a escala urbana para llevar a cabo una identificación de la EEP dentro de estas áreas.

A continuación, se detalla cada una de las etapas del proceso.

Figura 3. Esquema metodológico



Fuente: Elaboración propia.

3.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se desarrollará en torno a los ejes investigativos de tipo descriptivo, analítico y prospectivo, lo que permite el alcance de los objetivos propuestos ya que estos implican consultar, documentar, analizar, caracterizar, identificar y proponer la EEP como el elemento que asegura la prestación de los servicios ecosistémicos a la sociedad.

El enfoque en el que se sustenta la presente investigación es el Enfoque Ecosistémico (EE), el cual tiene su origen en la visión ecosistémica que se comenzó a contemplar principalmente con la Comisión de Desarrollo sostenible en 1987. “Se sustenta en la predominancia del pensamiento sistémico en la década de los 60 y la difusión del concepto de “Ecosistema”, como marco integrador para la comprensión de las relaciones del hombre con el paisaje”⁶³. En décadas posteriores se acentúan más las discusiones sobre la relación sociedad-naturaleza, permeada ya no por una visión antropocéntrica del medio ambiente, sino una visión más sistémica en la cual el ser humano hace parte de la naturaleza, siendo este el agente que más introduce cambios (positivos y negativos) dentro de su medio ambiente.

Así pues, “El enfoque por ecosistemas representa una estrategia poderosa para la gestión integrada de tierras, extensiones de agua y recursos vivos que promueve la conservación y el uso sostenible de manera equitativa”⁶⁴. Esta visión se desarrolla bajo una concepción holística del medio ambiente, es decir que este enfoque tiene en cuenta las múltiples interrelaciones de los elementos en el territorio, buscando principalmente la articulación de la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad con el desarrollo socio-económico de las personas. Un aspecto importante de este enfoque es que considera a los seres humanos, la sociedad y

⁶³ ANDRADE, Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Latinoamérica. 2007, citado por ANDRADE A. ARGUEDAS S. Y VIDES R. Guía para Implementar y Monitorear el Enfoque Ecosistémico. 2011. P. 5.

⁶⁴ SECRETARÍA DEL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. Enfoque por Ecosistemas, Directrices del CDB. 2004. P. 6.

su cultura como componentes centrales y dinamizadores de los ecosistemas, recalcando la importancia de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza.

El enfoque por lo demás es pertinente para esta investigación porque permite el análisis en conjunto de la naturaleza y la sociedad, así como también de los servicios ecosistémicos presentes, las presiones que se manifiestan en estos y las oportunidades o mecanismos para llevar a cabo una verdadera protección y conservación de los ecosistemas que permitan en el presente y en el futuro una adecuada prestación sostenible de sus bienes y servicios.

3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

La fuente de datos utilizadas fueron tanto primarias como secundarias; la primera se obtuvo a partir de reuniones con expertos de diferentes áreas profesionales, así como las visitas a campo que se realizaron en los cuatro municipios objeto de estudio, con el fin de conocer la realidad de primera mano, la segunda se obtuvo a partir de las diferentes fuentes de información gubernamental oficial (Ministerio de Medio Ambiente, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" (IVAH), Sistema de Información para el Ordenamiento Territorial), para la realización de los mapas, el levantamiento de la línea base, etc.

Pero se deben ratificar las grandes limitaciones y dificultades en la disponibilidad de cartografía temática y base, que proporcione un mejor nivel de detalle para el área de estudio. Es deseable tener información a escala 1:25.000 por lo menos, esto permitiría una mejor identificación de las áreas a conservar y podría realizarse dentro de las áreas urbanas.

3.3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se realizó una revisión y análisis bibliográfico sobre las investigaciones y metodologías propuestas por diferentes autores e institutos de investigación en el territorio nacional con el fin de determinar si existe una metodología a seguir para la identificación de la EEP, los vacíos y las falencias que pudieran llegar a presentar.

Esto sirvió para dos cosas, la primera fue para crear un marco teórico lo suficientemente acorde para contextualizar el presente trabajo y para darle relevancia al problema de investigación y la segunda es que a partir de estos modelos anteriores e investigaciones se obtienen los elementos relevantes para formular las bases para elaborar una metodología para la identificación de la estructura ecológica principal.

3.4 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio de la investigación comprende los Municipios de La Cumbre, Restrepo, Vijes y Yumbo encontrándose localizados en el Noroccidente y Centro del Departamento del Valle del Cauca (ver figura 4) y que comprenden vertientes de la cuenca del Pacífico y del Valle del río Cauca. Se realiza a continuación una descripción someramente de los aspectos que se consideran más importantes del área de estudio, y que se tratarán con mayor profundidad en el capítulo de resultados:

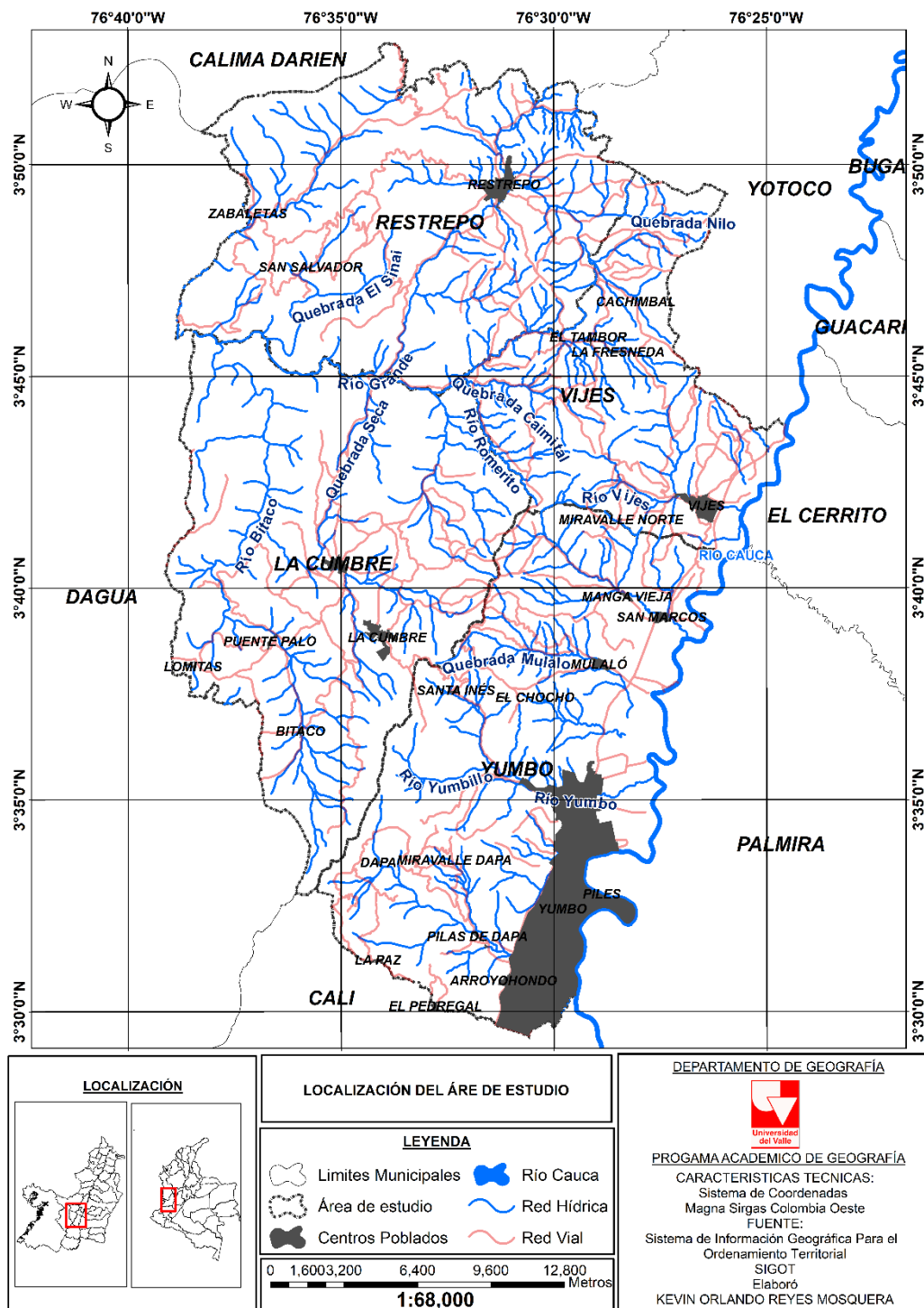
Aspectos biofísicos

Clima: Se encuentran tres zonas climáticas, tierras de clima cálido, moderadamente seco, tierras de clima medio seco, y tierras de clima Frio. La distribución de la precipitación en los municipios es bimodal, presentando los periodos más lluviosos entre marzo–mayo y septiembre–diciembre, mientras que los periodos más secos entre enero a febrero y julio a agosto. Las precipitaciones anuales que se presentan en esta zona oscilan entre 1.000 y 2.000 mm⁶⁵.

Ecosistemas: Se destacan el Bosque medio húmedo en montaña Fluvio-gravitacional, Arbustales y Matorrales medio, muy seco en montaña Fluvio-gravitacional, Bosque cálido seco en piedemonte aluvial y Arbustales y Matorrales medio, secos en montaña Fluvio-gravitacional. Además, se resalta la importancia de la cobertura de Bs-T y Bh-M

⁶⁵ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC. Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2015-2036. 2015. P. 92.

Figura 4. Localización del área de estudio



Suelos: El área de estudio presenta variedad en cuanto a los suelos de protección, encontrándose así por ejemplo diferentes zonas que hacen parte de diferentes categorías de conservación, como por ejemplo Reservas Forestales Protectores, Distrito de Conservación de Suelos y Reservas Naturales de la Sociedad Civil, entre otras, también presentan suelos suburbanos, suelos de producción agrícola y agropecuaria.

Vegetación: Las características de vegetación en el área de estudio están marcadas por la presencia de Bosque Seco Tropical (Bs-T), Bosque Seco Premontano (bs-PM), el bosque húmedo Premontano (bh-PM) y bosque húmedo Premontano bajo (bh-MB).

Producción: Las principales actividades económicas tienen que ver con la agricultura, la ganadería, la minería, así como también el sector de industria y comercio, y está creciendo una gran actividad como lo es el turismo y el veraneo.

Turismo: El turismo se ha convertido para el área de estudio en uno de los nuevos mecanismos para generar ingresos, se cuentan con lugares donde se pueden observar hermosos paisajes, que además por su agradable clima propicia la concentración de personas en temporada de vacaciones o que simplemente desean tomar un descanso.

Educación: Hay presencia de escuelas tanto de primaria como secundaria, pero solamente el municipio de Yumbo cuenta con instituciones de educación superior como la Universidad del Valle, el Sena, entre otras instituciones.

Pobreza: Los municipios del área de estudio presentan niveles altos de necesidades básicas insatisfechas, La Cumbre por ejemplo tiene el 22,7% de su población con NBI, Vijes el 21,1%, Yumbo el 17,9% y Restrepo con 20,84% de su población según datos del censo para el año 2005 realizado por el DANE⁶⁶. También

⁶⁶ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Censo Nacional General. 2005.

vale la pena resaltar que en el área de estudio hay altos niveles de pobreza y marginalidad en población indígena y afrodescendiente.

3.5 LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE

El levantamiento de la línea base para el área de estudio consideró dos grandes grupos de aspectos como lo son los biofísicos que tienen que ver con ecosistemas, cuencas hidrográficas, clima, cobertura vegetal, áreas protegidas, etc., y los aspectos socioeconómicos como las características demográficas, los usos del suelo, las necesidades insatisfechas de la población, etc. Toda esta información se obtuvo a partir de fuentes secundarias de información.

3.6 TALLERES PARTICIPATIVOS

La investigación comprendió en un momento la realización de talleres participativos donde participaron instituciones como: Fundación Ecovida, Dapaviva, Cordapa, ACSRIO, Universidad del Valle, Calidris, Fundación Agrícola Himalaya, UMATA La Cumbre, UMATA Vijes, UMATA Restrepo, UMATA Yumbo. En estos talleres se debatieron y analizaron todos los elementos involucrados en el ámbito biofísico que fueron tenidos en cuenta para identificar los corredores de conectividad entre Bs-T y el Bh-MB, en el marco del proyecto de restauración “Agua para todos”. Este espacio también sirvió para poner en consideración algunos elementos importantes que podrían ser parte de la EEP subregional en los municipios objeto de investigación.

Los talleres participativos constituyen sin duda una estrategia de investigación muy importante, ya que permite la construcción en conjunto de conocimiento local por medio de la experiencia de quienes habitan y sienten en el territorio. Esta metodología alienta a que las personas compartan y construyan información, aprenden unos de otros y busquen caminos juntos para proponer soluciones a diferentes problemáticas.

3.7. ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CORREDORES ENTRE BOSQUE SECO TROPICAL (BS-T) Y BOSQUE HÚMEDO MONTANO BAJO (BH-MB).

Para la identificación de las áreas más importantes a intervenir y que sirvieron para conectar longitudinal y transversalmente el Bs-T y el Bh-MB se desarrollaron varios ejercicios colectivos empleando variables multicriterio y se identificaron potenciales zonas para llevar a cabo dicha conectividad. Estos ejercicios que tuvieron lugar en los talleres participativos anteriormente mencionados. Para la selección e identificación preliminar de los corredores ecológicos se utilizaron diferentes capas con componentes que involucran características biofísicas del territorio como aspectos climáticos y geomorfológicos: rondas hídricas, geoformas del terreno, áreas protegidas, pendiente del terreno, altura sobre el nivel del mar, erosión actual, áreas de Bs-T, cobertura boscosa y las áreas protegidas del orden nacional y regional como ejes para que también sean parte de la red de corredores de conectividad.

Se hace preciso recalcar que es análisis multicriterio realizado en el marco del proyecto de restauración para la identificación de los corredores de conectividad sirvieron de articuladores para llegar a la identificación de la EEP, ya que, fue por medio de la identificación de estos corredores, que se pudo identificar además otros elementos muy importantes que juegan el papel de preservar y mantener la prestación de los servicios ecosistémicos en el área de trabajo y que forman parte de la EEP.

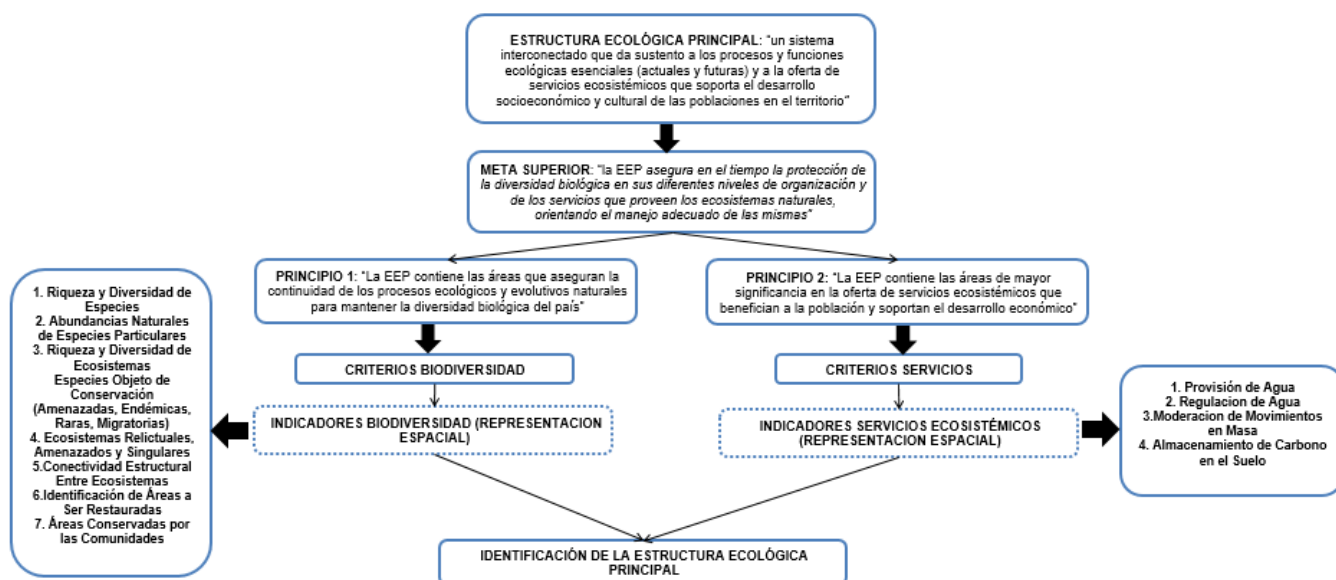
3.8. PROPUESTA DE ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL (EEP)

Para la realización de este ejercicio de aproximación a la identificación de los elementos de la estructura ecológica a escala subregional para el área de estudio, participaron diferentes profesionales de distintas áreas del conocimiento, delegados de la administración municipal y personas que tienen presencia directa en los municipios, debido a que ejercen presencia en el territorio. Estos actores fueron determinantes para integrar y compartir la información de diversa índole con respeto

al área de estudio, lo cual, permitió identificar y caracterizar áreas de importancia ecológica de los municipios.

Para la identificación de la EEP se realizaron primeramente varias reuniones en las que se discutió a partir de la información ya obtenida en el levantamiento de la línea base, el análisis multicriterio y los corredores de conectividad cuales elementos podrían hacer parte de una estructura natural que mantuviera y permitiría el desarrollo sostenible de la subregión, posteriormente a eso se decidió trabajar con una guía metodológica que ha sido propuesta por el IDEAM⁶⁷ y que para las organizaciones que hicieron parte de este proceso reunía todos los elementos necesarios para una buena identificación de los elementos más importantes de una EEP. Vale la pena aclarar que este ejercicio se realizó para una escala de aproximadamente 1:75.000 y además se incluyeron indicadores sobre biodiversidad. El esquema metodológico se presenta a continuación:

Figura 5. Esquema metodológico seguido para la identificación de la EEP.



Fuente: Estructura Ecológica Principal de Colombia, Proceso metodológico y aplicación a escala 1:500.000.

⁶⁷ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Estructura Ecológica Principal de Colombia: Proceso metodológico y aplicación escala 1:500.000. 2011. P. 37.

3.9 BASES PRÁCTICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA EEP

Finalmente, con el conjunto de pasos llevados a cabo, se culmina la investigación proponiendo unas bases metodológicas para la identificación de la EEP de tipo genérico, es decir que es extrapolable a los municipios del Valle del Cauca o de cualquier territorio del país; estas bases prácticas recogen todos los resultados obtenidos en los ítems anteriores y se basan en la utilización de los sistemas de información geográfica (SIG) para la identificación de la EEP.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados que arrojó la investigación, en la sección 4.1 se detalla como se realizó el levantamiento de la línea base, pues se debe conocer con el mayor nivel de detalle posible como se encuentra en el área de estudio, sus aspectos biofísicos, económicos, culturales, políticos etc. Este es el primer paso para entender en su conjunto los municipios como una subregión que cuenta con características comunes.

Posteriormente en la sección 4.2 se presenta el proyecto de restauración, el cual tuvo como punto de partida el levantamiento de la línea base desarrollado en el ítem anterior, con el fin de dar cuenta de las condiciones actuales de los ecosistemas y sus servicios que presta en estos municipios, para posteriormente y a partir de estas condiciones poder identificar y proponer corredores por los cuales al realizar un proceso de restauración permita la conectividad entre Bs-T y Bh-MB, estos corredores fueron identificados por medio de ejercicios de análisis multicriterio como se mencionó en la metodología.

En la sección 4.3 se realiza la identificación de la EEP subregional para el área de estudio teniendo como punto de partida y eje articulador los corredores de conectividad identificados en el marco del proyecto de restauración y con la información recopilada en la línea base. Finalmente, en la sección 4.4 se presenta de manera práctica unas bases metodológicas genéricas para la identificación de la EEP que podrá ser replicable a escala municipal y subregional.

4.1 LÍNEA BASE DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1.1 Descripción General

El área de estudio corresponde a los municipios de La Cumbre, Restrepo, Vijes y Yumbo, los cuales están ubicados geográficamente en el centro del departamento del Valle del Cauca, se encuentran enmarcados por la cordillera Occidental, la cual comprende en su vertiente occidental la zona de drenaje hacia la cuenca del pacifico y en su vertiente oriental su zona de drenaje de la cuenca del río Cauca.

El área que abarca la zona de estudio es de 76.556 hectáreas, distribuidas por municipio como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Municipios del área de Estudio.

Área de Estudio	No. De Hectáreas	% con respecto al área de estudio
Yumbo	22.915,58	29.93
La Cumbre	22.162,88	28.95
Vijes	11.361,34	14.84
Restrepo	20.117,10	26.28
TOTAL	76.556,90	100.00

Fuente: Elaboración propia a partir de información de los EOT Municipales.

Los municipios cuentan con respectiva división política al interior, el municipio de Yumbo cuenta con 7 corregimientos y 21 veredas; Restrepo cuenta con 7 corregimientos y 27 veredas; mientras que La cumbre tiene 7 corregimientos y 32 veredas; finalmente Vijes con 9 corregimientos y 17 veredas.

4.1.2 Aspectos Biofísicos

4.1.2.1 Hidrografía

El sistema hidrográfico del área de estudio está compuesto en Yumbo, por los ríos Arroyohondo, Yumbo, San Marcos, Mulaló, los cuales nacen en la parte alta del flanco oriental de la cordillera occidental y vierten sus aguas al Río Cauca. Las otras corrientes que bañan al municipio son las quebradas de Yumbillo, Dapa y Santa Inés, las cuales nacen en la cima de la Cordillera Occidental; también se encuentran las quebradas Bermejil, Mulaló, San Marcos y Arroyohondo, que nacen en el contrafuerte de Rincón de Dapa y vierten sus aguas al río Cauca. El municipio de Vijes cuenta con el Río Carbonero, Río Vijes que nacen también en la parte alta de la cordillera y drenan sus aguas hacia el Río Cauca; el Río Mozambique, La Quebrada Sonadora, las quebradas Ilama, Ocache, El Tambor, Cachimbal y El Porvenir que nacen en la parte alta del flanco occidental de la cordillera occidental y vierten sus aguas hacia el Río Grande por la zona noroccidental del municipio de Restrepo.

En Restrepo se encuentra gran parte del Embalse Calima, Río Grande, Río Bitaco, Mozambique, Romerito y El Engaño, además de la Quebrada el Sinaí, la Quebrada Zabaletas y la Quebrada Aguamona, Seca, Monte Redondo, La Selva, El Trapiche, El Tambor y el Bosque, de las cuales la mayoría nace en Vijes, pero desemboca en Restrepo. Por último, en el municipio de La Cumbre se encuentran los Ríos Bitaco, Río Dapa, Río Grande, Río Mozambique, Río Pavas, Río Lomerito, Río Aguacatal y entre las principales quebradas se encuentran la Quebrada Los Ladrillos, Quebradas Cordobitas, Quebrada Los Indios y todos estos afluentes drenan al río Grande, Quebrada Aguas Claras, Quebrada Camaleón, Quebrada Cordobitas, Quebrada de Salazar, Quebrada Centella, Quebrada La Clorinda, Quebrada la María, Quebrada Saragoza, Quebrada Seca y Quebrada Timbío.

4.1.2.2 Cuencas Hidrográficas

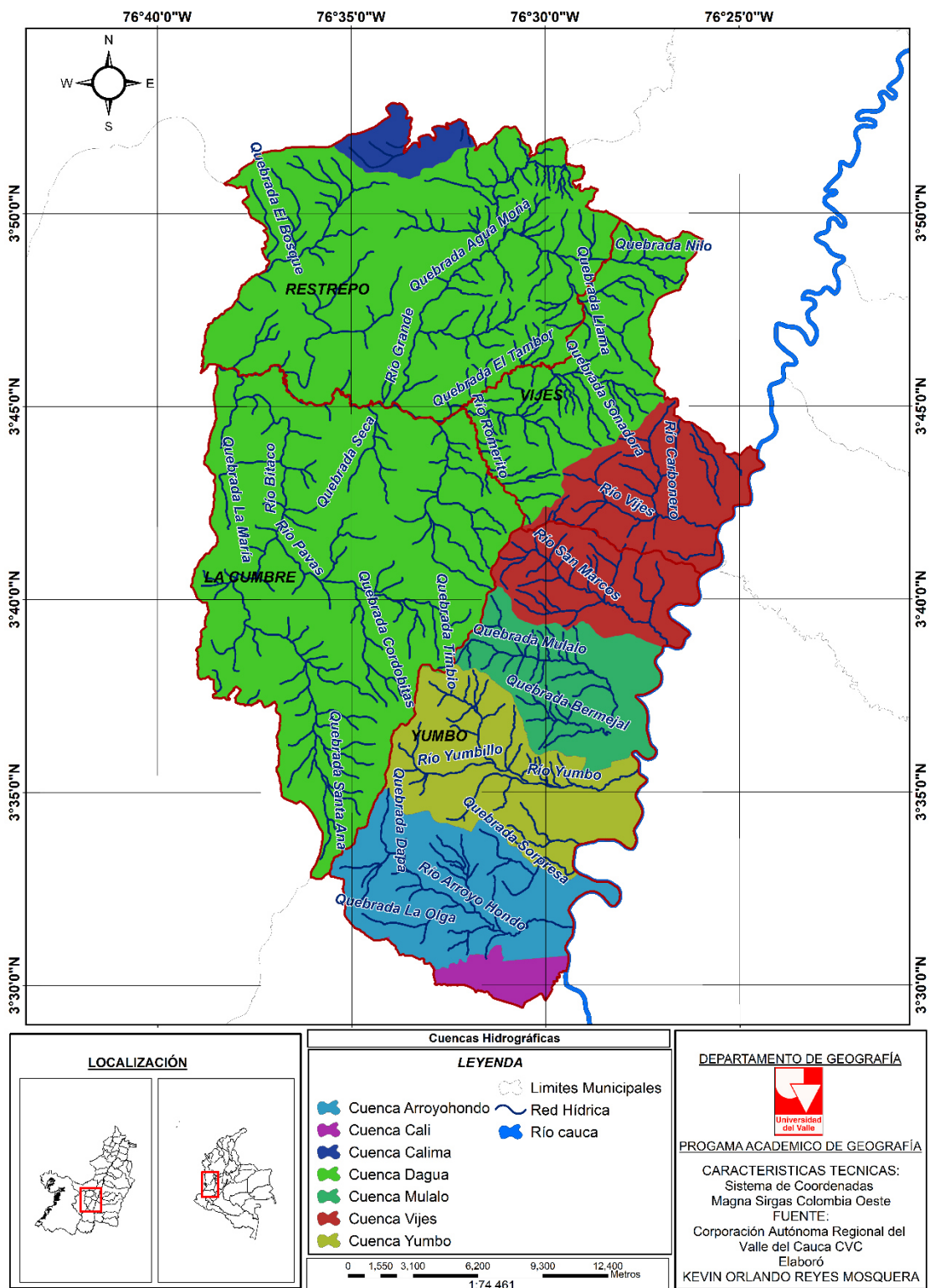
Los municipios objeto de estudio pertenecen a dos grandes áreas hidrográficas: La Magdalena-Cauca y la del Pacífico, dentro de los límites municipales se encuentran siete cuencas hidrográficas (ver figura 6). En la tabla 5 se pueden apreciar las áreas de cada una de las Cuencas en los respectivos municipios.

Tabla 5. Cuencas hidrográficas y áreas en los municipios objeto del proyecto

Área hidrográfica	Cuenca hidrográfica	Municipio	Área de la cuenca en el municipio
Magdalena-Cauca	Río Cali	Yumbo	1.027
	Río Arroyohondo	Yumbo	6.454
	Río Yumbo	Yumbo	6.615
	Río Mulaló	Yumbo	4.766
	Río Vijes	Yumbo	3.913
	Río Vijes	Vijes	4.764
	Subtotal		27.540
Pacífico	Río Dagua	Vijes	6.768
	Río Dagua	La Cumbre	22.163
	Río Dagua	Restrepo	18.891
	Río Calima	Restrepo	1.196
	Subtotal		49.018
Total			76.557

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos en ArcMap, sobre base cartográfica de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC).

Figura 6. Cuencas Hidrográficas del área de Estudio.



4.1.2.3 Índice de escasez de agua

El índice de escasez de agua se define “como la relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica disponible, luego de aplicar factores de reducción por calidad del agua y caudal ecológico”⁶⁸. Las cuencas del Arroyohondo, Yumbo, Mulaló y Vijes presentan altos niveles de índice de escasez superficial y subterráneo, que incluso superan el 500% en el caso de agua superficial para Vijes. Al observar la tabla 6 (índice de escasez por cuenca) se hace evidente la alta demanda de agua superficial en el área de estudio, especialmente en la cuenca de Vijes, Mulaló, Yumbo y Arroyohondo y demandas apreciables en las cuencas de Cali, Dagua y Calima, es decir, estas cuencas hacen uso de la oferta disponible hasta prácticamente agotarla, esta alta presión es debido a los altos valores de demanda, especialmente para las actividades agrícola, ganaderas y en el caso particular del área de estudio para las plantaciones forestales. Mientras que para los índices de escasez subterráneo las cuencas que presentan una demanda alta son la cuenca Vijes y Arroyohondo.

Tabla 6. Índice de escasez de agua en las cuencas hidrográficas objeto de estudio.

Área hidrográfica	Magdalena-Cauca					Pacífico	
Cuenca	Cali	Arroyohondo	Yumbo	Mulaló	Vijes	Dagua	Calima
Municipio	Yumbo	Yumbo	Yumbo	Yumbo	Yumbo	Restrepo	Restrepo
					Vijes	La Cumbre Vijes	
Índice de escasez superficial (%)	24,2	127,8	274,2	236,5	503,3	21,5	27,4
Índice de escasez subterráneo (%)	8,09	51,7	2,1	Sin datos	69,89	Sin datos	Sin datos

* El incremento color hacia rojo indica mayor valor, mientras que hacia amarillo indican menor. Alto>50%: Demanda Alta. Medio alto: 21-50: Demanda Apreciable. Medio 11-20 %: Demanda Baja. Mínimo 1 - 10 %: Demanda Muy Baja y No

⁶⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 865 de 2004 “Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones”. 2004. P. 4.

Significativo <1%: Demanda no significativa. **Fuente:** Elaboración propia a partir del Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2015-2036.CVC.

4.1.2.4 Índice de uso del agua

Definido como “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 temporales y espaciales” ⁶⁹. Para el área de estudio hay cuencas en las cuales el índice de usos es tan elevado que supera la oferta hídrica de la cuenca (ver tabla 7 y 8), es el caso de la cuenca del río Arroyohondo, Yumbo, Mulaló y Vijes, mientras que la cuenca del río Dagua y Calima la oferta es mayor que su demanda.

Tabla 7. Índice de uso de agua en las cuencas hidrográficas objeto de estudio

Área hidrográfica	Cuenca hidrográfica	Municipio	Índice de Uso	Calificación
Magdalena-Cauca	Río Cali	Yumbo	23,4	Moderado
	Río Arroyohondo	Yumbo	158,4	Muy Ato
	Río Yumbo	Yumbo	1.497,2	Muy Ato
	Río Mulaló	Yumbo	286,2	Muy Ato
	Río Vijes	Yumbo-Vijes	197,9	Muy Ato
Pacífico	Río Dagua	La Cumbre/Restrepo/Vijes	1,8	Bajo
	Río Calima	Restrepo	1,4	Bajo

* El incremento color hacia rojo indica mayor valor, mientras que hacia verde indican menor.

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2015-2036.

Las cuencas que presentan mayor presión sobre el agua superficial se encuentran principalmente en el municipio de Yumbo y Vijes con niveles críticos, mientras que en La Cumbre y también parte de Vijes se presenta condiciones bajas de presión sobre el uso superficial del agua (ver tabla 8).

⁶⁹ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM. Estudio Nacional del Agua 2014. 2015. P. 358.

Tabla 8. Rangos y categorías Índice de uso de agua

Rango (Dh/Oh)*100 IUA	Categoría IUA	Significado
>100	Critico	La presión de la demanda supera las condiciones de la oferta
50,01-100	Muy Alto	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
1,0-20	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: Elaboración propia a partir de información del Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2015-2036.

Podemos ver entonces que la situación relacionada con el estado actual del recurso agua, se está viendo seriamente afectado por la explotación exagerada de las cuencas hidrográficas, por lo que se deben de tomar las medidas de planificación necesarias para mantener la salud ecológica de estas fuentes hídricas, que además, de ofrecer agua para las actividades humanas, se hace necesaria que la fuente hídrica mantenga un caudal necesario para la prestación de otros servicios ecosistémicos relacionados con el mantenimiento de la biodiversidad en el tiempo. Si no se llegasen a tomar medidas encaminadas a la protección de los cauces y a la restricción de su uso, esta excesiva presión sobre las cuencas hidrográficas podría ocasionar la desaparición de la fuente hídrica.

4.1.2.5 Fuentes abastecedoras de Agua

Igualmente, a partir de información de los EOT y planes de desarrollo de los municipios se obtuvo la información relacionada con las fuentes abastecedoras de agua de las cabeceras municipales y zonas rurales (ver tabla 9). Los municipios se abastecen de diferentes ríos y quebradas, en el caso de Restrepo solo se abastece de dos quebradas; Vijes tiene la particularidad que se abastece, además de quebradas, de un pozo profundo, mientras que Yumbo se abastece de sus principales ríos y quebradas.

Tabla 9. Fuentes abastecedoras de agua

MUNICIPIO	FUENTE	MUNICIPIO	FUENTE
Restrepo	Quebrada La Mancha	Vijes	Quebrada Villa María
Restrepo	Quebrada La Italia	Vijes	Pozo Profundo
La Cumbre	Río Bitaco	Vijes	Quebrada Potrerito
La Cumbre	Río Pavas	Yumbo	Río Yumbo
La Cumbre	Quebrada el Diamante	Yumbo	Quebrada La Buitrera
La Cumbre	Quebrada Centenario	Yumbo	Quebrada Yumbillo
La Cumbre	Quebrada el Salto	Yumbo	Quebrada Honda
Vijes	Quebrada Carbonero	Yumbo	Quebrada La Cortina
Vijes	Río Potrerito	Yumbo	Río Arroyohondo

Fuente: Elaboración propia a partir de los Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) de los municipios de La Cumbre (2000), Restrepo (2000), Vijes (2000) y el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Yumbo (2000).

4.1.2.6 Clima

En cuanto al clima, la interacción entre las diferentes altitudes y la precipitación, establecen la presencia de tres zonas climáticas, tierras de clima cálido, moderadamente seco, con altitudes hasta los 1.400 m.s.n.m., con temperaturas que ascienden a 24 grados centígrados y niveles de precipitación que están entre los 800 y 1.000 mm.; tierras de clima medio seco, las cuales comprenden zonas entre los 1.400 y los 2.000 m.s.n.m., con temperaturas sobre los 18 grados centígrados y precipitaciones en el rango de los 1000 a los 1.200 mm y tierras de clima Frío con

altitudes mayores a 2.000 m.s.n.m., temperaturas menores a los 18 grados centígrados y precipitaciones mayores a los 1.200 mm.

La distribución de la precipitación en los municipios es bimodal “como resultado de la actividad de la zona de convergencia intertropical, con dos trimestres secos en los meses de enero a marzo y julio a septiembre, y dos períodos lluviosos de abril a junio y octubre a diciembre. Las precipitaciones anuales que se presentan en esta zona oscilan entre 1.000 y 2.000 mm”⁷⁰.

Por otro lado, en cuanto a los vientos los “predominantes son aquellos que vienen del Pacífico, generalmente con dirección Suroeste-Noreste en las primeras horas del día y de dirección Sur-Norte al finalizar la tarde cuando se hacen más rápidos y fuertes”⁷¹.

4.1.2.7 Ecosistemas

Los ecosistemas más importantes del área de estudio (ver tabla 10), son el BOMHUMH, Bosque medio húmedo en montaña Fluvio-gravitacional, es el más representativo de los cuatro municipios con 34.935 ha distribuidas en todos los municipios y principalmente en la vertiente del Pacífico de la cordillera Occidental, seguido del ecosistema AMMMSMH, Arbustales y Matorrales medio, muy seco en montaña Fluvio-gravitacional con 28.392,80 ha presente en el área de estudio, y en las vertientes del pacífico y del valle geográfico del río Cauca. En tercer lugar, se encuentra el BOCSEPA, Bosque cálido seco en piedemonte aluvial con 4.797,60 ha, solamente en los municipios de Yumbo y Vijes pero en la vertiente del valle geográfico del río Cauca.

⁷⁰ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC. Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2015-2036. 2015. P. 92.

⁷¹ ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE VIJES. Documento Técnico de Soporte, Esquema de Ordenamiento Territorial 2000 – 2009. P. 35.

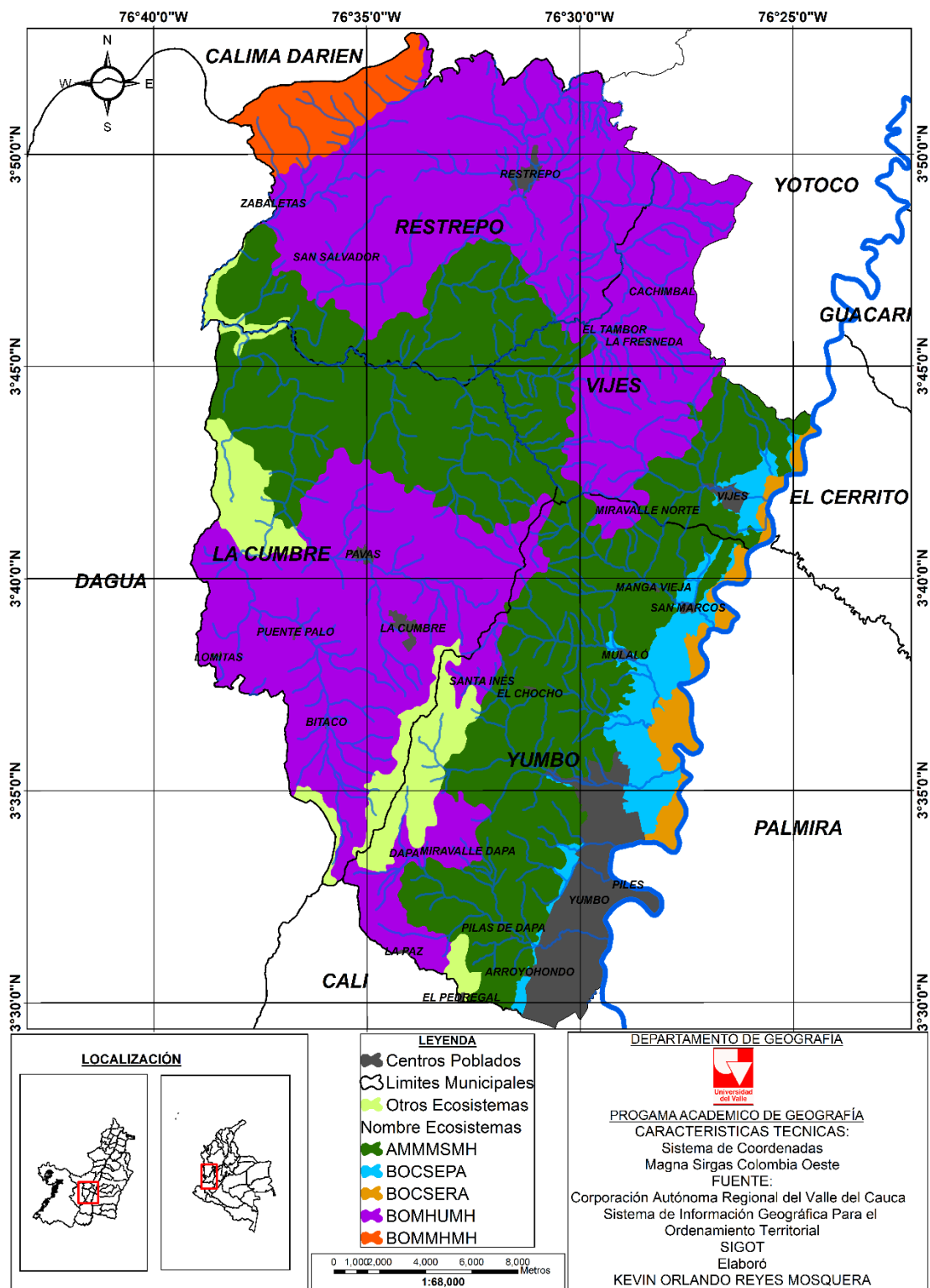
Tabla 10. Ecosistemas presentes en el área de estudio

Ecosistemas	Yumbo	La Cumbre	Vijes	Restrepo	Totales
AMCMSMH	0	125,4	0	242,4	367,8
AMMMSMH	12.200,50	7.440,60	4.163,50	4.588,20	28.392,80
AMMSEMH	247	0	0	0	247
BOCSEPA	4.289,40	0	508,2	0	4.797,60
BOCSERA	1.778,30	0	281,6	0	2.059,90
BOMSEMH	0	1.254,10	0	0	1254,1
BOFHUMH	1.558,40	764,6	0	0	2.323,00
BOMHUMH	2.842,00	12.548,10	6.408,10	13.136,80	34.935,00
BOMMHMH	0	0	0	2.149,60	2149,6
Totales	22.915,60	22.132,80	11.361,40	20.117,00	76.526,80

AMCMSMH: Arbustales y Matorrales cálido muy seco, en montaña Fluvio-gravitacional; AMMMSMH: Arbustales y Matorrales medio, muy secos en montaña Fluvio-gravitacional, AMMSEMH: Arbustales y Matorrales medio, secos en montaña Fluvio-gravitacional, BOCSEPA: Bosque cálido seco en piedemonte aluvial, BOCSERA: Bosque cálido seco en planicie aluvial, BOMSEMH: Bosque medio seco en montaña Fluvio-gravitacional, BOFHUMH: Bosque frío húmedo en montaña Fluvio-gravitacional, BOMHUMH: Bosque medio húmedo en montaña Fluvio-gravitacional, BOMMHMH: Bosque medio muy húmedo en montaña Fluvio-gravitacional.

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2015-2036.

Figura 7. Ecosistemas del área de estudio.



4.1.2.8 Déficit de Cobertura Vegetal

El déficit de cobertura vegetal puede ser entendido según el PGAR⁷² como el estado y la distribución actual de los ecosistemas según el grado de intervención, medido en el porcentaje de área original que se ha perdido o transformado a lo largo de los años en una área determinada. Este déficit nos permite comprender como y cuanto han cambiado la cobertura original de los ecosistemas a lo largo de la historia y cuales han sido los factores más relevantes que han producidos estos cambios. Las cuencas hidrográficas del área de estudio se caracterizan de acuerdo al PGAR, por ser de las que tienen los mayores déficits por su pérdida de cobertura vegetal (tabla 11).

Tabla 11. Déficit de coberturas según el grado de intervención en los Ecosistemas en los cuatro municipios

Área hidrográfica		Magdalena-Cauca				Pacífico	
Cuenca	Cali	Arroyohondo	Yumbo	Mulaló	Vijes	Dagua	Calima
Municipio	Yumbo	Yumbo	Yumbo	Yumbo	Yumbo Vijes	Restrepo La Cumbre Vijes	Restrepo
AMCMSMH	-	-	-	-	-	92	-
AMMMSMH	96	88	89	82	94	96	-
AMMSEMH	87	94			-	-	100
BOCSEPA	100	100	100	99	100	-	-
BOCSERA	100	100	100	99	100	-	-
BOMSEMH	-	-	-	-	-	89	-
BOFHUMH	11	42	46	-	-	22	43
BOMHUMH	67	52	76	66	81	64	71
BOMMHMH		-			-	25	

* El incremento color hacia rojo indica mayor valor, mientras que hacia blanco indican menor valor.

AMMMSMH= Arbustales y Matorrales medio, muy secos en montaña Fluvio-gravitacional, AMCMSMH= Arbustales y Matorrales cálido muy seco, en montaña Fluvio-gravitacional, AMMSEMH= Arbustales y Matorrales medio, secos en montaña Fluvio-gravitacional, BOMSEMH= Bosque medio seco en montaña Fluvio-gravitacional, BOFHUMH= Bosque frío húmedo en montaña Fluvio-gravitacional, BOMHUMH= Bosque medio húmedo en montaña Fluvio-gravitacional, BOMMHMH= Bosque medio muy húmedo en montaña Fluvio-gravitacional, BOCSEPA= Bosque cálido seco en piedemonte aluvial, BOCSERA= Bosque cálido seco en

⁷²CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC. Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2015-2036. 2015.

planicie aluvial. **Fuente:** Elaboración propia a partir de información del Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2015-2036.

Se puede observar que entre las cuencas hidrográficas más relevantes se encuentran: Arroyohondo con alto déficit de coberturas propias del Bs-T como el BOCSERA (100%); BOCSEPA (100%); en igual situación se observan las cuencas de Cali, Yumbo, Mulaló y Vijes para estos mismos ecosistemas. Para la cuenca del Pacífico, en específico la Cuenca del río Dagua el déficit de cobertura más significativos corresponden a AMMMSMH (96%) AMCMSMH (92%).

Finalmente analizando esta información, podríamos concluir que se requieren acciones contundentes para la recuperación y rehabilitación de estos ecosistemas que son tan importantes para la prestación de los servicios ecosistémicos, estas acciones deberán de ir acompañadas de una reconversión en el uso del suelo en la que se puedan desarrollar de manera sostenible las dinámicas productivas conjuntamente con las conservación del medio ambiente.

4.1.2.9 Erosión

En el Valle del Cauca 46.507 hectáreas (2,24% del área del Departamento) presentan erosión muy severa, principalmente, en el área de piedemonte de la cordillera Occidental y la cuenca del río Dagua, subcuenca de Río Grande⁷³. Esta situación que afecta todo el departamento tiene su origen en los conflictos por uso del suelo.

El manejo inadecuado de la tierra va deteriorando las condiciones necesarias para soportar la vida hasta el punto en que se pierde completamente la cobertura vegetal y se erosiona la superficie propiciando un proceso de desertización (ver tabla 12). Según el PGAR la erosión muy severa se presenta en sitios en los cuales se han implementado sistemas de ganadería extensiva que es un uso generalizado de los suelos en la zona de trabajo.

⁷³ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC. Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2015-2036. 2015. P. 103.

Tabla 12. Grado de Erosión y porcentaje de pérdida de Suelo.

CUENCA	GRADO DE EROSIÓN EN HECTÁREAS						
	ÁREA DE LA CUENCA	NATURAL	LIGERA	MODERADA	SEVERA	MUY SEVERA	SIN EVALUAR
Cali	21.527	11.057	632	2.941	3.004	958	2.934
Arroyohondo	6.454	312	0	2.557	2.253	0	1.365
Yumbo	6.715	230	0	1.786	2.305	585	1.809
Mulaló	4.767	1	42	640	1.286	1.015	1.781
Vijes	8.677	387	83	2.255	3.550	1.213	1.189
Dagua	142.339	62.248	6.371	44.164	16.830	10.989	1.737
Calima	137.380	45.526	64.113	23.848	1.767	86	2.040

	PORCENTAJE DE PERDIDA POR EROSIÓN CON RESPECTO AL ÁREA DE LA CUENCA						
	ÁREA DE LA CUENCA	NATURAL	LIGERA	MODERADA	SEVERA	MUY SEVERA	SIN EVALUAR
Cali	21.527	51,4	2,9	13,7	14,0	4,5	13,6
Arroyohondo	6.454	4,8	0,0	39,6	34,9	0,0	21,1
Yumbo	6.715	3,4	0,0	26,6	34,3	8,7	26,9
Mulaló	4.767	0,0	0,9	13,4	27,0	21,3	37,4
Vijes	8.677	4,5	1,0	26,0	40,9	14,0	13,7
Dagua	142.339	43,7	4,5	31,0	11,8	7,7	1,2
Calima	137.380	33,1	46,7	17,4	1,3	0,1	1,5

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2015-2036

Las cuencas hidrográficas del área de estudio presentan diferentes grados de erosión de acuerdo con el Plan de Gestión Ambiental Regional del Valle del Cauca, (ver tabla 12) que están ocasionando pérdidas más rápidas de las capas superiores del suelo y por consiguiente de sus nutrientes, aumentando la desertificación, la disponibilidad y la calidad del agua. Entre las cuencas más relevantes se encuentran: la cuenca Dagua con cerca de 31,02% de hectáreas con erosión moderada, 11,82% en erosión severa y 7,7% en erosión muy severa; la cuenca Arroyohondo con 39,61% de hectáreas en erosión moderada y 34,90 % en erosión severa; la cuenca Vijes con 25,98% de hectáreas en erosión moderada, 40,91% en

erosión severa y 13,97% en erosión muy severa y la cuenca de Yumbo con un 25,59% de hectáreas en erosión moderada, 34,32% en erosión severa y 8,71% en erosión muy severa.

4.1.2.10 Bosque plantado

En la figura 8 se puede observar en color azul oscuro el balance hídrico de los últimos 50 años obtenidos del modelo Waterworld⁷⁴. El balance hídrico hace referencia a la cantidad de agua que queda disponible en el territorio, después de que se llevan a cabo los procesos de precipitación, escorrentía, infiltración, y evaporación. Las zonas donde el balance hídrico es positivo, se encuentran en la cresta de la cordillera Occidental en altitudes por encima de 1.600 msnm entre los municipios de La Cumbre y Yumbo, las partes altas del Distrito de conservación de suelos del área protegida del Cañón de Río Grande al Nor-occidente de La Cumbre y Sur-Occidente de Restrepo, también al Nor-occidente de Restrepo y la parte alta de Vijes, todas estas áreas en la cresta de la cordillera, con valores mayores a 2.000 mm de promedio anual de precipitación.

En términos de planificación estratégica municipal, son estas áreas las más apropiadas para establecer conectividades de agua y biodiversidad; sin embargo, muchas de estas, presentan conflictos por uso del suelo que causan detrimento a la capacidad de retención, infiltración y regulación hídrica.

En el área de estudio hace presencia la Compañía Smurfit Kappa Colombia, quienes producen a partir de los cultivos forestales de diferentes especies, empaques de cartón, papel y pulpa de papel, se evidencia un conflicto de uso del suelo en las zonas de recarga de acuíferos, con plantaciones forestales que demandan altos volúmenes de agua para su desarrollo y que disminuyen la regulación y la capacidad de retención e infiltración de los suelos. Existen alrededor de 6.706 hectáreas de plantaciones forestales comerciales (Pinos y Eucaliptus) en los cuatro municipios, de las cuales 267,6 hectáreas (3,9%), están superpuestas con áreas donde el

⁷⁴ Desarrollado por Mulligan & Burke. 2005.

balance hídrico es positivo (> 1.250 mm). La escasez de agua en la cabecera municipal de Vijes, podría estar correlacionada con la presencia de plantaciones forestales, en estas áreas de captación cerca de las quebradas Carbonero y Villamaría con consecuencias como el desabastecimiento de agua para consumo humano. Los mayores valores de área de cultivos forestales se presentan en el municipio de Vijes, con un 16,4% de su extensión, Restrepo (10,3%) y en el municipio de La Cumbre con el (9,0%), (ver tabla 13).

Tabla 13. Extensiones de plantaciones forestales comerciales por municipios

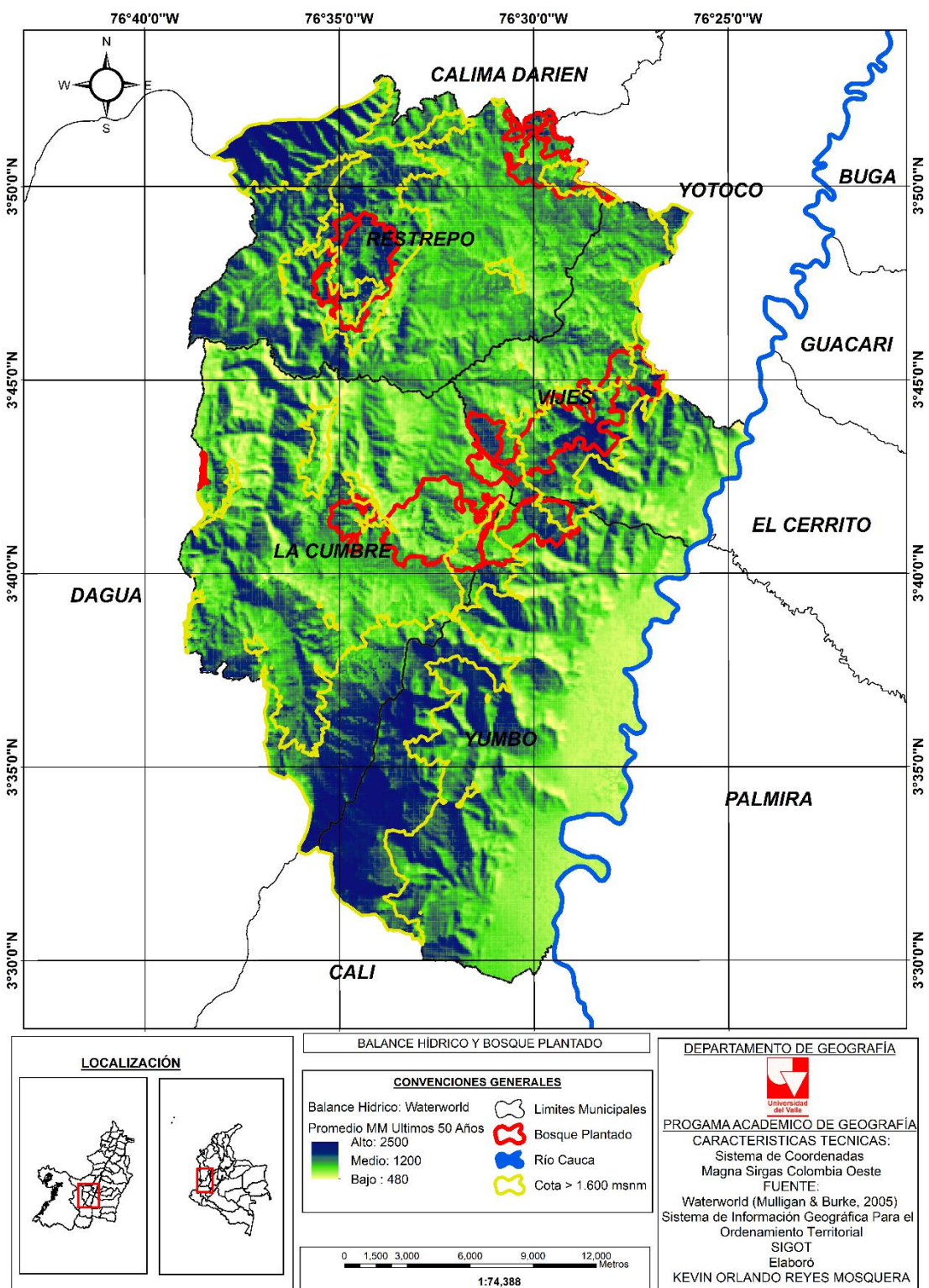
Municipio	Extensión Municipio	Hectáreas Plantadas	% Respecto a ha. Plantadas	% Respecto a Extensión Municipio
Yumbo	22.915,60	764,10	11,39	3,33
La Cumbre	22.162,90	1.997,50	29,79	9,01
Vijes	11.361,30	1.865,30	27,82	16,41
Restrepo	20.117,10	2.079,10	31,00	10,33
TOTAL	76.556,90	6.706,00	100,00	

Fuente: Elaboración propia a partir de información cartográfica del portal de Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Territorial (SIGOT) y calculada en ArcMap

Una importante área de este cultivo forestal se encuentra en las zonas altas de la cordillera entre los límites que comparte Vijes, La Cumbre, Yumbo y donde nacen gran cantidad de quebradas, algunos ríos y donde básicamente son las zonas de recarga de agua de las cuencas y micro cuencas hidrográficas que sustentan en parte el desarrollo de la sociedad y de estos territorios. En cuanto a Restrepo, sus plantaciones a pesar de no estar en zonas altas, se encuentran en el nacimiento de la quebrada Sinaí y de otras pequeñas quebradas limítrofes con el municipio de Yotoco. Estos cultivos forestales “han contribuido paulatinamente al deterioro de los parches de bosque nativo”⁷⁵.

⁷⁵ MUNICIPIO DE RESTREPO. Documento Diagnóstico Territorial del Municipio de Restrepo, Valle del Cauca. 2006. P. 21.

Figura 8. Balance hídrico y conflicto de uso con plantaciones forestales comerciales.



4.1.2.11 Áreas Protegidas

La salud de los ecosistemas es fundamental para mantener el tejido social y productivo de estos municipios. En este sentido las áreas protegidas, tanto de carácter público como privado que hacen parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y que han sido reglamentadas por el decreto 2372 del 2010⁷⁶, se convierten en un punto de apoyo estructural para garantizar la oferta de bienes y servicios ecosistémicos, en particular la oferta y regulación hídrica y la regulación climática. Estas áreas, suman un total de 15.824,54 hectáreas (ver tabla 14) representadas en: (1) Distrito de conservación de suelos (DCS), (4) Reservas forestales protectoras nacionales (RFPN), (1) Reserva forestal protectora regional (RFPR) y (7) Reservas Privadas de la Sociedad Civil (RNSC), (ver tabla 9).

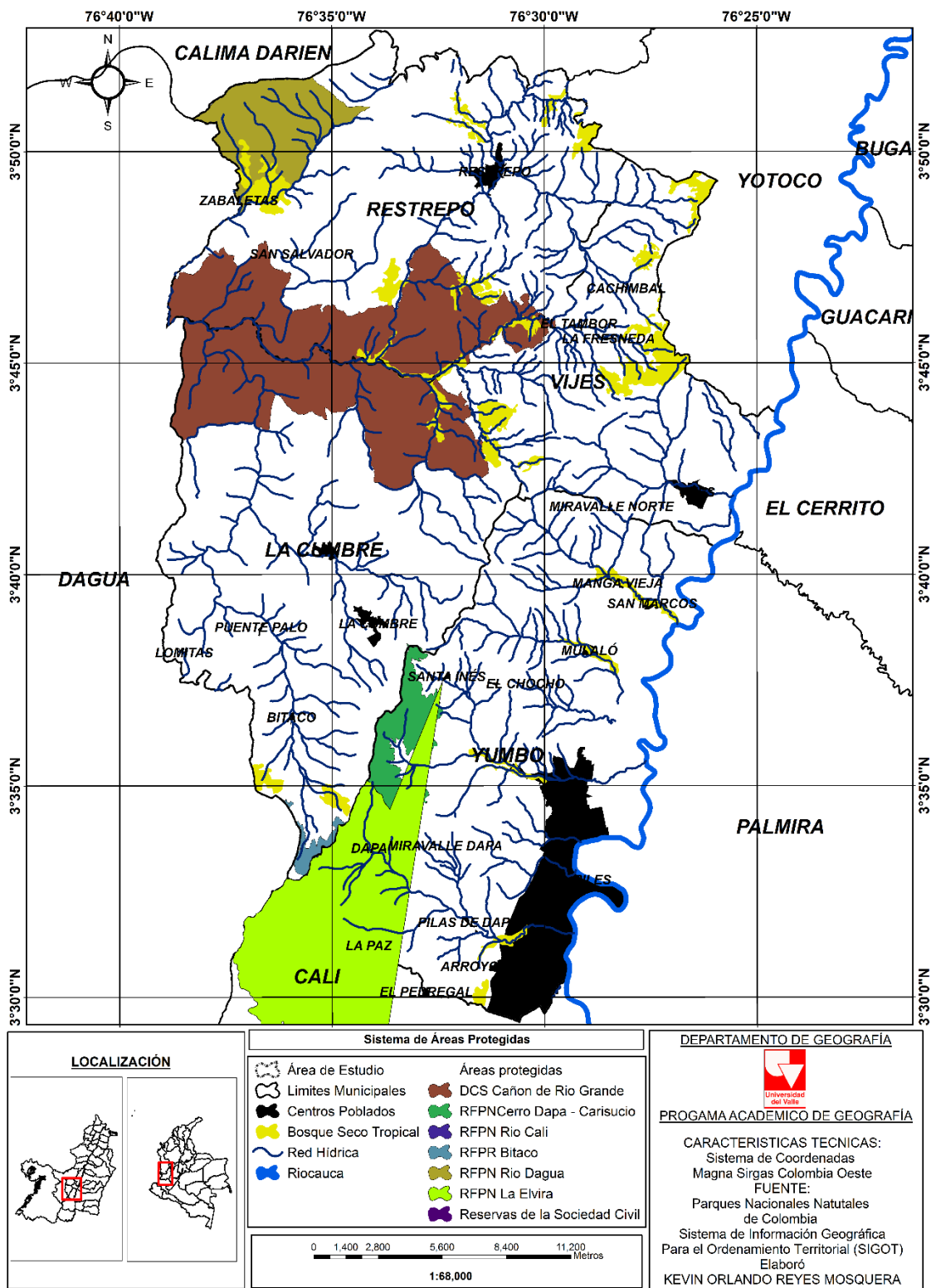
Tabla 14. Categorías y extensiones de las áreas protegidas.

Categoría	Nombre	Municipio	No. Hectáreas
Distrito de Conservación de Suelos (DCS)	Cañón del Rio Grande	La Cumbre	4.712,70
		Restrepo	4.450,20
		Vijes	268,9
		Total	9.431,80
Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPN)	Rio Dagua	Restrepo	2.212,10
Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPN)	Cerro Dapa-Carisucio	Yumbo	1.045,60
Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPN)	La Elvira	Yumbo	2.738,94
Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPN)	Cuenca alta del Rio Cali	Yumbo	6,2
Reserva Forestal Protectora Regional (RFPR)	Bitaco	La Cumbre	189,8
Reservas de La Sociedad Civil (RSC)	Corazones verdes	Yumbo	6,00
Reservas de La Sociedad Civil (RSC)	Samuel Vélez	Yumbo	6,5
Reservas de La Sociedad Civil (RSC)	Esparta	La Cumbre	24,3
Reservas de La Sociedad Civil (RSC)	Himalaya	La Cumbre	28,9
Reservas de La Sociedad Civil (RSC)	La Esperanza	La Cumbre	1,3
Reservas de La Sociedad Civil (RSC)	Masada	La Cumbre	7,1
Reservas de La Sociedad Civil (RSC)	La Cabaña	Vijes	126,00
Gran Total			15.824,54

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Registro Único de Áreas Protegidas (RUNAP).
<http://runap.parquesnacionales.gov.co/>

⁷⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto Numero 2372, 1 julio de 2010. Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.

Figura 9. Mapa de Áreas Protegidas del área de Estudio.



4.1.2.12 Ecosistemas Estratégicos: Bs-T y Bh-MB.

De acuerdo con el mapa de Bs-T levantado para Colombia por el Instituto Alexander von Humboldt⁷⁷ permanecen aún, de este ecosistema, en estos municipios 2.663 hectáreas, de las cuales: en Yumbo hay cerca de 402 ha (15,1%) de este bosque que se localiza en gran parte alrededor de las cuencas medias-altas de los ríos Arroyohondo, Yumbo, San Marcos y la Quebrada Mulaló; en Vijes se encuentra la mayor concentración de este bosque con alrededor de 1.011 ha (37,9 %), y se encuentran principalmente alrededor de los nacimientos del Río Carbonero, Río Mozambique, la Quebrada Nilo y la Quebrada la Sonora. El Municipio de Restrepo es el segundo en cantidad de Bs-T con 906 Ha (34 %) que se encuentran principalmente en los alrededores de la micro cuenca de la Quebrada Zabaletas, alrededor de la Quebrada Aguamona y de otras quebradas más pequeñas; por otra lado en el municipio de La Cumbre se identifican alrededor de 345 Ha (12,9 %) de Bs-T que se concentra en la Quebrada Minas, en la parte alta del Río Grande y alrededor del nacimiento del Río Bitaco. Se puede identificar por lo tanto una tendencia de concentración de los relictos de Bs-T hacia las corrientes superficiales de agua, esta concentración podría deberse a la disponibilidad de agua que hay en estos causes.

Por otro lado, el Bh-MB en estos municipios tiene un área de 18.519 Hectáreas, de las cuales: 3.880 hectáreas están en Yumbo (20,9%); 6.357 están en La Cumbre (34,3%); 2.227,8, en Vijes (12,1 %) y 6.052,3 en Restrepo (32,6%). Este ecosistema de la cordillera Occidental en el Valle del Cauca, tiene una continuidad espacial con el Bs-T y desde el punto de vista biogeográfico, es un puente que une tres grandes bioregiones: el Pacífico, Los Andes y el Valle del río Cauca.

Los bosques de niebla en el Valle del Cauca y en el área de estudio, debido a su amplia distribución tienen una magnífica riqueza de flora y fauna con una elevada

⁷⁷ INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT (IAvH). Distribución espacial del bosque seco tropical en Colombia (actualización del mapa nacional de BST a escala 1:100,000). 2015.

diversidad de especies endémicas. Sin embargo, actualmente amplias áreas de este bosque se encuentran ocupadas por el hombre y los servicios ecosistémicos que ofrece (agua para las personas, captura de CO₂, así como la retención y conservación de los suelos, la regulación climática y absorción de la radiación solar entre otros), están siendo afectados por los procesos erosivos, los monocultivos forestales, la ganadería extensiva, la expansión de la frontera agrícola, la deforestación y la densificación de los asentamientos humanos. Estos problemas ambientales limitan la disponibilidad del agua en las zonas adyacentes y los efectos del cambio climático tienden a empeorar la situación.

4.1.2.13 Áreas de Restauración

El Plan de Acción del Plan Nacional de Restauración 2015-2035⁷⁸, considera indispensable el mantenimiento y sostenibilidad de la oferta de bienes y servicios ecosistémicos para mejorar la calidad de vida de las comunidades a través de acciones de restauración ecológica con la participación de todos los sectores de la sociedad. Este Plan, contempla tres objetivos de la restauración ecológica (Recuperación, Restauración y Rehabilitación).

La restauración ecológica es entendida dentro del plan como un mecanismo para poder llegar a restablecer el ecosistema degradado a una condición similar en la que se encontraba el mismo antes de los impactos de la degradación respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además, el ecosistema después de llevarse a cabo la restauración debe ser autosustentable, garantizando la conservación de las especies de flora y fauna y la prestación de los servicios ecosistémicos asociados a este. Por otro lado, la rehabilitación ecológica hace referencia a llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al que había antes de la degradación, éste debe ser autosustentable, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos y por último se encuentra la recuperación

⁷⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. 2015. P. 38.

ecológica que hace alusión a recuperar algunos servicios ecosistémicos de interés para las sociedades; sin embargo, los ecosistemas resultantes no son autosustentables.

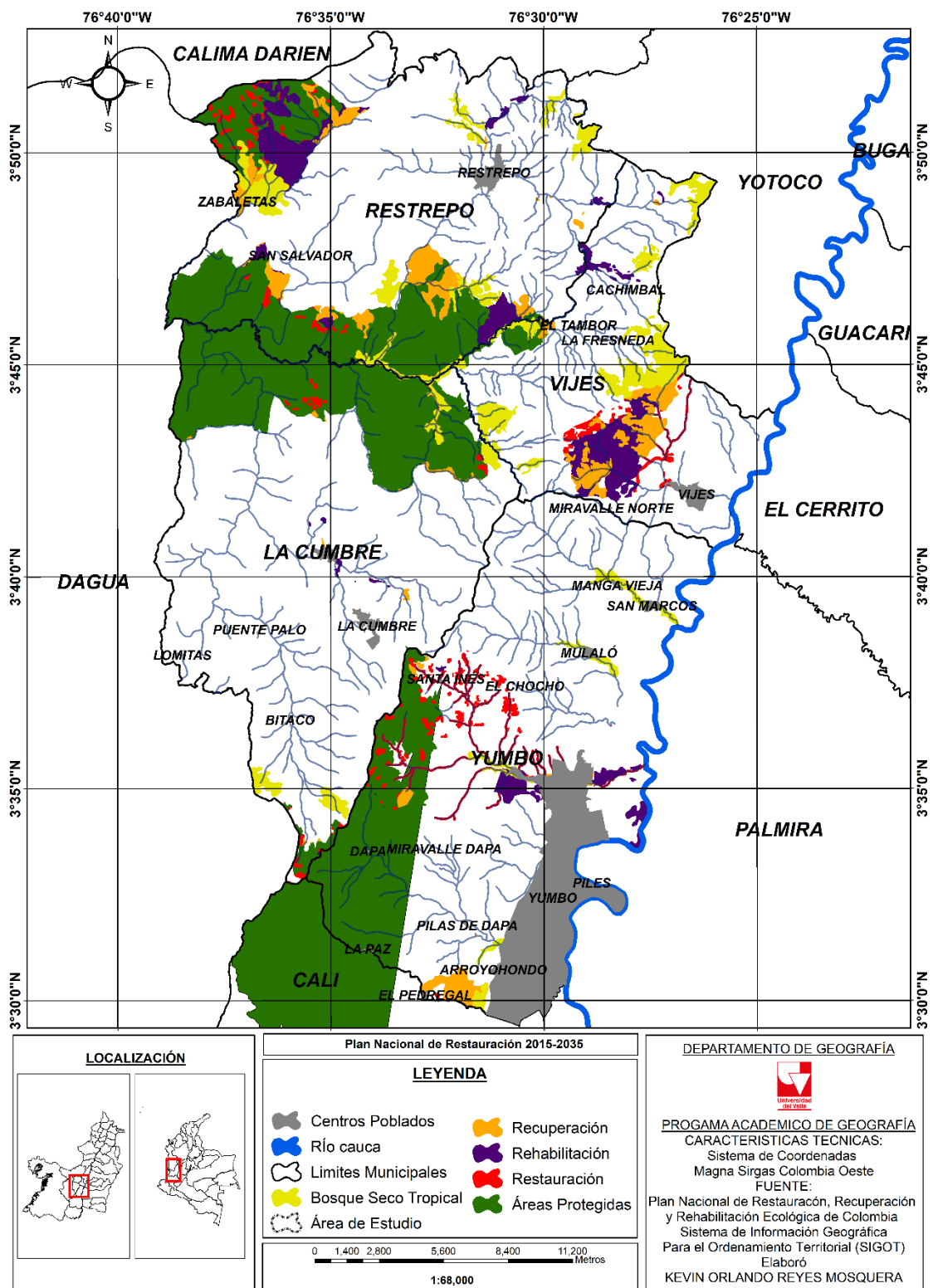
En los municipios objeto de investigación, el plan detecta un total de 2164,3 hectáreas (2,83 % del área total de estudio) en categoría de Recuperación distribuido de la siguiente manera: Yumbo 483,5 ha; La Cumbre 86,7 ha; Vijes 519,4 ha y Restrepo 1074,5 ha. En Restauración considera 838.67 hectáreas (1,10% del área total de estudio) así: 424,9 Ha en Yumbo, 93,9 ha en La Cumbre; 172,7 ha en Vijes y 147 Ha en Restrepo. Finalmente, en áreas de Rehabilitación considera un total de 1916,58 hectáreas (2,50% del área total de estudio) así: Yumbo 317,2, ha La Cumbre 19 ha; Vijes 760,4 ha y Restrepo 819,8 ha (ver tabla 15 y figura 10).

Tabla 15. Áreas y porcentajes de Recuperación, Restauración y Rehabilitación en los municipios objeto de estudio de acuerdo con el Plan Nacional de Restauración 2015.

Municipio	Área total del Municipio	No. de Has. En Recup.	% de Área en Recup.	No. de Has. En Resta.	% de Has. En Resta.	No. de Has. En Rehab.	% de Has. En Rehab.
Yumbo	22.915,60	483,6	2,1	424,9	1,9	317,2	1,4
La Cumbre	22.162,90	86,7	0,4	94	0,4	19,2	0,1
Vijes	11.361,30	519,5	4,6	172,7	1,5	760,4	6,7
Restrepo	20.117,10	1.074,60	5,3	147,1	0,7	819,8	4,1
TOTAL	76.556,90	2.164,40	2,83	838,70	1,10	1.916,60	2,50

* El incremento color hacia verde indica mayor valor, mientras que hacia blanco indican menor valor. Recup. = Recuperación; Resta. = Restauración; Rehab. =Rehabilitación. Elaboración propia a partir de información del Plan Nacional de Restauración 2015. **Fuente:** Elaboración propia a partir del Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. 2015.

Figura 10. Mapa Categorías de manejo según el Plan Nacional de Restauración.



La determinación del estado de los recursos naturales abordados en este capítulo permite entrever que la zona de estudio, a pesar de contar con 15.824,54 hectáreas de áreas protegidas, presenta grandes problemas relacionados con el medio ambiente, por un lado con la alta demanda de agua superficial en las cuencas hidrográficas, acentuada por los elevados índices de usos a las que son sometidas y en las cuales en algunas de las cuencas esta demanda de agua supera la capacidad de oferta de la misma.

Esta problemática relacionado con el agua tiene mucho que ver con que en muchas de estas cuencas, los déficits de cobertura vegetal sean uno de los más altos del Valle del Cauca, alcanzando en algunos ecosistemas hasta el 100% de pérdida de su cobertura, lo que de alguna manera también refleja los problemas relacionados con los altos índices de erosión en diferentes cuencas, que en conjunto están ocasionando poca retención y disponibilidad de agua, pérdida de biodiversidad, ampliación de la frontera agrícola, entre otros. También vale la pena mencionar que en las zonas altas de la cordillera Occidental donde el balance hídrico es positivo se encuentran cultivos forestales que de alguna manera están disminuyendo la disponibilidad de agua en las zonas más bajas y en las áreas de captación de agua para acueductos verdales y urbanos.

En cuanto a ecosistemas estratégicos, relictuales y predominantes, el Bs-T y el Bh-MB son los que mayor presencia tienen en el territorio y los que ayudan a mantener los servicios ecosistémicos relacionados con la disponibilidad del agua, el secuestro de carbono, la regulación climática, el control de la erosión y el hábitat de fauna y flora entre otros.

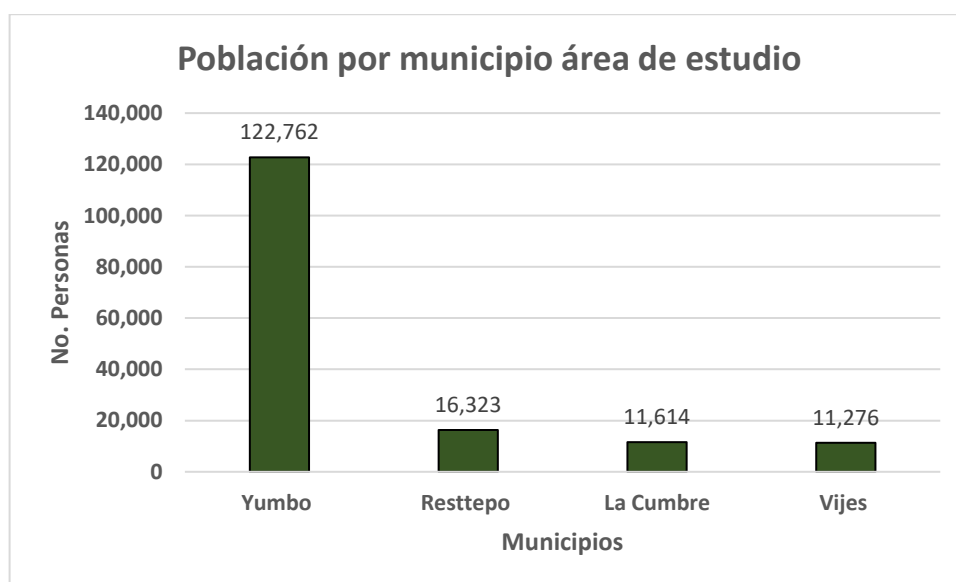
Como podemos ver, los principales problemas de la zona de estudio giran alrededor de la disponibilidad del agua, como servicio ecosistémico indispensable para la vida humana y animal, la pérdida de vegetación y la erosión. Se debe por demás garantizar el mantenimiento y sostenibilidad de la oferta de bienes y servicios ecosistémicos en el territorio para las comunidades y el medio ambiente, razón por la cual se deben de buscar estrategias para revertir estos problemas.

4.1.3 Aspectos Socioeconómicos

4.1.3.1 Población

El número de población para el área de estudio, que también es la misma que depende de los servicios ecosistémicos para su bienestar según las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)⁷⁹ es de alrededor de 161.975 personas, de las cuales el 75,7% se concentra en el Municipio de Yumbo, en Restrepo el 10%, en La Cumbre el 7,17% y por último Vijes con el 6,9% de la población (ver figura 11).

Figura 11. Población del área de estudio.



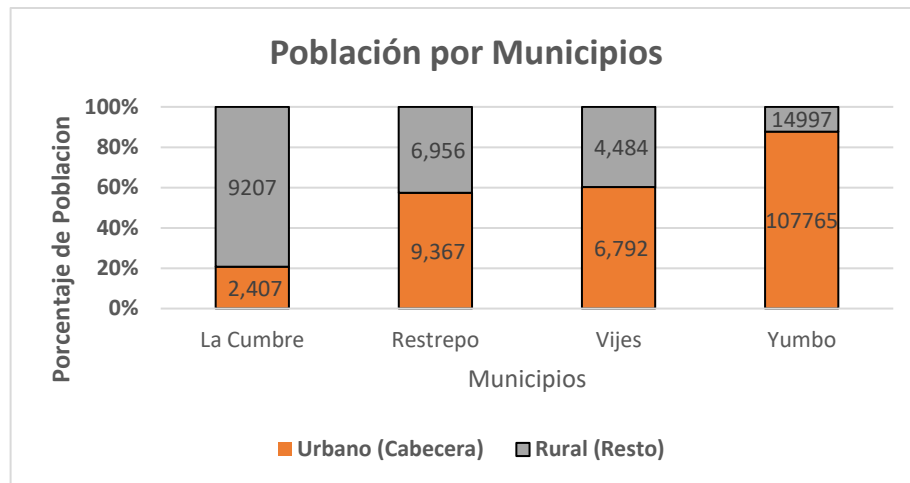
Fuente: Elaboración propia a partir del Censo 2005 del DANE

Por otra parte, el 78% de la población (126.331) se concentra en las cabeceras municipales, mientras que el 22% (35.644) lo hace en las zonas rurales. En lo que respecta a la población dentro de los municipios, claramente Yumbo presenta un número mayor de población (cerca del 80%) en la zona urbana y menor en la zona

⁷⁹ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Estimaciones de población 1985-2005 y proyecciones de población 2005-2020 nacional, departamental y municipal por sexo, grupos quinquenales de edad. 2005.

rural, contrario a lo que sucede en el municipio de La Cumbre donde cerca del 80% de la población se concentra en la zona rural y el resto en la zona urbana. Finalmente, en los municipios de Restrepo y Vijes cerca del 60% se encuentra en las zonas urbanas y el 40% restante en las zonas rurales.

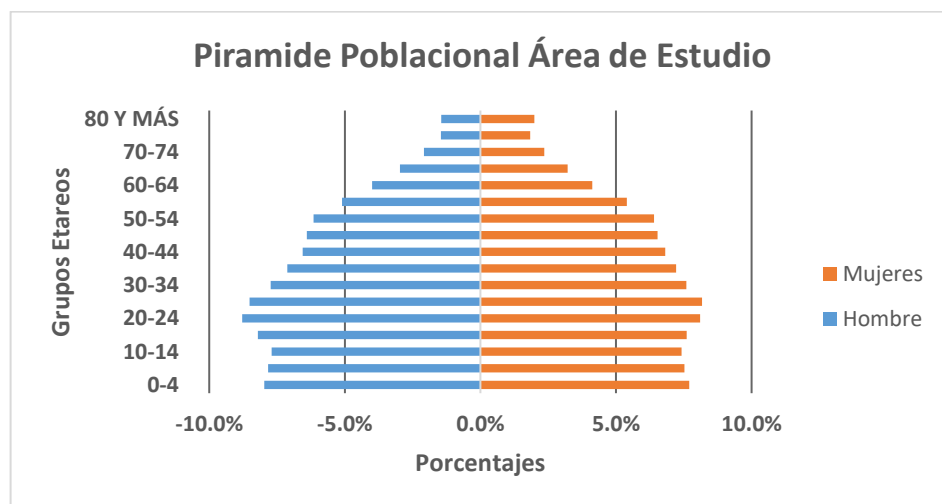
Figura 9. Población urbana y rural por municipios.



Fuente: Elaboración propia a partir del Censo 2005 del DANE

Del total de población del área de estudio 81.536 (50,3%) son hombres, mientras que 80.439 (49,7%) son mujeres, observándose una cifra homogénea, teniendo en cuenta el sexo de la población (figura 12).

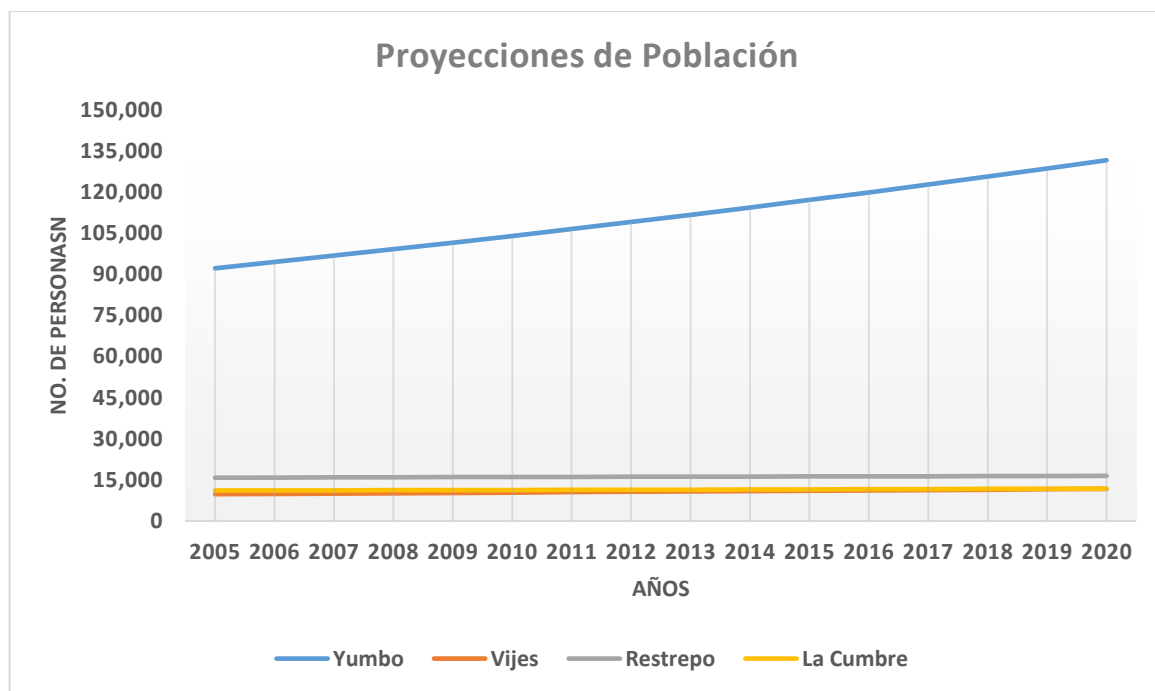
Figura 12. Grupos de Población del área de Estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de información del DANE.

Yumbo pasará de 92.214 habitantes en 2005 a 131.135 habitantes en el 2020, lo cual significa un aumento de población del 30% (38.921 habitantes) en 15 años. Vijes por su parte, aumentará en el mismo lapso de tiempo en 17% de su población, pasando de 9.781 habitantes a 11.685, mientras que La Cumbre y Restrepo aumentarán en 6% su población en el mismo periodo de tiempo (ver figura 13). El aumento progresivo de la población demanda ejercicios muy serios de sus gobernantes para asegurar el suministro de agua para consumo humano, y una planificación que permita la conservación de los servicios ecosistémicos.

Figura 13.Proyecciones de población por municipio.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de proyección de población del DANE. El número de población y el aporte al PIB nacional influye directamente en la categoría que le da el gobierno nacional a los Municipios y esta categoría determina las cantidades de dinero que se giran desde el nivel central hasta el nivel Municipal por lo que Yumbo por su nivel poblacional y por todas las industrias que se localizan en su territorio pertenece a la categoría 1, mientras que La Cumbre, Restrepo pertenecen a la categoría 5 y Vijes por su población menor de 10.000 habitantes en

el momento en que se realizó el último censo nacional y sus no tan cuantiosos aportes al PIB Nacional pertenece a la categoría 6.

Tabla 16. Categorías de municipios.

MUNICIPIO	CATEGORÍA	% Municipios a Nivel Nacional en esta categoría
Yumbo	1	0,59
La Cumbre	5	3,77
Restrepo	5	
Vijes	6	85,51

Fuente: Elaboración propia a partir de la Ley 617/00

En este orden de ideas, el Municipio de Yumbo pertenece el reducido grupo que equivale al 2,51 % de los municipios del territorio nacional que se encuentran en la categoría 1; por otro lado, La Cumbre y Restrepo pertenecen al 3,77% de los municipios pertenecientes a la categoría 5 y Vijes pertenece al 87,51 % de los municipios de Colombia los cuales pertenecen a la categoría 6.

La categoría tiene mucha influencia en municipios como La Cumbre, Restrepo y Vijes ya que no cuentan con grandes presupuestos para llevar a cabo la ejecución de proyectos, elaboración de estudios, etc.; y en casos particulares como el del municipio de Vijes es una razón “en la deficiencia del suministro de agua para el consumo humano”⁸⁰.

4.1.3.2 Necesidades básicas insatisfechas

En general los municipios que conforman el área de estudio presentan un nivel medio bajo de NBI, el cual oscila entre 17% para el municipio de Yumbo y 22% para el municipio de La Cumbre (ver tabla 17).

⁸⁰ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA CUMBRE VALLE DEL CAUCA. Esquema de Ordenamiento Territorial E.O.T Municipio de La Cumbre-Valle. 2000. P. 71.

Tabla 17. Necesidades básicas insatisfechas en los municipios objeto de estudio.

% Personas con NBI			
Municipio	Cabecera	Resto	Total
La Cumbre	14.12	24.90	22.69
Restrepo	15.36	28.00	20.84
Vijes	14.74	30.87	21.15
Yumbo	18.01	17.46	17.95

Fuente: Elaboración propia a partir de información del censo DANE 2005.

4.1.3.2 Predios

En el área de estudio se encuentran alrededor de 12.097 predios que bien podrían llamarse rurales ya que no hacen parte de las cabeceras municipales de los respectivos municipios, las extensiones de estos van desde los 0,29 kilómetros cuadrados hasta las 2.105,9 hectáreas.

Tabla 18. Número de Predios por municipio

Municipios	Extensión del municipio	No. Predios	% de predios con respecto al total
Yumbo	22915,58	4222	34,90
La Cumbre	22162,88	4073	33,67
Vijes	11361,34	1497	12,37
Restrepo	20117,10	2305	19,05
TOTAL	76556,90	12097,00	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos en Arcgis con shape de predios.

4.1.3.3 Sostenibilidad ambiental, social y económica de las comunidades campesinas

De otro lado, y en adición a las condiciones biofísicas actuales del territorio, las familias rurales se encuentran en un alto grado de vulnerabilidad social y económica. Prueba de ello lo confirman los datos de acceso a servicios derivados del último censo agropecuario (ver tabla 19). Alrededor del 56% de las Unidades agrícolas en los cuatro municipios carecen de energía eléctrica, en promedio sólo el 5% de dichas unidades posee alcantarillado y cerca del 44% no posee acueducto.

Estas cifras son significativas si se considera la cercanía de estos municipios a los principales centros urbanos del departamento y confirman las limitaciones que tienen las familias rurales para enfrentar los retos del desarrollo sostenible. Confirman también la limitada disponibilidad de agua para la siembra de diferentes productos, lo que implica que las siembras están totalmente dependientes de la lluvia. Esto refleja que la agricultura de estos municipios no obedece a un ejercicio cuidadoso de la planificación del territorio ni a la incorporación de prácticas que faciliten procesos de adaptación al cambio climático y sus efectos adversos.

Tabla 19. Acceso a servicios en unidades agrícolas rurales de los municipios objeto de estudio.

Municipio	Ocupadas con personas presentes	Energía Eléctrica	%	Alcantarillado	%	Acueducto	%	Ninguno	Total de Viviendas
La Cumbre	2.623	2.524	50	245	5	2.199	44	98	5.002
Restrepo	1.076	1.066	62	195	11	934	54	8	1.716
Vijes	917	884	49	33	2	567	31	33	1.813
Yumbo	2.672	2.596	62	224	5	1.959	46	76	4.214
TOTALES	8.180	7.922	56,4	707	5,0	6.267	44,7	228	14.035

Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Nacional Agropecuario 2014.

La determinación del estado socioeconómico del territorio abordado en este capítulo permite concluir que la mayoría de la población se concentra en las áreas rurales de los municipios, exceptuando a Yumbo, donde la mayoría se encuentra en la cabecera urbana, además de que las proyecciones hablan de un aumento gradual de la población, que será menor en La Cumbre, Restrepo y Vijes comparados con Yumbo que tendrá un aumento más alto y significativo.

También se puede entrever que la agricultura sigue siendo en las zonas rurales, la principal actividad que llevan a cabo las personas, se cultivan una gran cantidad de diferentes alimentos y la ganadería también forma parte importante en algunos municipios de las actividades económicas. Vale la pena aclarar que en los últimos años el turismo ha tomado una fuerza importante en la región y ha permitido el

desarrollo de actividades dedicadas al veraneo, que van de la mano con la venta de diferentes productos hacia los turistas. La industria y el comercio también juegan papel importante en las actividades económicas de la subregión, principalmente en Yumbo y Restrepo, pero solo se dan en las zonas urbanas o cabeceras.

Por otro lado, todavía existen necesidades básicas insatisfechas en los 4 municipios, principalmente en las áreas rurales, en lo que concierne a acueducto, alcantarillado y energía eléctrica, mientras que en las cabeceras municipales este fenómenos es muchísimo menos encontrado. Las zonas rurales se encuentran en un grado alto de vulnerabilidad porque no cuentan con las condiciones necesarias para desarrollar y tener una vida ambiental, social y económicamente sostenible.

Los aspectos biofísicos y socioeconómicos en su conjunto permiten ver que el área de estudio presenta una dinámica intensiva en el uso de los recursos naturales y en su transformación, como consecuencia de esto se está poniendo en riesgo los servicios ecosistémicos prestados por la naturaleza. Para garantizar estos servicios, se deben entonces establecer mediante planificación una estructura mínima que debe protegerse y preservarse para garantizar el desarrollo sostenible de las personas, sin deteriorar el medio ambiente.

Es bajo estos efectos donde los instrumentos de planificación se deben de consolidar como mecanismos por los cuales se pueden realizar la gestión de la Estructura Ecológica Principal, esto permitiría una valoración integral de los recursos naturales y servicios ecosistémicos y centraría esfuerzos para la protección y conservación de los mismos, los instrumentos deberían entonces articularse entre sí y ahondar esfuerzos en conservación de la biodiversidad.

4.2 PROYECTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

El proyecto que lleva por nombre “Agua para todos: Restauración del Bs-T y Bh-MB un modelo de reconstrucción del tejido social para la conservación del agua, el suelo, la biodiversidad y el bienestar de las generaciones presentes y futuras”, parte del problema de que las áreas prioritarias para la captación del recurso hídrico (Bs-T y Bh-MB) y las comunidades que ocupan y hacen uso de éstas, se encuentran en alto grado de vulnerabilidad frente al cambio climático.

El proyecto pretende intervenir las áreas prioritarias para la conservación del recurso hídrico en los municipios de La Cumbre, Restrepo, Vijes y Yumbo, entre las cuales se incluyen: zonas de captación, áreas de protección alrededor de nacimientos de agua, rondas de ríos y quebradas; buscando además conectar relictos de Bs-T de las partes bajas y el Bh-MB de las zonas altas Bh-M, que constituyen los dos ecosistemas predominantes en el área de estudio. Desde su formulación este proyecto planteó una metodología eminentemente participativa en todas sus etapas, no solo para la recolección y revisión de la información, sino para la construcción colectiva de los productos.

4.2.1 Identificación de corredores

Para la identificación de los corredores se utilizan variables biofísicas y ambientales que permitieran al realizar el análisis multicriterio, encontrar las mejores condiciones naturales para el desarrollo de procesos de restauración ecológica, esas características se presentan a continuación:

4.2.1.1 Cobertura de bosque

Para esta capa se ha hecho evidente la notable desactualización de la información de delimitación de cobertura de la tierra y por ende de bosque por parte de los entes gubernamentales encargados de la realización de la cartografía oficial para el País, por ejemplo la capa de cobertura de la tierra del IDEAM no corresponde con los bosque que actualmente se encuentran en los municipios de estudio, lo mismo

sucede con la capa de bosque del SIGOT, no aparecen grandes cantidades de bosque que en realidad y con base a salidas de campo se puede corroborar que si lo hay, por consiguiente se decidió trabajar con una fuente más fidedigna y veraz para la cobertura de bosque, se optó entonces por trabajar con la información de interpretaciones realizadas por el aplicativo Global Forest Watch de la Universidad de Maryland, Departamento de Ciencias Geográficas, quienes por medio del análisis e interpretaciones de imágenes de satélite Landsat obtienen resultados de cobertura, pérdida y ganancia de bosque para todo el mundo. Para este caso se descargó la cobertura de bosque para el año 2015, mucho más actualizada que las de fuentes nacionales gubernamentales. Esta cobertura se define como cierre del dosel para toda la vegetación más alta que 5 m de altura, codificada como un porcentaje por celda de la cuadrícula de 0-100%, de salida, con un tamaño de las celdas de 30x30 y esta capa viene en formato Raster.

4.2.1.2 Modelo de elevación digital (DEM)

El modelo de elevación digital (DEM) o *Digital Terrain Model* por sus siglas en inglés, es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, contiene como su nombre lo indica el valor de la altura para el área de estudio, este valor se encuentra en formato raster y cada valor de altura se encuentra en un tamaño de celda de 30 x 30 metros, es decir que por ejemplo un valor de altura de 250 metros sobre el nivel del mar se encuentra en una celda de 900 metros cuadrados. Las imágenes satelitales Dem son el resultado de *El Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), una misión de la NASA y la *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA) de participaron internacional para adquirir datos de radar que se utilizaron para crear la primera serie casi global de elevaciones del terreno.

4.2.1.3 Formas del paisaje.

Se define como cualquier característica física de la superficie de la tierra que tiene una propiedad y una forma conocida.

Las formas del paisaje del área de estudio incluyen: Corrientes, que son las zonas de corriente natural de agua superficial como los ríos, quebradas, etc. Valles, que son depresiones terrestres entre dos vertientes, con forma alargada; Llanuras, que son grandes zonas de terreno plano con algunas ondulaciones suaves; Drenajes de la Mitad de la ladera, son los drenajes de las pendientes medias, Drenajes de Zonas planas; son las corrientes de agua de las zonas más planas, Pendientes Abiertas, son pendientes altas que se encuentran en zonas escarpadas; Pendientes o Vertientes Superiores, son cuestas superiores, es decir terrenos muy inclinados; Crestas Locales, son las Colinas que se localizan en los valles; Crestas de la Mitad de la Ladera, son las crestas pequeñas que se localizan en las Colinas de las llanuras y las Crestas Altas, por ejemplo los picos en forma de V invertida. Cada forma del paisaje se encuentra en un tamaño de celda de 30 x 30 metros.

4.2.1.4 Balance hídrico

Definido como la cuantificación de la disponibilidad del recurso hídrico, está asociado al aporte de precipitación recibida en un lugar específico y descontando las pérdidas generadas por la evapotranspiración real calculada a partir de la cobertura y tipo de vegetación. Esta característica es el resultado de un proceso realizado en el aplicativo Waterworld versión 1 y es el resultado de un análisis hidrológico de datos de los últimos 50 años. Este aplicativo permite realizar pruebas para el desarrollo e implementación de políticas relacionadas con la tierra y el agua para lugares y regiones en todo el mundo y se utiliza para el estudio y la investigación de la dinámica de los recursos hídricos ya sea a nivel mundial, regional, nacional o local, así como su deterioro por las acciones antrópicas, la

herramienta permite también generar a partir de información recopilada de muchas fuentes del mundo, escenarios de cambio climático a futuro. Cada valor de balance hídrico se encuentra en un tamaño de celda de 30 x 30 metros.

4.2.1.5 Erosión o suelo desnudo

Definida como la pérdida de suelo por medio de acción de procesos naturales principalmente la lluvia y el viento, además por procesos antrópicos. Esta característica es el resultado de un proceso realizado en el aplicativo Waterworld versión 1 para el año 2017, el cual calcula el porcentaje de erosión del suelo a partir de variables definidas dentro del modelo que tiene que ver con la pérdida de cobertura vegetal en el transcurso del tiempo. Al igual que el balance hídrico cada valor de erosión se encuentra en un tamaño de celda de 30 x 30 metros.

4.2.1.6 Áreas protegidas

El Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial define un área protegida como una “Área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación”⁸¹. Las áreas protegidas dentro del área de estudio se descargaron de la página del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas RUNAP⁸². Las Áreas protegidas que se encuentran dentro del área de estudio se pueden observar en la tabla 14.

⁸¹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto No. 2372 del 1 de julio del 2010. " Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones. 2010. P. 3.

⁸² Parques Nacionales Naturales. Registro Único de Áreas Protegidas (RUNAP). Consultado y Disponible en: <http://runap.parquesnacionales.gov.co/>

4.2.1.7 Red Hídrica

Esta capa hace referencia a las líneas de drenaje que corresponden a ríos, quebradas y en general drenajes por donde escurre el agua superficial. Se puede realizar la descarga desde la página web de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC).

4.2.1.8 Fuentes de Datos

Las fuentes de información espacial que se utilizaron en la presente investigación son de carácter gubernamental y producen cartografía en diferentes escalas, (ver tabla 20).

Tabla 20. Fuentes de información de capas geográficas para Colombia.

ELEMENTO	AÑO	FUENTE	ORDEN	ESCALA
Áreas importantes para la conservación de las aves	2015	IAVH	Nacional	1:100.000
Bosque Seco tropical	2015	IAVH	Nacional	1:100.000
Biomás	2008	IGAC	Nacional	1:100.000
Centros Poblados	2015	DANE	Nacional	1:100.000
Cobertura de Bosque Hansen	2015	Global Forest Watch	Nacional	1:100.000
Cobertura de la tierra	2008	IGAC	Nacional	1:100.000
Conflicto en el uso del suelo	2003	IGAC	Nacional	1:100.000
Cuencas Hidrográficas	2002	IGAC	Nacional	1:100.000
	2014	CVC	Dptal.(Valle)	1:100.000
Ecosistemas	2008	IGAC	Nacional	1:100.000
	1998	IAVH	Nacional	1:2.000.000
	2012	SINCHI	Nacional	1:100.000
Erosión del Suelo	2003	IGAC	Nacional	1:100.000
	2014	CVC	Dptal.(Valle)	1:100.000
Paramos	2013	IAVH	Nacional	1:100.000
Red de Drenaje	2012	DANE	Nacional/Dptal.	1:100.000

Continuación tabla 20

Red Vial	2006	IGAC	Nacional	1:100.000
	2012	DANE	Nacional/Dptal.	1:100.000
Restauración Ecológica	2015	MIN. AMBIENTE	Nacional	1:100.000
Reservas Forestales Protectoras Nacionales	2016	SINAP	Nacional	1:100.000
Parques Nacionales Naturales	2016	SINAP	Nacional	1:100.000
Áreas de recreación	2016	SINAP	Municipal	1:100.000
Distritos de Conservación de Suelos	2016	SINAP	Municipal	1:100.000
Distritos Regionales de Manejo Integrado	2016	SINAP	Regional	1:100.000
Parques Naturales Regionales	2016	SINAP	Regional	1:100.000
Reservas Forestales Protectoras Regionales	2016	SINAP	Regional	1:100.000
Reservas Naturales de la Sociedad Civil – RNSC	2016	SINAP	Municipal	1:100.000

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión de los siguientes portales geográficos: Instituto de Investigaciones Alexander Von Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente, Departamento Nacional de Estadística, Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca y Global Forest Watch.

4.2.1.9 Procedimiento para identificar posibles corredores

Para el procesamiento, la elaboración y análisis de la cartografía se utilizaron varios programas referentes a los sistemas de información geográfica (ver tabla 21), articulados en diferentes momentos de la investigación y con diferentes propósitos, permitiendo así, el análisis y la identificar de los corredores de conectividad ecológica.

Tabla 21. Programas utilizados para la realización de la investigación.

Programa	Características	¿Software Libre?
ArcGis 10.5	Sistema que permite organizar, analizar, comparar, compartir, crear, recopilar y distribuir información geográfica, es la plataforma líder en el mundo Occidental en manejo de datos espaciales y en esta a la vanguardia como uno de los Software más completos en materia de análisis espacial.	No, la licencia debe ser adquirida por la persona o la entidad que desee trabajar con el programa.
QGIS	Sistema de código libre licenciado que proporciona unas grandes posibilidades a través de sus funciones básicas y complementos descargables. En este programa se puede visualizar, gestionar, editar y analizar datos y diseñar mapas imprimibles.	Si, licenciado y constantemente actualizado.
SagaGis 6.0 (sistema automatizado para el análisis geocientífico)	Diseñado para una fácil y eficaz aplicación de algoritmos espaciales, por lo que su fuerte son los formatos de capas en Raster proporcionando al usuario una interfaz muy fácilmente accesible con muchas opciones de visualización.	Si, licenciado y constantemente actualizado.
MCAS-S (Multi-Criteria Analysis Shell for Spatial Decision Support)	Poderoso sistemas de soporte de decisión espacial, permite a partir del análisis multicriterio crear mapas a partir de capas y de métodos de clasificación y combinación de estas capas, fácil de usar, diseñado para ayudar a visualizar y combinar información mapeada de una manera flexible e interactiva. MCAS-S se puede utilizar para construir un proyecto en cualquier escala y resolución.	Si, licenciado y constantemente actualizado.

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron varios ejercicios para identificar los posibles corredores a restaurar para conectar los relictos de Bs-T con el Bh-MB que se encuentran en las vertientes

del Pacífico y del Valle Geográfico del río Cauca. En un primer ejercicio se identificaron las variables que se creía tenían gran influencia para el proyecto y servirían para la identificación de los corredores de conectividad; estas variables fueron las siguientes: cobertura de bosque de Hansen, modelo de elevación digital (DEM), formas del paisaje derivadas del DEM, balance hídrico, Bs-T, El porcentaje de erosión, pendiente del terreno, ríos, vías, bosque plantado de Cartón Colombia, balance hídrico y erosión del suelo.

Como muchas de estas variables son de carácter nacional y solo se necesitaba la información para los cuatro municipios de estudio, lo primero que se realizó fue un recorte con la información en formato Shape. Esta actividad se realizó con el procesamiento en Arcgis que se denomina Clip, siguiendo la ruta *ArcToolbox/ Analysis Tools/ Extract/Clip*. Esta herramienta permite recortar puntos, líneas y polígonos de una capa basados en el perímetro definido por el contorno de otra capa, así la información que era de carácter nacional se recortó a partir del perímetro definido del área de estudio, que en este caso fueron los municipios de Yumbo, Vijes, La Cumbre y Restrepo, así solo se obtuvo la información para el área de interés. Para las capas en formato Raster se debe realizar un procesamiento en Arcgis llamado *Extract By Mask*, que se encuentra en la siguiente ruta: *ArcToolBox/Spatial Analyst Tools/Extraction/Extract By Mask*. Esta herramienta permite extraer las celdas de un raster que corresponden a las áreas definidas por una máscara, en este caso el raster de entrada y la máscara con la que se cortará este raster es la delimitación del área de estudio, lo que se obtiene al final es entonces un ráster de salida que contiene los valores de las celdas extraídos del raster de entrada.

Para el caso particular del modelo de elevación, Si se deben descargar varios Dem para una zona de estudio en particular, ya que un solo Dem no alcanza a abarcar la totalidad del área, se debe primero realizar un *Create Mosaic Dataset* en Arcgis, que se pueden encontrar con la siguiente ruta: *ArcToolBox/Data Management Tools/Raster/Create Mosaic Dataset*. Esta herramienta permite la unión o fusión de

dos o más raster formando un raster nuevo, posterior se realiza *un Extract By Mask* para la zona de interés.

Por último, como al extraer información de un raster con una máscara definida pueden quedar con pequeñas imperfecciones en los datos, por lo general quedan celdas o pequeños grupos de celdas sin información, debemos realizar un Fill en Arcgis o si se prefiere en Saga Gis. En Arcgis siguiendo la ruta: *ArcToolBox/Spatial Analyst Tools/Hidrology/Fill*, y en Saga Tool *Libraries/Terrain Analysis/Preprocessing/Fill Sink*. Esta herramienta realiza un relleno de las partes vacías de un raster con la información de sus vecinos más cercanos para que así el modelo de elevación resultante no contenga errores de alturas.

Ya con todas las capas recortadas para el área de estudio, se procedió a crear el proyecto en el programa MCAS-S, el cual sirvió para la realización en primer lugar de una reclasificación de las variables que utilizamos y en un segundo momento para la combinación de todas ellas en lo que se denomina un análisis multicriterio cuyo producto permitió ubicar las zonas de mayor interés para la restauración.

4.2.1.10 Clasificación de las Variables

Para poder identificar los corredores de conectividad se tuvo que llevar a cabo una clasificación de las variables de acuerdo a las especificaciones y necesidades del proyecto, cada una de las clasificaciones de las variables se muestra a continuación:

Altura: Para el área de estudio los valores de altura van desde los 685 hasta los 2.471 msnm que cubren tanto Bh-MB como Bs-T. Este modelo de elevación se clasificó según las consideraciones del panel de expertos considerando que la altitud más idónea donde deberían de localizarse los corredores de conectividad es desde los 1.600 msnm en adelante, esto debido a que desde esta cota altitudinal comienza particularmente para la zona de estudio la transición entre los ecosistemas Bs-T y el Bh-MB, lo que desde el punto de vista de la conectividad es muy importante porque facilitaría la conexión entre ambos ecosistemas, también se tuvo en cuenta que desde esta cota altitudinal es donde se encuentran las zonas de

balance hídrico positivo (ver figura 8), esto es realmente muy importante a la hora de llevar a cabo procesos de restauración ya que, habría disponibilidad de agua para realizar el respectivo riego de las plantas. Por lo tanto, se optó por clasificar las alturas mayores o iguales a 1.600 como las categorías más altas para la conectividad.

Tabla 22. Clasificación de Altura.

Valores de Altura	Categoría	Clase
685-1400 MSNM	Baja	1
1400-1600 MSNM	Media	2
1600-2471 MSNM	Alta	3

Fuente: Elaboración propia a partir de las consideraciones del panel de expertos.

Landform o formas del paisaje: Esta característica también se genera a partir del Dem, pero solo se puede realizar en el programa Saga Gis, siguiendo la ruta: Tool Libraries/Terrain Analysis/Mophometry/ TPI Based Landform Classification.

Para el área de estudio se tuvo en cuenta esta característica porque representa muy bien la geomorfología y en cuanto a restauración ecológica es muy importante porque permite identificar las zonas en las cuales hay mayores rangos de alturas, pendientes y donde puede haber más o menos disponibilidad de agua; por consiguiente se escogieron como las mejores formas del paisaje para llevar a cabo la restauración los Ridges, que en español traduce Filos, estos son las partes más altas y empinadas de la topografía y son importantes en la restauración porque estas zonas al igual que las más pendientes tienen muchos más problemas relacionados con la erosión, además en estas zonas se pierde mucha más agua que en las zonas bajas, ya que el agua escurre mucho más rápido, también se tienen como idóneas los *Valleys*, traducidos como Valles, ya que en estos en donde más agua se acumula y de alguna manera esto serviría en ahorrar esfuerzos para llevar a cabo la restauración y la conectividad entre ecosistemas, las variables en color rojo se muestran como las propicias para llegar a cabo conectividad y restauración, las variables en color verde son las que representan donde

moderadamente se pudiese llegar a restaurar y las de color azul las que definitivamente no son aptas para este proceso.

Tabla 23. Clasificación de Formas del Paisaje.

Formas del Paisaje	Categoría	Clase
<i>Midslope Drainage</i>	Baja	1
<i>Pland Drainages</i>	Baja	1
<i>Plains</i>	Baja	1
<i>Open Slopes</i>	Baja	1
<i>Local Ridges</i>	Baja	1
<i>Midslope Ridges</i>	Baja	1
<i>Upper Slopes</i>	Media	2
<i>High Ridges</i>	Media	2
<i>Streams</i>	Alta	3
<i>Valleys</i>	Alta	3

Fuente: Elaboración propia a partir de las consideraciones del panel de expertos.

Cobertura de bosque: Definida como el cierre del dosel para toda la vegetación de cinco metros de altura o más, codificado como el porcentaje de bosque que hay en cada celda de 30x30 metros, para el área de estudio los valores de densidad de cobertura de bosque van desde 0 hasta 100%, así pues, entre mayor sea el porcentaje de densidad mayor será la presencia de bosque. Cabe aclarar que esta capa toma en consideración toda la vegetación de 5 o más metros de altura, sin clasificarla en bosque seco o bosque húmedo, o cualquier otro tipo de bosque. Sin embargo, es importante para esta investigación porque en las zonas aledañas en donde se concentra mayor densidad de bosque se pueden llegar a restaurar con el propósito de restablecer la conectividad de la biodiversidad entre ecosistemas, entre relictos o parches de bosque, también se podría pensar en que se debería restaurar donde menos bosque halla, eso también puede ser cierto, pero para efectos de este ejercicio investigativo y en conjunto con los expertos se consideró mucho mejor que se podría llegar a restaurar cerca de donde hay bosque y entre parches de bosque (ver tabla 24), porque esto permitirá conectar por medio de la restauración las zonas de bosque que ya se encuentran constituidas.

Tabla 24.Clasificación de Densidad de Bosque.

% Densidad de Bosque por pixel de 30x30 metros	Categoría	Clase
0-33,33	Baja cobertura	1
33,33-66,66	Media cobertura	2
66,66-100	Alta cobertura	3

Fuente: Elaboración propia a partir de las consideraciones del panel de expertos.

Balance hídrico: Esta capa es el resultado de un modelamiento de los últimos 50 años de información hidroclimatológica para el Valle del Cauca, se debió entonces realizar un procesamiento en Arcgis llamado Extract By Mask, que se encuentra con siguiente la ruta: *ArcToolBox/Spatial Analyst Tools/Extraction/Extract By Mask*. Esto se realizó con el fin de que la formación se recortara con el perímetro del área de estudio, los valores de balance hídrico para la zona van desde 0 hasta 1.200 mm/año. Se optó por darle más relevancia a las zonas donde el balance hídrico es alto (ver tabla 25), es decir lugares donde hay altos excedentes de agua (la precipitación supera a la evapotranspiración), debido a que estos excedentes pueden ser utilizados como recurso para la restauración.

Tabla 25.Clasificación de Balance Hídrico.

Balance Hídrico en mm	Categoría	Clase
0-480	Bajo balance	1
480-1.200	Medio balance	2
1.200-2.500	Alto balance	3

Fuente: Elaboración propia a partir de las consideraciones del panel de expertos.

Erosión o suelo desnudo (en %): Para el área de estudio los valores de % de erosión van 0% hasta 26%, se decidió entonces darles más prioridad a las zonas con más de 3% de erosión (ver tabla 26) para llevar a cabo la restauración entendiendo que las zonas más erosionadas son lugares donde por medio de la siembra de especies específicas de árboles se puede revertir la erosión y más aún se puede prevenir a futuro el aumento de la misma.

Tabla 26.Clasificación de Porcentaje de Erosión.

% de Erosión	Categoría	Clase
0-3	Baja	1
>3	Alta	3

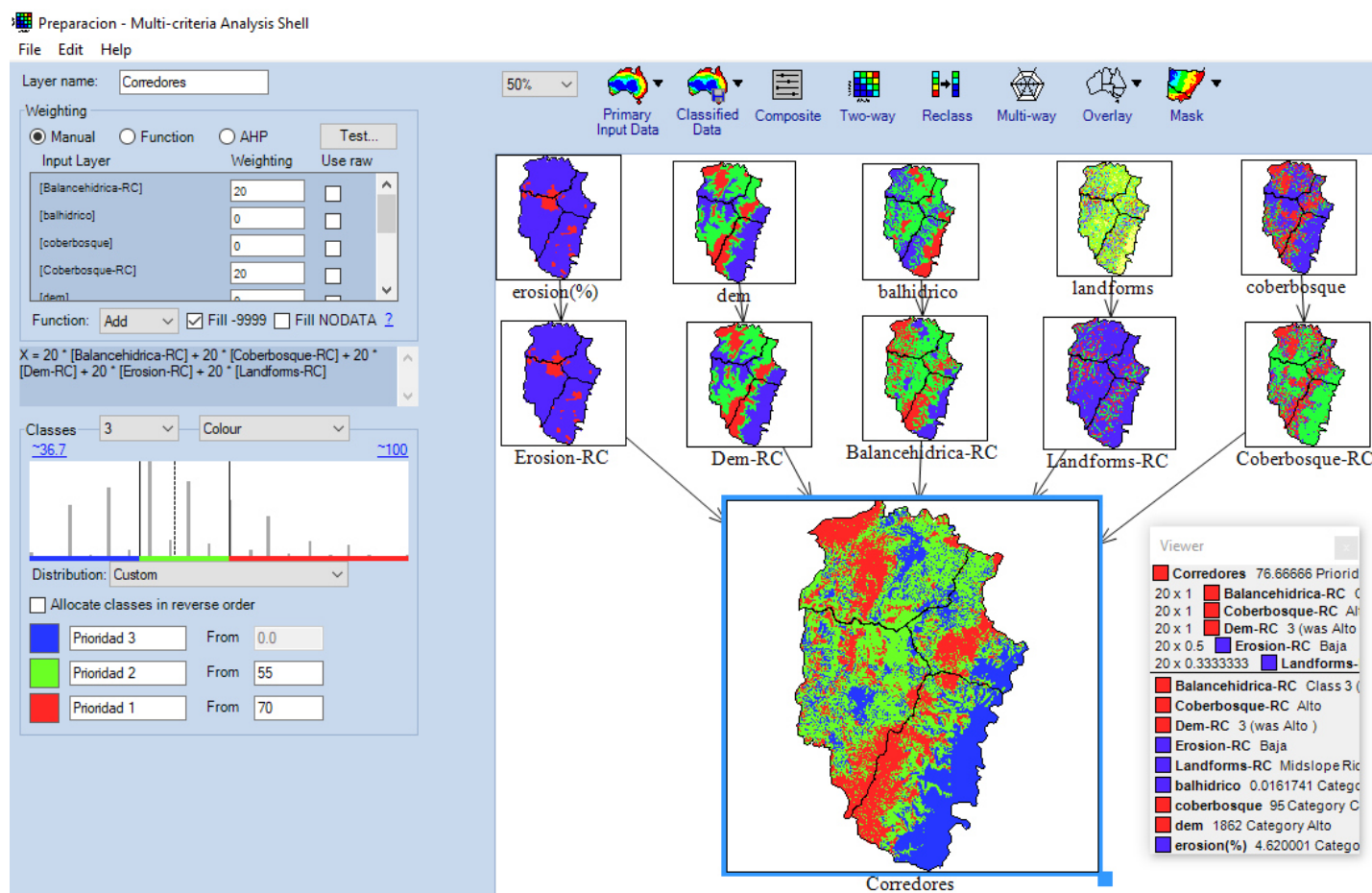
Fuente: Elaboración propia a partir de las consideraciones del panel de expertos.

4.2.1.11 Análisis multicriterio para determinar posibles corredores

Para el análisis multicriterio se utilizó el programa MCAS-S, ya dentro de este se realizó una combinación de las variables: Erosión, Modelo de elevación Digital, Balance Hídrico, Formas del Paisaje y Cobertura de Bosque con la herramienta *Composite*, esta se encarga de combinar las categorías definidas anteriormente con un ponderación que es asignada por el usuario. Las ponderaciones que se pueden utilizar van desde 0 a 100%, para este caso a cada una de las variables se les dio la misma ponderación o peso de 20%, dando como resultado un mapa con valores que van desde 37 a 100 con 3 clases, la primera con valores de 37 a 50, la segunda con valores de 50 a 70 y la tercera y última con valores de 60 a 100, donde aquellos que más se acercan a 100 cumplen con la combinación de las categorías altas de las capas con las que se realizó el análisis multicriterio.

El resultado del mapa (ver figura 14) muestra las zonas donde de acuerdo a los criterios establecidos anteriormente se pueden llegar a realizar procesos de restauración con especies de Bs-T que se encuentran en la zona de estudio, además de especies de este mismo ecosistema que no necesariamente corresponden a la especies nativas del área, pero que bajo las condiciones actuales de clima, suelo, disponibilidad de agua, etc. podrían desarrollarse de manera adecuada.

Figura 14. Análisis multicriterio de variables.



Fuente: Elaboración propia a partir del programa Multi-criteria analysis (MCAS-S) con información de WaterWorld para la capa de erosión y balance hídrico, Global Forest Watch para la capa de cobertura de bosque, Modelo digital de elevación del El Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) y las formas del paisaje derivadas del modelo de elevación.

El mapa compuesto muestra en áreas rojas las zonas donde hay más erosión, donde hay formas del paisaje *Stream* y *Valleys*, donde las alturas van desde 1.600 MSNM en adelante, donde la cobertura del Bh-MB es igual o mayor al 66% y donde el balance hídrico es alto. Estas áreas rojas son las que permiten conectar longitudinal y transversalmente los remanentes de Bs-T en la vertiente del valle geográfico del río Cauca y el Bh-MB en la vertiente del Pacífico, el total de estas áreas fue de alrededor de 22.000 hectáreas con condiciones altas para restauración y cerca de 55.000 hectáreas con condiciones bajas a muy bajas para restaurar.

4.2.1.12 Generación de corredores finales

Para la generación final de los potenciales corredores de conectividad, se decidió a partir del resultado anterior y teniendo en cuenta tres variables más como lo son una cota de altura mayor o igual a 1.600 msnm, la presencia de áreas protegidas y las principales rondas de las fuentes hídricas superficiales que se consideraron con el panel de expertos como las más importantes para complementar la conectividad longitudinal.

Los últimos tres pasos se presentan a continuación:

1. Se realizó una extracción del resultado de corredores anterior con la máscara de altura mayor o igual a 1.600 msnm, así el resultado fue todos aquellos potenciales corredores de conectividad que solo se encuentran desde los 1.600 metros.
2. Con la herramienta de álgebra de mapas, se realizó una resta con el resultado del paso #1 y las áreas protegidas, esto con el fin de que los corredores no hicieran parte de estas áreas, debido a que se pretende principalmente llevar a cabo la siembra de los árboles en zonas que no hagan parte del sistema nacional de áreas protegidas (SINAP). Lo anterior no quiere decir que en ciertas áreas protegidas no se deban adelantar procesos de restauración, sino más bien que se prioriza restaurar alrededor de estas áreas logrando conectarlas con otras áreas protegidas.
3. Por último, y con el equipo de trabajo se priorizaron las rondas de los ríos y quebradas (ver tabla 27) que se consideraron importantes porque permiten una mayor conectividad desde el punto de vista espacial entre Bs-T y Bh-MB, además porque estos afluentes sirven como fuentes abastecedoras de los acueductos tanto urbanos como rurales y porque se facilita la llegada a sus sitios por cercanías a carreteras y caminos.

Tabla 27. Red hídrica priorizada para corredores de conectividad.

Municipio	Nombre	Municipio	Nombre
La Cumbre	Quebrada Las Minas	Vijes	Quebrada Cachimbal
La Cumbre	Quebrada La Sofía	Vijes	Quebrada El Tambor
La Cumbre	Quebrada Santa Ana	Vijes	Quebrada Caimital
La Cumbre	Quebrada Zaragoza	Vijes	Quebrada Sonadora
La Cumbre	Río Romerito	Vijes	Quebrada Santa Ana
La Cumbre	Río Pavas	Vijes	Río Carbonero
La Cumbre	Río Mozambique	Vijes	Río Vijes
La Cumbre	Río Bitaco	Vijes	Río Romerito
La Cumbre	Río Grande	Yumbo	Quebrada Guadualito
Restrepo	Río Grande	Yumbo	Quebrada Mulaló
Restrepo	Río Mozambique	Yumbo	Quebrada El Platanal
Restrepo	Quebrada Zabaletas	Yumbo	Quebrada Pérez
Restrepo	Quebrada Agua Mona	Yumbo	Quebrada Arroyo Hondito
Restrepo	Quebrada Seca	Yumbo	Río Yumbo
Restrepo	Quebrada El Tambor	Yumbo	Arroyo La Sonora
Restrepo	Quebrada Llama	Yumbo	Río Yumbillo
Vijes	Quebrada La Selva	Yumbo	Río San Marcos
Vijes	Quebrada Calabazas	Yumbo	Río Arroyohondo

Fuente: Elaboración propia a partir de datos espaciales de la CVC.

Finalmente, estos afluentes priorizados se unieron con el resultado del paso número dos y se identificaron los potenciales corredores de conectividad entre Bs-T y Bh-MB para el área de estudio.

Tabla 28. Potenciales Corredores del área de estudio.

		# De Hectáreas
Corredores Potenciales	100%	16855,7
Yumbo	25,85	4357,24
La Cumbre	27,77	4680,38
Vijes	20,25	3412,60
Restrepo	26,14	4405,53
TOTAL	100,00	16855,75

Continuación tabla 28.

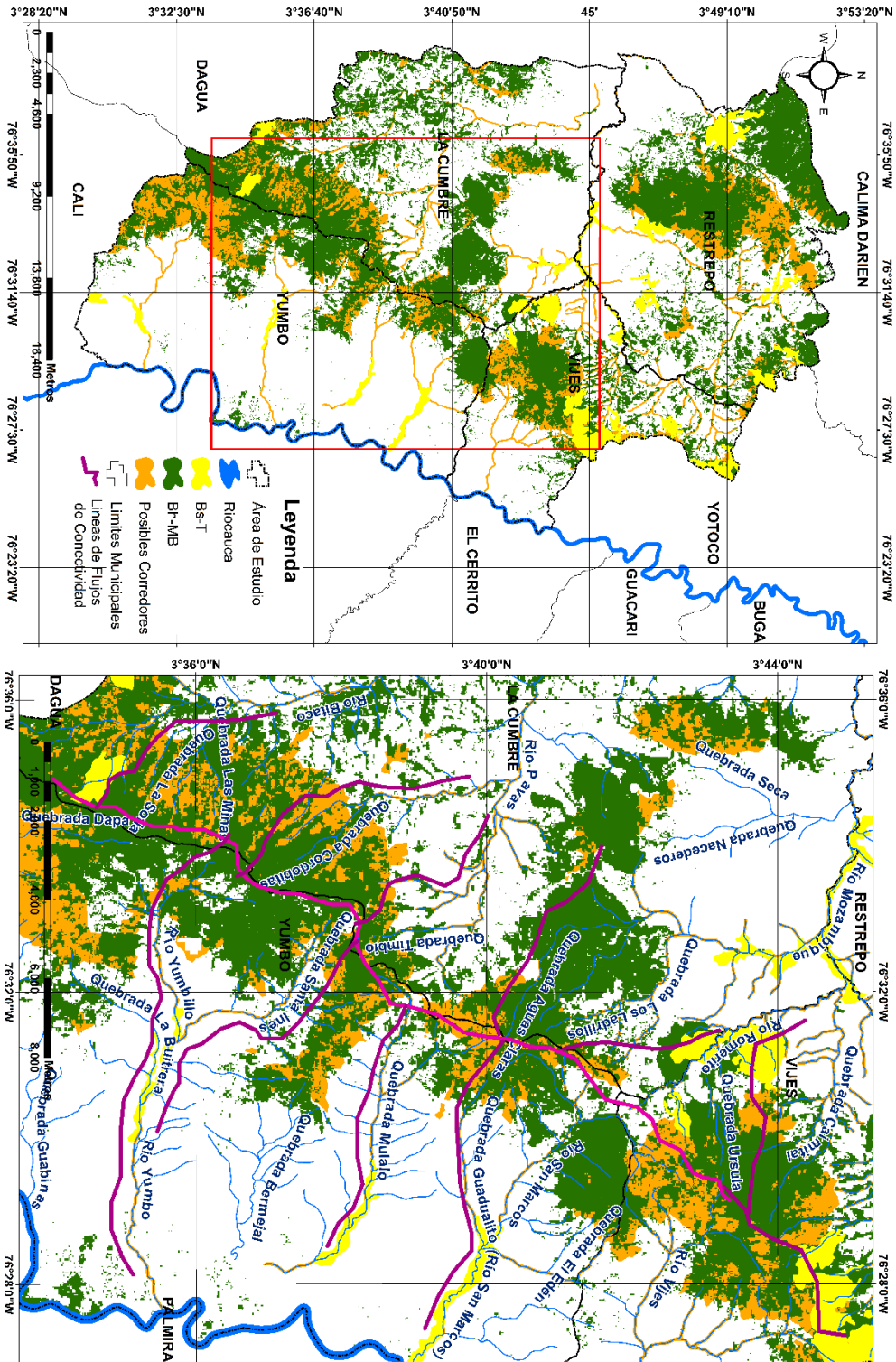
		# De Hectáreas
Corredores Potenciales	100%	16855,7
En Rondas Hídricas	15,15	2554,21
En Áreas donde no hay Rondas Hídricas	84,85	14301,53
TOTAL	100,00	16855,74

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculo de corredores de conectividad en ArcMap.

El resultado muestra que el área final corresponde a 16.855,74 hectáreas, alrededor de 3.000 hectáreas menos que en el primer ejercicio, se destaca que estos corredores no se encuentran dentro de alguna área protegida y que altitudinalmente permite la conexión entre la vertiente del Valle Geográfico del Río Cauca y la vertiente del Pacífico (ver figura 15).

Vale la pena resaltar que se tiene proyectado dentro de los corredores de conectividad, llevar a cabo restauración en alrededor de 700 hectáreas, de las cuales se pretenden maximizar la restauración en las rondas hídricas priorizadas, entendiendo que al ser un elemento natural que une directamente la parte baja con las partes altas y que cerca a estas se dispone del agua necesaria para que las nuevas especies se desarrollen con normalidad.

Figura 15. Mapa Corredores de Conectividad entre Bs-T y Bu-MB.



4.3. IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL Y CORREDORES DE CONECTIVIDAD ENTRE BS-T Y BU-MB

Para la identificación de la EEP como se mencionó en el capítulo de la metodología, se siguió parte de una guía que realizó el IDEAM para el territorio nacional. Se emplean dos tipos de indicadores, los indicadores de servicios ecosistémicos, que son zonas estratégicas las cuales representan una gran oferta de bienes y servicios ecosistémicos y los indicadores de biodiversidad, los cuales hacen referencia a áreas que por su gran riqueza en flora y fauna, deben ser protegidas y conservadas, los indicadores y sus resultados se muestran a continuación:

4.3.1 Indicadores servicios ecosistémicos (representación espacial)

4.3.1.1 Moderación de movimientos en masa

Para encontrar las zonas de moderación de movimientos en masa, se optó por encontrar las zonas más propensas a estos fenómenos por medio de una herramienta que se encuentra en el programa SagaGIS versión 6.0 conocida como *Safety Factor*, esta herramienta utiliza las variables de elevación, pendiente, grosor, saturación, fricción, cohesión y densidad del suelo para calcular las zonas que se encuentran más propensas a un fenómeno de remoción en masa. Teniendo ya las zonas propensas a este fenómeno por descarte se obtuvieron también las zonas donde este fenómeno es moderado, estas son las que se encuentran dentro de la EEP.

Procedimiento

Las variables se obtuvieron de diferentes fuentes, por ejemplo, la elevación se obtuvo del modelo de elevación digital de 30 metros, la pendiente se creó a partir del Dem; por otra parte el grosor del suelo y densidad se obtuvieron del aplicativo SoilGrid: Global Gridded Soil Information desarrollado por ISRIC World Soil Information. La saturación del suelo se obtuvo a partir de la densidad del suelo utilizando una ecuación del siguiente enlace

https://www.researchgate.net/figure/Relationship-between-Bulk-density-and-porosity_fig4_292147033 y el álgebra de mapas en el Arcmap.

Posteriormente en el programa SagaGIS y como las capas abarcaban para todo el territorio nacional y con un tamaño de pixel de 250 metros, se llevó a cabo una función llamada Resampling que permite recortar las imágenes a partir de una capa predeterminada (en este caso se usó el Dem ya recortado para la zona de estudio) y con el mismo tamaño del pixel (en este caso de 30 metros). Finalmente se corrió el modelo de SafetyFactor y los resultados (ver tabla 29), muestran 10.851 hectáreas que según el modelo presentan inestabilidad y son propensas a removerse; el restante equivalente a 65.706 ha según el modelo se encuentran estables; además que representan las áreas de moderación de los movimientos en masa.

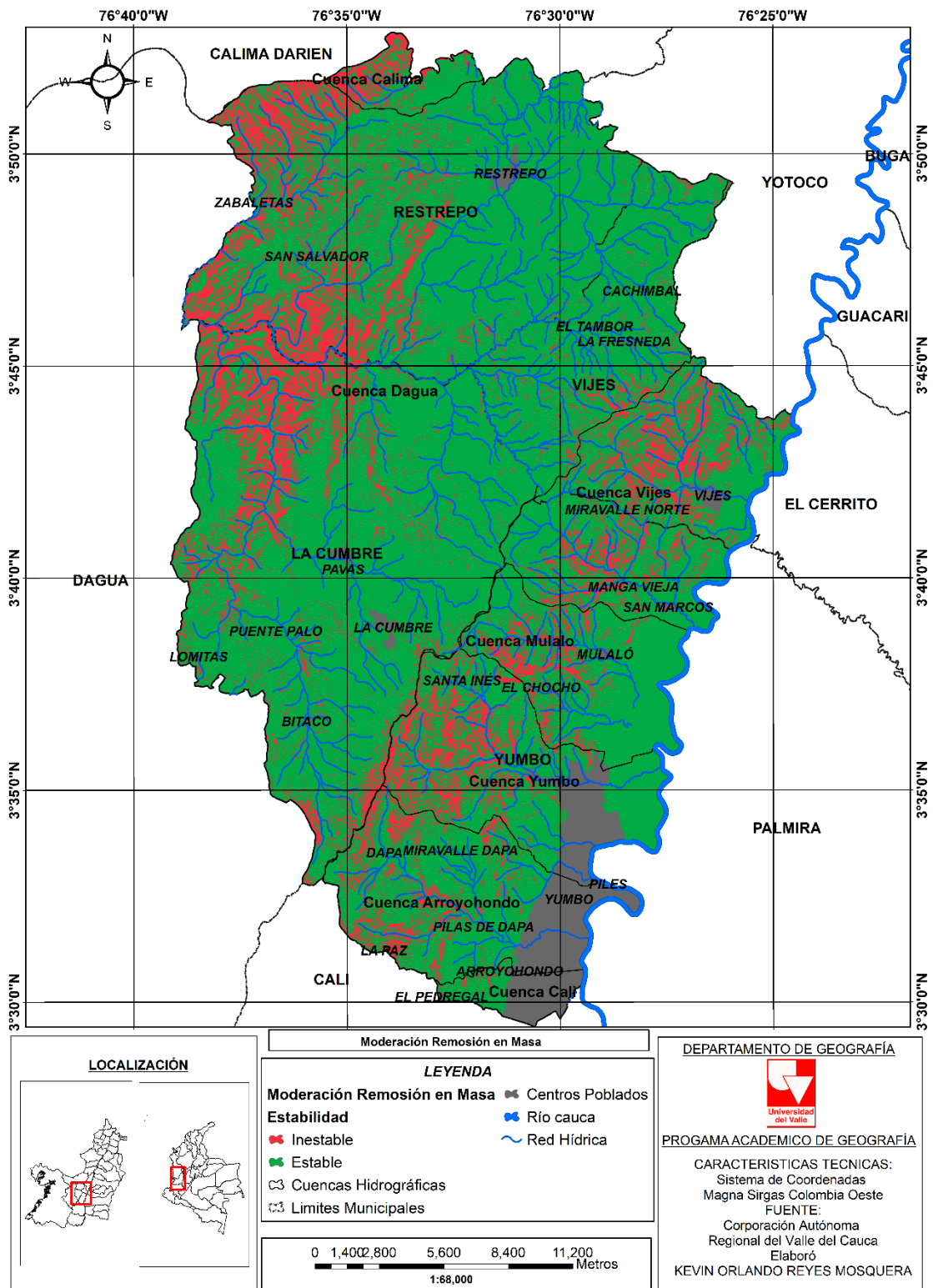
Tabla 29. Hectáreas propensas al fenómeno de remoción en masa

Municipio	# De Hectáreas	% del Total
La Cumbre	2943.23	27.1
Restrepo	3420.73	31.5
Vijes	1372.04	12.6
Yumbo	3115.11	28.7
TOTAL	10851.11	100

Fuente: Elaboración propia a partir de calculos en Arcmap.

Las zonas más propensas al fenómeno de la remoción de masa son las que se encuentran en las áreas más altas de la cordillera Occidental y gran parte en el cañón del río Grande, el cual se encuentra en la cuenca de Dagua, esta última es la que más presenta zonas potenciales de remoción en masa, la cuenca de Vijes también presenta extensas zonas propensas a la remoción en masa, seguida por la cuenca del río Vijes y la cuenca del río Yumbo (ver figura 16).

Figura 16. Mapa de Moderación de Movimientos en Masa



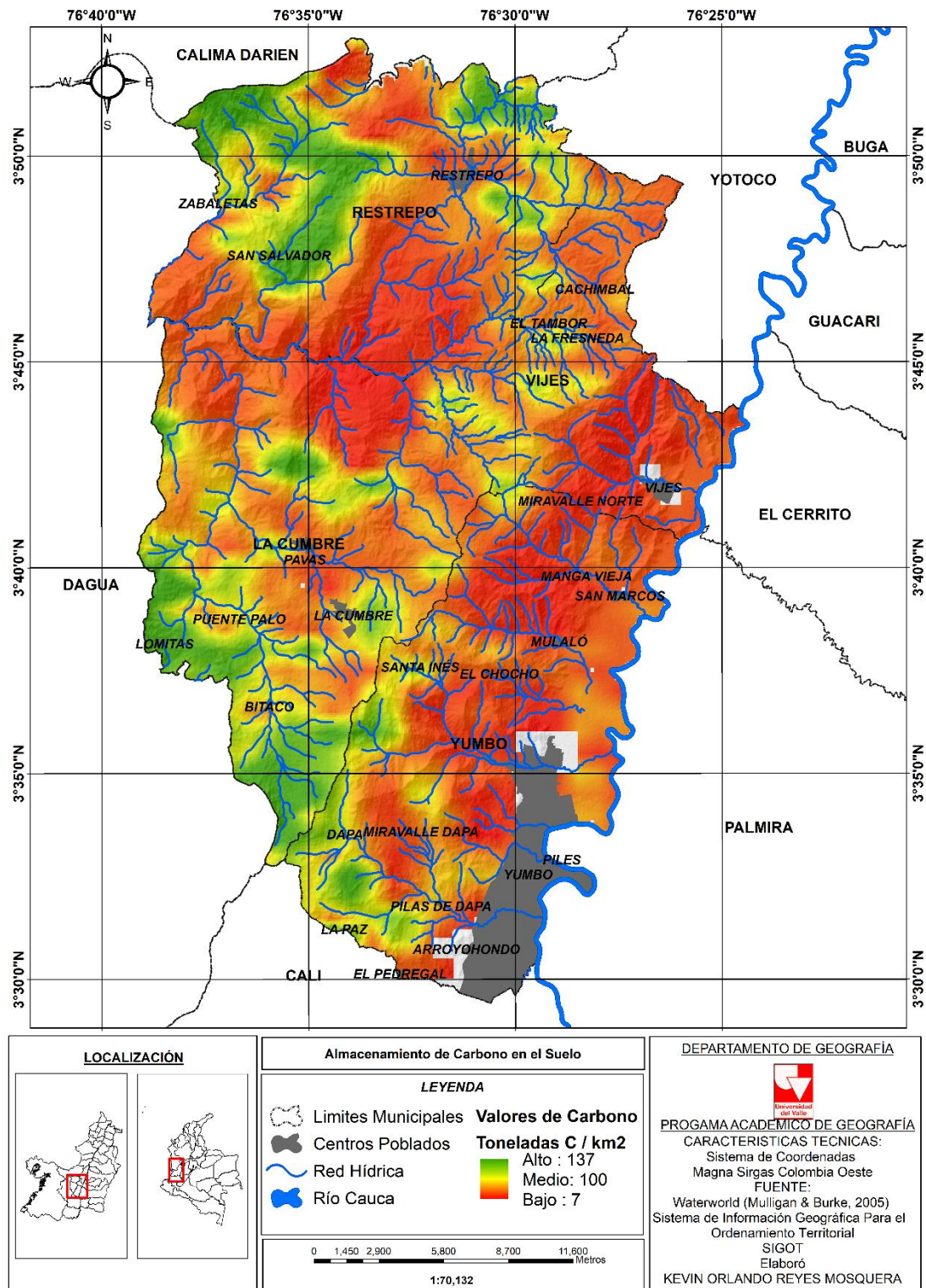
4.3.3.2 Almacenamiento de Carbono en el Suelo

En cuanto al tema de almacenamiento de carbono, los bosques y los suelos tienen un papel importante en el ciclo del carbono y por ende en la captura y regulación de los gases de efecto invernadero en la tierra, también es un aspecto importante a la hora de aminorar los efectos del cambio climático; por estas razones es importante incluir dentro de los servicios ecosistémicos la cantidad de carbono que se encuentra en el suelo medido en toneladas de Carbono almacenado/ Km², atrapado principalmente por los bosques y los diferentes tipos de vegetación.

Para identificar las zonas con índices de almacenamiento de carbono en el suelo se utiliza el aplicativo Waterworld, en la subsección llamada *Costing Nature*, la cual es una herramienta en la web que permite entre muchas cosas analizar ciertos servicios ecosistémicos presentes en los entornos naturales, identificar los beneficiarios de estos servicios y hacer modelaciones futuras sobre los impactos de las acciones humanas en la naturaleza. Dentro de sus herramientas permite calcular bajo variables recopiladas por el programa alrededor de los últimos 50 años, la cantidad de carbono almacenado en el suelo.

Los resultados muestran que el almacenamiento de carbono oscila alrededor de 7 a 137 toneladas de Carbono/ Km². Las zonas donde más se almacena carbono se encuentran principalmente en la parte alta de la cuenca Arroyohondo, a lo largo de la subcuenca del río Bitaco, dentro de las reservas de Cerro Dapa-Carisucio, Cuenca Alta del río Cali, La Elvira y Dagua (ver Figura 17), además de a lo largo del filo de la cordillera Occidental y donde menos se presenta almacenamiento es en la zona baja del Valle Geográfico del río Cauca y dentro del área protegida del Cañón del río Grande.

Figura 17. Mapa de Almacenamiento de Carbono en el Suelo.



4.3.3.3 Provisión y Regulación de Agua

La provisión de agua es tal vez hoy en día en servicio ecosistémico más importante para las personas, para la zona de estudio se consideró como fuentes de provisión de agua todas aquellas zonas donde el balance hídrico es positivo (ver Figura 8), además de aquellos cuerpos de agua que se pueden observar desde el orden de quebradas hasta ríos son considerados como fuentes abastecedoras de agua, (ver tabla 30).

Tabla 30. Áreas de provisión de agua

Municipio	Área (Hectáreas)	% Respecto al Total
La Cumbre	5,859.99	25.3
Restrepo	6,828.93	29.5
Vijes	2,818.44	12.2
Yumbo	7,680.42	33.1
TOTAL	23,187.78	100

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte la regulación de agua está dada por las rondas hídricas de las quebradas, ríos y en general cuerpos de agua presentes en estos cuatro municipios, de acuerdo con el nuevo decreto⁸³ Nacional No. 2245 las rondas hídricas “Comprenden la faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho. Partiendo de lo anterior para obtener las rondas hídricas se realizó un Buffer de 30 metros con la capa de red hídrica de la zona de estudio y se obtuvieron las respectivas zonas de protección de los cauces, (ver tabla 31).

⁸³ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto No.2245. 29 de diciembre del 2017. "Por el cual se reglamenta el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas".

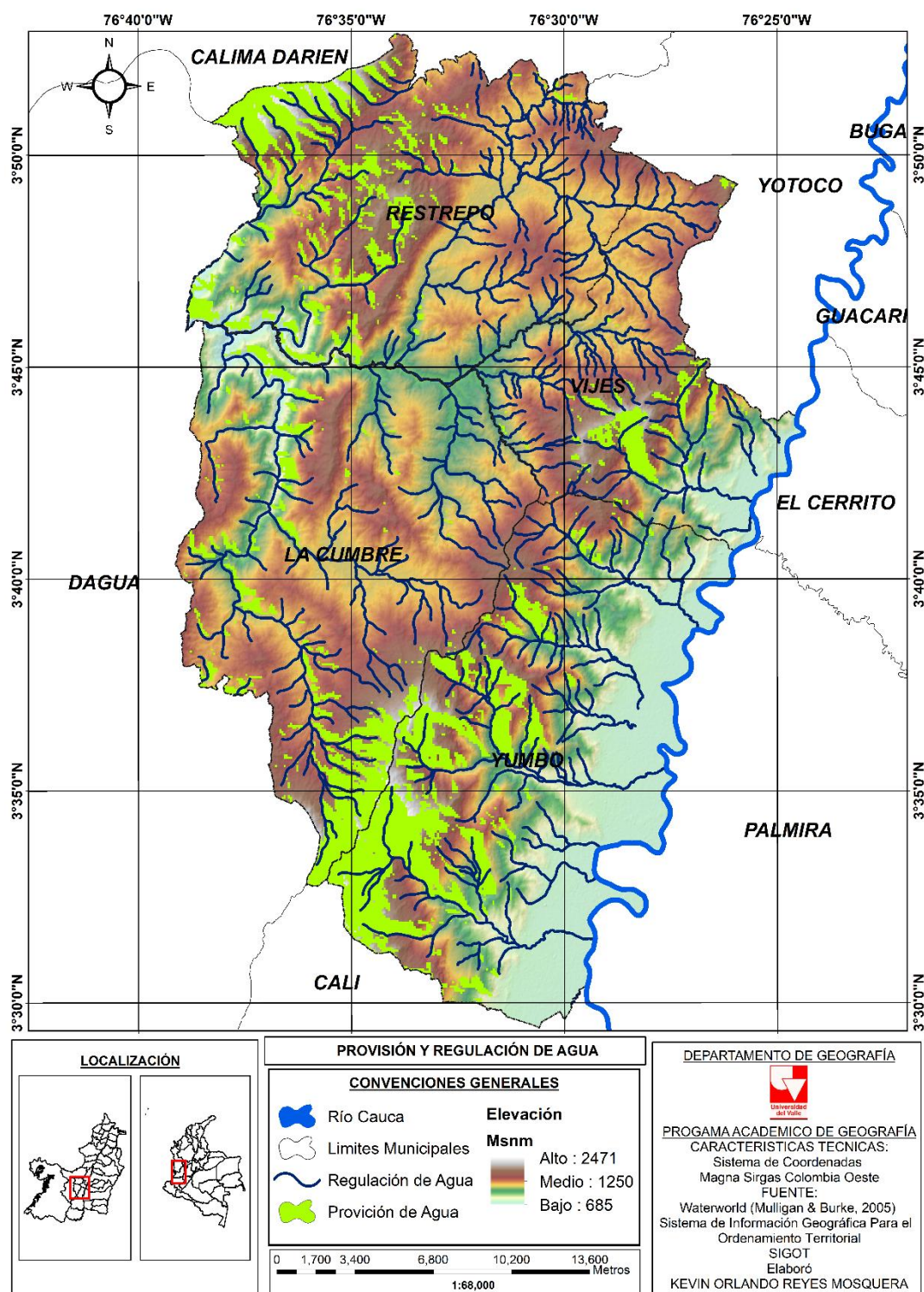
Tabla 31. Áreas de Rondas Hídricas

Municipio	Área (Hectáreas)	% Respecto al Total
La Cumbre	1300.57	25.6
Restrepo	1386.15	27.3
Vijes	998.8	19.7
Yumbo	1386.72	27.3
TOTAL	5072.24	100

Fuente: Elaboración propia.

Estas rondas hídricas (ver figura 18), son importantes porque ayudan en la regulación de los caudales de los ríos, al mismo tiempo que previenen las inundaciones a las orillas de los ríos y se convierten en corredores altitudinales naturales que permiten el intercambio genético entre zonas bajas y altas, sirviendo de área no solo para la conservación de la biodiversidad, sino además, para la provisión de bienes y servicios ecosistémicos tan importantes como el agua y la regulación de movimientos en masa.

Figura 18. Mapa de Provisión y Regulación de Agua.



4.3.4 Indicadores biodiversidad (representación espacial)

4.3.4.1 Riqueza y diversidad de especies, Abundancias Naturales de Especies

Particulares:

Para este ítem se consideraron las áreas naturales que actúan como uno de los medios de conservación de la diversidad de especies como lo son las áreas protegidas del SINAP, estas áreas permiten el funcionamiento ecosistémico y la prestación de los servicios para el bienestar de las personas, además de que ayudan a mantener la riqueza y diversidad de diferentes especies de flora y fauna.

Así pues, las áreas protegidas que hacen parte de estos municipios hacen parte indiscutiblemente de la EEP, estas áreas, suman un total de 13.085,6 hectáreas representadas en cuatro categorías de protección: (1) Distrito de conservación de suelos, (1) Reservas Forestales Protectoras Nacionales, (2) Reservas Forestales Protectoras Regionales y (7) Reservas Privadas de la Sociedad Civil (RNSC).

4.3.4.2 Ecosistemas Relictuales, Amenazados y Singulares

Para este indicador se incluyeron los principales ecosistemas presentes en la zona de estudio que por sus características excepcionales se les debe garantizar su permanencia ya que se encuentran seriamente amenazados, también porque a lo largo del tiempo han sido sometidos a degradación de su cobertura original y de los cuales en la actualidad solo quedan remanentes.

Lo anterior con el fin de garantizar la recuperación paulatina de estas zonas; y al poder ser incluidas dentro de la EEP se podría garantizar la conservación de la biodiversidad en estos ecosistemas, que son de suma importancia porque son el hábitat de algunas especies endémicas y es importante que estas permanezcan en el espacio y tiempo. Los principales ecosistemas que entran en este indicador son Bs-T y Bh-MB.

4.3.4.3 Conectividad Estructural entre Ecosistemas

La EEP debe permitir la conectividad no solo entre ecosistemas principales, sino también entre áreas protegidas, por lo que este criterio es uno de los más importantes para mantener la funcionalidad de los ecosistemas, la reproductividad de las especies y la conservación de la biodiversidad.

Para este caso particular, la conectividad que hace parte de la EEP viene dada por los corredores ecológicos que se logró identificar al comienzo de este capítulo, estos conectores permiten no solo la conectividad entre el Bs-T y Bh-MB, sino también entre algunas áreas protegidas como es la conectividad entre la Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPN) Cuenca Alta del Río Cali, Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPN) de Bitaco y la Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPN) Cerro Dapa Carisucio, y entre Distrito de Conservación de Suelos Cañón del Río Grande con la Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPN) Río Dagua.

4.3.4.4 Áreas Conservadas por las Comunidades

Para este indicador entran a jugar un papel importante las áreas o zonas que están siendo protegidas por las comunidades, las cuales contribuyen de manera directa a la conservación de la biodiversidad, dentro de esta categoría se encuentran las reservas de la sociedad civil, las cuales tienen como propósito la conservación de una muestra de algún ecosistema natural.

Para la zona de estudio existen 7 Reservas de la Sociedad Civil que ayudan a la conservación de la biodiversidad nativa, dos de ellas en Yumbo, cuatro en La Cumbre y una en Vijes.

4.3.5. Estructura ecológica principal del área de estudio

Como resultado del proceso de identificación de la EEP realizada en el apartado 4.3 se presenta a continuación los elementos que hace parte de la EEP en los municipios objeto de investigación (ver tabla 32). Esta estructura en su conjunto puede constituirse como EEP a nivel subregional, la cual podría garantizar la prestación de los servicios ecosistémicos.

Tabla 32. Elementos que hacen parte de la EEP del área de estudio.

Categoría	Elementos de la Estructura Ecológica Principal
Áreas Protegidas	Distrito de Conservación de Suelos Cañón del Río Grande
	Reserva Forestal Protectora Nacional Río Dagua
	Reserva Forestal Protectora Nacional Cerro Dapa-Carisucio
	Reserva Forestal Protectora Nacional La Elvira
	Reserva Forestal Protectora Nacional Cuenca alta del Río Cali
	Reserva Forestal Protectora Regional Bitaco
Áreas Conservadas Por las Comunidades	Reserva de La Sociedad Civil Corazones verdes
	Reserva de La Sociedad Civil P. Ecológico Samuel Vélez
	Reserva de La Sociedad Civil Esparta
	Reserva de La Sociedad Civil Himalaya
	Reserva de La Sociedad Civil La Esperanza
	Reserva de La Sociedad Civil Masada
Ecosistemas Estratégicos	Reserva de La Sociedad Civil La Cabaña
	Bosque Seco Tropical
Conectividad Estructural Entre Ecosistemas	Bosque Húmedo Montano Bajo (Bosque de Niebla)
	Conectores Transversales y Longitudinales entre Bs-T y Bh-MB
Provisión de Agua	Zonas de Balance Hídrico Positivo y afluentes de agua
Regulación de Agua	Rondas Hídricas de los afluentes
Moderación de Movimientos en Masa	Zonas propensas y no propensas al fenómeno de remoción en masa
Almacenamiento de Carbono en el Suelo	Zonas con Carbono Almacenado en el Suelo

Fuente: Elaboración Propia.

La siguiente tabla (ver tabla 33) resume los elementos de la EEP que se lograron identificar y cuantificar en este trabajo y que se encuentran dentro de cada una de las cuencas hidrográficas del área de estudio. Lo primero que se puede vislumbrar en la tabla es que la mayor parte de áreas protegidas se encuentran en la cuenca de Dagua (más de 11.000 ha de 15.000), esto podría estar relacionado con su tamaño, ya que es la cuenca con mayor extensión en el área de estudio, mientras que en la cuenca Vijes solo cuenta con 126 ha, que corresponde a una reserva de la sociedad civil. Por otra parte, todas las cuencas cuentan con remanentes de Bs-T, pero tan solo 846,35 ha de 2.663 se encuentran dentro de áreas protegidas. Por otro lado, el bosque de niebla se encuentra distribuido en su mayoría en las áreas protegidas, principalmente en las reservas forestales protectoras, exceptuando el área protegida de Río Grande donde se puede visualizar muy poco bosque, y en las zonas más altas de la cordillera Occidental donde también se encuentran las zonas propicias a remoción en masa (ver figura 16). La provisión de agua es otro elemento de la EEP que se encuentra en todas las cuencas hidrográficas y tiene una relación directa con las áreas donde se encuentra bosque de niebla, y por ende también con las áreas protegidas.

Un aspecto importante que se debe mencionar es que las cuencas hidrográficas de Arroyohondo, Yumbo, Vijes y Calima apenas se encuentran en ordenación en cuanto a la elaboración de los planes de manejo de cuencas hidrográficas (POMCH), mientras que tan solo la cuenca de Dagua y Cali tiene su respectivo POMCH en vigencia y aprobados.

Tabla 33. Elementos de la EEP en Ha. y por Cuenca Hidrográfica.

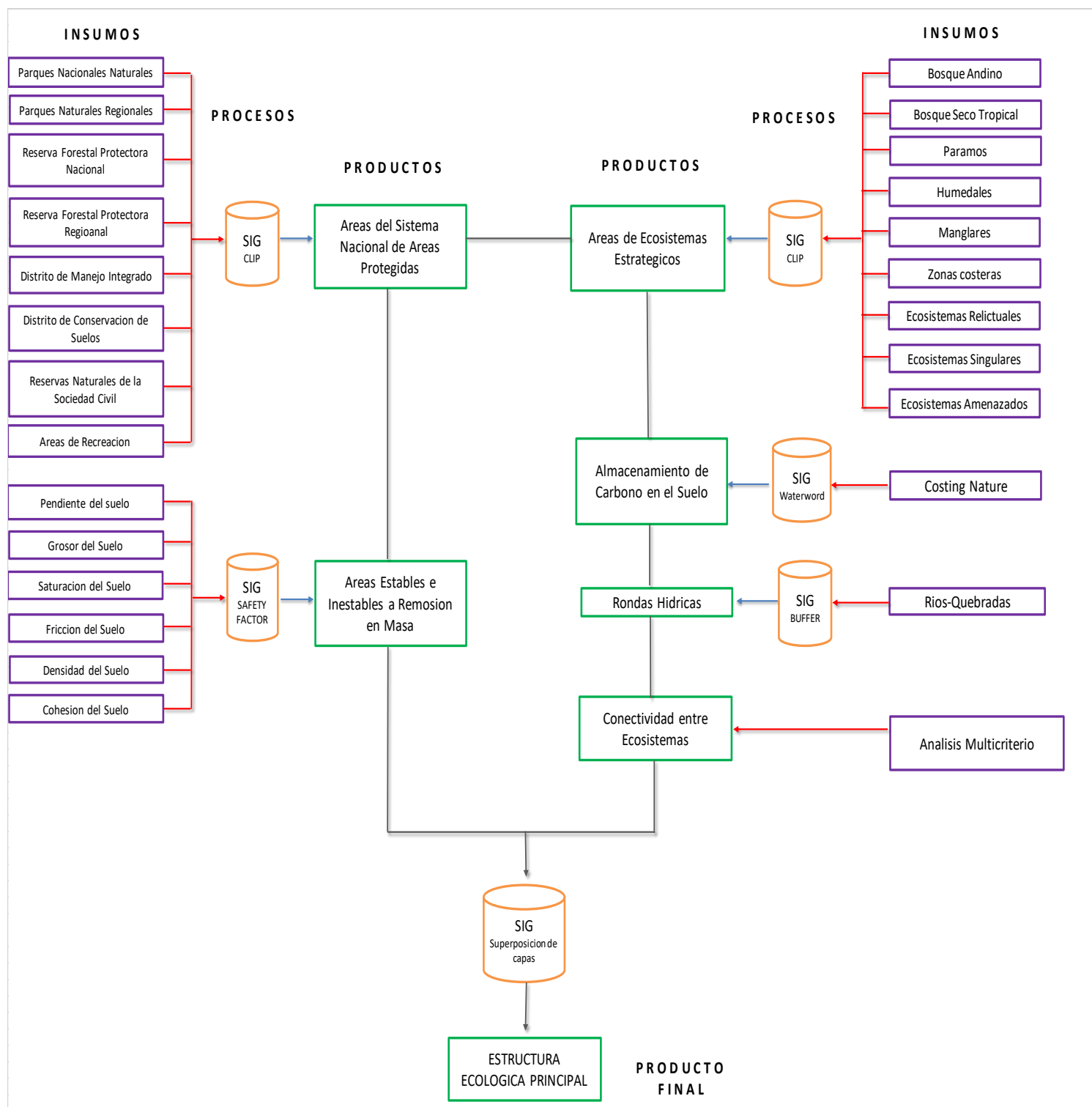
Área hidrográfica	Magdalena-Cauca					Pacifico		Total
Cuenca hidrográfica	Cali	Arroyohondo	Yumbo	Mulaló	Vijes	Dagua	Calima	
Área de la cuenca	1,026.66	6,454.21	6,715.20	4,766.55	8,677.00	47,822.00	1,196.10	76,657.72
Áreas Protegidas	0.00	2,349.73	1,445.15	0.00	126.00	11,895.30	0.00	15,816.18
Bosque Seco	47.20	64.99	75.53	73.97	265.25	2,210.43	0.00	2,663.40
Bosque de Niebla	21.33	1,472.34	1,851.22	590.68	990.15	12,990.81	780.57	18,697.10
Provisión de Agua	217.44	3,348.45	2,687.76	711.00	2,222.82	13,626.09	374.22	23,187.78
Regulación de agua	3.08	374.40	401.77	324.43	618.18	3,317.28	33.10	5,072.24
Remoción en masa	30.51	795.42	1,187.28	536.76	1,613.43	6,357.49	330.22	10,851.11
Conectividad	0.00	2,272.05	909.08	540.06	2,039.65	10,781.04	313.87	16,855.75
Recuperación	382.93	19.50	80.67	0.00	488.34	1,188.96	0.00	2,160.40
Rehabilitación	0.00	0.00	314.71	0.00	695.53	906.36	0.00	1,916.60
Restauración	1.69	0.00	420.16	0.00	174.70	242.15	0.00	838.70

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Propuesta metodológica para la identificación de la EEP a nivel Municipal y Sub-Regional.

Como parte final de la investigación se presenta un esquema como base metodológica de identificación de EEP que puede llegar a replicarse a escalas municipales y Sub-Regionales en el territorio colombiano, se utilizan principalmente metodológicas relacionados con los sistemas de información geográfica y la información espacial relacionado con el medio biofísico, se utilizaron programas como Saga Gis, resultados obtenidos con el programa Waterworld, Arcmap y Mcas para el análisis multicriterio. La integración de estos programas con las herramientas de Arcgis permitió el desarrollo de estas bases metodológicas. La hoja metodológica se presenta a continuación: (ver figura 19). Para la ruta metodológica se siguen diferentes procesos en diferentes herramientas espaciales, con insumos que pueden ser recolectados con las entidades gubernamentales.

Figura 19. Hoja Metodológica para la Identificación de la EEP.



CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- La investigación permite concluir que existen múltiples presiones sobre los recursos naturales de estos cuatro municipios que de alguna manera disminuyen la capacidad del medio ambiente para generar y mantener los bienes y servicios ecosistémicos en el espacio y el tiempo. Investigaciones como esta son necesarias para vislumbrar las necesidades de definir áreas que permitan la protección y conservación de la biodiversidad, manteniendo la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos.
- Esta investigación permitió conocer y analizar las características biofísicas y socioeconómicas de cada uno de los municipios, permitió la identificación de los corredores entre Bs-T y el Bh-MB; y a partir de estas se pudo identificar la EEP de cada uno y en su conjunto como subregión, además de desarrollar una base metodología genérica para su aplicación en ámbitos municipales y Sub-Regionales, lo que da razón al cumplimiento de los objetivos planteados al inicio de la investigación.
- Con la identificación de los elementos que hacen parte de la EEP en estos municipios, se podrá fortalecer el ordenamiento ambiental territorial, en cuanto aporta los elementos ambientales más importantes que se deberían preservar de alguna forma, contribuyendo al reconocimiento de estas áreas como componentes fundamentales del territorio.
- El análisis multicriterio aparece como una potente herramienta en la actualidad para la solución de problemas espaciales complejos, pues facilita la gestión en conjunto de distintos factores (biofísicos, socioeconómicos, culturales, etc.) que intervienen en el territorio, además porque por medio de estos análisis se pueden encontrar diferentes alternativas para la toma de decisiones sobre el territorio y sus problemas concretos.

- Las áreas protegidas, se convierten en las áreas centrales y articuladores de la EEP ya que dentro de ellas se pueden encontrar gran variedad de servicios ecosistémicos esenciales para el desarrollo y la prolongación de la vida tanto de los seres humanos como de los animales y las plantas.
- El Bosque plantado no hace parte de la EEP, si bien podría interpretarse como un servicio de aprovisionamiento, para este caso particular no se considera como SE ya que su localización se encuentra en las zonas provisión de agua, lo que configura un conflicto por el uso del suelo.
- A pesar de que existen propuestas de identificación de EEP en Colombia, estas se han desarrollado en escala nacional y no permiten un adecuado conocimiento a nivel subregional y municipal de los territorios, por lo que sería conveniente y de gran importancia comenzar a aterrizar estas propuestas en el ámbito municipal y articulándose con los demás instrumentos de planificación territorial como planes de ordenamiento territorial, planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas, etc.
- La falta de planificación y ordenamiento de las cuencas hidrográficas de Arroyohondo, Yumbo y Vijes, se manifiesta en alto índice de escasez de agua, en el alto índice de usos del agua y en los altísimos déficits de cobertura vegetal, por lo que los POMCH se convierte en el mejor instrumento de planificación para garantizar la funcionalidad y sostenibilidad de las cuencas y por consiguiente del medio ambiente. Por ende, se recomienda realizar los respectivos POMCAs de las cuencas hidrográficas que evalúen de manera prospectiva las condiciones actuales de estas.
- La metodología de identificación de EEP que se propuso y que podría ser aterrizada en otros municipios no pretende ser una guía única a seguir pues no cuenta con la evaluación y validación por parte de una entidad competente, más bien pretende sentar las bases metodológicas iniciales para que alguien más pueda desarrollar y validar completamente una metodología de identificación de EEP centrada a nivel municipal y subregional.

6. BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE VIJES, VALLE DEL CAUCA. Información general [en línea]. http://www.vijes-valle.gov.co/informacion_general.shtml#economia > [Citado en el 20 de octubre de 2017].

ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE VIJES. Documento Técnico de Soporte, Esquema de Ordenamiento Territorial 2000 – 2009. Municipio de Vijes Valle del Cauca. 2000. 184 P. [En línea]. [10 octubre de 2017] disponible en: (http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/eot_esquema%20de%20ordenamiento%20territorial%20parte%20ii_la%20cumbre_valle_2001-2009.pdf).

ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE YUMBO, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN E INFORMÁTICA. Bases del Plan de Desarrollo (Diagnóstico): Yumbo Territorio de Oportunidades para la Gente, 2016-2019. 2016. 258 P. [En línea]. [10 octubre de 2017] disponible en: (<http://www.yumbo.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Diagnostico%20del%20Plan%20de%20Desarrollo%202016%20-%202019.pdf>).

ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA CUMBRE VALLE DEL CAUCA. Esquema de Ordenamiento Territorial E.O.T Municipio de La Cumbre-Valle. [En línea]. 2000. 546 P. [10 octubre de 2017] disponible en: (http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/L/la_cumbre_-_valle_del_cauca_-_eot_-_2001/la_cumbre_-_valle_del_cauca_-_eot_-_2001.asp).

ANDRADE, Ángela; ARGUEDAS, Stanley & VIDES, Roberto. Guía para la aplicación y monitoreo del Enfoque Ecosistémico. [En línea]. 2011. P 42. [10 octubre de 2017] disponible en: (http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/2011/Guia_para_implementar__y_monitorear_el_EE_2011.pdf).

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRABAJO – PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD). Perfil Productivo Municipio de Restrepo: Insumo para el diseño de las estrategias y alternativas para la generación de empleo a las víctimas de violencia. 2013. 100 P. [En línea]. [10 octubre de 2017] disponible en: (https://issuu.com/pnudcol/docs/perfil_productivo_municipio_restrepo).

CONCEJO MUNICIPAL DE LA CUMBRE VALLE DEL CAUCA. Plan de Desarrollo Municipal: Por el Municipio Que Anhelamos vigencia 2016 – 2019. 2016. 110 P. [En línea]. [10 octubre de 2017] disponible en: (<http://lacumbre-valle.gov.co/apc-aa-files/30306163316439353138363363313233/acuerdo-no.-004-plan-de-desarrollo-firmado.pdf>).

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL REPÚBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. CONPES 3700 Estrategia Institucional para la Articulación de Políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia. [En línea]. 2011. 139 P. [15 septiembre de 2018] disponible en: (<http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/documentacion-e>

investigaciones/resultado-busqueda/conpes-3700-estrategia-institucional-para-la-articulacion-de-politicas-y-acciones-en-materia-de-cambio-climatico-en).

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC. Plan de Gestión Ambiental Regional PGAR 2015-2036. [En línea]. Santiago de Cali: Dirección de Planeación de la CVC, 2015. 302 P. [10 octubre de 2017]. Disponible en:

(https://www.cvc.gov.co/images/CVC/Gestion_Corporativa/Planes_y_Programas/Planes_de_Gestion_Ambiental_Regional/Plan-de-Gestion-Ambiental-Regional-2015-2036-descarga-liviana.pdf).

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC. Portafolio de Estrategias para la Adaptación al Cambio Climático La Cumbre– Valle del Cauca. 2013. 78 P. [En línea]. [10 octubre de 2017] disponible en: (http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/PORTAFOLIO_DE ESTRATEGIAS_DE_ADAPTACION-LA_CUMBRE.pdf).

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC. Portafolio de Estrategias para la Adaptación al Cambio Climático Restrepo– Valle del Cauca. 2013. 82 P. [En línea]. [10 octubre de 2017] disponible en: (http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/PORTAFOLIO_DE ESTRATEGIAS_DE_ADAPTACION-RESTREPO.pdf).

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA-CVC. Bosques Andinos y Subandinos del Departamento del Valle del Cauca. Santiago de Cali. 2003. 67 P. ISBN: 958-8094-81-X.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). Estimaciones de población 1985-2005 y proyecciones de población 2005-2020 nacional, departamental y municipal por sexo, grupos quinquenales de edad. [En línea]. 2005. [10 octubre de 2017] disponible en: (<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>).

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Censo Nacional General. 2005. [10 octubre de 2017] disponible en: (<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1>).

Der Hammen Thomas Van & G. Andrade. Estructura Ecológica Principal de Colombia (Primera aproximación). Bogotá. 2003. 74 P. [10 octubre de 2017] disponible en: (<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/015647/Estructuraecologicaprincipal.pdf>).

ETTER, ANDRADE, AMAYA Y ARÉVALO. Estado de los Ecosistemas Colombianos 2014: Una aplicación de la metodología Lista Roja de Ecosistemas – UICN. 2015. Bogotá. {10 octubre de 2017} disponible en:

(<https://iucnrle.org/static/media/uploads/references/published-assessments/etter-et-2015-national-rle-assessment-final-report-colombia-sp.pdf>).

FORO NACIONAL AMBIENTAL FUNDACIÓN ALEJANDRO ÁNGEL ESCOBAR FESCOL. La estructura ecológica principal: del plan de ordenamiento al plan de desarrollo del Distrito Capital. 2000. 53 P. {10 octubre de 2017} disponible en: (<https://www.foronacionalambiental.org.co/wp-content/uploads/2011/11/Maldonado-La-estructura-ecologica.pdf>).

GRUPO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA, GREUNAL. Guías Técnicas para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas de Colombia. 2012. 131 P. [10 octubre de 2017] disponible en: (http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/plan_nacional_restauracion/Anexo_8_Guias_Tecnicas_Restauracion_Ecologica_2.pdf).

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM. Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá. 2015. 496 P. ISBN: 978-958-8067-70-4.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Estructura Ecológica Principal de Colombia: Proceso metodológico y aplicación escala 1:500.000. 2011. 43 P. {10 octubre de 2017} disponible en: (<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/06/estructura-ecologica-principal-ideam.pdf>).

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT (IAvH). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. El Bosque Seco Tropical En Colombia. Bogotá. Pizano, C y H, García. 2014. P. 354. ISBN: 978-958-8889-01-6.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT (IAvH). Distribución espacial del bosque seco tropical en Colombia. (Actualización del mapa nacional de BST a escala 1:100,000). [En línea]. 2015. [10 octubre de 2017] disponible en: (<http://www.humboldt.org.co/es/investigacion/proyectos/en-desarrollo/item/158-bosques-secos-tropicales-en-colombia>).

MALDONADO MARÍA MERCEDES. Foro Nacional Ambiental Fundación Alejandro Ángel Escobar Fescol. La estructura ecológica principal: del plan de ordenamiento al plan de desarrollo del distrito capital. 2000. 53 P. [En línea]. 2007. 23 P.12. [15 septiembre de 2018] disponible en: (<https://www.foronacionalambiental.org.co/wp-content/uploads/2011/11/Maldonado-La-estructura-ecologica.pdf>).

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. [En línea]. < <https://www.millenniumassessment.org/es/index.html> >. [Citado en el 4 de mayo de 2018].

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto No.2245. 29 de diciembre del 2017. "Por el cual se reglamenta el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único

Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas". [En línea] 2017. 4 P. [10 octubre de 2017] disponible en: (http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/Decreto_2245_29-12-2017-Ronda_Hidrica-a1.pdf).

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto número 3600 de 2007, por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones. [En línea]. 2007. 23 P.12. [15 septiembre de 2018] disponible en: (http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2007/dec_3600_2007.pdf).

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC). [En línea]. 2011. [15 septiembre de 2018] disponible en: (<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/469-plantilla-cambio-climatico-25#estrategia-colombiana-de-desarrollo-bajo-en-carbono>).

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNNACC). [En línea]. 2010. 80 P. [15 septiembre de 2018] disponible en:

(<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/476-plantilla-cambio-climatico-%2032>).

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Plan Nacional de Restauración: Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. 2015. Bogotá. 92 P. {10 octubre de 2017} disponible en: (http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/plan_nacional_restauracion/PLAN_NACIONAL_DE_RESTAURACION_2015.pdf).

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá: Instituto Humboldt Colombia, 2015. 128 P. ISBN: 978-958-8343-71-6.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto Numero 2372. Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones. [En línea]. 2010. 23 P. [10 octubre de 2017] disponible en: (http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2372_2010.pdf).

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. DECRETO NÚMERO (3600), 20 de septiembre de 2007, Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones. Bogotá. 12 P. [10 octubre de 2017] disponible en: (http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2007/dec_3600_2007.pdf).

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Plan de Acción Nacional: Lucha Contra la Desertificación y La Sequía en Colombia. Bogotá. 2005. 138 P. ISBN: 958-97679-2-3.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Colombia. [En línea]. 2010. 124 P. [15 septiembre de 2018] disponible en: (<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1932-politica-nacional-para-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico>).

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 865 de 2004: “Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones”. 2004. 33 P. {10 octubre de 2017} disponible en: (https://www.cvc.gov.co/cvc/RecursoHidrico/aplicativos/ie_mejorado/documentos/Resolucion865-04.pdf).

Mulligan and Burke 2005; Mulligan et al., 2010; Bruijnzeel, Mulligan and Scatena 2011. Waterworld. . [10 octubre de 2017] disponible en: <http://www1.policysupport.org/cgi-bin/ecoengine/start.cgi?project=waterworld>

MUNICIPIO DE RESTREPO. Documento Diagnóstico Territorial del Municipio de Restrepo, Valle del Cauca. [En línea]. 2006. 98 P. {10 octubre de 2017} disponible en:

([http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pd_documento_diagnostico_2004_restrepo_valle_del_cauca_\(98_pag_299_kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pd_documento_diagnostico_2004_restrepo_valle_del_cauca_(98_pag_299_kb).pdf)).

NACIONES UNIDAS. Informe de las Naciones Unidas, sobre el Desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: “Agua para todos, agua para la vida”. Kioto (Japón). [En línea]. 2003. 604 P. [10 octubre de 2017] disponible en: (<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000149406>).

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015: ¿Cómo están cambiando los bosques del mundo? Segunda edición. Roma. 2016. 56 P. ISBN 978-92-5-309283-3.

Parques Nacionales Naturales. Registro Único de Áreas Protegidas (RUNAP). [10 octubre de 2017] disponible en: (<http://runap.parquesnacionales.gov.co/>).

PIZANO, CAMILA ET AL. Bosques secos tropicales en Colombia. [En línea]. <http://www.humboldt.org.co/es/investigacion/proyectos/en-desarrollo/item/158-bosques-secos-tropicales-en-colombia> > [Citado en el 20 de octubre de 2018].

SECRETARÍA DEL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. Enfoque por Ecosistemas. 2004. 50 P. ISBN: 92-9225-025-6 (pdf). [10 octubre de 2017] disponible en: (<https://www.cbd.int/doc/publications/ea-text-es.pdf>).

SECRETARÍA DEL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. [En línea]. Montreal, 2010. 94 P. [10 octubre de 2017] disponible en: (<http://www.oei.es/decada/2010PDF.pdf>).

SERVICIOS DE INFORMACIÓN DE LA SECRETARÍA DE LA CMNUCC. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Los diez primeros años. [En línea]. 2004. 97 P. [15 septiembre de 2018] disponible en: (https://unfccc.int/resource/docs/publications/first_ten_years_sp.pdf).

SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL TERRITORIAL DEL PACÍFICO COLOMBIANO (SIAT-PC). Proyecto de Zonificación Ecológica del Pacífico Colombiano: Estructura ecológica principal de la región del chocó biogeográfico colombiano. [En línea]. Bogotá. 105 P. [10 octubre de 2017] disponible en: (https://siatpc.iiap.org.co/docs/avances/estructura_ecologica_principal_de_la_region_del_choco_biogeografico_colombiano.pdf).

UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. (UICN). Informe anual 2016. [En línea]. 2016. 52 P. [10 octubre de 2017] disponible en: (<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2017-001-v.1-Es.pdf>).

VALBUENA, Saralux; TAVERA, Héctor. & PALACOS, Teresa. Propuesta de Estructura Ecológica Regional para la Región Central. [En línea]. Bogotá: Gobernación de Cundinamarca, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2008. [10 octubre de 2017] disponible en: (http://pricc-co.wdfiles.com/local--files/documentos-referencia/2008_propuesta_EEP_Regi%C3%B3n_Central.pdf).

VAN DER HAMMEN, THOMAS; ANDRADE, GERMÁN. Estructura Ecológica Principal de Colombia (Primera aproximación). Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). [En línea]. 2013. 74 P. [15 septiembre de 2018] disponible en: (<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/015647/Estructuraecologicaaprinicipal.pdf>).

VERGARA VARELA, RAFAEL. Diagnostico Económico de la Zona Industrial del Yumbo. [En línea]. 2010. 79 P. [15 septiembre de 2018] disponible en: (https://www.researchgate.net/publication/307599524_Diagnostico_Economico_de_la_Zona_Industrial_del_Yumbo).

VERGARA VARELA, RAFAEL. Diagnostico Económico de la Zona Industrial del Yumbo. [En línea]. 2010. 79 P. [15 septiembre de 2018] disponible en: (https://www.researchgate.net/publication/307599524_Diagnostico_Economico_de_la_Zona_Industrial_del_Yumbo).

ZULUAGA GUERRA, Paula, et al. Valoración integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (VIBSE): Aspectos conceptuales y metodológicos. Bogotá:

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. , 2014.

151 P. ISBN: 978-958-8343-99-0.