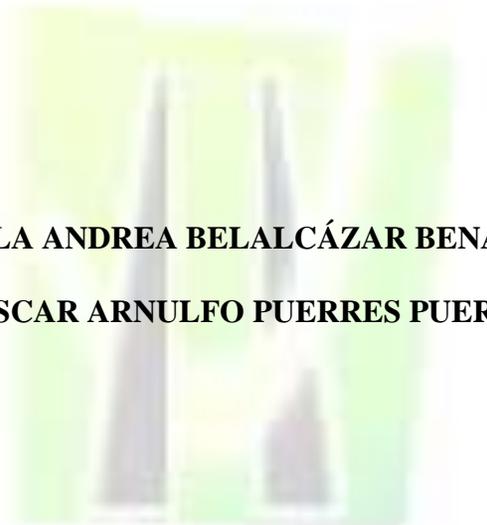


**CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DEL RESGUARDO INDÍGENA DE CUMBAL
NARIÑO, MEDIANTE HERRAMIENTAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.**



PAULA ANDREA BELALCÁZAR BENAVIDES

OSCAR ARNULFO PUERRES PUERRES

**UNIVERSIDAD DE
MANIZALES**

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

GEOGRÁFICA

MANIZALES

2016

**CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DEL RESGUARDO INDÍGENA DE CUMBAL
NARIÑO, MEDIANTE HERRAMIENTAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

PAULA ANDREA BELALCÁZAR BENAVIDES

OSCAR ARNULFO PUERRES PUERRES

**Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar
al título de Especialista en Información Geográfica**

**UNIVERSIDAD DE
MANIZALES**

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

GEOGRÁFICA

MANIZALES

2016

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
1. ÁREA PROBLEMÁTICA.....	2
1.1 DESCRIPCIÓN.	2
1.2 DELIMITACIÓN	2
1.3 FORMULACIÓN	2
2. OBJETIVOS	39
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	39
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	39
3. JUSTIFICACIÓN	40
4. MARCO TEÓRICO.....	41
4.1 MARCO CONTEXTUAL.....	41
4.2 MARCO LEGAL Y NORMATIVO	43
4.3 ESTADO DEL ARTE.....	45
4.3.1 Referente Internacional.....	45
4.3.2 Referente Nacional.....	47
4.3.3. Referente Regional.....	48
4.3.4 Referente Local.....	49
4.4 MARCO CONCEPTUAL.	49
4.4.1 Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	49
4.4.2 Plan de Vida Indígena:.....	50
4.4.3 Caracterización biofísica.....	51

4.4.4 Geología y Geomorfología.	51
4.4.5 Cobertura Vegetal.	52
4.4.6 Metodología Corine Land Cover.	52
5. METODOLOGÍA.....	54
5.1 TIPO DE TRABAJO	54
5.2 FASE 1. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA.	55
5.2.1 Delimitación del área de estudio.....	55
5.2.3 Clima.....	56
5.2.4 Geología.....	56
5.2.5 Geomorfología.....	56
5.2.6 Pendientes.	56
5.2.7 Hidrografía.....	57
5.2.8 Suelos.....	57
5.2.9 Clases Agrologicas.....	57
5.2.10. Zonas de vida.....	57
5.3 FASE 2. CARACTERIZACIÓN DE COBERTURAS TERRESTRES.....	58
5.3.1 Procesamiento digital de Imágenes.....	58
5.4 FASE 3. ZONIFICACIÓN DE USOS DEL SUELO.	59
5.4.1 Determinación de los conflictos de uso de suelo.....	59
5.4.2 Propuesta de zonificación ambiental	59
6. RESULTADOS.....	60
6.1 DETERMINACIÓN DE CONDICIONES FÍSICO BIÓTICAS DEL RESGUARDO DE CUMBAL.	60

6.1.1 Localización Geográfica y delimitación del Resguardo.	60
6.1.2 División política administrativa.	60
6.1.3 Climatología.	43
6.1.4 Geología.	45
6.1.5 Geomorfología.	49
6.1.6. Pendientes.	52
6.1.7. Hidrografía.	54
6.1.8. Suelos.	60
6.1.9. Clasificación Agrológica.	68
6.10 Zonas de vida.	72
6.10.1 Bosque Pluvial Pre montano. (BP – PM).	74
6.10.2 Bosque Húmedo Montano Bajo (Bh – MB).	74
6.10.3 Bosque Muy Húmedo - Montano (Bmh – M).	75
6.10.4 Bosque Húmedo - Montano (Bh – M).	75
6.10.5 Páramo Sub - Andino (P – SA).	75
6.10.6 Páramo (P).	76
6.10.7 Súper Páramo (SP).	77
7. CARACTERIZACIÓN SEMIDETALLADA DE LA COBERTURA VEGETAL DEL RESGUARDO DE CUMBAL.	78
7.1.1 Procesamiento digital de las imágenes.	78
7.1.2 Clasificación de coberturas del resguardo de Cumbal.	80
7.1.3 Tipos de coberturas.	81
7.1.4 Tejido urbano continuo.	81

7. 1.5 Pastos limpios	81
7. 1.6 Mosaico de pastos y cultivos	81
7.1.7 Bosque natural denso	81
7. 1.8 Bosque de galería y ripario.	82
7.1.9 Vegetación herbazal.....	82
7.1.10 Afloramientos rocosos	82
7.1.11 Ciénagas.....	82
7.1.12 Superficies de Agua.	82
7. 2 Conflictos del uso del suelo.	84
7.2.1 Uso Adecuado.....	84
7.2.2 Sub-uso.	84
7.2.3 Sobre-uso	84
8. PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL RESGUARDO DE CUMBAL... 87	
8.1 ZONA DE PRESERVACIÓN (PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN).....	87
8.1.1 Recomendaciones de uso y manejo para zona de preservación.....	89
8.2. ZONA DE RESTAURACIÓN.....	89
8.2.1 Recomendaciones de uso y manejo para zona de restauración.....	90
8.3 ZONA DE USO SOSTENIBLE.....	90
8.3.1 Recomendaciones de uso y manejo para zona de desarrollo sostenible	90
8.4 ZONA URBANA.....	91
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES.....	92
BIBLIOGRAFÍA	93

Lista de Tablas

Tabla 1. Estaciones Meteorológicas de la zona de influencia	56
Tabla 2 Clasificación de pendientes	57
Tabla 3 Características imágenes satelitales	58
Tabla 4 Clasificación de cobertura del suelo Corine Land Cover, Resguardo de Cumbal.....	59
Tabla 5 Descripción de la geomorfología.....	50
Tabla 6. Pendientes Resguardo Cumbal	52
Tabla 7 Parámetros morfométricos de las Cuencas hidrográficas	58
Tabla 8 Forma de las Cuencas Hidrográficas	59
Tabla 9 Densidad de drenajes y compacidad.....	60
Tabla 10 Tipos de Suelos y unidades Taxonomicas.....	66
Tabla 11 Zonas de Vida en el Resguardo de Cumbal.....	72
Tabla 12 Cobertura vegetal resguardo Cumbal	80
Tabla 13 Conflictos de Uso del Suelo.....	85

UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

Lista de figuras

Figura 1. Mapa Base Resguardo de Cumbal.....	41
<i>Figura 2.</i> División Política Resguardo	42
<i>Figura 3.</i> Precipitaciones promedio mensuales en el territorio de Cumbal.....	44
Figura 5. Unidades geológicas Resguardo de Cumbal	46
<i>Figura 7.</i> Mapa geomorfológico.....	51
<i>Figura 8.</i> Mapa de Pendientes	53
<i>Figura 9.</i> Dirección de flujo de la cuenca.....	54
Figura 10. Acumulación de flujo	55
<i>Figura 11.</i> Cuencas hidrográficas del Resguardo de Cumbal	56
<i>Figura 12.</i> Mapa de cuencas hidrográficas.....	57
<i>Figura 13.</i> Mapa de Suelos.....	67
<i>Figura 14.</i> Clase Agrologicas Resguardo de Cumbal	71
<i>Figura 15.</i> Mapa de Zonas de Vida del Resguardo de Cumbal.....	73
<i>Figura 16.</i> Imagen Rapid Eye RGB 1,2,3 y Spot RGB 1,2,3.....	78
<i>Figura 17.</i> Firmas espectrales de coberturas imagen Spot RGB 3-4-2	79
<i>Figura 18.</i> Resultado de polígonos de coberturas sobre imagen satelital Spot	80
<i>Figura 19.</i> Mapa de coberturas del Resguardo de Cumbal	83
<i>Figura 20.</i> Mapa conflictos de uso	86
<i>Figura 21.</i> Mapa propuesta de zonificación ecológica.....	88

RESUMEN

El estudio trata sobre la caracterización biofísica del Resguardo de Cumbal Nariño, este fue desarrollado utilizando técnicas de teledetección, cartografía y diferentes herramientas de los sistemas de información geográfica (SIG), tan útiles y populares hoy en día cuando se trata de realizar un análisis espacial.

Este estudio identificó variables biofísicas del territorio como clima, suelos, geología, geomorfología, pendientes, zonas de vida, coberturas vegetales, etc. las cuales almacenadas en una base de datos geográfica permiten identificar, localizar, agrupar y distribuir los diferentes fenómenos que interactúan en un espacio determinado. La investigación desarrollada es de tipo cuantitativa y cualitativa lo cual permitió conocer el estado actual del Resguardo; en este proceso se utilizaron principalmente técnicas de sensores remotos, geoprocесamientos y generación de cartografía temática.

El estudio tuvo como propósito establecer una zonificación del territorio de acuerdo a sus usos, capacidades, conflictos y potencialidades a partir del análisis de diferentes variables biofísicas, esto permitirá a las entidades correspondientes realizar una gestión adecuada de los recursos naturales del Resguardo de Cumbal.

Palabras claves: Resguardo, caracterización, geoprocесamientos

ABSTRAC

The study deals with the biophysical characterization of indigenous reservation of Cumbal Nariño, this was developed using remote sensing techniques, mapping and different tools, and geographic information systems (GIS) as useful popular today when it comes to making a spatial analysis.

This study identified the territory biophysical variables such as climate, soils, geology, geomorphology, earrings, life zones, vegetation cover, etc. which stored in a geographic database to identify, locate, assemble and distribute the different phenomena that interact in a given space. The research conducted is both quantitative and qualitative which allowed the current status of the reservation; in this process mainly remote sensing techniques, geoprocessing and generation of thematic maps were used.

The study was aimed at establishing a zoning of the territory according to their uses, capabilities, conflicts and potentialities from the analysis of different biophysical variables; this will allow the entities concerned appropriate management of natural resources indigenous reservation of Cumbal-Nariño.

Keywords: indigenous reservation, characterization, geoprocessing

INTRODUCCIÓN

La Constitución de 1991 reconoce que Colombia es un país pluriétnico y multicultural, en esta se plantean mecanismos para proteger la identidad y el derecho de los pueblos indígenas a un territorio. Al mismo tiempo, el Estado plantea a los grupos étnicos diseñar sus políticas de desarrollo, las cuales se deben plasmar en un instrumento de planificación denominado Plan de vida.

El presente estudio se desarrolla atendiendo la necesidad que tiene la comunidad indígena de Cumbal de fortalecer el conocimiento de su territorio, en este aspecto la utilización de herramientas de información geográficas adquieren gran importancia ya que facilitan el análisis espacial, planteando un panorama integral de los recursos naturales del territorio.

Metodológicamente el estudio se aborda en tres fases. En la primera parte se recopila, sistematiza y analiza la información secundaria, seguidamente se realiza el geoprocesamiento de información cartográfica y de imágenes de satélite y finalmente se elabora una propuesta de zonificación de usos del suelo que permita contribuir al Plan de Vida del Resguardo.

Esta investigación aborda aspectos netamente físicos por cuanto se hace un análisis técnico de la información secundaria y también de la obtenida por sensores remotos la cual no se verificó en campo, por tanto se requiere una etapa posterior donde se involucren los aspectos socioeconómicos y culturales de tal manera que se aborde la caracterización del Resguardo de manera integral.

1. ÁREA PROBLEMÁTICA

1.1 DESCRIPCIÓN.

Actualmente el Resguardo Indígena de Cumbal está organizado social y políticamente de manera autónoma, gobernado por un órgano legislativo denominado Cabildo el cual rige y toma decisiones en los diferentes aspectos del territorio.

En el tema ambiental el Resguardo presenta diversas dificultades asociadas a la problemática general del país, lo cual se refleja en la desorganización social, conflictos de uso del suelo, desconocimiento de normatividad ambiental, localización de asentamientos en zonas de amenazas y de protección natural, hechos que se debe entre otras causas a la insuficiente planificación y organización espacial del territorio.

1.2 DELIMITACIÓN

El estudio se realizó en el Resguardo de Cumbal, situado al Sur Occidente del Departamento de Nariño, en la cordillera Occidental, la mayor parte del territorio es montañoso, se encuentran alturas entre 1500 hasta 4700 m.s.n.m. conformando un área de 52.000 hectáreas aproximadamente.

Geográficamente el territorio está localizado entre las siguientes coordenadas.

Coordenadas máximas: 1°4'41.91" Latitud Norte y 78°3'56.60" Longitud Oeste.

Coordenadas mínimas: 0°50'19.67" Latitud Norte y 77°45'12.15" Longitud Oeste.

1.3 FORMULACIÓN

¿Cómo pueden aportar las herramientas de Información Geográfica en la caracterización biofísica del Resguardo indígena de Cumbal?

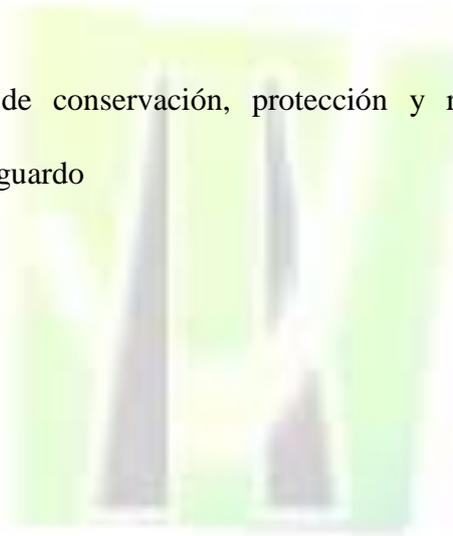
2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar caracterización biofísica del resguardo indígena de Cumbal mediante herramientas de información geográfica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Caracterizar aspectos físicos y naturales del Resguardo de Cumbal.
- ❖ Elaborar un diagnóstico sobre el estado actual de la cobertura del suelo en el área de estudio.
- ❖ Proponer áreas de conservación, protección y recuperación de los recursos naturales del Resguardo



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

3. JUSTIFICACIÓN

Desde la época colonial los pueblos indígenas han reclamado el derecho a la identidad, la autonomía y a la tierra, sin embargo las políticas del Estado y el modelo neoliberal fundamentado en la propiedad privada han generado la fragmentación de los Resguardos, así mismo el desconocimiento de la población sobre su territorio ha ocasionado su disminución y en otros casos se ven expuestos a la desaparición.

Por lo anterior se hace necesario que el resguardo de Cumbal fortalezca su autonomía territorial, para ello se hace necesario que tenga información actualizada y georreferenciada de su territorio y en especial de los recursos naturales existentes, para que de esta forma se pueda propender por la protección de los mismos.

Ante la problemática identificada y con aras de contribuir al desarrollo del Resguardo se elaboró un estudio que permita caracterizar cartográficamente las condiciones naturales del territorio sus potencialidades y problemáticas. Por otra parte el estudio plantea una propuesta de zonificación ligada al manejo, protección y conservación de la riqueza natural que allí se encuentra.

El almacenamiento, consulta y generación de nueva información a partir de varias variables permite la toma de decisiones en cuanto a ordenación del territorio y planificación de recursos naturales, por lo tanto para el Resguardo de Cumbal esta investigación es de gran importancia pues facilita la gestión y administración del territorio.

Los resultados del presente trabajo serán información base para que el Cabildo de Cumbal formule su Plan de vida, teniendo en cuenta información cuantitativa muy aproximada a la realidad, pues en la actualidad solo se cuenta con descripciones aproximadas en cuanto a los recursos naturales, hecho que permite tener una lectura errónea del territorio .

4. MARCO TEÓRICO

4.1 MARCO CONTEXTUAL.

Según el Departamento Nacional de Estadística DANE, en el año 2005 se reportaron 710 resguardos titulados ubicados en 27 departamentos y en 226 municipios del país, los cuales ocupaban una extensión de aproximadamente 34 millones de hectáreas, el 29.8% del territorio nacional. En octubre de 1993 los resguardos titulados eran 313 y cubrían un área correspondiente al 22.8% de la superficie del territorio nacional. Actualmente hay 737 resguardos legalmente constituidos, la misma entidad certifica que los resguardos están ubicados en 234 municipios y en 27 departamentos. La población indígena de estos resguardos proyectada para el año 2011 fue de 1.064.229 personas; según el mismo informe las comunidades étnicas han migrado en los últimos años de su área a las cabeceras municipales ya sea por razones familiares, por la búsqueda de mejores condiciones de vida, por necesidades de educación, y por amenazas contra la vida, este proceso creciente de urbanización se refleja en la información censal de los dos últimos censos.

Según el Departamento Nacional de Planeación (2011), en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, se destaca que la mayor parte de la población indígena habita en la zona rural del país (79%), particularmente en los resguardos indígenas legalmente constituidos, en las parcialidades indígenas, o en territorios no delimitados legalmente, actualmente se encuentran titulados 735 resguardos indígenas ubicados en 235 municipios, con una población de 1.042.579 de indígenas, los cuales se han visto afectados por aspectos que la hacen especialmente vulnerable, tales como, elevados índices de pobreza que inciden de forma directa en su calidad de vida y prácticas sociales de discriminación y exclusión por razón de pertenencia étnica. En efecto, en los municipios con población mayoritariamente indígena o afrocolombiana el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) se ubica en el 66% y 57% respectivamente, por encima del promedio nacional (27%).

De acuerdo con el informe de implementación del programa de legalización de tierras y fomento al desarrollo rural para comunidades indígenas a nivel nacional, que presento el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER (2014), del total de pueblos indígenas que habitan el territorio colombiano un 85% viven en tierras de resguardos legalmente constituidos, mientras que 200.000 indígenas aproximadamente no tienen tierra y se encuentran fuera de sus territorios ancestrales. Sí bien es cierto que los pueblos indígenas poseen el 28% del territorio nacional su ubicación, calidad, posibilidades de producción y comercialización no son favorables ni suficientes para obtener los recursos necesarios que les permitan una subsistencia digna y acorde con sus características propias y que les posibilite una sustentabilidad.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Departamental (2015), la potencialidad de Nariño para un desarrollo alternativo la constituye el hecho de existir una relativa democratización de la propiedad de la tierra: 268.096 campesinos, el 75% del total de propietarios poseen 172.000.000 hectáreas, los resguardos indígenas son titulares de 467.000 hectáreas y las comunidades afro descendientes de 1.0000.000 de hectáreas, es decir, la pequeña propiedad rural y la propiedad comunitaria en su conjunto representan el 84% del total de hectáreas de la superficie rural del Departamento. La población indígena está asentada en 38 municipios. Los pueblos que ocupan estos territorios son: Pastos, Awá, Eperara Siapidara, Inga, Kofán, Quillasinga y Nasa.

Según la Gobernación de Nariño (2015), el pueblo con mayor población es el Pasto con el 77.41% del total de la población indígena asentado en la zona sur del departamento, frontera con el Ecuador. Habita en los municipios de Ipiales, Tuquerres, Cumbal, Guachucal, Cuaspud-Carlosama, Córdoba, Potosí, Aldana, Santacruz-Guachavez, Mallama-Piedrancha, Funes, Pipíales y El Contadero.

4.2 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

El marco legal y normativo está organizado jerárquicamente iniciando con la Ley de leyes la Constitución Política de 1991, seguido por las Leyes y Decretos.

Según el Artículo 329 de La Constitución Política de Colombia (1991), las entidades territoriales indígenas se harán con sujeción a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, y su delimitación se hará por el Gobierno Nacional con participación de los representantes de las comunidades indígenas, previo concepto de la Comisión de Ordenamiento Territorial, los resguardos son de propiedad colectiva y no enajenable, la ley definirá las relaciones y la coordinación de estas entidades con aquellas de las cuales formen parte. (Congreso de la República, 1991)

El derecho a la propiedad bajo el artículo 21 de la Convención Americana sobre Derechos Humanos de 1969, tiene una importancia singular para los pueblos indígenas y tribales, porque la garantía del derecho a la propiedad territorial es una base fundamental para el desarrollo de la cultura, la vida espiritual, la integridad y la supervivencia económica de las comunidades indígenas. Es un derecho al territorio que incluye el uso y disfrute de sus derechos naturales. Se relaciona directamente, incluso como un pre-requisito, con los derechos a la existencia en condiciones dignas, a la alimentación, al agua, a la salud, a la vida, al honor, a la dignidad, a la libertad de conciencia y religión, a la libertad de asociación, a los derechos de la familia, y a la libertad de movimiento y residencia. A lo largo de las Américas, los pueblos indígenas y tribales insisten en que el Estado “les garantice en forma efectiva su derecho a vivir en su territorio ancestral y poder así no sólo realizar sus actividades tradicionales de subsistencia, sino también preservar su identidad cultural” (Comision Interamericana de Derechos Humano, 1969).

La Ley 21 de 1991, aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la septuagésima sexta reunión de la Conferencia General

de la O.I.T., Ginebra 1989, describe a profundidad el derecho que tienen los pueblos a la vida digna y a mantener, fortalecer y preservar sus propias instituciones, culturas y tradiciones. Hace énfasis en el derecho a la búsqueda de su propio desarrollo de manera determinada y libre, de conformidad con sus necesidades e intereses. (Congreso de la República, 1994)

La Ley 160 de 1994 en su capítulo XIV, establece las competencias para coordinar y concertar plan de atención a las comunidades indígenas en lo atinente a la ejecución de acciones encaminadas a la Constitución, Ampliación y Restructuración de Resguardos Indígenas, con el objeto de dotar de tierras suficientes que faciliten su adecuado asentamiento y desarrollo, el reconocimiento de la propiedad de las que tradicionalmente ocupan o que constituyen su hábitat, la conservación del grupo étnico y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. Además establece que los resguardos de origen Colonial son objeto de Clarificación de la propiedad, para lo cual se debe realizar un estudio de delimitación topográfica acompañada de un estudio de las características biofísicas del territorio que ocupan en la actualidad. (Congreso de la República, 1994).

La Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial 1454 de 2011, en el párrafo 2 del artículo estipula la necesidad de reglamentar la conformación de entidades territoriales indígenas, lo que se da la posibilidad de tener autonomía ejecutiva, legislativa y judicial y para esto como primer paso se debe establecer cuál es la ocupación actual que ocupan los resguardos de origen colonial ya que su territorio ha sido objeto de cambios en sus linderos geográficos que ocupaban antaño debido a que sus tierras han sido apropiados u ocupadas por población ajena a su comunidad. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014)

De la misma manera el Decreto 2333 2014, establece mecanismos para la protección y seguridad jurídica de las tierras ocupadas ancestralmente por pueblos indígenas y específicamente el artículo 6 establece que se deben adelantar estudios socioeconómicos y de levantamientos topográficos para delimitar el territorio que ocupan las comunidades

indígenas actualmente, en este sentido los cabildos indígenas como administradores de su territorio deben tener mapificado su Resguardo con cartografía adecuada para así defender su territorio y hacer prevalecer sus derechos frente al Estado. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014)

Por otra parte el Decreto 1953 de 2014 establece un régimen para los resguardos indígenas para la administración de los recursos provenientes del Sistema General de Participaciones SGP, hasta tanto el congreso expida la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial que crea las entidades territoriales indígenas. Para ello se exigen que cada resguardo deba tener un Plan de Vida donde se establezcan los principios que rijan la planeación y administración de su territorio. Y para la formulación del plan de vida es menester tener un diagnóstico biofísico que identifique las bondades y limitaciones de cada territorio. (Ministerio del Interior, 2014)

4.3 ESTADO DEL ARTE.

Para el Resguardo Indígena de Cumbal es de suma importancia la utilización de herramientas geográficas que contribuyan al beneficio general de su comunidad y territorio como una alternativa para el fortalecimiento, adecuación y construcción de estrategias que les permita mantener su identidad cultural y el reconocimiento de su autonomía, por esta razón es importante comprender y saber aplicar estas tecnologías por medio de las experiencias expuestas por otras comunidades que han hecho uso de estas herramientas y entender las técnicas que se han desarrollado para un mejor uso de las mismas.

4.3.1 Referente Internacional. Vale la pena mencionar investigaciones en el ámbito internacional como la de (McCall, 2015) que se realizó con la comunidad indígena BimbiaBonadikombo, situada al suroeste de Camerún donde se realizó un SIG participativo para la planificación comunitaria del carbono forestal en donde se demostró que los SIG son un valor agregado al conocimiento indígena para la mitigación del carbono dentro del

Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto donde se promueve que países industrializados y en vía de desarrollo deben reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. Los requisitos para ser certificados dentro del el proyecto Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) fueron representar espacialmente la zona del proyecto, determinar el estado de la propiedad, los derechos de la tierra y los recursos, demostrar pruebas de que el área del proyecto no se ha deforestado en los últimos cincuenta años y pruebas de referencia (usos actuales, estado físico del bosque, historial de cambios de los bosques) e impactos ambientales del proyecto, para lo cual, el uso de los Sistemas de información Geográfico Participativo – SIGP fue una herramienta clave pues se logró la transformación del conocimiento local en formatos digitales (mapas) que contenían topónimos de drenajes, caminos, límites de la aldea, cuevas y manglares que pensaban tenía potencial ecoturístico, se obtuvo información sobre la tenencia y usos del suelo se documentaron los resultados y la información fue ampliamente compartida utilizando medios digitales. Los resultados del uso del SIGP en esta comunidad arrojaron dos tipos de zonas una con fines de conservación, por los derechos de usufructo (recolección básica para fines de subsistencia) y el área restante es para la explotación forestal, la agricultura (no más de 1 hectárea por persona) y la agro silvicultura actividades que se pueden llevar a cabo con el permiso del consejo de manejo forestal comunitario. El régimen tradicional muestra que algunas granjas y otras formas de ocupación dentro de los bosques comunitarios son ilegales, se concluyó que el proceso de SIGP refuerza y mejora el conocimiento local, el análisis y la transferencia de la información.

De acuerdo con (Juárez, Cortés, & Jackeline, 2007) en el municipio de Queréndaro-México, se evaluó la eficiencia de las herramientas SIG con la comunidad indígena con el fin de realizar un análisis sociocultural del paisaje, dicha investigación se realizó con dos grupos de alumnos de secundaria, cada uno con veinticinco personas en promedio, a los cuales a través de un modelo 3D se les permitió que reconocieran información espacial referente a su

comunidad, ubicando puntos de referencia como centros poblados, ríos, carreteras, bosques. Los resultados de la investigación remiten que la respuesta e interpretación del modelo varía dependiendo del género, ya que se observó que los hombres tuvieron mayor sentido de la ubicación espacial, aunque el sentido de ubicación espacial no solo depende del género sino que también parece depender del lugar de donde procedían los estudiantes, ya que no todos los estudiantes residen en el pueblo de Queréndaro y finalmente se incentivó a los alumnos a discutir acerca de los recursos naturales y conflictos de uso y tenencia del suelo.

4.3.2 Referente Nacional. Cabe destacar las investigaciones de (Rojas, 2007) que pertenece al equipo de Soluciones Geoinformáticas Libres, quienes implementaron un SIG en la comunidad indígena NASA del Putumayo, este equipo propuso la utilización de herramientas de software libre para migrar, almacenar, clasificar, editar, analizar y presentar, los datos manejando formatos de uso asequible que permitieran interoperabilidad entre diferentes aplicaciones como una herramienta de apoyo para los proyectos que emprenden los NASA y que les permiten crecer como organización, se utilizaron programas como Open Office para elaborar la documentación y PostgreSQL/PostGIS para editar datos alfanuméricos, estableciendo una estructura de esquemas y tablas, posteriormente se utilizó SIG Kosmo para editar y preparar la información dispuesta en la base de datos.

Una parte de proyecto se realizó en Bogotá donde se definió el modelo de datos para posteriormente socializarlo con la comunidad NASA, en donde un representante de cada zona, líderes ambientalistas y consejeros de su territorio recibieron capacitación para luego llevarla a sus tierras y así comunicarla a su cabildo, los cuales realizaron sugerencias para que el modelo representara fielmente la realidad geográfica que envuelve el entorno indígena.

La fase final de esta investigación, consistió en la capacitación, instalación y familiarización con las herramientas del SIG, detallando funcionalidades como navegación, construcción de consultas, definición de simbología, generación de mapas, análisis espacial,

configuración de hiperenlaces, transformación de coordenadas y cargue de datos obtenidos de navegadores GPS. El resultado de este proyecto fue la (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012) adaptación positiva de los NASA a las tecnologías con lo que pudieron profundizar sus conocimientos ancestrales empleando herramientas de software libre para apoyar a su comunidad indígena.

En la investigación realizada por se identificaron los requerimientos mínimos para la conceptualización de un Sistema de Información Geográfica Participativo a partir de las condiciones en las que se encontraba el resguardo Ticuna ubicado en Leticia-Amazonas. Inicialmente la autora encontró que la comunidad afrontaba problemas de sistematización y manejo de la información con lo que se obstaculizaba una mejor gestión del territorio. (Lopez, 2008). En dicha investigación se realizó inicialmente una descripción del área de estudio a través de un diagnóstico local y la determinación de procesos y posibles usuarios, posteriormente se analizó simultáneamente metodologías de Sistema de Información Geográfica (SIG), el proceso de la Evaluación Rural Participativa (ERP) y herramientas para el desarrollo participativo. Los resultados presentados arrojan una caracterización de la imagen actual del Resguardo en los aspectos administrativos, físico-ambientales, socio-económicos y culturales, descripción que a su vez se convirtió en la base de la propuesta metodológica para el desarrollo del SIG Participativo y los requerimientos a considerar para el diseño y desarrollo del mismo. En conclusión se podría decir que la combinación entre lo tecnológico y el conocimiento tradicional indígena, promoviendo un ambiente participativo el cual favorece el intercambio de conocimientos existentes en comunidades indígenas y que generalmente son subvalorados.

4.3.3. Referente Regional. En este ámbito existen estudios físicos y bióticos de la entidad encargada de velar por los recursos naturales en el departamento de Nariño, entre estos está estudio el estudio denominado Estado del Arte de la Información Biofísica y Socioeconómica

de los Páramos de Nariño, en este estudio se identificó el estado actual de los páramos del departamento de Nariño e identifica el estado actual de estos. (Corporación Regional de Nariño CORPONARIÑO, 2007)

Así mismos en el Plan de Manejo Ordenación de la Cuenca del Rio Guitara que en su parte alta nace en el Resguardo de Cumbal se identifica la situación ambiental de esta cuenca y se identifican potencialidades, conflictos y restricciones de los recursos naturales Renovables. (CORPONARIÑO, 2009)

También es importante referenciar el trabajo denominado, Estudio Sobre el Estado Actual del Páramo de Chiles, en el cual se realizó una caracterización biofísica del territorio en cuanto a geología, geomorfología, suelos, clima, hidrología y coberturas vegetales del páramo, seguidamente se caracterizó aspectos económicos de la población referentes a demografía, economía, salud, educación, entre otros y finalmente se realizó una propuesta de zonificación ecológica para el Resguardo de Chiles del municipio de Cumbal la cual estipula categorías de uso en unidades de conservación, restauración y uso sostenible. (Corporación Regional de Nariño CORPONARIÑO, 2007)

4.3.4 Referente Local. Existe un trabajo de grado realizado por estudiantes de la Universidad de Nariño denominado Análisis Multitemporal de la Cobertura del Suelo, en la Selva Altoandina y el Páramo de Cumbal, en este estudio se aborda el cambio de la cobertura vegetal y los usos del suelo en la zona de influencia del volcán Cumbal, este estudio contempla la caracterización biofísica y el cambio de coberturas terrestres se realzo a partir de imágenes de satélites. (Coral, 2012)

4.4 MARCO CONCEPTUAL.

4.4.1 Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los sistemas de información Geográfica son una integración organizada de hardware, software y procedimientos

diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos geográficos referenciados espacialmente para la solución de problemas complejos de la planificación y gestión (Gutiérrez & Gould, 2000).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son el resultado de la aplicación de las llamadas Tecnologías de la Información (TI) a la gestión de la Información Geográfica (IG). Los SIG gestionan Información Geográfica, es decir información georreferenciada. La definición más extendida de SIG con pequeñas variaciones, es la establecida por el Departamento de Medio Ambiente (DoE), Burrough, Goodchild, Rhin y otros, la cual podemos sintetizar diciendo que un SIG es un: «Conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra.»

Sin embargo tal y como afirman Burrough y Bouillé, un SIG debe verse también como un modelo del mundo real, por lo que se podría definir como: Modelo informatizado del mundo real, en un sistema de referencia ligado a la Tierra para satisfacer unas necesidades de información concretas». En cualquier caso se compone de datos, hardware, software, recursos humanos y un esquema organizativo. (Instituto Geográfico Nacional, 2016)

4.4.2 Plan de Vida Indígena: Es un instrumento de planeación que se construye a partir de un proceso participativo de autodiagnóstico y del ejercicio de elaboración de proyectos. Es un instrumento de política y gobierno; es un acuerdo social que debe surgir del consenso y se consolida como un documento que debe contener entre otros: la información sobre la comunidad, sus recursos y sus necesidades, la información sobre los cambios que la comunidad quiere lograr, y los proyectos para lograr esos cambios y vivir mejor; el posicionamiento de la comunidad acerca de la relación entre el gobierno indígena y los actores gubernamentales y otros actores y la visión política de la comunidad a largo plazo. El

contenido de estos Planes depende del contexto de cada comunidad u organización indígena; ya que si un pueblo que no tiene satisfecha su demanda de territorio físico se enfrenta a una realidad muy diferente que la de aquel que ya tiene sus títulos y se encuentra en proceso de ordenamiento territorial y construcción de su Autonomía. (Territorio Indígena y Gobernanza, 20015)

4.4.3 Caracterización biofísica. Según el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza el objetivo de una caracterización biofísica, es el de contextualizar a una región en términos de sus condiciones naturales, la cuales representan un papel fundamental en la construcción del espacio geográfico y el territorio. Por medio de la caracterización y el uso de herramientas geográficas se puede conocer las características climáticas, los riesgos naturales y algunas problemáticas de tipo ambiental, asociadas al territorio nacional; aspectos relacionados con la división política administrativa, la accesibilidad, el relieve, los ecosistemas de fauna y flora. Todas estas condiciones físicas permiten tener una idea general del conjunto natural de una región, así mismo, permiten identificar las áreas de mayor complejidad biológica y por consiguiente las facilidades o dificultades que implican dichas condiciones para el asentamiento de poblaciones humanas. (CATIE, 2011)

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, define la caracterización como: “La determinación específica del efecto integral de los factores físicos, bióticos, económicos, socioculturales y ambientales que permite conocer, entender y formular hipótesis acerca de la estructura, función, manejo y razón de ser de los sistemas de producción en áreas específicas y aporta elementos de análisis para quienes toman decisiones en torno al desarrollo regional” (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA, 1996)

4.4.4 Geología y Geomorfología. Delimita unidades integrales de orden físico que conjuga los elementos de los ecosistemas relacionados con geología, geomorfología y suelos.

La integralidad de la unidad permite resaltar las relaciones genéticas y morfológicas del paisaje y explica su interacción con la cobertura vegetal, natural o transformada. Esta unidad la define la litología o el material parental (formación superficial), el relieve y las características más relevantes de los suelos. La importancia de estos elementos radican en las relaciones suelo – planta (terreno – vegetación; geoforma – cobertura) como síntesis ecológica y espacial de los ecosistemas. (Rodrigues, 2004.)

La Geoforma se refiere a todos los aspectos que tienen que ver con la morfología de la superficie terrestre, incluye aspectos tales como: relieve, forma y longitud de las pendientes, tipo y densidad de disección de los patrones de drenaje, Litología, Procesos actuales (erosión, acumulación, sedimentación). El estudio de la Geoforma incluye además aspectos físicos particulares los cuales son una consecuencia de los patrones visibles antes mencionados, que ayudan a reforzar el conocimiento en Geogénesis, clima y Paleoclima, composición del sustrato, hidrología, procesos geomorfológicos activos, procesos geomorfológicos pretéritos y suelos, factores interrelacionados, lo cual constituye la ley de la globalidad en geografía. (Dokuchaiev, 1899)

4.4.5 Cobertura Vegetal. En los alrededores de los volcanes nariñenses describen las siguientes formaciones vegetales: bosques achaparrados, matorrales densos, pajonales y frailejones, prados y turberas, rosetales (Rangel, 2000) manifiesta que: “Las área de vegetación proporcionan a la fauna no solo alimento, sino un lugar adecuado para construir habitáculos que les permitan protegerse de condiciones climáticas adversas, de enemigos y donde, además, puedan reproducirse. A su vez muchos animales en retribución fecundan y dispersan diásporas de diversas especies vegetales”

4.4.6 Metodología Corine Land Cover. En Europa viene desarrollándose desde 1990, definiendo una metodología específica para realizar el inventario de coberturas de la tierra, constituyéndose en soporte para la toma de decisiones en políticas relacionadas con el medio

ambiente y el ordenamiento territorial; aplicándose hoy en día en la totalidad del territorio europeo. (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010)

En Colombia se presentó el mapa de coberturas de la tierra a escala 1:100.000, según la metodología CORINE (*Coordination of Information on the Environmental Land Cover*) adaptada para el país. Metodología que tiene como propósito la homogenización de la cobertura biofísica de la superficie de la tierra a partir de la interpretación visual de imágenes de satélite asistida por computador y la generación de una base de datos geográfica.



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE TRABAJO

El presente trabajo se desarrolló utilizando métodos aplicados al análisis espacial utilizando herramientas de información geográfica y se realiza una descripción a partir de la generación de diferentes mapas temáticos.

El almacenamiento de los productos espaciales se hizo en una base de datos geográfica en Postgres/Postgis y para la manipulación, organización y consulta de la información se utilizó el software QGIS 2.8.

Para la realización de la caracterización biofísica del Resguardo de Cumbal fue necesario el análisis y estudio de la información secundaria de diferentes entidades públicas, contenida en documentos como: el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Cumbal, el Plan de Ordenamiento de la Cuenca del Rio Guitara de CORPONARIÑO, Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras para el Departamento de Nariño, del IGAC y Planchas geológicas 447 y 428 de INGEOMINAS.

La cartográfica e imágenes de satélite se obtuvieron del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC: Planchas a escala 1:25000 en formato digital 428IIIB, 428IIID, 428IVC, 447IIA, 447IIC, 447IB y 447ID, las imágenes Spot de 5 metros de resolución y Rapid eye de 7 metros de pixel. También se descargó una imagen radar de la Nasa de 30 metros de pixel de la página web de AsterGedem.

Metodológicamente el estudio se desarrolló en tres fases, en la primera se elaboró la caracterización biofísica a partir de fuentes secundarias, en la segunda fase se realizó la identificación de coberturas terrestres según las imágenes de satélite y en la tercera se elaboró una propuesta de zonificación y de usos del suelo.

5.2 FASE 1. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA.

La caracterización biofísica se realizó a partir de información secundaria, dentro de la cual se desarrollaron las siguientes actividades realizadas: Delimitación del área de estudio, integración de la cartografía y descripción de los aspectos biofísicos del territorio.

5.2.1 Delimitación del área de estudio. Se procedió a delimitar el perímetro del Resguardo de Cumbal con base en la escritura 228 de 1908 la cual establece los linderos del Resguardo otorgados por la corona española, mapa de división política administrativa de Resguardos del EOT del municipio de Cumbal, Mapas de deslindes de los resguardos del pueblo Awá Pialapí y Nulpe elaborado por el IGAC, los cuales limitan con el Resguardo de Cumbal en la parte norte y occidente, también se consultó la Resolución 31 del 19 diciembre de 1991 del INCODER en la cual se delimita los predios adquiridos por la entidad y concedidos al Resguardo.

5.2.2 Consolidación de la cartografía. Se realizó la integración de las 7 planchas cartográficas del IGAC unificando los siguientes elementos: curvas de nivel, drenajes, lagunas, pantanos, bosques, vías, construcciones, veredas y orografía, para llevar a cabo esta actividad se utilizó herramientas del Software ArcGIS 10.2

La información proveniente de AutoCAD, se exportó a formato Shape File (shp) y se asignó la referencia geográfica que para la zona de estudio corresponde al Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (MAGNA SIRGAS), en el origen de proyecciones coordenadas planas Magna Colombia Oeste

Para la elaboración de la cartografía temática se utilizaron diferentes fuentes de información tomadas de instituciones como el IGAC para el caso del mapa suelos y geomorfología, e INGEOMINAS hoy Servicio Geológico Colombiano para geología.

En las zonas donde no hubo información cartográfica de ninguna fuente se procedió a generar cartografía a partir del DEM 30 de la Nasa

5.2.3 Clima. Para el análisis de la información climática de variables como precipitación y temperatura se tomaron datos de estaciones climáticas próximas al área de estudio, como son la estación. En la tabla 1 se identifica las estaciones las estaciones de las cuales se tomó la información climática para este estudio.

Tabla 1.
Estaciones Meteorológicas de la zona de influencia.

Código	Estación	Temperatura	Precipitación
5205011	Cumbal		X
5205013	Chiles		X
5205501	San Luis	X	X
5205502	El Paraíso	X	X

Fuente: IDEAM

5.2.4 Geología. Para la realización de este mapa se utilizó las planchas geológica 447 del año 2003 y 428 del año 2002 a escala 1: 100000 de la cual se identificaran las unidades litológicas de la zona y la tectónica.

5.2.5 Geomorfología. Para delimitar cartográficamente las diferentes formas de relieve como montañas, colonias, mesetas, depresiones, etc. se tomó como fuente el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Nariño realizado por el IGAC y para describir las unidades geomorfológicas se tomó de las memorias explicativas de las planchas geológicas 447 y 428 de INGEOMINAS, actualmente Servicio Geológico Colombiano.

5.2.6 Pendientes. El mapa de pendientes se elaboró a partir del Modelo Digital de Terreno DTM 30 de la Nasa del año 2009, se utilizó el software ArcGIS 10.2 para generar las pendientes, el producto resultante se reclasificó en 7 clases donde se definió un rango para cada pendiente; teniendo como base la metodología del IGAC. (Ver tabla 2)

Tabla 2
Clasificación de pendientes

<u>Símbolo</u>	<u>Porcentaje</u>	<u>Descripción</u>
a	0 – 2 %	Plano
b	3 – 7 %	Ligeramente inclinado
c	8– 12 %	Moderadamente inclinado
d	13 – 25 %	Fuertemente inclinado
e	26 – 50 %	Ligeramente escarpado
f	51 – 75 %	Moderadamente escarpado
g	Mayor a 75%	Fuertemente escarpado

Fuente: IGAC 2013

5.2.7 Hidrografía. Para identificar las microcuencas hidrográficas en el Resguardo de Cumbal, se realizó la delimitación de la divisoria de aguas utilizando el Modelo Digital de Terreno DTM de la Nasa de 30 metros, utilizando el software ArcGis 10.2, se identificaron características morfo métricas como: área, perímetro, longitud axial, ancho promedio, factor forma y coeficiente de compacidad o coeficiente de Gravellius y el tiempo de concentración, así mismo se determinó la densidad de drenajes de cada microcuenca.

5.2.8 Suelos. La caracterización física del suelo se masificó según el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras para el Departamento de Nariño del IGAC, año 2004 donde se describen las unidades taxonómicas de los diferentes tipos de suelos.

5.2.9 Clases Agrologicas. La delimitación de los suelos se hizo teniendo en cuenta la capacidad de uso y para ello se clasificaron los suelos en ocho categorías donde se agrupan según características fisicoquímicas y la interacción del clima sobre estas, lo cual determina las limitaciones que presenta para su uso y manejo, para ello se tomó la información de Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras para el Departamento de Nariño, realizado por el IGAC en el año 2004.

5.2.10. Zonas de vida. Las zonas de vida del área de estudio se definieron de acuerdo al sistema de clasificación de Holdrigue, que muestra relación entre parámetros climáticos de temperatura, precipitación y humedad relativa.

5.2 FASE 2. CARACTERIZACIÓN DE COBERTURAS TERRESTRES

Las coberturas terrestres en el resguardo de Cumbal se identificaron a partir de las imágenes satelitales Rapid eye y Spot. La tabla muestra características de estas imágenes.

Tabla 3
Características imágenes satelitales.

Sensor	Fecha de toma	Resolución espacial	No. de bandas	Resolución Radiométrica
Rapid Eye	2010	5 metros	6	16
Spot	2007	6 metros	5	8

Fuente: Elaboración propia basada en información suministrada por el IGAC

5.3.1 Procesamiento digital de Imágenes. Para llevar a cabo este proceso se utilizó el software ArcGIS 10.2 con el cual se utilizaron diferentes herramientas para recortar las imágenes según el área de estudio, combinar las bandas multispectrales y realizar la clasificación supervisada de la imagen identificando las diferentes coberturas vegetales.

5.3.2 Adaptación de la metodología de clasificación Corine Land Cover. Para la adaptación y la respectiva delimitación de las cobertura del suelo se hizo necesario tener en cuenta los criterios definidos en el documento “CORMAGDALENA, IGAC, IDEAM. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena Cauca. Metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia escala 1:100.000.

Para la clasificación de coberturas en la imagen se utilizó la nomenclatura propuesta por el programa europeo Corine Land Cover, identificando las coberturas establecidas en la tabla 4 , además para cartografiar una cobertura se tomó una superficie mínima de mapeo 1 hectárea y una anchura de 50 metros para elementos lineales, debido a que el área de estudio es 52194 has.

Tabla 4
Clasificación de cobertura del suelo Corine Land Cover, Resguardo de Cumbal.

Nivel 1	Nivel 2		Nivel 3	
Territorios artificializados	1.1	Zonas urbanizadas	1.1.1	Tejido urbano continuo
Territorios agrícolas	2.3	Pastos	2.3.1	Pastos limpios
	2.4	Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos
Bosques y áreas semi naturales	3.1	Bosques	3.1.1	Bosque natural denso
			3.1.4	Bosque de galería y ripario
	3.2	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1	Herbazal
			3.3.2	Afloramientos rocosos
Áreas húmedas	4.1	Áreas húmedas continentales	4.1.1	Ciénagas
Superficies de agua	5.1	Aguas continentales	5.1.2	Cuerpos de agua

Fuente: Elaboración propia basada en Metodología Corin Land cover, 2008.

FASE 3. ZONIFICACIÓN DE USOS DEL SUELO.

En esta fase se definieron los conflictos de uso del suelo y la propuesta de zonificación.

5.4.1 Determinación de los conflictos de uso de suelo. Esta información se obtuvo del cruce del mapa de uso potencial del suelo con el mapa de uso actual, contraponiendo esta información se pudo identificar las áreas de conflictos de uso categorizadas en uso adecuado, sub uso y sobre uso.

5.4.2 Propuesta de zonificación ambiental. Para el desarrollo de esta actividad se realizó el cruce de los siguientes mapas: Cobertura vegetal, clasificación de los suelos, clasificación agrológica, conflictos del suelo y pendientes.

Como resultado se obtuvo la identificación de zonas donde se necesita tomar medidas apropiadas para reducir o eliminar el conflicto de usos del uso, así mismo, en las zonas donde no se evidenció conflictos también se definieron acciones para propender su uso adecuado, las alternativas que se propusieron fueron encaminadas a dar tratamientos de conservación, preservación o recuperación del suelo de acuerdo al uso potencial, de tal manera que se pueda mitigar, prevenir, minimizar o controlar los impactos derivados de las malas prácticas de manejo, estas recomendaciones precisan cambiar el uso del suelo según su vocación o potencialidad.

6. RESULTADOS

6.1 DETERMINACIÓN DE CONDICIONES FÍSICO BIÓTICAS DEL RESGUARDO DE CUMBAL.

6.1.1 Localización Geográfica y delimitación del Resguardo. El Resguardo de Cumbal, está situado al Sur Occidente del Departamento de Nariño hace parte de la cordillera Occidental, la mayor parte del territorio es montañoso, en este se encuentran alturas de 4700 m.s.n.m. en el volcán Cumbal y de 1500 m.s.n.m. en la vereda San Martin sector El Marino, las características del relieve permiten encontrar pisos térmicos: templado, frio y paramo, situación que hace de este un territorio biodiverso, pues se encuentran zonas ecosistemicas de paramo, bosque alto andino y Subtropical. La verticalidad andina de esta zona hace que en este territorio se cultiven diferentes clases de productos agropecuarios, existan bellezas paisajísticas y espacios naturales que prestan servicios ambientales.

Definido el perímetro del resguardo en la cartografía oficial del IGAC a escala 1:25000 se calculó un área de 52.194 hectáreas (ver figura 1)

Los linderos generales del Resguardo identificados fueron:

Norte: limita con el Resguardo Indígena de Mallama y Resguardo de Pialapí - Municipio de Ricaurte.

Oriente: limita el Resguardo Indígena de Carlosama y Resguardo Indígena de Muellamues.

Sur: limita con el Resguardo Indígena de Panán.

Occidente: limita con los Resguardos de Panán, Chiles, Mayasquer y Nulpe.

6.1.2 División política administrativa. Administrativamente el Resguardo de Cumbal está conformado por veredas y estas en sectores. Además se encuentra ubicado el casco urbano (ver figura 2)

A continuación se relacionan las veredas que conforman el Resguardo de Cumbal con sus respectivos sectores:

Vereda Guán: está dividida en los siguientes sectores: Guán Carretera, Guán Pangata, Guán Centro, Guán Cantería, Guán Romerillo, Guán San Judas y Laguna Seca.

Vereda Tasmag: la conforman los sectores: Chilco, Machines, Kamur, Guaires, Tolas, Guacaltud, Chilco, Laguna, Tambillo y Huertas.

Vereda Cuaical: esta se divide en los sectores: Chita Ladera, Cualpala, Cuaical Centro y Guapul.

Vereda Quilismal: conformada por los sectores: Cementerio, La Merced, Plan Quilismal, Chita Ladera, La Colla y La Ortiga.

Vereda Cuetial: se divide en los sectores: Chita, Chota, Cualchio, Cuetial Centro, Espino, La Arena, Puepiza, Salado, San Fernando, San Ignacio, San José, Tangan, Casa Teja y Montebrazo,

Vereda Cuaspud: hacen parte de esta los sectores: Estadio, Cuaspud Chiquito, Cuaspud Centro y El Rosal

Vereda Boyera: la conforman los sectores: Guamialamag, La Victoria, Cuayar, Laurel, Playas, Boyera Bajo, Boyera Alto y Cuaspud Rejo.

Vereda San Martín: se encuentran los sectores: Miraflores, Río Blanco, San Martín Centro, San Vicente, El Mortiño, La Balsa y El Marino.

Vereda Llano de Piedras: se divide en los Sectores 1,2 y 3

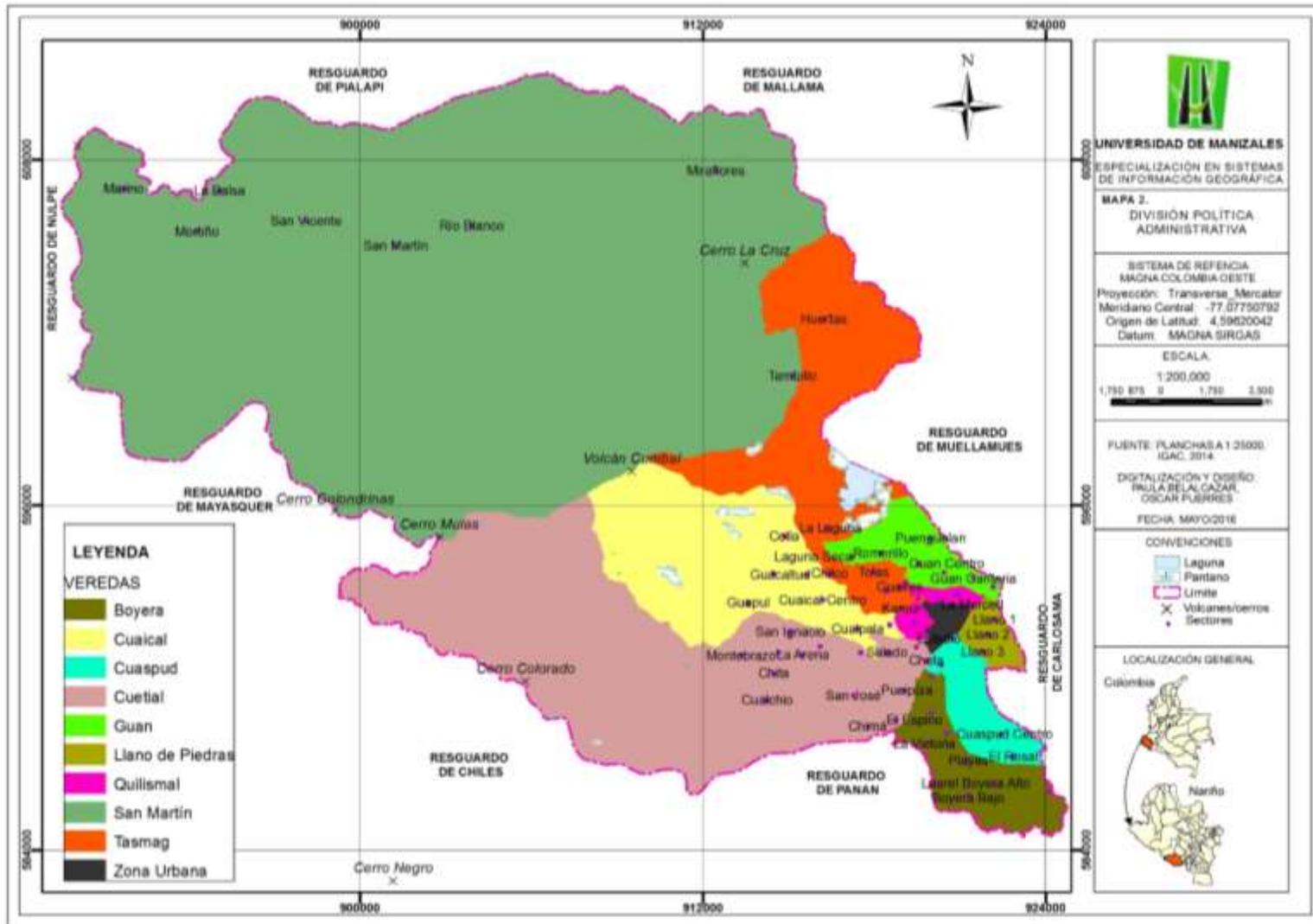


Figura 2. División Política Resguardo
 Fuente: Elaboración propia basada en cartografía IGAC.

6.1.3 Climatología. El clima de la zona de estudio, está influenciado por la latitud y por el relieve. Además por encontrarse en la zona de confluencia intertropical ZCIT el clima es bimodal caracterizándose por poseer periodos secos y lluviosos, así mismo la influencia del relieve permite que el Resguardo existan tres pisos térmicos: templado, frío y muy frío.

En el Resguardo se identifican 3 zonas geográficas muy bien definidas; la zona de altiplano, la zona de montaña y la zona de pie de monte pacifico, el altiplano está a una altura promedio de 3032 m.s.n.m., su temperatura media es de 11°C. En la parte montañosa se encuentran los volcanes en esta se presenta la vegetación de paramo, la temperatura es de -2°C y en los terrenos bajos de pie de monte pacifico el clima es templado registrando temperaturas de 16°C en Miraflores y de 19°C en San Martin.

6.1.3.1 Precipitación. Por encontrarse el Resguardo de Cumbal en la zona andina, la precipitación presenta un comportamiento bimodal en el año con dos periodos lluviosos y dos secos. El primer periodo lluvioso se da entre marzo y mayo, siendo abril el mes más húmedo con 105.8 mm; el segundo periodo es el comprendido entre octubre y diciembre, siendo noviembre el mes más lluvioso de todo al año con 111.9 mm.

La ocurrencia de lluvias en la región está condicionada por el paso de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), ya que el desplazamiento de dicho cinturón nuboso planetario hacia el norte, favorece la precipitación en el mes de abril, mientras que en su desplazamiento hacia el hemisferio sur a finales de año condiciona la ocurrencia de lluvias en esta época. Por otra parte el primer periodo seco se presenta entre los meses de junio-septiembre siendo este el más intenso, el segundo pero con menor intensidad es el correspondiente a los meses de diciembre a febrero. (Ver figura 3)

En la zona de páramo se producen lluvias orográficas generadas por la acción de corrientes horizontales de aire húmedo cercanas a la superficie de la altiplanicie Tuquerres Ipiales, las cuales chocan con las cadenas o cordones montañosos próximos y son inducidas hacia arriba hasta alcanzar la altura de condensación donde se precipitan sobre la superficie terrestre.

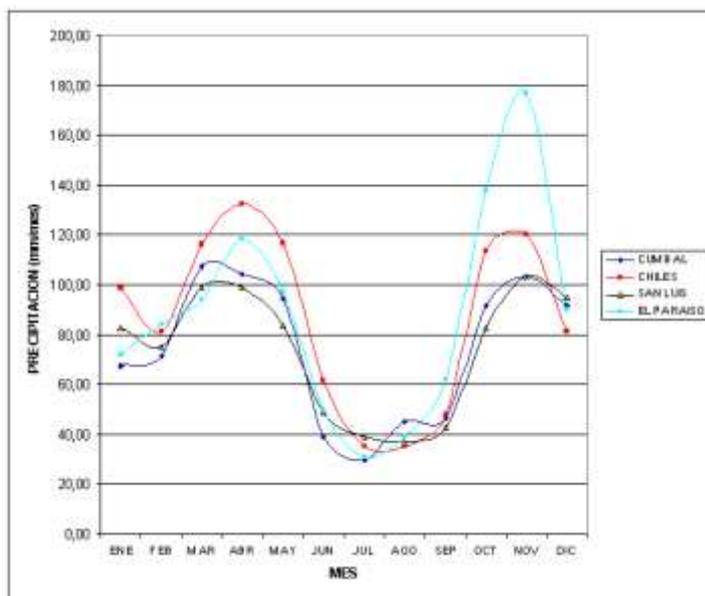


Figura 3. Precipitaciones promedio mensuales en el territorio de Cumbal

Fuente. Elaboración propia basada en datos IDEAM 1973-2015.

6.1.3.2 Temperatura. En la zona del altiplano Tuquerres Ipiales que hace parte el Resguardo de Cumbal, la temperatura media mensual es de 10.8°C y presenta un comportamiento con tendencia hacia la bimodalidad, (ver figura 4) siendo Marzo y Abril los meses de mayor temperatura con 11.3°C , por su parte julio el mes más frío con 9.8°C . El hecho de que julio presente en promedio las menores temperaturas a pesar de ser en general una temporada de pocas lluvias con días soleados, se explica porque toda la radiación que llega a la tierra durante el día, es emitida nuevamente por la superficie durante la noche especialmente en la madrugada, lo que hace que se produzcan heladas en esta época del año, de esta forma, la temperatura de la mañana disminuye a pesar que durante el resto del día se presentes altas temperaturas. Sin embargo la temperatura media puede variar alcanzando máximas entre

12.5 y 13°C y mínimas que oscilan entre los 8.3 y 9°C; las temperaturas horarias están definidas así: máximas 2. p.m., mínimas 6 a.m. y 6 p.m.

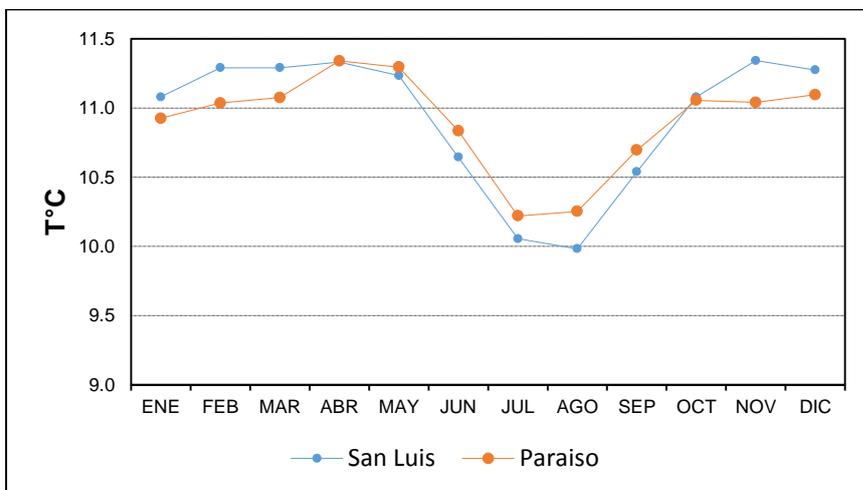


Figura 4. Comportamiento de la temperatura estaciones climatológicas San Luis y El Paraíso.

Fuente: Elaboración propia basada en datos IDEAM 1952-2015

De los valores consignados se pudo concluir que el mes que históricamente registra la menor temperatura es Julio para ambas estaciones, las más altas son marzo y noviembre para la Estación San Luis y abril y mayo para la estación El Paraíso.

6.1.4 Geología. Para la descripción de las unidades geológicas se utilizó la información de las planchas 447 del 2003 y 428 del 2002 de INGEOMINAS, Escala 1:100.000, con las que se pudo identificar la composición litológica y los diversos procesos y transformaciones que se han llevado a cabo en las diferentes eras geológicas, así mismo se identificó la geología estructural que comprende la localización de las fallas presentes en el área de estudio, información que se resume en la figura 5.

La geología del área de estudio tiene como principal agente de influencia la actividad relacionada con los volcanes de Cerro Negro de Mayasquer, Chiles, Cumbal, Azufrar y otros centros volcánicos ubicados en el vecino país del Ecuador, que durante las eras más antiguas modificaron la corteza terrestre, sobre la cual en periodos recientes se daría la acumulación de material piro clástico, así mismo cabe resaltar la actividad fluvial y fluviotorrencial proveniente de la dinámica glaciar.

		Rocas sedimentarias		
		Holoceno	Q2al: Depósitos aluviales no consolidados compuestos por gravas, arenas y limos.	
CENOZOICO	Cuaternario	Pleistoceno	Q1dg: Depósitos glaciares de till, incluye morrenas laterales, terminales y de fondo. Bloques métricos, decimétricos y guijarros en matriz de lodo. Además, depósitos fluvioglaciares en las zonas más bajas.	
			Q1dr: Acumulaciones de cenizas y pómez de caída intercaladas con depósitos arenosos y limo-arenosos; localmente incluye depósitos aluvio-colviales.	
			Rocas igneas extrusivas	
			Q1acm: Flujos de lava de composición andesita formados en varias etapas de actividad.	
			Q1acc: Lavas brechadas andesíticas con plagioclasas, ciclopiroxenos en matriz vítrea vesicular.	
			Q1accn: Lavas andesíticas de textura porfídica con plagioclasa y piroxenos en matriz vítrea.	
			Q1ac2: Lavas andesíticas de textura porfídica con plagioclasa Orto y clinopiroxenos y fragmentos de rocas andesíticas con trazas de olivino. (1) más antiguo, (3) más reciente y clinopiroxenos y fragmentos de rocas andesíticas con trazas de olivino (1) más antiguo.	
			Q1ag: Depósito de bloques de tamaño y composición variables, con predominio de rocas intrusivas y volcánicas, matriz de arena lodosa.	
			Q1ig: Depositos de flujos piroplásticos consolidados de cenizas y pómez de composición andesítica a ríodasítica con estructura porfídica; abundantes fragmentos de pómez vulcanitas recientes y basaltos. Hacia la parte media y el techo pómez y cenizas.	
			Q2dp: Oleadas piroclásticas de ceniza y bloques; flujos de detritos (lahar) con fragmentos de tamaño lapilli-ceniza gruesa, con algunos bloques y bombas de pómez. Depósitos sin consolidar o poco consolidados.	
	Q2t: Detritos rodeados con tamaños y composición variables no litificados, con buena degradación y selección. Depósitos elevados con respecto a la llanura de inundación y pueden presentarse en varios niveles.			
		Neogeno	Plioceno	N2aca: Lavas y aglomerados andesíticos con plagioclasa clino y ortopiroxeno en matriz vítrea. N2av: Centros volcánicos pliocénicos con lavas y piroclastos de composición andesítica; con centros de emisión localizados en: Guáitara, Cerro negro del Encino, Cumbal Antiguo, Macas y Pajablanca.
MESOZOICO	Cretácico	Rocas sedimentarias		
		K2cs: Rocas metasedimentarias y metavolcánicas: Metalimolitas grises, metachert y filitas verdes intercaladas con niveles de flujo basálticos.		
		K2daa: Areniscas y arcillolitas del río Tambo. Areniscas limolitas arcillolitas y escasos conglomeráticos de color gris, detriticos, con ligera foliación por metamorfismo de muy bajo grado.		
		K2db: Diabasas espilitizadas, masivas, con plagioclasa y piroxenos, basaltos, lavas almohadilladas, brechas volcánicas con intercalaciones lenticulares de Shales, filitas y Chert. Limolitas, filitas y cherts .		

Figura 4. Unidades geológicas Resguardo de Cumbal

Fuente: elaboración propia basada en INGEOMINAS, Planchas geológicas 497 y 428.

6.1.4.1 Geología estructural. Esta se refiere a la deformación ocurrida sobre las rocas de la corteza terrestre sus formas características y procesos que las definen, según (IGAC, 2016) Es una fractura de la corteza terrestre acompañada de desplazamientos vertical, horizontal o combinado de los bloques o capas (p.6).

En el área de estudio se ha tenido que inferir la ubicación de las fallas, ya que no se han podido identificar claramente en campo, las fallas se encuentra cubiertas por gran cantidad de depósitos de edad reciente que cubren esta zona, se haría necesario la actividad continua de movimiento de una falla para poder descubrirla libre de depósitos eólicos y piro clásticos del Cuaternario (INGEOMINAS, 2002, p.84).

Se identifica el sistema de fallas San Felipe que se ubica sobre la carretera que une a San Felipe con Tiuquer, es la más representativa que se encuentra sobre la zona de estudio. Se encuentra una zona de cizallamiento de 0,20 m de espesor, con inclinación vertical y dirección 30°E, que afecta rocas de composición areno-arcillosa pertenecientes al Grupo Dagua, produciendo deformación dúctil con presencia de ultramilonitas de color negro por espacio de 0,10 m., rodeadas de deformación frágil que convierte en ripio de falla la roca original. (INGEOMINAS, 2002 p.85)

UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

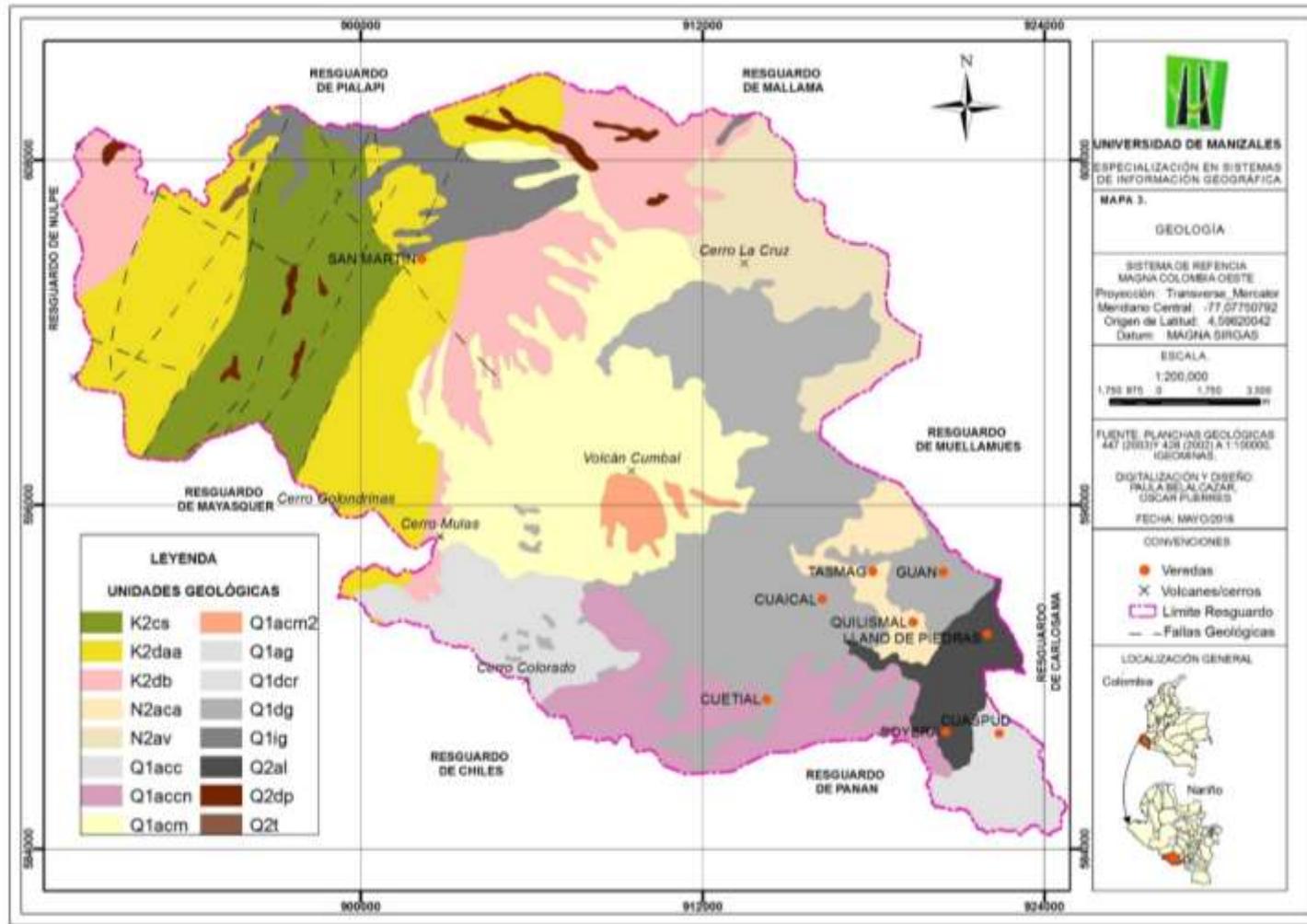


Figura 6. Mapa Geológico

Fuente: Elaboración propia basada en Planchas geológicas 447(2003) y 428(2002)

6.1.5 Geomorfología. En la zona de estudio el principal agente modelador de las diferentes formas del relieve ha sido el volcanismo en el periodo Mioceno o principios del Pleistoceno, volcanes cuyos edificios antiguos dan lugar a diferentes geo formas gracias a los procesos erosivos y climáticos así mismo la actividad fluviolacustre proveniente del deshielo y la deposición de material.

Para INGEOMINAS (2002) Se destacan los volcanes Cerro Negro de Mayasquer, Chiles y Cumbal que para son conos en perfecto estado de conservación, aunque los dos primeros sufrieron colapsos parciales en los últimos episodios de actividad, en geo formas más recientes pueden identificarse frentes de flujos de lava. La deposición de material fluviolacustre y volcánico ha generado la mayoría de geo formas del área de estudio, afectadas en su mayoría por procesos erosivos que constituyen el paisaje actual, la acción glaciár se encuentra principalmente hacia las partes más altas localizadas en el volcán Cumbal, zona de páramo donde se puede encontrar geo formas heredadas del modelado glaciár (p. 27). (ver tabla 5).

UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

Tabla 5
Descripción de la geomorfología del Resguardo de Cumbal

Relieve	Descripción	Fase
Abanico:	Acumulación de material fluvioacustre principalmente al pie de las vertientes.	Ligeramente inclinados y Planos
Artesa y campo morrenico:	Depósitos de material glaciario acumulado, se encuentra en los sectores aledaños al estrato volcán.	Planos encharcables, fuertemente inclinados, moderadamente inclinados.
Colada de lava:	Estas se conservan como evidencia de la actividad volcánica como paisajes alargados cubiertos de vegetación.	Fuertemente escarpados, ligeramente escarpados, fuertemente inclinados, ligeramente escarpados, ligeramente inclinados, moderadamente escarpados, moderadamente inclinados.
Depresión:	Se encuentran partes con un nivel inferior a las áreas contiguas, se localiza al borde de la laguna Cumbal.	Planos encharcables
Estrato Volcán:	Encontramos, múltiples capas de lava endurecida de diferentes periodos de actividad del Volcán Cumbal.	Fuertemente escarpados
Filas y vigas:	Son cimas montañosas afectadas por la erosión de sus flancos las encontramos extendidos en la vertiente noroeste del volcán Cumbal	Fuertemente escarpados, Moderadamente escarpados
Lomas:	Este relieve de disección se caracteriza por las cimas redondeadas y los flancos inclinados	Fuertemente inclinados, ligeramente escarpados
Mesas:	Zonas planas limitadas por un escarpe de influencia aluvial.	Ligeramente inclinados, Planas

Fuente: Elaboración propia basada en el Estudio y Zonificación de Suelos de Nariño, IGAC

UNIVERSIDAD DE
 MANIZALES

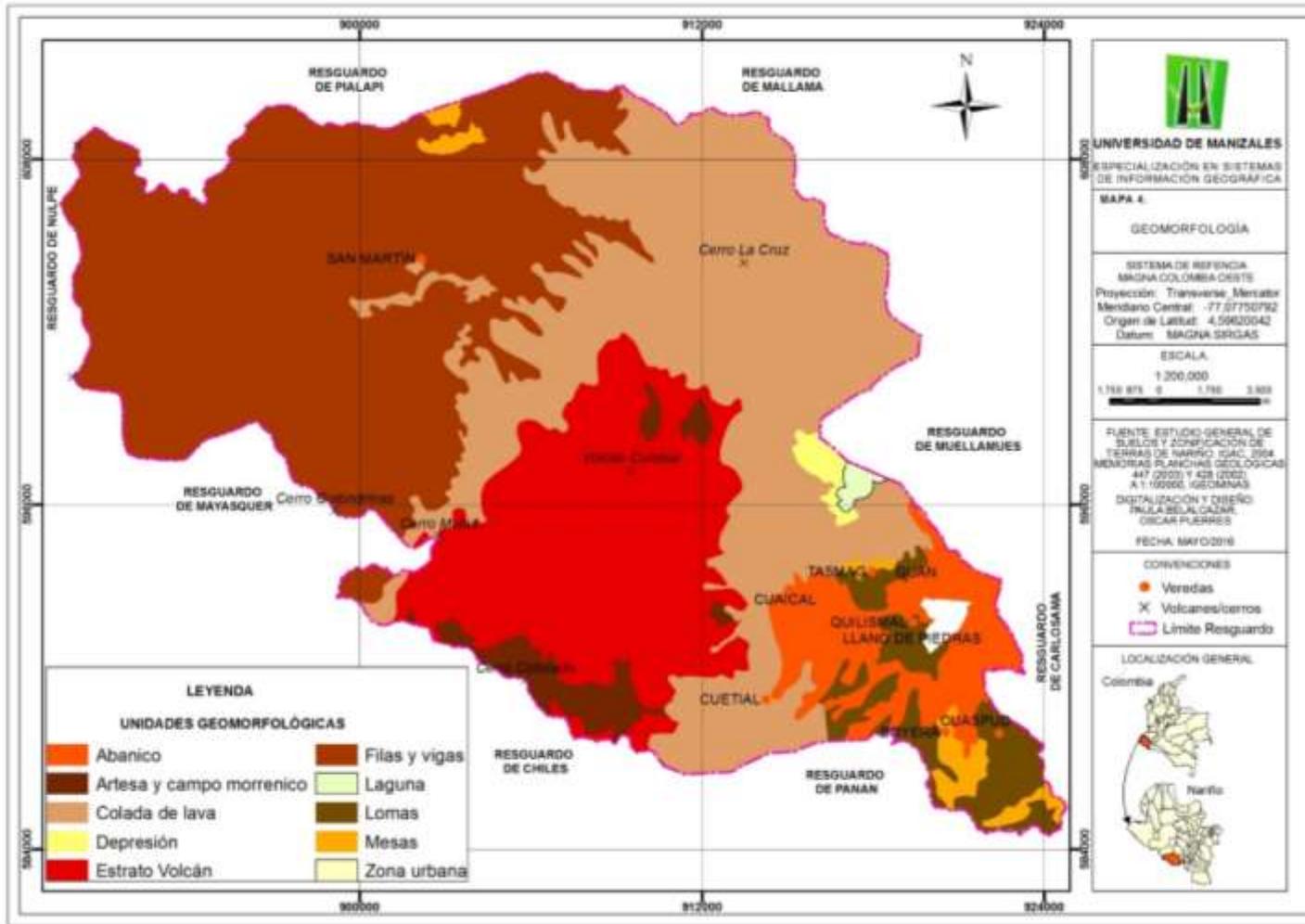


Figura 5. Mapa geomorfológico.

Fuente: elaboración propia basada en Estudio de Zonificación de Suelos de Nariño IGAC, 2004.

6.1.6. Pendientes. La clasificación de pendientes permite tener una zonificación del área de estudio de acuerdo al porcentaje de inclinación que se encuentre en las vertientes allí existentes, la inclinación de cualquier terreno se puede medir por medio de la pendiente, mientras más se incline una superficie más pendiente tendrá. La pendiente se mide calculando la tangente de la superficie, esto sería dividiendo el cambio vertical en altitud entre la distancia horizontal, se expresa generalmente en grados tomando en cuenta un ángulo de 45° como el máximo valor de pendiente, este valor expresado en un 100% expresaría el porcentaje de inclinación. (Universidad de Alcalá, 2000)

Se calculó de acuerdo al MDT y se procesó con el software ArcGIS 10.2 este proceso se lo realiza por medio de la herramienta Slope en Surface del menú Spatial Analyst Tools obteniendo una clasificación de pendientes expresada en porcentajes para poder determinar rangos de pendientes dicha clasificación es reclasificada por medio de la herramienta Reclassify en Reclass del anterior menú, así se obtiene un ráster de pendientes reclasificadas, en este caso se tomó la clasificación establecida por el IGAC, posteriormente se convirtió el ráster a polígono y se obtuvo el insumo para identificar las pendientes en el área de estudio las cuales se muestran en la tabla 6.

Tabla 6.
Pendientes del Resguardo de Cumbal

Porcentaje de Pendiente	Área(Mts2)	% Área de estudio (%)	Descripción
0%-2%	31406345,35	0,06	Plano
3%-7%	45625639,18	8,82	Ligeramente inclinado
8%-12%	42583161,31	8,23	Moderadamente inclinado
13%-25%	118936078,03	22,90	Fuertemente inclinado
26%-50%	212756203,67	41,10	Ligeramente escarpado
51%-75%	57671269,73	11,10	Moderadamente escarpado
>75%	8169808,24	1,57	Fuertemente escarpado

Fuente: elaboración propia basada en IGAC, 2013.

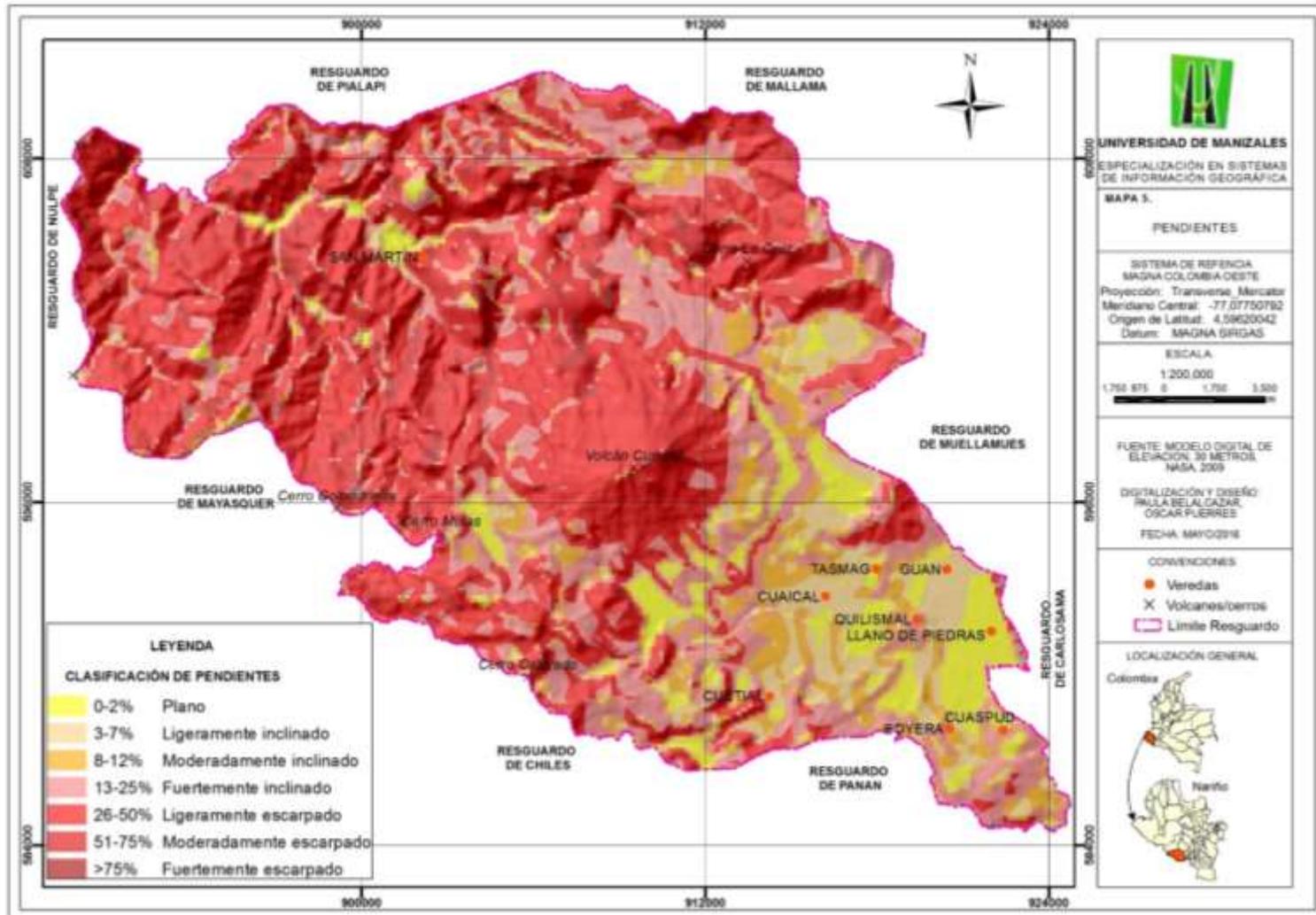


Figura 6. Mapa de Pendientes

Fuente. Este estudio basado en DEM 30 de la Nasa

6.1.7. Hidrografía. Para delimitar las cuencas hidrográficas se utilizó herramientas del software ArcGIS 10.2, inicialmente se corrigió el DEM utilizando la herramienta Fill, que permite rellenar celdas vacías con el fin de corregir errores del ráster, como producto de este proceso se obtiene una nueva imagen del mismo formato con la que se inició la delimitación. Con el ráster corregido se procede a calcular la dirección de flujo, por medio de este modo es posible saber el recorrido del agua a través de las celdas, se obtiene otra imagen ráster donde cada color representa un valor de dirección.

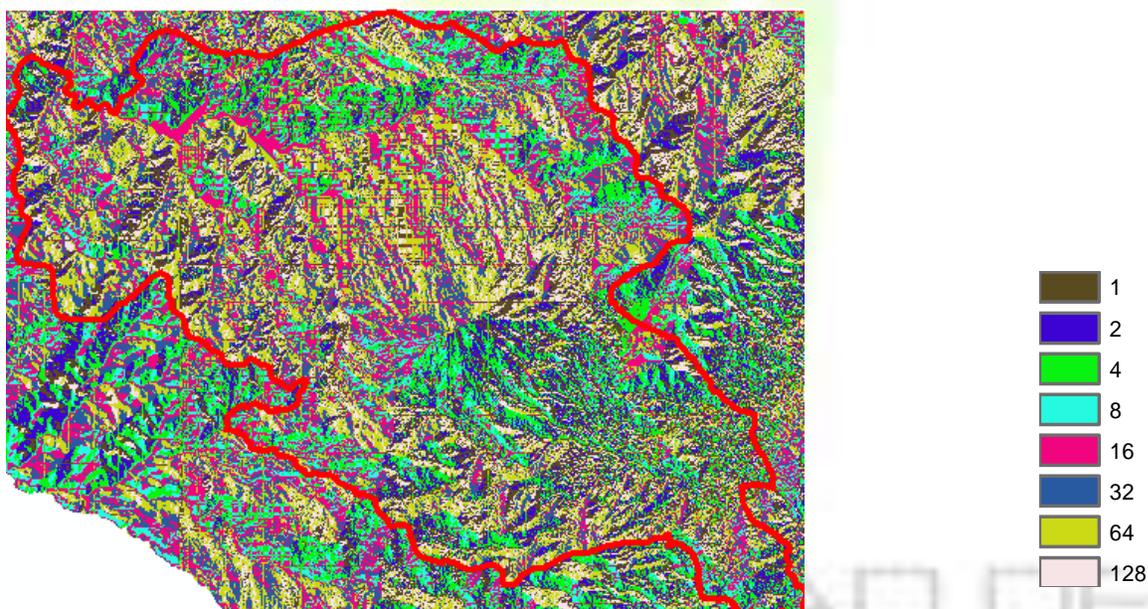


Figura 7. Dirección de flujo de la cuenca

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se define, sobre la imagen obtenida anteriormente, la acumulación de flujo que se refiere a cuánta agua puede recibir una celda, con ello se obtiene una imagen que contiene la delimitación de los drenajes, se puede notar en un color claro el drenaje más importante del área de estudio el Río Negro al norte.

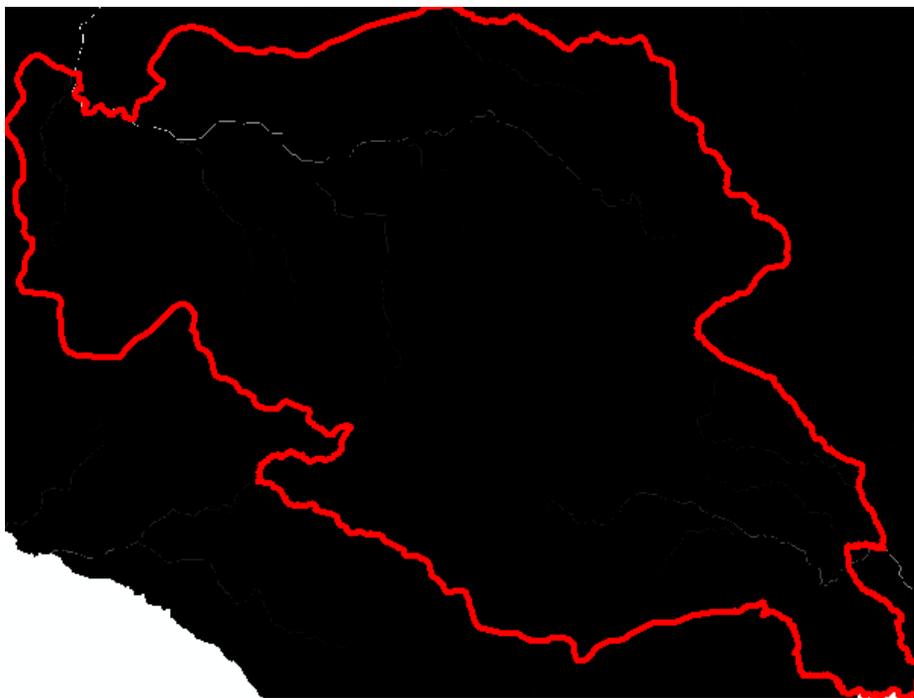


Figura 8. Acumulación de flujo

Fuente: elaboración propia

Seguidamente con la herramienta Spatial Analyst, Map Algebra, Calculadora Ráster y la opción Stream Definition, se clasifican las celdas con un umbral determinado, que defina una red de flujo o de drenajes, dicho umbral debe ser especificado para definir el número de celdas vertientes que se clasifiquen y obtener la red de flujo.

Con el resultado obtenido anteriormente y también la dirección de flujo por medio de la herramienta Stream Link se dividió el cauce en segmentos no interrumpidos se definirán una división del área de drenaje relacionada con un sitio de desagüe.

Ahora se creara un archivo de formato shp de los drenajes obtenidos en la definición de drenajes y también el archivo de dirección de flujo, por medio de la herramienta Stream Feature.

Con el producto obtenido en el paso inmediatamente anterior y a través de la herramienta ArcTools box, Data Management tools, Feature y la opción Feature herramienta Vertice to

PointFeature, se convertirán los vértices a punto permitiendo ubicar los puntos donde se cortan cada uno de los drenajes o para nuestro interés los puntos de salida.

Como paso final se delimita las cuencas hidrográficas con ayuda de los puntos creados anteriormente y el archivo de dirección de flujo a través de la herramienta Watershed delineation.

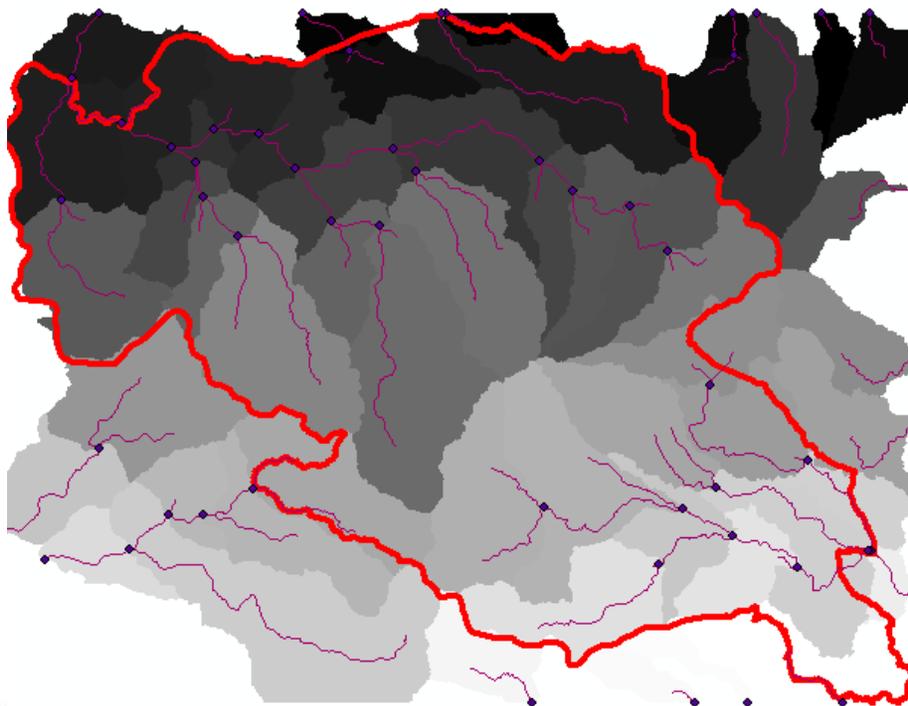


Figura 9. Cuencas hidrográficas del Resguardo de Cumbal

Fuente: elaboración propia

UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

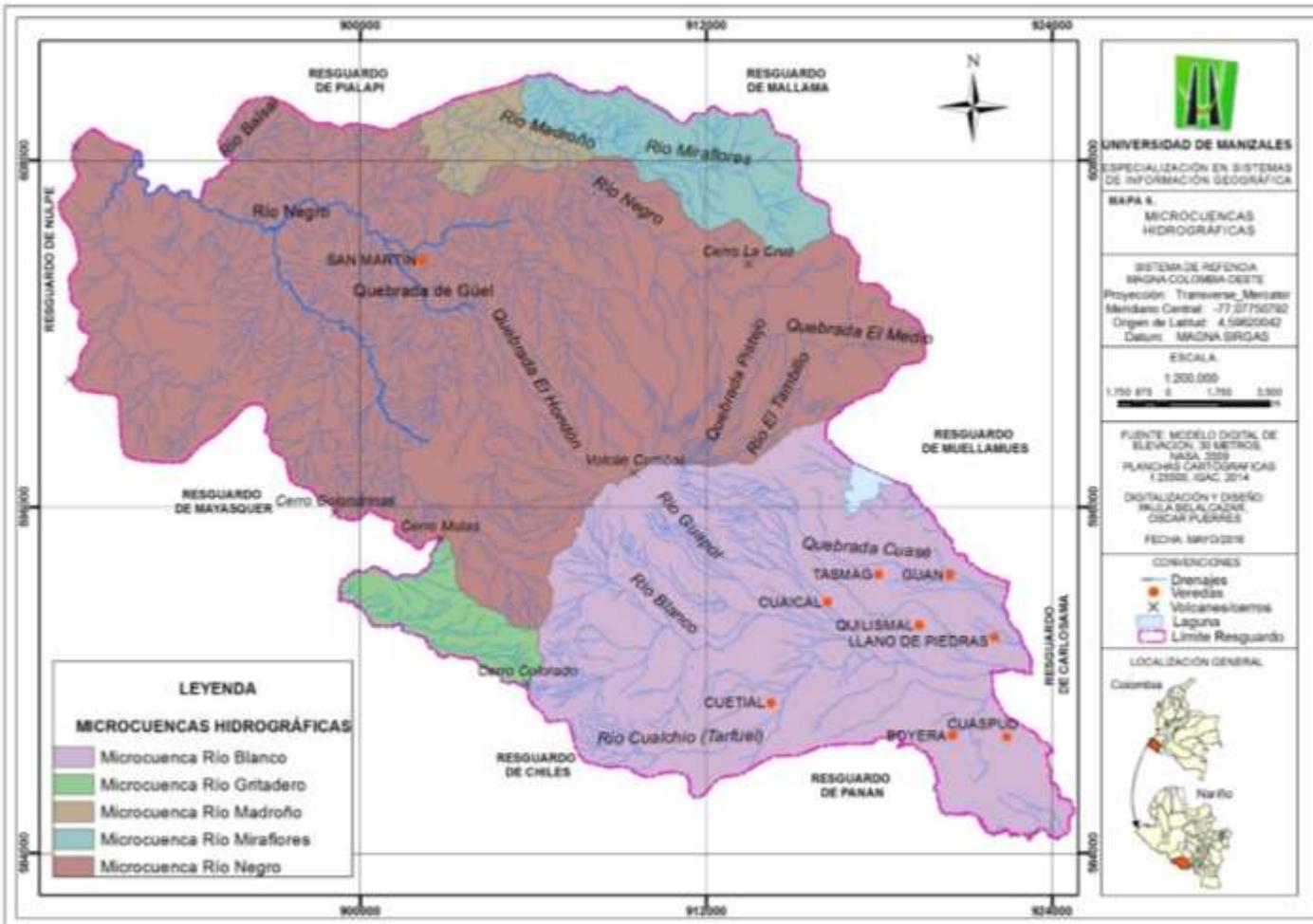


Figura 10. Mapa de cuencas hidrográficas

Fuente: elaboración propia, basado en DEM 30 de la Nasa

El área es una de las magnitudes más importantes pues de esta dependen muchos de los otros parámetros de la cuenca (ver tabla 7) es de esperarse que el área sea directamente proporcional a la influencia del comportamiento de una cuenca en un espacio.

Tabla 7
Parámetros morfométricos de las Cuencas hidrográficas

Microcuenca	Área (km ²)	Perímetro (km)	Long axial (km)	Ancho prm(km)
Río Negro	301,12	99,81	30,00	10,04
Río Blanco	163,50	67,08	19,80	8,26
Río Miraflores	29,97	30,73	11,90	2,52
Río Gritadero	14,73	22,01	7,00	2,10
Río Madroño	12,53	19,06	6,10	2,05

Fuente: elaboración propia

De acuerdo tabla 7 se deduce que el área de estudio la cuenca de mayor extensión es la del río Negro y la de menor extensión es la del río Madroño, ya que de este último se encuentra solo su nacimiento. El perímetro de una cuenca es la línea que limita la cuenca, línea que recorre las divisorias de agua o partes más altas de las vertientes, tiene relación directa con el área. El ancho promedio es la relación existente entre el área y la longitud axial

Tomando en cuenta la longitud axial de la cuenca, su ancho promedio y el área se determina el factor forma cuyo valor se interpreta de acuerdo a la calificación establecida por Horton, El factor de forma según Horton (como se citó en (CORTOLIMA, s.f.) expresa la relación existente entre el área de la cuenca, y un cuadrado de la longitud máxima o longitud axial de la misma. Entendiéndose como Longitud axial una línea recta que une el punto más alto de la cuenca con el punto más bajo.

Las cuencas del área de estudio pueden clasificarse de alargadas a no ensanchadas, el factor forma nos indica un valor que al disminuir representara para la cuenca menos crecientes, es decir que en una cuenca de forma alargada el caudal no tendrá mucho incremento para un evento de precipitación en comparación a una de forma ensanchada donde el área y la distribución de los drenajes permite mayor acumulación de escorrentía, que genere grandes crecidas, por su parte el tiempo de concentración es el tiempo que se tardara

en forma hipotética una gota de agua en recorrer el punto más lejano hasta llegar a la desembocadura de la cuenca, (CORTOLIMA, s.f.)

Según la tabla 8 se observa que la microcuenca que posee el mayor valor de tiempo de concentración es la cuenca del Río Blanco, que posee forma casi ovalada, ni largada ni ensanchada, por su forma el recorrido que haría una gota de agua en esta cuenca es mayor, seguida aunque no muy cercanamente de Río Miraflores, que es la más alargada y de Río Negro que aunque no es ligeramente alargada si es la que más área abarca, para las cuencas de Río Madroño y Gritadero el tiempo de concentración es muy corto debido a su área ya que solamente se encuentra el nacimiento de dichos ríos.

Tabla 8
Forma de las Cuencas Hidrográficas

Microcuenca	Factor forma	Forma	Tiempo de concentración (minutos)
Río Blanco	0,42	ni alargada ni ensanchada	105,03
Río Madroño	0,34	ligeramente alargada	34,09
Río Negro	0,33	ligeramente alargada	62,14
Río Gritadero	0,30	alargada	10,60
Río Miraflores	0,21	muy alargada	62,51

Fuente: elaboración propia

La densidad de drenaje es un parámetro que califica a una cuenca como bien o mal drenada, mientras más alta sea la categoría del drenaje la cuenca tendrá una mejor respuesta a los procesos de precipitación, caso contrario de una cuenca mal drenada que respondería de forma muy lenta a los procesos hidrológicos, por otra parte una densidad baja indicarían suelos poco erosionables, muy permeables que no han sido afectados en gran medida por la escorrentía, la precipitación y demás procesos relacionados. En la zona de estudio se identificaron categorías alta y muy alta de drenaje lo que indica que en general es una zona de respuesta hidrológica rápida, con suelos poco permeables que puede verse afectada por procesos erosivos recurrentes, sobre todo en las cuencas correspondientes al Río Gritadero y

Madroño donde a pesar de ser áreas de nacimiento del río principal existen un gran número de afluentes.

El coeficiente de compacidad propone un análisis de la forma de la cuenca en referencia a una cuenca imaginaria de forma circular, se supone un valor de 1, desde donde se establece que mientras más se acerque un valor a la unidad mayor concentración de escurrimiento representa, según este parámetro la cuenca del Río Blanco es la que mayor índice de concentración representa, ya que tiene una forma redonda a oval alargada en ella el recorrido del agua sería más lento como lo indica el tiempo de concentración, así mismo tendría susceptibilidad a crecidas precisamente por la mayor concentración de agua, caso contrario que Río Negro y Gritadero que al ser de predominante forma alargada no presentan mayor concentración de agua y por ende no se esperarían crecidas torrenciales. (Ver tabla 9)

Tabla 9
Densidad de drenajes y compacidad

Microcuenca	Densidad Drenajes	Categoría de densidad	Índice de compacidad	Descripción compacidad	Característica
Río Negro	2,83	Alta	1,62	Forma oval – alargada a alargada	Menor concentración de agua
Río Blanco	2,08	Alta	1,48	Forma oval - redonda a oval – alargada	Mayor concentración de agua
Río Miraflores	2,52	Alta	1,58	Forma oval – alargada a alargada	Media concentración de agua
Río Gritadero	3,31	muy alta	1,62	Forma oval – alargada a alargada	Menor concentración de agua
Río Madroño	3,08	muy alta	1,52	Forma oval – alargada a alargada	Media concentración de agua

Fuente: elaboración propia

6.1.8. Suelos. La identificación de los diferentes tipos de suelos se hizo de acuerdo al estudio general de suelos del departamento de Nariño, elaborado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, escala 1:100000, se identificaron 30 unidades cartográficas (ver tabla 10) con sus respectivos símbolos, cada símbolo está constituido por tres letras mayúsculas, la

primera letra indica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el nombre de la clase cartográfica y sus componentes taxonómicos, una letra minúscula que significa el porcentaje de la pendiente, a veces un número arábigo que representa el grado de erosión y en ocasiones la letra "y" o la letra "z" que significa encharcamientos o inundaciones. (IGAC, 2004)

6.1.8.1 Suelos de altiplanicie.

En la zona de estudio encontramos suelos de altiplanicie frío húmedo y muy húmedo, frío Seco, medio húmedo y muy húmedo, los cuales se encuentran en una altura entre 2000 a 3000 m.s.n.m. con un precipitación aproximada de 1000 a 4000 ml. Anuales, su relieve es plano a ligeramente ondulado característico de lomas y mesas, su litología principalmente se compone de mantos de ceniza volcánica sobre tobas de ceniza y lapilli, la orden taxonómica bajo la cual se han clasificado es de Andisoles e Inceptisoles, se encuentran áreas disectadas, donde el material litológico fluviovolcanico ha sido cubierto por material fino de origen volcánico, evolución que se supone se ha producido en condiciones ambientales muy diferentes a las actuales, cabe considerar la alta explotación de estos suelos con fines agrícolas y pecuarios que ha ocasionado su deterioro. (IGAC, 2004)

A continuación se describen las principales características de las unidades taxonómicas de los suelos de Altiplanicie presentes en el Resguardo de Cumbal.

Las Unidades de suelos AQBb. Son unidades de suelos de poca extensión se localizan en la parte alta de la vereda san Martín el límites con el municipio de Ricaurte ocupan un área de 200 has correspondientes al 0,4 % de suelos del Resguardo de Cumbal.

Las Unidades de suelos ALBa, ALBb. Geográficamente se localizan en las veredas Tasmag (Tolas) y la Boyera (Laurel, Playas, Cabaña) en alturas entre 3000 metros, en clima frío húmedo, con temperaturas entre 12 y 18°C y precipitaciones de 1000 a 4000 mm anuales. Geomorfológicamente ocupan sectores de relieve plano y ligeramente inclinado a

moderadamente inclinado, con pendientes entre 0 y 12%, cortas, algunas veces medias y moderada disección

Las Unidades de suelos ALDd, ALDe. Se encuentra localizada en las veredas Cuaspud (Rosal, centro), Boyera (La Victoria) Cuetial (San José, Chota, Salado) Cuaical (Chita Ladera), Tasmag (Machines) y la unidad ALDe en la vereda Boyera (Laurel, Cuaspud rejo) en alturas entre los 2000 y 3100 metros sobre el nivel del mar, en clima frío húmedo y muy húmedo, con temperaturas de 12 a 18°C y precipitaciones de 1000 a 4000 mm anuales

Las unidades de suelos AMEf2, Se localizan en la jurisdicción de la vereda Boyera, sector Cuaspud rejo entorno al río Carchi entre 2300 y 2700 metros, el clima es frío seco, con precipitaciones de 500 a 1000 mm anuales y temperaturas entre 12 y 18°C.

Las unidades de suelos AMAb. Se localizan en el sector Cuaspud el rejo de la vereda Boyera, en alturas entre 2800 y 3100 metros, en clima frío seco, con temperaturas entre 12 y 18°C y precipitaciones de 500 a 1000 mm anuales

6.1.8.2 Suelos de montaña.

Se encuentran suelos de montaña nivel y subnivel muy húmedo, extremadamente frío húmedo y muy húmedo, muy frío húmedo y muy húmedo, frío húmedo y muy húmedo, medio húmedo y muy húmedo, se encuentran en una altura entre los 4764 en el nevado de Cumbal y 3000, la precipitación alcanza variaciones importantes: 500 ml anuales en las zonas de paramo y 8000 en las zonas húmedas, son suelos donde el material parental es proveniente de volcanes como Cumbal, Chiles y Azufral. El relieve predominante es escarpado y muy escarpado pero también pueden encontrarse áreas ligeramente inclinadas, depresiones y pequeñas planicies soportadas por las geo formas como coladas de lava, abanicos, campos morrenicos, filas y vigas, la litología se conforma de mantos de ceniza volcánica sobre andesitas y en menor proporción depósitos orgánicos y lacustres, la orden taxonómica bajo la

cual se han clasificado es de andisoles y en baja proporción también histosoles, suelos que se han desarrollado gracias al aportes de materia orgánica de la vegetación. (IGAC, 2004)

Las Unidades de suelos MLab. Ocupa áreas de moderada extensión, localizadas en la parte alta de la Vereda San Martin (Rio Blanco, San Martin Centro) ocupan un área de 240 has aproximadamente, representan las coladas de lava, en alturas entre 2000 y 2500 metros sobre el nivel del mar, de clima frío muy húmedo, con temperaturas de 12 a 18°C y precipitaciones entre 1000 y 4000 mm anuales.

Las unidades de suelos MHAb, MHAc, MHAd, MHAe, MHAf, MHAg Son áreas de moderada extensión, ocupan un área de 4148 has, localizadas principalmente en la zona de influencia cerca al volcán de Cumbal, en alturas comprendidas entre los 3000 y 3700 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas entre los 8 y 12°C y precipitaciones entre los 500 y 2000 mm anuales, en clima muy frío húmedo y muy húmedo, con fuertes vientos, bajas temperaturas y ocurrencia de heladas

Las unidades de suelos MECc; MECd. Representan áreas de poca extensión, ubicadas en cercanías a cerro colorado y volcán Cumbal, en alturas comprendidas entre los 3700 y 4200 metros, correspondiente al clima extremadamente frío húmedo y muy húmedo, con temperaturas entre 4 y 8°C y precipitaciones mayores de 500 mm anuales.

Las unidades de suelos MEBe, MEBg. Esta unidad se localiza en la zona alta de las veredas Cuetial, Tasmag y el sector de Miraflores. Corresponden a coladas de lava dentro del paisaje de montaña; en altitudes entre 3600 y 4200 metros, en clima extremadamente frío húmedo y muy húmedo, con precipitaciones entre 500 y 2000 mm anuales y temperaturas inferiores a 8°C, fuertes vientos, alta nubosidad y bajo brillo solar

Las unidades de suelos MHBay. Son áreas de poca extensión, localizadas en el borde occidental de la Laguna de Cumbal, ocupan la posición de depresión dentro del paisaje de montaña, en alturas de 3300 a 3500 metros sobre el nivel del mar, en clima muy frío húmedo

y muy húmedo, con temperaturas entre los 8 y 12°C y precipitaciones de 500 a 2000 mm anuales.

Las unidades de suelos MHD_{ay}. Son áreas de poca extensión, presentes en cercanía del cerro colorado, en alturas entre los 3000 y 3300 metros, con temperaturas entre 8 y 12°C y precipitaciones entre 500 y 2000 mm anuales, en clima muy frío húmedo y muy húmedo

Las unidades de suelos MA_{Ag}. Son áreas de poca extensión, ubicadas en el volcán de Cumbal por encima de los 4200 metros, en clima nival y subnival muy húmedo, con temperaturas cercanas a 0°C, con nieve permanente la mayor parte del tiempo, para el caso del volcán nevado de Cumbal y con temperaturas inferiores a los 4°C y precipitación mayor de 500 mm en los otros sectores. El relieve es muy escarpado e inaccesible; en parte de la unidad las bajas temperaturas no favorecen los procesos formadores de suelos y en consecuencia se encuentra el sustrato rocoso. Cubierto de nieve sin ninguna colonización vegetal o el afloramiento de la roca en superficie. Ocupan la posición de cimas, zonas más elevadas del estrato-volcán dentro del paisaje de montaña, de relieve fuertemente escarpado con pendientes mayores del 75%.

Las unidades de suelos MQ_{Af}, MQ_{Ag}. Representan áreas de moderada extensión, localizadas en la vereda San Martín, sectores Marino, San Vicente, San Martín Centro y Río Blanco. El relieve que caracteriza esta unidad es moderada a fuertemente escarpado, con pendientes mayores del 50%, largas a muy largas, rectilíneas; afectados por movimientos en masa, principalmente derrumbes, reptaciones y soliflucción, presentes todos ellos en los lugares donde la vegetación natural ha sido reemplazada por cultivos y pastos.

Las unidades de suelos ML_{Bf}, ML_{Bg}. Son unidades de gran extensión, localizadas en la vereda San Martín en alturas comprendidas entre 2000 y 3000 metros, con temperaturas entre 12 y 18°C y precipitaciones de 1000 a 4000 mm anuales, en clima frío húmedo y muy húmedo.

Las unidades de suelos MLAf. Ocupa área de moderada extensión, localizada en la vereda San Martín sector Miraflores, representan las coladas de lava, en alturas entre 2000 y 3000 metros sobre el nivel del mar, de clima frío húmedo y muy húmedo, con temperaturas de 12 a 18°C y precipitaciones entre 1000 y 4000 mm anuales

6.1.8.3 Suelo de piedemonte

suelos de clima frío húmedo y muy húmedo, es el tipo de suelo con la menor extensión en el área de estudio, se encuentra ubicada en las áreas comprendidas entre altiplanicie y montaña, en alturas que van desde los 2000 a 3000 m.s.n.m. el material parental de los suelos de piedemonte proviene de cenizas volcánicas del Cumbal, Chiles y Azufral, se encuentran relieves planos y moderadamente inclinados constituidos por abanicos, la litología está compuesta por mantos de ceniza volcánica y tobas de lapilli, se han clasificado taxonómicamente como inceptisoles, andisoles e histosoles. (IGAC, 2004)

Las unidades de suelos PLAb, PLAA, presentan un relieve ligeramente ondulado y moderadamente ondulado, en altitudes entre 2000 y 3000 metros, con temperaturas entre los 12 y 18°C y precipitaciones entre 1000 y 4000 mm anuales. Corresponden a las zonas de vida de bosque húmedo y muy húmedo montano bajo. Representan una extensión de 3 117 has aproximadamente, localizadas las veredas de Guan, Tasmag, Cuaical, Quilismal, Cuetial, Cuaspud, Boyera y Llano de piedras y en sectores cercanos a la laguna de Cumbal. En estos suelos habita el 70% de la población del resguardo de Cumbal, pues su relieve, fertilidad y condiciones ambientales la han hecho la sobreexplotación, la tenencia de suelo es del microminifundio.

Tabla 10.
Tipos de Suelos y unidades Taxonomicas

Suelo	Categoría	Has
Suelo de altiplanicie frío húmedo y muy húmedo	ALBa	753715,725
	ALBb	3534174,612
	ALDd	17245939,831
	ALDe	1418923,281
Suelo de altiplanicie frío Seco	AMAb	1490730,806
	AMEf2	1379932,561
Suelo de altiplanicie medio húmedo y muy húmedo	AQBb	2003417,934
Suelo de montaña Nival y subnival muy húmedo	MAAg	23899907,655
Suelo de montaña extremadamente frío húmedo y muy húmedo	MEAg	67839963,153
	MEBe	13088081,416
	MEBg	16586734,737
	MECc	2147471,559
	MECd	9254657,415
	MEDay	524408,123
Suelo de montaña muy frío húmedo y muy húmedo	MHAb	13516135,645
	MHAc	27194314,498
	MHAd	3248114,013
	MHAe	7157676,344
	MHAf	14063890,485
	MHAg	60859675,704
	MHBay	2943666,521
MHDay	465819,701	
Suelo de montaña frío húmedo y muy húmedo	MLAb	2404974,720
	MLAf	4585243,239
	MLBf	91151070,396
Suelo de montaña medio húmedo y muy húmedo	MLBg	83832425,499
	MQAf	8572705,890
Suelo de piedemonte frío húmedo y muy húmedo	MQAg	2531727,183
	PLAa	29300026,246
	PLAb	1866161,308
Zona Urbana	Zona Urbana	1909742,160
Laguna de Cumbal	Laguna de Cumbal	1515454,925

Fuente: elaboración propia basada en IGAC, 2004.

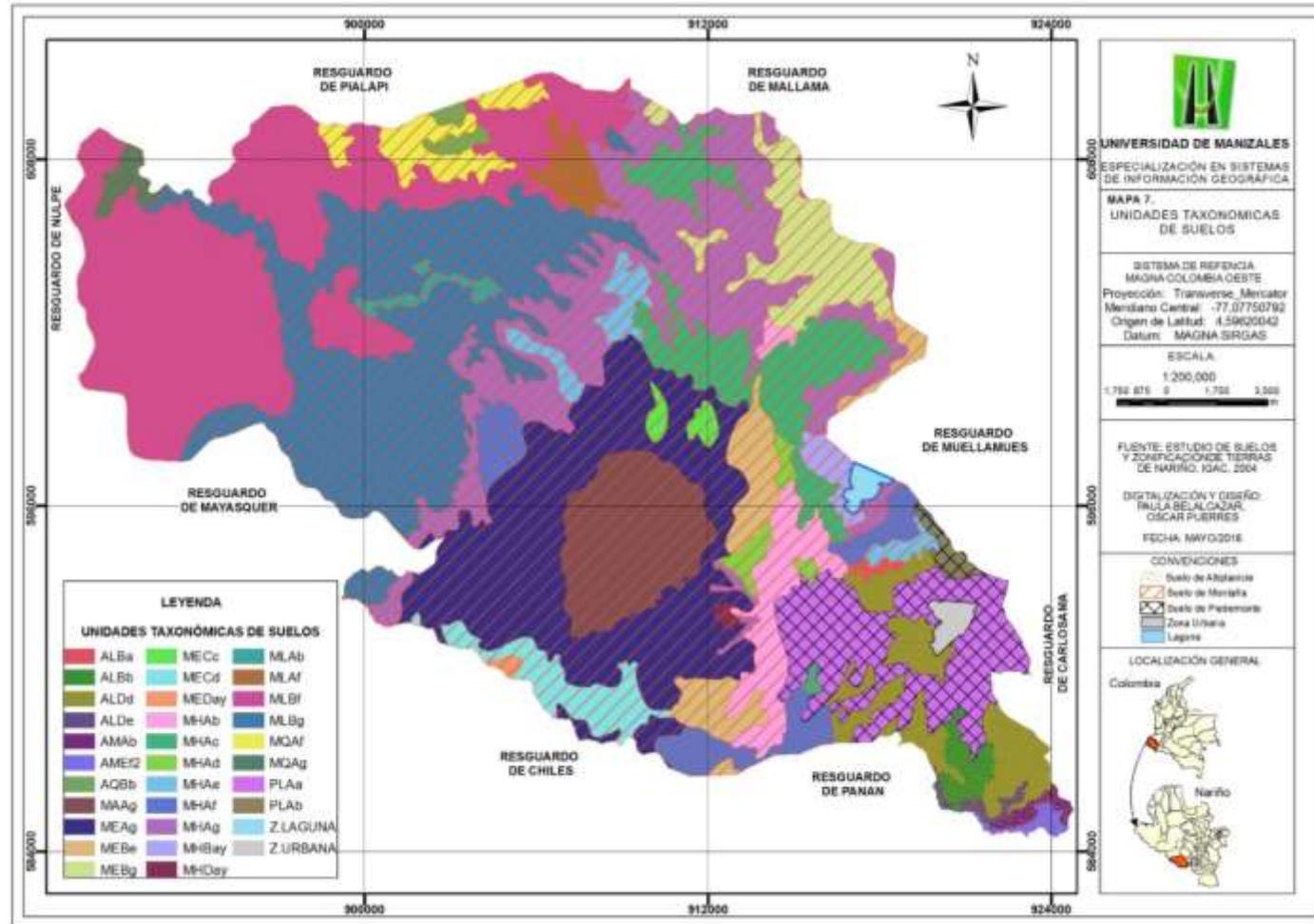


Figura 11. Mapa de Suelos

Fuente: elaboración propia basada en Estudio de Zonificación de Suelos de Nariño IGAC, 2004

6.1.9. Clasificación Agrológica. Los suelos del resguardo de Cumbal, son de origen volcánico con alto contenido de materia orgánica y fertilidad, aptos para diferentes actividades de tipo agropecuario, principalmente en las zonas planas o con pendientes menores al 15%. En el resguardo de Cumbal, existen cuatro tipos de suelos, basados en el nivel de la pendiente y el grado de fertilidad. De esta manera se encuentran suelos clase II, que son suelos de buena fertilidad, relieve plano con pendientes de 0 al 12%, que son suelos aptos para la agricultura y la ganadería. También hay suelos clase III, los cuales son suelos de baja fertilidad, relieve moderadamente inclinado, con pendientes del 7 al 12% y alto riesgo de erosión por la implementación de prácticas agropecuarias moderadamente intensivas. También hay suelos clase IV, los cuales son suelos con posibilidad de utilización para uso agrícola restringido, son suelos de bajo espesor y alto riesgo de encharcamiento, baja fertilidad y alta salinidad. Tienen un relieve fuertemente inclinado, con pendientes del 12 al 15%. Existen también suelos clase VI, que son aptos para pastoreo con buen manejo, cultivos permanentes y bosques, ya que presentan un relieve fuertemente escarpado, con pendientes del 25 al 50%. Los suelos clase VIII, son suelos que no tiene posibilidad de ser utilizados para actividad productiva alguna debido a que poseen pendientes superiores al 50%, por tanto estos suelos deben destinarse para conservación, reservorios de biodiversidad y del agua.

Los suelos del Resguardo de Cumbal se clasifican de acuerdo con el manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, el cual tiene en cuenta las propiedades y particularidades geomorfológicas, climatológicas, composición química, textura riesgos y limitaciones de los mismos.

La clasificación de tierras por su capacidad de uso, permite asociar suelos, en unidades que se comportan de manera similar, respecto a la respuesta a las prácticas y sistemas de manejo y como medio para orientar cambios de acuerdo con el uso de la tierra; de igual

manera pretende que los suelos tengan un uso adecuado para garantizar una producción sostenible y mantener y conservar la calidad del recurso suelo y del medio ambiente.

Las clases agrologicas según mapa de Suelos del IGAC son los siguientes:

Suelos Clase Agrologica II. Las tierras de esta clase se encuentran en el clima medio húmedo, con alturas entre 1500 y 1900 metros, temperaturas de 18 a 22°C y precipitaciones de 1000 a 2000 mm anuales en relieve ligeramente inclinado.

Suelos Clase Agrologica III. Esta clase de tierras se encuentra en los climas frío, medio, en relieve plano a fuertemente inclinado, con suelos muy profundos a superficiales.

Presenta limitaciones moderadas de uso debido a una o más de las siguientes causas: profundidad efectiva, presencia de fragmentos de roca, material compactado, saturación de aluminio, nivel freático, pendientes, lluvias, drenaje, inundaciones y heladas.

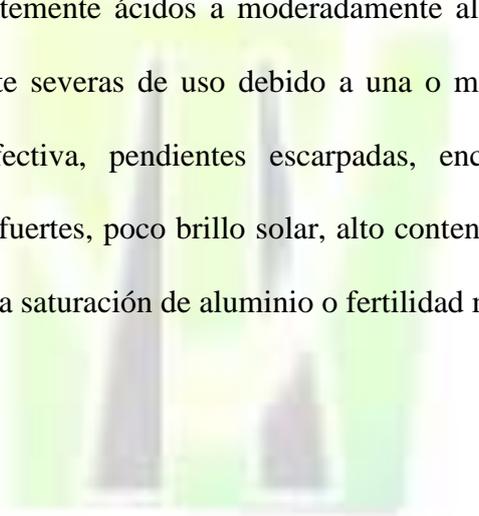
Suelos Clase Agrologica VI. Las tierras de esta clase se presentan en los climas muy frío, frío, medio y cálido húmedo y muy húmedo, así como medio seco y cálido seco y pluvial. Los suelos varían en la profundidad efectiva de profunda a superficial, bien drenados, extremadamente ácidos a ligeramente alcalinos.

El relieve es ligeramente inclinado a ligeramente escarpado. Tienen limitaciones severas de uso debido a una o más de las siguientes causas: alta saturación de aluminio, vientos fuertes, heladas frecuentes, nubosidad alta, lluvias excesivas o escasas, baja fertilidad, presencia de abundantes fragmentos de roca, pendientes escarpadas, afloramientos rocosos y erosión moderada.

Suelos Clase Agrologica VII. Las tierras de esta clase se encuentran en los climas frío, medio y cálido húmedo y muy húmedo y en el frío seco y cálido pluvial, en relieve ligera y moderadamente escarpado. Los suelos son muy profundos a superficiales, muy fuerte a moderadamente ácidos. Tienen limitaciones severas de uso debido a una o más de las siguientes causas: relieve escarpado, lluvias escasas y/o excesivas, profundidad efectiva muy

superficial, muy alta susceptibilidad a la erosión. Además presentan limitaciones menos severas por erosión moderada, fertilidad baja, afloramientos rocosos, o alta saturación de aluminio.

Suelos Clase Agrologica VIII. Las tierras de esta clase se presentan en los climas nival, subnival, extremadamente frío, muy frío, frío, medio y cálido húmedo y muy húmedo; así como en clima frío, medio y cálido seco y muy seco y cálido pluvial; en relieves planos y moderada a fuertemente escarpados; suelos de variada profundidad, desde muy superficial a muy profundos y muy fuertemente ácidos a moderadamente alcalinos. Estas tierras tienen limitaciones extremadamente severas de uso debido a una o más de las siguientes causas: muy poca profundidad efectiva, pendientes escarpadas, encharcamientos prolongados, temperaturas bajas, vientos fuertes, poco brillo solar, alto contenido de sales y sodio, lluvias excesivas o escasas, muy alta saturación de aluminio o fertilidad muy baja.



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

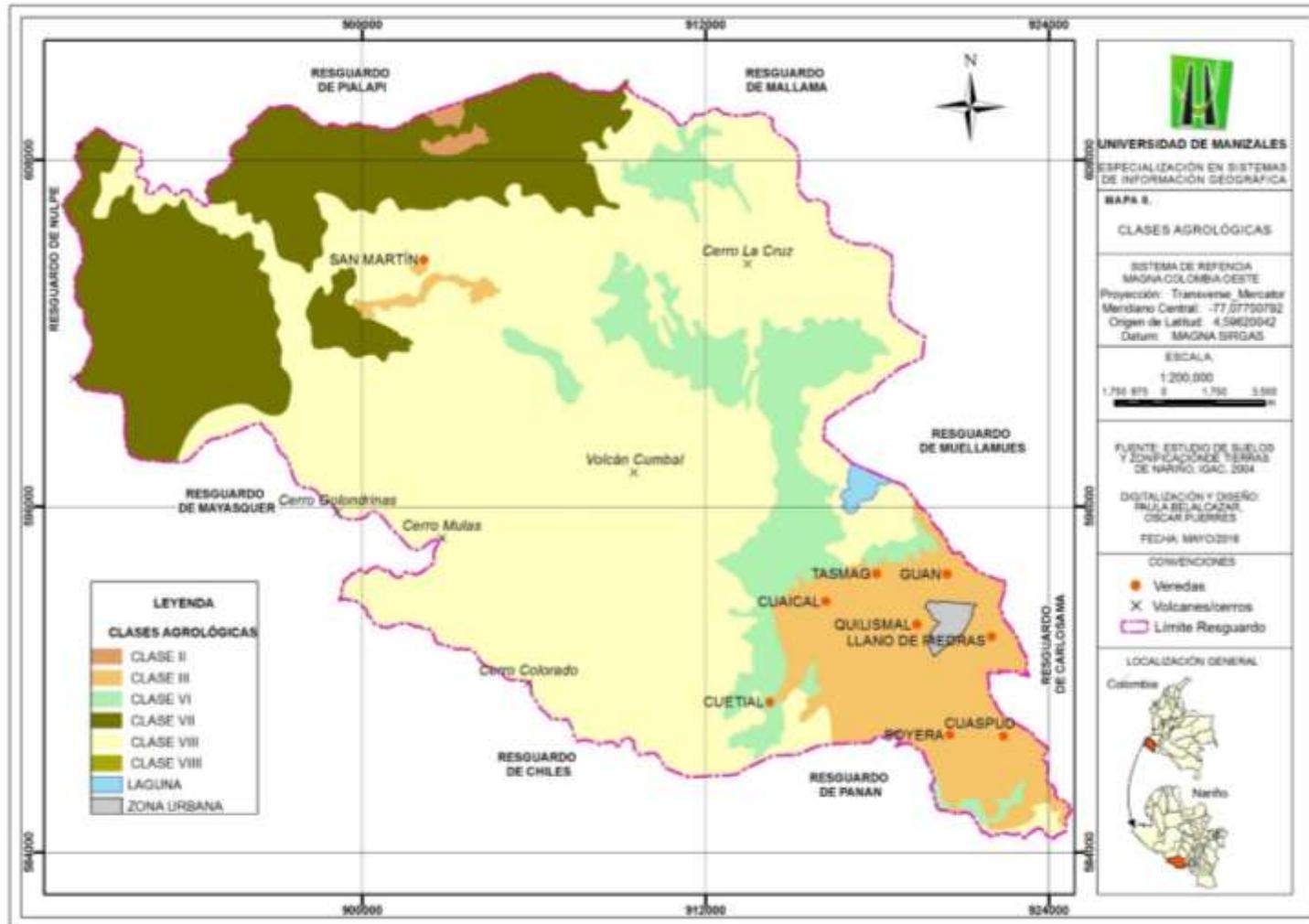


Figura 12. Clase Agrologicas Resguardo de Cumbal

Fuente: elaboración propia basada en Estudio de Zonificación de Suelos de Nariño IGAC, 2004

6.10 Zonas de vida. El Territorio de Cumbal goza de una rica variedad bioclimática originada por la amplia diversidad topográfica, producto del encuentro de las tres placas tectónicas (Nazca, Sur América y del Caribe).

Adicionalmente, la confluencia de flujos de aire procedentes del Océano Pacífico y los vientos Oeste – Ecuatoriales, forzados a ascender por los flancos de la Cordillera Centro – Occidental, arrastran suficiente humedad la que en conjunto con el agua de la evaporación y transpiración del bosque primario, secundario, pastos y cultivos es condensada por cambios bruscos de la temperatura, originando un ambiente húmedo, dando lugar a una amplia complejidad de flora y fauna.

En la Tabla 11 se identifican siete zonas de vida: Bosque Pluvial Premontano, Bosque Húmedo Montano Bajo, Bosque muy Húmedo–Montano, Bosque Húmedo– Montano, Paramo Sub– Andino, Paramo, Súper Paramo.

Tabla 11.
Zonas de Vida en el Resguardo de Cumbal.

Piso altitudinal	Zona de vida	Área (ha.)	%	Altura media (m.s.n.m.)	Precipitación. (mm/año)	Temp. (°C)
Bosque Pluvial Premontano	bp–PM	5821	11	1180–2000	2000–4000	18 – 25
Bosque Húmedo Montano Bajo	bh–MB	15679	30	2000-3000	1000–2000	12 – 18
Bosque muy Húmedo–Montano	bmh–M	3296	6	3000-3300	1000–2000	6 – 12
Bosque Húmedo– Montano	bh–M	5590	11	3001-3300	500-1000	06-dic
Paramo Sub – Andino	P–SA	19328	37	3300–4000	500–1000	3 – 6
Paramo	P	1741	3	4000–4500	250–1000	1.5 – 3
Súper Paramo	SP	377	1	> 4500	< 250 mm	< 1.5

Fuente: elaboración propia basada en elaboración propia basada en Estudio de Zonificación de Suelos de Nariño IGAC, 2004

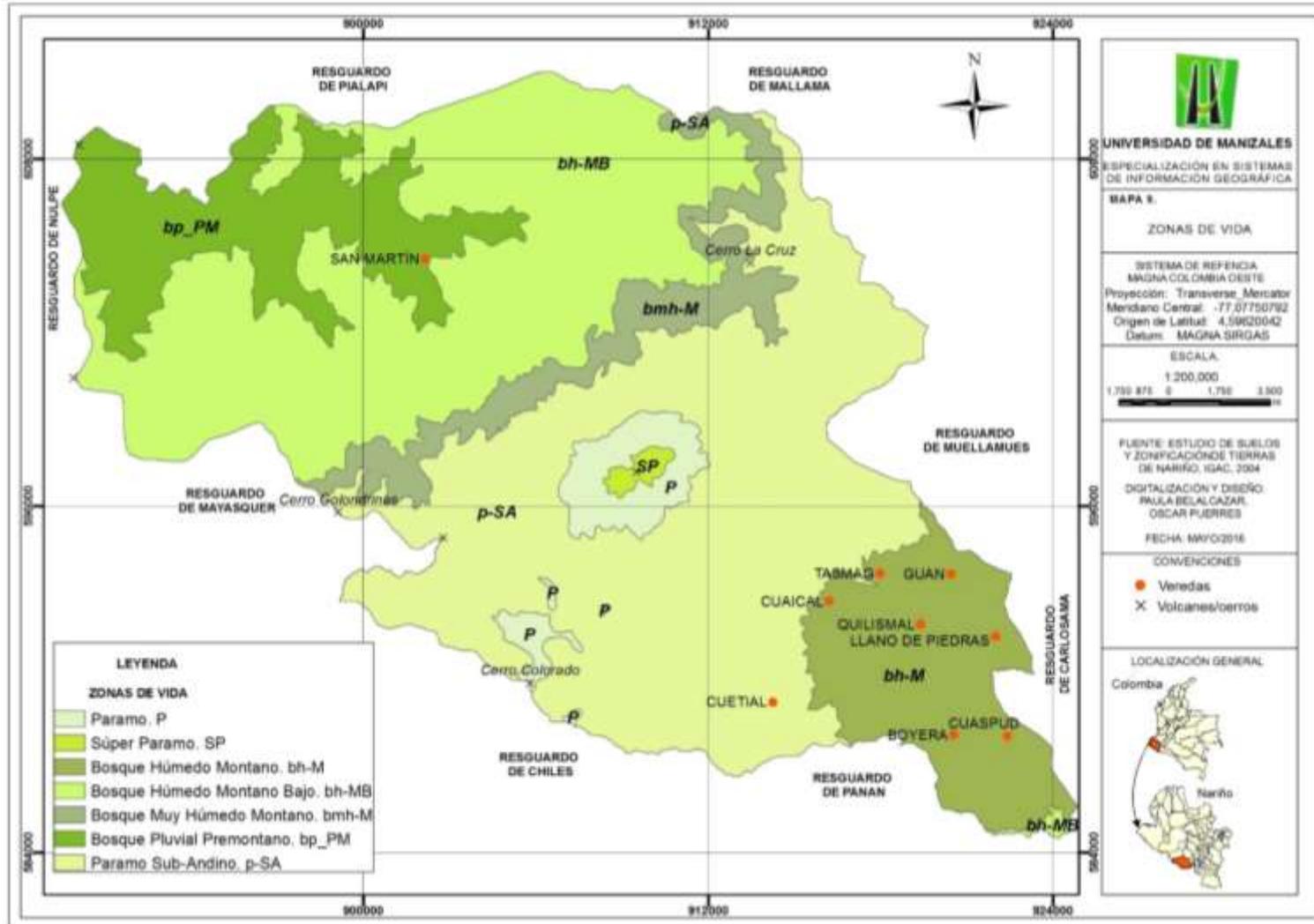


Figura 13. Mapa de Zonas de Vida del Resguardo de Cumbal.

Fuente: elaboración propia basada en Estudio de Zonificación de Suelos de Nariño IGAC, 2004

6.10.1 Bosque Pluvial Pre montano. (BP – PM). Localizado entre los 1180 y 2000 m.s.n.m. con características semi-selváticas, es la zona de vida con el mayor índice pluviométrico, con una intensidad variable, oscilando entre los 2000 y los 4000 mm anuales, temperaturas entre los 18 y 25 °C.

Sobre esta zona se localizan las poblaciones de San Martín, Río Blanco, San Vicente y El Mortiño del Resguardo Indígena de Cumbal.

Esta zona está irrigada por una gran cantidad de quebradas que provienen de afloramientos de aguas subterráneas de las estribaciones de la cordillera.

El uso más adecuado es la destinación de la misma para la conservación del bosque y la vegetación natural. Su flora y fauna son muy ricas y variadas, caracterizada por enormes árboles tales como Ceiba Tolú (*Bombacopsis quinnata*), Roble (*Quercus humboldtii*), Chingusa, Cedro (*Cedrela Montana*), Chachajo, Medio Comino, piaste y Guadua entre otros.

La fauna se compone de puerco espín, gran variedad de serpientes, venado, puma, ardillas, guagua, oso perezoso, erizo, tejón, cuzumbo, oso hormiguero, oso negro, monos, Guacamayas, loros, etc.

Ocupa un área total de 5821 Ha. Correspondiente al 11% del área total del Resguardo.

6.10.2 Bosque Húmedo Montano Bajo (Bh – MB). Presenta un índice pluviométrico anual de 1000 a 2000 mm, una temperatura entre los 12 y los 18 °C, ubicado entre 2000 y 3000 m.s.n.m.

Sobre esta zona nacen importantes ríos tales como: ríos, San Martín, río Mulas, río Marino, río Mundo Nuevo, entre otros.

Posee gran biodiversidad de flora y fauna, razón por la cual su uso más adecuado es la destinación de Bosque Protector, priorizando la conservación de este ecosistema.

En la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo se localizan San Martín y Miraflores. Su área se estima en aproximadamente 15589 Ha.

6.10.3 Bosque Muy Húmedo - Montano (Bmh – M). Con una temperatura media entre los 6 y 11 °C, su geomorfología se caracteriza por ser parte del sistema cordillerano de vertientes, siendo terrenos ondulados y pendientes fuertes. Posee una intensidad de lluvias de 1000 a 2000 mm anuales. Se localiza entre los 3000 y 3500 m.s.n.m. esta zona de vida se localiza en el flanco Occidental del Volcán Cumbal y ocupa un área aproximada de 3296 hectáreas.

6.10.4 Bosque Húmedo - Montano (Bh – M). Está entre los 3.000 y 3.500 msnm, la presencia de la lluvia es escasa, el clima es húmedo y propenso a heladas.

Sobre esta zona de vida se concentra cerca del 98% de la población total del Resguardo. Presenta alta intervención antrópica reflejada en un acentuado proceso de deforestación. El bosque primario se encuentra en pequeños relictos presentes en las orillas de los ríos Blanco, Carchi y El Capote principalmente.

Dada su vocación y alta fertilidad, su uso es el agro – pecuario, dedicado en su mayoría a la cría de ganado lechero. El área de esta zona de vida es de 19316 Has aproximadamente.

6.10.5 Páramo Sub - Andino (P – SA). Ubicado entre los 3300 y los 4000 m.s.n.m., se denomina también como bosques nublados con temperaturas entre los 3 y 6 °C y un índice pluviométrico de 500 a 1000 mm/año, pese a su baja pluviosidad, son de incalculable valor debido a que sobre esta altitud se genera la mayor cantidad de agua.

Su vegetación se caracteriza por la presencia de árboles de tamaño relativamente pequeños y en mayor proporción especies arbustivas (Roble, Aliso, Nogal, Cedro de Páramo, Olivo, Guandera, Motilón, Arrayán de Páramo y pastos, frailejones, Chusques, Carrizo y epífitas y musgos), las cuales almacenan y condensan el agua.

La alta humedad presente en forma de niebla reduce la evapotranspiración ahorrando de esta manera la cantidad de agua absorbida.

Las epífitas además de servir de superficie de condensación de la niebla, capturan el nitrógeno de la atmósfera fijándolo en el suelo y consecuentemente enriqueciendo y fertilizándolo.

La función principal del páramo sub andino es la de servir como agente regulador del rendimiento hídrico dando origen a espejos de agua tales como lagunas, ciénagas, humedales y pantanos naturales a partir de los cuales se originan casi la totalidad de las quebradas, riachuelos y ríos.

A partir de la zona de Páramo Sub Andino empieza la zona de recarga de acuíferos resaltándose así la importancia de su recuperación y preservación. Ocupa un área total de 19316 Has aproximadamente.

6.10.6 Páramo (P). Ubicado entre los 4000 y 4500 m.s.n.m., presenta un bajo índice de precipitación pluviométrica (250–1000 mm/año) y bajas temperaturas (3 a 1.50 °C).

La vegetación es escasa debido a las severas condiciones climáticas imperantes. Presentan características adaptativas, produciendo hojas pequeñas y marcado epifitismo (vellosidades), con las cuales reduce la transferencia de calor sirviendo como cobertura aislante. Sobre estas vellosidades se condensa la humedad presente en el aire formando un rico complejo de espejos de agua tales como lagunas, ciénagas y pantanos e innumerables riachuelos, quebradas y ríos.

A partir de los páramos se forman los principales ríos en Colombia. Dadas las severas limitaciones para las actividades humanas y su vital relevancia su uso deberá dedicarse exclusivamente como Área de Reserva para la producción de agua y conservación de la variedad faunística.

En forma organizada y manejada adecuadamente puede aprovecharse como atractivo turístico. Ocupa un área de 1741 hectáreas.

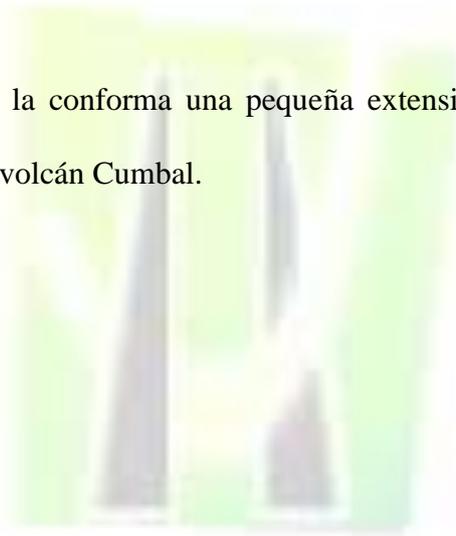
Esta unidad comprende los sectores de: La Ortiga, Llano Grande, entre otros.

6.10.7 Súper Páramo (SP). Localizada sobre alturas superiores a los 4500 m.s.n.m., se denomina también como Zona Nival. Presenta escasa vegetación caracterizada por pajonales y frailejones y musgos.

Los índices Pluviométricos son generalmente inferiores a los 250 mm/anuales y la mayor parte del tiempo se producen granizadas y escarchas dando lugar a nieves cuasi – perpetuas.

A partir de los deshielos acaecidos en verano en donde se presenta el máximo de brillo solar, la radiación funde los cristales de hielo dando lugar a pequeños riachuelos que nutren los páramos.

La Zona de Vida Nival la conforma una pequeña extensión de tan solo 377 hectáreas localizada sobre el pico del volcán Cumbal.



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

7. CARACTERIZACIÓN SEMIDETALLADA DE LA COBERTURA VEGETAL DEL RESGUARDO DE CUMBAL.

Para realizar el mapa de coberturas terrestres de la zona de estudio debido a que la imagen más reciente del 2010 presenta mayor nubosidad se tomó como referencia la imagen spot principalmente en la zona noroccidental de la imagen.

Se procedió a verificar el sistema de proyección de las imágenes y se rectificaron (proyectar los datos en un plano) al sistema de coordenadas planas que para este caso fue Magna Colombia Oeste.

7.1.1 Procesamiento digital de las imágenes. Se procede a recortar el las imágenes de acuerdo al perímetro delimitado del resguardo, para ello se utilizó el software ArcGIS la herramienta clip.



Figura 14. Imagen Rapid Eye RGB 1,2,3 y Spot RGB 1,2,3
Fuente: elaboración propia basada en

Para realizar la clasificación de cobertura vegetal de las imágenes satelitales se utilizó el software Erdas. En primer lugar se procedió en crear *firmas espectrales*, la cual consistió en realizar un análisis exploratorio sobre la imagen a clasificar y la identificación de coberturas vegetales que se puedan encontrar en el área de estudio, teniendo en cuenta los tipos de cobertura de acuerdo a la metodología Corine Land Cover, seguidamente se realiza *agrupación espectral*, proceso que consiste en agrupar los niveles digitales (ND) de la imagen según coberturas identificadas.



Figura 15. Firmas espectrales de coberturas imagen Spot RGB 3-4-2

Fuente: Elaboración propia.

Luego de los anteriores procesos, se procedió a realizar la respectiva clasificación de la imagen utilizando la herramienta supervised classification, al resultado de este proceso se generó un neighborhood el cual realizó un filtro en la imagen con la finalidad de que las clases predominantes absorban los pixeles vecinos de menor tamaño.

Posteriormente se utilizó la herramienta eliminate, filtro que permite eliminar los polígonos pequeños y los une a los polígonos de áreas mayores. Para la aplicación de este filtro se define la unidad mínima de mapeo de 1 hectárea para este estudio.

Finalmente fue necesario vectorizar la imagen, es decir, pasar el archivo de ráster a vector, así mismo se realiza un proceso de filtrado y suavizado de los polígonos correspondientes a cada clase.

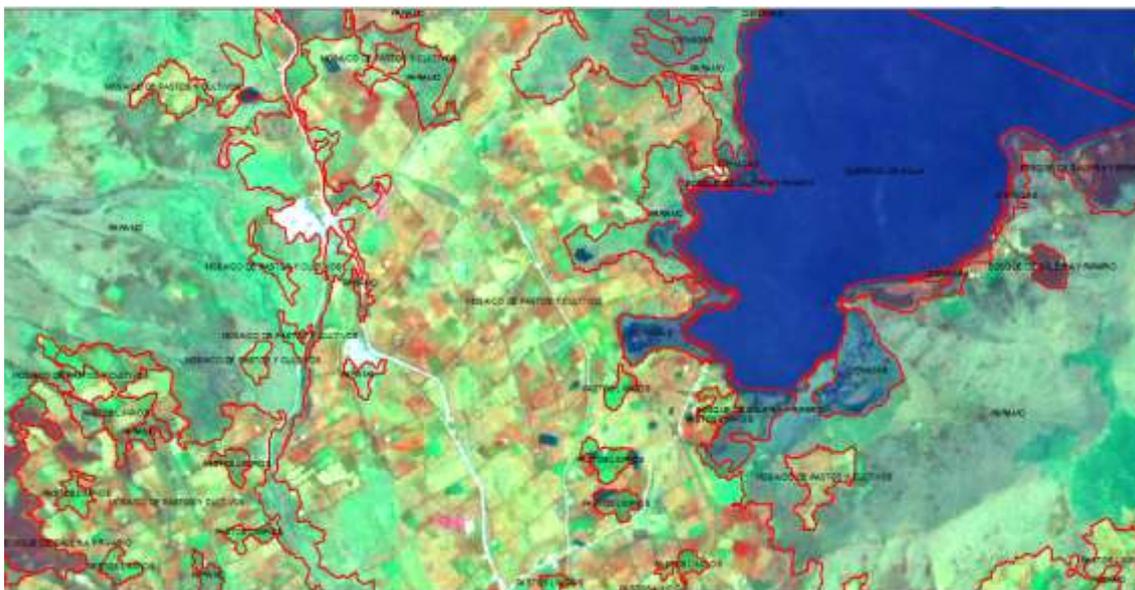


Figura 16. Resultado de polígonos de coberturas sobre imagen satelital Spot

Fuente: Elaboración propia

7.1.2 Clasificación de coberturas del resguardo de Cumbal. Según metodología Corine Land Cover. En tabla 12 se identifican 9 tipos de coberturas terrestres correspondientes a tejido urbano, pastos limpios, mosaico de pastos y cultivos, bosque natural denso, bosque ripario y de galería, vegetación de paramo, afloramientos rocosos, ciénagas y cuerpos de agua

Tabla 12
Cobertura vegetal resguardo Cumbal

Nivel_1	Nivel_2	Nivel_3	Has	%
Territorios artificializados	1.1 Zonas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	90.6	0.2
	Territorios agrícolas	2.3 Pastos	2.3.1 Pastos limpios	306.7
2.4 Áreas agrícolas heterogéneas		2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos	11991.4	23
Bosques y áreas seminaturales	3.1 Bosques	3.1.1 Bosque natural denso	20049.1	38.4
		3.1.4 Bosque de galería y ripario	4799.8	9.2
	3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1 Herbazal	13645.4	26.1
		3.3.2 Afloramientos rocosos	1125.5	2.2
Áreas húmedas	4.1 Áreas húmedas continentales	4.1.1 Ciénagas	42.6	0.1
Superficies de agua	5.1 Aguas continentales	5.1.2 Cuerpos de agua	142.3	0.3
		Total	52.193	100

Fuente: elaboración propia.

7.1.3 Tipos de coberturas. Con respecto a la tabla anterior la cobertura de bosque natural denso representa el porcentaje más significativo de todas las coberturas existentes con un 38%, seguidamente la vegetación herbazal (paramo) representa un área del 26,1 %, la cobertura mosaico de pastos y cultivos tiene un área de 23 % y la vegetación de bosque de galería y ripario representa el 9,2% del área total del resguardo, las demás coberturas como tejido urbano, pastos limpios, afloramientos rocosos, ciénagas y cuerpos de agua no superan el 5% de área con relación a la superficie del resguardo de Cumbal.

7.1.4 Tejido urbano continuo. Corresponde a la zona Urbana del municipio de Cumbal, según EOT del municipio de Cumbal el área urbana presenta 158 manzanas y está dividida en 11 barrios y 13 urbanizaciones.

7. 1.5 Pastos limpios. Este tipo de territorio agrícola comprende tierras ocupadas por pastos con un alto porcentaje de cubrimiento coberturas, su uso está dedicado exclusivamente a actividades ganaderas. Este tipo de cobertura se encuentra en la zona sur oriente de la zona de estudio correspondiente a zona de altiplano.

7. 1.6 Mosaico de pastos y cultivos. Es la cobertura agrícola con más extensión y se localiza la parte plana y ondulada del resguardo de Cumbal y está presente en gran mayoría las veredas de Guán, Tasmag, Quilismal, Cuaspud, Cuetial, Boyera y Llano de Piedras. El tipo de cobertura corresponde a pastos naturales y al cultivo de productos de clima frio como papa, haba y hortalizas.

Se identifica que en la zona nororiental de la zona de estudio en el sector de Miraflores de la vereda San Martín se evidencia la ampliación de la frontera agropecuaria en la zona paramuna y de bosques. En la parte noroccidental existe claros en el bosque lo que evidencia la presencia de pastos y cultivos.

7.1.7 Bosque natural denso. Esta unidad de cobertura es la de mayor área y corresponde a bosque altoandino, se localiza en la parte occidental del resguardo de Cumbal en la vereda

San Martín y el relieve es predominante es montañoso y el clima predominante es templado y está entre los 1300 y 2600 m.s.n.m.

7.1.8 Bosque de galería y ripario. Esta cobertura corresponde a bosque de galería y se localiza a lo largo de los cursos de los ríos de la cuenca del río blanco, por otra parte la cobertura riparia se localiza en zonas de páramo y subpáramo y es su gran mayoría en el sector de San Miraflores de la vereda San Martín.

7.1.9 Vegetación herbazal, es cobertura de páramo principalmente de tipo frailejón, pajonal y vegetación ripícola esta cobertura se localiza en la parte central de la zona de estudio entre los 3500 y 4000 msnm.

7.1.10 Afloramientos rocosos. Se localizan en la cima del volcán Cumbal desde los 4,300 m.s.n.m., a excepción del norte donde esta unidad se la identifica desde los 3.800 m.s.n.m., e total existe un área de 1125,5 has correspondientes al 2,2% del área total de resguardo.

7.1.11 Ciénagas. Este tipo de cobertura de zonas húmedas se localiza en los alrededores de la Laguna de la Bolsa y en zonas dispersas en el páramo.

7.1.12 Superficies de Agua. Esta cobertura se localiza en la Laguna de la Bolsa que se ubica entre el resguardo de Cumbal y Muellamues, otro cuerpo de agua de significativo es la laguna verde localizada entre Panan, Chiles y Mayasquer.

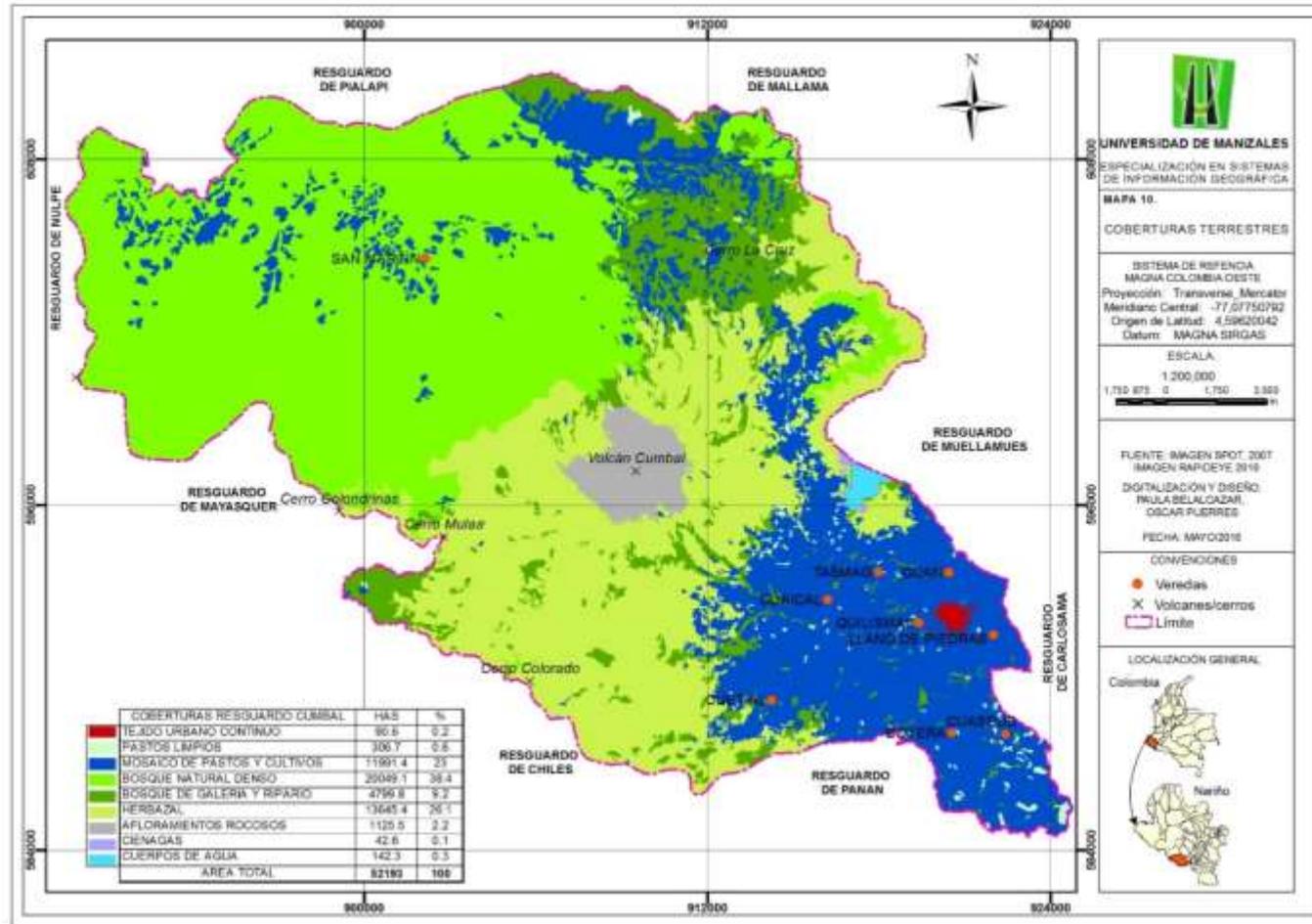


Figura 17. Mapa de coberturas del Resguardo de Cumbal
 Fuente: Elaboración Propia basada en Imagen Spot 2007

7. 2 Conflictos del uso del suelo. El mapa de conflictos del suelo, permite analizar e identificar las relaciones entre la oferta potencial del suelo y el uso actual del mismo, para determinar las categorías de conflicto se cruza el uso actual con la aptitud del suelo según clases agrologicas. En el área de estudio del Resguardo de Cumbal se tomaron 3 categorías que se definen como uso adecuado, sub-uso y sobreuso.

7.2.1 Uso Adecuado. El suelo se encuentra en equilibrio ya que las exigencias de su uso actual son similares a su potencialidad ambiental. Esta cobertura está representada en 45.609 hectáreas, las cuales corresponden a 86,7% del total, cabe resaltar que la constante presión antrópica ocasiona que el equilibrio en estos ecosistemas se vea interrumpido. A raíz de esto es necesario implementar proyectos destinados a su conservación.

7.2.2 Sub-uso. Esta categoría se presenta cuando las exigencias del uso del suelo o cobertura vegetal actual son menores a las potencialidades ambientales ofrecidas, se puede decir que el suelo puede dar más de lo actual. Esta área cubre 145 hectáreas que corresponden al 0,3% del total de la zona de estudio, se encuentran distribuidas en las en la zona del altiplano.

7.2.3 Sobre-uso. Se presenta cuando los requerimientos del uso o cobertura vegetal actual son mayores al potencial ambiental, es decir que el suelo esta degradado o degenerado debido a una alta explotación derivada por la expansión de las fronteras agrícolas y pecuarias, lo que genera ecosistemas altamente intervenidos por el cambio total de la cobertura vegetal natural. Tiene un área de 6850 hectáreas equivalentes al 13%, se encuentra ubicadas en la zona de paramo y de bosque altoandino originado por la expansión de la frontera agrícola.

La tabla 13 muestra los conflictos de uso resultantes del cruce de los polígonos de uso actual y los de uso potencial.

Tabla 13
Conflictos de Uso del Suelo

Uso actual	Uso potencial	Conflictos de uso
Tejido urbano continuo	Zona urbana	Adecuado
Pastos limpios	Agricultura y ganadería	Subuso
Mosaico de pastos y cultivos	Agricultura y ganadería	Adecuado
Bosque natural denso	Conservación y protección	Adecuado
Bosque de galería y ripario	Conservación y protección	Adecuado
Herbazal	Conservación y protección	Adecuado
Afloramientos rocosos	Conservación y protección	Adecuado
Ciénagas	Conservación y protección	Adecuado
Cuerpos de agua	Laguna	Adecuado
Pastos limpios	Silvicultura y agro forestería	Subuso
Mosaico de pastos y cultivos	Silvicultura y agro forestería	Subuso
Pastos limpios	Conservación y protección	Sobreuso
Mosaico de pastos y cultivos	Conservación y protección	Sobreuso
Bosque natural denso	Agricultura y ganadería	Sobreuso

Fuente: elaboración propia

UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

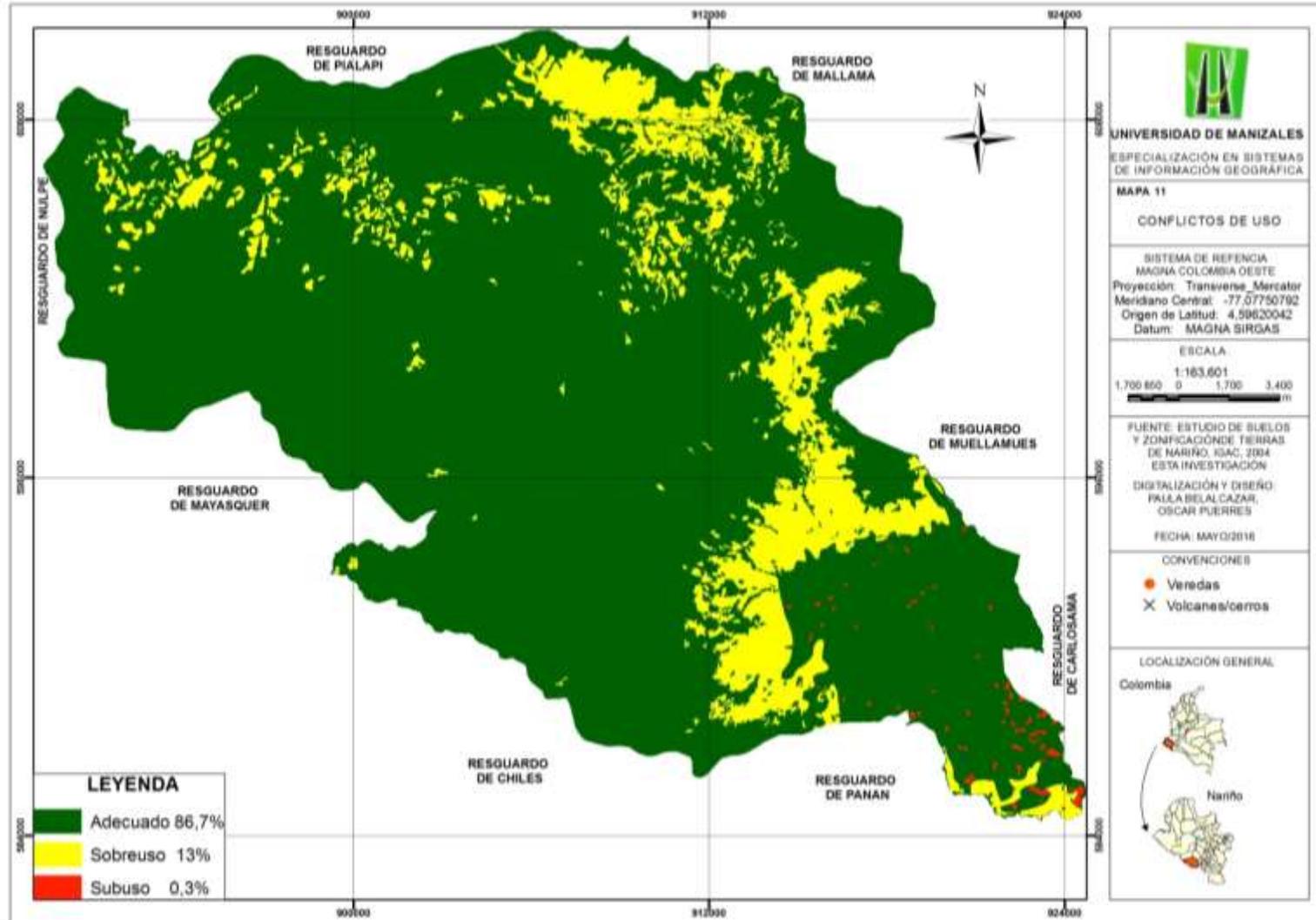


Figura 18. Mapa conflictos de uso

Fuente: elaboración propia basada en Estudio de Zonificación de Suelos de Nariño IGAC, 2004

8. PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL RESGUARDO DE CUMBAL

La propuesta de zonificación ambiental del área de estudio se contempló en las siguientes categorías: Zona de preservación, zona de restauración, zona de uso sostenible y zona Urbana.

8.1 ZONA DE PRESERVACIÓN (PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN).

“Es un espacio donde el manejo está dirigido ante todo a evitar su alteración, degradación o transformación por la actividad humana. Un área protegida puede contener una o varias zonas de preservación, las cuales se mantienen como intangibles para el logro de los objetivos de conservación” (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010)

Esta unidad cuenta con 31747 hectáreas, que equivalen al 60,4% del área de estudio, esta área es de gran importancia para el cuidado de los ecosistemas de páramo, los cuales se caracterizan por su alta riqueza biológica y por ser zonas en donde nacen corrientes hídricas, que abastecen la cuenca del Río Blanco.

Actualmente la expansión de la frontera agrícola, está interviniendo estas áreas, con el aumento de los cultivos y las zonas de pastoreo, así como también la continua tala de árboles, generando procesos de deterioro irreversibles en los suelos y acabando con la biodiversidad.

Esta zona de preservación se caracteriza por contener unidades como el bosque natural denso y páramos. Los bosques se encuentran intervenidos por actividades humanas que han tenido un efecto de fragmentación sobre el bosque original.

Algunas partes de esta zona, presentan problemas de deterioro por la implantación de actividades agropecuarias en un ecosistema de paramo generando un conflicto de uso y generando problemas como disminución de los caudales y el alto grado de contaminación de las fuentes hídricas, por tal razón es necesario la protección de los afluentes hídricos.

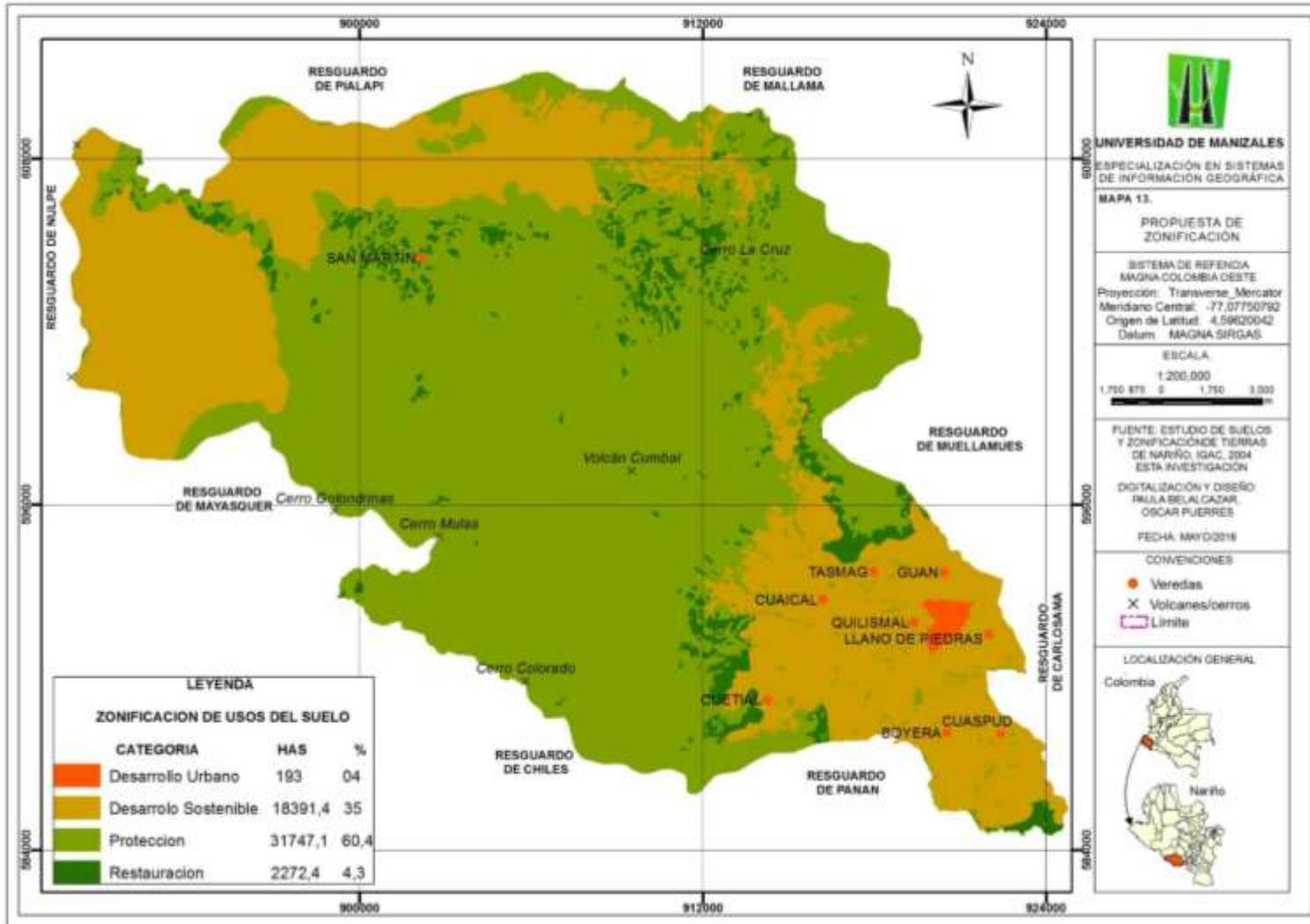


Figura 19. Mapa propuesta de zonificación ecológica
Fuente: elaboración propia

8.1.1 Recomendaciones de uso y manejo para zona de preservación. Esta zona es de gran importancia ambiental, se limita a la protección de las especies vegetales, la recuperación del suelo y la reforestación.

Los ecosistemas de páramo y selva altoandina, por su importancia ecológica y su belleza paisajística, podrían ser utilizados y adecuados para el fomento y desarrollo del ecoturismo. Para las áreas de las riberas de los ríos y las zonas de los nacimientos de las fuentes de agua, se hace necesario la implementación de programas de recuperación de la cobertura vegetal intervenida.

En cuanto al uso de esta zona se encuentra prohibida la extracción de leña para la comercialización o para combustión, ampliación de la frontera agropecuaria, construcción de viviendas, vías.

8.2. ZONA DE RESTAURACIÓN.

En esta unidad el objetivo principal es restablecer parcial o totalmente la composición, estructura y función de la biodiversidad alterada o degradada. En estas zonas se pueden llevar a cabo procesos de actividades humanas encaminadas al cumplimiento de los objetivos de la conservación del área protegida. “Un área protegida puede tener una o más zonas de restauración, las cuales son transitorias hasta que se alcance el estado de conservación deseado y conforme los objetivos de conservación del área, caso en el cual se denominará de acuerdo con la zona que corresponda a la nueva situación.” (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010)

Esta unidad cuenta con 2272 hectáreas, que equivalen al 4,3 % del área total de estudio. Se tienen en cuenta principalmente las áreas que no tienen ninguna protección con el fin de restablecer primordialmente sus funciones ambientales, estas pueden presentarse en las rondas hídricas, así como también en áreas críticas caracterizadas por tener un mal uso del suelo, esencialmente en las zonas de páramo y selva altoandina, que necesitan ser restauradas,

ya que han sido afectas por los factores antrópicos, causando problemas de erosión y deslizamientos.

8.2.1 Recomendaciones de uso y manejo para zona de restauración. En esta zona se deben realizar acciones tendientes a la adecuación de las tierras y/o suelos degradados con el objeto de mitigar procesos erosivos y recuperar la estructura y funcionalidad de los ecosistemas que han sido altamente intervenidos y así poder restaurarlos y enfocarlos en la conservación de la biodiversidad. En los procesos de recuperación de los suelos se podrá realizar una reforestación natural e inducida con prácticas para su conservación como son; zanjas de infiltración, barreras vivas, planificación predial, conservación ambiental. En esta área se encuentra prohibida la construcción de viviendas y establecimiento de infraestructura social en general, prácticas agropecuarias convencionales que incluyan la tala, quema y la remoción total de la cobertura vegetal.

8.3 ZONA DE USO SOSTENIBLE.

Las zonas de uso sostenible son áreas que ofrecen condiciones para el desarrollo de actividades productivas y extractivas propias de la región como son la agricultura y la ganadería.

Esta unidad cuenta con 18391 hectáreas, equivalentes 35% del área de estudio. Estos suelos contienen coberturas de pastos limpios o enmalezados con usos ganaderos, áreas agrícolas heterogéneas con cultivos propios de la zona como papa, cebolla, haba, maíz, hortalizas etc.

8.3.1 Recomendaciones de uso y manejo para zona de desarrollo sostenible. Estos suelos por tener un gran potencial productivo deben ser aprovechados de manera sostenible, para ello se debe realizar un uso y manejo adecuado de este recurso, generando un equilibrio entre el bienestar humano y el desarrollo económico. En esta zona se debe realizar

técnicas de agricultura semi-mecanizada y/o sistemas con labranza mínima y uso de buenas prácticas en el manejo agropecuario.

En esta unidad no se debe realizar cultivos con sistemas que involucren la quema y alto consumo de agroquímicos, botaderos de basura etc. Se deben realizar proyectos orientados a la implementación de especies menores, e infraestructura del sector productivo, también proyectos que busquen obtener un manejo de recuperación de pastos y plantaciones forestales.

8.4 ZONA URBANA.

Es la zona urbana del municipio de Cumbal, ocupa un área de 193 hectáreas que corresponden al 0,4 del área total en esta unidad se definen espacios y construcciones para la educación, la recreación, el ecoturismo y el desarrollo de la infraestructura. El uso y manejo de esta unidad se debe realizar según lo estipulado en el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Cumbal.

UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

CONCLUSIONES

La caracterización del Resguardo indígena de Cumbal se realizó utilizando herramientas de información geográfica, esto se permitió tener un panorama global del territorio del resguardo de Cumbal en los aspectos biofísicos.

El estudio del arte del territorio del Resguardo de Cumbal en cuanto a características como climatología, procesos geológicos, geomorfología, hidrología, suelos, agrología, zonas de vida, coberturas terrestres y conflictos de suelos identificó fortalezas y falencias en cuanto a la disponibilidad y eficiencia de la información sobre este territorio.

La delimitación del Resguardo en la cartografía oficial del IGAC permitió cuantificar el área la cual corresponde a 52.194 hectáreas aproximadamente, anteriormente el Resguardo carecía de una cartografía a nivel 1:25000.

En este trabajo se identificó la sectorización de las cuencas hidrográficas de las cuales se identificaron dos cuencas principales, la del río Blanco y la del río Negro las cuales nacen en la parte alta del volcán Cumbal su delimitación permitirá realizar al Cabildo realizar la gestión adecuada del recurso hídrico.

La investigación permitió identificar la riqueza y diversidad natural existente en el territorio, la caracterización de las coberturas vegetales identificó que el 64% del suelo está ocupado por bosque natural denso y por áreas de paramo por tanto el uso vocacional de estos ecosistemas es de conservación y protección. Así mismo se estableció que el 86% del Resguardo tiene un uso del suelo adecuado con relación a sus potencialidades, mas sin embargo es importante anotar que existe un sobreuso del suelo en las zonas de paramo y de selva altoandina.

RECOMENDACIONES

El Resguardo de Cumbal, como ente territorial y con base en este estudio, debe emprender acciones para regular el uso del suelo, el ordenamiento del territorio y sobre todo establecer normas de uso para las zonas de alta montaña como son los páramos, selva altoandina y demás ecosistemas estratégicos.

Este estudio es un insumo importante base para la formulación del Plan de Vida del Resguardo pues presenta e identifica potencialidades y problemática que se requieren abordar de manera urgente.

La información territorial correspondiente a los recursos naturales debe estar permanentemente actualizada y disponible para ello es necesario implementar un sistema de información geográfico que permita el fácil acceso a la información.

El cabildo del Resguardo de Cumbal debe gestionar proyectos enfocados al uso y manejo eficiente de los recursos como una alternativa amigable ambientalmente se recomienda fortalecer sector ecoturístico.

El estudio es una fase inicial en el proceso de planificación y ordenamiento del Resguardo por tanto se debe dar continuidad en una siguiente fase que contemple la caracterización de aspectos económicos, sociales y demográficos del Resguardo.

BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de Bogotá. (22 de 12 de 1993). Obtenido de Ley 99 de 1993 Nivel Nacional:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>

CATIE. (2011). *Caracterización, diagnóstico, línea base y zonificación territorial de la cuenca del Río Jesús María*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Comision Interamericana de Derechos Humano. (1969). *Derechos de los pueblos indígenas y tribales sobre sus tierras ancestrales y recursos naturales*. Obtenido de Normas y jurisprudencia del Sistema Interamericano de Derechos Humanos:
<http://cidh.org/countryrep/TierrasIndigenas2009/Cap.I-II.htm>

Congreso de la República. (20 de Julio de 1991). *Constitucion Politica de Colombia. Titulo XI. Organizacion Territorial, Capitulo 1, de las Disposiciones Generales*. Bogotá D.C, Colombia.

Congreso de la República. (3 de Agosto de 1994). Ley 160 1994. Bogotá. D.C.

Coral, P. y. (2012). *Análisis Multitemparal de la Cobertura del Suelo, en la Selva Altoandina y el Páramo de Cumbal*. San Juan de Pasto, Nariño, Colombia.

CORPONARIÑO. (2009). *Plan de Ordenamiento de la cuenca del Rio Guitara - POMCH GUAITARA*.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA. (1996). *Estado actual del enfoque de sistemas de producción y su aplicación*. Pasto: ICA.

Corporación Regional de Nariño CORPONARIÑO. (Febrero de 2007). *Estado del Arte de la Información Biofísica y Socioeconómica de los Páramos de Nariño. Tomo I. Introduccion, Descripcion General, Marco Conceptual y Metodologia*. San Juan de Pasto, Colombia.

Corte Constitucional. (2009). *Auto 004/09*. Obtenido de
<http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/autos/2009/a004-09.htm>

Corte Constitucional de Colombia . (2009). *Auto 004/09*. Obtenido de <http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/autos/2009/a004-09.htm>

Cortés, S. J. (s.f.). Obtenido de http://www.iapad.org/publications/ppgis/querendaro_trabajo_sigp_p3dm.pdf

CORTOLIMA. (s.f. de s.f. de s.f.). *Plan de ordenación y manejo ambiental de las microcuencas las Panelas y la Balsa*. Obtenido de Corporación Autónoma del Tolima: https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/cuenca_panelas/DIAGNOSTICO/2.2ASPECTOS_BIOFISICOS.pdf

DANE. (s.f.). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Recuperado el 14 de 11 de 2015, de <https://www.google.com.co/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=dane+censo+poblacional>

Departamento Nacional de Planeación. (2011). Recuperado el 14 de 11 de 2015, de <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Que-es-el-Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>

Dokuchaiev, V. (1899). *Caracterización Biofísica en la Escuela Geográfica Rusa (Informe al comité estadístico de transcaucásica sobre la evolución en general de los suelos, y del caucazo en particular)*. Moscú: Memorias del V. Informe.

Gutiérrez, J., & Gould, M. (2000). *SIG: Sistemas de Información Geográfica* (2 Eds ed.). Madrid, España: Editorial Síntesis: Editorial Síntesis.

IDEAM, IGAC y CORMAGDALENA. (2008). *Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D.C.

IGAC. (2004). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Nariño*. Bogotá D.C.

IGAC. (03 de 10 de 2016). *Glosario*. Recuperado el 03 de 10 de 2016, de Instituto Geográfico Agustin Codazzi:

http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/Glosario#_f

Instituto Geografico Nacional. (s.f.). (I. G. Nacional, Productor) Recuperado el 16 de 11 de 2015, de <http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesSistemaInfoGeografica.do>

Instituto Geografico Nacional. (05 de 2016). (I. G. Nacional, Productor) Recuperado el 16 de 11 de 2015, de <http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesSistemaInfoGeografica.do>

Juárez, S., Cortés, N., & Jackeline, M. (2007). *Aplicación de Modelos 3D para el Análisis Sociocultural del Paisaje en la Cuenca de Queréndaro*. Michoacán, (México). Obtenido de http://www.iapad.org/publications/ppgis/querendaro_trabajo_sigp_p3dm.pdf

Lopez, A. (2008). Aproximaciones conceptuales y metodológicas en la Identificación de requerimientos para la conceptualización de un sistema de información geográfica participativo en el Resguardo indígena Ticuna Uitoto Kilometros 6 y 11. Bogota D.C.

McCall, P. A. (1 de Abril de 2015). *Internatioanal Institute for everironment and development*. aprendizaje y acción participativos 54. Obtenido de <http://pubs.iied.org/G02954.html?k=Participatory%20GIS%20and%20local%20knowledge%20enhancement%20for>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2003). *Ley 160 de 1994, normas que la reglamentan*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá D.C.: Grupo Asesor de Comunicaciones.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (19 de Noviembre de 2014). Decreto 2333. Bogotá D.C, Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (10 de 4 de 2012). *Decreto 1640*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2012/dec_1640_2012.pdf

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (1 de Julio de 2010). *Decreto 2373 de 2010*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2372_2010.pdf

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1 de Julio de 2010). *Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 17 de 11 de 2015, de Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible: https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2372_2010.pdf

Ministerio del Interior. (7 de Octubre de 2014). Decreto 1953. Bogotá D.C.

Presidencia República de Colombia. (Julio de 2012). *Ley 21 de 1991, Declaración de las Naciones Unidas*. Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.

Rangel, O. (2000). *Diversidad Biótica III: La región Paramuna de Colombia*. Bogota, Colombia.

Rodriguez, N. (2004.). *Ecosistemas de los andes colombianos*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

Rojas, J. (2007). *SIG de la comunidad indígena NASA del Putumayo*. GeoTux. Obtenido de <http://geotux.tuxfamily.org/index.php/fr/geo-blogs/item/143-sig-de-la-comunidad-indigena-nasa-del-putumayo?tmpl=component&print=1>

Territorio Indígena y Gobernanza. (11 de 20015). *Portal Territorio Indígena y Gobernanza*. Recuperado el 16 de 11 de 2015, de <http://www.territorioindigenaygobernanza.com/planesdevida.html>

Universidad de Alcalá. (22 de diciembre de 2000). *Gis Web Autoaprendizaje Multimedia*. Obtenido de Universidad de Alcalá, departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente: <http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/AnalisisTerreno/DEMModule/DEMModule.htm>