	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<small>Documento</small>	<small>Código</small>	<small>Fecha</small>	<small>Revisión</small>
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
<small>Dependencia</small>	<small>Aprobado</small>		<small>Pág.</small>	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(141)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	JOSÉ MIGUEL CRUZ TIBAGUIZA JENRRY ABADÍA LAMUS PARRA
FACULTAD	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL
DIRECTOR	LUIS AUGUSTO JÁCOME GOMEZ
TÍTULO DE LA TESIS	INCIDENCIA DE LOS CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO DE LA MICROCUENCA QUEBRADA BUTURAMA EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA, DEPARTAMENTO DEL CESAR.

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EL ESTUDIO DE LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS Y SU INCIDENCIA EN EL AMBIENTE PERMITEN EVALUAR LA POSIBILIDAD DEL DESARROLLO REGIONAL Y LA ADOPCIÓN DE DIFERENTES METODOLOGÍAS PARA UN ORDENAMIENTO TERRITORIAL. SU APLICACIÓN EN ESTUDIOS PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS FORMA PARTE DE LA BASE PARA UNA GESTIÓN INTEGRAL DE LAS MISMAS. DEBIDO A QUE ESTA TEMÁTICA INTEGRA CONOCIMIENTOS PRÁCTICOS Y TEÓRICOS, LA MISMA PERMITE GENERAR, DISEÑAR, INTERPRETAR, DESARROLLAR Y APLICAR MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 141	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 01
---------------------	----------------	-----------------------	-------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufpso.edu.co



**INCIDENCIA DE LOS CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO DE LA
MICROCUENCA QUEBRADA BUTURAMA EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA
SUPERFICIAL EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA, DEPARTAMENTO DEL
CESAR.**

Autores

JOSÉ MIGUEL CRUZ TIBAGUIZA

JENRRY ABADÍA LAMUS PARRA

Trabajo de grado presentado para optar por el título de Ingenieros Ambientales

Director

Luis Augusto Jácome Gomez

Ingeniero Agrónomo

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
INGENIERIA AMBIENTAL**

Ocaña, Colombia

Agosto, 2017

Índice

Introducción	10
<u>Capítulo 1. Análisis de los cambios en el uso del suelo y su incidencia en la disponibilidad de agua superficial en la microcuenca Quebrada Buturama en el Municipio de Aguachica Cesar.</u>	10
<u>1.1. Planteamiento Del Problema.</u>	10
<u>1.2. Formulación Del Problema.</u>	12
<u>1.3. Objetivos.</u>	12
1.3.1. Objetivo General	12
1.3.2. Objetivos Específicos	12
<u>1.4. Justificación.</u>	13
<u>1.5. Delimitaciones.</u>	15
1.5.1. Delimitación Geográfica del proyecto.	15
1.5.2. Delimitación Conceptual Del Proyecto.	16
1.5.3. Delimitación Operativa del Proyecto.	17
1.5.4. Delimitación Temporal del Proyecto.	17
<u>Capítulo 2. Marco Referencial</u>	18
<u>2.1. Marco Histórico</u>	18
<u>2.2. Marco Teórico</u>	29
<u>2.3. Marco Contextual</u>	47
<u>2.4. Marco Conceptual</u>	51
<u>2.5. Marco Legal</u>	60
<u>Capítulo 3. Diseño Metodológico.</u>	70
<u>3.1. Tipo De Investigación</u>	70
<u>3.2. Técnicas e Instrumentos de Recolección de la Información</u>	71
<u>3.3. Procesamiento y Análisis de la Información.</u>	72
<u>Capítulo 4. Administración Del Proyecto.</u>	75
<u>4.1 Recursos Humanos</u>	75
<u>4.2. Recursos Institucionales</u>	75
<u>4.3 Recursos Financieros</u>	75
<u>Capítulo 5. Presentación De Resultados</u>	77
<u>5.1. Realizar el diagnostico biofísico actual de la microcuenca Quebrada Buturama en el municipio de Aguachica departamento del Cesar.</u>	77
5.1.2. Delimitación Espacial De la Microcuenca Quebrada Buturama	77
5.1.3. Climatología.	79
5.1.4. Topografía.	79
5.1.5. Temperaturas.	81
5.1.6. Precipitación.	81
5.1.7. Aspectos Hidrográficos.	83
5.1.8. Aspectos Fisiográficos	84

5.1.9. Pendientes del Terreno.	85
5.1.10. Suelos de Montaña.	88
5.1.11. Los suelos De Lomerío De La microcuena	89
5.1.12. Suelos de Piedemonte.	89
5.1.13. Suelos de Planicie.	89
5.1.14. Uso actual del suelo	91
<u>5.2. Determinar mediante un análisis multitemporal , los cambios del uso del suelo que se han dado en la microcuena Quebrada Buturama entre el año 2005 - 2015</u>	98
<u>5.3 Calcular la oferta hídrica superficial de la microcuena quebrada buturama AGUACHICA-CESAR , a partir de la metodología del IDEAM</u>	109
<u>5.4 Establecer las relaciones entre los cambios de uso del suelo y la variación de la oferta hídrica</u>	116
<u>Conclusiones</u>	119
<u>Recomendaciones</u>	120
<u>Referencias</u>	121
<u>Apéndices</u>	135

Índice de tablas

Tabla No. 1 Relación de las imágenes Landsat usadas para el desarrollo del proyecto	73
Tabla No. 2. Relación de las imágenes Landsat usadas para el desarrollo del proyecto	98
Tabla No. 3. Temperatura y precipitación	112

Índice de Figuras

Figura No 1. Mapa de Localización geográfica del municipio de Aguachica según la información geográfica oficial del SIG OT.	16
Figura No 2. Límite de la microcuenca de la quebrada Buturama parte alta y media, Especialización realizada basada a la delimitación presentada en el plan de desarrollo municipal vigente del municipio de Aguachica.	48
Figura No 3. Tabla Información básica de las principales corrientes hídricas del municipio de Aguachica Cesar.	50
Figura No 4. Infografía de la Delimitación de la microcuenca quebrada Buturama parte alta y media, su red hídrica superficial, y su influencia sobre el casco urbano actual del municipio de Aguachica.	51
Figura No. 5 Delimitación de la microcuenca quebrada Buturama, en el municipio de Aguachica departamento del Cesar	78
Figura No.6 Delimitación de la microcuenca quebrada Buturama abastecedora del acueducto urbano de Aguachica	79
Figura No 7. Microcuenca	80
Figura No.8 medidas de la precipitación total mensual multianual fuente. IDEAM 2010.	81
Figura No. 9 La precipitación total en el municipio es de 1635.5mm/año y la precipitación efectiva es de 1118.8mm/año	82
Figura No.10 hidrografía de la microcuenca generada a partir de un modelo digital de elevación de 30mtrs	84
Figura No. 11 proceso de reclasificación de pendientes del terreno en el software SIG ARCGIS 10.3	86
Figura No.12 mapa de pendientes complejas presentes en la microcuenca quebrada Buturama	87
Figura No.13 Distribución Espacial de los suelos en la microcuenca quebrada Buturama	91
Figura No.14 imagen del satélite Landsat 8ETM+, de febrero del 2016, permite apreciar la perdida de vegetación natural y proliferación de zonas de cultivos transitorios y pastos.	92
Figura No.15. imagen spot del año 2010 la cual muestra que existía una mejor distribución de la cobertura vegetal a la que existe en la actualidad según la comparación con la imagen Landsat de febrero del 2016	93
Figura No.16. Coberturas vegetales para el año 2010 presentes en el microcuenca según una imagen de satélite de SPOT 7 “zona media y alta de la microcuenca	94
Figura No.17. Visualización de las coberturas vegetales en la zona baja de la microcuenca para el año 2010	95
Figura No.18. Mapa de tipos de sistemas productivos los cuales se localizan dentro de la zona de la microcuenca, información tomada de la UMATA y verificada en campo. Con respaldo de imágenes de satélite	96
Figura No 19. Mapa de los usos actuales del suelo en la microcuenca quebrada Buturama en el municipio de Aguachica departamento del Cesar	97

Figura No. 19. Imagen Landsat del año 2005 usada en el análisis de coberturas y cambios en el uso del suelo.	99
Figura No. 20. Imagen Landsat del año 2010.	99
Figura No. 21 Imagen Landsat del Año 2015.	100
Figura No. 22. Mosaico de las imágenes Landsat obtenidas del servicio Geológico de los estados unidos.	100
Figura No. 23. Mapa de la Cobertura de Bosque natural sin intervenir y sus variaciones espaciales desde el año 2005 hasta el año 2015	102
Figura No. 24 Mapa de la Cobertura de Bosque natural intervenido y sus variaciones espaciales desde el año 2005 hasta el año 2015	104
Figura No.25. Mapa De Los Usos Del Suelo Análisis Multitemporal.	105
Figura No. 26. Mapa de las coberturas y usos del suelo resultado del análisis multitemporal desde el año 2005 hasta el 2015	107
Figura No. 27. Plataforma de GIOVANNI NASA.	109
Figura No. 28. Precipitaciones.	110
Figura No. 29. Link encontraremos los meses de cada uno de los años en cifras exactas de las temperaturas y precipitaciones que tuvieron para cada año.	110
Figura No. 30. Años y primer día de cada mes.	111
Figura No 31. Datos obtenidos de la base de datos GIOVANNI NASA.	111

Introducción

El estudio de los procesos hidrológicos y su incidencia en el ambiente permiten evaluar la posibilidad del desarrollo regional y la adopción de diferentes metodologías para un ordenamiento territorial. Su aplicación en estudios para el manejo de cuencas hidrográficas forma parte de la base para una gestión integral de las mismas. Debido a que esta temática integra conocimientos prácticos y teóricos, la misma permite generar, diseñar, interpretar, desarrollar y aplicar métodos de investigación científica y de extensión participativa en forma dinámica para la interpretación de la realidad forestal, agropecuaria, ambiental y social. Desde ese enfoque integral y multisectorial, el hombre en el espacio de la cuenca, con los recursos naturales que lo sustentan, es sujeto y al mismo tiempo objeto de estudio para formular las estrategias.

El manejo de cuencas hidrográficas implica conocer el funcionamiento del ecosistema. Ello significa la necesidad de un proceso de investigación en el cual esté presente, junto a la materialización de acciones para los distintos niveles de proyecto, la integración de disciplinas e instituciones, y la transacción entre los actores con un criterio de equidad. (Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas. Universidad nacional de la plata. 2013)

El hombre desde tiempos pasados a jugado un papel importante en la modificación de ecosistemas buscando el aprovechamientos de recursos que puede obtener de este, debido a esto se ha generado impactos que han generado degradaciones sobre los ecosistemas con los cuales este tiene interacción. No obstante, la noción de estos impactos negativos sobre los ecosistemas

naturales ha generado que el hombre evidencia la reciprocidad que crean estos sobre el mismo, por ende se han producido iniciativas para la restauración y protección de estos ecosistemas, minimizando los impactos severos sobre estos. (GÓMEZ, 2011)

De acuerdo a la elaboración, revisión y ajuste y/o modificación del Plan Básico de Ordenamiento Territorial – PBOT, el municipio de Aguachica, Cesar debe considerar la reserva, alindación, declaración, administración de las áreas adquiridas por la importancia estratégica de la conservación del recurso hídrico, bajo las categorías de manejo integrales del sistema nacional de áreas protegidas.

Los ecosistemas estratégicos garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del municipio. Estos ecosistemas se caracterizan por mantener equilibrios y procesos ecológicos básicos tales como la regulación de climas, del agua, depuración del aire, agua y suelos; ante todo la conservación de la biodiversidad.

Uno de los ecosistemas más afectados a nivel mundial, es el bioma de bosque seco tropical, el cual generalmente suele estar asociado a procesos productivos de tipo pecuario, lo cual genera impactos severos sobre este, llevándolo a un nivel crítico de su estabilidad y poniendo en riesgo la existencia de este tipo de ecosistemas.

En Colombia, el bosque seco tropical posee características similares e igualmente se encuentra gravemente amenazado, por lo cual es imprescindible generar estrategias que permitan establecer una reconversión de los usos del suelo asociados a estos ecosistemas, enfocándolos a

un tipo de procesos menos impactantes, y que contribuyan a recuperación de la calidad y el equilibrio de estos. (GÓMEZ, 2011)

El presente documento contiene la propuesta de la incidencia de los cambios en el uso del suelo de la microcuenca Quebrada Buturama en la disponibilidad de agua superficial en el municipio de Aguachica, departamento del Cesar. El ecosistema de estas áreas se caracteriza por tener una gran variabilidad en flora en su bosque seco, y lo más importante el vital líquido que emana desde este cerro hacia la población.

Teniendo en cuenta las problemáticas ambientales que se pueden presentar la microcuenca Quebrada Buturama, es necesario realizar la planeación del adecuado uso del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna; y el manejo de la cuenca, entendido como la ejecución de obras y tratamientos, con el propósito de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y el aprovechamiento económico de tales recursos, así como la conservación de la estructura físico -biótica de la microcuenca y particularmente del recurso hídrico.

Capítulo 1. Análisis de los cambios en el uso del suelo y su incidencia en la disponibilidad de agua superficial en la microcuenca Quebrada Buturama en el Municipio de Aguachica Cesar.

1.1. Planteamiento Del Problema.

La microcuenca de la quebrada Buturama hace parte de la cuenca hidrográfica del Magdalena, la cual a su vez es una sub cuenca. Esta presenta un área superficial de 65,34km², su afluente principal es la quebrada Buturama y su uso principal es abastecer del acueducto del casco urbano del municipio de Aguachica (PBOT 2010).

Según la resolución 028 de CORPOCESAR emitida el año 2012, la quebrada Buturama es una corriente de uso público, que nace en las estribaciones de la serranía del Perijá y desemboca en la ciénaga el contenido, esta corriente es de aguas permanentes la cual se agita de forma significativa en época de estiaje (Res 028 del 2012 Corpocesar).

En el plan de desarrollo del municipio de Aguachica 2012 -2015, presenta la problemática de la reducción del caudal hídrico de la cuenca de la quebrada Buturama en épocas de verano la cual no logra retener suficiente agua y en invierno se presentan crecientes con una gran arrastre de material sedimentado debido al estado de deforestación que se presenta en la microcuenca. Según este mismo documento el principal drenaje de Aguachica es la quebrada Buturama en la cual sus riveras presentan una cobertura vegetal pobre compuesta principalmente por rastrojos, esta es la fuente de abastecimiento hídrico de gran parte de la zona alta del municipio

y de su casco urbano; su estado de conservación es crítico dado que solo se presenta una pequeña área de bosque de galería sin ser este de ninguna manera suficiente para la recuperación y protección de esta microcuenca.

La mayoría de cultivos que se presentan en el área de la microcuenca disminuyen la capacidad de almacenamiento de agua de esta. (PLAN DE DESARROLLO DE AGUACHICA, 2012-2015, P74).

Es evidente que durante la última década el cambio del uso del suelo en el municipio de Aguachica y en especial el del área geográfica de la microcuenca viene presentando unos cambios drásticos que generan alarmas de tipo ambiental; tanto que las acciones derivadas de la intervención de la vegetación nativa ha afectado el ciclo natural del agua lo cual se refleja en la falta de disponibilidad de este recurso vital para el ser humano.

El plan de desarrollo reconoce el problema de los cambios en los usos del suelo y de la deforestación, sin embargo se desconoce la dinámica de estos cambios durante los últimos años, el nivel de deforestación dentro de la microcuenca, las áreas destinadas a cultivos y cuál es la relación entre los cambios de usos del suelo y el balance hídrico.

El estudio propuesto pretende establecer esta relación por medio del uso de herramientas de teledetección y sistemas de información geográfica, unido a un trabajo en campo de validación de información primaria, que involucre a los líderes comunales que viven dentro del área geográfica de la microcuenca, buscando que estos sean actores directos influyentes en el

proyecto y se pueda generar una cultura de conservación de la flora endémica, y que las actividades de carácter productivo que necesario desarrollarse, se realicen bajo la premisa de conservación de los bosque nativos.

1.2. Formulación Del Problema.

¿Cómo afectan los cambios en el uso del suelo dentro de los límites geográficos de la microcuenca Quebrada Buturama la disponibilidad del recurso hídrico para el área Urbana del municipio de Aguachica, Cesar ?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General

Analizar la incidencia de los cambios en el uso del suelo de la microcuenca Quebrada Buturama en la disponibilidad de agua superficial en el municipio de Aguachica, departamento del Cesar.

1.3.2. Objetivos Específicos

Realizar el diagnostico biofísico actual de la microcuenca Quebrada Buturama en el municipio de Aguachica departamento del Cesar.

Determinar mediante un análisis multitemporal, los cambios del uso del suelo que se han dado en la microcuenca Quebrada Buturama entre el año 2005 - 2015.

Calcular la oferta hídrica superficial, a partir de la metodología del IDEAM

Establecer las relaciones entre los cambios de uso del suelo y la variación de la oferta hídrica

1.4. Justificación.

Para la USAID; cada día se encuentran mayores evidencias científicas de que el cambio climático es una realidad y que este tiene una relación muy estrecha con el calentamiento global, el cual es producido por el incremento de los gases de efecto invernadero ligado a las actividades económicas que realiza el ser humano y el cual se presenta en todas las regiones que componen el planeta.

Los cambios en los usos del suelo es uno de los principales potencializadores en el proceso de pérdida de la Biodiversidad (Sala et al; 2000) (Quetier et al; .2009), este proceso es de carácter dinámico el cual tiene su origen en las actividades antrópicas y el cual afecta a la cantidad del recurso hídrico disponible para las comunidades rurales según (Gaitán 1996).

Si realizamos una observación del ciclo hidrológico, podríamos decir que la mayor parte del agua que llega a la tierra se queda en el suelo y después pasa a la atmosfera por medio de

la evaporación, pero en cualquier paisaje existen zonas con unas características específicas que aumentan algunos elementos y procesos del ciclo hidrológico por ejemplo (GESTION INTEGRADA DEL RECURSO HIDRICO, CARE Internacional AVINA p 18 2012) :

En las cuencas hidrográficas; las carreteras, los caminos, y en general las áreas urbanizadas generan un aumento de forma considerable la dinámica de escorrentía superficial, ya que se impermeabiliza el suelo concentrando la escorrentía en los drenajes naturales en el mejor de los casos o en avenidas torrenciales las cuales desbordan y causan inundaciones en algunos casos.

Los bosques con vegetación densa y suelos con alto grado de materia orgánica son importantes elementos de infiltración de agua en el suelo estos bosque capturan gran cantidad de lluvia y luego actúan como condensadores de la “precipitación oculta”

En el caso de aquellas zonas dedicadas a la agricultura o ganadería que se encuentran libres de vegetación arbustiva al llegar las precipitaciones estos suelos no presentan protección contra el impacto de las gotas de agua en el suelo y no presentan capacidad de infiltración.

Como es de conocimiento público, la población del casco urbano del municipio de Aguachica se ha visto afectada de manera histórica debido a la poca disponibilidad de agua potable. Durante los últimos 10 los habitantes de esta ciudad del departamento del Cesar ha visto como el servicio de suministro de agua potable a los diferentes usuarios es cada vez más intermitente; aunque se podría pensar que se trata de un sistema de acueducto deficiente

para prestar el servicio, el mayor agente causal de este problema es que no se cuenta con la disponibilidad del recurso hídrico de la fuente abastecedora de la Planta de tratamiento de agua potable, ya que la parte alta de la microcuenca quebrada Buturama se ha visto gravemente afectada por los procesos inadecuados en la ampliación de la frontera agropecuaria en el municipio, convirtiendo las zonas de bosque natural en áreas de pastoreo intensivo y extensivo; afectando en gran medida la conservación de la biodiversidad así como el mantenimiento de los procesos ecológicos necesarios para la preservación de estas áreas que deben ser protegidas debido su importancia para el componente hídrico indispensable para la vida del ser humano.

1.5. Delimitaciones.

1.5.1. Delimitación Geográfica del proyecto. El proyecto se desarrollara en la microcuenca Quebrada Buturama, la cual hace parte del municipio de Aguachica y se encuentra ubicado al sur del departamento del cesar a unos 301 km de distancia de la capital del departamento Valledupar.

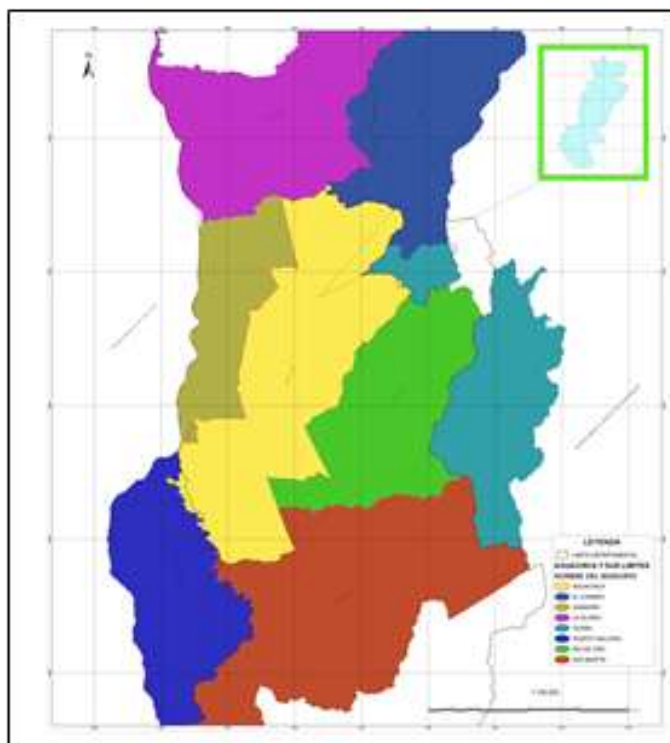


Figura No 1. Mapa de Localización geográfica del municipio de Aguachica según la información geográfica oficial del SIG OT. Fuente Elaboración Propia

1.5.2. Delimitación Conceptual Del Proyecto. El proyecto se abarca desde los conceptos de microcuenca hidrográfica, cuenca hidrográfica, vocación de suelos, usos del suelo, coberturas de la tierra, producción agropecuaria, frontera agrícola, clases agrologicas, suelos de conservación, teledetección, sistemas de información geográfica, balance hídrico, áreas protegidas, georeferenciacion, imágenes de satélite. Resolución 865 del 2004.

1.5.3. Delimitación Operativa del Proyecto. En cuanto al desarrollo operativo del trabajo este se realizara de la siguiente manera:

Basados en el POMCRA de la microcuenca “ la Buturama” desarrollado por CORPOCESAR y la información geográfica en formato vectorial SHAPEFILE, se delimitara el área de estudio, bajo el tratamiento de imágenes de satélite y aplicando el protocolo para el tratamiento de estas imágenes formulado por el IDEAM, se realizaran visitas a campo para captura de información espacial y validación de datos geográficos mediante el uso de antena GPS.

De forma sistemática se desarrollaran visitas a campo para realizar la validación de los datos que se obtengan en el procesamiento de la información espacial.

1.5.4. Delimitación Temporal del Proyecto. La ejecución del proyecto esta programada a 6 meses a partir de la aprobación de la propuesta por parte del comité curricular del plan de estudios.

Capítulo 2. Marco Referencial

2.1. Marco Histórico

Esta es una propuesta del Plan de Manejo del Cerro el Chile, categorizándolo como Reserva Natural. Los recursos naturales que se pueden encontrar en el área son de vital importancia para la población, el vital líquido que el Municipio toma diariamente es suministrado de esta zona. En el área se encontraron especies de Fauna que bajo los estatutos de la UICN se encuentran en la lista roja en peligro de extinción. (Díaz López, 2014)

Dicho documento contiene la propuesta de plan de manejo del “Cerro el Chile”, ubicado en municipio del Coral, departamento de Chontales km 240 carretera Managua-Nueva Guinea, su área total es de 267.17ha, distribuidas entre 7 propietarios privados. El ecosistema de esta área se caracteriza por tener una gran variabilidad en flora y fauna en su bosque tropical húmedo, sin menos preciar el vital líquido que emana desde este cerro hacia la población. (Díaz López, 2014)

Según el Decreto No 14-99 del Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua, se establece que el plan de manejo, es un instrumento de gestión que se origina de un proceso de planificación multisectorial y establece un conjunto de normas y disposiciones técnicas que regulan la actividad a desarrollar en un área protegida y su zona de amortiguamiento. La participación social y multisectorial se garantiza desde el proceso de aprobación de los términos de referencia para la elaboración de los planes de manejo de áreas protegidas, en los cuales se orienta la aplicación de mecanismos que faciliten y garanticen en la formulación del respectivo

plan de manejo, la participación de las autoridades locales y de los pobladores de áreas protegidas y zonas de amortiguamiento. En el plan de manejo, se considera la realización de un diagnóstico ambiental y socioeconómico de la situación ambiental del área protegida y su posible zona de amortiguamiento. (Díaz López, 2014)

Proponen alternativas de conservación de recursos con el objetivo de administrar y beneficiarse de ellos sin causar alteraciones al equilibrio ecológico. Está constituido por programas de manejo de Conservación de Recursos Naturales, Investigación Científica, Educación Ambiental y Ecoturismo y sub programas como vigilancia y control y manejo de recurso hídrico.

La metodología que utilizaron para la realización de esta propuesta de plan de manejo del área protegida se fundamenta en las disposiciones generales de los estatutos de la Ley 217 Ley o reglamento para la definición o declaración de áreas protegidas. Cuyo procedimiento, para estos efectos fue: ubicar y cumplir con los criterios de la metodología que es lo fundamental para la validación del trabajo.

Como resultado encontraron que El Cerro el Chile es un área que contiene altas riquezas en recursos naturales posee características bióticas y abióticas importantes para el equilibrio ecológico en la zona, Se identificaron recursos importantes para la población y quizás para el país, Los factores que representan una limitante para este cerro son la ganadería y la agricultura ya que estas son importantes en la zona, mediante estas prácticas la economía del pueblo ha incrementado conforme pasan los años. Sin embargo la presión sobre los recursos naturales ha

llevado la consecuencia de limitar algunos recursos que pueden ser necesarios para la población. (Díaz López, 2014)

Según la secretaria de educación nacional de México en el año 2010, Durante la última década, en México los estudios de deforestación y cambio de uso del suelo han sido numerosos y crecientes. Los principales temas de interés han sido cuantificar las tasas de deforestación, identificar los principales usos de suelo que caracterizan la dinámica del cambio de uso de suelo (agricultura, ganadería, urbanización, etcétera); sus causas (directas e indirectas) y la generación de escenarios. Estos estudios han permitido realizar una mejor planificación del uso del suelo e implementar el manejo sostenible de los recursos naturales. Por otra parte, el análisis de las consecuencias del cambio de uso de suelo se ha centrado en la pérdida del hábitat y en la pérdida de la biodiversidad; las emisiones de CO₂ a la atmósfera y la erosión de suelos. Sin embargo, los estudios de las consecuencias del cambio de uso de suelo sobre el ciclo hidrológico y sobre el recurso del agua son escasos. Particularmente, esto es importante en México debido a las altas tasas de deforestación y dinámica de cambio de uso de suelo, pero también debido a que bosques y selvas presentan una marcada estacionalidad de la precipitación, lo cual puede tener profundas consecuencias sobre la calidad y cantidad de agua para uso humano. (Díaz López, 2014)

El papel de la vegetación en el ciclo hidrológico. El ciclo hidrológico es un proceso en el cual una pequeña cantidad de agua que existe en la atmósfera tiene la particularidad de moverse o circular de forma constante entre la atmósfera, la tierra y el mar, lo que se produce mediante la precipitación y la evaporación. El ciclo hidrológico en bosques y selvas depende de la interacción suelo-planta-atmósfera. Estos aspectos determinan los principales procesos hidrológicos: precipitación (cantidad de agua que llueve), intercepción (agua proveniente de la

lluvia retenida por la vegetación y que luego es evaporada), evapotranspiración (el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y mediante transpiración de la vegetación), infiltración (incorporación de agua al suelo), escorrentía (parte de la precipitación que forman las corrientes superficiales) y recarga de agua (almacenamiento en mantos freáticos). (AZ REVISTA DE EDUCACION Y CULTURA , 2017)

De forma general se puede decir que el ciclo hidrológico funciona así: de 100% del agua que se precipita, la evapotranspiración constituye entre 75% y 90%. Le sigue el escurrimiento superficial que constituye alrededor de 23% y la recarga de agua es el componente de menor magnitud, de cerca de 5%. La escorrentía constituye entre 10% y 23% de la precipitación total, y ésta es suficiente para asegurar la recarga de agua. Cabe agregar que el ciclo hidrológico favorece una disponibilidad de agua para el uso humano. A su vez, esta disponibilidad de agua proviene del escurrimiento y la recarga de acuíferos. (AZ REVISTA DE EDUCACION Y CULTURA , 2017).

Las plantas y la vegetación en su totalidad juegan un papel de carácter fundamental en el ciclo hidrológico. Por ejemplo, en las selvas y bosques la presencia de la vegetación reduce la energía de la precipitación, lo cual favorece la infiltración y regula la cantidad de agua de escorrentía. La evapotranspiración, proceso que es regulado por la vegetación, regula el ciclo hidrológico, ya que las raíces de las plantas absorben agua desde el suelo, la cual se desplaza a través de los tallos o troncos, y al llegar a las hojas se evapora hacia el aire en forma de vapor de agua. Esta es una de las maneras que tiene la naturaleza de crear vapor de agua, que se eleva para

formar nubes, las que eventualmente darán origen a las lluvias y la infiltración favorece la recarga de agua y su disponibilidad.

Los árboles controlan, además, la cantidad de nutrientes que salen del ecosistema arrastrados por las aguas de escorrentía, frenando los procesos de eutrofización o enriquecimiento de nutrientes de lagos y ríos. Por lo tanto, la pérdida de la vegetación arbórea puede tener consecuencias negativas sobre el ciclo hidrológico. Por otra parte, las áreas con cobertura forestal reducen la magnitud de los flujos estacionales, reducen la erosión del suelo y mantienen los flujos en la época seca. Asimismo, como no existe vegetación, los rayos solares llegan directamente al agua que está en el suelo, aumentando su evaporación y disminuyendo su disponibilidad. (AZ REVISTA DE EDUCACION Y CULTURA , 2017)

Consecuencias Del Cambio Del Uso Del Suelo En La Cantidad Y Calidad De Agua.

Naciones Unidas Indica que Actualmente se reconoce que el cambio de uso de suelo tiene efectos negativos sobre algunos elementos atmosféricos del ciclo hidrológico, como la evapotranspiración, la precipitación y las temperaturas superficiales; además puede alterar profundamente los patrones de clima regional. Por su naturaleza, el cambio de uso de suelo modifica dos aspectos estructurales de los ecosistemas; la vegetación y el suelo, alterando con ello los procesos que constituyen el ciclo hidrológico y reducen la disponibilidad de agua. Por ejemplo, la remoción de la vegetación genera que las lluvias intensas tengan un efecto de sellamiento del suelo, reduciendo su capacidad de infiltración y con ello modifican la frecuencia y severidad de la escorrentía. De hecho, se ha estimado que un cambio en el uso de suelo puede

provocar que la escorrentía llegue a constituir 30% de la precipitación total. (AZ REVISTA DE EDUCACION Y CULTURA , 2017)

Otra de sus consecuencia del aumento de la escorrentía es la que se incrementa la erosión y por lo tanto la carga de sedimentos en el agua de escurrimiento, modificando su calidad.

Finalmente, el cambio de uso de suelo reduce la capacidad de retención de agua del suelo entre 5% y 25%.

Entonces dependiendo de los cambios de uso de suelo, las alteraciones en la magnitud y dirección del ciclo hidrológico varían. La transformación de bosques a agricultura reduce la cantidad de flujo anual (9%), incrementa la evapotranspiración (5%) y favorece la pérdida de nutrientes (15%). Por ejemplo, la introducción de agricultura favorece la evaporación, mientras que la introducción de la ganadería favorece el escurrimiento, el manejo forestal puede reducir las pérdidas por intercepción, pero incrementa la carga de sedimentos; y la urbanización altera completamente el ciclo hidrológico porque el pavimento favorece la escorrentía y reduce la infiltración profunda que da a la red de drenaje. (AZ REVISTA DE EDUCACION Y CULTURA , 2017)

Entonces se convierte en un tema de particular importancia remarcar que el uso de suelo urbano constituye alrededor de 5% de los cambios de uso de suelo, pero sus impactos en el agua son devastadores. Otro ejemplo clásico es la sustitución de bosques tropicales húmedos por plantaciones que incrementa hasta 40 veces el flujo de descarga inmediatamente después de la deforestación pero, una vez establecida la plantación, la escorrentía se incrementa sólo cuatro veces más.

Por otra parte, el cambio de uso de suelo puede modificar la calidad de agua. Se ha estimado que la agricultura incrementa la generación de nitrógeno y otros solutos biológicamente activos en el agua, además genera la contaminación y salinización de este recurso. (AZ REVISTA DE EDUCACION Y CULTURA , 2017)

Las plantas y la vegetación en su conjunto juegan un papel fundamental en el ciclo hidrológico. Por ejemplo, en las selvas y bosques la presencia de la vegetación reduce la energía de la precipitación, lo cual favorece la infiltración y regula la cantidad de agua de escorrentía. (AZ REVISTA DE EDUCACION Y CULTURA , 2017).

La evapotranspiración, proceso que es regulado por la vegetación, regula el ciclo hidrológico, ya que las raíces de las plantas absorben agua desde el suelo, la cual se desplaza a través de los tallos o troncos, y al llegar a las hojas se evapora hacia el aire en forma de vapor de agua. Esta es una de las maneras que tiene la naturaleza de crear vapor de agua, que se eleva para formar nubes, las que eventualmente darán origen a las lluvias y la infiltración favorece la recarga de agua y su disponibilidad. (EDUCARBOL, 2013)

Los árboles controlan, además, la cantidad de nutrientes que salen del ecosistema arrastrados por las aguas de escorrentía, frenando los procesos de eutrofización o enriquecimiento de nutrientes de lagos y ríos. Por lo tanto, la pérdida de la vegetación arbórea puede tener consecuencias negativas sobre el ciclo hidrológico. Por otra parte, las áreas con cobertura forestal reducen la magnitud de los flujos estacionales, reducen la erosión del suelo y mantienen los flujos en la época seca. Asimismo, como no existe vegetación, los rayos solares

llegan directamente al agua que está en el suelo, aumentando su evaporación y disminuyendo su disponibilidad. (AZ REVISTA DE EDUCACION Y CULTURA , 2017)

Para la ONU 2012 es de particular importancia remarcar que el uso de suelo urbano constituye alrededor de 5% de los cambios de uso de suelo, pero sus impactos en el agua son devastadores. Otro ejemplo clásico es la sustitución de bosques tropicales húmedos por plantaciones que incrementa hasta 40 veces el flujo de descarga inmediatamente después de la deforestación pero, una vez establecida la plantación, la escorrentía se incrementa sólo cuatro veces más. Por otra parte, el cambio de uso de suelo puede modificar la calidad de agua. Se ha estimado que la agricultura incrementa la generación de nitrógeno y otros solutos biológicamente activos en el agua, además genera la contaminación y salinización de este recurso. (ONU, 2014)

Según los resultados procedentes de los modelos acoplados atmósfera-océano (GCM), para el horizonte 2100 en el área mediterránea se prevé un descenso de la precipitación del 10% y un aumento de la temperatura media, especialmente en el periodo estival, de 1°C (A1B storyline, IPCC, 2001). Las proyecciones indican un aumento de la probabilidad de sequías y de los episodios extremos (Kerr, 2005; korrant & Douguédroit, 2006).

Estos cambios pueden derivar en impactos importantes en los recursos hídricos como se puede observar en el gran número de artículos publicados desde finales de los años 70 (Kundzewicz & Somlyódy, 1997; Grieneisen & Zhang, 2011; Febrillet et al., 2014), entre los que cabe citar los relacionados con el ciclo hidrológico (Burns et al., 2007; Candela et al., 2012b; Hagg et al., 2007; Ruth

En sentido general, el enfoque presentado se basa en el análisis de impactos en los recursos hídricos superficiales o subterráneos evaluados independientemente, sin embargo no existen muchas aportaciones a nivel integrado (ACCUA, 2011; Scibek et al., 2007; Serrat-Capdevila et al., 2007). Pese a ello, los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos superficiales y subterráneos a nivel de cuenca deben analizarse de manera conjunta, La elaboración de un modelo hidrológico conjunto que analice los aspectos de hidrología superficial y recarga subterránea constituye una alternativa de gran interés para la evaluación de los impactos en los recursos hídricos futuros. (PROGRAMA HIDROLOGICO INTERNACIONAL , 2015)

La presencia del bosque seco tropical se encuentra al occidente del Municipio de Pereira definido por la zona de influencia del valle del río Cauca, el cual Pereira comparte con límites del municipio de La Virginia, Balboa y Anserma Nuevo (Valle). (EDUARD, 2011)

Para Pereira esta es la única zona que presenta las características del bioma de bosque seco tropical por lo cual el proyecto se sitió al occidente de Pereira, por tener como interés principal el estudio y manejo adecuado del bosque seco tropical en pro de su conservación.

Gracias a la importancia de este bioma se han desarrollado acciones de conservación por parte de diferentes actores como es el proceso de recuperación del bosque seco tropical mediante la estructuración de corredores biológicos, que es un proceso que se ha dado de hace un tiempo en el sector entre PROPIETARIOS – CIEBREG – CARDER como parte del programa de investigación en bosques secos, lo cual fortaleció la parte metodológica y el proceso de investigación en la zona estableciendo un ambiente de mayor confianza para los habitantes de la zona a la hora de la ejecución de este proyecto. (EDUARD, 2011)

El proyecto “Palo Alto” reserva forestal – condominio, es un proyecto el cual busca una relación armoniosa entre los recursos naturales del sector y los procesos de urbanización tipo condominio, en un sector suburbano con parcelas de 10.000 mts², los cuales tienen permiso de edificación hasta 1000 mts² y un máximo de 15 mts de altura, destinando parte del lote a la regeneración del bosque seco tropical mediante la estructuración de corredores de conservación que permita su recuperación. (EDUARD, 2011)

El proyecto de “Plan de manejo ambiental para la conservación del bosque seco tropical en el proyecto “Palo Alto” al occidente de Cerritos, Pereira.” se basa en la metodología de la investigación proyectiva, por lo cual este se fija en unas fases estratégicas para lograr el alcance de los objetivos previamente establecidos.

Se espera que este plan de manejo contribuya a futuras decisiones de los actores dentro de la zona ayudando a generar procesos de ordenamiento territorial sur-urbano y rural el occidente de Pereira, y represente la importancia de los bosques secos tropicales en la actualidad como ecosistemas en proceso de extinción. (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS , 2014)

El presente documento, contiene, sobre las 12.131 ha que conforman el Parque Natural Regional de Sisavita, el Plan de Manejo Ambiental con los componentes que demanda el decreto 2372 de 2010, en su artículo 47 y que corresponden a el diagnóstico; la ordenación para el uso de los recursos y el desarrollo de actividades; y el componente estratégico, en el que se formulan las acciones claves con las que se busca lograr el cumplimiento de los objetivos de conservación. El documento PMA está proyectado para una vigencia de 5 años. (CORPONOR, 2014)

Además de los componentes mencionados, el PMA del PNR Sisavita, introduce una Estructura Organizativa para la aplicación del Plan de Manejo, conformada por tres niveles de organización y un comité asesor, que pretende darle funcionalidad a los aspectos programáticos y aplicabilidad a la actuación SINA en el contexto regional, como quiera que el patrimonio natural del departamento Norte de Santander es una responsabilidad compartida

La elaboración del plan de manejo ambiental para el Parque Natural Regional Sisavita está enmarcada en los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo, que establece como política la conservación y uso sostenible de bienes y servicios ambientales y que comprende la consolidación del Sistema de Áreas Protegidas; y obedece a los lineamientos de política ambiental definidos dentro del Plan de Gestión Ambiental Departamental; y en lo establecido en el Esquema de Ordenamiento Territorial y el plan de desarrollo del municipio de Cucutilla. (CORPONOR, 2014)

El principal objetivo de la elaboración e implementación del plan es el de mantener un equilibrio ecológico que garantice a la comunidad la regulación del clima y el suministro del agua, no solo para el municipio de Cucutilla sino de toda la cuenca del Río Zulia, aumentando la capacidad de regulación del agua; promoviendo la eficiencia y sostenibilidad en su uso y reduciendo los niveles de contaminación y el riesgo de disminución de caudal en el corto plazo; mantener los recursos naturales renovables y los de biodiversidad ecosistémica que de acuerdo a los estudios realizados por diferentes estamentos de investigación entre los cuales se encuentra el Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt (IAVH), es muy alta, en esta área, comparada con otras regiones de Los Andes; satisfacer las necesidades de la población en agua,

aire, alimentos, energía, además de ser sitios para la interpretación ambiental, recreación e investigación científica en busca de una mejor comprensión de sus valores naturales.

(CORPONOR, 2014)

2.2. Marco Teórico

Concepción de cuenca hidrográfica

La naturaleza es una unidad indivisible, en donde los elementos naturales, el suelo, el agua, la vegetación, la fauna, el clima y el hombre, se encuentran íntimamente relacionados. Todos estos elementos, incluido el hombre con sus valores, su cultura, sus costumbres, su propia historia y las características de la sociedad, están íntimamente correlacionadas y afectan directa o indirectamente el comportamiento de la naturaleza.

Un enfoque integral y del conocimiento sistémico del hombre y la naturaleza permite establecer que una cuenca proporciona un marco de referencia para proyectar el desarrollo sustentable regional (Bruno, 2000). Una cuenca hidrográfica es una unidad morfológica integral, que se define en un territorio donde las aguas superficiales convergen hacia un cauce o unidad natural delimitada por la existencia de la divisoria de las aguas, las cuales fluyen al mar a través de una red de cauces principales. En una cuenca hidrológica, además se incluye toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo, conformando un sistema integral, constituyendo un conjunto de componentes que están conectados e interactúan formando una

unidad. La estabilidad y permanencia de todos sus componentes estructurales son propiedades y formas de comportamiento del sistema. (Gaspari et al, 2009).

La delimitación de una cuenca hidrográfica por su divisoria de aguas, establece un sistema de drenaje (con un río y sus afluentes), por el cual la precipitación caída corre por su superficie, y se concentra en un punto de desembocadura del cauce, contemplando simplemente elementos físicos (topográficos) y biológicos. Está conformada por diferentes unidades ecológicas, las cuales se definen por sus características naturales y unidades socio-políticas (comunidades, provincias o regiones). A partir de un concepto integrador, la cuenca hidrográfica se define como un sistema de relaciones sociales y económicas, cuya base territorial y ambiental, es una red de drenaje superficial que fluye a un mismo río, lago o mar con un territorio que lo comprende. Los componentes principales que determinan el funcionamiento de una cuenca son los elementos biofísicos (atmósfera, clima, suelo y subsuelo, hidrología, flora y fauna) y los antrópicos (socio-económicos-culturales (infraestructura, tecnología, niveles de calidad de vida, creencias, conocimientos, sistemas de producción, tenencia de tierra, entre otros), demográficos (tamaño y distribución de la población) y jurídico institucionales (normas que regulan el uso de los recursos naturales, leyes, políticas de desarrollo, tenencia de las tierras, instituciones involucradas)). Estos conforman diversos subsistemas: el biofísico, el social, el económico y el demográfico, los cuales interactúan definiendo a la cuenca hidrográfica como un territorio que compone un sistema integral.

En síntesis, las cuencas hidrográficas son unidades físicas que sirven como marco práctico objetivo para la planificación y gestión del desarrollo sustentable, donde la disponibilidad de recursos hídrico, -biológico y edáfico en una cuenca hidrográfica depende de:

- a) La tendencia dinámica de funcionamiento espacio - temporal;
- b) La influencia de tratamientos integrados de producción y protección regionales, según elementos sociales, económicos;
- c) El grado de alteración ambiental y/o social.

El límite de una cuenca hidrográfica (L.C.) se debe identificar a partir de las divisorias de agua o topográficas (D.A) que son los puntos altimétricos más altos que definen la dirección de circulación del escurrimiento superficial, conocidos también como interfluvio. Este último genera una línea de convergencia de aguas superficiales y subterráneas definiendo al canal principal o río, siendo este una línea virtual dibujada sobre las cotas más bajas sobre un plano que se inicia sobre las D.A. denominado vertientes. El agua cuando llega hasta esta línea o canal de desagüe está circulando sobre la llanura o valle aluvial, pasando luego por la planicie de inundación hasta llegar al canal propiamente dicho, que forma la vaguada o thalweg. El thalweg se caracteriza por poseer una pendiente casi uniforme que indica la dirección del escurrimiento sobre el canal de drenaje, tendiendo a un perfil aproximadamente parabólico denominado perfil de equilibrio

Se considera valle fluvial a la zona de influencia del sistema de drenaje propiamente dicho, y valle aluvial se encuentra en las zonas de aluvionamiento (deposición de aluviones o sedimentos), haciendo avanzar el punto de nivel de base sobre una llanura.

En el proceso de análisis y diagnóstico en detalle de una cuenca hidrográfica, se subdivide en unidades hidrológicas de menor tamaño y homogéneas en relación a su respuesta hidrológica,

denominadas subcuencas, y si son más pequeñas, microcuencas; las cuales forman parte del este sistema de cuenca de drenaje, y son originadas por D.A. y cursos de agua de menor porte.

(Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas. Universidad nacional de la plata. 2013)

Concepción de manejo de cuencas hidrográficas

En la literatura clásica, se menciona algo similar al manejo de cuencas cuando el hombre observa la relación que existe entre el área geográfica y la producción de agua. A principios de siglo X, en China surge el proverbio "quien domina la montaña domina los ríos". Con el transcurso del tiempo en Europa, específicamente en la región del Mediterráneo, surgen condiciones e ideas sobre el manejo de cuencas hidrográficas. El principal interés se basó en la falta de agua y una alta demanda del recurso para riego, a partir del cual nace la preocupación por aspectos del uso del agua en lo referente a la legislación y administración. Sin embargo no se tienen en cuenta las cuencas generadoras.

Con el transcurso del tiempo, el concepto de manejo de cuencas se expresa, en la Comisión Forestal Europea de Manejo de Cuencas, con un enfoque hacia la ordenación agrohidrológica, el control de torrentes y desastres naturales. En Estados Unidos se define el manejo de cuencas como "el arte y la ciencia de manejar los recursos naturales de una cuenca con el fin de controlar la descarga de agua en calidad, cantidad y tiempo de ocurrencia", o bien, como "la aplicación de técnicas modernas de conservación al drenaje de la cuenca". Ambos enfoques están referidos a

realidades específicas, donde surge la necesidad de tener como objetivos específicos la gestión de los recursos hídricos y el control de la erosión hídrica.

La mayoría de los países en desarrollo y en particular los de América Latina, presentan características muy diferentes y particulares que lo diferencian de los enfoques anteriores. Aún cuando algunas cuencas hidrográficas pueden presentar semejanzas en su función, se diferencian cuando se convierten en unidades sociales donde el hombre habita y lucha por su subsistencia con graves limitaciones socioeconómicas, el comportamiento de la cuenca y su manejo varían totalmente. Por ello, en los países de la región se evolucionó desde una visión centrada en la gestión de los recursos hídricos a considerar a los recursos asociados al agua y pensar finalmente que se debía incorporar a los habitantes de la cuenca (Dourojeanni, 1990). La preocupación por el Manejo de las Cuencas Hidrográficas en la República Argentina data de la década de 1960. El Dr. Julio Castellanos y su equipo de colaboradores, sensibilizados por las problemáticas de sequías e inundaciones de la Provincia de Buenos Aires, partieron hacia una concepción integral en cuanto al papel del bosque para la regulación de los caudales torrenciales y la protección de los suelos. Este rol también fue enunciado por Florentino Ameghino en su ensayo “Las Secas y las Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires”,....., “Obras de Retención sí, Obras de Desagüe no” publicado en 1886 en forma de folletín en el diario La Prensa. (Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas. Universidad nacional de la plata. 2013)

Manejo integral de cuencas hidrográficas (MICH)

Se entiende por MICH como “la gestión que el hombre realiza en un determinado sistema hidrográfico para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenida” (Gaspari et al., 2009). Este manejo otorga al desarrollo sustentable un ámbito geográfico de aplicación que incluye un proceso antrópico consistente en planear, organizar, dirigir, evaluar y controlar la ejecución de sus acciones preservando los recursos con el fin de garantizar el crecimiento económico y el bienestar social de las generaciones presentes y futuras.

El manejo integral de cuencas se puede concebir como la formulación y aplicación en toda la cuenca hidrográfica, tanto aguas abajo como aguas arriba, de un conjunto integrado de acciones en la búsqueda del desarrollo sostenible, minimizando los efectos ambientales negativos sobre el recurso hídrico que la población utiliza aguas abajo.

El desarrollo sostenible en manejo de cuencas puede orientar sus acciones hacia:

- a) Un desarrollo económico, social, cultural que respete las limitaciones del ambiente natural, los valores del hombre y su familia, que sea permanente en el territorio y en el tiempo, en armonía con la naturaleza.
- b) Una actividad económica diversificada, basada en un desarrollo agropecuario y forestal rentable, que sea menos contaminante y más endógeno en el aprovechamiento de los recursos humanos, naturales y paisajísticos.

c) Una arquitectura autóctona y paisajismo acorde con el bioclima y que aproveche las tecnologías más adecuadas.

d) Un alto grado de autogestión a través de la participación, organización, capacitación, educación y divulgación de logros, unido al apoyo decisivo de las instituciones públicas en la construcción de infraestructura y prestación de servicios básicos esenciales.

El manejo de cuencas es un método potente de planificación que aplica un enfoque holístico, destacando la interconectividad de los recursos naturales entre los usuarios aguas arriba y aguas abajo, aplicando el concepto de ecosistema, los principios de la ciencia ecológica y los lineamientos del desarrollo sostenible. Además, facilita el monitoreo y evaluación del efecto de las inversiones en conservación de vertientes para protección del agua y privilegia la protección del valor estratégico del recurso. (Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas. Universidad nacional de la plata. 2013)

Ordenación Agrohidrológica

La ordenación agrohidrológica de cuencas aborda la corrección del fenómeno torrencial teniendo como unidad de estudio la cuenca vertiente, que es el gran colector que recoge las precipitaciones en forma de lluvia y las transforma en escurrimientos que originan los ríos. Las soluciones deben ser concebidas como una conjunción de mejora de la cubierta vegetal e hidrotecnias, armónicamente distribuidas entre la cuenca y sus cauces.

Los tres principios esenciales sobre los que se fundamenta la ordenación de los espacios naturales, rurales y forestales de las cuencas hidrográficas son:

a) El reconocimiento de la multifuncionalidad de dichos espacios, que obliga a conciliar los intereses de los diferentes sectores y actores implicados en el uso del territorio.

b) La necesidad de preservar la biodiversidad, los valores naturales y las funciones ecológicas de dichos espacios.

c) La búsqueda de un modelo sostenible de desarrollo que permita la mejora de la calidad de vida de las poblaciones locales preservando el medio ambiente y no comprometiendo el futuro de las generaciones venideras.

Importancia de la gestión integral de recursos hídricos (GIRH)

La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) es el proceso que tiene como objetivo asegurar el desarrollo y manejo coordinado del agua en interacción con otros sistemas naturales, sociales y culturales, maximizando el bienestar económico sin comprometer a los ecosistemas vitales. Ello implica una mayor coordinación en el desarrollo y gestión de: tierras y agua, aguas superficiales y subterráneas, cuencas fluviales y entornos costeros y marinos adyacentes, e intereses río arriba y río abajo.

El agua es un recurso estratégico para el desarrollo de las economías regionales. La asignación del agua disponible en una región debe atender no sólo los requerimientos ambientales y las necesidades básicas del ser humano, sino también elevar su calidad de vida, poniendo el recurso hídrico al servicio del desarrollo y bienestar de la sociedad. La estrategia

global de Global Water Partnership (GWP) para el período 2009-2013 sostiene que el desarrollo sostenible no será alcanzado sin un mundo con seguridad hídrica. Un mundo con seguridad hídrica integra la preocupación por el valor intrínseco del agua con su uso para la supervivencia y bienestar del hombre. Implica erradicar la responsabilidad fragmentada por el agua e integrar la gestión de los recursos hídricos a través de todos los sectores -finanzas, planificación, agricultura, energía, turismo, industria, educación y salud. Un mundo con seguridad hídrica reduce la pobreza, promueve la educación y aumenta los estándares de vida. Es un mundo en donde hay una mejor calidad de vida para todas las personas, especialmente las más vulnerables (generalmente mujeres y niños), quienes se benefician de la buena gobernanza del agua. Por esto, la GIRH no se limita solo a la gestión de recursos físicos, sino que se aplica también en la reforma de los sistemas humanos con el fin de habilitar a la población (hombres y mujeres por igual), para que los beneficios derivados de dichos recursos reviertan en ellos (GWP, 2005).

Un enfoque de GIRH requiere que las políticas y prioridades consideren la repercusión sobre los recursos hídricos, incluyendo la relación mutua existente entre las políticas macroeconómicas y el desarrollo, gestión y empleo del agua; las decisiones relacionadas con el agua, adoptadas a nivel local o en la cuenca hidrográfica estén en la línea o, por lo menos, no choquen con la consecución de objetivos nacionales más amplios y la planificación y estrategias en el ámbito hidrológico se integren en objetivos sociales, económicos y ambientales más amplios (Pochat, 2008)

Teniendo en cuenta la importancia de los recursos hídricos, según GWP (2005) en la práctica, se debe otorgar al agua el lugar que le corresponde en la agenda política nacional, crear

una mayor “concienciación sobre el agua” entre los responsables de diseñar las políticas en el ámbito de la economía y en los sectores relacionados con el agua, poner en pie canales de comunicación más eficaces y un proceso de toma de decisiones consensuado entre los organismos gubernamentales, organizaciones, grupos de intereses y colectivos civiles y estimular a la población a superar las definiciones sectoriales tradicionales.

En todas las declaraciones de políticas hídricas se menciona, en un orden indistinto, que las mismas deben satisfacer objetivos sociales, ambientales y económicos; sin explicitar mayormente cómo se pueden alcanzar estos tres objetivos que son usualmente conflictivos entre sí, sobre todo en el corto plazo. La carencia de estrategias para lograr estos objetivos es precisamente una de las mayores razones por las cuales normalmente las declaraciones de política quedan simplemente como un enunciado de buenas intenciones. De hecho hoy en día prima lo económico sobre lo social y ambiental (Dourojeanni y Jouravlev, 1999).

La falta de compromiso de los actores comprometidos para alcanzar simultáneamente las tres metas explica por que hay tantas personas adeptas al concepto de desarrollo sustentable pero muy pocas dispuestas a sacrificar algo de su estilo de vida para alcanzarlo. El desarrollo sustentable no se refiere a una meta tangible ni cuantificable a ser alcanzada en determinado plazo y momento. Se refiere más bien a la posibilidad de mantener un equilibrio entre factores que implican un cierto nivel de desarrollo del ser humano, nivel que es siempre transitorio, en evolución y, al menos en teoría, debería ser siempre conducente a mejorar la calidad de vida de los seres humanos. El llamado desarrollo sustentable es, en consecuencia, la resultante de un conjunto de decisiones y procesos que deben llevar a cabo generaciones de seres humanos,

dentro de condiciones siempre cambiantes, con información usualmente insuficiente, sujetas a incertidumbres y con metas poco compartidas por una sociedad y personas en general no muy solidarias. Sólo si el desarrollo sustentable se mantiene en el tiempo se alcanza la sostenibilidad. Cabe resaltar que la sociedad se ha organizado para conducir procesos de gestión a nivel de territorios delimitados para alcanzar sobre todo metas de crecimiento económico y a veces metas sociales pero muy escasamente para manejar territorios delimitados por razones naturales, como es el caso de la gestión del agua a nivel de cuenca. Esto implica que sólo existen algunas bases de gobernabilidad para alcanzar en forma coordinada metas económicas, sociales y ambientales en los territorios actualmente delimitados por razones político—administrativos (límites distritales, provinciales, estatales, regionales o de países), y no para hacerlo a nivel de cuenca u otros territorios delimitados por razones naturales (Dourojeanni y Jouravlev, 1999).

El concepto de desarrollo sustentable y sostenible está además vinculado a categorías o escalas de calidad de vida y a la interacción entre habitantes de uno o más territorios que intercambian recursos o migran de un lugar a otro. El desarrollo sustentable está estrechamente asociado a las demandas que exige cada cultura o estilo de vida, a la globalización de los procesos económicos, sociales y ambientales y a la capacidad negociadora entre regiones o países. El mismo tipo de consumo que se extiende a nivel global ejerce, cada vez más, influencias en el medio social y ambiental de culturas antes muy diferentes que ahora pugnan por imitar lo que consideran más avanzado. Esto se refleja ampliamente en los incrementos de consumo, en cantidad y variedad, de productos por habitante.

En resumen, el llamado desarrollo sustentable es la resultante de un conjunto de decisiones y procesos que deben llevarse a cabo por generaciones de seres humanos para su propio bienestar, dentro de condiciones de vida siempre cambiantes y vinculados a intercambios entre territorios. Estas condiciones están dadas por el sistema holístico que conforma el universo dentro del cual el ser humano es una pequeña parte. Por razones de sectorialización, especialización y políticas, las decisiones sobre este sistema complejo se reducen usualmente a tratar separadamente los aspectos económicos, ambientales y sociales y a referirlo a territorios políticos administrativos con el fin de tener un área “gobernable”. Esta forma fragmentada en que se toman las decisiones atenta contra la adecuada gestión de los ecosistemas y recursos naturales como el agua (Dourojeanni y Jouravlev, 1999).

Las actividades productivas pueden tener un impacto importante en el medio ambiente y en la salud de la población. Una gestión inadecuada de los recursos naturales, principalmente de la tierra y del agua, puede generar un agotamiento de los recursos hídricos, contaminar las aguas superficiales y subterráneas, provocar la erosión de los suelos y favorecer procesos de desertificación destruyendo los ecosistemas naturales. Por ejemplo, cuando los sistemas de riego no son eficientes, parte del agua extraída se pierde y aunque parte de esta agua llega de nuevo a los ríos o a los acuíferos subterráneos, las pérdidas excesivas contribuyen a intensificar las repercusiones ambientales negativas que tiene el regadío.

Aplicación de sistemas de información geográfica para la zonificación de la escorrentía superficial

La gestión de cuencas presenta la necesidad de tener una base de datos que permita coordinar y planificar acciones en cada unidad de manejo y gestión (UMG), a fin de contribuir a establecer pautas para su ordenación. Para ello un Sistema de Información Geográfica (SIG) constituye un instrumento básico para el procesamiento de datos geoespaciales y cartográficos, debido a su versatilidad de almacenamiento, superposición y asociación de variables físicas, naturales, sociales y económicas. Se comenzaron a utilizar en la década de 1960, como resultado de la extensión a bases de datos geoespaciales a dispositivos informáticos.

Los Sistemas de Información Geográfica son herramientas informáticas que procesan y analizan datos con algún componente espacial (Chuvieco, 2000; Ordoñez y Martínez Alegría, 2003). El National Centre of Geographic Information and Analysis (NCGIA) expresa que un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión (1990, Disponible en <http://www.ncgia.ucsb.edu/>).

Proyección Geográfica El uso de datos geoespaciales necesita de un Sistema de Coordenadas Geográficas que determina la posición de cualquier punto de la superficie terrestre. Puede utilizar dos coordenadas angulares de un sistema de coordenadas esféricas que está alineado con el eje de rotación de la Tierra, como son latitud y longitud.

Debido a que existen ciertas distorsiones que pueden afectar la forma, área, distancias o ángulos de los elementos representados en la tierra según la escala, es necesario realizar una proyección geográfica a otro sistema de referencia. Esta correspondencia debe ser biunívoca entre los puntos de la superficie terrestre y los correspondientes al plano de proyección.

En Argentina se utiliza el sistema de proyección Gauss–Krüger para la elaboración de cartografía. Se trata de una proyección geodésica, conforme y transversa. Esta proyección permite reducir las deformaciones, dividiendo al país en siete fajas de 3° de Longitud, con denominación de oeste a este, 1 a 7 respectivamente. La ventaja es que la deformación de la cuadrícula de la cartografía en papel queda absorbida por si misma. El norte cuadrícula es coincidente con el eje vertical, considerando también que los mapas deben expresar la declinación magnética. La cuadrícula Gauss–Krüger, constituye una escala gráfica extendida sobre toda la superficie de una carta topográfica o un mapa específico, facilitando la cuantificación de distancias. Además, la cuadrícula permite definir que las coordenadas Gauss-Krüger que se determinen para un punto cualquiera en un plano a escala 1:25.000, no difieran de las que se saquen para el mismo punto de una hoja de la carta a escala 1:50.000 ó 1:100.000 ó 1:500.000.

Modelo Cartográfico La cartografía puede ser generada en formato digital o en papel. El formato digital presenta ventajas en relación a la cartografía en papel, debido a que es simple de actualizar, la transferencia de la información es rápida y accesible, requiere pequeño espacio de almacenamiento, es de fácil mantenimiento con un procesamiento y análisis automático. Para realizar un procesamiento avanzado interrelacionando varios elementos de una base de datos,

con diversos tipos de información, se debe generar un modelo o esquema cartográfico. El mismo consta de tres niveles de mapas según el grado de procesamiento:

1. Primario o de primer orden: Se elabora a partir de una base de datos de observación y medición de la superficie terrestre y del ambiente. Ejemplo: topografía, suelos, red de drenaje, cobertura vegetal.

2. Secundario o de segundo orden: Se obtiene por el procesamiento de la cartografía primaria. Ejemplo: rangos de pendiente, subcuencas, orientación de laderas.

3. Terciario o de tercer orden: Se logra por procesamiento conjunto de uno o más mapas primarios y/o secundarios. Ejemplo: Riesgo de erosión.

Los SIG utilizan diversos tipos de información de base para reflejar la realidad simplificada en función del objetivo del mapa a obtener. Esta información se genera según modelos georreferenciados de información. Los modelos se clasifican en:

1. Vectoriales: Están representados por una serie de segmentos lineales expresados por vectores, localizados por sus coordenadas en un sistema de referencia.

A partir de la información definida, se pueden obtener diferentes tipos de vectores:

Punto: abstracción de un objeto de cero dimensiones representado por un par de coordenadas (X, Y). Ejemplo: ubicación de puntos de muestreo, estación meteorológica, entre otros.

Línea: unión de dos pares de coordenadas por medio de segmentos. Si la línea presenta curvatura, se denomina arco. Si se unen varios segmentos ordenados secuencialmente se corresponde a una polilínea. Ejemplo: curvas de nivel, ríos, etc.

Polígono: entidad utilizada para representar superficies. Un polígono se define por la unión de las polilíneas que forman su contorno, cerrándolo. Los polígonos tienen atributos que describen al elemento geográfico que representan. Ejemplo: vegetación, tipo de suelo, etc.

2. Raster, de cuadrícula, de grilla o de celdas: Representa el contenido de un objeto por su dominio geográfico en una malla regular. En este tipo de base de datos, la unidad básica de información geográfica se denomina celda o píxel. La misma posee coordenadas geográficas (centro del píxel) y un identificador (cualitativo o cuantitativo).

Las fuentes directas de datos en formato raster son principalmente las imágenes satelitales. Entre las fuentes indirectas se encuentran las obtenidas por rasterizado de cartografía en formato vectorial y/o el escaneado y procesamiento con software específico. El procedimiento para obtener un píxel es el siguiente:

1) Se calcula, según la escala de análisis establecida, la cantidad de filas y columnas que debe tener el mapa raster, a partir de los extremos geográficos de las cuatro esquinas del mapa (filas y columnas tomadas como $(n-(n+1))$).

2) Luego se genera la grilla raster con dicho valor de filas y columnas. Dado que la grilla generada es regular (el tamaño del píxel es constante) y se conoce la posición en coordenadas del centro de cada celda, todos los píxeles del mapa están georreferenciados.

3) Se le atribuye un valor numérico a cada celda que constituya un polígono representando una capa temática, como ser suelo, vegetación, otros.

Determinación cuantitativa de la pérdida de suelo superficial por acción hídrica.

El desgaste de la superficie terrestre por la acción de agentes externos como son el agua o el viento, es lo que se conoce como erosión.

La erosión hídrica es el proceso de disgregación y transporte de las partículas de suelo por la acción del agua. Se establece cuando las gotas de lluvia caen sobre un suelo y tienen la suficiente energía para remover sus partículas, las que son liberadas y transportadas por el escurrimiento superficial hacia los cursos de agua. El ciclo completo culmina con el depósito de los materiales transportados por la corriente en áreas de sedimentación, cuando la capacidad de arrastre de las aguas se reduce hasta el punto de no permitir el flujo de las partículas de sedimentos previamente incorporadas al mismo.

La agresión del agua al suelo se puede producir superficialmente (partículas de suelo arrastradas aisladamente), o en profundidad del perfil (partículas de suelo arrastradas masivamente). Los factores físicos que determinan la erosión hídrica son:

Factores climáticos: La lluvia, con sus variaciones locales en cuanto a cantidad, intensidad y distribución, y la temperatura con su acción directa sobre las formas de vida. Altas temperaturas descomponen rápidamente la materia orgánica, haciendo que el suelo pierda la capacidad de absorción de agua, repercutiendo finalmente en un mayor escurrimiento con fuerza degradativa.

Factor de cobertura vegetal: La parte aérea de la cubierta vegetal y su arquitectura foliar y caulinar interceptan la lluvia, amortiguando su fuerza de impacto de las gotas sobre el suelo,

contribuyendo a disminuir su energía cinética inicial. La hojarasca caída y las raíces de las plantas protegen el suelo y mejoran su estructura, la infiltración y la capacidad de retención de agua, además de retardar el escurrimiento.

La vegetación también influye en los efectos del sol y el viento sobre la superficie del suelo. En cuanto a las masas forestales, existen distintos antecedentes en relación a su influencia sobre los recursos hídricos. Se ha evaluado positivamente el impacto de las plantaciones forestales en regiones montañosas, sobre la reducción de la erosión de los suelos y en la consolidación de cauces.

Factores edáficos: En el suelo, la textura, la agregación del suelo, la distribución de las partículas, la permeabilidad del perfil, la humedad inicial del suelo y la pedregosidad superficial son los principales factores determinantes de la erosión de los mismos. Los suelos con estructuras bien desarrolladas, estables y migajosas resisten por más tiempo la separación de partículas, absorbiendo las lluvias más rápidamente, reduciendo la magnitud del escurrimiento destructivo.

Factores topográficos: El grado de inclinación del terreno incide debido a que las pérdidas de suelo son mucho mayores en los terrenos de pendiente abrupta e irregular.

En relación a la longitud de la pendiente toma notable importancia, en lo referido a los efectos de la pérdida de suelo en una ladera. La orientación de las laderas se relaciona con las condiciones climáticas para el desarrollo de la cobertura vegetal. Las laderas con orientación al sur, en el hemisferio sur, están expuestas a menor radiación solar, como consecuencia de ello el suelo posee un mayor contenido de humedad, por la falta de evaporación edáfica, generando un

suelo más saturado con una tendencia a provocar más escurrimiento que una ladera con exposición norte. (Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas.

Universidad nacional de la plata. 2013)

2.3. Marco Contextual

El Proyecto de Investigación será desarrollado en el municipio de Aguachica el cual se encuentra al sur del departamento del Cesar, según su plan de desarrollo vigente, la ciudad es la segunda en orden de importancia para el departamento su ubicación geoespacial es a los $8^{\circ} 18' 45'' - 73^{\circ} 37' 37''$., específicamente entre el valle del cesar y la cordillera oriental a una distancia aproximada de 301 km de distancia de la capital del departamento del Cesar.

El municipio de Aguachica presenta topografía de montaña hacia el norte con elevaciones que oscilan de los 200 a los 2150mtrs al sur se encuentra una zona de planicie o llanura la cual es irrigada por Lebrija y Magdalena y numerosos humedales y ciénagas.

En cuanto a clima se presenta unas condiciones correspondientes clima templado con una temperatura promedio de 28°C y su precipitación promedio mensual es de 1835mm con dos periodos de lluvia al año. La quebrada Buturama es la corriente principal del municipio según el PBOT del municipio esta corriente cuenta con una ronda protectora pobremente cubierta por rastrojos, esta es la fuente de abastecimiento de gran parte de la zona alta y del actual casco urbano

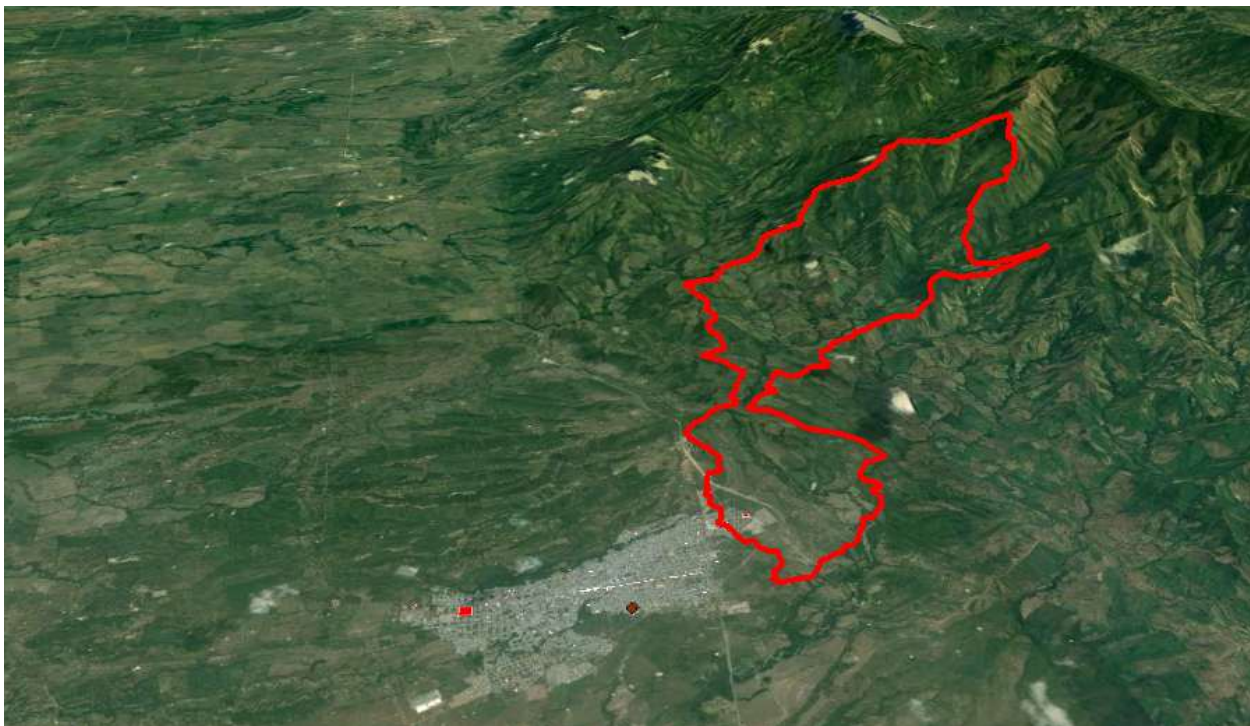


Figura No 2. Límite de la microcuenca de la quebrada Buturama parte alta y media, Espacialización realizada basada a la delimitación presentada en el plan de desarrollo municipal vigente del municipio de Aguachica, elaboración autores del proyecto, fuente, Google Earth Pro

Las características biofísicas que presenta el municipio de Aguachica según el PBOT vigente son las siguientes:

Topografía. Gracias a su posición fisiográfica el municipio de Aguachica presenta dos rasgos característicos: la zona de planicie o llanura inundable del río Magdalena, esta variedad fisiográfica oscila entre los 50 y los 200 msnm y la zona montañosa representada por las estribaciones noroccidentales de la Cordillera Oriental con elevaciones entre los 200 – 2150 msnm.

Para la zona del municipio sobre los 1 000 msnm, que está enclavada en la vertiente noroccidental de la cordillera oriental, es influenciada fisiográficamente por todo el ramal de la misma cordillera, determinando un mecanismo orográfico de control de lluvias que bloquea el paso de vientos cargados de humedad y determinando que la precipitación se realice sobre las estribaciones oscilando entre los 800 y 1 500 mm/año. Esta región es muy importante porque allí nace la mayoría de los cursos de agua, posee una topografía quebrada llegando en la mayoría de los casos a ser escarpada con pendientes casi rectilíneas. La zona del municipio entre los 200 y 1 000 msnm, es de transición entre la zona alta y la baja; allí se presentan precipitaciones entre los 1 500 y 2000 mm/año.

Y para la zona del municipio por debajo de los 200 msnm, que comprende las llanuras inundables de la depresión del río Magdalena y presenta precipitaciones mayores a 2 500 mm/año (HIMAT, 1987; En: Cesar Características Geográficas, 1993).

Para el factor de la temperatura La zona baja se caracteriza por no presentar ningún obstáculo orográfico importante, y por lo tanto la distribución de la temperatura promedio es aproximadamente uniforme, con variaciones mensuales entre 28,2°C y 30,1°C, en general, las temperaturas máximas alcanzan valores entre los 35,8°C y 41,0°C y valores mínimos de 19,1°C (Delgado Moreno, 2000).

Precipitación: Las precipitaciones presentadas sobre la región plana son de origen conectivo, es decir las masas de aire caliente ubicadas a bajas altitudes son enfriadas al ascender, provocando así la condensación y posteriormente la precipitación. Las precipitaciones de la zona

media y alta son de tipo orográfico debido al desplazamiento de la zona de confluencia intertropical trayendo masas de nubes cargadas de vapor de agua que chocan con las barreras geográficas que se encuentran en la parte media de la cordillera oriental. El comportamiento de la precipitación disminuye con la altitud, presentándose un promedio anual que oscila entre los 1 250 y 1 400 mm/año.

La microcuenca de la quebrada Buturama hace parte de la parte baja de la cuenca hidrográfica del río Magdalena según la clasificación entregada en el PBOT municipal. Para el año 2000 la corriente de la quebrada Buturama presentaba el siguiente caudal superficial

MICROCUECA	NACIMIENTO (msnm)	DESEMBOCADURA (msnm)	FORMA	PENDIENTE MEDIA (m/Km)	LONGITUD DE LA CORRIENTE PRINCIPAL (Km)	DENSIDAD DEL DRENAJE (m/Km ²)	CAUDAL MÍNIMO	CAUDAL MEDIO	CAUDAL MÁXIMO	ÁREA (Ha)
Besote	1 500	40	Irreg.	52,1	28	106,9	0,10	0,7	1,20	2 134,6
Caimán	1 200	40	Irreg.	52,7	22	157,1	0,76	3,8	5,40	3 584,0
Noreán	2 000	40	Irreg.	44,5	44	220,0	0,46	0,6	0,84	4 214,0
Buturama	2 000	40	Irreg.	44,5	44	110,0	0,18	0,9	1,30	6 533,6
Guaduas	2 000	40	Irreg.	51,6	38	60,4	2,64	13,2	18,48	12 794,0
Tisquirama	300	40	Irreg.	9,3	28	84,8	1,32	6,6	9,24	8 695,0

Figura No 3. Tabla Información básica de las principales corrientes hídricas del municipio de Aguachica Cesar. Fuente. Fuente: Equipo CER a partir de Calderón Ayala, 2000.

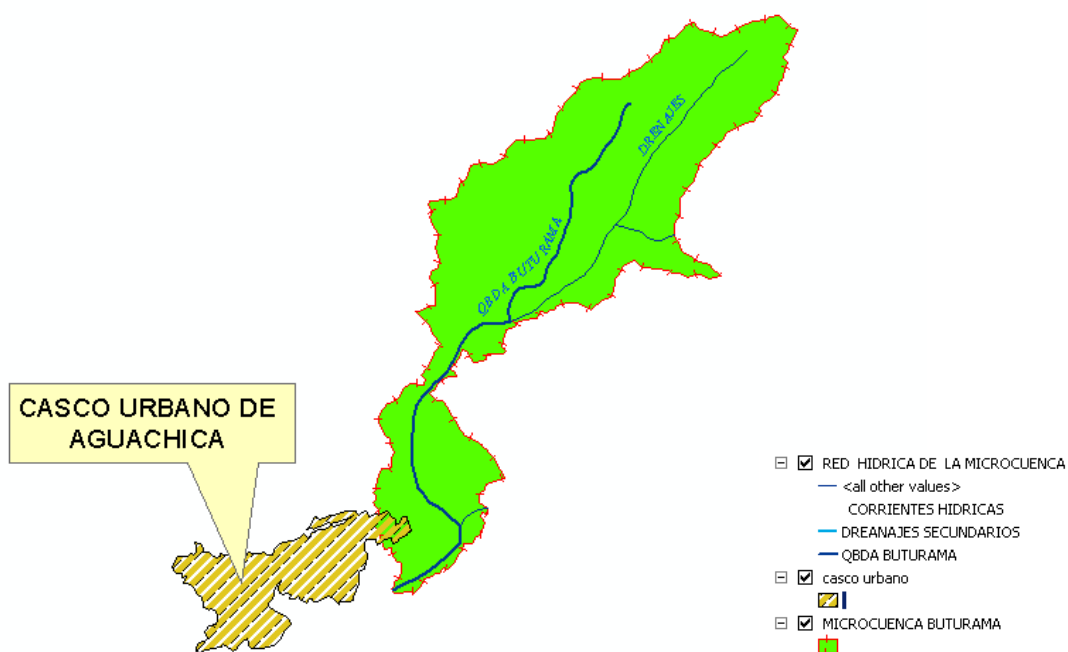


Figura No 4. Infografía de la Delimitación de la microcuenca quebrada Buturama parte alta y media, su red hidrica superficial, y su influencia sobre el casco urbano actual del municipio de Aguachica. Fuente Autores del Proyecto.

2.4. Marco Conceptual

Los autores del proyecto han establecidos los siguientes conceptos para enmarcar en estos el desarrollo del proyecto de investigación

Agua. El agua es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, aunque la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en su forma gaseosa denominada vapor. El

agua cubre el 71 % de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos, donde se concentra el 96,5 % del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74 %, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales son el 1,72 % y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. El agua es un elemento común constituyente y que pertenece al sistema solar, hecho confirmado en descubrimientos recientes. Puede encontrarse, principalmente, en forma de hielo; de hecho, es el material base de los cometas y el vapor que compone sus colas. (FAO, 2011).

Área Protegida: Área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación. (Ley 165 de 1994). (Aburrá, 2011)

Áreas de interés para acueductos municipales. Son aquellas áreas del artículo 111 de la Ley 99 de 1993, declaradas como de interés público por su importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua los acueductos municipales. (ESTRATÉGICO, Armenia, 2010)

Áreas De “Interés Público”: la Ley 99/93 declara de utilidad pública e interés social, la adquisición por negociación directa o por expropiación de bienes de propiedad privada (o la imposición de servidumbres), que sean necesarias para la ejecución de obras públicas destinadas a la protección y manejo del medio ambiente y los recursos naturales renovables. (CDMB, 2014)

Área O Ecosistema De Importancia Ambiental: es aquella (área de especial significancia estratégica) que presta servicios y funciones ambientales. (CDMB, 2014)

Biodiversidad: La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este reciente concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de

especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes. (Publica, 2016)

Bosque. Según la FAO, 2012 Tierra que se extiende por más de 0,5 hectáreas dotada de árboles de una altura superior a 5 metros una cubierta de dosel superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano.

Los bosques entonces se caracterizan tanto por la presencia de árboles como por la ausencia de otros usos predomina Incluye las áreas cubiertas de árboles jóvenes que aún no han alcanzado, pero pueden alcanzar, una cubierta de dosel de 10 por ciento y una altura de 5 metros. Incluye también las áreas temporáneamente desprovistas de árboles debido a talas realizadas como parte de prácticas de ordenación forestal o por causas naturales, las cuales se espera se regeneren dentro de 5 años. Condiciones locales pueden, en casos excepcionales.

Bosque Primario. Este Bosque es aquel que es regenerado de manera natural, compuesto de especies nativas y en el que no existen indicios evidentes de actividades humanas y donde los procesos ecológicos no han sido alterados de manera significativa. (FAO 2011),

Algunas características clave de los bosques primarios son:

Muestran dinámicas forestales naturales, tales como una composición natural de especies arbóreas, la presencia de madera muerta, una estructura natural por edades y procesos naturales de regeneración; - el área es suficientemente grande para preservar sus características naturales.

No presentan intervenciones significativas del hombre, o bien la última intervención significativa del hombre tuvo lugar mucho tiempo atrás habiendo permitido el restablecimiento de la composición natural de las especies arbóreas y de los procesos naturales.

Bosque Plantado De Especies Introducidas. Para la FAO bosque plantado, es en el que los árboles plantados/sembrados son predominantemente de especies introducidas. En este contexto, con el término “predominantemente” se supone que los árboles plantados/sembrados constituyan más del 50% de las existencias en formación al alcanzar madurez.

Ciclo Hidrológico. Como ciclo hidrológico se puede entender en el permanente movimiento o transferencia de las masas de agua, tanto de un punto del planeta a otro, como entre sus diferentes estados (líquido, gaseoso y sólido). Está animado por dos causas: La energía solar y la gravedad. La naturaleza ha creado una especie de máquina insuperable, regulando y gestionando las necesidades de cada uno de los seres vivos (SOCIEDAD GEOGRAFICA DE LIMA. 2011).

Conocimiento: Son los saberes, innovaciones y prácticas científicas, técnicas, tradicionales o cualquier otra de sus formas, relacionados con la conservación de la biodiversidad. (Presidente de la Republica de Colombia Y El Ministro de Ambiente, 2010)

Conservación: Es la conservación in situ de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en su entorno natural y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas. La conservación in situ hace referencia a la preservación, restauración, uso sostenible y conocimiento de la biodiversidad (Aburrá, 2011)

Cuenca Hidrografica. Existe una gran variedad de conceptualizaciones en cuanto al termino cuenca hidrografica, para efectos de desarrollo de este proyectos tomaremos solamente los siguientes:

Para la FAO la cuenca hidrografica es la unidad hidrológica que ha sido descrita y utilizada como unidad físico – biológica y como unidad socio – económica, para la planificación y ordenación de los recursos naturales.

En términos hidrológicos un a cuenca es un territorio conformado por un rio y sus tributarios o afluentes y por un área colectora de las aguas, en una cuenca existen los recursos básicos suelo- agua- vegetación para el desarrollo socio económico del ser humano.(Manual para el Manejo sustentable de Cuencas Hidrográficas; universidad Nacional de Loja; 2007 pág. 12)

Otro concepto claro sobre cuenca hidrografica es el consignado en el documento de la Universidad Mayor De San Simón denominado “Material De Apoyo Didáctico Para La Enseñanza de la Asignatura De Hidrología CIV 233 “. La cuenca hidrografica es un espacio físico donde sus aportes hídricos naturales son alimentados exclusivamente por las precipitaciones y sus excedentes en agua o en materias solidas transportadas por el agua forman, en un punto espacial único una desembocadura.

Desarrollo Sostenible: Desarrollo que satisface las necesidades de la presente generación, promueve el crecimiento económico, la equidad social, la modificación constructiva de los ecosistemas y el mantenimiento de la base de los recursos naturales, sin deteriorar el medio ambiente y sin afectar el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para satisfacer sus propias necesidades. (Art. 3, Ley 99 de 1993). (Aburrá, 2011)

Diversidad Biológica, Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. (Ley 165 de 1994. art. 2°). (Aburrá, 2011)

Ecosistema Estratégico: garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país. Estos ecosistemas se caracterizan por mantener equilibrios y procesos ecológicos básicos tales como la regulación de climas, del agua, realizar la función de depuradores del aire, agua y suelos; la conservación de la biodiversidad. (Colombia M. d., 2010)

Especie: Nivel de la biodiversidad que hace referencia al conjunto de poblaciones cuyos individuos se entrecruzan actual o potencialmente dando origen a descendencia fértil y que están reproductivamente aislados de otros grupos. (Ministerio de Ambiente, Decreto No. 2372 de 2010)

Evaluación De Impacto Ambiental: La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso técnico-administrativo utilizado para evaluar los impactos ambientales de proyectos, obras o actividades (POA) e informar a la comunidad de manera previa, de modo que ésta pueda intervenir en la toma de decisiones. Puede considerarse como una herramienta de prevención y control en el contexto del Sistema Nacional Ambiental de Colombia. (Javier Toro Calderón)

Impacto Ambiental: Cualquier alteración sobre el medio ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico), que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad. (MINISTERIO DE AMBIENTE)

Manejo Integral De Los Recursos Naturales: la actividad ordenada y planificada que lleva a cabo el hombre en un área y/o ecosistema de especial importancia ambiental, para el

aprovechamiento óptimo y sostenido de sus recursos naturales renovables, de tal forma que se refleje en el bienestar social y económico de la comunidad asentada en el área y de la población en general de influencia del ecosistema. (CDMB, 2014)

Microcuenca. Puede ser entendido por cuenca hidrográfica el área geográfica de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.

Paisaje: Nivel de la biodiversidad que expresa la interacción de los factores formadores (biofísicos y antropogénicos) de un territorio. (Aburrá, 2011)

Plan De Manejo Ambiental: Es el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad (Sostenible, 2014)

Preservación: Mantener la composición, estructura y función de la biodiversidad, conforme su dinámica natural y evitando al máximo la intervención humana y sus efectos. (Aburrá, 2011)

Población: Nivel de la biodiversidad que hace referencia a un grupo de individuos de una especie que se entrecruzan y producen población fértil. (Ministerio de Ambiente, Decreto No. 2372 de 2010)

Recursos Hídricos: Los recursos hídricos son los cuerpos de agua que existen en el planeta, desde los océanos hasta los ríos pasando por los lagos, los arroyos y las lagunas. Estos

recursos deben preservarse y utilizarse de forma racional ya que son indispensables para la existencia de la vida. (Aburrá, 2011)

Recursos Naturales Renovables: son aquellos cuya cantidad puede mantenerse o aumentar en el tiempo. Ejemplos de recursos naturales renovables son las plantas, los animales, el agua y el suelo. (MINAMBIENTE)

Restauración: Grupo de acciones para restablecer, de manera parcial o total la composición, estructura y función de un ecosistema que haya sido alterado o degradado. (Aburrá, 2011)

Restauración Ecológica: es una disciplina cuyo objetivo es el restablecimiento artificial, total o parcial de la estructura y función de los ecosistemas deteriorados por causas naturales o antrópicas. Se basa en los principios de la sucesión natural, facilitada por la modificación de ciertas condiciones ambientales, como la plantación de árboles, la remoción de especies exóticas, la utilización de quemas controladas, el control de la erosión, la fertilización y mejoramiento de la estructura y profundidad del suelo, etc.; para recuperar la productividad de las zonas degradadas y asegurar la diversidad biológica. (CDMB, 2014)

Reforestación. Este es un proceso de restablecimiento de bosque naturales mediante plantación y/o siembra planificada en suelo cuya cobertura es clasificada como bosque no implica ningún cambio en el uso de la tierra, se debe incluir la plantación o siembra de áreas de bosque temporalmente sin cubierta de árboles, así como también la plantación o siembra en áreas de bosque con cubierta de árboles.

Servicios Ecosistémicos: Beneficios que obtienen los seres humanos de los ecosistemas. Incluyen servicios de: Aprovechamiento, como alimentos y agua; servicios de regulación, como la regulación de las inundaciones, sequías, degradación del terreno y enfermedades; Servicios de

sustento como la formación del sustrato y el reciclaje de los nutrientes; y servicios culturales, ya sean recreacionales, espirituales, religiosos u otros beneficios no materiales (COLOMBIA)

Sucesión vegetal. Proceso dinámico mediante el cual la vegetación se modifica paulatinamente en el tiempo hacia la etapa clímax. (Aburrá, 2011)

Suelo. Según la definición de (SUELOS DE COLOMBIA) Es un cuerpo natural conformado por una conexión muy compleja de elementos y procesos, los cuales son resultado de su localización y del contacto de la atmosfera con la superficie de la corteza terrestre; la atmosfera del planeta ha evolucionado, por esta razón ya no predominan en ella elementos como el Hidrogeno y el Helio, su lugar es ocupado por el Nitrógeno, el Oxígeno, el gas carbónico, y el vapor de agua.

El factor clima del planeta tierra constituye un medio de alteración constantemente actuante sobre la superficie, la cual ha evolucionado tanto en su aspecto geoquímico como físico. En ella encontramos silicatos, grupo amplio de minerales que son producidos por las reacciones del silicio el oxígeno y el aluminio en cantidades las cuales fluctúa alrededor del 80% de las múltiples interacciones que se desarrollan en la superficie de la corteza terrestre surgen organismos los cuales actúan generando con el tiempo lo que nosotros denominamos suelo.

Uso Sostenible: Alternativa para utilizar los componentes de la biodiversidad de un modo y a un ritmo que no ocasione su disminución o degradación a largo plazo. Busca intervenir en las causas directas de alteración de los atributos básicos de la biodiversidad, principal garantía de los servicios ecosistémicos. Como estrategia para incidir en el cambio del uso del suelo, en la introducción o extinción de especies, en la contaminación mediante agentes externos y en el cambio climático, busca que las necesidades de las generaciones presente y futura, que dependen de los servicios ambientales, se pueda garantizar. (Aburrá, 2011)

2.5. Marco Legal

Constitucion Politica de Colombia-1991

Artículo 8: Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.

Artículo 79: Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Artículo 80: El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

Artículo 95: La calidad de colombiano enaltece a todos los miembros de la comunidad nacional. Todos están en el deber de engrandecerla y dignificarla. El ejercicio de los derechos y libertades reconocidos en esta Constitución implica responsabilidades. El ejercicio de las libertades y derechos reconocidos en esta Constitución implica responsabilidades.

Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones

De acuerdo a lo anterior, el gobierno nacional a través de la implementación de varias normas como en la constitución política de Colombia de 1991, la ley 99 de 1993 en su artículo 111 su Modificatorio el art. 106 de la Ley 1151 de 2007, Modificado a su vez por el art. 210 de la Ley 1450 de 2011 y Reglamentado por el Decreto Nacional 953 de 2013 establece parámetros para que los departamentos y municipios adquieran y mantengan a través de no menos del 1 % de sus ingresos corrientes áreas estratégicas para la conservación del recurso hídrico y que son abastecedores de los acueductos municipales y veredales.

Ley 115 de 1994, Por la cual se expide la Ley General de Educación

Artículo 14°.- Enseñanza obligatoria. Modificado por la Ley 1029 de 2006. En todos los establecimientos oficiales o privados que ofrezcan educación formal es obligatorio en los niveles de la educación preescolar, básica y media, cumplir con:

c) La enseñanza de la protección del ambiente, la ecología y la preservación de los recursos naturales, de conformidad con lo establecido en el artículo 67 de la Constitución Política;

Decreto 2278 de 1953, por el cual se establecen Constituyen las "Zonas Forestales Protectoras" en los terrenos situados en las cabeceras de las cuencas de los ríos, arroyos y quebradas, sean o no permanentes; las márgenes y laderas con pendiente superior al cuarenta por ciento (40%); la zona de cincuenta (50) metros de ancho a cada lado de los manantiales, corrientes y cualesquiera depósitos naturales de aguas, con el fin de defender cuencas de abastecimiento de aguas, embalses, acequias, evitar desprendimientos de tierras y rocas, sujetar

terrenos, defender vías de comunicación, regularizar cursos de aguas, o contribuir a la salubridad.

Decreto 2811 de 1974, Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Artículo 1º.- *El ambiente es patrimonio común.* El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social.

La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social. (C.N. artículo 30).

Artículo 2º.- Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:

1.- Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional; **Ver** Decreto Nacional 1541 de 1978

2.- Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos; **Ver** Decreto Nacional 1541 de 1978

3.- Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la Administración Pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y del ambiente. **Ver** Decreto Nacional 1541 de 1978

Título I: incentivos y estímulos económicos

Artículo 13°.- Con el objeto de fomentar la conservación, mejoramiento y restauración del ambiente y de los recursos naturales renovables, el Gobierno establecerá incentivos económicos.

Título VI: de la declaración de efecto ambiental

Artículo 27°.- Derogado por el art. 118, Ley 99 de 1993. "Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que proyecte realizar o realice cualquier obra o actividad susceptible de producir deterioro ambiental, está obligada a declarar el peligro presumible que sea consecuencia de la obra o actividad".

Título VII: de la zonificación

Artículo 30°.- Para la adecuada protección del ambiente y de los recursos naturales, el Gobierno Nacional establecerá políticas y normas sobre zonificación.

Los departamentos y municipios tendrán sus propias normas de zonificación, sujetas a las de orden Nacional, a que se refiere el inciso anterior.

Decreto 1449 de 1977

Artículo 3°.- En relación con la protección y conservación de los bosques, los propietarios de predios están obligados a:

1. Mantener en cobertura boscosa dentro del predio las áreas forestales protectoras.

Se entiende por áreas forestales protectoras:

- a) Los nacimientos de fuentes de aguas en una extensión por lo menos de 100 metros a la redonda, medidos a partir de su periferia.
- b) Una faja no inferior a 30 metros de ancha, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no, y alrededor de los lagos o depósitos de agua;

c) Los terrenos con pendientes superiores al 100% (45).

2. Proteger los ejemplares de especies de la flora silvestre vedadas que existan dentro del predio.

3. Cumplir las disposiciones relacionadas con la prevención de incendios, de plagas forestales y con el control de quemas.

Artículo 4º.- Los propietarios de predios de más de 50 hectáreas deberán mantener en cobertura forestal por lo menos un 10% de su extensión, porcentaje que podrá variar el Inderena cuando lo considere conveniente.

Para establecer el cumplimiento de esta obligación se tendrá en cuenta la cobertura forestal de las áreas protectoras a que se refiere el numeral 1 del artículo 3 de este Decreto y de aquellas otras en donde se encuentran establecidas cercas vivas, barreras cortafuegos o protectoras de taludes, de vías de comunicación o de canales que estén dentro de su propiedad

Ley 79 de 1986 por la cual se prevé a la conservación de agua y se dictan otras disposiciones

Artículo 1º.- Decláranse áreas de reserva forestal protectora, para la conservación y preservación del agua, las siguientes:

- a. Todos los bosques y la vegetación natural que se encuentren en los nacimientos de agua permanente o no, en una extensión no inferior a doscientos (200) metros a la redonda, medidos a partir de la periferia.
- b. Todos los bosques y la vegetación natural existentes en una franja no inferior a cien (100) metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sea permanentes o no alrededor de los lagos,

lagunas, ciénagas o depósitos de agua que abastezcan represas para servicios hidroeléctricos o de riego, acueducto rurales y urbanos, o estén destinados al consumo humano, agrícola, ganadero, o la acuicultura o para usos de interés social.

- c. Todos los bosques y la vegetación natural, existentes en el territorio nacional, que se encuentren sobre la cota de los tres mil (3.000) metros sobre el nivel del mar

Decreto 1200 de 2004, determina los Instrumentos de Planificación Ambiental, estableciéndose que la planificación ambiental regional es un proceso dinámico de planificación del desarrollo sostenible que permite a una región orientar de manera coordinada el manejo, administración y aprovechamiento de sus recursos naturales renovables, para contribuir desde lo ambiental a la consolidación de alternativas de desarrollo sostenible en el corto, mediano y largo plazo.

Decreto 3600 de 2007, Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones.

Artículo 4°. Categorías de protección en suelo rural. Las categorías del suelo rural que se determinan en este artículo constituyen suelo de protección en los términos del artículo 35 de la Ley 388 de 1997 y son normas urbanísticas de carácter estructural de conformidad con lo establecido 15 de la misma ley:

1. Áreas de conservación y protección ambiental. Incluye las áreas que deben ser objeto de especial protección ambiental de acuerdo con la legislación vigente y las que hacen parte de la

estructura ecológica principal, para lo cual en el componente rural del plan de ordenamiento se deben señalar las medidas para garantizar su conservación y protección. Dentro de esta categoría, se incluyen las establecidas por la legislación vigente, tales como:

- 1.1. Las áreas del sistema nacional de áreas protegidas.
- 1.2. Las áreas de reserva forestal.
- 1.3. Las áreas de manejo especial.
- 1.4. Las áreas de especial importancia ecosistémica, tales como páramos y superamos, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, rondas hidráulicas de los cuerpos de agua, humedales, pantanos, lagos, lagunas, ciénagas, manglares y reservas de flora y fauna.

Decreto 3930 de 2010, Establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillado

Decreto 0953 de 2013, "Por el cual se reglamenta el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011".

Artículo 1. Objeto. El presente decreto tiene por objeto reglamentar el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011, con el fin de promover la conservación y recuperación de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua a los acueductos municipales, distritales y regionales, mediante la adquisición y mantenimiento de dichas áreas y la financiación de los de esquemas de pago por servicios ambientales.

Artículo 2. *Ámbito de aplicación.* El presente decreto se aplica a las entidades territoriales, a los distritos de riego que no requieren licencia ambiental y a las autoridades ambientales.

Artículo 4. *Identificación, delimitación y priorización de las áreas de importancia estratégica.* Para efectos de la adquisición de predios o la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales por parte de las entidades territoriales, las autoridades ambientales deberán previamente identificar, delimitar y priorizar las áreas de importancia estratégica, con base en la información contenida en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, planes de manejo ambiental de microcuencas, planes de manejo ambiental de acuíferos o en otros instrumentos de planificación ambiental relacionados con el recurso hídrico.

Artículo 5. *Selección de predios.* Las entidades territoriales con el apoyo técnico de la autoridad ambiental de su jurisdicción, deberán seleccionar al interior de las áreas de importancia estratégica identificadas, delimitadas y priorizadas por la autoridad ambiental competente, los predios a adquirir, a mantener o a favorecer con el pago por servicios ambientales.

Artículo 7. *Mantenimiento de las áreas de importancia estratégica.* Se refiere a aquellas actividades directamente desarrolladas en los predios adquiridos por las entidades territoriales para la conservación y recuperación de los ecosistemas presentes en los mismos.

Resolución 2115 de 2007, Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Decreto 1541 de 1978. Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974. "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. Artículo 2°.- La preservación y manejo de las aguas son de utilidad pública e interés social, el tenor de lo dispuesto por el artículo 1 del Decreto-Ley 2811 de 1974.

Artículo 3°.- Al tenor de lo dispuesto por los artículos 37 y 38 del Decreto-Ley 133 de 1976, al Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, Inderena, corresponde asesorar al Gobierno en la formulación de la política ambiental y colaborar en la coordinación de su ejecución cuando ésta corresponda a otras entidades.

La administración y manejo del recurso hídrico corresponde al Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, Inderena, salvo cuando esta función haya sido adscrita por la ley y otras entidades, en cuyo caso estas entidades deberán cumplir y hacer cumplir las disposiciones de este Decreto, en conformidad con la política nacional y las normas de coordinación que establezca el Instituto Nacional de los Recursos Naturales y del Ambiente, Inderena.

El Decreto 2857 de 1981. Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-Ley 2811 de 1974 sobre Cuencas Hidrográficas y se dictan otras disposiciones. Artículo 3. Condiciones del aprovechamiento. El aprovechamiento de los recursos naturales y demás elementos ambientales se realizarán con sujeción a los principios generales establecidos por el Decreto-ley 2811 de 1974 y, de manera especial, a los criterios y previsiones del artículo 9 del mismo estatuto. Toda actividad que por sus características pueda producir un deterioro grave a los recursos naturales renovables de la cuenca, disponga o no ésta de un plan de ordenación, deberá autorizarse por la Entidad Administradora de los Recursos Naturales Renovables, previa elaboración y presentación del respectivo estudio de efecto ambiental.

Decreto 1640 de 2012. Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.

Artículo 54. Del objeto y la responsabilidad. Planificación y administración de los recursos naturales renovables de la microcuenca, mediante la ejecución de proyectos y actividades de preservación, restauración y uso sostenible de la microcuenca. La Autoridad Ambiental competente formulará el plan.

Decreto 0953 de 2013. Por el cual se reglamenta el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011.

Artículo 4°. Identificación, delimitación y priorización de las áreas de importancia estratégica. Para efectos de la adquisición de predios o la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales por parte de las entidades territoriales, las autoridades ambientales deberán previamente identificar, delimitar y priorizar las áreas de importancia estratégica, con base en la información contenida en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, planes de manejo ambiental de microcuencas, planes de manejo ambiental de acuíferos o en otros instrumentos de planificación ambiental relacionados con el recurso hídrico. En ausencia de los instrumentos de planificación de que trata el presente artículo o cuando en estos no se hayan identificado, delimitado y priorizado las áreas de importancia estratégica, la entidad territorial deberá solicitar a la autoridad ambiental competente que identifique, delimite y priorice dichas áreas.

Capítulo 3. Diseño Metodológico.

3.1. Tipo De Investigación

El tipo de investigación es determinada de acuerdo a la naturaleza del problema planteado existiendo un componente que es el diagnóstico ambiental en el cual es necesario iniciar con una **investigación Descriptiva**, que describe de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés, busca especificar las propiedades importantes de comunidades que sean sometidos a análisis. (Lucio, 2003)

Posteriormente una **investigación Evaluativa**, debe proporcionar información para la planificación de los programas, su realización y su desarrollo. Asume también las particulares características de la investigación, que permite que las predicciones se conviertan en un resultado de la investigación. Establece criterios claros y específicos que garanticen el éxito del proceso, reúne sistemáticamente información, pruebas y testimonios de una muestra representativa de las audiencias que conforman el programa u objeto para evaluar, traduce dicha información a expresiones valorativas y las compara con los criterios inicialmente establecidos y finalmente saca conclusiones (Correa y otros, 2002).

En este sentido los métodos de investigación descriptiva-evaluativa, conllevan a una reflexión acerca de las partes que condiciona la realidad del problema planteado, orientan a caracterizar, analizar, interpretar y evaluar el estado actual de la microcuenca Quebrada Buturama, buscando especificar los datos de forma sistemática, con el fin de comprender los

elementos, factores y procesos determinantes para la importancia del cuidado y manejo de los ecosistemas.

Con esta metodología se busca especificar las propiedades importantes del área estratégica de la Microcuenca, con el fin de determinar cómo es o cómo son las condiciones ambientales de estas zonas. Se sustenta en la exploración y descripción del área de influencia, la percepción que se tiene respecto a las áreas protegidas, la inducción e interpretación de la información obtenida, ya que permite aprovechar la posibilidad de elaborar recomendaciones para mejorar el estado de esta importante área estratégica de conservación para el municipio.

3.2. Técnicas e Instrumentos de Recolección de la Información

Dentro de los varios métodos que se pueden usar para el procesamiento de las imágenes satelitales, se optó por usar el de reclasificación asistida de las imágenes con las que se cuentan en google earth pro en las cuales se determinaran las firmas espectrales por medio del uso del software SIG ARCGIS usando la licencia de la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña las firmas espectrales serán reclasificadas de acuerdo a la leyenda CORIN LAND COVER . Adaptada para Colombia, escala 1:100.000.o 1:80.000 de los shapfiles otorgados por CORPOCESAR y la UMATA serán llevados a cabo por el programa argis en un plano cartográfico en escalas visibles de 1:15.000 o 1:20.000 para hacer una mejor recopilación de datos sobre la que se va a trabajar.

Nota; la ilustración de las imágenes o firmas espectrales van hacer obtenida por medio de geo pórtales o plataformas de libre acceso USGS (united states geogical survey) mediante la cual se realizaran superposiciones .

Para efectos del cálculo de la oferta hidrica actual de la microcuenca se usaran alguno de los tres métodos establecidos en la resolución 865 del 2004 del IDEAM, se obtendrán del método para el cálculo de la oferta hidrica dependerá entonces del área calculada de la microcuenca y de su instrumentación se seleccionó **LLUVIA-ESCORRENTIA** la cual es una delos factores del suelo que no va ayudar en la evolución del proyecto en los cambios de los usos del suelo

3.3. Procesamiento y Análisis de la Información.

Autores como CHONCHEDDA et al. (2008), MALLINIS et al. (2008), SHATTRI et al. (2008), LALIBERTE et al (2007) y WALTER (2004), describen metodologías para la clasificación orientada a objetos, realizando diferentes procesos y selecciones de variables y valores, similares a los de la presente investigación.

La clasificación supervisada se fundamenta en el previo conocimiento de las clases y de estadísticos que se relacionan a cada clase espectral de la imagen. (ROJAS & ORTIZ, 2009). Para LANG, et al. (2008) consta de dos (2) fases: entrenamiento y asignación.

En la fase 1, el investigador, realiza un reconocimiento general de las áreas a estudiar, determinando patrones de formas y colores relacionadas a una clase, entrenando el conjunto de

píxeles a cada clase encontrada, desarrolla una descripción numérica de las características espectrales de las bandas que discriminan los grupos de píxeles que pertenecen a una misma clase mediante la generación de sus firmas espectrales (ARANGO et al., 2005).

En la fase 2, se asigna una lista de clases o nombres a cada patrón observado, generando mediante algoritmos una clasificación general de la imagen.

De acuerdo con (LANG et al., 2008; ARANGO et al., 2005, SHIBA et al., 2005) la precisión de la clasificación supervisada, tiene algún nivel de subjetividad que está dada por el entrenamiento de los datos, por tanto afecta el resultado final de la clasificación, el cual es responsable el investigador. Se tomaran por parte de los autores un total de 3 imágenes las cuales se relacionan en la tabla No 1

Tabla No. 1

Relación de las imágenes Landsat usadas para el desarrollo del proyecto

Tipo de Imagen	Año de la escena	No de bandas
Landsat	2005	4
Landsat	2010	4
Landsat	2015	4

Fuente. Autores

La primera imagen satelital usada en este análisis es Landsat 7 del año 2005 la cual se descarga del EART EXPLORET y viene con un sistema de referencia geográfico (WGS84)

La segunda imagen también procedente del proyecto de observación Landsat con fecha de imagen del año 2010 también se re proyectará al sistema Magna Sirgas Colombia Bogotá,

La tercera y última imagen es del año 2015, cuyo sistema de referencia también es WGS84, y al igual que las dos primeras imágenes se re proyectará a el SRC Magna sirgas Colombia Bogotá esta imagen también presenta 4 bandas espectrales,

Según definición del IGAC, el uso actual del suelo indica “la ocupación de la tierra, expresada en forma de cobertura, bien sea por las diferentes actividades humanas para la satisfacción de las necesidades materiales o espirituales permanentes, o bien por la vegetación natural”. El aprovechamiento de los suelos por parte de la acción del hombre, junto con los factores físicos y socioculturales condicionan los usos actuales del municipio, y determinan el uso actual de las

Para complementar el trabajo de campo realizara por los autores, se realizó una combinación de bandas de una imagen ALOS del año 2010 combinando las bandas de la siguiente forma

Color Rojo..... Banda 4

Color Verde.....Banda 5

Color Azul.....Banda 3

Capítulo 4. Administración Del Proyecto.

4.1 Recursos Humanos

Para desarrollar la investigación se contará con la participación de las siguientes personas;

José Miguel Cruz, estudiante

Henry Lemus, estudiante

Ingeniero Luis Augusto Jácome Director

4.2. Recursos Institucionales

Biblioteca Argimiro Bayona, de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

CORPOCESAR

Empresa de servicios públicos de Aguachica - ESPA

4.3 Recursos Financieros

INGRESOS

José Miguel Cruz	\$ 700.000
Henry Lemus	\$ 700.000
TOTAL INGRESOS	\$ 1.400.000

EGRESOS

Transporte	\$ 200.000
Imprevistos	\$ 50.000
Herramientas y equipos	\$ 1.150.000
TOTAL EGRESOS	\$ 1.400.000

	INGRESOS	EGRESOS
SUMAS IGUALES	\$1.400.000	\$1.400.000

Capítulo 5. Presentación De Resultados

Los autores del presente proyecto de investigación presentan los siguientes resultados de la investigación los cuales son resultados de la aplicación del proceso metodológico descrito en el anteproyecto y el cual fue aprobado y ajustado por los jurados asignados por el comité académico para tal propósito, con la finalidad de dar una mejor interpretación a cada uno de los objetivos específicos los resultados se presentaran en el marco de cada uno de estos.

5.1. Realizar el diagnostico biofísico actual de la microcuenca Quebrada Buturama en el municipio de Aguachica departamento del Cesar.

5.1.2. Delimitación Espacial De la Microcuenca Quebrada Buturama. Según el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Aguachica la subcuenca hidrográfica de la quebrada Buturama pertenece a la gran cuenca del río Magdalena y la cual es su principal fuente de abastecimiento del cual se beneficia el acueducto del casco urbano. Para la delimitación del área de drenaje superficial de la cuenca se usó la herramienta del software SIG ARSGIS 10.3 siguiendo la siguiente ruta ArcToolbox>Hidrology, como insumo técnico para la delimitación se descargó un DEM (modelo digital de elevación) con una resolución de 30MTRS desde la página de EARTH EXPLORER y el cual se reprojectó al sistema MAGNA SIRGAS COLOMBIA BOGOTÁ.

Con el uso de la herramienta hidrology se realizó la delimitación de la automática de la cuenca Buturama teniendo cuenta el punto geográfico del nacimiento de la quebrada Buturama

como resultado se obtuvo el siguiente polígono que delimita el área superficial y a partir del cual se calcularon las características morfométricas de esta.

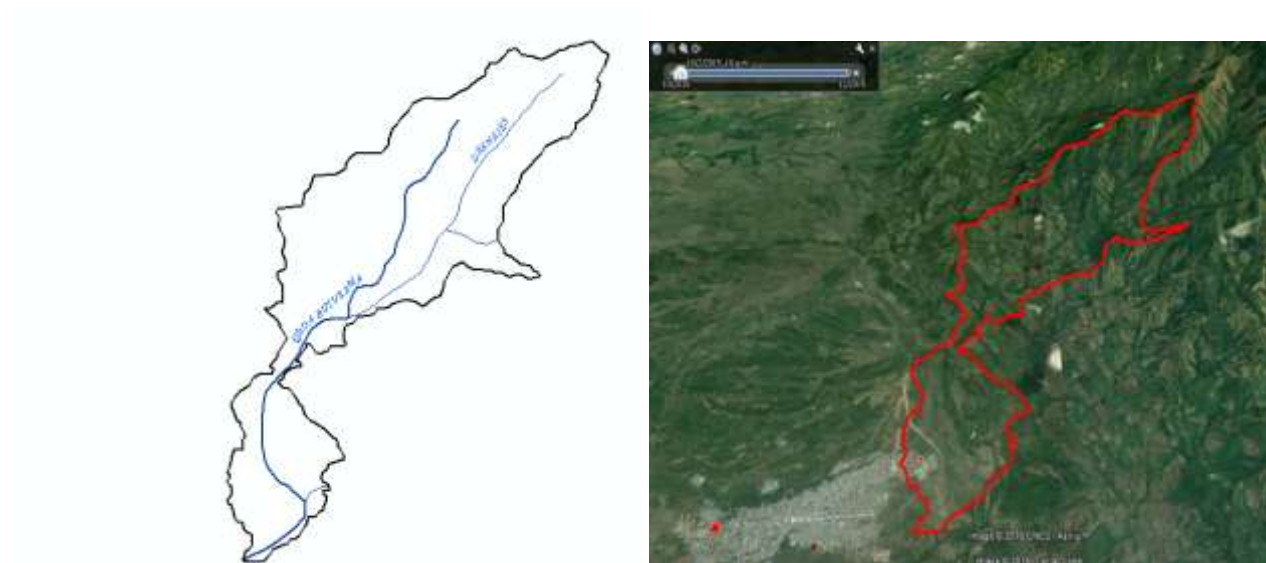


Figura No. 5 Delimitación de la microcuenca quebrada Buturama, en el municipio de Aguachica departamento del Cesar fuente Autores, imagen de Google Earth Pro

Según lo establecido en el PBOT del municipio de Aguachica y realizando la sobreposición de polígono de la microcuenca sobre la división veredal oficial se pudo establecer que dentro de la microcuenca se encuentran las siguientes veredas en su totalidad o de forma parcial. Ver mapa

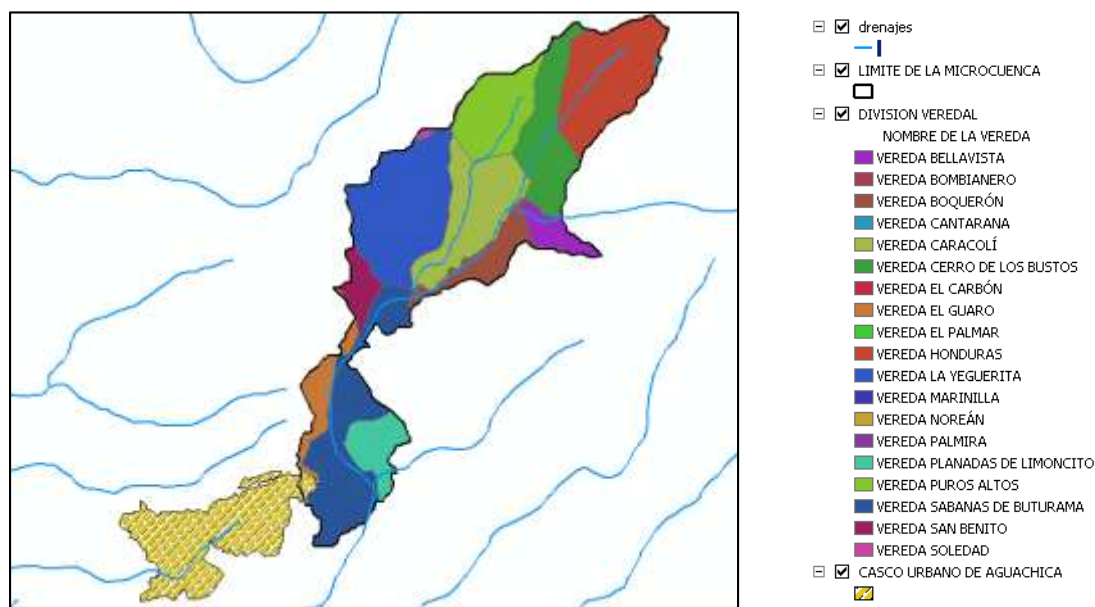


Figura No.6 Delimitación de la microcuenca quebrada Buturama abastecedora del acueducto urbano de Aguachica fuente. Autores

5.1.3. Climatología. La subdivisión más sencilla del clima en el municipio son los pisos térmicos cuya distribución es la siguiente: Piso Térmico Cálido, con temperaturas superiores a los 24,0°C y alturas entre 50 y 1 000 msnm; Piso Térmico Templado, con variaciones de temperatura entre los 18,0°C – 24,0°C y alturas entre los 1 000 y 2 000 ± 200 msnm; la temperatura promedio anual es de 28°C, el mes de más alta temperatura es julio con valores que alcanzan casi los 40,0°C y el de más baja temperatura es octubre con 22,0°C aproximadamente. (Pbot, 2015).

5.1.4. Topografía. Según le (PBOT 2015), Debido a su posición fisiográfica Aguachica presenta dos rasgos característicos: la zona de planicie o llanura inundable del río Magdalena, esta variedad fisiográfica oscila entre los 50 y los 200 msnm y la zona montañosa representada por las estribaciones noroccidentales de la cordillera Oriental con elevaciones entre los 200 – 2150 msnm

Para el caso de la microcuenca según el modelo digital de elevación que se obtuvo de la página de Earth Explorer en este lugar se presentan elevaciones que oscilan en los rangos de 173 hasta los 1902msnm los 173 msnm corresponden a paisaje de valle y lugar donde se localiza el casco urbano del municipio.

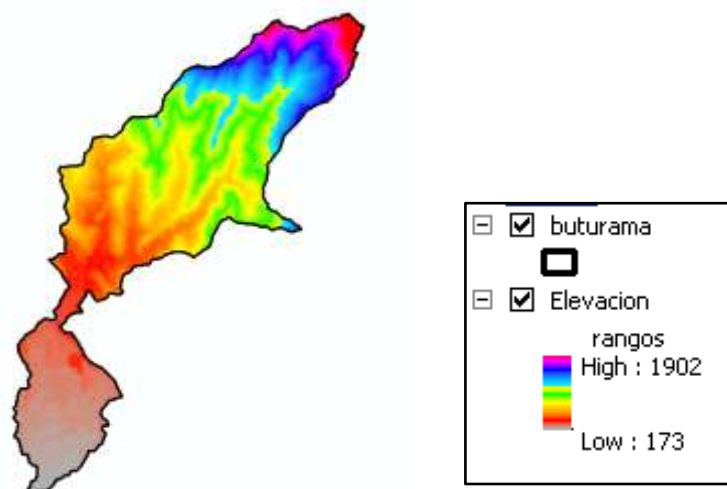


Figura No 7. Microcuenca

La zona del municipio sobre los 1 000 msnm, está enclavada en la vertiente noroccidental de la cordillera oriental, es influenciada fisiográficamente por todo el ramal de la misma cordillera, determinando un mecanismo orográfico de control de lluvias que bloquea el paso de vientos cargados de humedad y determinando que la precipitación se realice sobre las estribaciones oscilando entre los 800 y 1 500 mm/año. Esta región es muy importante porque allí nace la mayoría de los cursos de agua, posee una topografía quebrada llegando en la mayoría de los casos a ser escarpada con pendientes casi rectilíneas. La zona del municipio entre los 200 y 1 000 msnm, es de transición entre la zona alta y la baja; allí se presentan precipitaciones entre los 1 500 y 2 000 mm/año. (PBOT 2015)

La zona del municipio por debajo de los 200 msnm, comprende las llanuras inundables De la depresión del río Magdalena y presenta precipitaciones mayores a 2 500 mm/año (Cesar Características Geográficas, 1993).

5.1.5. Temperaturas. La zona baja se caracteriza por no presentar ningún obstáculo orográfico importante, y por lo tanto la distribución de la temperatura promedio es aproximadamente uniforme, con variaciones mensuales entre 28,2°C y 30,1°C, en general, las temperaturas máximas alcanzan valores entre los 35,8°C y 41,0°C y valores mínimos de 19,1°C. (PBOT 2015).

5.1.6. Precipitación. Las precipitaciones generadas sobre la región plana son de origen conectivo, es decir las masas de aire caliente ubicadas a bajas altitudes son enfriadas al ascender, provocando así la condensación y posteriormente la precipitación, las precipitaciones de la zona media y alta son de tipo orográfico debido al desplazamiento

La zona de confluencia intertropical trayendo masas de nubes cargadas de vapor de agua que chocan con las barreras geográficas que se encuentran en la parte media de la cordillera Oriental. El comportamiento de la precipitación disminuye con la altitud, presentándose un promedio anual que oscila entre los 1 250 y 1 400 mm/año.

PRECIPITACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Media	15,1	36,9	74,8	173,8	230,7	158,6	126,1	209,2	249	305,5	201,9	53,4
Máxima	57,0	53,9	91,9	204,5	301,8	188,0	159,3	234,0	294,7	340,0	203,5	100,2
Mínima	0,0	0,0	0,0	11,8	21,5	12,0	0,0	10,0	96,2	34,5	14,0	0,0

Figura No.8 medidas de la precipitación total mensual multianual fuente. IDEAM 2010.

Debido al bajo nivel de las precipitaciones en el municipio durante los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y julio y agosto en su carácter bimodal, es una de las principales causas del bajo caudal de corrientes superficiales de agua como la Besote, la Noreán, la Buturama, Aguas Claras, El Cristo y el Pital entre otras, determinando así una baja disponibilidad del recurso natural en su forma de escorrentía superficial.

Para determinar las características climáticas de manera más actual se acudió a la modelación de estos parámetros climatológicos por medio del uso del software de la FAO, llamado CROPWAP 8.0. Y fueron descargados los datos de una de las estaciones climáticas de las naciones unidas para el monitoreo del clima.

ETo Penman-Monteith Mensual - G:\caracterizacion buturama\SHP\BARRANCABERMEJA-YARIGUI...							
País		Location 32		Estación		BARRANCABERMEJA-YARI	
Altitud		134 m.		Latitud		7.01 °N	
				Longitud		73.80 °W	
Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m²/día	mm/día
Enero	23.5	32.7	79	35	5.0	15.5	3.30
Febrero	23.6	32.9	78	35	5.4	17.0	3.64
Marzo	23.7	32.6	79	26	4.7	16.6	3.59
Abril	23.4	31.9	77	17	4.3	16.0	3.42
Mayo	23.3	32.0	77	9	4.8	16.4	3.41
Junio	23.2	32.0	75	9	5.5	16.9	3.46
Julio	23.1	32.6	75	9	6.2	18.1	3.70
Agosto	23.0	32.4	74	9	6.5	19.1	3.90
Septiembre	22.7	31.8	74	9	5.9	18.4	3.75
Octubre	22.6	31.0	80	9	4.7	16.0	3.27
Noviembre	23.0	31.1	77	9	4.3	14.6	2.95
Diciembre	23.4	31.9	75	17	4.5	14.4	2.96
Promedio	23.2	32.1	77	16	5.1	16.6	3.45

Figura No. 9 La precipitación total en el municipio es de 1635.5mm/año y la precipitación efectiva es de 1118.8mm/año

5.1.7. Aspectos Hidrográficos. El Municipio de Aguachica se ubica dentro de la gran cuenca del Río Magdalena, en la región del valle medio; las zonas norte y central del Municipio se encuentran irrigadas por una serie de corrientes naturales que forman subcuencas directas sobre la gran cuenca del río Magdalena, tales como las quebradas Dorada (cuyo afluente principal es la q. Besote), Caimán, Noreán, Cristo, Buturama; la zona sur del municipio, se irriga con la cuenca Inferior del río Lebrija, conformada entre otras, por las subcuencas de las quebradas Guaduas, Tisquirama, y afluentes directos al río Lebrija, que a su vez forman un importante complejo cenagoso en la confluencia del río Lebrija al río Magdalena.(PBOT 2015).

Unas de las más graves problemáticas que posee la cuenca se puede resaltar el uso inadecuado de recursos naturales, las Inundaciones, Contaminación, Pobreza, Tensiones Sociales, Deterioro Ambiental, Baja Conciencia Ambiental, Ausencia del Estado, Planificación desarticulada, Información dispersa e incompleta, Conflictos de Uso del Suelo, Asentamientos en áreas de riesgo, Crecientes demandas de agua para uso agrícola, Niveles considerables de sedimentos, Cuencas hidrográficas tributarias deterioradas, Disminución de caudales superficiales por: Deforestación, erosión y desecación de humedales. (DIAGNOSTICO AMBIENTAL DEL CESAR 2014).

La microcuenca de la quebrada Buturama está constituida por su drenaje principal y tres tributarios los cuales se secan de forma parcial en épocas de verano la corriente principal cuenta con una longitud de 15.054762km

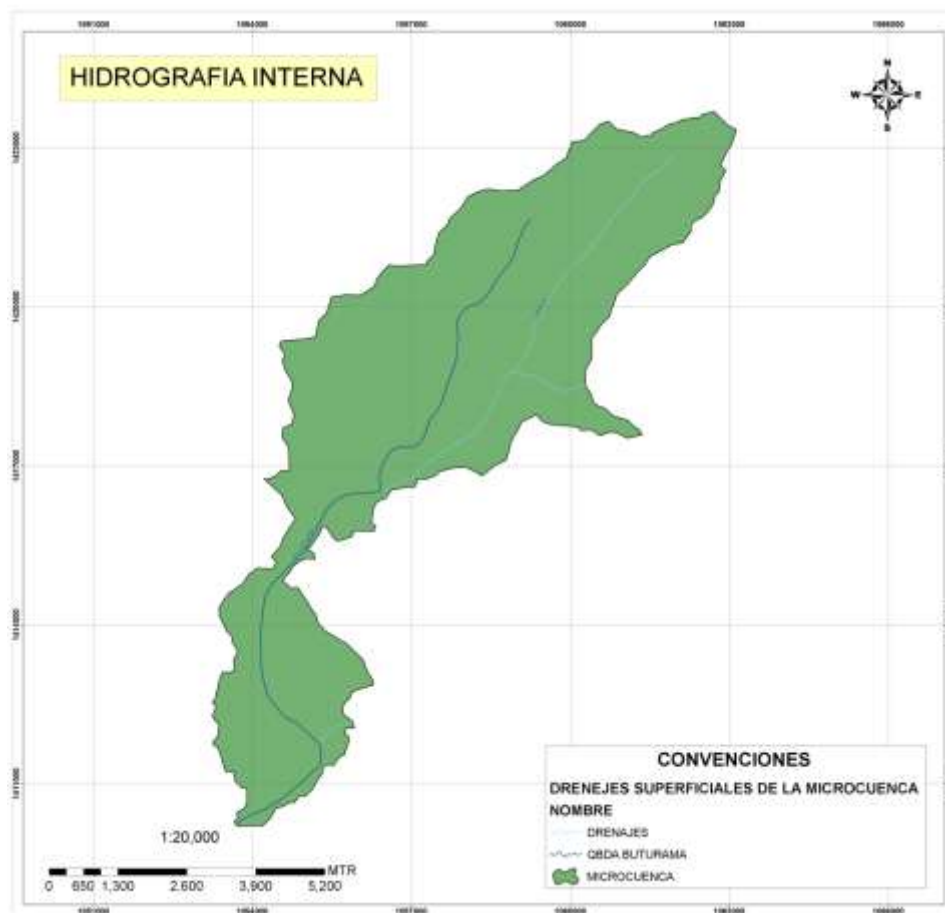


Figura No.10 hidrografía de la microcuenca generada a partir de un modelo digital de elevación de 30mtrs, fuente Autores

5.1.8. Aspectos Fisiográficos. La microcuenca de la quebrada Buturama hace parte de la Cordillera Oriental en este sector, está constituida por depósitos sedimentarios del mesozoico con un relieve plegado y altamente fracturado, que más al norte forma el gran anticlinorio de la Serranía de Perijá llegando a alcanzar alturas hasta de 3 500 msnm, sin embargo en el municipio de Aguachica solo se alcanzan alturas de 2 150 msnm. (DIAGNOSTICO AMBIENTAL DEL CESAR 2014).

La zona correspondiente a La llanura inundable de la depresión del río Magdalena está conformada por llanuras poco disectadas de materiales de edad cuaternaria, caracterizada por sus numerosas ciénagas y pantanos alimentados por los frecuentes desbordamientos del río Magdalena, que aumentan la sedimentación y ocasionan la presencia de grandes bancos móviles. (DIAGNOSTICO AMBIENTAL DEL CESAR 2014).

5.1.9. Pendientes del Terreno. Mediante el procesamiento de un modelo digital de elevación con una resolución de 30*30mtrs en un software SIG, se generó un mapa de pendientes (SLOPE), clasificando las pendientes en rangos para obtener de esta manera las pendientes complejas de la microcuenca.

Este es el modelo digital de elevación, de la zona correspondiente a la microcuenca quebrada Buturama y el cual es de una resolución espacial de 30mtrs en tamaño de pixel.

Este es el raster de pendientes que se generó en el software SIG ArcGIS 10.3 licencia académica de la universidad francisco de paula Santander mediante la herramienta SLOP, la simbología de color rojo naranja y amarillos mutras los mayores rangos de pendientes en la microcuenca la simbología de color verde representan las zonas de valle y menor % de pendientes

Mediante un proceso de reclasificación se obtuvieron un total de 9 rangos de pendientes los cuales van desde pendientes del 3 hasta del > al 100% como se puede observar en el IP del proceso en el software SIG

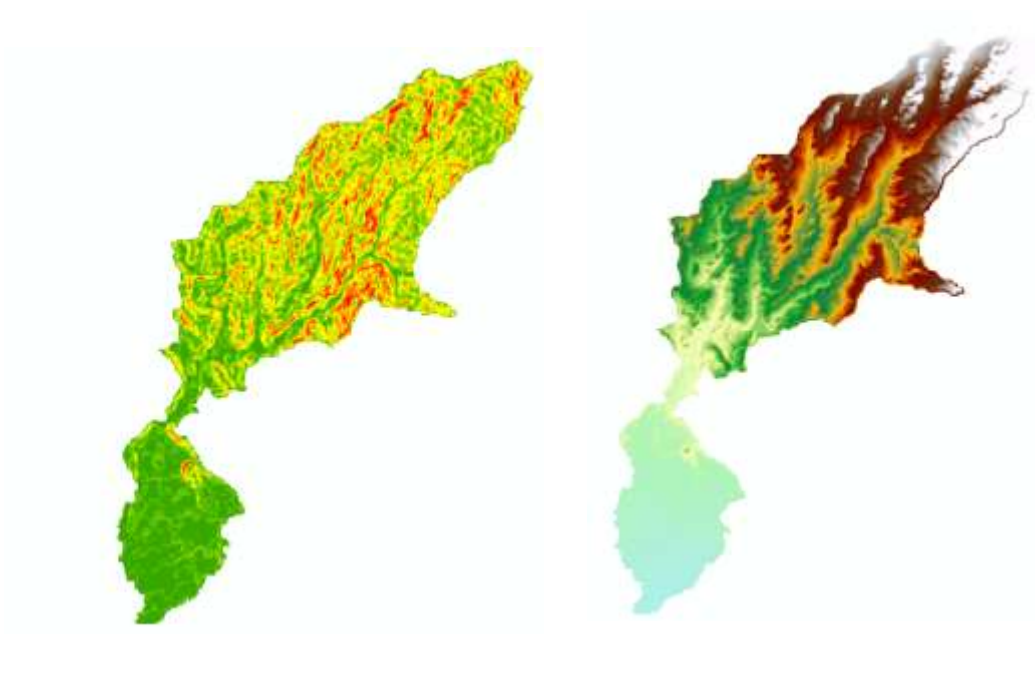
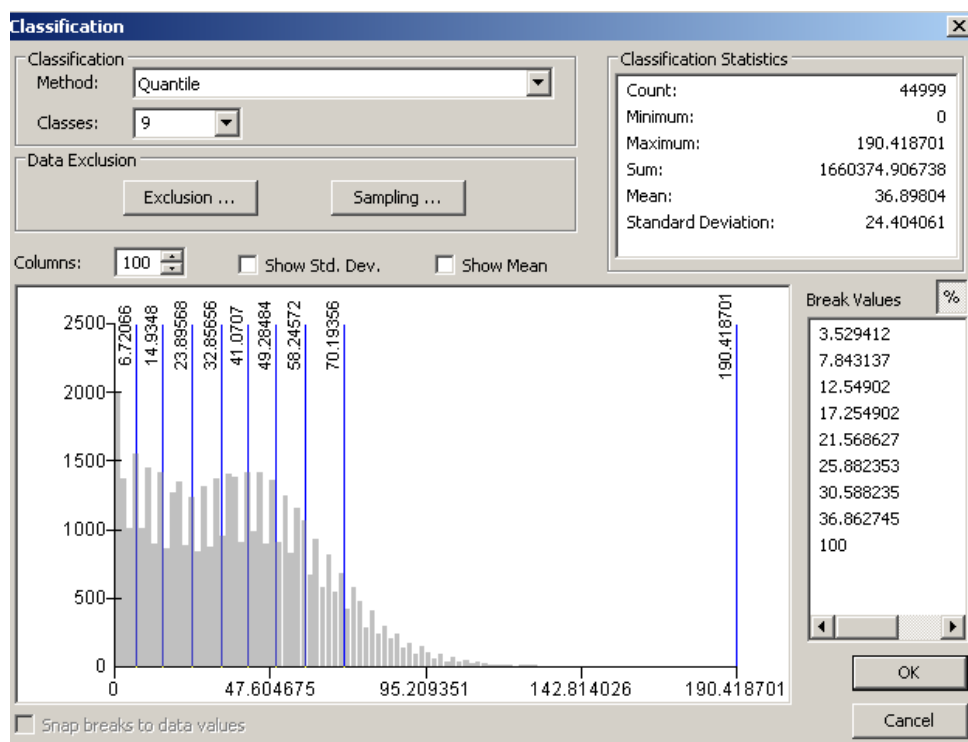
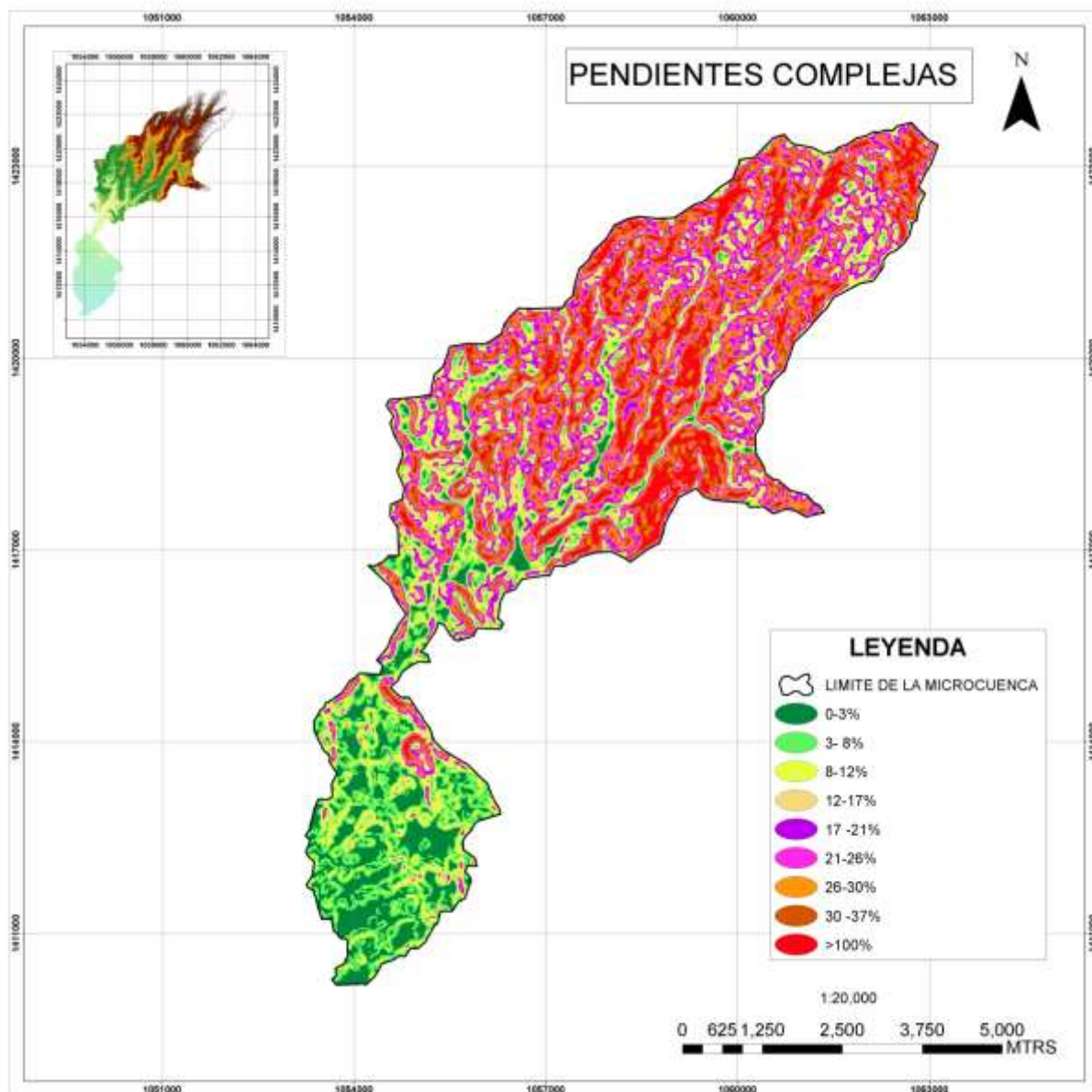


Figura No. 11 proceso de reclasificación de pendientes del terreno en el software SIG ARCGIS

10.3, fuente. Autores



Como resultado del anterior proceso se elaboró el mapa de pendientes complejas clasificadas en 9 rangos de porcentajes y las cuales se pueden observar a continuación



*Figura No.12 mapa de pendientes complejas presentes en la microcuenca quebrada Buturama
fuente Autores*

5.1.10. Suelos de Montaña. Estos suelos pertenecen al sistema montañoso vertiente occidental de la Cordillera Oriental, en el municipio estas elevaciones sobre los 600 msnm. Son representativos de esta unidad los suelos entisoles tipo Troporthents e inceptisoles Eutropepts y Dystropepts. Los suelos desarrollados en clima templado húmedo que se han originado a partir de materiales parentales tipo ígneo y metamórfico, ocupan la zona montañosa más alta del municipio, en alturas comprendidas entre los 1 000 y 2 000 msnm, en laderas de relieve quebrado a escarpado, modeladas por acción fluvio gravitacional, erosión ligera a moderada y procesos de remoción en masa. (DIAGNOSTICO AMBIENTAL DEL CESAR 2014).

Estos suelos Presentan un grado baja evolución, muy superficiales a moderadamente profundos, bien a excesivamente drenados, de texturas finas a medias, reacción fuertemente ácida y fertilidad muy baja a moderada. Presentan como limitantes para su uso roca en superficie y concentraciones altas de aluminio. Actualmente se explotan en café, plátano, maíz, yuca, frutales, fríjol, cebolla, aguacate, y pequeños relictos de bosques. (ESTUDIO DE SUELOS Y ZONIFICACION DE TIERRAS DEL CESAR, 2006)

En el caso de los suelos distribuidos en la parte de colinas estructurales y a alturas entre los 600 y 1 000 msnm, se desarrollan de materiales tipo metareniscas, lutitas calcáreas, calizas y arcillas, en laderas irregulares en relieve escarpado, modeladas por acción fluvio – gravitacional, erosión moderada y procesos de remoción en masa. Se caracterizan por ser de baja evolución, muy superficiales a moderadamente profundos, bien a excesivamente drenados, de texturas finas a medias, reacción ligeramente ácida y fertilidad moderada a alta. Están limitados por piedras en superficie. Son representativos de la unidad los suelos Troporthents y Eutropepts. (ESTUDIO DE SUELOS Y ZONIFICACION DE TIERRAS DEL CESAR, 2006)

5.1.11. Los suelos De Lomerío De La microcuenca. Estos Se localizan entre los 400 y 600 msnm y correspondientes a las colinas estructurales, sus suelos se desarrollaron a partir de rocas ígneas y sedimentarias (Delgado Moreno 2000), son topográficamente ondulados a quebrados, con pendientes entre 25,0% - 50,0%. Se utilizan escasamente en pastos para la ganadería extensiva y cultivos de subsistencia como maíz, yuca, plátano.(PBOT 2015).

5.1.12. Suelos de Piedemonte. Presenta suelos tipo entisoles Ustorthents (Delgado Moreno 2000), que corresponden a los abanicos individuales, y a los glacis, originados por el aporte de materiales de Cordillera Oriental. El clima es cálido y sus altitudes oscilan entre los 200 y 400 msnm. Los materiales depositados varían desde muy gruesos como bloques, gravas, guijos, hasta muy finos como limos y arcillas,(heterogéneos y heterométricos) son suelos de muy baja evolución, muy superficiales, excesivamente drenados, reacción neutra y fertilidad moderada. Se encuentran limitados por pedregosidad y gravilla en superficie. Químicamente son ácidos con altos contenidos de aluminio, y valores bajos en carbono orgánico, fósforo y potasio. Se utilizan en la ganadería extensiva, cultivos de subsistencia como maíz, yuca y plátano. (PBOT 2015).

5.1.13. Suelos de Planicie. En la microcuenca también encontramos la planicie fluvio lacustre formada por los ríos Magdalena y Lebrija, suelos con materiales sedimentarios que varían desde arenas hasta arcillas grises y rojizas con contenido de hierro y magnesio que impiden la penetración de las raíces, se localizan en altitudes menores a los 50 msnm en clima cálido húmedo y con relieve plano – plano – cóncavo, sujetos a inundaciones en cercanía a las corrientes principales. (ESTUDIO DE SUELOS Y ZONIFICACION DE TIERRAS DEL CESAR, 2006).

Se observan conos de deyección, desarrollados sobre materiales aluviales finos y medios en superficies denudativas, planas y ligeramente inclinadas y sinuosas, son de baja evolución, moderadamente profundos, ligeramente ácidos, bien drenados y de fertilidad media a baja.

Están limitados por pedregosidad en algunos sectores. Son representativos de esta unidad suelos entisoles Troprothents y los inceptisoles Eutropepts y Halaquepts.

Para el caso de las depresiones inundables son formas actuales del terreno, rejuvenecidas por frecuentes aportes del río, con un perfil topográfico plano convexo, con pendientes menores de 3,0%, en la llanura aluvial de desborde los suelos del municipio son desarrollados sobre materiales aluviales finos, medios y gruesos, en relieve plano cóncavo y convexo, de formas alargadas y sinuosas, modelados por inundaciones, sedimentación y decantación de materiales de origen fluvial; de baja evolución, muy superficiales a moderadamente profundos, de drenajes pobres a imperfectos, texturas finas a moderadamente gruesas, reacción ligeramente ácida a alcalina y fertilidad baja. Están limitados por encharcamientos, hidromorfismo y nivel freático, representan esta unidad

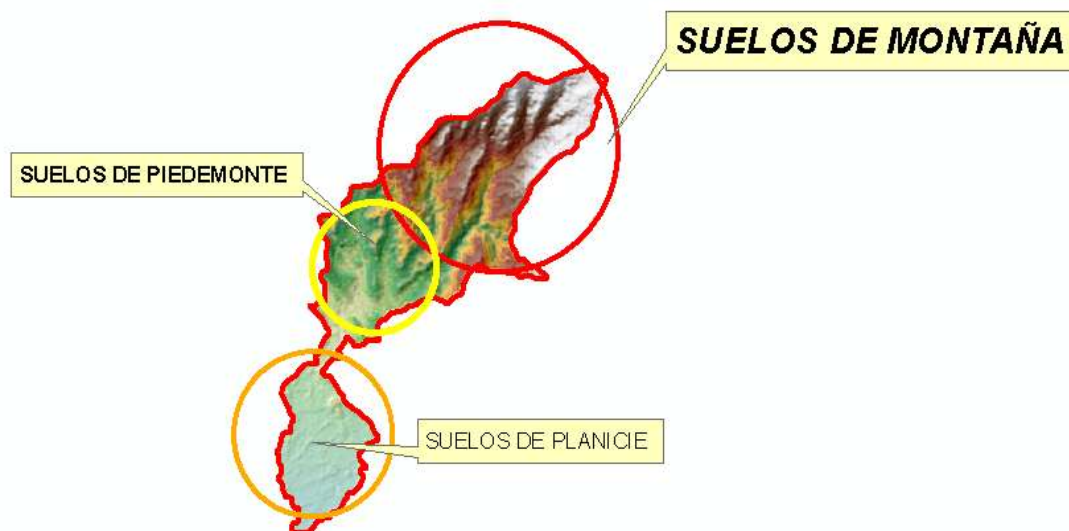


Figura No.13 Distribución Espacial de los suelos en la microcuenca quebrada Buturama.

Fuente Autores.

Los suelos entisoles Tropofluvents, Fluvaquents y Tropaquents y los inceptisoles Eutropepts, Halaquepts y Tropaquepts. (ESTUDIO DE SUELOS Y ZONIFICACION DE TIERRAS DEL CESAR, 2006).

5.1.14. Uso actual del suelo. Según definición del IGAC, el uso actual del suelo indica “la ocupación de la tierra, expresada en forma de cobertura, bien sea por las diferentes actividades humanas para la satisfacción de las necesidades materiales o espirituales permanentes, o bien por la vegetación natural”. El aprovechamiento de los suelos por parte de la acción del hombre, junto con los factores físicos y socioculturales condicionan los usos actuales del municipio, y determinan el uso actual de las coberturas del suelo

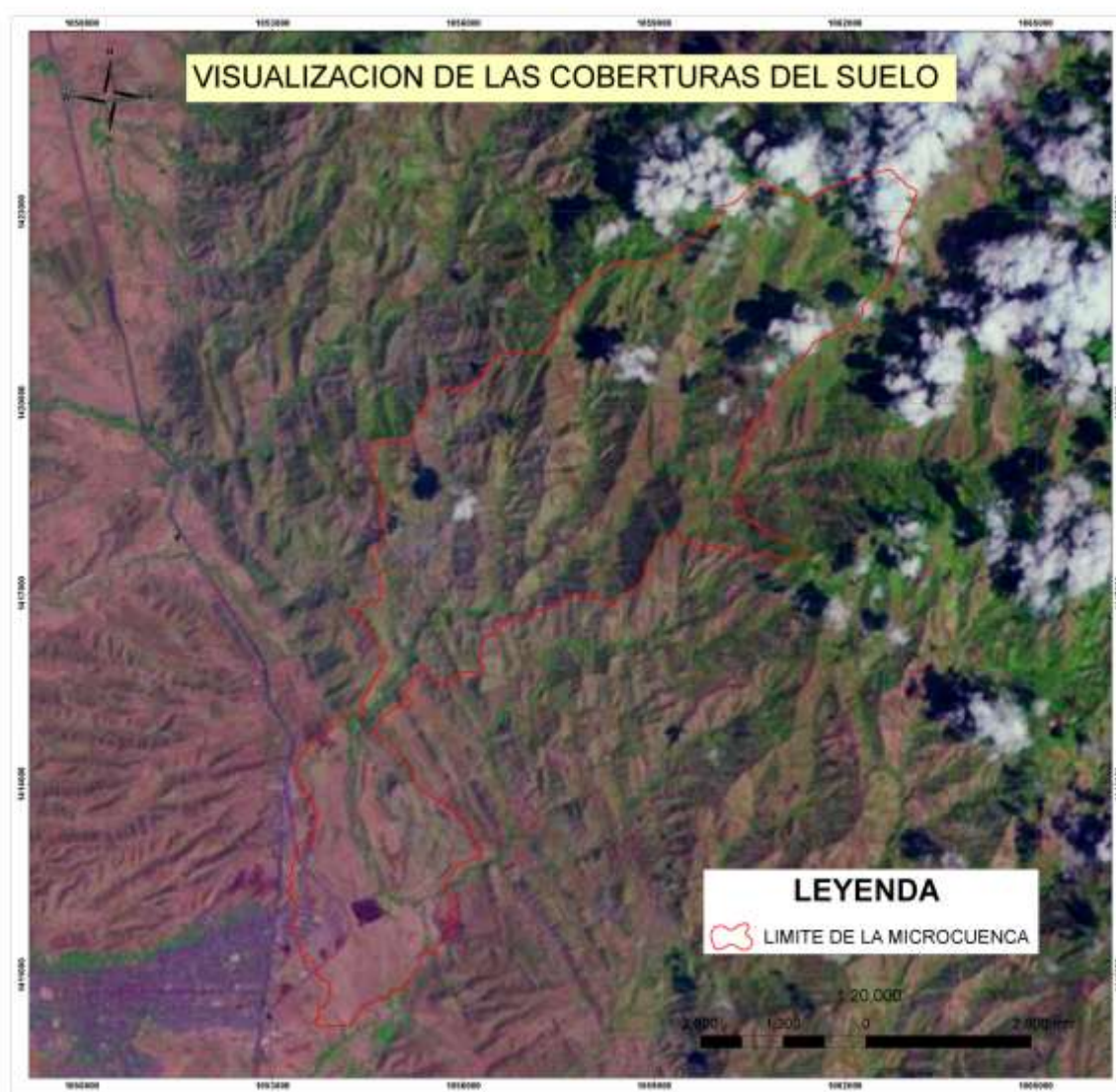


Figura No.14 imagen del satélite Landsat 8ETM+, de febrero del 2016, permite apreciar la pérdida de vegetación natural y proliferación de zonas de cultivos transitorios y pastos.

Fuente USGG

Para complementar el trabajo de campo realizado por los autores, se realizó una combinación de bandas de una imagen ALOS del año 2010 combinando las bandas de la siguiente forma

Color Rojo..... Banda 4

Color Verde.....Banda 5

Color Azul.....Banda 3

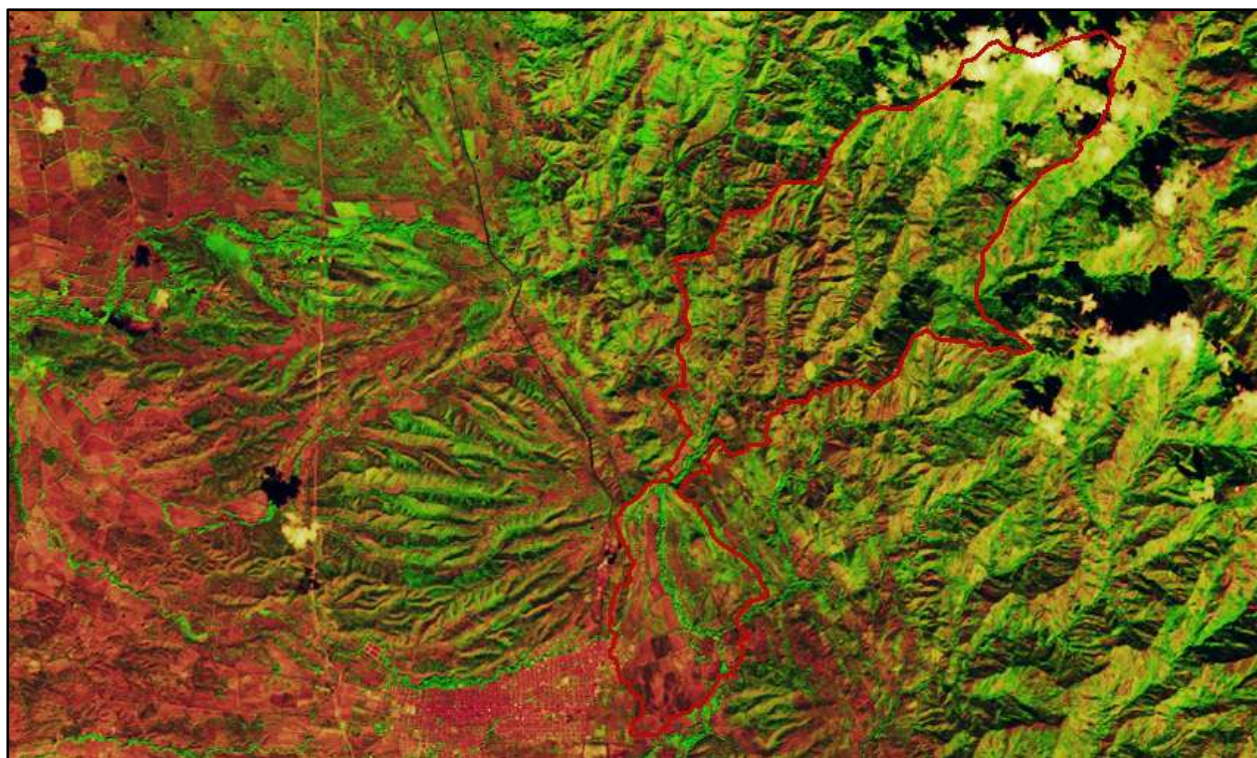


Figura No.15. imagen spot del año 2010 la cual muestra que existía una mejor distribución de la cobertura vegetal a la que existe en la actualidad según la comparación con la imagen landsat de febrero del 2016, fuente. Autores

En la siguiente imagen la cual corresponde a la parte alta media de la microcuenca deja ver el grave proceso de deforestación que se iniciaba en el año 2010 el color rojo representa el proceso de deforestación y el verde la vegetación natural de la zona.

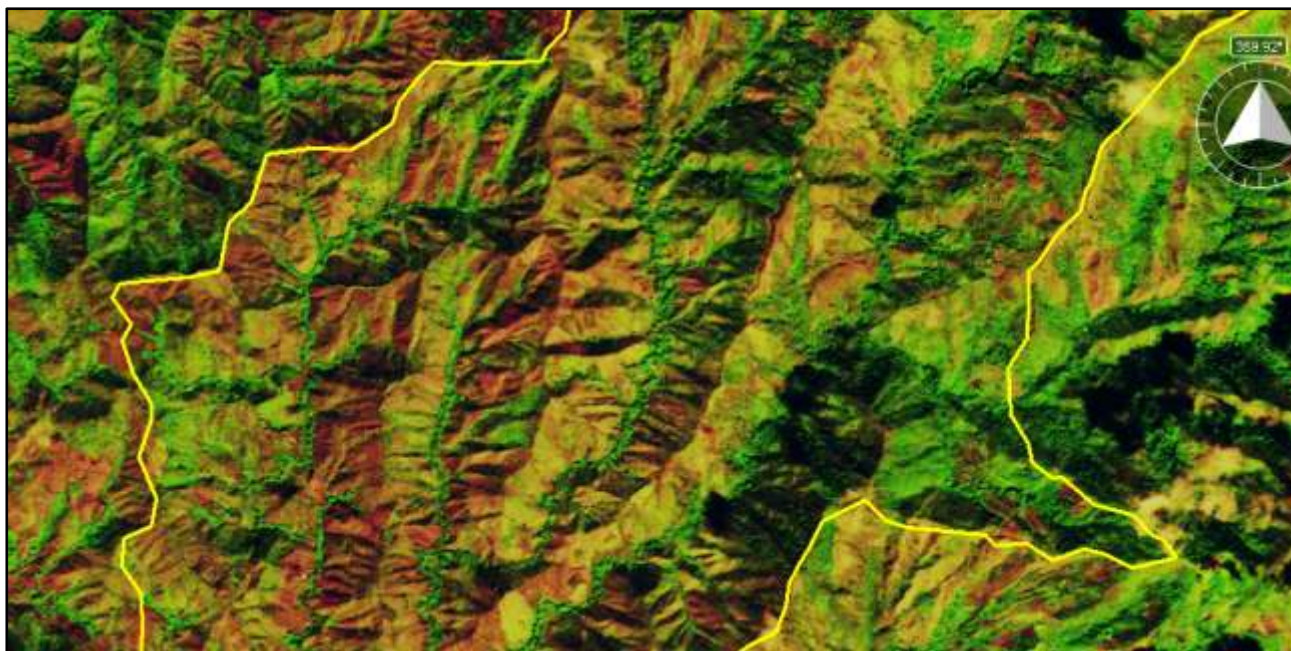


Figura No.16. Coberturas vegetales para el año 2010 presentes en el microcuenca según una imagen de satélite de SPOT 7 “zona media y alta de la microcuenca, fuente. Autores



Figura No.17. Visualización de las coberturas vegetales en la zona baja de la microcuenca para el año 2010, fuente autores

Este aspecto junto con otros de tipo estratégico permite, articular una política del sector rural con miras a lograr el bienestar de los habitantes de la región. La metodología empleada para esta definición del uso actual del suelo fueron los recorridos de campo y la información secundaria obtenida de instituciones como la UMATA, CORPOCESAR, el Comité Cafetero, y la Administración Municipal entre otras instituciones.

Dentro de la microcuenca quebrada Buturama se pueden encontrar las siguientes coberturas las cuales expresan el uso actual de sus suelos

- Bosques protectores y bosques protectores – productores (BPBPP), en pequeños parches aislados.
- Pastos Mejorados (Pm). Son pastos introducidos a la región con semillas mejoradas, con el propósito de manejarlos en forma intensiva para el manejo de ganado. Incluyen especies arbóreas para sombrío de ganado.
- Pastos Naturales (Pn). Se encuentran aquellos introducidos a la región dedicada al pastoreo, con áreas de vegetación herbácea nativa.
- Sábanas Arboladas (Sa). Estas corresponden a la llanura aluvial donde se encuentra pastos, vegetación nativa, rastrojos altos y bajos, conservando las especies arbóreas para sombrío de ganado.
- Cultivos permanentes (CP). Son los que permiten siembra, labranza, recolección o Pastoreo por largos periodos vegetativos (perennes), no exigen la remoción frecuente y continua del suelo, ni lo dejan desprovisto de una cobertura vegetal permanente, excepto entre las

plantas, o por cortos periodos estacionales; tales como café sin sombrío, frutales, fique, palma africana, y algunos pastos.

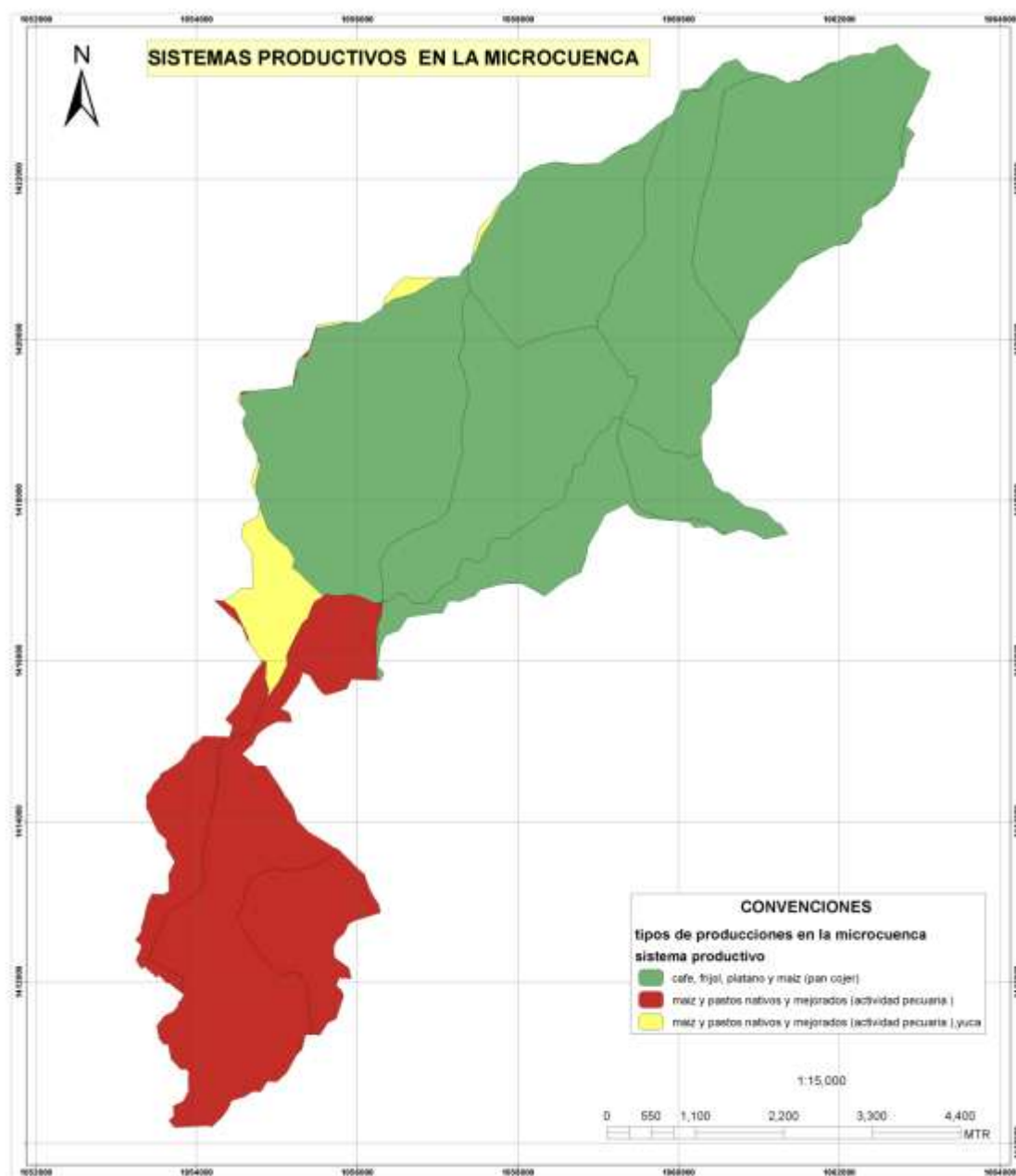


Figura No.18. Mapa de tipos de sistemas productivos los cuales se localizan dentro de la zona de la microcuenca, información tomada de la UMATA y verificada en campo. Con respaldo de imágenes de satélite, fuente. Autores

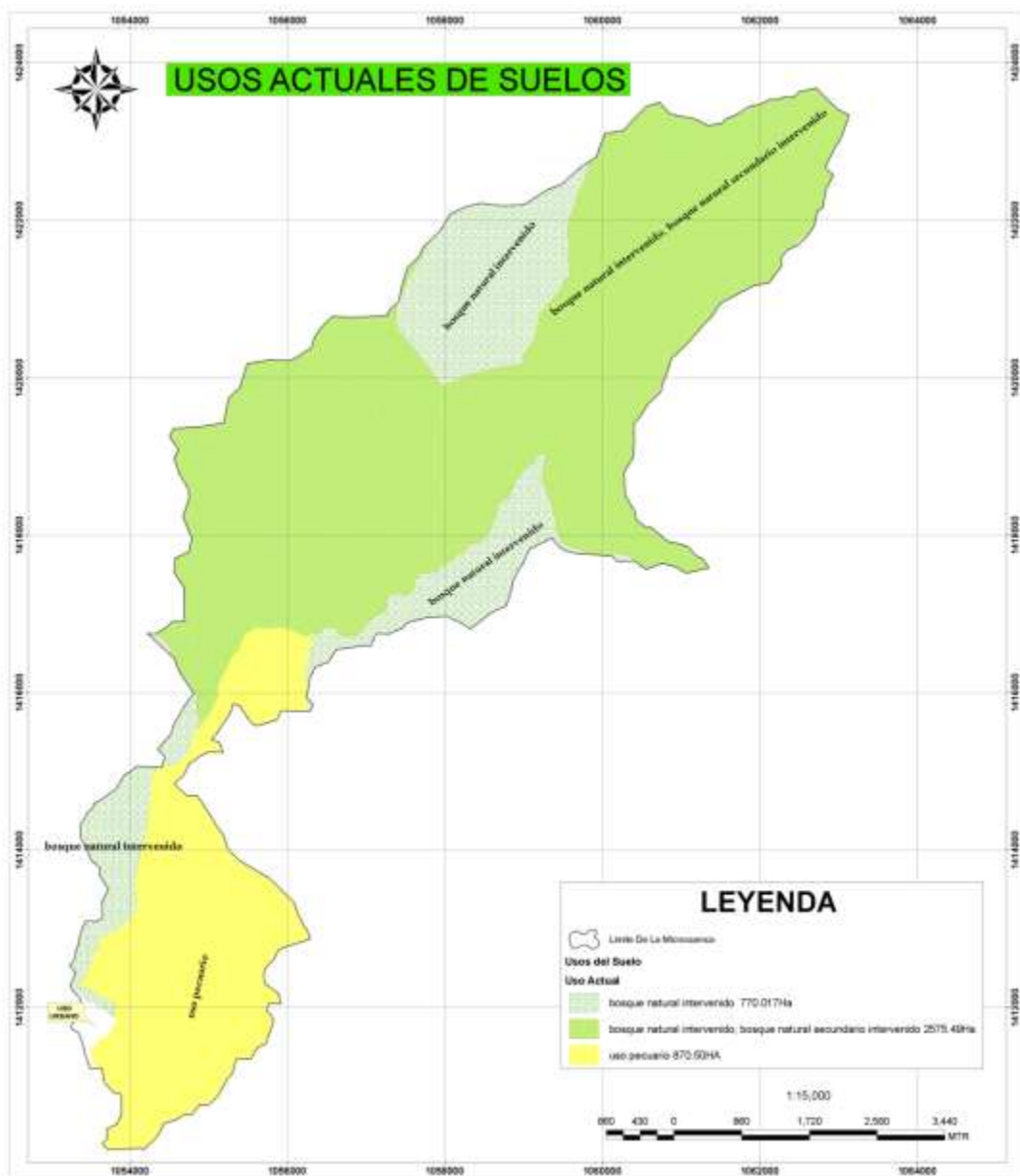


Figura No 19. Mapa de los usos actuales del suelo en la microcuenca quebrada Buturama en el municipio de Aguachica departamento del Cesar, fuente Autores

5.2. Determinar mediante un análisis multitemporal , los cambios del uso del suelo que se han dado en la microcuenca Quebrada Buturama entre el año 2005 - 2015

Se tomaron por parte de los autores un total de 3 imágenes las cuales se relacionan en la tabla No 2.

Tabla No. 2.

Relación de las imágenes Landsat usadas para el desarrollo del proyecto

Tipo de Imagen	Año de la escena	No de bandas
Landsat	2005	4
Landsat	2010	4
Landsat	2015	4

Fuente. Autores del proyecto

La primera imagen satelital usada en este análisis es Landsat 7 del año 2005 la cual se descarga del EART EXPLORET y viene con un sistema de referencia geográfico (WGS84) o también conocido como el elipsoide internacional de referencia , por esta razón la imagen se reprojecto a el sistema de referencia plano MAGNA SIRGAS COLOMBIA BOGOTA la cual es la zona Magna que corresponde a el municipio de Aguachica



Figura No. 19. Imagen Landsat del año 2005 usada en el análisis de coberturas y cambios en el uso del suelo. Fuente USGG

La segunda imagen también procedente del proyecto de observación Landsat con fecha de imagen del año 2010 también se reprojectó al sistema Magna Sirgas Colombia Bogotá,



Figura No. 20. Imagen Landsat del año 2010. Fuente. USGG

La tercera y última imagen es del año 2015, cuyo sistema de referencia también es WGS84, y al igual que las dos primeras imágenes se reprojectó a el SRC Magna sirgas Colombia Bogotá esta imagen también presenta 4 bandas espectrales,

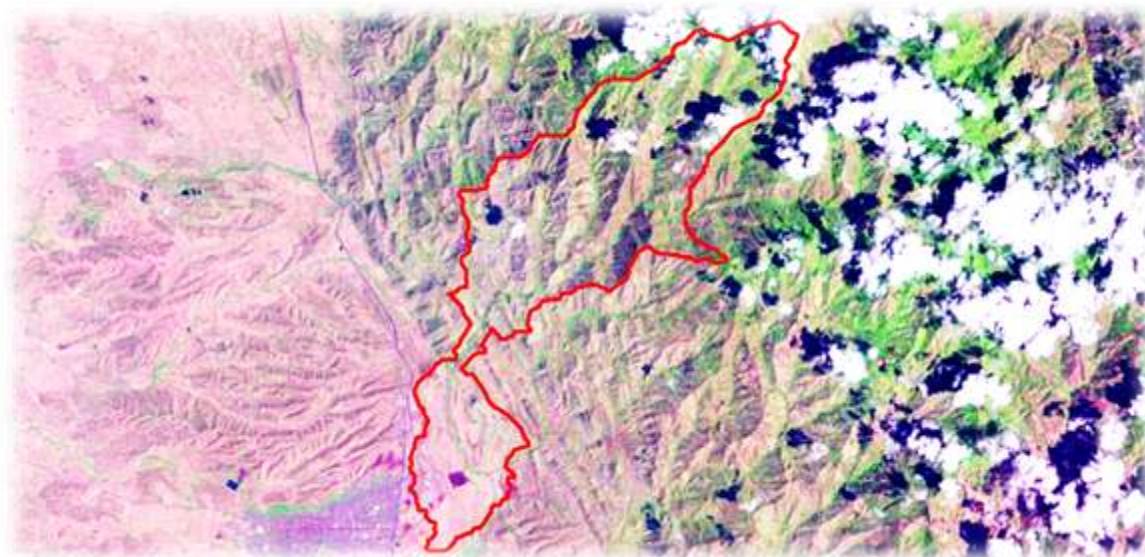


Figura No. 21 Imagen Landsat del Año 2015. Fuente USGG



Figura No. 22. Mosaico de las imágenes Landsat obtenidas del servicio Geológico de los estados unidos. Fuente. USGG

Mediante un proceso de reclasificación asistida se identificaron las firmas espectrales de la imagen del año 2005 y se le asignaron las clasificación definidas por el (INCODER) hoy agencia nacional de tierras) dentro de las formulaciones del perfil biofísico de las zonas rurales de desarrollo las tres categorías usadas en la reclasificación fueron:

- Bosque Natural
- Bosque natural intervenido
- Cultivos y sistemas agropecuarios

Bosque Natural Sin Intervenir

Para el año 2005 el bosque natural dentro del área de la microcuenca fue de 959.645702 HA para el año 2010 la reclasificación asistida de la imagen mostro que esa área de bosque sin intervenir llego a unas 927.186912 Ha y en el año 2015 el cálculo de las áreas clasificadas como bosque natural se redujeron a un total de 908.102656 Ha



Grafica de La reduccion de Bosque Natural desde el año	
año	Has
2005	959.645702
2010	927.186912
2015	908.102656

Grafica 1. Reducción de bosques

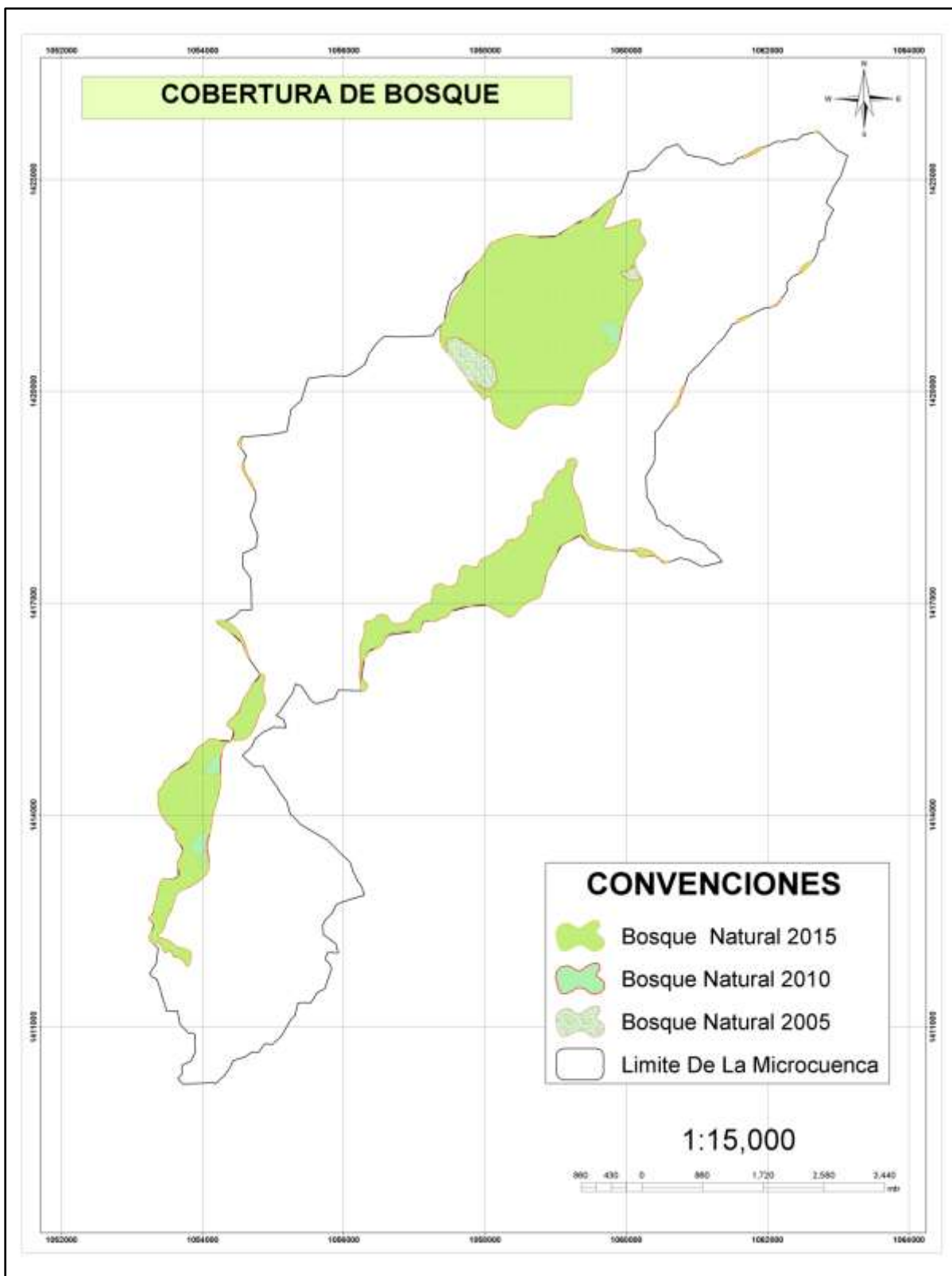


Figura No. 23. Mapa de la Cobertura de Bosque natural sin intervenir y sus variaciones espaciales desde el año 2005 hasta el año 2015. Fuente. Autores

Bosque Natural Intervenido

Para el Año 2005 según la reclasificación asistida de la imagen Landsat el área de Bosque Natural intervenido llegaba a las 2615.406059Ha para el año 2010 en el análisis de los resultados de la reclasificación el área de este bosque disminuyó a unas 2534.08008Ha y para el año 2015 se encontraba en 2356.662964Ha



Reducción del área de bosque natural	
Año	HA
2005	2615.406059
2010	2534.08008
2015	2356.662964

Grafica No. 2. Variaciones del bosque natural intervenido en la microcuenca según la reclasificación de las imágenes multiespectrales. Fuente. Autores

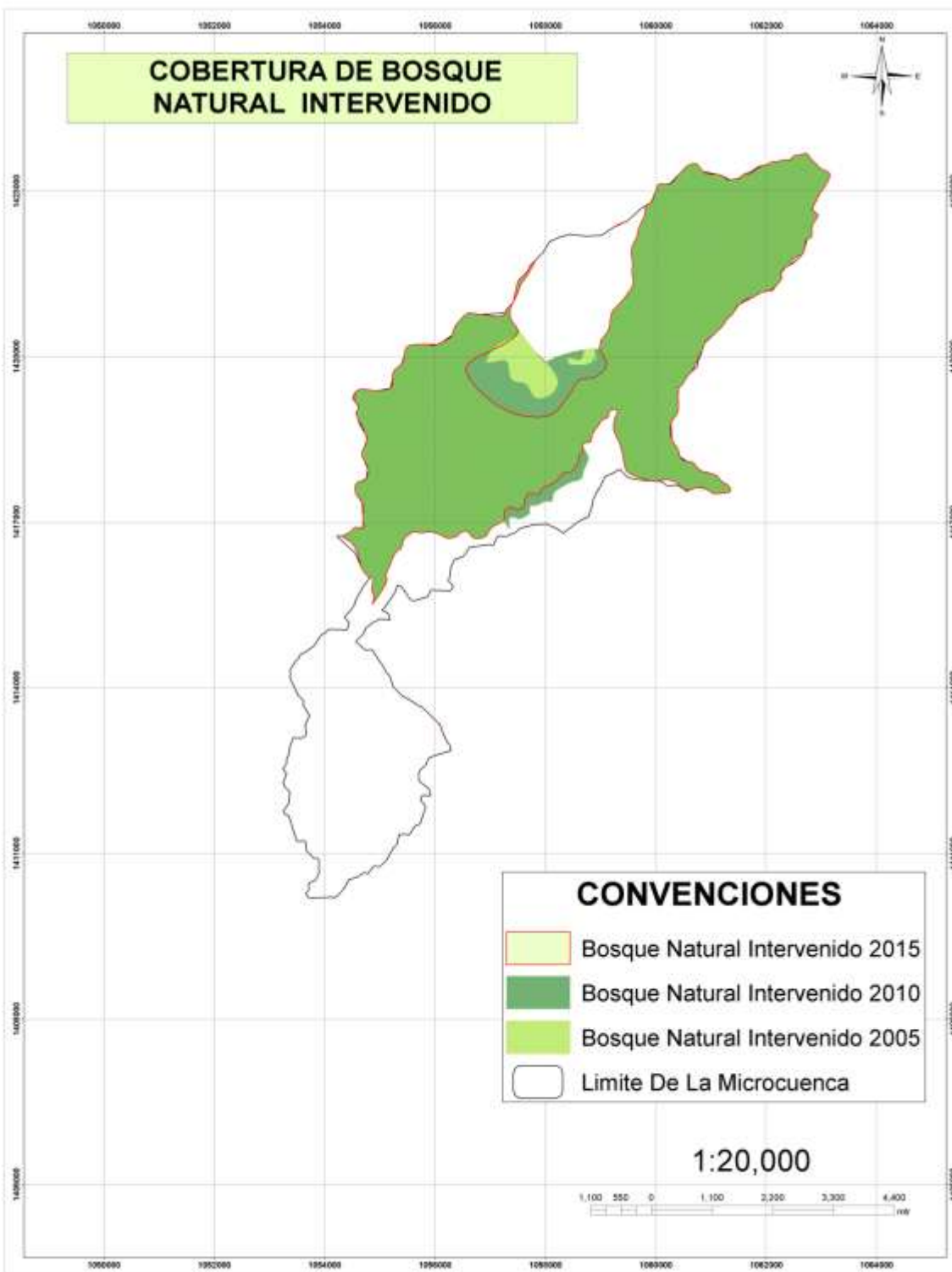
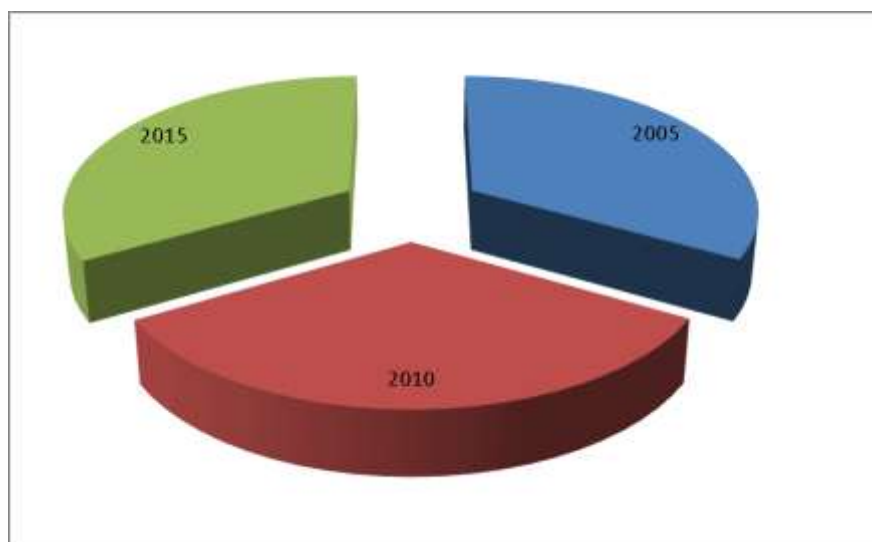


Figura No. 24 Mapa de la Cobertura de Bosque natural intervenido y sus variaciones espaciales desde el año 2005 hasta el año 2015. Fuente. Autores.

Uso agropecuario

La reclasificación asistida para la imagen de satélite del año 2005 permitió a los autores establecer que para este año el área de la microcuenca cuyo suelo estaba dedicado a las actividades productivas de tipo agropecuarias (ganadería doble propósito, pastoreo, cultivos transitorios e industriales) se calculó en unas 830.318044 Ha, para el año 2010 esta área creció a las 917.772652 Ha y para el año 2015 se calculó en unas 976.000468Ha



USOS AGROPECUARIOS EN LA MICROCUENCA	
año	AREA SEMBRADA (HA)
2005	830.318044
2010	917.772652
2015	976.000468

Grafica No. 3. Grafica de la distribución del uso del suelo en actividades agropecuarias según la reclasificación asistida de las imágenes Landsat para cada uno de los años en estudio.

Fuente. Autores

Mapa De Los Usos Del Suelo Análisis Multitemporal

Una vez se obtuvieron cada una de las coberturas mediante reclasificación asistida, se convirtieron estos archivos Raster a formatos vectoriales con geometría de polígono y se calculó el área superficial mediante el software SIG , ArcGIS 10.3. y se realizó la composición del mapa de usos del suelo

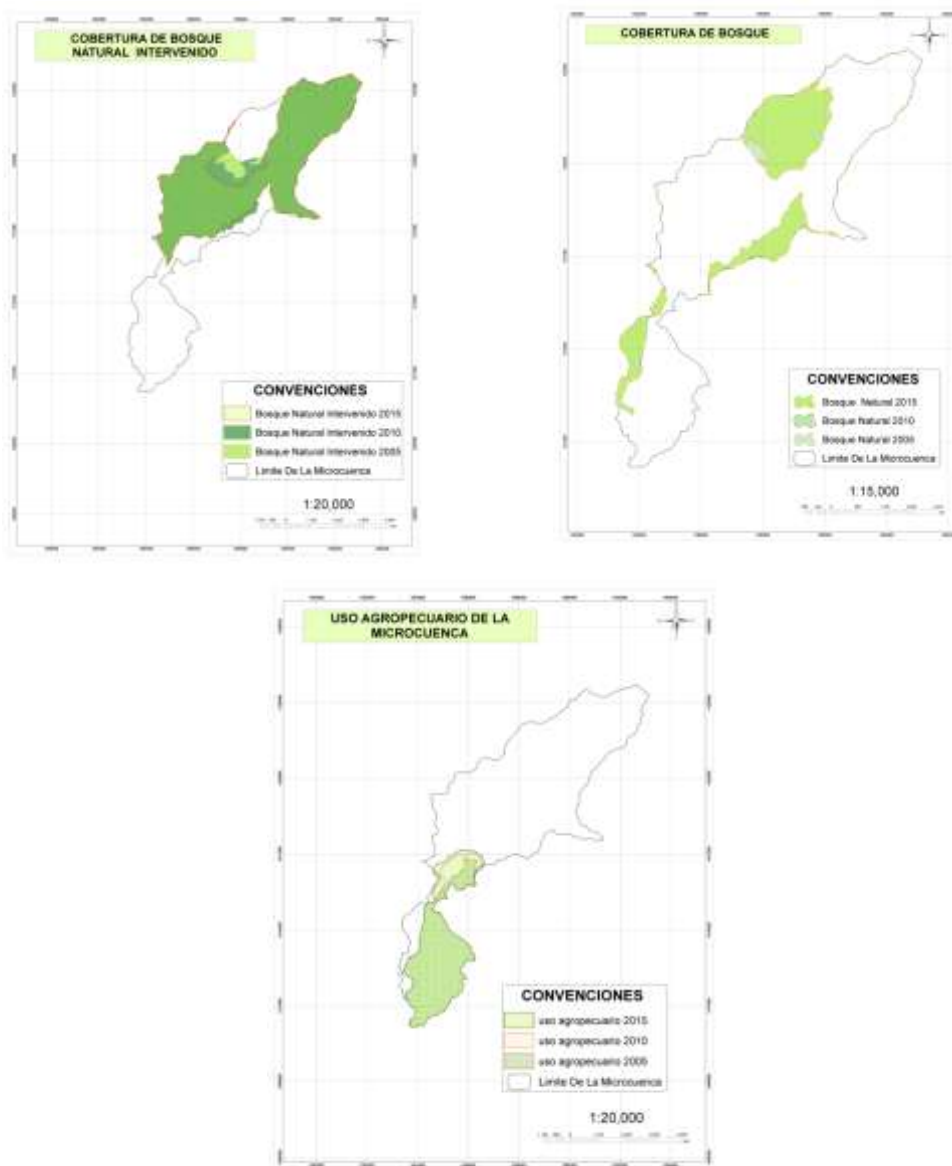


Figura No.25. Mapa De Los Usos Del Suelo Análisis Multitemporal. Fuentes. Autores

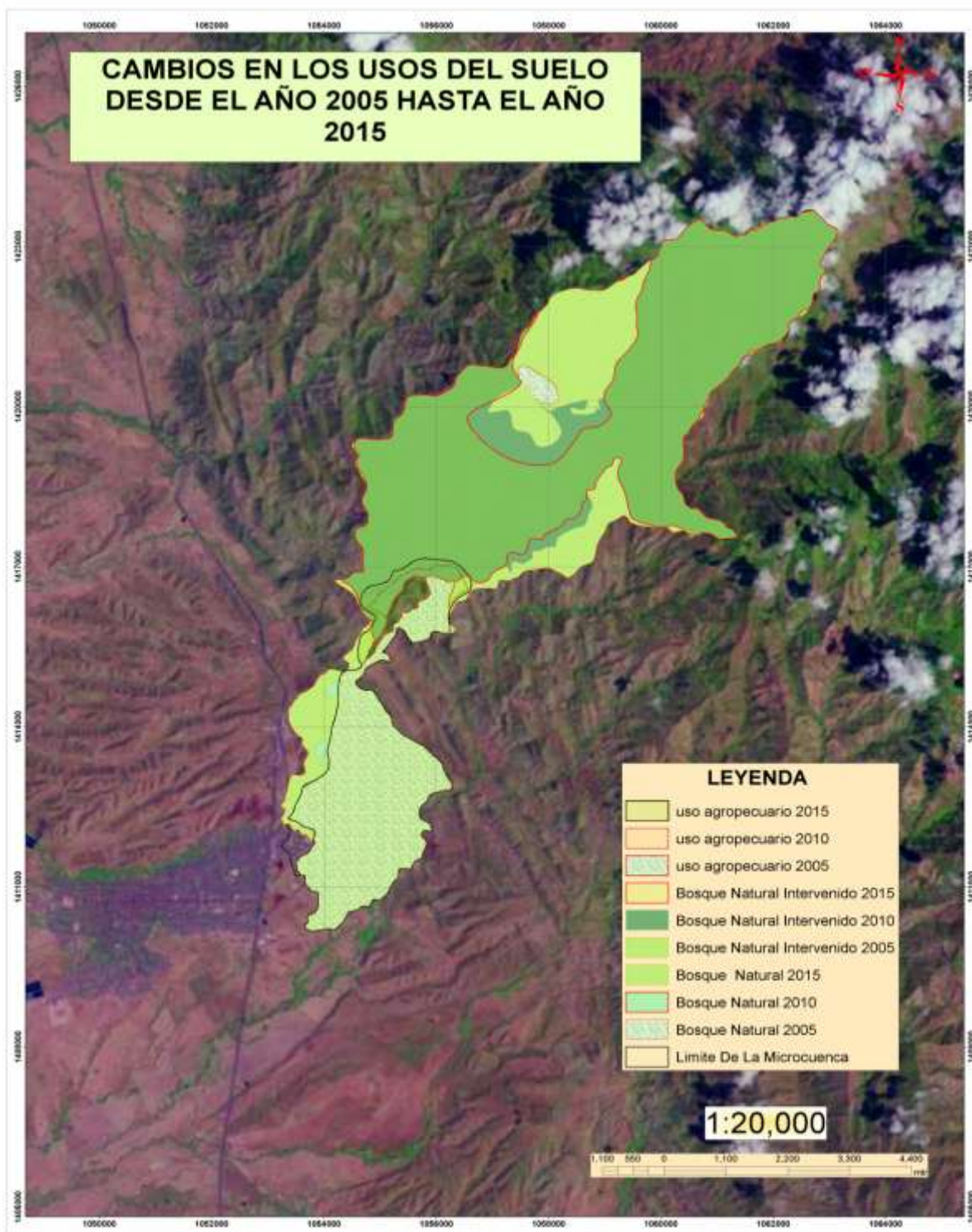


Figura No. 26. Mapa de las coberturas y usos del suelo resultado del análisis multitemporal desde el año 2005 hasta el 2015

Degradación física de suelos por efecto del sobrepastoreo del ganado en las áreas que se han propuesto como estratégicas para la conservación del recurso hídrico. Fuente. Autores

Se puede establecer que del área total de la microcuenca el 82,4% de sus suelos se dedica a actividades agropecuarias el 72.84% a actividades de la ganadería extensiva y el 13.58% a la agricultura convencional, el 0.97 son suelos de parcelación urbana y solo el 12.6 suelos de protección del recurso hídrico.

La clara problemática de la microcuenca se puede dividir en tres factores, el primero de ellos que el área forestal de las márgenes de la red hídrica se pierde de forma constante, la baja tasa de sostenibilidad del recurso y contaminación de este, según CORPOCESAR para el año 2005 la microcuenca ofertaba un caudal mínimo de 0,18 m³/s y un caudal máximo de 1,3 m³/s para el año 2010 el caudal mínimo CORPOCESAR lo calculo en 0.10m³/s y su máximo a 1m³/S, para el año 2015 la medición de caudal que CORPOCESAR realizo en el marco del proyecto de reforestación De las cuencas abastecedoras, fue de 0,8m³/s Y un Máximo de 1m³/s. como se puede notar con el transcurrir de los años y el aumento de los procesos de pérdida de la vegetación natural el caudal también viene disminuyendo en la zona según la información oficial de CORPOCESAR.

5.3 Calcular la oferta hídrica superficial de la microcuenca quebrada buturama AGUACHICA-CESAR , a partir de la metodología del IDEAM

Según la información del shapfile extraido del QGIS 2.18.7 en la propiedades de la microcuenca quebrada bururuma del municipio de aguachica cesar buscamos las coordenadas minimas y maximas teniendo en cuenta el punto de referencia exacto.

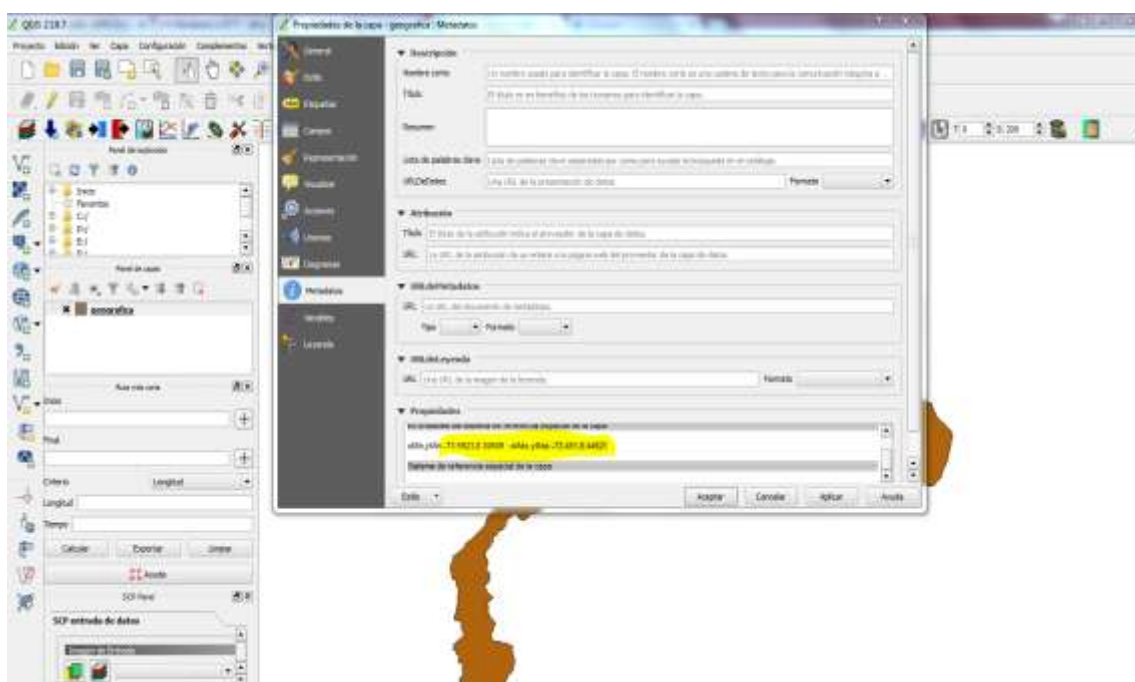


Figura No. 27. Plataforma de GIOVANNI NASA. Fuente. Autores

Después de obtener las coordenadas mínimas y máximas de la microcuenca procedemos a la plataforma de GIOVANNI NASA la cual es una base de datos que nos brinda información real de las precipitaciones y temperaturas anuales, para este caso los años 2005-2010-2015 la cual la utilizaremos para el cálculo de la oferta hídrica superficial de la microcuenca quebrada buturama.

The screenshot shows the GIOVANNI web interface with the following details:

- Navigation:** EARTHDATA, Data Discovery, DAACs, Community, Science Disciplines.
- Header:** GIOVANNI The Bridge Between Data and Science v 4.22. Release Notes, Browser Compatibility, Known Issues.
- Message:** MODIS OPeNDAP server continuing problem... [1 of 2 messages] Read More
- Select Plot:** Maps, Comparisons, Vertical, Time Series (Area-Averaged), Miscellaneous.
- Select Date Range (UTC):** YYYYMM (1998-01-01) to (2017-07-31). Valid Range: 1998-01-01 to 2017-04-30.
- Select Region (Bounding Box or Shape):** Format: West, South, East, North. Coordinates: -73.5923,8 3061,-73.451,8 4462.
- Select Variables:**
 - Disciplines: Atmospheric Dynamics (1), Hydrology (1).
 - Measurements: Surface Temperature (1).
 - Platform / Instrument: Platform / Instrument.
 - Spatial Resolutions: Spatial Resolutions.
 - Temporal Resolutions: Temporal Resolutions.
 - Depths: Depths.
 - Special Features: Special Features.
 - Portal: Portal.
- Search Results:**
 - Number of matching Variables: 1 of 1671. Total Variable(s) included in Plot: 2.
 - Keyword: Surface temperature of land include snow. Search Clear.
 - Table with columns: Variable, Source, Temp Res, Spat Res, Begin Date, End Date, Units.
 - Row 1: Surface temperature of land include snow (M2TMNXLND), M2TMNXLND, 2 Mo/M, Monthly, 0.5 x 3.625, 1998-01-01, 2017-05-31, K.
 - Row 2: Precipitation Rate (TRMM_3B43_v2), TRMM, Monthly, 0.25, 1998-01-01, 2017-04-30, mm/month.
- Buttons:** Help, Reset, Feedback, Plot Data.

Figura No. 28. Precipitaciones. Fuente. Autores

Después de haber ingresado las coordenadas mínimas y máximas del shapefile de la micocuencia

Nos envía un link en la cual están la información de precipitaciones (mm) y la temperatura en (K) kelvin.

The screenshot shows the GIOVANNI web interface with the following details:

- Navigation:** EARTHDATA, Data Discovery, DAACs, Community, Science Disciplines.
- Header:** GIOVANNI The Bridge Between Data and Science v 4.22. Release Notes, Browser Compatibility, Known Issues.
- Message:** MODIS OPeNDAP server continuing problem... [1 of 2 messages] Read More
- Browse History:** 1. Time Series, Area-Averaged, User Input, Plots, Plot Options, Downloads, Liveage.
- Instructions:** Click on file links to download. Files contain data portrayed in the plot images.
- ASCI CSV:**
 - [g4_wwwAspTimeSeries.M2TMNXLND_5_12_4_TSRFB_19980101-20170731_T3W_0N_T3W_0N.csv](#)
 - [g4_wwwAspTimeSeries.TRMM_3B43_v2_precipitation.19980101-20170731_T3W_0N_T3W_0N.csv](#)
- PNG:**
 - [g4_wwwAspTimeSeries.M2TMNXLND_5_12_4_TSRFB_19980101-20170731_T3W_0N_T3W_0N.png](#)
 - [g4_wwwAspTimeSeries.TRMM_3B43_v2_precipitation.19980101-20170731_T3W_0N_T3W_0N.png](#)
- Buttons:** Acknowledgment Policy, Help, Feedback, Back to Data Selection.

Figura No. 29. link encontraremos los meses de cada uno de los años en cifras exactas de las temperaturas y precipitaciones que tuvieron para cada año.

datos obtenidos por la base de datos GIOVANNI NASA.		TEMPERATURA KELVIN
2015-01-01 00:00:00,300.102142	2005-01-01 00:00:00,299.921112	2010-01-01 00:00:00,301.840027
2015-02-01 00:00:00,300.473907	2005-02-01 00:00:00,300.618622	2010-02-01 00:00:00,303.224548
2015-03-01 00:00:00,301.06839	2005-03-01 00:00:00,303.718018	2010-03-01 00:00:00,302.315155
2015-04-01 00:00:00,300.563782	2005-04-01 00:00:00,300.643158	2010-04-01 00:00:00,300.821564
2015-05-01 00:00:00,300.549011	2005-05-01 00:00:00,299.333344	2010-05-01 00:00:00,299.826965
2015-06-01 00:00:00,301.450012	2005-06-01 00:00:00,299.025513	2010-06-01 00:00:00,298.77005
2015-07-01 00:00:00,301.120972	2005-07-01 00:00:00,300.078644	2010-07-01 00:00:00,298.576172
2015-08-01 00:00:00,301.479919	2005-08-01 00:00:00,300.374359	2010-08-01 00:00:00,298.166992
2015-09-01 00:00:00,300.683044	2005-09-01 00:00:00,300.457642	2010-09-01 00:00:00,297.032959
2015-10-01 00:00:00,299.257324	2005-10-01 00:00:00,298.346558	2010-10-01 00:00:00,297.212585
2015-11-01 00:00:00,298.754517	2005-11-01 00:00:00,297.448853	2010-11-01 00:00:00,296.493103
2015-12-01 00:00:00,300.872894	2005-12-01 00:00:00,298.073273	2010-12-01 00:00:00,296.666016

Figura No. 30. Años y primer día de cada mes. Fuente. Autores

Los son están el año el mes y el primer día de cada mes, después la hora que es 00:00:00 y después el valor de temperatura (kelvin) de cada mes.

Datos obtenidos de la base de datos GIOVANNI NASA.		PRECIPITACIÓN (mm)
2005-01-01 00:00:00,64.6823959	2010-02-01 00:00:00,9.59675598	2015-01-01 00:00:00,27.2384281
2005-02-01 00:00:00,58.3530045	2010-03-01 00:00:00,56.2524071	2015-02-01 00:00:00,61.4063301
2005-03-01 00:00:00,50.1525841	2010-04-01 00:00:00,152.99527	2015-03-01 00:00:00,80.2927704
2005-04-01 00:00:00,127.210503	2010-05-01 00:00:00,270.884338	2015-04-01 00:00:00,119.905136
2005-05-01 00:00:00,247.089966	2010-06-01 00:00:00,184.220078	2015-05-01 00:00:00,153.654327
2005-06-01 00:00:00,203.900238	2010-07-01 00:00:00,260.783264	2015-06-01 00:00:00,106.857857
2005-07-01 00:00:00,109.633003	2010-08-01 00:00:00,284.486481	2015-07-01 00:00:00,129.836258
2005-08-01 00:00:00,137.594925	2010-09-01 00:00:00,330.568542	2015-08-01 00:00:00,130.785812
2005-09-01 00:00:00,191.461288	2010-10-01 00:00:00,241.704712	2015-09-01 00:00:00,214.460449
2005-10-01 00:00:00,305.438232	2010-11-01 00:00:00,264.242493	2015-10-01 00:00:00,209.097382
2005-11-01 00:00:00,308.06189	2010-12-01 00:00:00,234.079483	2015-11-01 00:00:00,139.397614
2005-12-01 00:00:00,67.8562851		2015-12-01 00:00:00,43.6664886

Figura No 31. Datos obtenidos de la base de datos GIOVANNI NASA.

Los datos son el año el mes y el primer día de cada mes, después la hora que es 00:00:00 y después el valor de la precipitación (mm) de cada mes.

Posteriormente los datos de las precipitaciones y temperaturas se sumaron los meses de cada año correspondiente, para así promediar y obtener los siguientes resultados:

Tabla 3.

Temperatura y precipitación

TEMPERTURA		PRECIPITACION	
AÑO	T EN °C	AÑO	mm
2005	26.6	2005	2771,4343
2010	26.1	2010	200289,8088
2015	27,4	2015	10443,5988

Fuente. Autores del proyecto

A partir de los anteriores datos, se comenzó a trabajar se introdujo la Formula para el cálculo de Evapotranspiración Real (ETR), propuesta por TURC, la cual es:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Donde=

ETR: Evapotranspiración Real en mm/año

P: Precipitación en mm/año

L: $300+25t+0,05t^3$

T: temperatura media anual en °C

Ahora bien, realizando el cálculo de escorrentía superficial por la fórmula propuesta por el IDEAM, mediante la Formula:

Escorrentía = Precipitación – Evapotranspiración.

Para aplicar la fórmula de Oferta hídrica neta, se transformó el valor de lámina de agua superficial total a caudal expresado en (millones de m³ /año) usando la siguiente fórmula, propuesta en la guía metodológica para el cálculo del índice de escasez establecida por el IDEAM.

$$Y = (Q \times t)/(A \times 10000) \longrightarrow Q = y (A \times 10000)/t$$

Dónde:

Y = Escurrimiento superficial total (mm)

Q= Caudal (millones de m³ /año)

t= 864000 año

A= área de la cuenca

Se realizaron los cálculos matemáticos y se tomaron datos de las tablas de precipitación y temperatura para resolver la ecuación de TURC en los años correspondientes 2005-2010-2015 para demostrar la oferta hídrica de la microcuenca viene en déficit.

Para 2005:

$$L = 300 + (25 \times 26.6) + (0.05 (26.6)^3)$$

$$L = 1906.0548$$

$$ETR = \frac{2771.4343}{\sqrt{0.9 + \frac{(2771.4343)^2}{(1906.3247)^2}}}$$

$$\mathbf{ETR = 1596.3247 \text{ mm}}$$

Escorrentía = Precipitación – Evapotranspiración

$$\text{Escorrentía} = 2771.4343 - 1596.3247 \text{ mm}$$

$$\mathbf{\text{Escorrentía} = 1175.1096 \text{ mm}}$$

Para aplicar la fórmula de Oferta hídrica neta,

$$Q = y (A \times 10000) / t$$

$$Q = 1175.1096 (65.34 \text{ km}^2 \times 10000) / 864000 \text{ año}$$

$$\mathbf{Q = 888.6766 \text{ millones m}^3/\text{año.}}$$

Para 2010:

$$L = 300 + (25 \times 26.1) + (0.05 (26.1)^3)$$

$$L = 1841.48$$

$$ETR = \frac{2289.8088}{\sqrt{0.9 + \frac{(2289.8088)^2}{(1841.48)^2}}}$$

$$\mathbf{ETR = 1464.0422 \text{ mm}}$$

Escorrentía = Precipitación – Evapotranspiración

Escorrentía = 2289.8988 – 1841.48 mm

Escorrentía = 825.76 mm

Para aplicar la fórmula de Oferta hídrica neta,

$$Q = y (A \times 10000)/t$$

$$Q = 825.76 (65.34\text{km}^2 \times 10000) / 864000\text{año}$$

Q = 624.48 millones m³/año.

Para 2015:

$$L = 300 + (25 \times 27.4) + (0.05 (27.4) \wedge 3)$$

$$L = 2013.5412$$

$$ETR = \frac{1443.5988}{\sqrt{0.9 + \frac{(1443.5988)^2}{(2013.5412)^2}}}$$

ETR = 1214.0042 mm

Escorrentía = Precipitación – Evapotranspiración

Escorrentía = 1443.5988 – 1214.0042 mm

Escorrentía = 229.59 mm

Para aplicar la fórmula de Oferta hídrica neta,

$$Q = y (A \times 10000)/t$$

$$Q = 229.59 (65.34\text{km}^2 \times 10000) / 864000\text{año}$$

Q = 173.57 millones m³/año.

Una vez analizado y corroborado cada uno de los datos procedentes de la metodología explicada anterior mente, permitió a los autores establecer que para el año 2005, la micro cuenca quebrada Buturama ofertaba un caudal promediado de 888,67 millones m³/año, Posterior mente para el año 2010 el caudal era de 624,48 millones m³/año y para el 2015 se calculó en un 173,62 millones m³/año según la propuesta de TURC, por medio de los cálculos de evapotranspiración ETR.

Dando a conocer que con el transcurrir de los años, más exacta mente para el periodo 2010-2015 la disminución de la oferta superficial en esta zona, fue perdiendo súbitamente su comportamiento, generando una ola de preocupación, conociendo que esta es la principal fuente de abastecimiento del municipio de Aguachica cesar, que a mediado de los años ha aumentado su población aceleradamente, y no obstante el crecimiento de las actividades agropecuaria en la zona y la no implementación de actividades de reforestación, educación ambiental, entre otras, ha dejado en descubierto una problemática social, cultural y ambiental, ya plasmada y evidenciada sobre todo en los últimos años en el municipio de Aguachica cesar.

5.4 Establecer las relaciones entre los cambios de uso del suelo y la variación de la oferta hídrica

La elaboración del presente estudio fue necesaria ya que se buscó determinar cuál era el estado de la microcuenca quebrada Buturama de Aguachica cesar, desde el comportamiento de la misma, en los años correspondiente 2005, 2010 y 2015, y además conocer la relación del uso del suelo y su incidencia sobre la oferta hídrica.

Se puede establecer que del área total de la microcuenca el 82,4% de sus suelos se dedica a actividades agropecuarias el 72.84% a actividades de la ganadería extensiva y el 13.58% a la agricultura convencional, el 0.97 son suelos de parcelación urbana y solo el 12.6 suelos de protección del recurso hídrico.

La deforestación y tala de los bosques alrededor de nacimientos de agua y en áreas de aptitud forestal, las prácticas agropecuarias inadecuadas como la quema ocasionada en el sector rural, la contaminación con residuos sólidos, líquidos y agroquímicos; son todo un conjunto de factores que conducen a una frágil oferta y calidad del recurso agua, al deterioro de las propiedades físicas del suelo logrando varios grados erosivos, a alteraciones climáticas drásticas y un paulatino deterioro de la flora y fauna del municipio.(PBOT,2015)

La Quebrada Buturama es el principal drenaje, sus bordes están pobremente protegidos por rastrojos y es la fuente de abastecimiento de gran parte de la zona alta y del casco Urbano. Su estado es realmente crítico pues a duras penas guarda un pequeño bosque de galería a su alrededor, sin ser este suficiente para la recuperación y protección de la microcuenca. La mayoría de cultivos de la microcuenca disminuyen la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Otros problema que enfrenta la microcuenca es el abuso de insumos agroquímicos que afectan tanto a las corrientes superficiales como subterráneas.(PBOT,2015).

El área total de la microcuenca es de **6534 Ha**. Para el 2005 el área de bosque intervenido es de **830.318044 Ha** y su oferta hídrica fue de **888.6766 millones m³/año**.

Para el 2010 el área de bosque intervenido fue de **917.772652** Ha mayor al dato inmediatamente anterior, por ende, se ve reflejado en el volumen de la oferta hídrica con un total de **624.48 millones m³/año**.

Para el 2015 el área de bosque intervenido por actividades antrópicas **976.000468Ha** donde se puede evidenciar que es un área mayor con respecto a los años anteriores, por consiguiente la oferta hidrica disminuyo en un total de volumen **173.57 millones m³/año**.

La intervención antrópica para los distintos usos del suelo de la microcuenca, determina la oferta hidrica, siendo asi, que a mayor sea el área de bosque afectada,

Será menor la oferta hidrica, ya que éstas son directamente proporcionales entre sí.

Conclusiones

Se realizó un diagnóstico biofísico de la microcuenca Quebrada Buturama en el municipio de Aguachica departamento del Cesar; lo cual permitió establecer las condiciones en las cuales se encuentran los predios y así elaborar una evaluación inicial del estado de vertiente hídrica.

Desde el punto de vista profesional y académico el poder desarrollar o formular un diagnóstico biofísico de la zona delimitada como Microcuenca de la quebrada Buturama es de vital importancia, ya que nos permite entender la dinámica real de cada uno de los componentes del ecosistema, suelo- vegetación-agua- relieve y como inciden estos en el desarrollo rural de las comunidades que allí habitan,

Logramos determinar mediante un análisis multitemporal, los cambios del uso del suelo que se han dado en la microcuenca Quebrada Buturama entre el año 2005 - 2015. Lo cual demostró el deterioro que ha sufrido el área protegida en cuanto a su conservación y preservación debido a la influencia de factores antrópicos, como lo son el desarrollo de actividades agropecuarias.

Se realizó análisis actual de la microcuenca Quebrada Buturama mediante la observación de los variables cartográficas; y al comparar los datos históricos de estudios realizados anteriormente se pudo establecer que las alteraciones que se han dado en los usos del suelo trae problemáticas para el municipio de Aguachica en términos ambientales y sociales.

Recomendaciones

Se debe implementar el uso de Imágenes de satélites procedentes de proyectos de observación de la tierra. Los cuales permiten entender la dinámica en el cambio de los usos del suelo dentro de las micro cuencas, así como la mala gestión de las tierras a través de los años, y con esto determinar las afectaciones causadas, entre las cuales se tiene el incremento en los denominados procesos de deforestación sobre todo en las partes altas de la microcuenca y en especial en el nacimiento de estas.

Se recomienda realizar seguimiento periódico a las áreas de conservación que hacen parte de la microcuenca Quebrada Buturamna, con el fin de garantizar que a estas se les realice el adecuado manejo como áreas protegidas y de importancia ambiental para el municipio; permitiendo dentro de estas se den los diferentes procesos hidrogeológicos necesarios para la conservación del recurso hídrico.

Es necesario tomar medidas urgentes para dar solución a las problemáticas de disponibilidad del recurso hídrico en el municipio de Aguachica, para ello se sugiere la construcción de un embalse aguas arriba del punto de captación de la planta de tratamiento de agua potable por parte de la empresa prestadora del servicio; buscando de esta manera contar con el suministro de agua constante en temporadas secas o de niveles de precipitación bajos.

Referencias

- Acuña, C. (Julio de 2010). Identificación de áreas prioritarias de conservación enfocadas hacia la conectividad estructural del corredor Encenillo (municipios de la Calera, Guasca, Sopo, Sesquilé, Guatavita), Cundinamarca. Recuperado el 27 de Abril de 2016, de Repositorio Institucional Pontificia Universidad Javeriana:
<http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/9796/1/tesis86.pdf>
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2013). Fragmentación del paisaje en Europa. Recuperado el 30 de Abril de 2016, de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente:
http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/FRAGMENTACION_PAISAJE_EUROPA_tcm7-306343.pdf
- Aguilar, C., Martínez, E., & Arraiga, L. (2000). Deforestación y fragmentación de ecosistemas: ¿Qué tan grave es el problema en México? *Biodiversitas*(30), 7-11. Recuperado el 26 de Abril de 2016, de
<http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv30art2.pdf>
- Alarcón Hincapié, J., & Pabón Caicedo, J. (Diciembre de 2013). El cambio climático y la distribución espacial de las formaciones vegetales en Colombia. *Colombia Forestal*, 16(2), 171 - 185. Recuperado el 23 de Marzo de 2016, de
<http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v16n2/v16n2a04>
- Alemán , B. (2014). Ecología del paisaje: análisis de la pérdida y fragmenación de ecosistemas boscosos en el sector noreste de la Reserva Forestal Golfo Dulce, 1979- 2013. untareñas, Costa Rica. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Repositorio del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información:
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/2055>

- Altamirano, A., Echeverría, C., & Lara, A. (2007). Efecto de la fragmentación forestal sobre la estructura vegetal de las poblaciones amenazadas de *Legrandia concinna* (Myrtaceae) del centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*(80), 27-42. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de <http://www.scielo.cl/pdf/rchnat/v80n1/art03.pdf>
- Andrade, G., & Castro, L. (2012). Degradación, pérdida y transformación de la biodiversidad continental en Colombia Invitación a una interpretación socioecológica. Recuperado el 19 de Abril de 2016, de Pontificia Universidad Javeriana: <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteydesarrollo/article/view/3196>
- Armesto, J., Willson, M., Díaz, I., & Reid, S. (Mayo de 2005). Ecología del paisaje rural de la isla Chiloe: diversidad de especies de aves en fragmentos de bosques nativos. Recuperado el 30 de Abril de 2016, de Repositorio académico de la Universidad de Chile: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120072/Smith-Ramirez%2c%20Cecilia-LIBRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bennet, A. (2004). Enlazando el paisaje: El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. Recuperado el 25 de Abril de 2016, de Unión Mundial para la Naturaleza: http://svsch.ceachile.cl/e-Biblioteca/Documentos/Biodiversidad/2004_Corredores_Biologicos.pdf
- Bizama, G., Torrejón, F., Aguayo, M., Muñoz, M., Echeverría, C., & Urrutia, R. (2011). Pérdida y fragmentación del bosque nativo en la cuenca del río Aysén (Patagonia-Chile) durante el siglo XX. *Revista de Geografía Norte Grande*(49), 125-138. Recuperado el 27 de Abril de 2016, de <http://www.scielo.cl/pdf/rgeong/n49/art08.pdf>
- Bustamante, R., & Grez, A. (Junio de 1995). Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo*, XL(2), 58-63. Recuperado el 28 de Febrero

de 2016, de [\[chile.cl/otras_publicaciones/RBustamante/Bustamante_Grez_1995_Ambient_Desarr.pdf\]\(http://www.ieb-chile.cl/otras_publicaciones/RBustamante/Bustamante_Grez_1995_Ambient_Desarr.pdf\)](http://www.ieb-</p></div><div data-bbox=)

Cahuana, A., & Yugar, W. (Septiembre de 2009). Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología CIV-233. Recuperado el 05 de Abril de 2016, de Universidad Mayor de San Simón: <http://myslide.es/documents/libro-completo-de-hidrologia.html>

Canet, L. (2007). Herramientas para el Diseño, Gestión y Monitoreo de Corredores Biológicos en Costa Rica. Recuperado el 11 de Febrero de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuario: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1573E/A1573E.PDF>

Chuvieco, E. (Julio de 1995). Fundamentos de la teledetección espacial. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de Geografía física: http://geografiafisica.org/sem_2015_01/maestria_geom/SIG_p_GdR/fundamentos_de_tel_edeteccion_espacial_chuvieco_BUENO.pdf

Cifuentes, M. (1983). Reservas de Biosfera: Clarificación de su marco conceptual y diseño y aplicación de una metodología para la planificación estratégica de un subsistema nacional. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuario: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1577e/A1577e00.pdf>

Concejo Municipal de Ocaña, Norte de Santander. (2011). Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Recuperado el 28 de Enero de 2016, de Alcaldía Municipal de Ocaña, Norte de Santander: <http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/index.shtml?apc=v-xxl-&x=2835077>

Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres. (15 de Diciembre de 2012). Plan de Contingencia para Incendios Forestales del Municipio de Ocaña, Norte de Santander. Recuperado el 28 de Enero de 2016, de Alcaldía Municipal de Ocaña, Norte de Santander:

<http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38656632356330656332656230383763/plan-de-contingencia-incendios-forestales.pdf>

Coronado, M. (Octubre de 2014). Análisis de la fragmentación en el Parque Nacional Cerro Azul Meámbar (PANACAM). Recuperado el 18 de Abril de 2016, de Zomorano :

<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3320/1/IAD-2014-004.pdf>

De Alba Ávila, A., Chapa, D., & Sosa, J. (Marzo de 2008). Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y Bosques*, 14(1), 37-51. Recuperado el 17 de Abril de 2016, de

<http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=61714104>

Díaz, M. (Diciembre de 2006). La zonificación como elemento de planificación y manejo de áreas del sistema de parques nacionales naturales. Recuperado el 21 de Abril de 2016, de Parques Nacionales Naturales de Colombia:

<http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/documentozonificacion.pdf>

Etter, A. (1991). Introducción a la ecología del paisaje: Un marco de integración para los levantamientos ecológicos. Recuperado el 27 de Abril de 2016, de Instituto Geográfico Agustín Codazzi :

<https://drive.google.com/file/d/0B7dPeC1rpAmhMjEwOTE0NGMtYTdhNy00MmQ0LTg5MWMtNzdiYWZjNmVhZWRI/view?pref=2&pli=1>

EUROPARC España. (2009). Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramienta y casos prácticos. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de EUROPARC España:

<http://www.redeuroparc.org/publicaciones/monografia2.pdf>

Ferreira, P., & Fandiño, M. (1998). Colombia biodiversidad siglo XXI: Propuesta técnica para la formulación de un plan de acción ambiental en biodiversidad. Recuperado el 05 de Abril

de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt:
<http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/169-colombia-biodiversidad-siglo-xxi-propuesta-tecnica-para-la-formulacion-de-un-plan-de-accion-ambiental-en-biodiversidad>

Figueroa, A., & Valencia, M. (Septiembre de 2009). Fragmentación y Coberturas Vegetales de Ecosistemas Andinos, Departamento del Cauca. Recuperado el 27 de Febrero de 2016, de Universidad del Cauca:

<http://talos.unicauca.edu.co/gea/sites/default/files/Fragmentaci%C3%B3n%20y%20Coberturas%20Vegetales%20de%20Ecosistemas%20Andinos.pdf>

Fundación ProAves. (s.f.). Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma. Recuperado el 28 de Enero de 2016, de Fundación ProAves: <http://www.proaves.org/rna-hormiguero-de-torcoroma/>

Garay, L. (Junio de 2013). Minería en Colombia: Fundamentos para superar el modelo extractivista. *Scielo*, 15(28), 289-291. Recuperado el 19 de Abril de 2016, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-59962013000100020

García, D. (Mayo de 2011). Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema. *Ecosistemas*, 20(2), 1-10.
doi:10.7818/18

Grajales, T. (26 de Mayo de 2002). Tipos de Investigación. Recuperado el 12 de Marzo de 2016, de Investigación: <http://tgrajales.net/investipos.pdf>

Gurrutxaga, M., & Lozano, P. (Julio de 2008). Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre. *Estudios Geográficos*, LXIX(265), 519-543. Recuperado el 21 de Abril de 2016, de <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/97/9>

Herrera, R., & Rincón, D. (10 de Marzo de 2014). Nuevo registro del Hormiguero Pico de Hacha (*Clytoctantes alixii*) para el departamento de Santander, Colombia. *Cotinga*(36), 54-55.

Recuperado el 04 de Febrero de 2016, de

<http://neotropicalbirdclub.org/articles/36/Herrera.pdf>

Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Recuperado el 06 de Abril de 2016, de Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonía Colombiana:

http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a64629ad-2dbe-4e1e-a561-fc16b8037522&groupId=762

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2003).

Conservación y uso sostenible de la biodiversidad de los Andes colombianos. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/255-informe-anual-2003-proyecto-conservacion-y-uso-sostenible-de-la-biodiversidad-de-los-andes-colombianos>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2009).

Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. (F. H. Lozano-Zambrano, Ed.) doi:978-958-8343-37-2

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (30 de Mayo de 2006). Análisis preliminar de patrones del paisaje en paisajes rurales ganaderos.

Recuperado el 19 de Abril de 2016, de Alcaldía de Filandia - Quindío:

http://www.filandia-quindio.gov.co/apc-aa-files/34373838333435393431666366353030/Patrones_de_paisaje_en_paisajes_ganaderos.pdf

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2006). Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras : Del Departamento de Norte de Santander. Recuperado el 07 de Abril de 2016, de Instituto Geográfico Agustín Codazzi: http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=37552&shelfbrowse_itemnumber=39050
- Ivars, A., & Vega, C. (2008). Ejemplo teórico de aplicación de las herramientas de la ecología del paisaje en la ordenación por rodales en la Cerdaña. *Sociedad Española de Ciencias Forestales*(27), 87-94. Recuperado el 21 de Abril de 2016, de http://secforestales.org/publicaciones/index.php/cuadernos_secf/article/view/9758/9676
- Izurieta, A. (1997). Evaluación de la eficacia del manejo de áreas protegidas: validación de una metodología aplicada a un subsistema de áreas protegidas y sus zonas de influencia, en el área de conservación Osa, Costa Rica. Recuperado el 22 de Abril de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuaria: <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0496E/A0496E.PDF>
- Kathy , M., John , M., Graham, C., & Jim, T. (Octubre de 1982). Manejo de áreas protegidas en los trópicos. Recuperado el 23 de Abril de 2016, de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza : <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1986-MacK-001-Es.pdf>
- Kattan, G., & Valderrama, C. (Agosto de 2006). Plan de Conservación de la Pava Caucana (*Penelope perspicax*). Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/293-plan-de-conservacion-de-la-pava-caucana-penelope-perspicax>
- Laverde, O., & F. Gary, S. (2007). Aportes sobre el Hormiguero Pico de Hacha (*Thamniphilidae*: *Clytoctantes Alixii*) y su relación cn un bambú en un Bosque Secundaio de Colombia.

- Ornitología Colombiana(5), 83 - 90. Recuperado el 02 de Mayo de 2016, de https://www.academia.edu/4677231/APUNTES_SOBRE_EL_HORMIGUERO_PICO_DE_HACHA_THAMNOPHILIDAE_CLYTOCTANTES_ALIXII_Y_SU_RELACION_CON_UN_BAMB%C3%9A_EN_UN_BOSQUE_SECUNDARIO_DE_COLOMBIA_Notes_on_the_Recurve-billed_Bushbird_Thamnophilidae_Clytoctantes_alixii_and_i
- Lozano, A., Rivera, P., & Sierra, P. (2012). Criterios de Zonificación Ambiental usando técnicas de participación y de Información: Estudio de caso Zona Costera del Departamento del Atlántico. *Scielo*, I(41), 61-83. Recuperado el 28 de Febrero de 2016, de <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v41n1/v41n1a04.pdf>
- Martínez, R. (Abril de 2002). Análisis multitemporal de la cobertura vegetal de la Reserva Biológica de Yuscarán, El Paraiso, Honduras. Recuperado el 23 de Abril de 2016, de Zamorano: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1585/1/T1414.pdf>
- Mass, J., & Correa, J. (2000). Análisis de fragmentación del paisaje en el área protegida "Los Petenes", Campeche, México. *Investigaciones Geográficas*(43), 42-59. Recuperado el 23 de Abril de 2016, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n43/n43a4.pdf>
- Mastropietro, D. (Agosto de 1996). Detección de bordes de una imagen a través de la técnica de filtros B-Spline. Recuperado el 07 de Abril de 2016, de International Atomic Energy Agency: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/29/050/29050366.pdf
- McGarigal, K., Marks, B., Cushman, S., & Ene, E. (2000). FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de UMass Landscape Ecology Lab: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Recuperado el 27

de Marzo de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/documentos/pngibse-espaol-web.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: <http://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/MedioAmbiente/undp-co-informe-biodiversidad-2014.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado el 07 de Abril de 2016, de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/decretos#>

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2010). Indicadores de fragmentación de hábitats causado por infraestructuras lineales de transporte. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/sec_copia_de_libro_parques_nacionales_tcm7-165477.pdf

Morera, C., Pinto, J., & Romero, M. (2007). Paisaje, procesos de fragmentación y redes ecológicas: aproximación conceptual. Recuperado el 19 de Abril de 2016, de Research Gate: https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Morera_beita/publication/256495889_PAISAJE_PROCESOS_DE_FRAGMENTACION_Y_REDES_ECOLOGICAS_APROXIMACION_CONCEPTUAL/links/0deec5231d7ebb5356000000.pdf

- Mullo, F. (Mayo de 2001). Aportes de la ecología del paisaje al manejo integrado de los recursos hídricos en la microcuenca de la quebrada Ambuqui. Recuperado el 30 de Abril de 2016, de Pontificia Universidad Católica del Ecuador:
<https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwix3rXNs4nMAhUEkIMKHcboApkQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Frepositorio.puce.edu.ec%2Fbitstream%2F22000%2F3702%2F1%2FT-PUCE-3331.pdf&usg=AFQjCNG0BzTAGUWi1D74SSW6bQsRAiisgw>
- Naveh, Z., & Lieberman, A. (1994). *Landscape Ecology: Theory and Application*.
doi:10.1007/978-1-4757-2331-1
- Ortega Gómez, S. (2009). Propuesta de red de conectividad ecológica entre remanentes de bosque y cacaotales en dos paisajes centroamericano. Recuperado el 22 de Marzo de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuaria:
<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3064E/A3064E.PDF>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (28 de Marzo de 2014). Instructivo metodológico para evaluación de atributos ecológicos e integridad ecológica en áreas protegidas. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de Parques Nacionales Naturales de Colombia:
http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/GAINF_IN_09EvaluacionatributosecologicoseintegridadecologicaV1.pdf
- Paruelo, J., Guershman, J., Piñeiro, G., Jobbagy, E., Verón, S., Baldi, G., & Baeza, S. (2006). Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay : marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia*, X(2), 47-61. Recuperado el 28 de Abril de 2016, de
<http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/VOL10/2/pp47-61.pdf>
- Pinto, J., & Ruiz de Centurión, T. (Septiembre de 2010). Patrones de deforestación y fragmentación 1976-2006 en el municipio de San Julian (Santa Cruz, Bolivia). *Ecología*

en Bolivia, 45(2), 101-115. Recuperado el 28 de Febrero de 2016, de

<http://uniciencia.ambientalex.info/revistas/452eb101115.pdf>

Posada, E., Ramirez, H., & Espejo, N. (2012). Manual de prácticas de percepción remota con el programa ERDAS IMAGINE. Recuperado el 05 de Abril de 2016, de United Nations Office for Outer Space Affairs: http://www.un-spider.org/sites/default/files/ManualERDAS_web.pdf

Puerta, R., Rengifo, J., & Bravo, N. (2011). ArcGis Basico 10. Recuperado el 25 de Abril de 2016, de ArcGeek: <http://arcgeek.com/descargas/MA10B.pdf>

Ramos, Z. (2004). Estructura y composición de un paisaje boscoso fragmentado: Herramienta para el diseño de estrategias de conservación de la biodiversidad. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuario: <http://www.sidalc.net/repdoc/A0303e/A0303e.pdf>

Registro de Información Catastral. (Diciembre de 2010). Guía Metodológica para el Levantamiento Catastral en Áreas Protegidas. Recuperado el 25 de Marzo de 2016, de Registro de Información Catastral: <http://www.ric.gob.gt/normativa/guia-metodologica-para-el-levantamiento-catastral-en-areas-protégidas>

Renjifo, L., Franco, A., Amaya, J., Kattan, G., & López, B. (2002). Libro rojo de aes de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Recuperado el 20 de Febrero de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MMA-0463/MMA-0463_CAPITULO1.pdf

Riitters, K., Wickham, J., O'Neill, R., Jones, B., & Smith, E. (29 de Septiembre de 2000). Global-Scale Patterns of Forest Fragmentation. *Ecology and Society*, 4(2), 1-15. Recuperado el 29 de Abril de 2016, de <http://www.ecologyandsociety.org/vol4/iss2/art3/>

- Romero, M., Cabrera, E., & Ortiz, N. (2008). Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Recuperado el 31 de Marzo de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt:
<http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/336-informe-sobre-el-estado-de-la-biodiversidad-en-colombia-2006-2007>
- Rudas , G., Armenteras, D., Polanco, R., Gómez , J., & Maldonado, J. (2006). Deforestación y fragmentación de ecosistemas naturales en el Escudo Guayanés colombiano. Recuperado el 23 de Abril de 2016, de Centro de Estudios en Planificación, Políticas Públicas e Investigación Ambiental:
<http://www.ceppia.com.co/Herramientas/INDICADORES/Guayana/Publicacion%20Guayana.pdf>
- Rudas, G., Marcelo, D., Armenteras, D., Rodríguez, N., Morales, M., Delgado, L., & Sarmiento, A. (2007). Biodiversidad y actividad humana: relaciones en ecosistemas de bosque subandino en Colombia. Recuperado el 28 de Abril de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Sabino, C. (1992). El proceso de investigación. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de Metodología de la Investigación:
https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino.pdf
- Sánchez, R. (2006). Establecimiento y manejo de áreas protegidas: notas básicas para la enseñanza. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Repositorio Institucional: Instituto Tecnológico de Santo Domingo:
<https://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/handle/123456789/223?show=full>

- Sarmiento, A., Galán, F., Mesa, C., Castaño, E., Delgado, C., & Ariza, F. (18 de Julio de 2002). Metodología de Índices Sintéticos de Estado de los Ecosistemas y Relación con Índices de Presión y Respuesta Antrópica. Recuperado el 22 de Abril de 2016, de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales:
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/017931/DocumentosIndicadores/IndicadoresAmazonia/Doc/7AmazoniaAnexoVISintetico090402.pdf>
- Sarmiento, A., Rudas, G., Marcelo, D., & Delgado, C. (Julio de 10 de 2006). Ecosistemas de los Andes Colombianos: Conservación y degradación del bosque natural subandino. Recuperado el 29 de Marzo de 2016, de INFOANDINA:
http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/ecosistemas_de_los_andes_colombianos.pdf
- Saunders, D., Hobbs, R., & Margules, C. (Marzo de 1991). Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology*, 5(1), 18-32. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de <http://www.carmelacanzonieri.com/library/6108-LandscapeEcoPlanning/Saunders-BioConsequence%20EcosysFragmentation.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México: Compendio de Estadísticas Ambientales Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Recuperado el 26 de Abril de 2016, de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales:
http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Informe_2012.pdf
- Soluciones Integrales en Geomática. (s.f.). ALOS. Recuperado el 05 de Abril de 2016, de GeoSoluciones: <http://www.geosoluciones.cl/alos/>
- Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas de Parques Nacionales Naturales. (26 de Julio de 2012). Por medio del cual se archiva una solicitud de registro de Reserva Natural

de la Sociedad Civil. Recuperado el 02 de Febrero de 2016, de Parques Nacionales Naturales de Colombia:

http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/Auto_0018_260712_sgm.pdf

Tellería, J., & Santos, T. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2), 3-12. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-33471/2006_Ecosistemas_2_3.pdf

Universidad de la Sabana. (s.f). Comunicación Social y Periodismo Investigación aplicada.

Recuperado el 10 de Marzo de 2016, de Universidad de la Sabana:

<http://www.unisabana.edu.co/carreras/comunicacion-social-y-periodismo/trabajo-de-grado/opciones-de-trabajo-de-grado/investigacion-aplicada/>

Valdés, A. (Mayo de 2011). Modelos de paisaje y análisis de fragmentación: de la biogeografía de islas a la aproximación de paisaje continuo. *Ecosistemas*, 20(2), 11-20. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de

<http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/19>

Vélez, L., & Gómez, A. (Febrero de 2008). Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala del paisaje. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXXIV(729), 31-44. Recuperado el 22 de Abril de 2016, de

<http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/159/159>

Apéndices





Cronograma de actividades

ACTIVIDAD PROGRAMADA	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
gestión y análisis de la información secundaria referente a las características biofísicas de la microcuenca						
visitas a campo para validación de datos e información secundaria						
gestión y procesamiento de las imágenes satelitales adquiridas mediante geoportales						
Realización de la disponibilidad hídrica de la microcuenca Quebrada Buturama						