

**DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO Y SOCIOECONÓMICO DE LA MICROCUENCA DEL  
RÍO COFRE, ABASTECEDORA DE LA COMUNIDAD DEL CORREGIMIENTO  
DE LA VENTA, MUNICIPIO DE CAJIBÍO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



**ARIEL MAURICIO MORALES FERNÁNDEZ  
JUAN CARLOS ROMERO MENESES**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL  
POPAYÁN  
2012**

**DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO Y SOCIOECONÓMICO DE LA MICROCUENCA DEL  
RÍO COFRE, ABASTECEDORA DE LA COMUNIDAD DEL CORREGIMIENTO  
DE LA VENTA, MUNICIPIO DE CAJIBÍO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



**ARIEL MAURICIO MORALES FERNÁNDEZ  
JUAN CARLOS ROMERO MENESES**

**Trabajo de grado en la modalidad de investigación presentado como  
requisito para optar al título de Ingeniero Forestal**

**Director:  
M.Sc. JUAN PABLO PAZ CONCHA  
Ecólogo**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL  
POPAYÁN  
2012**

*El sacrificio, apoyo y amor constante de nuestras familias ha sido el eje central en el cumplimiento de nuestras metas. A ellos dedicamos de manera especial la culminación de este trabajo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres Gildardo y Esther Julia, por su amor y apoyo incondicional, a mis hermanos Sory Alexander y Arlet Sofía, que siempre estuvieron dispuestos a escucharme y aconsejarme.

A mi pequeña gran familia, Karen Sofia y Jader David, un nuevo motor que me alienta para alcanzar nuevas metas

Al amor inocente de mis sobrinas Heidee Anahy y Luisa María, que lograron tantas veces arrancarme una sonrisa aun en momentos difíciles.

A mis abuelas Tarjelia María y Margarita Fabiola y a mi abuelo José de Jesús (Q.E.P.D.) por su alcahuetería infinita. y a todos los miembros de la gran familia Fernández por Compartir conmigo momentos inolvidables

***Ariel Mauricio***

A mis padres Bolivar y Eneida por todo el amor brindado, por alcahuetearme en mis decisiones, por la confianza que siempre depositaron en mí y por ser los pilares de mi vida.

A mis hermanos Oscar, Andrea, Toño, Cesar, Diego, Alejandro, Javier y a mis sobrinos; por brindarme todo su amor y apoyo incondicional en cada uno de los momentos de mi vida, por ser cómplices y amigos. Muchas gracias

***Juan Carlos***

Sin orden de importancia, estas fueron las personas que de una u otra forma contribuyeron en la culminación de este trabajo.

A los profesores del programa de Ingeniería Forestal, por la enseñanza en nuestro paso por la Academia. A Juan Pablo Paz, Julieth Chacón, Oscar Samboni, Franco Alvis; por el aporte en el fortalecimiento del trabajo.

Al combo de “ingeniebríos”, Miguel, Steven y Luis; por la amistad incondicional.

A los compañeros, amigos y demás personas por brindarnos siempre su apoyo.

***Gracias a Todos***

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
1. MARCO REFERENCIAL	17
1.1 Generalidades de las cuencas Hidrográficas	17
1.1.1 Cuencas hidrográficas	17
1.1.2 Política y legislación de las cuencas hidrográficas	17
1.2 DIAGNOSTICO BIOFÍSICO	18
1.2.1 Geología	18
1.2.2 Geomorfología	18
1.2.3 Suelos	18
1.2.4 Clima	19
1.2.4.1 Temperatura	19
1.2.4.2 Precipitación	19
1.2.4.3 Clasificación climática de Caldas	19
1.2.5 Cobertura y uso del suelo	19
1.2.6 Capacidad de uso del suelo	20
1.2.7 Conflictos de uso del suelo	20
1.2.7.1 Adecuado	20
1.2.7.2 Subutilizado	20
1.2.7.3 Sobreutilizado	20
1.2.8 Morfometría	21
1.2.8.1 Área de la cuenca	21
1.2.8.2 Longitud del cauce principal de la cuenca	21
1.2.8.3 Parámetros de forma	21
1.2.8.4 Parámetros de relieve	22
1.2.8.5 Parámetros relativos a la red de drenaje	22
1.2.9 Hidrometría	23
1.2.9.1 Caudal	23
1.2.9.2 Calidad del agua	23
1.3 DIAGNOSTICO SOCIOECONÓMICO	24
1.3.1 Población	24
1.3.1.1 Población total	24

1.3.1.2 Distribución por edad y sexo	24
1.3.1.3 Estructura de la población	24
1.3.1.4 Población económicamente activa	24
1.3.2 Infraestructura social	24
1.3.2.1 Educación	24
1.3.2.2 Salud	25
1.3.2.3 Vivienda	25
1.3.3 Infraestructura física	25
1.3.3.1 Servicios públicos	25
1.3.3.2 Viabilidad y transporte	25
1.3.4 Actividad económica	25
1.3.4.1 Sistemas productivos	25
2. METODOLOGÍA	26
2.1 LOCALIZACIÓN Y ASPECTO GENERALES DE LA CUENCA	27
2.2 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO	27
2.3 RECOPIACIÓN Y ANALISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	28
2.3.1 Morfometría	28
2.3.1.1 Parámetros de forma	28
2.3.1.2 Parámetros de relieve	29
2.3.1.3 Parámetros relativos a la red de drenaje	30
2.3.2. Componente biofísico	31
2.4. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PRIMARIA	32
2.4.1 Hidrometría	32
2.4.2. Componente socioeconómico	33
2.5 PROCESAMIENTO, ANALISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	33
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1 LOCALIZACIÓN Y ASPECTOS GENERALES DE LA CUENCA	34
3.2 COMPONENTE BIOFÍSICO	35
3.1.1 Geología	36
3.1.2 Geomorfología	38
3.1.3 Suelos	38
3.1.4 Clima	38
3.1.4.1 Pisos térmicos	41
3.1.5 Cobertura y uso del suelo	42

3.1.6 Capacidad de uso del suelo	42
3.1.7 Conflictos de uso del suelo	45
3.1.8 Morfometría	45
3.1.9 Hidrometría	51
3.2 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	53
3.2.1 Población	53
3.2.2. Infraestructura Social	57
3.2.2.1 Vivienda	57
3.2.2.2 Educación	59
3.2.2.3 Salud	61
3.2.3 Infraestructura física	63
3.2.3.1 Viabilidad y transporte	63
3.2.3.2 Servicios públicos domiciliarios	65
3.2.3.3 Comunicaciones	71
3.2.4 Actividad económica	72
3.2.4.1 Sector primario	72
3.2.4.2 Sector secundario	72
3.2.4.3 Sector terciario	72
4. CONCLUSIONES	75
5. RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	83

## LISTA DE CUADROS

	Pág
<b>Cuadro 1.</b> Categorías de clasificación para el coeficiente de compacidad	29
<b>Cuadro 2.</b> Rango de clasificación climática de Caldas	31
<b>Cuadro 3.</b> Resumen de resultados biofísicos	35
<b>Cuadro 4.</b> Resumen parámetros morfométricos microcuenca del Rio Cofre	47
<b>Cuadro 5.</b> Caudales obtenidos con el método del flotador	51
<b>Cuadro 6.</b> Resumen distributivo de la población de la microcuenca del Río Cofre	55
<b>Cuadro 7.</b> Fuentes abastecedoras de acueductos verdales	66

## LISTA DE GRÁFICOS

	Pág
<b>Gráfico 1.</b> Esquema metodológico	26
<b>Gráfico 2.</b> Promedio de precipitaciones – Estación pluviométrica Totoró	41
<b>Gráfico 3.</b> Histograma de frecuencias y curva hipsométrica microcuena del Río Cofre	48
<b>Gráfico 4.</b> Perfil de aforos con flotador Río Cofre	52
<b>Gráfico 5.</b> Relación de caudales 1961 – 1990 vs caudales obtenidos 2011	52
<b>Gráfico 6.</b> Consolidado de habitantes de las veredas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre	55
<b>Gráfico 7.</b> Pirámide poblacional de las veredas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre	56
<b>Gráfico 8.</b> Materiales de viviendas construidas en las veredas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre	59
<b>Gráfico 9.</b> Consolidado de alumnos matriculados en instituciones y centros educativos del corregimiento de la Venta Cajibío	60
<b>Gráfico 10.</b> Cubrimiento del servicio de acueducto en el corregimiento de La Venta	66
<b>Gráfico 11.</b> Acceso a posos sépticos de las viviendas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre	70
<b>Gráfico 12.</b> Consolidado de viviendas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre que separan las basuras	70
<b>Gráfico 13.</b> Cubrimiento del servicio de energía eléctrica, en las veredas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre	71
<b>Gráfico 14.</b> Cubrimiento del servicio de telefónico, en las veredas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre	72
<b>Gráfico 15.</b> Actividad económica de las veredas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre	73

## LISTA DE IMÁGENES

	Pág
<b>Imagen 1.</b> Iluminación planchas cartográficas	27
<b>Imagen 2.</b> Afluente Río Cofre	27
<b>Imagen 3.</b> Río Cofre	27
<b>Imagen 4.</b> Localización de la microcuenca del Río Cofre	34
<b>Imagen 5.</b> Medición de caudal con flotador y molinete	51
<b>Imagen 6.</b> Población indígena totoroña	53
<b>Imagen 7.</b> Vivienda en bahareque, vereda Buenavista Tototó	58
<b>Imagen 8.</b> Vivienda en madera, vereda de La Venta Cajibío	58
<b>Imagen 9.</b> Institución Educativa Efraín Orozco - Sede Principal	61
<b>Imagen 10.</b> Puesto de salud del corregimiento de La Venta	62
<b>Imagen 11.</b> Vía internacional panamericana	63
<b>Imagen 12.</b> Medios de transporte tradicionales	64
<b>Imagen 13.</b> Vías terciarias - vereda Buenavista municipio de Totoró	64
<b>Imagen 14.</b> Ruta urbana de la ciudad de Popayán en la vereda de La Venta	65
<b>Imagen 15.</b> Bocatoma Acueducto La Venta – El Cofre	67
<b>Imagen 16.</b> Planta Fime del Acueducto La Venta - El Cofre	67
<b>Imagen 17.</b> Desfibre de fique en cercanías del Río Cofre	68
<b>Imagen 18.</b> Residuos de fibras de fique a orillas del Río Cofre	68
<b>Imagen 19.</b> Mataderos clandestinos de pollos	69
<b>Imagen 20.</b> Letrinas utilizadas por algunos pobladores del corregimiento de La Venta	69

<b>Imagen 21.</b> Agrica Pollos S.A.	73
<b>Imagen 22.</b> Granja Avícola Villa Sonia	74
<b>Imagen 23.</b> Dulces Rinconcito	74

## LISTA DE MAPAS

	Pág
<b>Mapa 1.</b> Geología microcuenca del Río Cofre	37
<b>Mapa 2.</b> Geomorfología microcuenca del Río Cofre	39
<b>Mapa 3.</b> Suelos microcuenca del Río Cofre	40
<b>Mapa 4.</b> Cobertura y uso del suelo microcuenca del Río Cofre	43
<b>Mapa 5.</b> Capacidad de uso del suelo microcuenca del Río Cofre	44
<b>Mapa 6.</b> Conflictos de uso del suelo microcuenca del Río	46
<b>Mapa 7.</b> Hidrografía microcuenca del Río Cofre	50
<b>Mapa 8.</b> División político administrativa microcuenca del Río Cofre	54

## LISTA DE ANEXOS

- |                |   |
|----------------|---|
| <b>Anexo A</b> | Descripción geológica                   |
| <b>Anexo B</b> | Descripción geomorfológica              |
| <b>Anexo C</b> | Descripción suelos                      |
| <b>Anexo D</b> | Descripción cobertura y uso del suelo   |
| <b>Anexo E</b> | Descripción capacidad de uso del suelo  |
| <b>Anexo F</b> | Descripción conflicto de uso del suelo  |
| <b>Anexo G</b> | Planillas de campo – aforo con flotador |

## RESUMEN

El diagnóstico biofísico y socioeconómico de la microcuenca del Río Cofre, abastecedor de la comunidad del Corregimiento de la Venta se desarrollo con el propósito de dar inicio a la construcción de la línea base a partir de la recopilación de información primaria y secundaria. La información primaria se enfoco a la obtención de variables socioeconómicas e hidrométricas; dentro de esto se identificaron las características de la población, infraestructura social, física y actividad económica, y medición de caudales respectivamente. La información secundaria se trabajó para la geología, geomorfología, suelos, clima, cobertura y uso del suelo, capacidad de uso del suelo, conflicto de uso del suelo y morfometría, obteniendo así los respectivos mapas y características de cada una de las variables estudiadas.

A partir de la información recopilada se analizó el estado de la microcuenca encontrando que esta es susceptible a procesos erosivos, debido a un relieve quebrado y montañoso, a una geología inestable de suelos de origen volcánico, principalmente por la presencia de la formación Popayán y suelos que presentan conflictos por el uso inadecuado.

**Palabras claves.** Línea base, hidrometría, variables socioeconómicas, variables biofísicas.

## ABSTRACT

Biophysical and socio-economic diagnosis of the micro Cofre River, provider of the community of the township of La Venta was developed in order to begin the construction of the base line from the collection of primary and secondary information. Primary data collection focused on socioeconomic variables and hydrometric ones; within these were identified the characteristics of the population, social infrastructure, physical and economic activity, and flow measurement respectively. Secondary information was emphasized in the geology, geomorphology, soils, climate, land cover and use, ability to land use, land use conflict and morphometry, obtaining maps and the respective characteristics of each of the variables studied.

From the information gathered, the status of the watershed was analyzed and it was found that it is susceptible to erosion, due to a broken and mountainous relief, an unstable geology of volcanic soils, mainly by the presence of La Formación Popayán and the soils with inappropriate use conflicts.

**Keywords.** Base line, hydrometric, socioeconomic, biophysical variables

## INTRODUCCIÓN

Todas las personas habitan, interactúan y por ende pertenecen a una cuenca hidrográfica. De sus acciones depende no solo su conservación, además su buen funcionamiento, pues al estar constituida por partes que se relacionan entre sí, al tener un límite definido al igual que entradas y salidas, actúa como un sistema dinámico integral; razón por la cual su desempeño debe ser coordinado con el fin de permitir el cumplimiento de todas sus funciones sociales, económicas y ecológicas; dentro de las cuales se pueden mencionar: el albergue a una gran variedad de especies de fauna y flora, el abastecimiento del recurso agua como líquido vital para la vida y la irrigación del territorio, entre otros.

Como consecuencia del crecimiento poblacional y la expansión urbana hacia el sector rural de manera desordenada, se ha generado un mal uso de los recursos naturales, que provoca efectos negativos sobre las áreas de influencia de las cuencas, degradando los ecosistemas y los suelos, disminuyendo la biodiversidad, contaminando los caudales de ríos y quebradas y aumentando los desastres naturales como deslizamientos e inundaciones que generan problemas de la población que interacciona en el territorio, encaminando la disminución de la calidad de vida de las regiones.

Las cuencas hidrográficas son una unidad del territorio para adelantar la planificación del uso sostenible de los recursos naturales por lo tanto es indispensable la realización de los diagnósticos, pues permite determinar las alternativas para la conservación y aprovechamiento adecuado de la misma.

El diagnóstico biofísico y socioeconómico realizado permitió definir la línea base de la microcuenca del Río Cofre a partir del análisis de algunas variables biofísicas y socioeconómicas, con las cuales se identificaron los problemas y fortalezas que la cuenca presenta; priorizando la conservación y las buenas prácticas socioculturales que se encaminan al manejo adecuado de sus diferentes recursos bióticos; teniendo en cuenta que de estos, el agua es el más susceptible a las acciones antrópicas debido a la creciente demanda para el uso agropecuario, domestico e industrial.

La comunidad del corregimiento de la Venta (conformada por siete veredas), conoce de la importancia que tiene la microcuenca del Río Cofre como abastecedora de su acueducto; en la actualidad cuenta con 638 usuarios y por ello muestran su interés en apoyar y hacerse partícipes en los programas, proyectos y nuevos estudios que realicen las diferentes entidades públicas y privadas y que ayuden a prevenir y/o mitigar problemas que se puedan presentar (contaminación, conflicto por uso de tierras, amenazas geológicas, entre otros.) y que causa a corto o mediano plazo su degradación.

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1 GENERALIDADES DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Se consideraron los siguientes conceptos para el desarrollo del trabajo de investigación:

**1.1.1 Cuenca hidrográfica.** Es el espacio del territorio delimitado por la línea divisoria de aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar. Este es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de la línea divisoria de las aguas (Faustino *et al*, 2006).

Se debe recalcar que cualquier punto de la geografía terrestre hace parte de alguna cuenca hidrográfica en la cual interactúan los recursos naturales y comunidades en el desarrollo económico, social y cultural, siempre y cuando sea bajo criterios de manejo y uso adecuado.

**1.1.2 Política y legislación de las cuencas hidrográficas.** Entre la normativa relacionada con el tema de las cuencas hidrográficas y el uso sostenible del agua, se debe considerar:

La Constitución política de Colombia de 1991, en el artículo 8 define, el deber de las personas y los ciudadanos de proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano; y el artículo 79, por el cual se establece que es un derecho fundamental de las personas gozar de un ambiente sano.

La 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 importancia para el sector ambiental.

El Código nacional de los recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente decreto ley 2811 de 1974 el cual reglamenta algunas de las leyes ambientales establecidas en Colombia, el decreto 2857 de 1981 y el decreto 1729 de 2002 por los cuales se dictan disposiciones importantes para el manejo y ordenación de las cuencas hidrográficas.

Ley 373 de 1997 sobre el ahorro y uso eficiente del agua, en donde se contempla la importancia de establecer proyectos y acciones que permitan a las entidades

prestadoras del servicio de acueducto, alcantarillado, riegos, entre otras, brindar agua de buena calidad para el consumo humano.

## 1.2 DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO

El diagnóstico es un paso previo al inicio de nuevas actividades o proyectos, que permite conocer los aspectos biofísicos que existen en una microcuenca (Faustino *et al*, 2004). Para determinar el estado actual, en donde se analizará e interpretará las posibles interacciones que puedan existir entre cada una de las variables a estudiar, obteniendo así la línea base con la cual se puede determinar por ejemplo zonas de riesgo y desastres naturales, uso potencial del recurso hídrico, entre otras.

En el Diagnóstico biofísico de la microcuenca del Río Cofre se trabajó con los siguientes aspectos:

**1.2.1 Geología.** La geología investiga la historia y evolución de las actividades de la tierra desde los tiempos más remotos hasta el momento actual, la composición, disposición y origen de las rocas y los minerales que forman la corteza terrestre y los procesos que han dado lugar a su presente estructura (Plaza, 2009).

Conociendo esta información, se puede determinar y evaluar factores que afectan la microcuenca como son las amenazas causadas por la naturaleza o el ser humano: como inundaciones, deslizamientos, derrames de sustancias tóxicas, entre otras y la explotación para el aprovechamiento de recursos hídricos.

**1.2.2 Geomorfología.** La geomorfología busca las claves para poder interpretar la evolución del relieve a través del tiempo y las sucesivas transformaciones que han dado lugar a los relieves que hoy se contemplan. Por tanto, podría pensarse que esta ciencia no necesita de manera obligada del componente rocoso, sino que puede apoyarse en el estudio de los procesos geodinámicos y su expresión geomorfológica para comprender la sucesión de las distintas modificaciones temporales del relieve que han ido sucediendo a lo largo del tiempo (Rodríguez *et al*, 2009).

**1.2.3 Suelos.** Los suelos en las cuencas hidrográficas se pueden comparar con una esponja, estos absorben una gran cantidad de agua de lluvia en un corto periodo de tiempo y luego la van liberando poco a poco. De esta manera los suelos mantienen a los ríos y quebradas siempre con agua aún en tiempos secos (USDA, s.f.). Además; teniendo en cuenta que los suelos son el soporte de la cobertura, es importante resaltar que la adecuada ordenación de la cuenca permite establecer y mantener un equilibrio entre el aprovechamiento económico de los recursos naturales renovables y la conservación de su estructura físico –

biótica (Minambiente, 2002). Por lo tanto se disminuye y/o mitigan los procesos erosivos y la degradación presentada ya sea por factores naturales y/o antrópicos.

**1.2.4 Clima.** Es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y las evoluciones del tiempo en una porción determinada del espacio. Hay que considerarlo como una síntesis de las evoluciones que día a día experimenta el tiempo meteorológico en términos de las frecuencias y características de las masas de aire (Montealegre, 2004).

La importancia del estudio del clima en una zona determinada es muy elevada, puesto que influye tanto en los aspectos de la vida humana como en los aspectos del medio físico, ya que determina en gran medida las características del suelo, de su vegetación y en definitiva, del paisaje y de la evolución de éste en el tiempo. (ENEA, s.f.). Para esto se consideraron dos elementos climatológicos:

**1.2.4.1 Temperatura.** Es la medida de la diferencia de intensidad de calor entre dos cuerpos (González, 2008)

**1.2.4.2 Precipitación.** Se refiere a cualquier agua meteórica recogida sobre la superficie terrestre, esto incluye básicamente lluvias, granizo y nieve. Su estudio es básico dentro de cualquier estudio hidrológico, para cuantificar los recursos hídricos, puesto que constituyen la principal entrada de agua a una cuenca. También es fundamental en la previsión de avenidas, estudio de erosión, entre otras. (Sánchez, 2008)

**1.2.4.3 Clasificación climática de Caldas.** Relación empírica que muestra, que a una determinada altitud, corresponde una temperatura media. Los límites de caldas, indican cinco pisos térmicos: cálido, templado, frío, paramo bajo y paramo alto. (Montealegre, 2004), lo que puede facilitar identificar las características de cada una de las zonas.

**1.2.5 Cobertura y uso del suelo.** La cobertura representa aquellos cuerpos naturales que cubren la superficie del suelo, por lo tanto pueden originarse en ambientes naturales como resultado de la evolución ecológica (bosques, praderas, lagunas, entre otros.) o a partir de ambientes artificiales creados y mantenidos por el hombre (cultivos agrícolas, represas, poblados, entre otros.). El uso del suelo representa la ocupación del mismo, 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 (IGAC, 2009). Un cambio de cobertura vegetal y uso del suelo repercute directamente en el balance hídrico de la cuenca (Arteaga, 2008) y por tanto en la disponibilidad del recurso para el abastecimiento agropecuario, doméstico e industrial de las comunidades.

**1.2.6 Capacidad de uso.** Determinación en términos físicos, del soporte que tiene una unidad de tierra de ser utilizada para determinados usos o coberturas y/o tratamientos. (Domínguez, 2008) El sistema de clasificación por capacidad de uso de las tierras USDA, permite la agrupación de las diferentes unidades del suelo, en grupos que tienen las mismas clases y grados de limitaciones y que responden en forma similar a los mismos tratamientos. La agrupación se basa en los efectos combinados del clima y de las características poco modificables de relieve y suelo, en cuanto a limitaciones para el uso, la capacidad de producción, el riesgo al deterioro del suelo y los requerimientos de manejo. (IGAC, 2009)

**1.2.7 Conflicto de uso del suelo.** Se puede definir como la falta de coherencia entre el uso que se le debería dar considerando su aptitud y capacidad, según sus características y componentes como fertilidad, pendientes, clima, entre otros y el uso que actualmente se les da (IGAC, 2006); dentro de este concepto se considera las siguientes categorías y/o usos.

**1.2.7.1 Adecuado (A).** Tierras donde el agroecosistema dominante guarda correspondencia con la vocación de uso principal o uso compatible. El uso actual es adecuado y concordante con la capacidad productiva natural de las tierras (IGAC, 2006).

**1.2.7.2 Subutilizado (Su).** Suelos a los cuales no se les aprovechan todas sus aptitudes y capacidades.

**Moderado (SuM).** Tierras cuyo uso actual es inferior a la base de vocación de uso principal, de acuerdo con la mayor capacidad productiva natural. Se limita al cumplimiento de la función social y productiva de las tierras. (IGAC, 2006).

**Severo (SuS).** Tierras cuyo uso actual es muy inferior a la clase de vocación de uso principal, de acuerdo con la mayor capacidad productiva natural. Se restringe severamente el cumplimiento de la función social y productiva de las tierras. (IGAC, 2006).

**1.2.7.3 Sobreutilizado (So).** Suelos a los cuales se les exige más de su capacidad.

**Ligero (SoL).** Tierras cuyo uso actual es cercano a la clase de vocación de uso principal y en consecuencia a los con usos compatibles; no obstante es de mayor intensidad al definido según su capacidad productiva natural. (IGAC, 2006).

**Moderado (SoM).** Tierras en las cuales el uso actual es superior a la clase de vocación de uso principal, de acuerdo con la fragilidad y menor capacidad productiva natural de las mismas. Genera degradación paulatina de los recursos naturales, afectando la sostenibilidad de los procesos productivos y ambientales. (IGAC, 2006).

**Severo (SoS).** Tierras en las cuales el uso actual es muy superior a la clase de vocación de uso principal, debido a su menor capacidad productiva y fragilidad natural. Genera degradación acelerada de los recursos: procesos erosivos severos, disminución marcada de la productividad, procesos de salinización, entre otros., se compromete la sostenibilidad de los procesos productivos y ambientales de forma drástica. (IGAC, 2006).

**1.2.8 Morfometría.** Ciencia que aplicada a la geomorfología, permite la cuantificación de diferentes rasgos de la superficie terrestre y la comparación en forma exacta de una parte de la superficie con otra, (Londoño, 2001); para conocer el comportamiento hidrológico de las cuencas y determinar la oferta y demanda del recurso hídrico a partir de la determinación de los parámetros morfométricos.

**1.2.8.1 Área de la cuenca (A).** El área de la cuenca tiene gran importancia por constituir el criterio de la magnitud del caudal. En condiciones normales, los caudales promedios, promedios mínimos y máximos instantáneos, crecen a medida que crece el área de la cuenca. (Londoño, 2001)

**1.2.8.2 Longitud del cauce principal de la cuenca (L).** La longitud de la cuenca se define como la distancia horizontal del río principal entre un punto aguas abajo y otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca. (Guerrero, s.f.)

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea de divorcio de la hoya es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca. El ancho se define como la relación entre el área (A) y la longitud de la cuenca (L) y se designa por la letra W. (Guerrero, s.f.). De forma que

$$W = \frac{A}{L}$$

**1.2.8.3 Parámetros de forma.** Dada la importancia de la configuración de las cuencas, se trata de cuantificar estas características por medio de índices o coeficientes, los cuales relacionan el movimiento del agua y la respuesta de la cuenca a tal movimiento. (Guerrero, s.f.). La forma controla la velocidad con que el agua llega al cauce principal, teniendo en cuenta otros factores como pendiente, geología, cobertura del suelo, tipo de suelo entre otros, se han propuesto varios coeficientes que permiten analizar la distribución de los patrones de drenaje dentro de la cuenca y otros factores que inciden en el comportamiento hidrológico del territorio. (Escobar, 2006)

**Factor de forma.** El factor de forma expresa la relación existente entre el ancho promedio y la longitud máxima o longitud axial de la misma (Lb). (Gonzales, 2008).

Se utiliza como un elemento para interpretar la tendencia de la cuenca a presentar crecientes en el caudal. (Escobar, 2006)

**Coefficiente de compacidad (Kc).** Se define como al valor obtenido de dividir el perímetro de la cuenca por el perímetro de un círculo de igual área que la de la cuenca. (Escobar, 2006)

**1.2.8.4 Parámetros de relieve.** Son muy importantes porque el relieve de una cuenca puede tener más influencia sobre la respuesta hidrológica que la forma misma de la cuenca.

**Curva hipsométrica.** La curva hipsométrica es la representación gráfica de la distribución altitudinal de una cuenca y se puede expresar por medio de histogramas de las áreas comprendidas en los distintos rangos de altura. (González, 2008)

**Altura media de la cuenca (Hm).** La altitud y la elevación media de una cuenca son importantes, por la influencia que ejercen sobre la precipitación, sobre las pérdidas de agua por evaporación y transpiración; consecuentemente, sobre el caudal medio. (Londoño, 2001).

**Pendiente promedio de la cuenca.** Este parámetro es de importancia pues da un índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la cuenca. (Jiménez, 2005). El Aumento de la pendiente implica aumento de la velocidad del agua, mayor susceptibilidad de procesos de erosión producto del aumento de la energía cinética que genera mayor cantidad y tamaño de los materiales de arrastre. (Escobar, 2006)

**1.2.8.5 Parámetros relativos a la red de drenaje.** Hace referencia a todas aquellas corrientes diferentes que constituyen una red de drenaje; las cuales pueden ser efímeras, intermitentes y perennes (González, 2008).

**Pendiente media de la corriente principal (Pm).** Se relaciona con las características hidráulicas del escurrimiento, especialmente con la velocidad del agua y la capacidad de transportar sedimentos, producto de la erosión. Además, determina el tiempo de concentración de los diferentes puntos de la cuenca donde es máximo el caudal. (Londoño, 2001)

**Densidad de drenaje (D).** La longitud total de los cauces dentro de una cuenca hidrográfica (L), dividida por el área total de drenaje (A), define la densidad de drenaje o longitud de cauces por unidad de área. Este parámetro se expresa en Km/Km<sup>2</sup>. (Londoño, 2001)

$$D = \frac{L}{A}$$

Este es un índice importante, puesto que refleja la influencia de la geología, topografía, suelos y vegetación en la cuenca hidrográfica y está relacionado con el tiempo de salida del escurrimiento superficial de la cuenca. (Londoño, 2001)

**Tiempo de concentración (Tc).** Este parámetro, llamado también tiempo de equilibrio, es el tiempo que toma la partícula hidráulicamente más lejana en viajar hasta un punto emisor. Para ello se supone que el tiempo de duración de la lluvia es de por lo menos igual al tiempo de concentración y que se distribuye uniformemente en toda la cuenca. Este parámetro tiene estrecha relación con el volumen máximo y con el tiempo de recesión de la cuenca, tiempos de concentración muy cortos tienen volúmenes máximos intensos y recesiones muy rápidas, en cambio los tiempos de concentración más largos determinan volumen máximo más atenuado y recesiones mucho más sostenidas. (Faustino *et al*, 2006)

**Numero de orden de la cuenca.** Es un número que tiene relación estrecha con el número de ramificaciones de la red de drenaje. A mayor número de orden, es mayor el potencial erosivo, mayor el transporte de sedimentos y por tanto mayor el componente de escorrentía directa que en otra cuenca de similar área. (Faustino *et al*, 2006)

**1.2.9 Hidrometría.** Medición de parámetros hídricos como los niveles del agua y la medición de caudales. Dichas mediciones se hacen en las secciones de aforo; las que pueden ser naturales de río y las que utilizan obras hidráulicas construidas sobre el río, como son las obras de derivación (González, 2008).

Entre sus funciones, se destaca el análisis y comparación de información, la cual, una vez obtenida y procesada da lineamientos para la toma de decisiones y evaluación de calidad, oportunidad y riesgos que se puedan presentar en las cuencas

**1.2.9.1 Caudal.** Cantidad de agua que pasa a través de una sección dada y en un momento concreto de una corriente de agua (Gonzales, 2008); el cual puede ser calculado mediante el método del Aforo.

A través de su estudio se puede determinar la oferta hídrica que presentan las microcuencas y como ésta podría repercutir en la susceptibilidad a inundaciones, deslizamientos u otros fenómenos de tipo natural que se puedan presentar por la influencia principalmente del recurso hídrico.

**1.2.9.2 Calidad del Agua:** Características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneas. Estas características permiten conocer la capacidad del agua para sustentar tanto las comunidades humanas, como la vida vegetal y animal. (CEC, s.f).

### 1.3 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO

El estudio socioeconómico permite conocer la situación actual de la población dentro del entorno de la microcuenca a estudiar, identificando problemáticas y establecer la mejor manera de poderla solucionar.

**1.3.1 Población.** La interrelación de la población con la cuenca hidrográfica debe basarse en principios de sostenibilidad y buen manejo, pues el crecimiento demográfico puede causar problemas que alteren el funcionamiento de este sistema como fuente abastecedora, desmejorando así la calidad de vida de los pobladores. La población constituye el centro de atención de las políticas que se plantea instrumentar a través de los planes, fundamentalmente en cuanto a espacios habitables, actividades socioeconómicas, equipamiento de servicio y flujo de personas. (CORTOLIMA, 1998)

**1.3.1.1 Población total.** Indicador que informa sobre el volumen total de la población existente. (CORTOLIMA, 1998)

**1.3.1.2 Distribución por edad y sexo.** Permite hacer inferencia sobre el significado que dichas estructuras tienen con relación a actividades productivas, empleo, movimiento migratorio y grupos etarios. (CORTOLIMA, 1998)

**1.3.1.3 Estructura de la población.** La Forma gráfica de representar la distribución por edad y sexo es la estructura piramidal, que distribuye los volúmenes de población del sexo masculino y femenino por grupos etarios y cuyo perfil expresa la historia de la población, así como las posibles transformaciones que podrían esperarse en el futuro. (CORTOLIMA, 1998)

**1.3.1.4 Población económicamente activa.** Se refiere a la población en edades aptas para trabajar. (CORTOLIMA, 1998)

**1.3.2 Infraestructura social.** Enfocada a conocer los aspectos de educación, salud y vivienda; pilares fundamentales que garantizan la calidad de vida y el desarrollo económico de la población que interacciona con la microcuenca. La infraestructura social permite mejorar los procesos de desarrollo económico y social a nivel local y regional.

**1.3.2.1 Educación.** Se define como el servicio básico que presta el Estado a la población, permitiendo desarrollarse intelectualmente y físicamente y por ende mejorar el nivel de vida. (CORTOLIMA, 1998)

**Tasa de escolaridad.** Proporción de niños y jóvenes matriculados en relación con la población total. (CORTOLIMA, 1998)

**Deserción escolar.** Número de alumnos que abandonan las actividades escolares antes de terminar un grado, lo que puede reflejar situaciones difíciles de orden social, económico y cultural y problemas de localización para la prestación del servicio. (CORTOLIMA, 1998)

**1.3.2.2 Salud.** Se define como un estado satisfactorio de bienestar físico, mental y social, no solo constituye un fin de si mismo, sino que además en un instrumento al servicio del desarrollo. (CORTOLIMA, 1998)

**1.3.2.3 Vivienda.** Se refiere básicamente a las necesidades de subsistencia, protección, afecto, entendimiento, participación, ocio e identidad. Cubre una gama variada de necesidades de los miembros de un hogar, destacándose entre ellas la protección o abrigo contra las inclemencias del tiempo y contra factores ambientales adversos. (CORTOLIMA, 1998)

**1.3.3 Infraestructura física.** Compuesta por los bienes y servicios que se prestan y ofrecen en las cuencas hidrográficas; todo esto basado en procesos dinámicos tendientes a la gestión integral que permita relacionar en forma armónica los distintos usos del suelo y el manejo de los recursos naturales para el mejoramiento de la calidad de vida de la población. (Achkar, 2004.)

**1.3.3.1 Servicios públicos.** Constituye una herramienta necesaria para el desarrollo económico de una región, por ende mayor bienestar social y mejor calidad de vida para las comunidades. (CORTOLIMA, 1998)

**1.3.3.2 Viabilidad y transporte.** El sistema de viabilidad y transporte abarca toda la infraestructura y rutas para la movilización de bienes y pobladores. La viabilidad y el transporte son elementos fundamentales para lograr la estructuración y la organización. (CORTOLIMA, 1998)

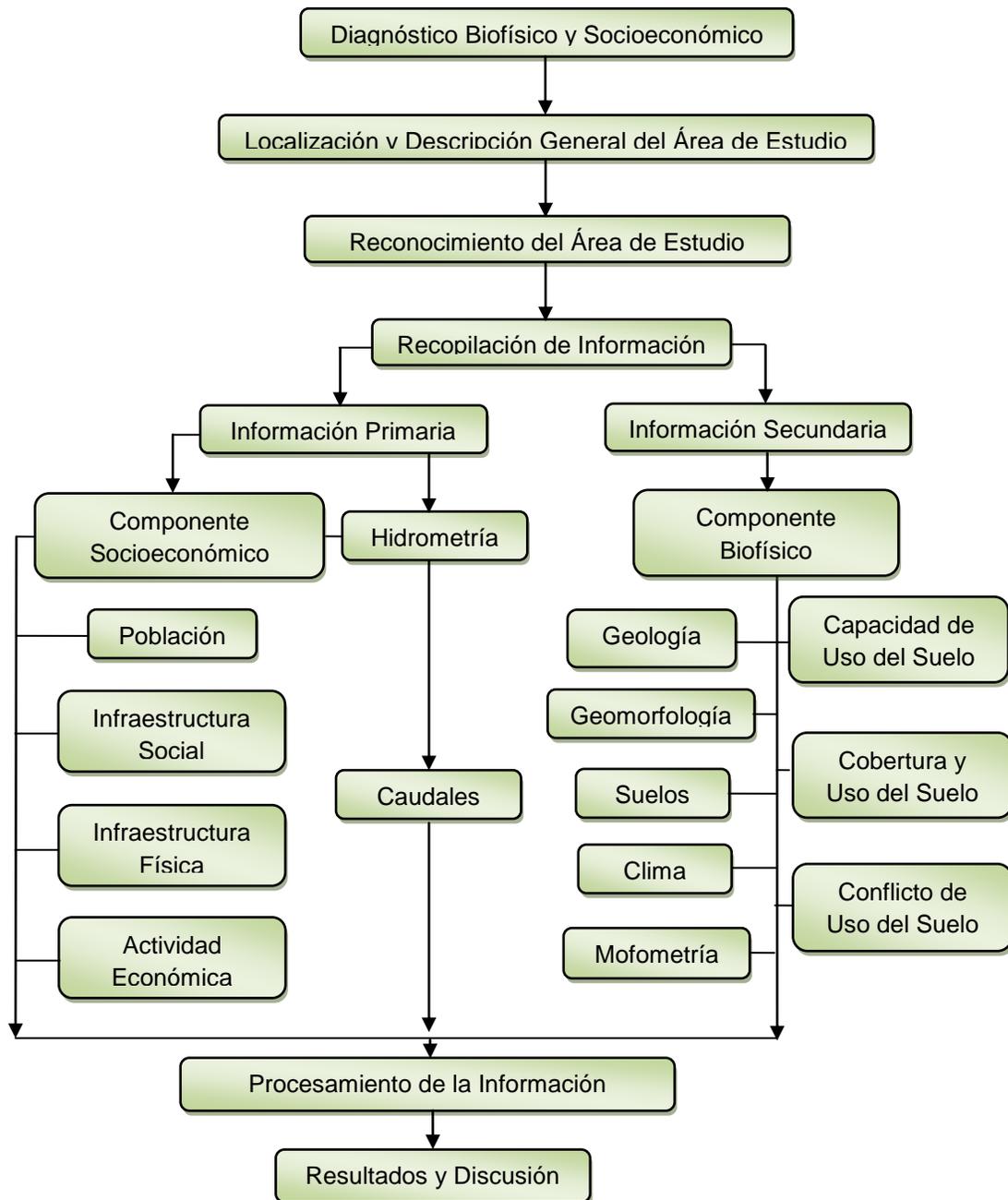
**1.3.4 Actividad económica.** Consiste en la facultad que el hombre tiene de obrar sobre las cosas de la naturaleza para aplicarlas á la satisfacción de sus necesidades y se manifiesta por todo el orden de los esfuerzos y trabajos dedicados á conseguir ese objeto. (Piernas, s.f.).

**1.3.4.1 Sistemas productivos.** Conjunto de componentes que interactúan en forma armónica dentro de los límites definidos, generan productos finales proporcionales a los elementos o insumos que participan en el proceso. (CORTOLIMA, 1998)

## 2. METODOLOGÍA

La propuesta metodología para el presente estudio se desarrollo en cinco etapas, enfocadas a la obtención de información primaria y secundaria, que permitió dar un orden secuencial al cumplimiento de los objetivos propuestos. (Gráfico 1)

**Gráfico 1.** Esquema metodológico.



Cada etapa metodológica se desarrollo de la siguiente manera:

## 2.1 LOCALIZACIÓN Y ASPECTOS GENERALES DE LA CUENCA

En el proceso de localización se trabajó con planchas cartográficas a escalas iguales o inferiores a 1:25000; las cuales fueron convertidas a formato digital. Para esto se iluminaron las mismas (Imagen 1) y con la ayuda del software Arcgis 9.2 se delimitó el área de influencia de la microcuenca. Con esta información se determinaron límites, número de afluentes, cotas, entre otros aspectos.

## 2.2. RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO

**Imagen 1.** Iluminación planchas cartográficas.



Este recorrido fue fundamental para dar inicio al trabajo, permitiendo dimensionar el área de la cuenca, ubicar aquellos sitios que a simple vista presentan conflictos ambientales y observar la influencia de la comunidad sobre esta; dicho recorrido ayudo a crear la estrategia para desarrollar los aspectos socioeconómicos y la parte hidrométrica.

Durante este recorrido se enfatizo en ubicar un punto estratégico para llevar a cabo la medición de los caudales mediante el método del aforo con flotador teniendo en cuenta que este requiere de una sección del río que sea recta y sin obstáculos como rocas, ramas y troncos que puedan impedir el libre recorrido del flotador. (Imágenes 2 y 3).

**Imagen 2.** Afluente Río Cofre.



**Imagen 3.** Río Cofre.



## 2.3 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Durante esta etapa se recopiló información correspondiente a cartográfica, documentos técnicos como libros, revistas, artículos científicos, entre otros; información que fue debidamente clasificada y evaluada de acuerdo a la calidad, confiabilidad, nivel de detalle, año de generación y formato disponible, información facilitada por instituciones públicas como el IGAC, CRC, INGEOMINAS y los entes territoriales de Cajibío, Totoró y Silvia.

Este proceso dio paso para desarrollar cada una de las características biofísicas del proyecto como la morfometría, geología, geomorfología, suelos, clima, capacidad de uso del suelo y cobertura y uso del suelo.

Los parámetros morfométricos se desarrollaron de la siguiente manera.

**2.3.1 Morfometría.** Se digitalizó con ayuda del software Arcgis 9.2 la cartografía base a escala 1:25000 obtenida del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC); para este proceso fue necesario la iluminación de las planchas 342 IV-B, 343 III-A, 343 III-C, 343 III-B, 343 III-D; posteriormente se realizó un escaneo de las mismas, las cuales se georreferenciaron y digitalizaron mediante la creación de los shapefile con cada uno de los atributos de la cartografía como lo son vías, ríos y curvas de nivel; mediante el software fue posible hallar el área de la cuenca, perímetro, área entre curvas, longitud de los cauces, entre otros; valores utilizados para realizar los cálculos correspondientes a los parámetros de forma, relieve y relativos a la red de drenaje. Los cálculos se realizaron de la siguiente manera.

**2.3.1.1 Parámetros de Forma.** Para la obtención de estos parámetros se utilizaron los siguientes criterios.

**Factor de Forma.** Conocido como factor de Gravelius el cual se halló mediante la relación entre el área de la cuenca (A), y el cuadrado de la longitud máxima o longitud axial de la misma (Lb). (Gonzales, 2008)

$$Ff = \frac{A}{Lb^2}$$

La longitud axial se mide siguiendo el desarrollo longitudinal del cauce principal, hasta llegar a la divisoria de la cuenca en el punto más alejado. El valor máximo que se puede obtener del factor de forma es 0,7854 para una cuenca completamente circular y a medida que la cuenca se hace más alargada, el valor tiende a cero. (Londoño, 2001)

**Coefficiente de Compacidad (Kc).** El coeficiente de compacidad se obtiene al relacionar el perímetro de la cuenca (P), con el perímetro de un círculo (Pc), que

tiene la misma área de la cuenca. Nunca los valores de este coeficiente serán inferiores a uno. (Londoño, 2001)

Con base en la cuantificación de la forma propuesta por Gravelius, se han determinado las siguientes categorías para su clasificación (Cuadro 1):

**Cuadro 1.** Categorías de clasificación para el coeficiente de compacidad.

Valores de Kc	Forma	Características
1,00 – 1,25	Compactada o redonda a oval redonda	Cuenca torrencial peligrosa
1,25 – 1,50	Oval redonda a oval oblonga	Presenta peligros torrenciales, pero no iguales a la anterior
1,50 – 1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga	Son las cuencas que tienen menos torrencialidad

Fuente: Londoño, 2001.

**2.3.1.2 Parámetros de relieve.** Estos parámetros se obtuvieron a partir de los siguientes criterios.

**Curva hipsométrica.** Se construye llevando al eje de las abscisas (Altura y área acumulada) los valores de la superficie drenada proyectada en km<sup>2</sup> o en porcentajes obtenida hasta un determinado nivel, el cual se lleva al eje de las ordenadas, generalmente en metros. La función hipsométrica es una forma conveniente de describir la relación entre la propiedad altimétrica de la cuenca en un plano y su elevación. (Guerrero, s.f)

**Altura media de la cuenca (Hm).** Se realiza por el método área – elevación, el cual inicia con la medición del área de las diferentes franjas del terreno, delimitada por las curvas de nivel consecutivas y la divisoria de aguas. (Jiménez, 2005)

$$Hm = \frac{\sum Ai * e}{A}$$

Donde:

Hm: Elevación media de la cuenca en metros

Ai: Área entre curvas de nivel en m<sup>2</sup>

e: Promedio de las curvas de nivel que delimitan el área entre curvas en m

A: Área de la cuenca en m<sup>2</sup>

**Pendiente promedio de la cuenca.** Se determino por el método de Alvord.

$$Pm = \frac{D * Lc}{A}$$

Donde:

D: Diferencia de nivel entre curvas de nivel consecutivas en m

Lc: Longitud de curvas de nivel en m

A: Área de la cuenca en Km<sup>2</sup>

**2.3.1.3 Parámetros relativos a la red de drenaje.** Se utilizaron los siguientes criterios.

**Pendiente media de la corriente principal (Pm).** Para establecer el valor promedio de la pendiente del cauce (Pm) por el método de los valores extremos, es necesario conocer la diferencia de nivel entre la cabecera del cauce y su desembocadura ( $\Delta h$ ), o cualquier otro punto o sección considerada, y la longitud de la corriente (L), hasta la desembocadura o sección. (Londoño, 2001)

El método consiste en determinar el desnivel entre los puntos más elevado y más bajo del cauce y, luego, dividir este valor entre la longitud del mismo (Londoño, 2001)

$$Pm = \frac{\Delta h}{L} * 100$$

Esta pendiente equivale a calcular la pendiente de la línea que une el punto más bajo con el más alto, del perfil longitudinal del cauce. (Londoño, 2001)

**Densidad de drenaje (D).** Se toma la longitud total de los cauces dentro de una cuenca hidrográfica (L), dividida por el área total de drenaje (A), define la densidad de drenaje o longitud de cauces por unidad de área, se expresa en km/km<sup>2</sup>. (Londoño, 2001)

$$D = \frac{L}{A}$$

**Tiempo de concentración (Tc).** Para calcular este parámetro se utilizó el método de la Dirección General de Carreteras.

$$Tc = 0.3 \left[ \frac{L}{(Pc)^{1/4}} \right]^{0.7}$$

Donde:

Tc es el tiempo de concentración en horas

L es la longitud del cauce principal en Km

Pc es la pendiente media del cauce principal de la cuenca

**Número de orden de la cuenca.** Se utilizó el criterio de Schumn el cual asigna el orden 1 a todos los cauces que no tienen tributarios y en general la unión de dos cauces de igual orden determinan o dan origen a otro de orden inmediatamente superior y dos de diferente orden dan origen a otro de igual orden que el de orden mayor y así sucesivamente hasta llegar al orden de la cuenca. El cauce principal tiene el orden más elevado, que es nada menos el orden de la cuenca. Siguiendo este criterio se llega al orden de la cuenca. (Faustino *et al*, 2006)

**2.3.2. Componente biofísico.** Para obtener la información y mapas de geológica, geomorfológica, suelos, cobertura y uso del suelo y capacidad de uso del suelo; se llevo a cabo la misma metodología donde a partir de información secundaria de los POT de Cajibío, Totoró y Silvia, mapas y documentos técnicos de INGEOMINAS, IGAC y CRC se extrae cada una de las características biofísicas para el área de estudio, donde fue necesario digitalizar la cartografía base y a partir de esta unificar capas bajo la mismas coordenadas y proyecciones espaciales a un mismo nivel de detalle para lograr una información mas precisa y confiable.

A partir de toda la información se obtuvieron los mapas que permitieron analizar la situación biofísica de la microcuenca del río cofre; además de obtener el mapa de conflictos que se realizo a partir de la superposición de los mapas de uso actual y capacidad de uso en el software Arcgis 9.2, definiendo las categorías adecuado, subutilizado y sobreutilizado de acuerdo a la intercepción de polígonos de cada capa.

**2.3.2.1 Clima.** Se utilizo la clasificación climática propuesta por Caldas (Cuadro 2) para definir los pisos térmicos y rangos de temperaturas presentes en la microcuenca.

**Cuadro 2.** Rangos de clasificación climática de Caldas.

Piso Térmico	Símbolo	Rango de Altura (m)	Temperatura (°C)	Variación de la altitud por condiciones locales
Cálido	C	0 – 1000	24	Limite superior = 400
Templado	T	1001 – 2000	24 – 17.5	Limite superior = 500 Limite inferior = 500

Continuación cuadro 2.

Frio	F	2001 – 3000	17.5 – 12	Limite superior = 400 Limite Inferior = 400
Paramo bajo	Pb	3001 – 3700	12 – 7	
Paramo Alto	Pa	3701 – 4200	< 7	

Fuente. Montealegre, 2004

## 2.4 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PRIMARIA

Se realizo la medición directa del caudal y el levantamiento de encuestas para desarrollar los aspectos hidrométricos y socioeconómicos respectivamente de la siguiente manera.

**2.4.1 Hidrometría.** Consistió en hacer mediciones mensuales del caudal durante un periodo de seis meses correspondientes a temporadas de verano e invierno.

Se empleo el método del flotador que consiste en Seleccionar un área transversal del rio, el cual se divide en sub-áreas  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , en donde a cada área se le mide la profundidad  $P_1, P_2, \dots, P_n$  y las velocidades puntuales en cada una de las áreas  $V_1, V_2, \dots, V_n$ . (González, 2008)

Donde se tiene:

$$\check{V} = \frac{2}{3}V_1 \qquad V = \frac{2}{3}V_n$$

Dónde:

n: Abscisado

P: Profundidades

V: Velocidades puntuales

a: Subáreas

Para cualquier sección el caudal es igual:

$$q_n = \left( \frac{V_n + V_{n+1}}{2} \right) * a_n, a_{n+1}$$

El caudal total será igual:

$$Q = \sum_{n=1}^n \left[ \left( \frac{V_n + V_{n+1}}{2} \right) * a_n, n+1 \right]$$

Esta información se procesó en una hoja de cálculo de Excel, de la cual se obtuvieron las distintas gráficas del comportamiento del caudal durante este periodo y se compararon con los datos de caudales históricos.

En cuanto a calidad de agua se acudió a información secundaria del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Cajibío.

**2.4.2 Componente socioeconómico.** Se dividieron dos zonas para facilitar el trabajo; La primera ubicada entre los municipios de Silvia y Totoro, en la cual se trabajó con información de fuentes secundarias. La segunda ubicada en el municipio de Cajibío; para la cual se levantaron, con la ayuda de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Ambiental y Económico de Cajibío un total de 396 encuestas semiestructuradas (Anexo A) en las veredas de La Viuda, La Venta, El Cofre, Siloe y La Isla del Pontón, beneficiarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre.

La encuesta se estructuró para identificar aspectos relacionados a la población (Total de la población, densidad poblacional, estructura poblacional entre otros), Infraestructura social (Educación, salud y vivienda), Infraestructura física (Servicios públicos, vías y transporte) y actividad económica (sistemas productivos)

## **2.5 PROCESAMIENTO, ANÁLISIS DE INFORMACIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

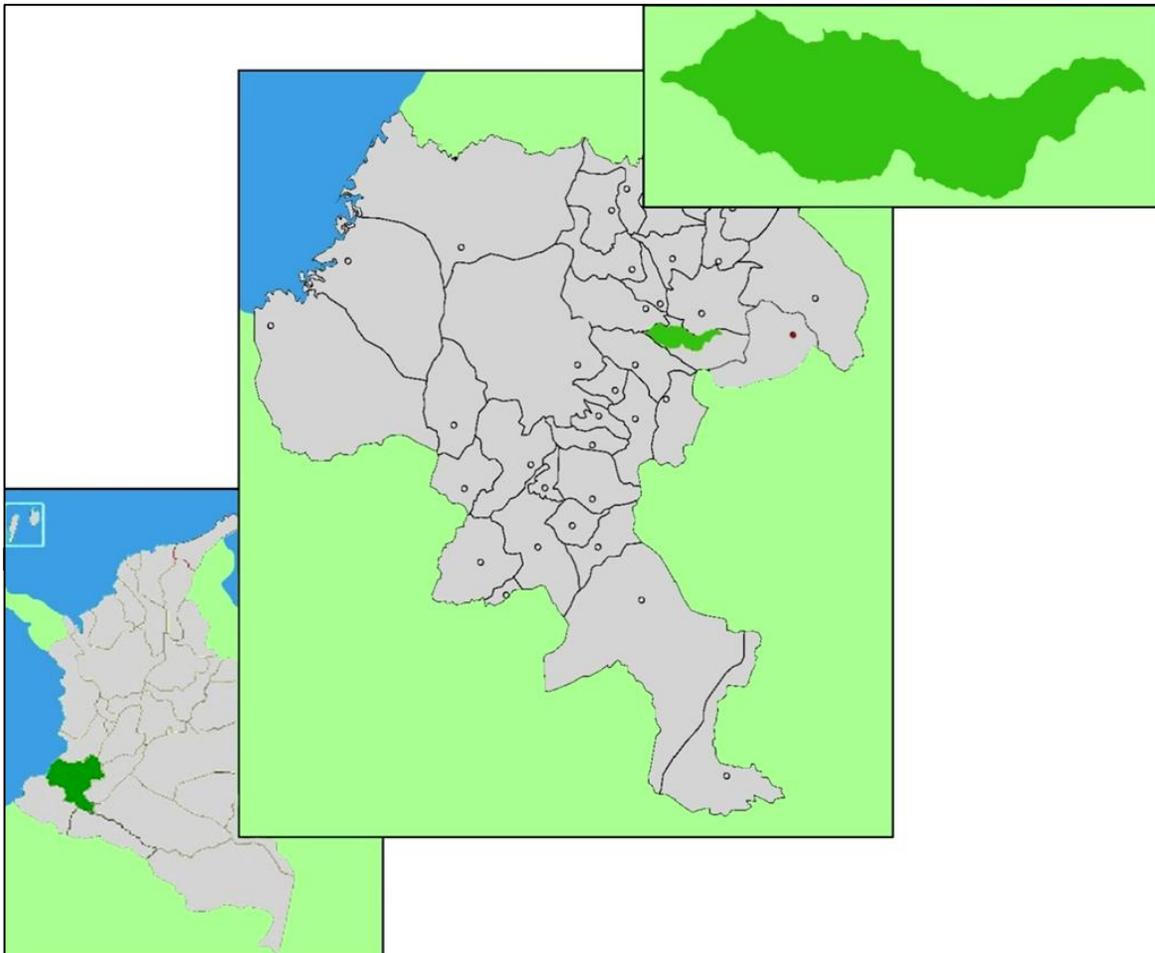
A partir de la información biofísica y socioeconómica se realizó cruce de información empleando la superposición de mapas para identificar conflictos que se están presentando en la microcuenca, por usos de suelos y demás, donde se trata de integrar cada uno de los conceptos de la parte biofísica y como estos influyen en la sostenibilidad de la microcuenca de tal manera que permita generar recomendaciones para darle un manejo adecuado de lo que se podría desarrollar en esas zonas.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 LOCALIZACIÓN Y ASPECTOS GENERALES DE LA CUENCA

La microcuenca del río Cofre se localiza entre los municipios de Silvia, Totoro y Cajibío, al nororiente del departamento del Cauca, cuenta con un área de 21086 has, limita al Norte con las subcuencas de los ríos Piendamó y Minchicao, al Oriente con la divisoria de aguas de la quebrada Chuscales, al Sur con el Río Palacé y al Occidente con la microcuenca del río Cajibío. (Imagen 4) Hace parte del grupo de microcuencas que compone la subcuenca del Río Palacé.

**Imagen 4.** Localización de la microcuenca del Río Cofre.



### 3.2 COMPONENTE BIOFÍSICO

Cada una de las variables biofísicas, comprende diferentes tipos de unidades representativas (Cuadro 3) que se distribuyen en el área de la cuenca.

**Cuadro 3.** Resumen de resultados biofísicos.

<b>Componente Biofísico Microcuenca del Río Cofre</b>			
<b>Variable</b>	<b>Unidades</b>	<b>Municipios Con Presencia</b>	<b>Área (Ha)</b>
Geología	Rocas y depósitos sedimentarios	Totoró	337,78
	Formación Popayán	Cajibío, Totoró y Silvia	18725,81
	Rocas ígneas intrusivas y lavas		1817,17
	Rocas ígneas metamórficas	Totoró y Silvia	205,14
Geomorfología	Montaña volcánica estructural-erosional (MVS)	Totoró y Silvia	6690,1
	Montaña glaciovolcanica (MW)		2847,25
	Lomerío erosional-estructural (LO)	Totoró	8522,42
	Altiplanicie volcano-erosional (AT)	Totoró y Cajibío	3026,24
Suelos	Asociación typic fulvudands – acrudoxic fulvudands – typic dystredeps (MLBd)	Totoró	863,02
	Grupo indiferenciado typic placudands, lithic fulvudands y lithic melanudands (MHAf <sub>2</sub> )	Totoró y Silvia	2840,49
	Asociación acrudoxic fulvudands – pachic fulvudands – typic hapludands (MKBc)	Silvia	429,29
	Asociación typic hapludands – typic fulvudands – andic dystredeps – afloramientos rocosos (MLAf <sub>3</sub> )	Totoró y Silvia	5401,85
	Asociación typic hapludoxs – oxic dystredeps – typic fulvudands (LQAf <sub>2</sub> )	Totoró	2971,9
	Asociación typic dystredeps – typic udorthents (LQC <sub>2</sub> )	Totoró y Silvia	5549,17
	Asociación typic dystredeps – oxic dystredeps (AQBe)	Cajibío y Totoró	2564,93
	Asociación typic hapludands – humic pachic dystredeps (AQAE <sub>3</sub> )	Cajibío	332,3
	Asociación typic hapludands – typic dystredeps – typic paleudults (AQCC <sub>2</sub> )		133,07

Continuación cuadro 3

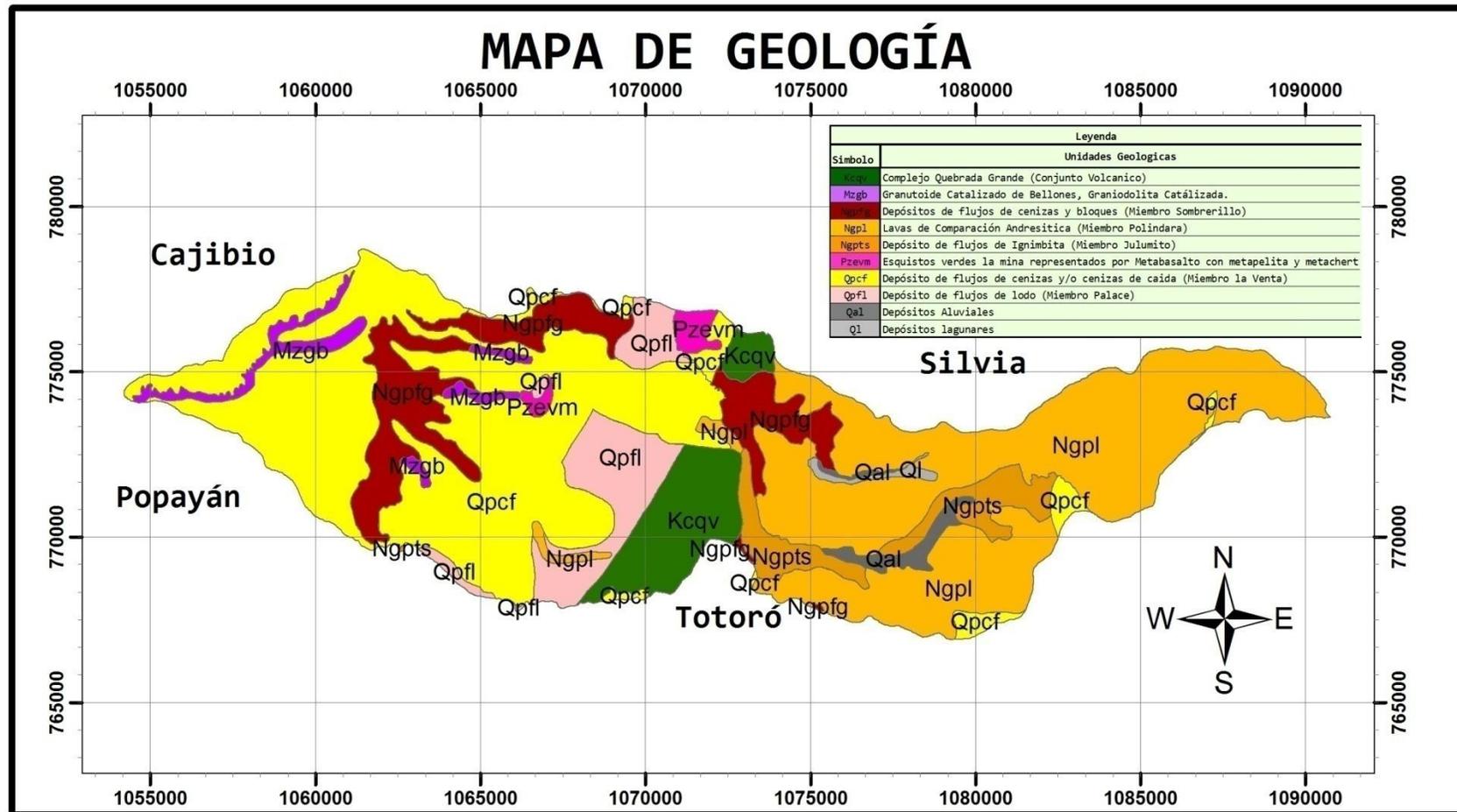
Clima	Piso térmico templado	Cajibío y Totoro	4156,67
	Piso térmico frío	Totoró y Silvia	4430,67
	Piso térmico paramo bajo		12498,67
Cobertura Vegetal y Uso del Suelo	Bosque	Cajibío, Totoró y Silvia	4880,82
	Arbustales		3653,32
	Cultivos	Cajibío y Totoró	2001,15
	Matorrales		2095,63
	Misceláneos	Cajibío, Totoró y Silvia	4420,67
	Pastizales	Totoró y Silvia	4034,52
Capacidad de Uso del suelo	Tierras de clase 4	Cajibío, Totoró y Silvia	4915,37
	Tierras de clase 6		4957,51
	Tierras de clase 7	Totoró y Silvia	7505,34
	Tierras de clase 8		3707,77
Conflictos de Uso del suelo	Adecuado	Cajibío, Totoró y Silvia	9735,73
	Sobreutilizado	Totoró y Silvia	7412,71
	Subutilizado	Cajibío, Totoró y Silvia	3937,57

**3.1.1 Geología.** Las diferentes unidades geológicas que se distribuyen por toda la microcuenca del río cofre (Mapa 1) forman parte de cuatro unidades litodemicas representativas. (Anexo A).

La formación Popayán se distribuye con todas sus unidades litodemicas por los tres municipios que conforman la microcuenca del Río Cofre. Presenta la mayor área de cubrimiento con 18725,81 has, equivalentes al 88,81% del área total. Esta formación constituida de rocas volcánicas, aglomerados, areniscas y arcillolitas; al meteorizarse produce suelos limo-arcillosos, que indican inestabilidades y amenazas frente a deslizamientos en zonas aledañas a nacimientos de agua.

La unidad de rocas ígneas metamórficas presenta el porcentaje más bajo de área con tan solo el 0,97%; esta unidad se caracteriza por carecer de la posibilidad de almacenar agua, a no ser de que está presente fracturas; como lo indica Farina *et al*, en el estudio sobre el sistema del acuífero guaraní en la región oriental de Paraguay, en el cual al comparar dos caudales en los que predomina una zona aflorante de basalto encontraron que en el sector donde se presento mayor fracturamiento el caudal era mayor.

Mapa 1. Geología microcuenca del Río Cofre.



Republica de Colombia Universidad del Cauca Ingeniería Forestal	Diagnóstico Biofísico y Socioeconómico de la Microcuenca del Río Cofre, Abastecedora de la Comunidad del Corregimiento de la Venta, Municipio de Cajibío, Departamento del Cauca.	<h3>Mapa de Geología</h3>								
	Elaboró <b>Ariel Mauricio Morales Fernández</b> <b>Juan Carlos Romero Meneses</b>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Fuente Tematica</td> <td style="width: 40%;">Esc: 1:200000</td> </tr> <tr> <td>Planes de Ordenamiento Territorial</td> <td>Fecha Marzo 2012</td> </tr> <tr> <td>Municipio de Silvia, Totoró y Cajibío</td> <td>N° Mapa 1</td> </tr> <tr> <td>Escala 1:50.000</td> <td></td> </tr> </table>	Fuente Tematica	Esc: 1:200000	Planes de Ordenamiento Territorial	Fecha Marzo 2012	Municipio de Silvia, Totoró y Cajibío	N° Mapa 1	Escala 1:50.000	
Fuente Tematica	Esc: 1:200000									
Planes de Ordenamiento Territorial	Fecha Marzo 2012									
Municipio de Silvia, Totoró y Cajibío	N° Mapa 1									
Escala 1:50.000										

**3.1.2 Geomorfología.** La microcuenca del río Cofre se caracteriza por presentar cuatro unidades de paisaje (Anexo B) distribuidos a su vez en ocho tipos de relieve geomorfológico (Mapa 2)

La unidad de paisaje de lomerío erosional – estructural, ocupa el 40.42% de la área total de la microcuenca; se distribuye entre los municipios de Totoró y Silvia; presenta cimas amplias, redondeadas y alargadas, constituidas de rocas sedimentarias y capas de cenizas volcánicas discontinuas, posee suelos de baja fertilidad. Las características de esta zona la hacen susceptible a problemas de erosión por reptación y pata de vaca.

La unidad de montaña glaciovolcanica (MW) es la de menor presencia en la microcuenca con el 13.50% del área total, se encuentran entre los municipios de Totoró y Silvia, se caracteriza por tener relieves de montaña, presenta problemas de derrumbes, movimientos en masa, reptación, pata de vaca y erosión hídrica

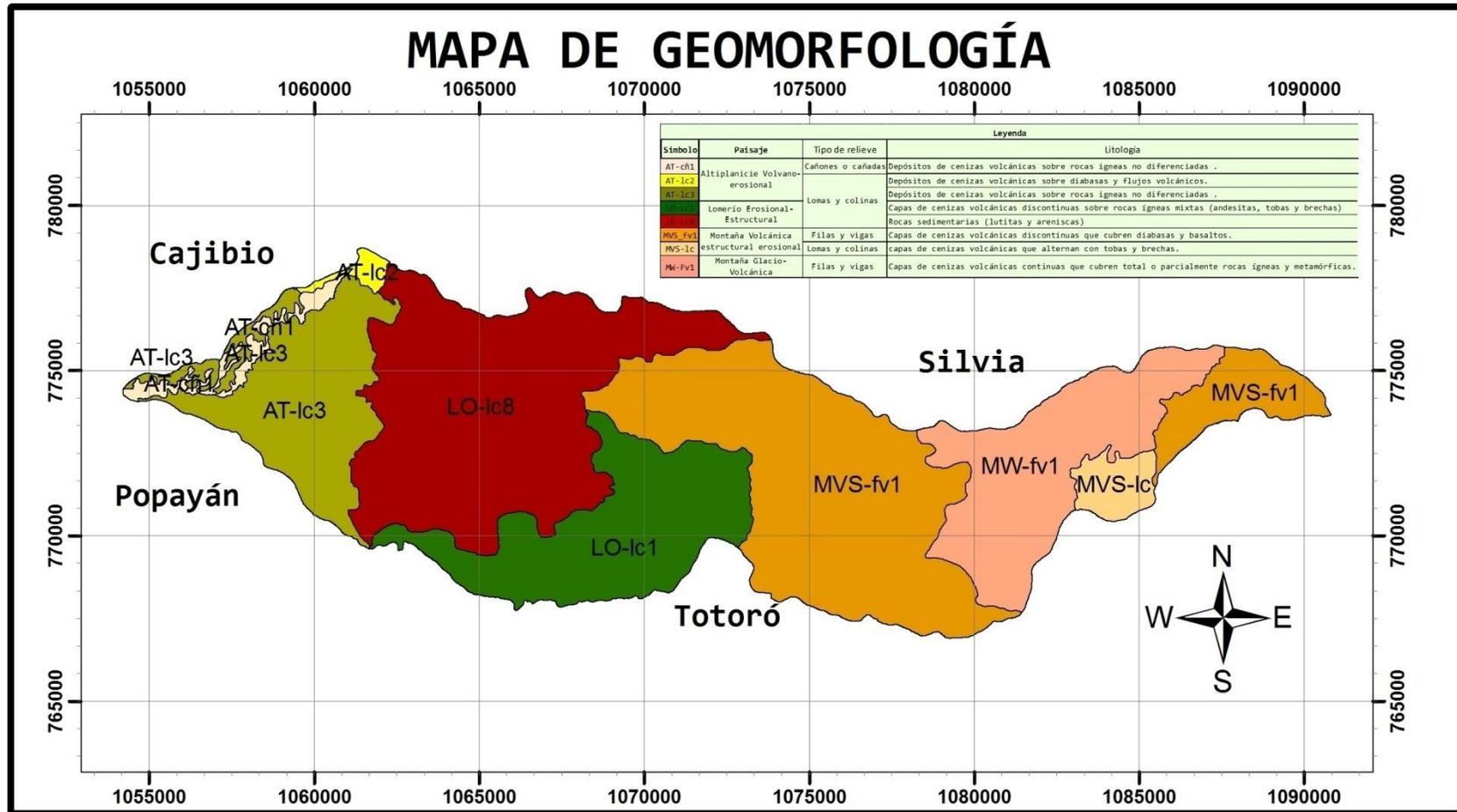
El relieve montañoso y ondulado que presenta la microcuenca y característico de la cordillera central; podría ocasionar en las zonas más altas como la del páramo las Delicias y los cerros de Puzna, Mocutao, La cruz, Millo y Gallinazo un desmantelamiento lento por acción de procesos externos, que arrastran sedimentos por movimientos gravitatorios y bajan el material hacia las zonas más apartadas

**3.1.3 Suelos.** Las unidades de paisaje de montaña, lomerío y altiplanicie conforman ocho asociaciones y el grupo de suelos (Anexo C) que se distribuyen en la microcuenca del Río Cofre. (Mapa 3)

En la zona de la microcuenca que comprende el municipio de Cajibío solo se presentan las asociaciones  $AQA_{e3}$  y  $AQC_{c2}$ , que contemplan solo el 1,58 y 0,63% del área total de la cuenca. Son suelos de fertilidad moderada a baja; donde hay poca vegetación principalmente por la alta acidez y saturación de aluminio con niveles tóxicos para la mayoría de las plantas cultivables.

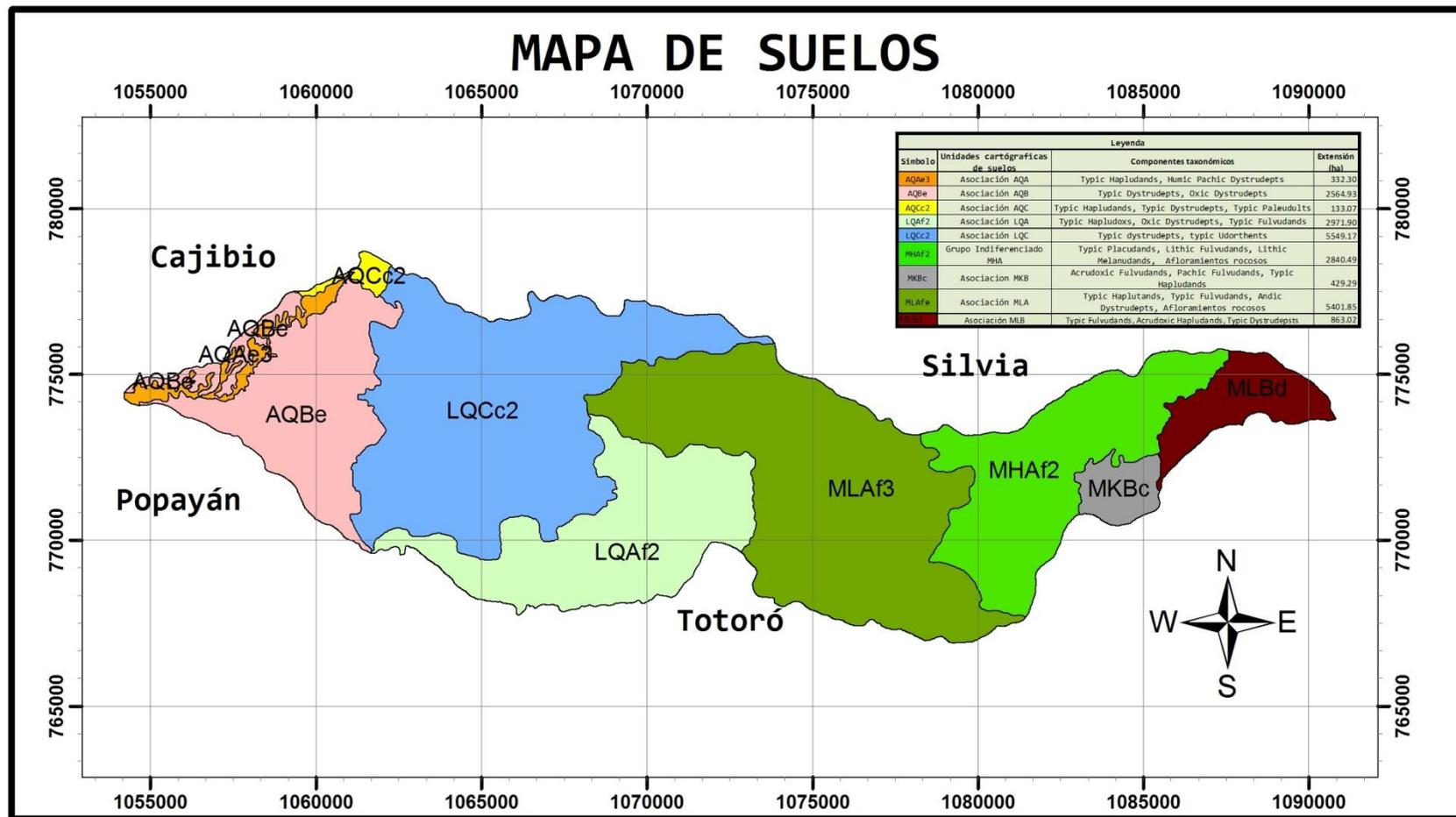
Las mayores coberturas alcanzan el 26,32 y 25,62% correspondientes a las asociaciones  $LQC_2$  y  $MLAf_3$  respectivamente; comprende los municipios de Totoró y Silvia en las zonas de clima frío y paramo bajo. Son suelos aprovechados para el establecimiento de cultivos de papa, arveja, ulloco, cebolla, café, fique, entre otros. Pero se debe resaltar que la ganadería extensiva o manejos inadecuados en los cultivos; principalmente los establecidos en zonas aledañas a paramos podrían degradarlos; debido a conflictos presentados por el uso del suelo.

Mapa 2. Geomorfología microcuenca del Río Cofre.



Republica de Colombia Universidad del Cauca Ingeniería Forestal	Diagnóstico Biofísico y Socioeconómico de la Microcuenca del Río Cofre, Abastecedora de la Comunidad del Corregimiento de la Venta, Municipio de Cajibío, Departamento del Cauca.	<h3>Mapa de Geomorfología</h3>
	Elaboró <b>Ariel Mauricio Morales Fernández</b> <b>Juan Carlos Romero Meneses</b>	Fuente Tematica Instituto Geográfico Agustín Codazzi Escala 1:400.000
		Esc: 1:200000 Fecha: Marzo 2012 N° Mapa: 2

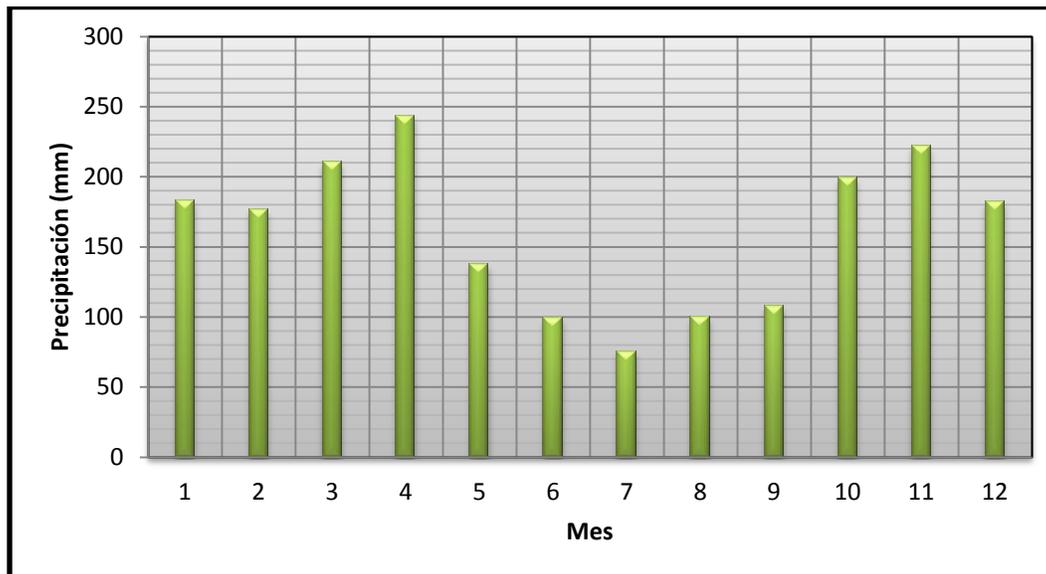
Mapa 3. Suelos microcuenca del Río Cofre.



Republica de Colombia Universidad del Cauca Ingeniería Forestal	Diagnóstico Biofísico y Socioeconómico de la Microcuenca del Río Cofre, Abastecedora de la Comunidad del Corregimiento de la Venta, Municipio de Cajibío, Departamento del Cauca.	<h2 style="margin: 0;">Mapa de Suelos</h2>												
	Elaboró <b>Ariel Mauricio Morales Fernández</b> <b>Juan Carlos Romero Meneses</b>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">Fuente Temática</td> <td style="border: none;">Esc:</td> <td style="border: none;">1:200000</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Instituto Geográfico Agustín Codazzi</td> <td style="border: none;">Fecha</td> <td style="border: none;">Marzo 2012</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Planchas 342 - 343</td> <td style="border: none;">N° Mapa</td> <td style="border: none;">3</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Escala 1:100.000</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Fuente Temática	Esc:	1:200000	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Fecha	Marzo 2012	Planchas 342 - 343	N° Mapa	3	Escala 1:100.000		
Fuente Temática	Esc:	1:200000												
Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Fecha	Marzo 2012												
Planchas 342 - 343	N° Mapa	3												
Escala 1:100.000														

**3.1.4 Clima.** Presenta una precipitación media anual de 1722,8 mm y un régimen de lluvias bimodal (Gráfico 2); con un clima ecuatorial de montaña. (PDM Totoró, 2008).

**Gráfico 2.** Promedio de precipitaciones - Estación pluviométrica Totoró



En los meses de abril y noviembre se presentan los picos más altos de lluvias, mientras que al inicio del año en los meses de enero y febrero y a mediados del mismo entre junio y agosto, se dan los menos lluviosos. Estas variaciones en las lluvias, muestran que la microcuenca no presenta problemas por falta de agua aun en tiempos secos. Caso igual sucede con el acueducto La Venta - El Cofre, que en épocas menos lluviosas sigue prestando el servicio de manera normal.

**3.1.4.1 Pisos térmicos.** De acuerdo a clasificación de Caldas se presentan los pisos térmicos templado, frío y páramo bajo.

**Templado.** Comprende todas las áreas ubicadas entre los 1.000 y 2.000 metros de altura sobre el nivel del mar, presenta temperaturas que oscilan entre los 17 y 24 °C. Abarca las veredas de Buenavista, Novirao, Florencia, Santa Ana, La Viuda, Siloe, La Isla del Ponton El Cofre y La Venta. Cubre una extensión del 19,71% del área total de la microcuenca.

**Frío.** Corresponde a las zonas localizadas entre los 2.001 y 3.000 metros de altura sobre el nivel del mar, presenta temperaturas que oscilan entre los 12 y 17 °C. Comprende las veredas de La Estela, Campo Alegre, El Diviso, Palacé, San Antonio, Paniquita, Ato Viejo, La Meseta, Jebalá, La Palma, Chero, Miraflores, Loma del Medio, Las Vueltas, Núcleo urbano Totoro, La Palizada, Salado Blanco, Betania y La Peña, con un extensión del 21.01% del área total.

**Páramo bajo.** Se presenta en las áreas situadas entre los 3.001 y 4.000 metros de altura sobre el nivel del mar, presenta temperaturas que oscilan entre los 6 y 12 °C. Abarca las veredas de Puente Tierra, Pedregal, Gallinazo, Tulcán, San Pedro, San Pedro del Bosque, Santa Lucía, El Cofre, Agua Bonita, Gabriel López, Carmen de Sabaletas y Malbasá. Cubre el 59, 27% del área total.

**3.1.5 Cobertura y uso del suelo.** La microcuenca presenta seis clases de coberturas (Anexo D), representadas a su vez en catorce tipos (mapa 4).

La cobertura de mayor representatividad es la de bosque que corresponden al 23,15% de la cobertura total, seguido de misceláneos, pastizales y arbustales encontrados en rangos del 20,96% al 17,33%, mientras que las de menor proporción son los matorrales y cultivos con tan solo el 9,94 y 9,49% respectivamente.

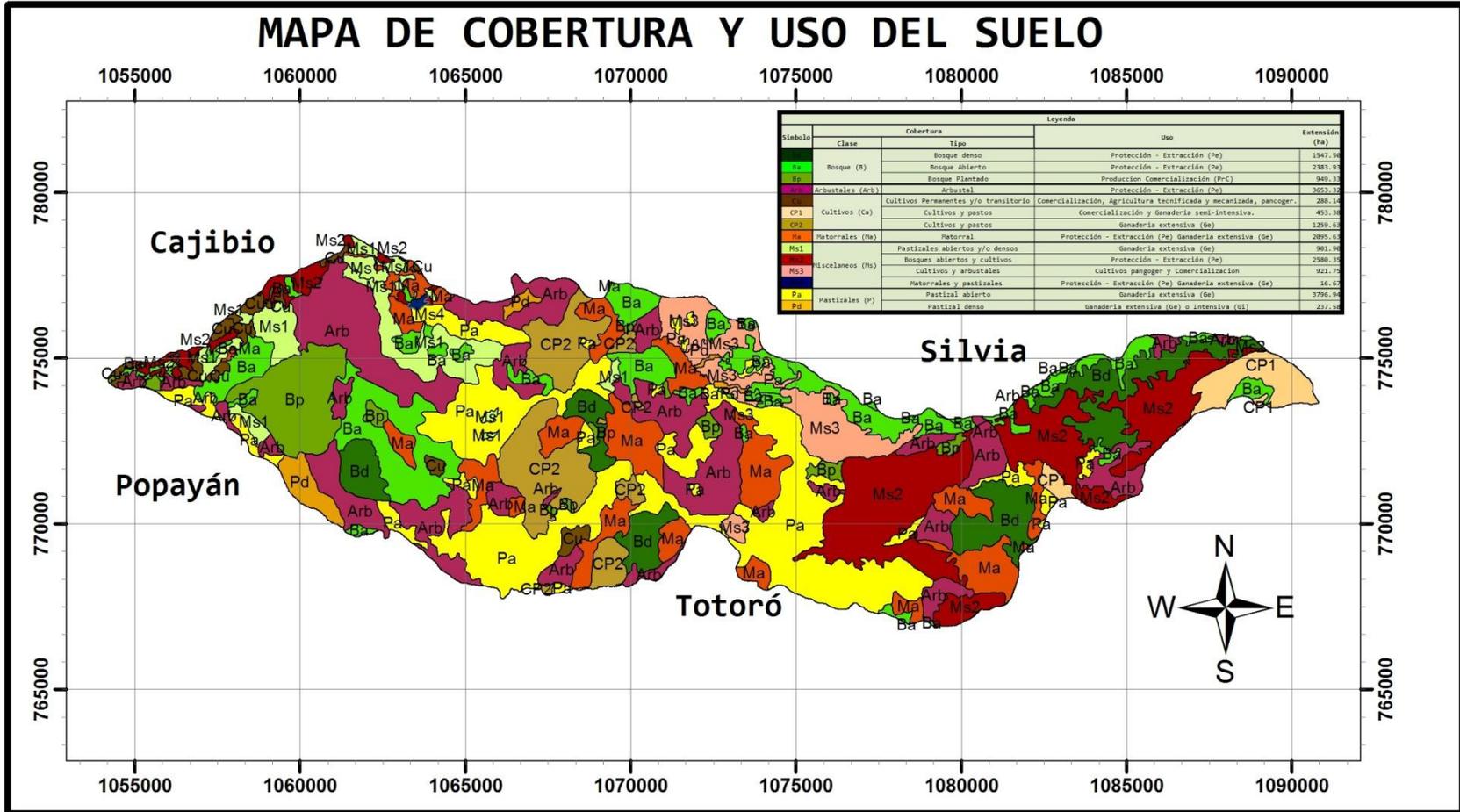
Se presenta fragmentación del bosque, reduciendo las áreas para protección debido a que hay un cambio de uso del suelo, donde se tiene que el 41,55% del área se esta dedicando a la ganadería extensiva o semi-intensiva. Esto a largo plazo podría presentar problemas de reptación o pata de vaca, lo que va contribuir a la degradación de la cuenca a futuro.

**3.1.6 Capacidad de uso del suelo.** La microcuenca del Río Cofre está distribuida en 4 clases y 12 subclases (Anexo E) según clasificación agrologica USDA modificada por el IGAC (Mapa 5).

El 35,59% del área son tierras no aptas para sistemas de cultivos comunes. El uso puede limitarse principalmente a forestaría de producción o de protección - producción y conservación de la vegetación herbácea, arbustiva o arbórea y a la vida silvestre. El 23, 51% de las tierras pueden emplearse en cultivos densos (caña) o de semibosque (café con sombrero), para frutales, cítricos entre otros. Por otro lado el 23.31% de la tierra son susceptibles a la erosión y a los movimientos en masa, erosión moderada, de media a alta saturación de aluminio, pendientes fuertemente inclinadas, fertilidad baja, abundantes fragmentos superficiales de rocas, entre otras.

Son suelos aptos para ganadería, cultivos densos, plantaciones forestales, agricultura con pocos cultivos semilimpios y densos y por ultimo el 17.58% de las tierras deben dedicarse principalmente a la conservación de los recursos naturales.

Mapa 4. Cobertura vegetal y uso del suelo microcuenca del Río Cofre.



Republica de Colombia Universidad del Cauca Ingeniería Forestal	Diagnóstico Biofísico y Socioeconómico de la Microcuenca del Río Cofre, Abastecedora de la Comunidad del Corregimiento de la Venta, Municipio de Cajibío, Departamento del Cauca.	<h2>Mapa de Cobertura y Uso del Suelo</h2>
	Elaboró <b>Ariel Mauricio Morales Fernández</b> <b>Juan Carlos Romero Meneses</b>	Fuente Tematica Planes de Ordenamiento Territorial Municipio de Silvia, Totoró y Cajibío Escala 1:50.000
		Esc: 1:200000 Fecha: Marzo 2012 N° Mapa: 4

Mapa 5. Capacidad de uso del suelo microcuenca del Río Cofre.



Republica de Colombia Universidad del Cauca Ingeniería Forestal	Diagnostico Biofísico y Socioeconómico de la Microcuenca del Río Cofre, Abastecedora de la Comunidad del Corregimiento de la Venta, Municipio de Cajibío, Departamento del Cauca.	<h3>Mapa de Capacidad de uso del Suelo</h3>												
	Elaboró <b>Ariel Mauricio Morales Fernández</b> <b>Juan Carlos Romero Meneses</b>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">Fuente Tematica</td> <td style="border: none;">Esc:</td> <td style="border: none;">1:200000</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Instituto Geográfico Agustín Codazzi</td> <td style="border: none;">Fecha</td> <td style="border: none;">Marzo 2012</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Planchas 342 - 343</td> <td style="border: none;">N° Mapa</td> <td style="border: none;">5</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Escala 1:100.000</td> <td colspan="2" style="border: none;"></td> </tr> </table>	Fuente Tematica	Esc:	1:200000	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Fecha	Marzo 2012	Planchas 342 - 343	N° Mapa	5	Escala 1:100.000		
Fuente Tematica	Esc:	1:200000												
Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Fecha	Marzo 2012												
Planchas 342 - 343	N° Mapa	5												
Escala 1:100.000														

**3.1.7 Conflictos de uso del suelo.** Se determinaron los tipos de conflicto adecuado, subutilizado y sobreutilizado para el uso del suelo (Mapa 6), subdivididos a su vez en ligeros, moderados y severos dependiendo del aprovechamiento presentado (Anexo F).

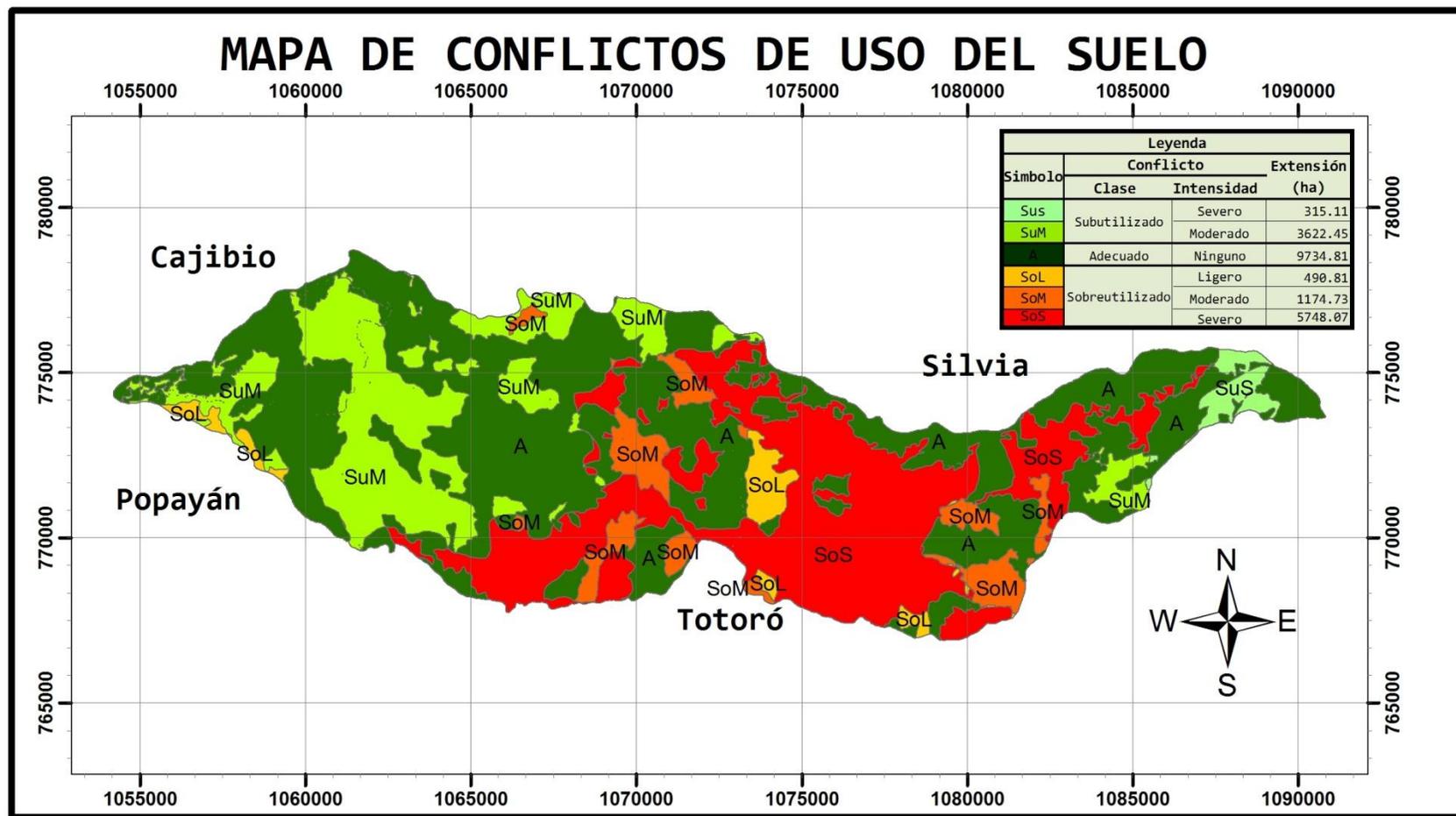
El 53.83% del área total de la microcuenca presenta inconvenientes en el aprovechamiento de las capacidades que presenta el suelo ya sea por la sub o sobreutilización.

Generalmente se presenta estos inconvenientes por el problema de tenencia de la tierra; debido a que las mejores se encuentran concentradas en pocos individuos; obligando a los campesinos e indígenas a trabajar en áreas de vegetación natural para sembrar y establecer sus cultivos; ampliando de esta manera la frontera agropecuaria y reduciendo considerablemente la cobertura boscosa existente. Estas prácticas últimamente se están trasladando también a las zonas de paramo, ocasionando la disminución en la intercepción, almacenamiento y regulación hídrica; afectando también de manera directa el abastecimiento de los acueductos veredales.

Las inadecuadas actividades culturales como la preparación y manejo de suelos, el establecimiento de cultivo transitorios y la presencia de ganado en sitios de alta pendiente inducen rápidamente la pérdida su fertilidad y generan problemas graves de degradación que van desde la erosión hídrica superficial, desarrollo de patas de vaca hasta el desarrollo de cárcavas de los suelos. (IGAC, 2006)

**3.1.8 Morfometría.** Con la ayuda del software Arcgis y Excel se obtuvieron de manera ágil y precisa variables como el área y perímetro de la cuenca, longitud del cauce principal y afluentes, entre otros. Determinantes para calcular los parámetros de forma, relieve y relativos a la red de drenaje de la microcuenca del río cofre (cuadro 4).

Mapa 6. Conflictos de uso del suelo microcuenca del Río Cofre.



Republica de Colombia Universidad del Cauca Ingeniería Forestal	Diagnóstico Biofísico y Socioeconómico de la Microcuenca del Río Cofre, Abastecedora de la Comunidad del Corregimiento de la Venta, Municipio de Cajibío, Departamento del Cauca.	<h3>Mapa de Conflictos de uso del suelo</h3>									
	Elaboró <b>Ariel Mauricio Morales Fernández</b> <b>Juan Carlos Romero Meneses</b>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Fuente Temática</td> <td style="width: 40%;">Esc:</td> <td>1:200000</td> </tr> <tr> <td>Instituto Geográfico Agustín Codazzi</td> <td>Fecha</td> <td>Marzo 2012</td> </tr> <tr> <td>Planes de Ordenamiento Territorial de Silvia, Totoró y Cajibío</td> <td>N° Mapa</td> <td>6</td> </tr> </table>	Fuente Temática	Esc:	1:200000	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Fecha	Marzo 2012	Planes de Ordenamiento Territorial de Silvia, Totoró y Cajibío	N° Mapa	6
Fuente Temática	Esc:	1:200000									
Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Fecha	Marzo 2012									
Planes de Ordenamiento Territorial de Silvia, Totoró y Cajibío	N° Mapa	6									

**Cuadro 4.** Resumen parámetros morfométricos microcuenca del Río Cofre.

<b>Morfometría Microcuenca Rio Cofre</b>			
	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Clasificación</b>
<b>Área Cuenca (A)</b>	<b>Km2</b>	210,86	Muy Grande
<b>Perímetro Cuenca (P)</b>	<b>Km</b>	99,11	
<b>Longitud Cauce Principal (L)</b>	<b>Km</b>	57,14	Largo
<b>Longitud Causes (La)</b>	<b>Km</b>	809,00	
<b>Longitud Curvas de Nivel</b>	<b>Km</b>	819,80	
<b>Ancho Promedio (Ap)</b>	<b>Km</b>	3,69	
<b>Parámetros de Forma</b>			
<b>Factor de Forma Gravilius (Rf)</b>		0,06	Alargada
<b>Coefficiente de Compacidad (Kc)</b>		1,93	Oval oblonga - Rectangular oblonga
<b>Parámetros de Relieve</b>			
<b>Altura Media de la Cuenca (Hm)</b>	<b>M</b>	2457,29	Alta
<b>Pendiente Promedio de la Cuenca</b>	<b>%</b>	38,88	Fuerte
<b>Parámetros a la Red de Drenaje</b>			
<b>Pendiente Media Corriente Ppal (Pc)</b>	<b>%</b>	2,97	Suave
<b>Densidad de Drenaje (D)</b>	<b>Km/Km2</b>	3,84	Alta
<b>Tiempo de Concentración (Tc) DGC</b>	<b>Horas</b>	3,41	Lento
<b>Tiempo de Concentración (Tc) Kirpich</b>	<b>Horas</b>	5,78	Lento
<b>Orden de la Cuenca</b>		6	Alto

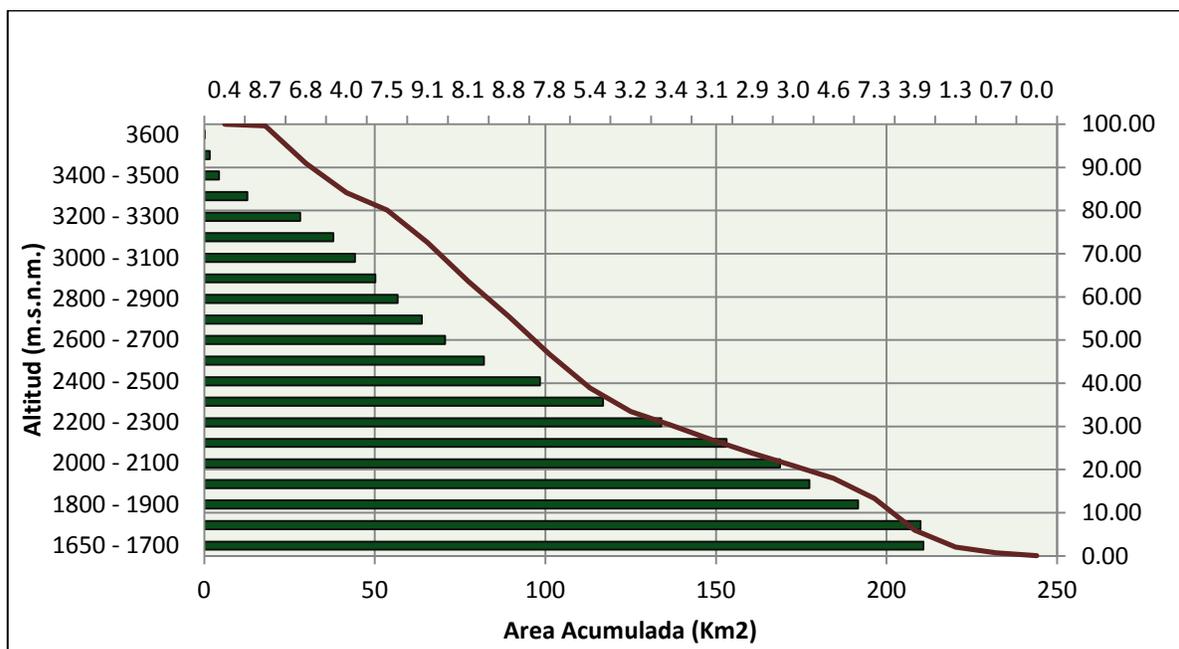
Existen diferentes clasificaciones para las cuencas teniendo como base su área; para Campos (1992), la microcuenca del río cofre se ubica en el menor rango de extensión, por lo cual esta se describe como una cuenca pequeña; pero según la descripción de la FAO, esta hace parte de la categoría de cuencas muy grandes, con un área de 210,86 Km<sup>2</sup>, la cual tiende a presentar grandes caudales por cubrir mayores extensiones de terreno; permitiendo que esta cuente con abundante agua, aun en tiempos de sequia y con gran variación ecológica y de cobertura vegetal (INE, 2004). La clasificación del Movimiento Conservacionista Americano permite determinar que el área de estudio es una cuenca, de acuerdo a su tamaño en Km<sup>2</sup> y no una microcuenca; pero por motivos de índole administrativo se debe conocer a esta como microcuenca del río cofre. Esto indica que la terminología en muchos casos es relativa, pues no existe una idea exacta de lo que puede ser una micro, macro, sub o una cuenca (Viramontes, et al, 2008).

Los parámetros de forma indican que la microcuenca presenta un escurrimiento aceptable de las aguas captadas y no está sujeta a recibir lluvias simultáneas

intensas en toda su extensión, por lo que la hace menos propensa a crecientes e inundaciones, como en una cuenca con el mismo tamaño, pero de forma redonda; Así como lo indica Maldonado *et al*, (2001) en el que afirman que el Kc, puede ser un indicador para prevenir inundaciones o llegadas repentinas de agua en ciertos poblados cercanos a cauces o arroyos pues la duración de los escurrimientos al cauce principal pueden ser más rápido.

El histograma de frecuencias y curva hipsométrica (gráfico 3), muestran una pendiente moderada entre las cotas 3600 y 2300, estabilizándose en las altitudes menores a 2300; indicando que la cuenca se encuentra en una etapa geológicamente madura, pues al tener un relieve equilibrado e inclinaciones de pendientes regulares de forma ligeramente convexa permite su ensanchamiento, por lo cual se enriquece con depósitos sedimentario aluviales.

**Gráfico 3.** Histograma de frecuencias y curva hipsométrica, microcuenca del Río Cofre.



La pendiente media de la cuenca es fuerte (Ortiz, 2004), y presenta una elevación alta; esto evidencia claramente la escorrentía superficial que se puede presentar en algunas zonas de la cuenca donde el relieve no es muy montañoso, contribuyendo en el transporte de sedimentos. Aunque se debe resaltar que la cobertura vegetal existente, permite una gran captación de agua lluvia que favorece la infiltración y retención de agua, disminuyendo así la escorrentía en partes más altas de la cuenca, y por lo tanto los procesos erosivos severos. La buena infiltración que presenta la cuenca contribuye a tener una buena

disponibilidad de agua, generando gran importancia en la planificación y manejo del recurso hídrico.

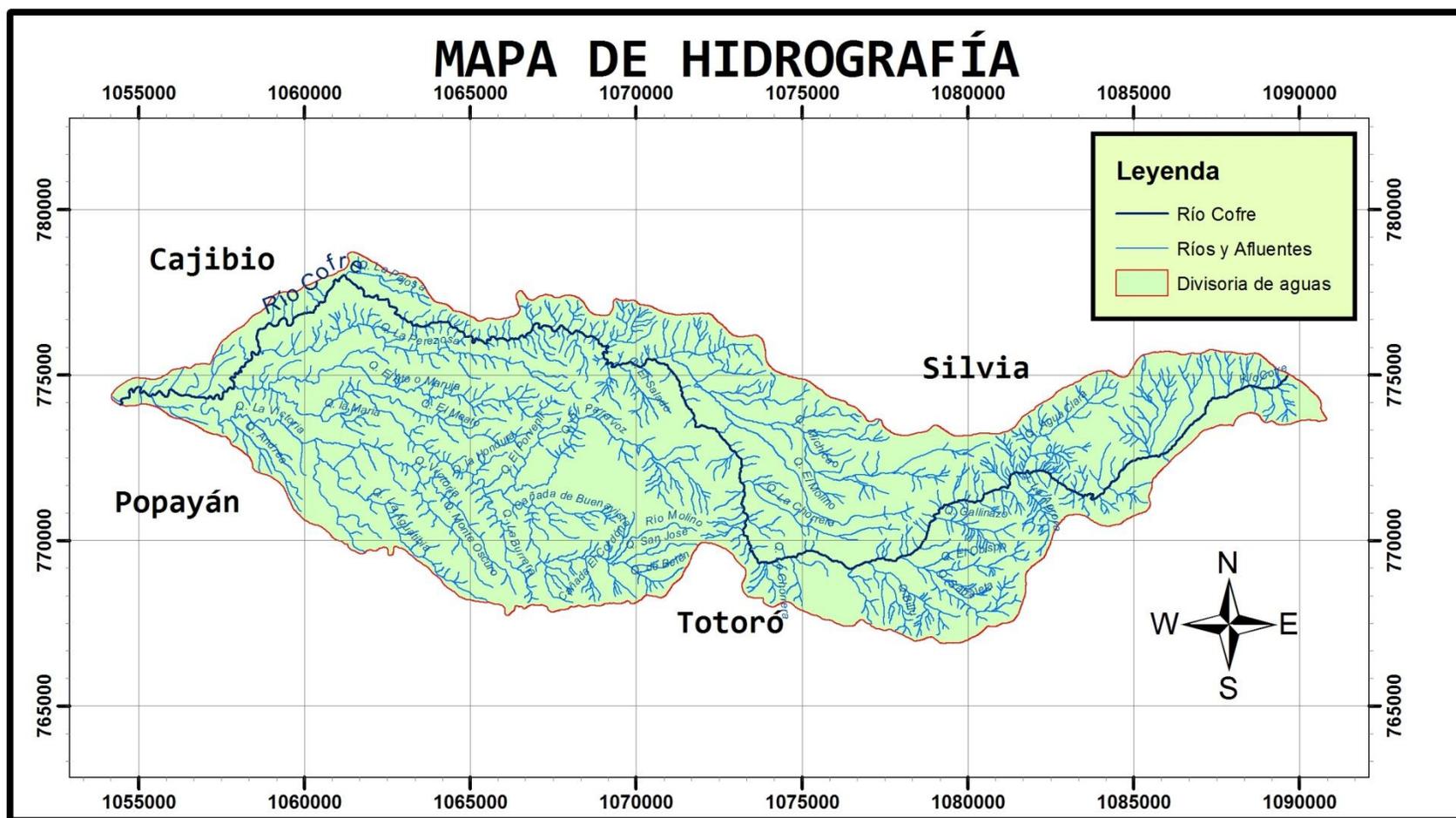
Los parámetros relativos a la red de drenaje indican que la microcuenca presenta una pendiente suave, que puede llevar a que las aguas sean menos oxigenadas comparada con una de pendientes pronunciadas que presentan mayores turbulencias y capacidad de erosión y transporte, como lo afirma Londoño (2001). Esta característica influye en la disminución de la vida microbiológica en las aguas del Río Cofre.

La Alta densidad de drenaje refleja una cuenca muy bien drenada, relativamente rápida al influjo de la precipitación; indicando mayor abundancia de escurrimiento y valores importantes de erosión. (Londoño; 2001).

Según Londoño (2001) cuando el tiempo de concentración es lento, se aumentan los caudales máximos de crecida y aumenta el riesgo de inundaciones, considerando que la cuenca capte aguas en toda su extensión de manera simultánea.

El orden 6 que la microcuenca presenta, por su gran número de afluentes (mapa 8) la hace más susceptible a procesos erosivos, mayor transporte de sedimentos y por tanto mayor será la escorrentía directa que una cuenca de similar área.

Mapa 7. Hidrografía microcuenca del Río Cofre



Republica de Colombia Universidad del Cauca Ingeniería Forestal	Diagnóstico Biofísico y Socioeconómico de la Microcuenca del Río Cofre, Abastecedora de la Comunidad del Corregimiento de la Venta, Municipio de Cajibío, Departamento del Cauca.	<h2>Mapa de Hidrografía</h2>										
		Elaboró <b>Ariel Mauricio Morales Fernández</b> <b>Juan Carlos Romero Meneses</b>	<table border="0"> <tr> <td>Fuente Temática</td> <td>Esc:</td> <td>1:200000</td> </tr> <tr> <td>Instituto Geográfico Agustín Codazzi</td> <td>Fecha</td> <td>Marzo 2012</td> </tr> <tr> <td>Escala 1:25.000</td> <td>Nº Mapa</td> <td>8</td> </tr> </table>	Fuente Temática	Esc:	1:200000	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Fecha	Marzo 2012	Escala 1:25.000	Nº Mapa	8
Fuente Temática	Esc:	1:200000										
Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Fecha	Marzo 2012										
Escala 1:25.000	Nº Mapa	8										

**3.1.9 Hidrometría.** Se realizaron un total de seis aforos (Cuadro 5) con el fin de trabajar en las épocas de verano e invierno para determinar el comportamiento del caudal del Río Cofre durante este periodo. Se trabajo con el método del flotador (Anexo G), corroborado con el del método del molinete (Imagen 5) determinando así que los valores de los caudales tienen un alto grado de confiabilidad donde se obtuvo una diferencia de 0.095 m<sup>3</sup>/seg en promedio entre métodos.

Comparando estos caudales con los caudales mínimos y máximos del periodo comprendido entre los años 1961-1990 (Gráfico 5) se puede notar que el río Cofre está superando el promedio histórico del caudal máximo, mientras que en los otros meses hay una condición de acercamiento al promedio histórico. Esto se puede dar a los fuertes cambios climáticos presentados en los últimos años, y lo cual puede comprender las grandes crecientes y avenidas que se han presentando paulatinamente (Gráfico 4).

En promedio el rio cofre presenta una oferta hídrica de 2.46 m<sup>3</sup>/seg.

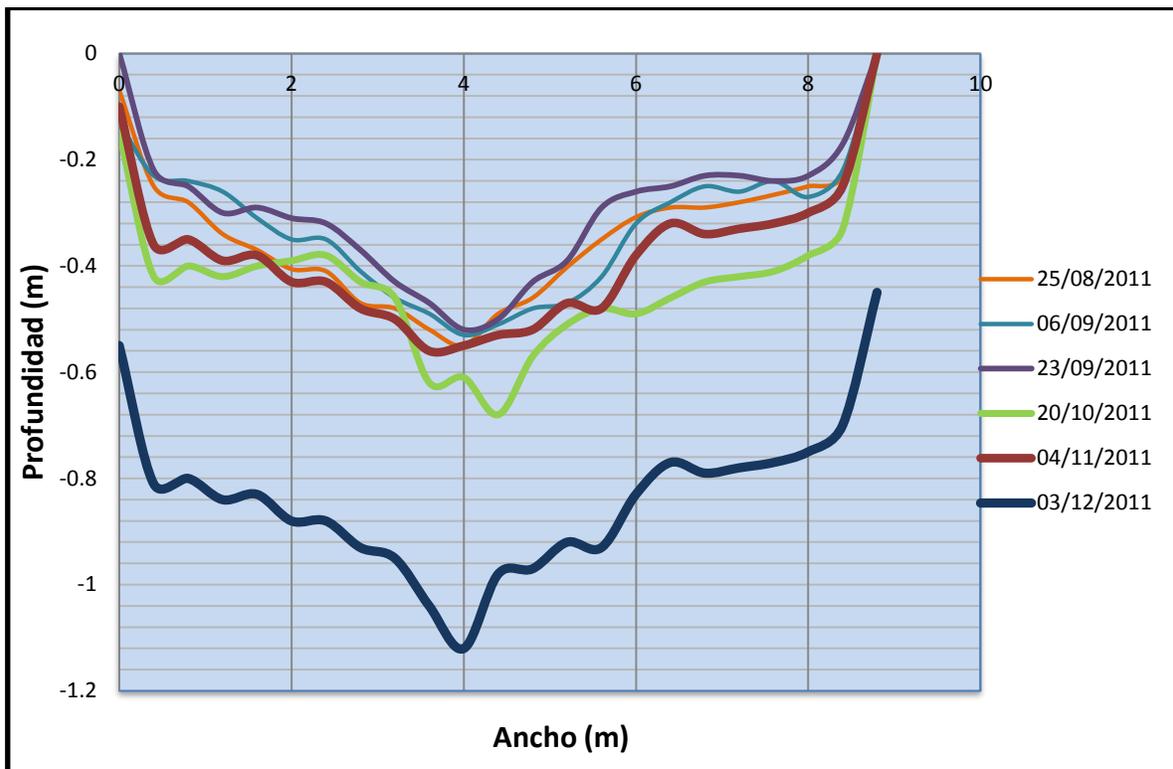
**Cuadro 5.** Caudales obtenidos con el método del flotador

Aforo	Fecha	Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	Precipitación (mm)
1	25/08/2011	1.759411287	100
2	06/09/2011	1.695400077	107
3	23/09/2011	1.595802128	107
4	20/10/2011	3.144873501	199
5	04/11/2011	2.663392723	222
6	03/12/2011	3.927902756	182

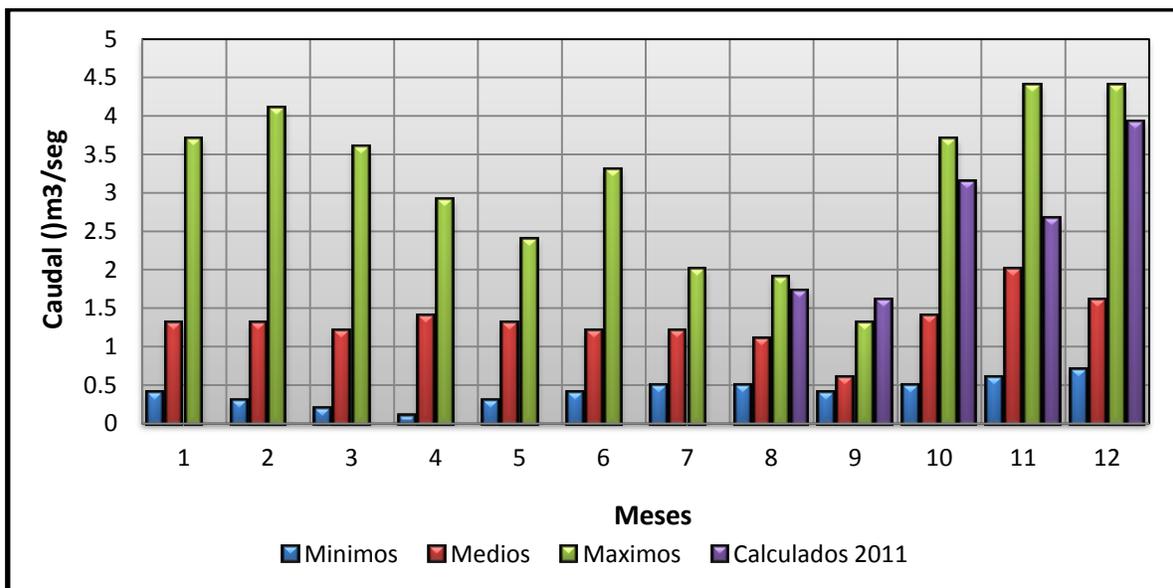
**Imagen 5.** Medición de caudal con flotador y molinete.



**Gráfico 4.** Perfil de aforos con flotador Río Cofre.



**Gráfico 5.** Relación de caudales 1961 – 1990 vs caudales obtenidos 2011.



Fuente. EOT Municipio de Totoró.

## 3.2 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

La microcuenca del Río Cofre se extiende sobre los municipios de Totoro, Silvia, y Cajibío. La mayor área de la cuenca la ocupa el municipio de Totoro con un 77,49% del área total, mientras que el área de influencia de la población beneficiaria del acueducto la venta es del 4,97%. (Mapa 8)

**3.2.1 Población.** Seis resguardos indígenas y tres corregimientos se distribuyen a lo largo de la superficie para conformar la microcuenca del Río Cofre; que presenta una población aproximada de 14861 habitantes (Cuadro 6), según datos de las encuestas realizadas y las oficinas del SISBEN de cada uno de los municipios que la conforman. La población indígena predomina y se extiende a largo y ancho de toda la microcuenca (Imagen 6).

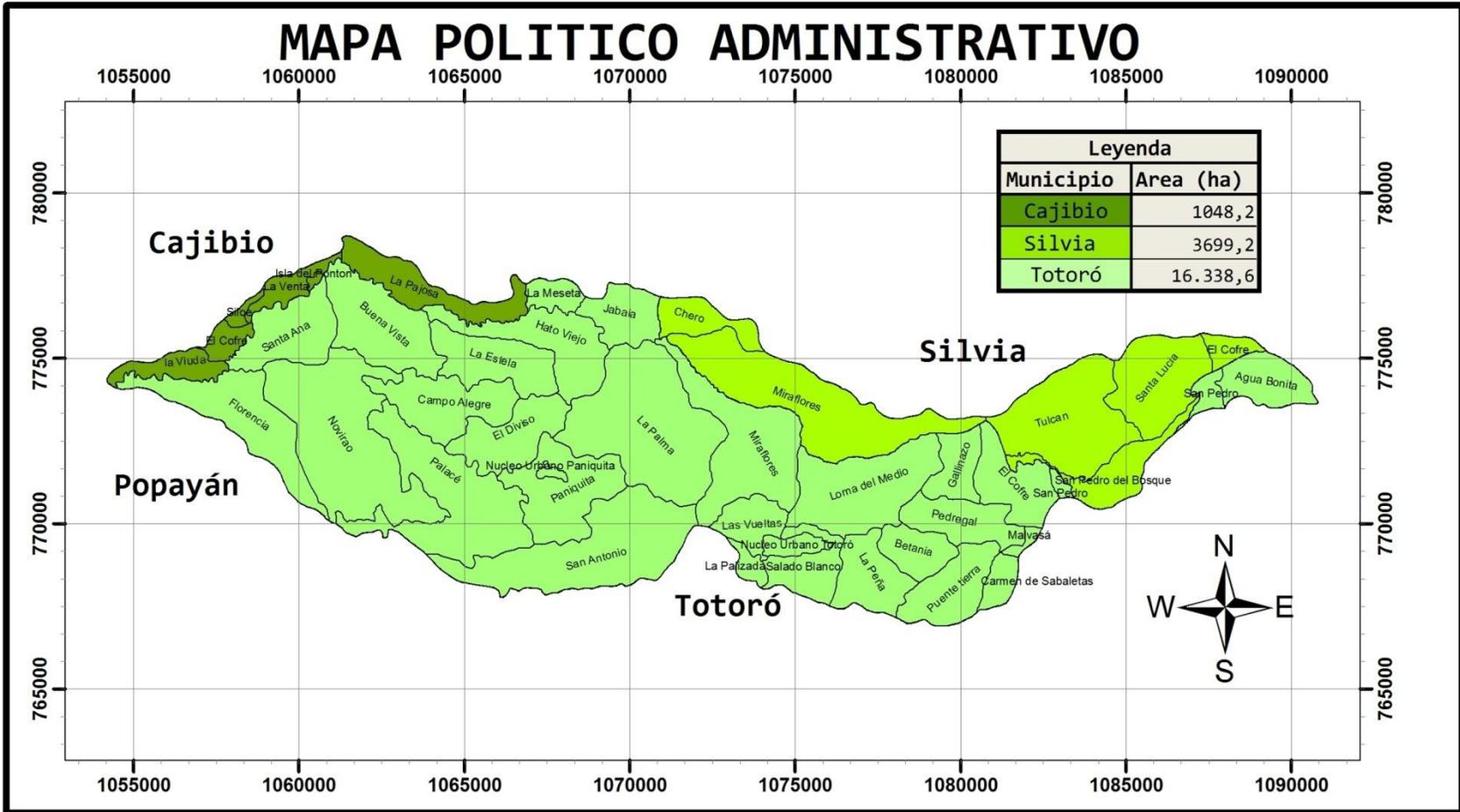
Este tipo de comunidades se caracteriza por presentar una heterogeneidad o diversidad social marcada; albergan una gran gama de valores, actitudes, pensamientos y formas de ver el mundo que en últimas son las que definen el porqué la forma de ocupar el suelo y clasificar los espacios (EOT Totoro, 2002).

**Imagen 6.** Población indígena totoro-teña.



**Foto.** Diario El Liberal.

Mapa 8.División política administrativa microcuenca del Río Cofre.



Republica de Colombia Universidad del Cauca Ingeniería Forestal	Diagnóstico Biofísico y Socioeconómico de la Microcuenca del Río Cofre, Abastecedora de la Comunidad del Corregimiento de la Venta, Municipio de Cajibío, Departamento del Cauca.	<h3>Mapa Politico administrativo</h3> <p>Fuente Tematica: Plandes de Ordenamiento Territorial de Silvia, Totoró y Cajibío</p> <p>Esc: 1:200000</p> <p>Fecha: Marzo 2012</p> <p>Nº Mapa: 9</p>
 	Elaboró <b>Ariel Mauricio Morales Fernández</b> <b>Juan Carlos Romero Meneses</b>	

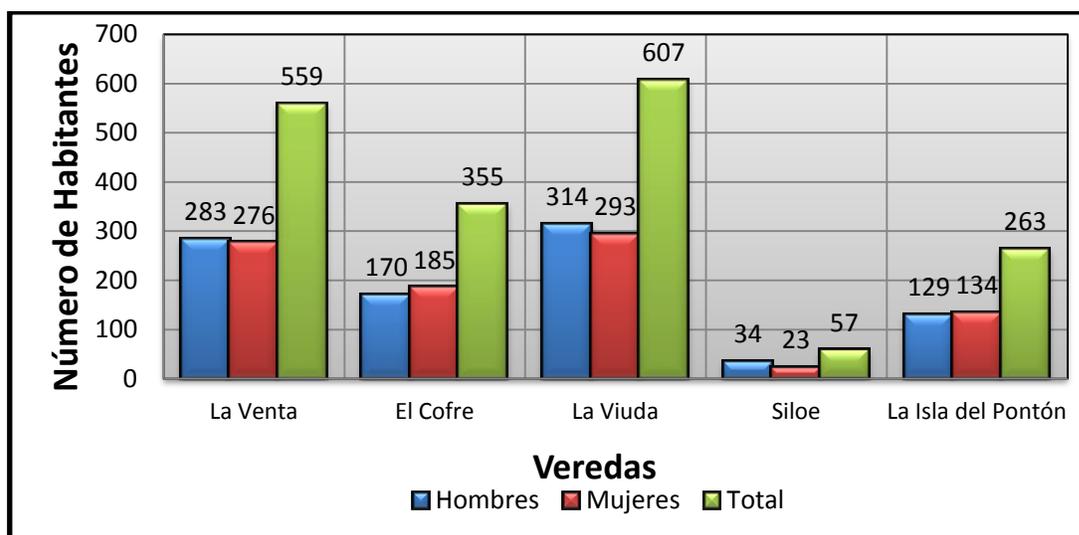
**Cuadro 6.** Resumen distributivo de la población de la microcuenca del Río Cofre.

Territorio	Nombre	Etnia	Municipio	Veredas	No. Aprox de Habitantes
Corregimiento	Santa Lucia	Mestiza	Silvia	1	2916
Resguardo Indígena	Ambalo	Indígena		Totoró	
	Novirao		3		
	Paniquita		8		
	Jebala		3		
	Totoró		12		
	Polindara		1		
Corregimiento	Gabriel López	Mestiza	Cajibío	2	1841
	Florencia			1	
	La Venta			5	
<b>Total</b>	<b>10</b>			<b>41</b>	<b>14861</b>

**Fuente.** Alcaldías Municipales de Silvia, Totoro y Cajibío.

Cinco de las siete veredas que conforman el corregimiento de La Venta Cajibío, presentan una población total de 1841 habitantes (Gráfico 6); esta población presenta una distribución con una leve predominancia de los hombres sobre las mujeres; con porcentajes del 51 y 49% respectivamente.

**Gráfico 6.** Consolidado de habitantes de las veredas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre.

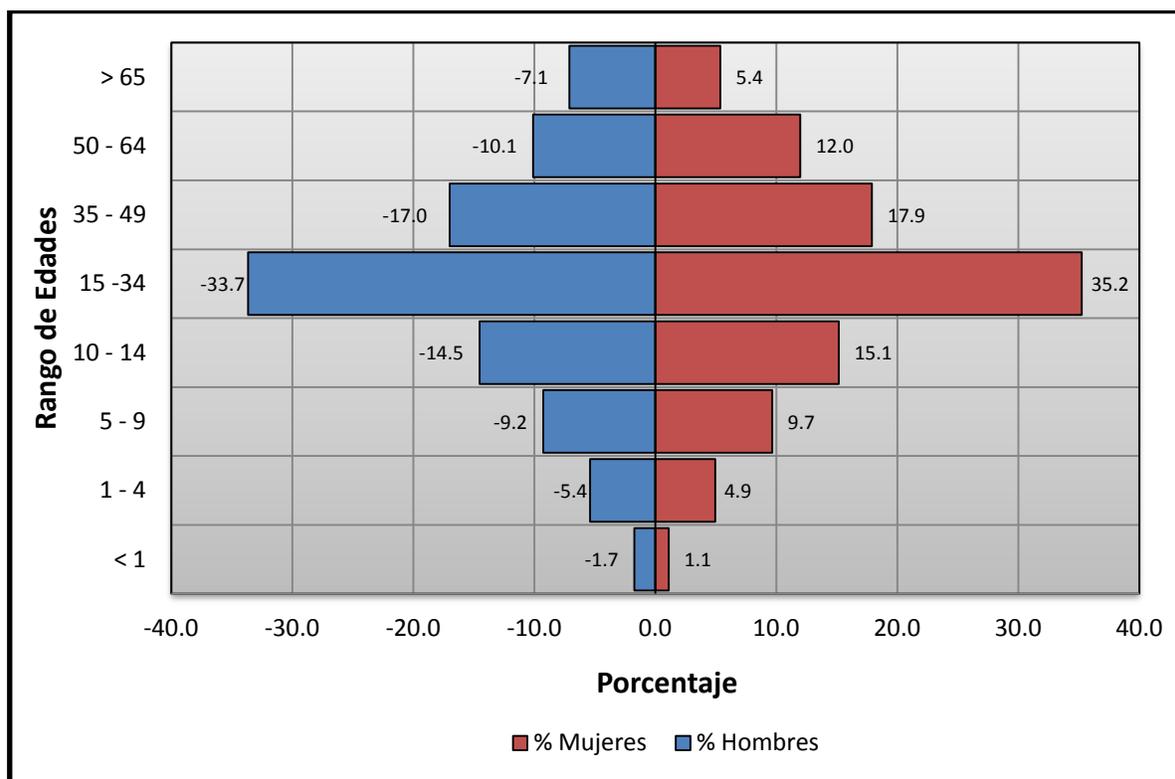


Del gráfico 4 se pueden separar tres tipos de densidades de población: la primera conformada por las veredas de la Venta y la Viuda representada en un 63.33%, las cuales constituyen más de la mitad de la población total usuaria del acueducto

y en donde se concentran las mayores actividades económicas de la zona; la segunda integrada por las veredas de el Cofre y la Isla del Pontón representada en un 33.57% y finalmente la vereda de Siloe que solo presenta una cifra del 3.1% de la población.

Por vivienda se tiene un promedio de 4,095 habitantes, distribuidos por rangos de edades de acuerdo a cada vereda encuestada. (Gráfico 7).

**Gráfico 7.** Pirámide poblacional de las veredas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre.



La pirámide muestra de una forma fácil el tipo de estructura de la población, que es consecuencia de la fecundidad, mortalidad y migraciones del territorio estudiado. En la base de la pirámide se encuentran los grupos de edades más jóvenes, la cima representa a los más viejos. Cada barra representa el peso, absoluto o relativo, de una edad o un grupo de edades dentro de la población total (CEDEM, s.f.).

La pirámide poblacional de la zona es de tipo regresiva, muestra una base pequeña debido a una tasa débil de natalidad, lo cual restringe la población joven y aumentan paulatinamente la población adulta.

La población tiene una tendencia de crecimiento equilibrada en casi todos los rangos de edad a excepción del último, conformado por los mayores de 65 años, pues mientras la población masculina disminuye en un 3% la femenina lo hace al 6.6%. Este grupo que es minoritario debe tener constante seguimiento pues requiere permanentemente de atención de salud, bienestar y actividades lúdicas y recreativas.

El grupo de la población económicamente activa, comprendido entre los 15 y 64 años y conocido como jóvenes adultos, alcanza una predominancia en la zona de 62.2%. Esta población demanda generación continua de empleo al igual que programas de salud, educación, vivienda y recreación, debido a las diferentes situaciones que pueda presentar. Teniendo en cuenta que esta zona es rural, las actividades de campo predominan como fuente de ingreso.

Los niños y jóvenes que representan el 30.8% de la población, se clasifican como económicamente dependientes. En este grupo la vulnerabilidad de la población infantil entre 0 y 9 años, requiere de programas constantes de vacunación, educación y bienestar social; mientras que los jóvenes entre los 10 y 14 años demandan programas recreativos y educativos, que incentiven sus cualidades con el fin de proyectarlos a una futura vida profesional.

**3.2.2. Infraestructura Social.** El desarrollo social de la microcuenca del Río Cofre de acuerdo con el nivel de vida de la población, constituido por la composición, accesibilidad y calidad de los servicios públicos básicos, de salud, educación, vivienda, comunicaciones, que indican la medida en la cual se satisfacen estas necesidades, involucrando el aspecto cultural propio de cada grupo de la población. (IGAC, 2006)

**3.2.2.1 Vivienda.** De acuerdo a su tipología se encontró que en la zona que comprende Totoró y Silvia aun predominan las viviendas tradicionales tipo colonia los cuales son viviendas elaboradas en materiales como barro, paja y cabuya, que generalmente son de formas rectangulares y de grandes dimensiones.

Entre los motivos por los cuales se construyen las viviendas en estos materiales están: la facilidad de conseguir los materiales en su espacio territorial y las mejores condiciones de calor que estas presentan frente a construcciones de cemento; teniendo en cuenta las características climáticas que se dan en esta zona.

**Imagen 7.** Vivienda en bahareque, vereda Buenavista Totoró.



Las construcciones artesanales que predominaban en el pasado, aun se mantienen, claro que en menor proporción, debido a los eventos naturales, como vientos y lluvias fuertes, deslizamientos, entre otros., los cuales causan deterioros de estas y ponen en peligro la integridad física de sus habitantes (Imágenes 7 y 8).

El predominio de las construcciones con materiales más resistentes y que perduran en el tiempo como ladrillo, y bloque, se fue dando con el paso del tiempo debido a fenómenos naturales como vientos, lluvias, entre otros., fueron deteriorando las viviendas artesanales haciendo de sus habitantes vulnerables a estos procesos.

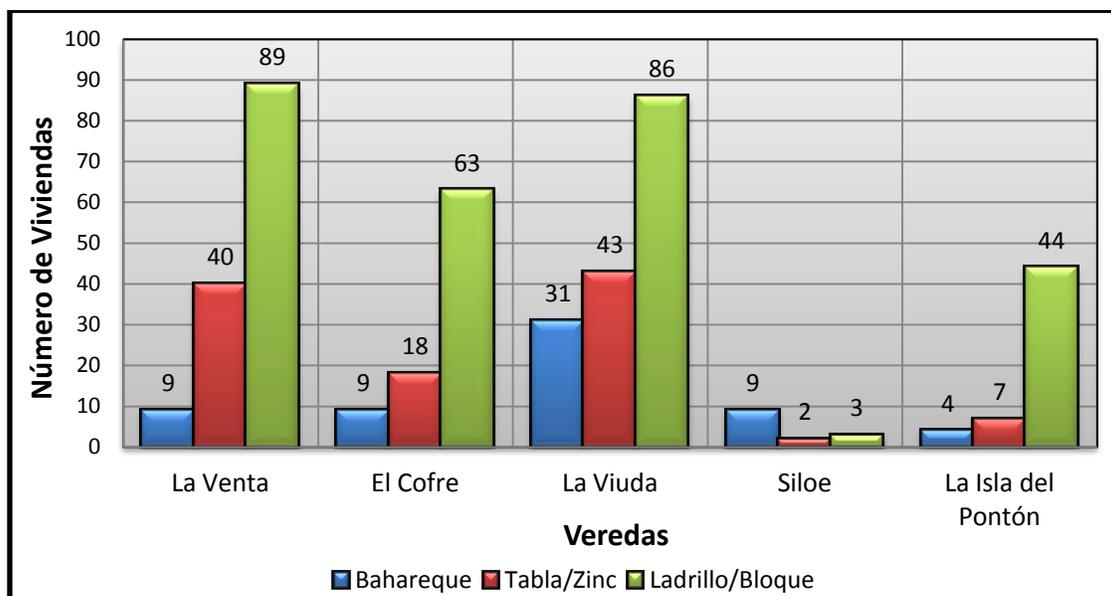
La zona que comprende el municipio de Cajibío presenta un predominio del 62.4% de viviendas construidas en materiales de ladrillo y bloque, mostrando la menor representatividad en la vereda de Siloe, en la cual priman las construcciones en bahareque. (Gráfico 8)

**Imagen 8.** Vivienda en madera, vereda de la Venta Cajibío.



La tabla y el zinc registran la segunda opción para la construcción de viviendas en la zona, con un porcentaje de 24.1%. Esta presenta una diferencia significativa con el ladrillo y el bloque pero no con el bahareque en cuanto a elección de material; indicando que los núcleos familiares que no tienen acceso, por motivos económicos, viales, entre otros., a la elección de ladrillo, bloque, cemento, varilla, entre otros., para el levantamiento de sus viviendas, optan por los otros dos materiales mencionados.

**Gráfico 8.** Materiales de viviendas construidas en las veredas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre.



La vía panamericana, influye mucho en la elección de los materiales para construir vivienda; pues los habitantes de las veredas de La Venta, El Cofre, La Viuda y La Isla del Pontón tienen mayor acceso, facilidad de compra y transporte para adquirir los materiales más resistentes (ladrillo y bloque), debido a su cercanía con esta importante vía internacional.

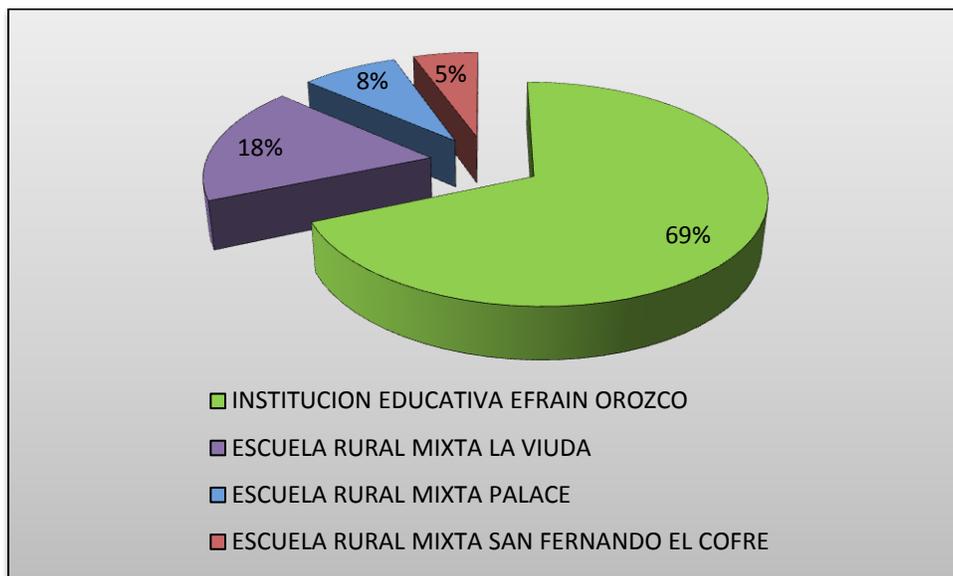
Del material de construcción de las viviendas depende que sus habitantes puedan ser vulnerables a sufrir de las consecuencias de los desastres naturales, pues una vivienda de un buen material, corre menos riesgo a deterioros y desestabilizarse por efectos de sismos, deslizamientos, hundimientos, vendavales, entre otros.

**3.2.2.2 Educación.** La zona de Silvia y Totoró que comprenden la microcuenca presentan 31 establecimientos educativos, entre instituciones y escuelas rurales. La población estimada de estudiantes es de 3661, resaltando que a excepción de las veredas de Santa Lucía, San Pedro, Agua Bonita y Florencia ubicadas en zonas campesinas y la cabecera urbana de Totoró; el resto de establecimiento brinda a clases a niños y jóvenes de etnias indígenas.

Las administraciones municipales y entes como el Instituto Colombiano de Bienestar familiar, brinda apoyo a estos establecimientos con el fin de mejorar la calidad de vida de su estudiantado a través del mejoramiento de la infraestructura de sus construcciones, modernización de equipos, aporte en la alimentación, entre otros.

El corregimiento de La Venta cuenta con cuatro establecimientos educativos que albergan una población de 726 estudiantes. (Gráfico 9).

**Gráfico 9.** Consolidado de alumnos matriculados en instituciones y centros educativos del corregimiento de La Venta.



**Fuente.** Secretaria de Educación, Cultura y Deporte, Municipio de Cajibío.

El gráfico muestra la distribución estudiantil por establecimientos, en donde la Institución educativa Efraín Orozco de la Venta, acoge al 69% de la población, correspondiente a 498 alumnos tanto para básica primaria como secundaria. La población restante se reparte en las escuelas rurales de la Viuda, Palacé y San Fernando.

La tasa de escolaridad neta de la zona es de 79.10%, mastranto que hay una buena cobertura del sistema educativo; pero que faltan campañas de motivación y búsqueda de niños y jóvenes por parte de la secretaria de educación cultura y deporte y de las juntas de acción comunal de cada una de las veredas, para completar el 100% de cobertura y combatir de esta manera el analfabetismo.

El total de matriculas para transición (grado cero), en los cuatro establecimientos educativos es de 56 alumnos, que equivale a 7.71%; esto promedio, es relativamente bajo, pero no se aleja del estimativo nacional del Ministerio de Educación, que indica que el número de niños matriculados en transición debe corresponder a la quinta parte de los niños que ingresan a la básica primaria.

La educación básica primaria correspondiente a niños entre los 7 y 11 años de edad, presenta la mayor cobertura de la zona con el 45.18% de la población

estudiantil, destacando que hasta este nivel de educación las escuelas rurales mixtas de La Viuda, Palacé y San Fernando ofrecen este servicio; motivo que obliga a que los estudiantes continúen su educación secundaria en la Institución Educativa de la Venta o instituciones alternas de los cascos urbanos de Cajibío, Piendamó y Popayán.

La institución Educativa Efraín Orozco (Imagen 9) cuenta con 263 alumnos en el nivel de básica secundaria y 79 en la educación media.

**Imagen 9.** Institución Educativa Efraín Orozco - Sede Principal.



Después que los estudiantes terminan el grado octavo, se presenta una disminución estudiantil que continua hasta el grado once, indicando fuertes problemas de deserción y ausentismo escolar influido por factores como el bajo nivel educativo presentado por los padres e inestabilidades económicas familiares que presionan a los jóvenes a iniciarse en labores productivas, especialmente en el campo, entre otros.

**3.2.2.3 Salud.** Las condiciones de salud de una región reflejan la calidad de vida de sus habitantes, teniendo en cuenta que las acciones que se fomentan en este sector, como la prevención de enfermedades, atención media adecuada y oportuna, campañas de vacunación, entre otras, son definitivas para el bienestar de la población y las posibilidades de desarrollo económico (IGAC, 2006)

Tres Hospitales de primer nivel ubicados en las cabeceras municipales de Silvia, Totoró y Cajibío; prestan sus servicios a la comunidad de las cabeceras y sectores rurales aledaños.

En los corregimientos y resguardos indígenas de Silvia y Totoro, se ubican puestos de salud, en los cuales se practica asistencia general a sus usuarios, combinado con las brigadas de salud que realizadas por los hospitales.

Según datos de las secretarías de salud, dentro de las principales causas de mortalidad en estas zonas se destacan:

- Neumonías.
- Infarto agudo del miocardio.
- Homicidios y lesiones infligidas intencionalmente por otras personas.
- Otras enfermedades del corazón
- Enteritis y otras enfermedades diarreicas.
- Signos, síntomas y estados morbosos mal definidos.
- Enfermedades cerebro vasculares
- Otras enfermedades del aparato digestivo.
- Accidentes Causados por sumersión, sofocación y cuerpos extraños.
- 10- Suicidios y lesiones autoinfligidas

Al cubrir en la mayor área población campesina e indígena, es muy común encontrar en la microcuenca médicos tradicionales, botánicos, sobanderos y parteras. Estas prácticas con el paso del tiempo se han reducido por diversos factores como la cercanía y cubrimiento de la medicina foránea o por la escasa valoración que los centros de atención básica le dan a estas prácticas tradicionales. (EOT Totoró, 2002).

**Imagen 10.** Puesto de salud corregimiento de La

Sin embargo el poder curativo de las plantas nativas presta, incentivan a que muchas personas no quieran perder este tipo de tradiciones y por ende enseñen a las nuevas generaciones algo que se aprendió de los ancestros.

En el Municipio de Cajibío, el puesto de salud del corregimiento de la Venta (Imagen 10), ubicado en la



misma vereda, funciona de manera normal, contando con la presencia permanente de una auxiliar de enfermería que brinda atención de forma general a los usuarios. Durante cada mes el Hospital San Juan Bautista de Cajibío realiza dos brigadas de salud para el corregimiento en las cuales pueden recibir a un promedio de 300 personas, atendidas en áreas como medicina general, odontología, bacteriología y vacunación; siendo las enfermedades de tipo diarreicas las más presentadas en niños y jóvenes. Esto se puede estar presentando debido a problemas de calidad del agua bien sea porque no tienen acceso al servicio del acueducto la Venta – el Cofre; o a problemas que este presenta en el tratamiento del agua que brinda a sus beneficiarios.

**3.2.3 Infraestructura física.** Indicadora de las condiciones de vida de la población y punto crítico en el análisis para la planificación del desarrollo de una región o municipio. (IGAC, 2006).

**Imagen 11.** Vía internacional panamericana.



**3.2.3.1 Viabilidad y transporte.** El sistema vial que compone la microcuenca del Río Cofre, está constituido por la vía internacional panamericana (Imagen 11), de la cual se desprenden vías secundarias en buenas condiciones (Pavimentadas) encargadas de comunicar a la capital de departamento con los municipios o entre municipios; ayudando de esta manera a la consolidación o reafirmación de las relaciones interregionales, por el importante comercio e intercambio no solo de productos agropecuarios, también el de culturas, entre otros., que se presentan.

Entre los medios de transporte más populares y representativos de las regiones, utilizados para la movilidad intermunicipal y veredal se destacan los buses cerrados, busetas, camperos, buses escaleras, motos y equinos. (Imagen 12).

**Imagen 12.** Medios de transporte tradicionales.



La población de la zona rural principalmente de los municipios de Silvia y Totoró cuenta con vías terciarias (Imágen 13) que en épocas de invierno les dificulta la movilidad y el desplazamiento a centros de atención hospitalaria, educativos y el transporte productos agropecuarios a los diferentes centros de acopio.

**Imágenes 13.** Vías terciarias - vereda Buenavista municipio de Totoró.



La cercanía del corregimiento de la Venta con la vía internacional panamericana, facilita más la movilidad que a los otros dos municipios, pues además de contar con la posibilidad del transporte intermunicipal, existe una ruta urbana de la ciudad de Popayán que llega hasta las veredas del cofre y la venta; permitiendo comunicar a estas y las otras tres veredas con esta ciudad. (Imágen 14).

**Imagen 14:** Ruta urbana de la ciudad de Popayán en la vereda de La Venta.



**3.2.3.2 Servicios Públicos domiciliarios.** Aquellos que cubren la necesidad básica de las comunidades, tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica y alumbrado público. (EOT Totoró, 2002).

**Acueducto.** Los máximos consumos de agua en el municipio de Silvia se presentan en el sector agropecuario y el consumo doméstico. El acueducto que cubre el resguardo de Ambalo se encuentra ubicado en la vereda El Cofre del mismo municipio. En esta zona las veredas de San Pedro, Tulcán, y el Cofre se dedican en un alto porcentaje al monocultivo de la papa, presentando gran contaminación de las fuentes de agua y el suelo por el uso excesivo de agroquímicos (PBOT Silvia, 2002), implicando grandes problemas ecológicos, sociales y culturales, en la cuenca media y baja de las zonas estudiadas.

La utilización de recurso del agua en la zona del municipio de Totoró es primordialmente para el consumo humano. Por eso existe una cobertura del 90% de acueductos encargados de brindar el servicio. (Cuadro 7).

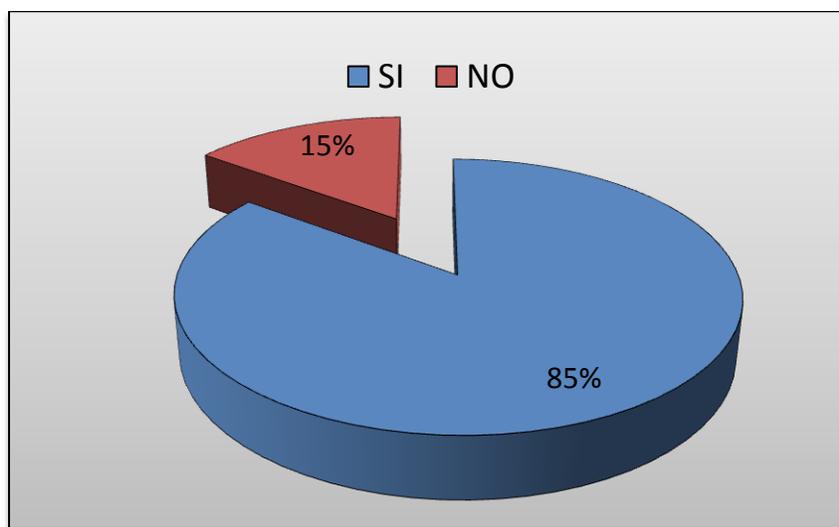
La Asociación Acueducto La Venta – El Cofre, presta su servicio a cinco de las siete veredas que conforman el corregimiento de La Venta (Gráfico 10); esta empresa se abastece de la microcuenca del Río Cofre. Su bocatoma se ubica en la vereda Buenavista del Municipio de Totoró (Imagen 15), de la cual toma sus aguas y las llevan por gravedad hasta la planta FIME (Imagen 16).

**Cuadro 7.** Fuentes abastecedoras de acueductos verdes.

Vereda o Centro Poblado	Fuente Abastecedora de Acueducto
Campo Alegre, La Estela, Buena Vista, Florencia	Quebrada la Perezosa, Quebrada La María, Quebrada La Andrea.
Palacé, Paniquitá, El Diviso	Quebrada Monte Oscuro, Río Molino, Afluente del río Molino
San Antonio, Palizada	Quebrada Salado Bravo, Quebrada Agua Colorada.
Carmen de Zabaleta, Portachuelo	Río Palacé, Quebrada El Tigre.
Jebalá	Afluente Río El Cofre
Pedregal, Gallinazo	Afluente Río Cofre, Quebrada Agua Blanca, Quebrada El Gallinazo.
Agua Bonita	Quebrada Cazadores.
Malvazá, La Peña	Afluente del Río Palacé, Afluente Río Cofre.

**Fuente.** Plan de desarrollo Municipio de Totoró

**Gráfico 10.** Cubrimiento del servicio de acueducto en el corregimiento de La Venta.



El 15% de los habitantes de las veredas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre no tienen la posibilidad de acceder a este servicio domiciliario; viéndose obligados a abastecerse de las fuentes hídricas más cercanas a sus parcelas. presentando altos riesgos para la salud, debido a los problemas de contaminación de aguas en la cuenca alta y media que se dan especialmente por el uso de agroquímicos en los cultivos agrícolas, y los desechos obtenidos de la desfibración del fique. (Imágenes 17 y 18).

El Río Cofre oferta 2,46 m<sup>3</sup>/seg de agua, de los cuales la bocatoma del acueducto la Venta - el Cofre, capta 0,029 de ellos. Los usuarios demandan 6380m<sup>3</sup>/mes y 76560 al año; para el uso domestico y consumo humano.

Sin considerar el factor de reducción por calidad de agua y el caudal ecológico, establecido en la resolución 865 de 2004 sobre metodologías para calcular índices de escases para aguas superficiales; se tiene que el Acueducto La Venta – El Cofre, requiere el 1,18% de las aguas ofertadas por la microcuenca para su abastecimiento; indicando una demanda muy baja.

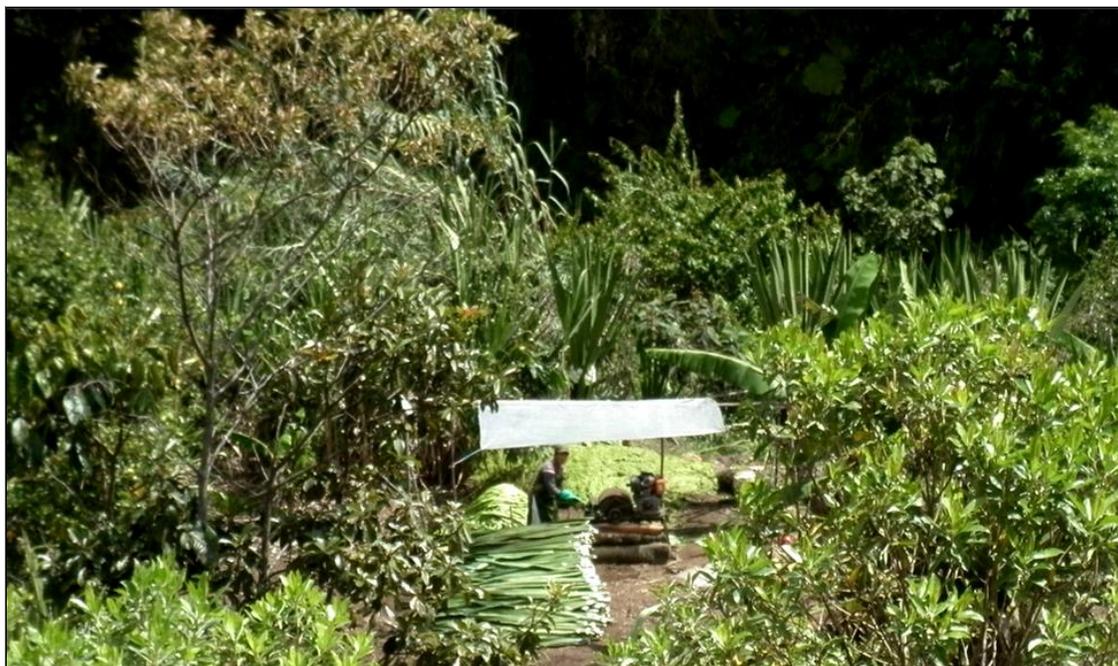
**Imagen 15.** Bocatoma Acueducto La Venta – El Cofre.



**Imagen 16.** Planta Fime del Acueducto La Venta - El Cofre.



**Imagen 17.** Desfibre de fique en cercanías del Río Cofre.



**Imagen 18.** Residuos de fibras de fique a orillas del Río Cofre.



**Imagen 19.** Mataderos clandestinos de pollos.



**Saneamiento básico.** Es importante mencionar un problema ambiental que se presenta en el corregimiento La Venta por la proliferación de mataderos clandestinos de pollos (Imagen 19), que no cuentan con ningún tipo de condiciones higiénicas y de de infraestructura para llevar a cabo esta actividad, la cual pone en altísimo riesgo tanto la salud de los consumidores como de los trabajadores de estos establecimientos y la

**Foto.** Alcaldía Municipal de Cajibío

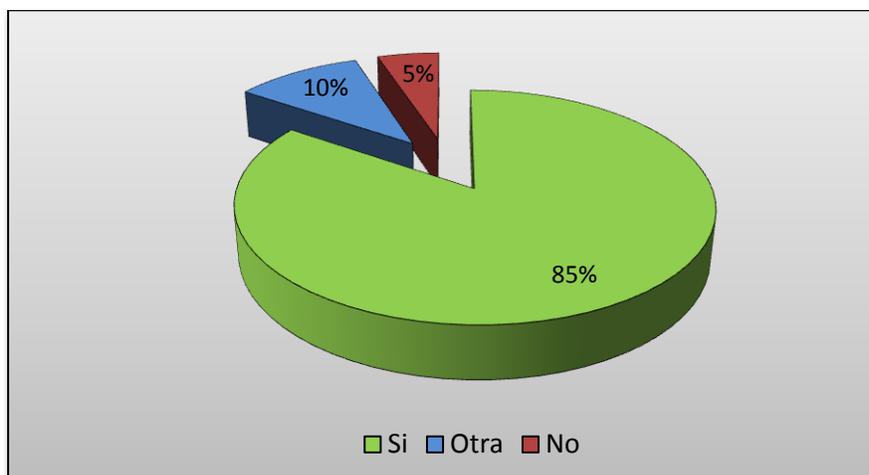
población en general; pues se genera una gran contaminación del suelo y principalmente del agua pues esta recibe una gran cantidad de los desechos que se generan.

Para el tratamiento adecuado de aguas servidas que provienen de las diferentes viviendas o edificaciones del corregimiento, se tiene que el 85% tiene acceso a posos sépticos (Gráfico 11), haciéndolas menos propensas a adquirir enfermedades de tipo microbiológico. El 15% de la población restante utiliza otro tipo de sistema como letrinas o tasas sanitarias (Imagen 20) o en su defecto ninguno.

**Imagen 20.** Letrinas utilizadas por algunos pobladores del corregimiento de La Venta.

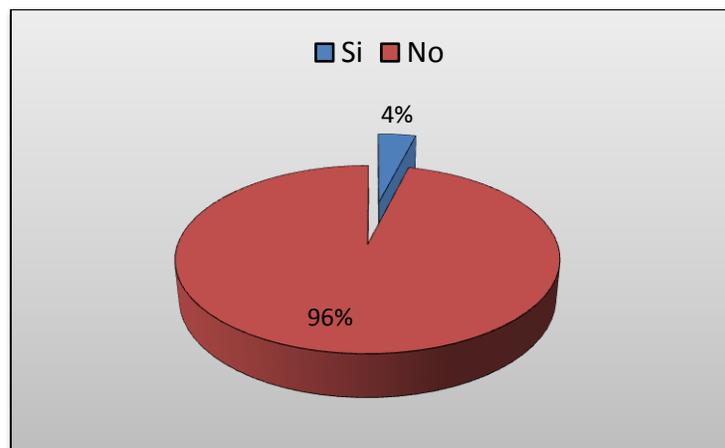


**Gráfico 11.** Acceso a posos sépticos de las viviendas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre.



**Manejo de residuos sólidos.** El número de viviendas que separan las basuras con el fin de evitar la contaminación del agua, aire y suelo y aumentar el ahorro de energía, llega a cifras preocupantes, pues solamente en el 4% de las viviendas del corregimiento de la Venta practica esta actividad (Gráfico 12).

**Gráfico 12.** Consolidado de viviendas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre que separan las basuras.

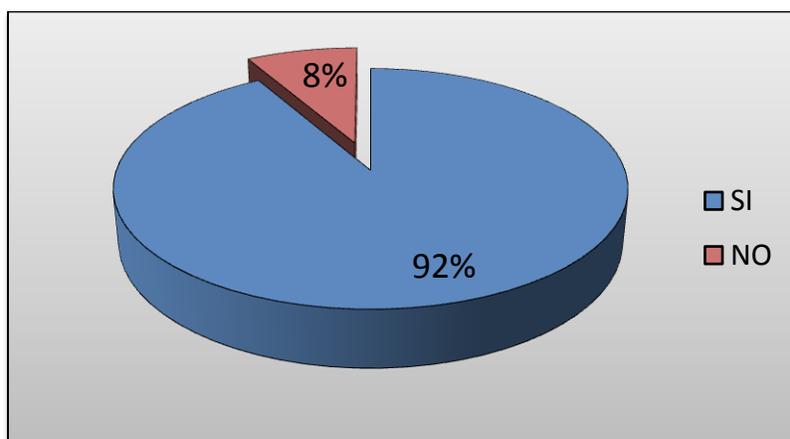


**Energía Eléctrica.** El servicio de energía eléctrica está a cargo de la Compañía Energética de Occidente; para la zona de la microcuenca que abarca los Municipios de Silvia y Totoró alcanza una cobertura mayor al 65%. Como la gran mayoría de la población se encuentra en zonas rurales se entiende al alto porcentaje de viviendas que no cuentan con este servicio. Esto repercute directamente en los hogares que no

cuenta con este servicio en algunos aspectos y entre los cuales se pueden mencionar: La cocción de sus alimentos; que implica la utilización de la leña, como material de combustión, la cual consiguen de manera fácil, en su propio territorio, pero que genera poco a poco una problemática ecológica al reducir la cobertura boscosa y la pérdida del acceso al entretenimiento que genera la televisión y la radio.

Las veredas usuarias del acueducto la Vental – el Cofre presentan un cubrimiento del servicio de energía eléctrica del 92% (Gráfico 13)

**Gráfico 13.** Cubrimiento del servicio de energía eléctrica, en las veredas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre.

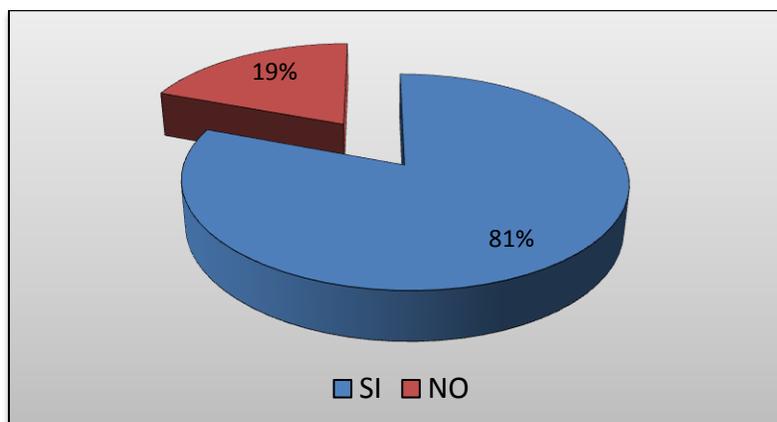


A pesar que esta es un zona rural, por su cercanía con la vía panamericana, como ya se ha mencionado en otras oportunidades; le permiten tener accesos de manera considerable con a servicios con los que no pueden contar algunas zonas rurales de la microcuenca que comprende los otros dos municipios.

**3.2.3.3 Comunicaciones.** Gracias a la ampliación de cobertura que a través de la instalación de torres receptoras que viene realizando las diferentes empresas de telefonía celular; este es un aspecto que no presenta mayores dificultades y relevancia en la microcuenca debido a que este ya no hace parte de los servicios públicos, pues por encima de esto se encuentra los servicios de acueducto, alcantarillado y energía.

El corregimiento de la Venta presenta una buena cobertura de este servicio (Gráfico 14), con el 81% de usuarios.

**Gráfico 14.** Cubrimiento del servicio de telefónico, en las veredas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre.



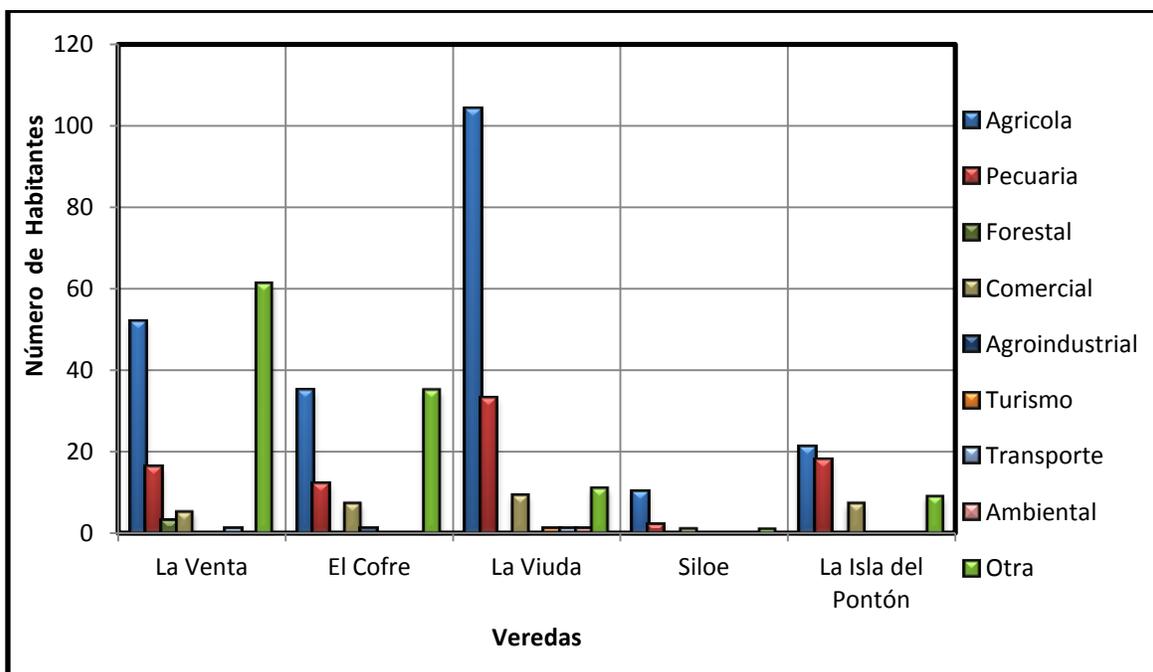
**3.2.4 Actividad económica.** Las actividades agrícolas y pecuarias predominan en toda la microcuenca, debido principalmente a la herencia y vocación campesina que se da generación tras generación. Estas actividades son de vital importancia para la economía de los Municipios, teniendo en cuenta que muchos campesinos abastecen los diferentes mercados veredales y regionales con los productos que cosechan y aprovechan de sus tierras. Dentro esa actividad se encuentran los siguientes sectores de la economía. (Gráfico 15)

**3.2.4.1 Sector Primario.** Para la zona alta de la microcuenca (Silvia y Totoró), predominan los cultivos de papa, arveja, ulluco y cebolla. En la parte media (Totoró) hay presencia de agricultura tradicional de maíz, papa, ulluco, cebolla, arracacha, arveja con cultivos de plantas aromáticas y finalmente una combinación de los dos anteriores en la parte baja (Totoró y Cajibío) que además combina cultivos de maíz fríjol, café, caña, yuca, plátano, frutales y hortalizas, con cultivos agroindustriales de pino, eucalipto y espárrago, con monocultivos de café, fique y parcelas de pan coger (PDM Totoró y Cajibío, 2008).

**3.2.4.2 Sector secundario.** Empresas como Agrica Pollos S.A. y La Granja Avícola Villa Sonia (Imágenes 20 y 21) dedicadas a la cría y comercialización de pollos, y dulces rincocito (Imagen 22) en la producción y venta de dulces de leche y frutas, contribuyen en la generación de empleo directo e indirecto en la zona.

**3.2.4.3 Sector Terciario.** Las veredas usuarias del Acueducto La Venta – El Cofre, además del predominio de actividades agrícolas y pecuarias, se encontró que sus pobladores también tienen fuentes de ingreso en otras actividades que desempeñan en la ciudad de Popayán y cabeceras urbanas de Cajibío y Piendamó; como auxiliares de enfermería, secretariados, vigilancia, mecánica, mensajería, empleadas domésticas, entre otros.

**Gráfico 15.** Actividad económica de las veredas usuarias de la Asociación Acueducto La Venta – El Cofre



**Imagen 20.** Agrica Pollos S.A.



**Imagen 21.** Granja Avícola Villa Sonia.



**Imagen 22.** Dulces Rinconcito.



#### 4. CONCLUSIONES

En general se puede decir que la microcuenca del río Cofre es susceptible a procesos erosivos debido a que presenta un relieve montañoso, con pendientes pronunciadas que al combinar con una geología inestable y factores antropicos como la sobreexplotación de los recursos naturales, ganadería extensiva e intensiva, tala y quema de bosque, entre otros., aceleran este proceso.

La cuenca alta, en especial zonas de San Pedro, Tulcán y el Cofre, localizadas en el municipio de Silvia, deben tener un cuidado especial debido a que la implementación de cultivos y ganadería extensiva a desgastado la zona de paramo que intercepta, almacena y regula el recurso hídrico, y que podría generar la insostenibilidad y el mal funcionamiento de la parte media y baja de la cuenca.

La principal problemática asociada al manejo de los recursos naturales y ambientales de la microcuenca está relacionada a la ausencia de procesos de educación ambiental y los conflictos que se presentan por el uso inadecuado del suelo, ya que se están dedicando menos áreas para cobertura boscosa y más hacia pastizales, misceláneos y matorrales, ocasionando que los suelos tengan menos posibilidades para captar y retener agua.

La microcuenca presenta una serie de conflictos por uso del suelo asociados a la sobreexplotación de los recursos naturales y al incremento de las zonas dedicadas a la ganadería extensiva lo que podría generar a largo plazo problemas de erosión asociados a reptación y pata de vaca.

Se presentan problemas generalizados de contaminación por desechos sólidos y líquidos provenientes de empresas y viviendas, las cuales no cuentan con un sistema de recolección de basuras y desechos industriales, que representa efectos negativos para la conservación del medio ambiente, además de causar daños a la salud de las personas aledañas a estos lugares receptores.

Debido a la extensión y el número de afluentes que presenta la microcuenca, hacen de esta una muy buena red hídrica y que podría ser empleada como fuente de abastecimiento a muchos acueductos veredales.

Con respecto a los parámetros morfométricos se tiene que la microcuenca es menos propensa a inundaciones debido a la forma y relieve que presenta.

El crecimiento poblacional influye sobre el desgaste o aprovechamiento de los recursos naturales, ya que la población por ser en su mayoría rural; tienden a ser dependientes de lo que puedan obtener del campo para llevar una vida económicamente activa.

La pérdida tradicional de construir viviendas a base de materiales artesanales esta principalmente ligada a dos factores. El primero relacionado con la prevención a ocurrencias de desastres que ponga en riesgo la integrada física de sus habitantes y el segundo encaminado a mejorar sus condiciones y niveles de vida.

La enteritis y otras enfermedades diarreicas son las más frecuentes entre los habitantes de la microcuenca, los cuales pueden estar relacionadas con la contaminación de fuentes hídricas por el sobre uso de agroquímicos y el lavado del fique.

El deterioro de las vías terciarias, influenciado principalmente por las altas precipitaciones ocurridas en la zona, impiden el transporte y por ende la comercialización de los diferentes productos agropecuarios.

## 5. RECOMENDACIONES

Se recomienda complementar el diagnóstico en aspectos hidrológicos referentes a infraestructura, calidad agua y otros que se consideren relevantes para el fortalecimiento de la línea base de la microcuenca.

Se debe trabajar en planes de contingencia ambiental frente a la ocurrencia de eventos sísmicos, procesos erosivos, deslizamientos, remoción en masa, reptación y otros, para lograr minimizar los efectos directos sobre las comunidades en la medida que estos eventos ocurran.

Es importante que el acueducto la Venta – el Cofre realice medición de caudales frecuentemente con el fin de llevar un registro de datos para conocer el comportamiento de la microcuenca frente a la oferta hídrica y permita generar estrategias para la captación de agua.

Realizar asesorías y seguimientos técnicos a campesinos y productores por parte de entidades públicas y privadas, con el fin de mejorar y optimizar los sistemas productivos de la zona, aprovechando al máximo las capacidades del suelo y reduciendo la subutilización y/o la sobreutilización, contribuyendo de esta manera en la armonización de los recursos naturales para la conservación de la microcuenca.

Realizar el estudio de la composición florística de los bosques complementará la información sobre las coberturas del suelo, que ayudará a conocer las especies vegetales y facilitará el trabajo para llevar a cabo procesos de reforestación con especies nativas y así recuperar la conectividad del bosque fragmentado y el valor ecológico de la zona.

Formular procesos de educación ambiental en instituciones educativas y comunidad en general enfocados al rescate de los valores y el respeto por los recursos naturales, la vida silvestre y la vida humana.

Crear e implementar programas de cooperación y fortalecimiento institucional donde se involucren principalmente los municipios de Cajibío, Totoró, Silvia, la CRC, instituciones educativas, empresas privadas y comunidad en general, con el propósito de generar agentes responsables para el manejo, captación del agua y conservación de la microcuenca.

Las comunidades deben comprometerse más en llevar a cabo procesos para la planificación de la microcuenca y así poder desarrollar actividades productivas acordes a la capacidad que tiene el suelo para aprovechar al máximo los insumos que este brinda, reducir sus conflictos y de alguna manera contribuir a mantener los recursos naturales de fauna y flora para su preservación.



## BIBLIOGRAFÍA

ACHKAR, M; CAYSSIALS, R; DOMÍNGUEZ, A; PESCE, F. Gestión integrada de cuencas hidrográficas. Programa Uruguay Sustentable. Montevideo, Uruguay, 2004. 41p.

AGUIRRE, F. Componente geológico y zonificación de amenazas por inundación y deslizamientos, subcuenca río molino-pubus, Municipio de Popayán, Departamento del Cauca. Popayán. 11p

ANDRADE, A. Evaluación de Tierras, Santafé de Bogotá D. C., Octubre, 1990.

ARTEAGA, M. Guías de clase de hidrología. Septiembre, 2008. [en línea]. <<http://es.scribd.com/doc/37731055/Cuenca-Hidrografica-6-clase-8>> [consultado en febrero de 2011].

BOTERO, P. Guía para el análisis fisiográfico. Centro de investigación y desarrollo en información geográfica (CIAF), Santafé de Bogotá D.C., 1977.

BRISEÑO, K; SANCHEZ, Y; UZCATEGUI, M Y GONZÁLEZ, L. Estudio de riesgos geológicos de la cuenca hidrográfica del río el limón como aporte al plan de ordenación del territorio del estado Aragua. En: Revista ciencia e ingeniería. Vol. 29, No. 3 (ago – nov, 2008).

CENTRO DE ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS (CEDEM). Población y desarrollo. Universidad de la Habana. Ciudad de la Habana. [en línea]. <[http://www.cedem.uh.cu/docencia/poblacion\\_y\\_desarrollo/conferencia\\_7.pdf](http://www.cedem.uh.cu/docencia/poblacion_y_desarrollo/conferencia_7.pdf)> [consultado en marzo de 2012]. 15p.

COMISIÓN PARA LA COOPERACIÓN AMBIENTAL (CEC). El Mosaico de América Del Norte: Panorama de los problemas ambientales más relevantes. [en línea]. <[http://www.cec.org/soe/files/es/SOE\\_WaterQuality\\_es.pdf](http://www.cec.org/soe/files/es/SOE_WaterQuality_es.pdf)> [consultado en junio 2012].

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA (CORTOLIMA). Propuesta metodológica para el ordenamiento territorial de áreas rurales. Ibagué, 1998. 110p.

DOMINGUEZ, S. Zonificación ambiental para el ordenamiento territorial de la subcuenca bimunicipal del río Aguas Calientes. Turrialba, Costa Rica. 2008. 177p.

ENEA. Gestión ambiental. [en línea]. <<http://82.223.208.100/agenda21/docs/Volumen%20II.%20Estudios/Volumen%20I.%20Estudios/E-Cap-MF-2.PDF>> [consultado en febrero de 2011]. 5p.

ESCOBAR, C. Conceptos integrales de características morfométricas y fisiográficas de las cuencas hidrográficas. Popayán, Junio de 2006.

ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (EOT). Municipio de Barbosa, Departamento del Santander, 2000. 25p.

\_\_\_\_\_. Municipio de Inza. Departamento del Cauca, 2002. 139p.

\_\_\_\_\_. Municipio Totoró. Departamento del Cauca, 2002. 37p.

FARINA, S; VASSOLO, S; CABRAL, N Y VERA S. Caracterización hidrogeológica e hidrogeoquímica del sistema acuífero guaraní en la región oriental del Paraguay al sur de la latitud 25°31'. [en línea]. <[http://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Wasser/Projekte/abgeschlossen/TZ/Guarani/proceedings\\_cuiaba\\_pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Wasser/Projekte/abgeschlossen/TZ/Guarani/proceedings_cuiaba_pdf?__blob=publicationFile&v=2)>. [consultado en junio de 2012]. 24p.

FAUSTINO, J; JIMENEZ, F; VASQUEZ, S; ALPIZAR, F Y PRINS, C. Gestión integral de cuencas hidrográficas. Turrialba, Costa Rica, 2006. 22, 23p.

FAUSTINO, J; GARCÍA, S. Manual de manejo de cuencas. San Salvador, El Salvador, 2004. 18, 63p.

FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL Y SOSTENIBLE (FUDESO). Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrográfica del río Cajibío – Urbio y Puente Alto. Popayán, 2006.

GARZÓN, J. Formulación del plan de ordenamiento y manejo de la microcuenca del río manco, localizada en el municipio de Piedecuesta, departamento de Santander. Santafé de Bogotá D.C, 2010

GONZÁLEZ, L. Hidrología. Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil, Departamento de Hidráulica. Popayán, 2008. 62, 73, 153, 159p.

GUERRERO, O. Geomorfología de cuencas. [en línea]. <[http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oguerre/4\\_Geomorfologia.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oguerre/4_Geomorfologia.pdf)> [consultado febrero 2011]. 8, 9, 11p.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC). Atlas Básico de Colombia, Tomo I. Santa Fe de Bogotá, 2008.

\_\_\_\_\_. Estudio general de suelos y zonificación de tierras, departamento del cauca. Santa Fe de Bogotá, 2009. 556p.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA (INE). Análisis morfométrico de cuencas: Caso de estudio del parque nacional Pico de Tancitaro. Ciudad de México, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA (INE). La calidad del agua en los ecosistemas costeros de México. Ciudad de Mexico.34p.

JIMENEZ ESCOBAR, E. Programa de hidrología. Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, Unidad de Ingeniería Agrícola y de Recursos Hídricos. Santiago de Cali: 2005. 7p.

LONDOÑO, C. Cuencas Hidrográficas, Bases Conceptuales – Caracterización – Planificación – Administración. Ibagué, 2001. 189, 199, 206, 208, 210, 218, 231p.

LOPEZ, P. Evaluación minero ambiental del distrito minero de Suarez. Municipio de Suarez, Departamento del Cauca. 2006. 29p

MALDONADO, L; PALACIOS, V; OROPEZA, J; SPRINGALL R, y FERNÁNDEZ, D. Empleo del modelo SWRRB para generar alternativas de manejo en la cuenca de Iztapa. En: Agrociencia. Guatemala, 2001.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (MINAMBIENTE). Decreto Número 1729 por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones. Santa Fe de Bogota, 2002.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN). Cartilla No. 5. Protección de microcuencas. El Salvador. 36 p.

MONTEALEGRE, L. Curso básico de meteorología y climatología. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Departamento de Ingeniería. Palmira, 2004.

PIERNAS, H. Exposición de la nomenclatura y de los principales conceptos de la economía política. Universidad de Málaga. España. [en línea]. <<http://www.e-torredebabel.com/Economia/diccionario-economia/vocabulario-economia.htm>> [consultado en junio de 2011].

PLAN DE DESARROLLO COMPROMISO SERIO CON CAJIBÍO. Municipio de Cajibío. Departamento del Cauca. 2008. 43p

PLAN DE DESARROLLO TOTOROTEÑOS UNIDOS SI PODEMOS GOBERNAR. Municipio de Totoró. Departamento del Cauca. 2008. 109p.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS (PGIRS). Municipio de Santander de Quilichao. Departamento del Cauca. 6p.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT). Municipio de Popayán. Departamento del Cauca. 2002. 60p.

\_\_\_\_\_. Municipio de Santander de Quilichao. Departamento del Cauca, 2002.

PLAZA, O. Geología aplicada. Universidad Técnica de Madrid. Madrid, España. 2009. 7p.

RODRÍGUEZ, J Y SILVA, P. El papel de la geomorfología en la investigación geológica. En: Cuaternario y geomorfología. Vol. 13. Nos. 3 – 4 (1999).

SANCHEZ, F. Curso introductorio hidrología superficial e hidrología subterránea. Departamento de Geología, Universidad de Salamanca. España, 2008. [en línea]. <<http://ocw.usal.es/eduCommons/ciencias-experimentales/hidrologia/contenidos/02.Precipitaciones.pdf>> [consultado en junio 2012].

UNITED STATES DEPARTMENT AGRICULTURE (USDA) FOREST SERVICE. El yunque national forest. El agua y las cuencas hidrográficas. [en línea]. <[http://www.fs.fed.us/r8/caribbean/publications/handouts/el\\_agua\\_y\\_las\\_cuencas\\_hidrograficas.pdf](http://www.fs.fed.us/r8/caribbean/publications/handouts/el_agua_y_las_cuencas_hidrograficas.pdf)> [consultado febrero 2011].

VILLOTA, H. Una nueva aproximación a la clasificación fisiográfica del terreno. En: Centro de investigación y desarrollo en información geográfica (CIAF). Vol.1. Nos. 83-115 (1997).

VIRAMONTES, O; ESCOBAZA, L; ALVAREZ, C; ALVAREZ, A; REYES,V; ROMAN, J Y PEREZ, A. Morfometría de la cuenca del río San Juan, Conchos, Chihuahua. En: Tecnociencia Chihuahua. Vol 1, No 3. México, 2008.

## ANEXOS

### Anexo A. Descripción Geológica

**Rocas y depósitos sedimentarios.** Corresponde con los depósitos recientes de origen glacial, lacustre, fluvial y coluvial. (EOT Municipio Inzá, 2002).

- **Depósitos aluviales (Qal).** Localizadas hacia las márgenes de los ríos y quebradas principales, formando superficies planas, originadas por la erosión de las mismas corrientes de agua, conformadas por capas de arena, grava redondeada, limos y ocasionalmente arcillas. (López, 2006).
- **Depósitos lagunares (QI).** Se definen como áreas bajas y pantanosas encerradas por barras de playa o rebordes deltáicos, que resultan del relleno con materiales finos (arcilla, lodo, limo y materia orgánica) y las cuales alcanzan con frecuencia varios kilómetros de ancho (INE, 2000).

**Formación Popayán.** Se originó debido a la actividad volcánica ocurrida en los complejos volcánicos de la Cordillera Central durante el terciario – Cuaternario y su origen se asocia a una tectónica de margen continental activo. Se extiende desde el norte de Gabriel López (carretera Popayán – Inzá), hasta el área del volcán Sotará, de esta cadena sobresalen actualmente la cadena de los Coconucos y el Sotará. (FUDESO, 2006). Definida por Hubach y Alvarado (1932), subdividida en siete miembros por Torres, Ibáñez y Vásquez, (1992) denominados Miembros Polindara, Sombrerillo, Julumito, Cajibío, Palacé, Caldono y La Venta. En la zona de estudio se encuentran depósitos de los Miembros Sombrerillo, Julumito y La Venta (Aguirre, s.f.).

- **Depósitos de flujos de cenizas y/o cenizas de caída – miembro la venta (Qpcf).** Corresponden a depósitos de flujos de ceniza y ceniza de caída. Se observan en casi toda la cuenca del río Molinos, donde alcanzan espesores de 15m y se presentan meteorizados con tonalidades ocre-naranjas. Estos depósitos se encuentran afectados por fallas normales, evidenciando actividad tectónica cuaternaria. “Este Miembro se considera del cuaternario superior, cubriendo discordantemente todos los depósitos de la Formación Popayán, excepto los del Miembro Caldono. Sin embargo, es posible que existan, en el Miembro La Venta, cenizas de caída y flujos de ceniza de edad Pliocena” (Aguirre, s.f.).
- **Depósitos de flujos de lodo – miembro palace (Qpfl).** Está compuesto por depósitos de flujos de ceniza y cenizas de caída, epiclasticas y flujos de lodo (López, 2006).

- **Depósitos de flujos de ignimbrita de 2.5 millones de años – miembro Julumito (Ngpts).** Las ignimbritas presentan una textura porfírica, con matriz color anaranjado debido a su desvitrificación. Estas rocas corresponden a tobas vítreas soldadas de composición riolíticas. Las características litológicas y la cartografía de los depósitos del Miembro Julumito, permiten ubicar preliminarmente su fuente en el sector de Polindara-Paletará. (Aguirre, s.f.).
- **Depósitos de flujo de cenizas y bloques de 4.5 millones de años – miembro sombrerillo (Ngpfg).** Flujos de ceniza y bloques de color gris, mal seleccionados con líticos angulosos y con diámetros que varían desde 1cm hasta 2 m, de fragmentos de composición basáltica y metamórfica y matriz arcillosa. En las zonas donde se encuentra meteorizado se observa de color naranja, siendo la matriz la que presenta mayor grado de meteorización. (Aguirre, s.f.).
- **Lavas de comparación andresítica – miembro polindara (Ngpl).** Constituido por lavas andesíticas, la roca predominantemente se compone de plagioclasa y augita, y la pasta de fondo presenta diminutos cristales de plagioclasa y piroxeno. (López, 2006).

**Rocas ígneas intrusivas y lavas.** Formadas a partir del enfriamiento lento del magma, en el interior de la corteza terrestre.

- **Complejo quebrada grande – conjunto volcánico (KcqV).** Conformados por basaltos, diques de diabasa, sus límites son filiados, cubiertos a veces por rocas volcánicas del cenozoico tardío. Las rocas es de aspecto masivo, de color verde grisáceo, ocasionalmente se ven texturas amigdalares y estructuras almohadilladas, pocas intercalaciones de niveles de rocas sedimentarias y de tobas básicas. Contiene minerales como: Plagioclasas, piroxenos, augita, pigeonita. Este conjunto de rocas ígneas básicas, han sufrido foliación por metamorfismo dinámico en cercanía de las fallas, con posible alteración metamórfica preorogénica o metamorfismo de fondo oceánico (POT Santander de Quilichao, 2002).
- **Granuloide Cataclizado de bellones granodiorita cataclizado (Mzgb).** Se define como un bloque tectónico alargado, conformado principalmente por una cuarzodiorita (tonalita) o granodiorita catalizada. Los principales minerales son cuarzo y plagioclasa. También existe biotita, anfíbol y moscovita. (POT Popayán, 2002).

**Rocas ígneas metamórficas.** Formadas por procesos metamórficos que se dan en el interior de la corteza terrestre.

- **Esquistos verdes de la mina representados por metabasaltos con metapelite y metachert (Pz?evm).** Presentan intercalaciones ocasionales de esquistos cuarzomíceos, carbonáceos y cuarcitas. Son rocas de color verde grisáceo oscuro, a veces no presenta foliación. Mineralógicamente contiene: Anfíbol, clorita, plagioclasa (albita), epidota, calcita, en menor proporción apatito, esfena, minerales opacos (magnetita y pirita), el protolito de los esquistos verdes, son rocas de composición básica como basaltos o areniscas grauváquicas (PGIRS Santander de Quilichao, s.f.).

## **Anexo B.** Descripción geomorfológica

**Montaña volcánica estructural-erosional (MVS).** Formada mediante grandes erupciones volcánicas, con formas quebradas y cimas ligeramente redondeadas (IGAC, 2008). Este paisaje está compuesto por los tipos de relieves de filas y vigas (Fv<sub>1</sub>) y de lomas y colinas (Ic), constituidas por capas rocosas de cenizas volcánicas discontinuas que cubren diabasas y basaltos y capas de cenizas volcánicas que alternan con tobas y brechas respectivamente. (IGAC, 2009)

**Montaña glaciovolcánica (MW).** Comprende las partes más altas del sistema montañoso colombiano, que fueron o son aun afectadas por la acción de los glaciares de montaña, incluye los casquetes glaciares (nevados) y el conjunto de paramos adyacentes dentro de los pisos térmicos nival y extremadamente frío; presentan áreas sin vegetación y pradera de alta montaña sobre regosol, cambisol y leptosol. (IGAC, 2008). Este paisaje está compuesto por el tipo de relieve de filas y viga (Fv<sub>1</sub>), constituidas por capas de cenizas volcánicas continuas que cubren total o parcialmente rocas ígneas y metamórficas. (IGAC, 2009).

**Lomerío erosional-estructural (LO).** Elevaciones del terreno, con cimas amplias, redondeadas y alargadas, con pendientes entre 8 y 16% (IGAC, 2008); compuesta por los tipos de relieve de lomas y colina, Ic<sub>1</sub> y Ic<sub>8</sub>, constituidos por rocas sedimentarias (lutitas y areniscas) y capas y Capas de cenizas volcánicas discontinuas sobre rocas ígneas mixtas (andesitas, tobas y brechas) respectivamente. (IGAC, 2009).

**Altiplanicie volcánico-erosional (AT).** Relieve plano o suavemente ondulado o inclinado, limitado en uno o varios de sus bordes por taludes empinados y localizados a diferentes alturas (IGAC, 2008). Este paisaje está compuesto por los tipos de relieve de lomas y colinas, Ic<sub>2</sub> y Ic<sub>3</sub> y de cañones o cañadas, cñ<sub>1</sub>; los cuales están constituidos por deposito de cenizas volcánicas sobre diabasas y flujos volcánicos; depósitos de cenizas volcánicas sobre rocas ígneas no diferenciadas y depósitos de cenizas volcánicas sobre rocas ígneas no diferenciadas respectivamente. (IGAC, 2009)

## Anexo C. Descripción de suelos

**Asociación typic fulvudands – acrudoxic fulvudands –typic dystrodepts (MLBd).** Suelos localizados en las filas y vigas, de clima frío húmedo y relieve que varía de moderadamente quebrado hasta fuertemente escarpado, originados de mantos de cenizas volcánicas, de espesores variables que cubren rocas ígneas como diabasas, balsaltos y alguno sectores sobre esquistos poco alterados o sobre rocas sedimentarias y metamórficas. Son bien drenados profundos a moderadamente profundos, texturas que varían de medias a gruesas a través de todo el perfil; muy fuerte a fuertemente ácidos. Comprende suelos typic fulvudands (40%), acrudoxic fulvudands (30%) y typic dystrodepts (30%). La unidad presenta una fase fuertemente inclinada. (IGAC, 2009).

**Grupo indiferenciado typic placudands, lithic fulvudands y lithic melanudands (MHAf<sub>2</sub>).** Presentan un clima muy frío húmedo y muy húmedo; el relieve es moderadamente inclinado hasta fuertemente escarpado con pendientes rectas y convexas, la dinámica de las vertientes está determinada por derrumbes cicatrices de despegue, movimientos en masa, reptación, patas de vaca y erosión hídrica en grado ligero a moderado; originados de cenizas volcánicas en la mayoría de los casos, sin embargo en menor proporción algunos suelos se han desarrollado a partir de esquistos y diabasas, especialmente en zonas de pendientes fuertes. Son bien drenados de texturas gruesas moderadamente profundos a muy superficiales con afloramientos rocosos; Comprende suelos typic placudands, lithic fulvudands y lithic melanudands. La unidad presenta una fase moderadamente escarpada a moderadamente erosionada. (IGAC, 2009).

**Asociación acrudoxic fulvudands – pachic fulvudands - typic hapludands (MKBc).** Se localizan en las lomas y colinas del paisaje montañoso; el clima es frío muy húmedo, el relieve varía desde ligeramente ondulado hasta moderadamente escarpados con pendientes fuertes, presenta erosión hídrica en grado moderado a veces con afloramientos rocosos; derivados de cenizas volcánicas que cubren diversos materiales geológicos como tobas volcánicas diabasas y flujos volcánicos; son suelos profundos a muy profundos, de texturas moderadamente finas al tacto, fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio, baja saturación de bases y fertilidad natural baja. Formada por suelos acrudoxic fulvudands (35%), pachic fulvudands (35%) y typic hapludands (30%). La unidad presenta una fase moderadamente inclinada. (IGAC, 2009).

**Asociación typic hapludands – typic fulvudands – andic dystrodepts – afloramientos rocosos (MLAf<sub>3</sub>).** Se localizan en las laderas de filas y vigas del paisaje montañoso, el clima es frío húmedo y su relieve varía de ligeramente ondulado a fuertemente escarpado, originados de cenizas volcánicas y rocas ígneas diabasicas; son profundos superficiales, bien drenados, texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas, muy fuerte a fuertemente ácidos, alta a moderada saturación de aluminio, erosión ligera a severa y fertilidad

moderada a baja. Comprende los suelos hapludands (40%), fulvudands (35%), dystrodepts (20%) y afloramientos rocosos (5%). La unidad presenta una fase moderadamente escarpada, severamente erosionada. (IGAC, 2009).

**Asociación typic hapludoxs – oxic dystrodepts – typic fulvudands (LQAf<sub>2</sub>).** Localizados en lomas y colinas, su clima es templado húmedo, el relieve es ligeramente ondulado a escarpado con pendientes hasta el 75%, rectas convexas y medianas originados de rocas ígneas y sedimentarias y cenizas volcánicas; son profundos a moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas a finas, muy fuerte a ligeramente ácidos, alta saturación de aluminio, erosión moderada a severa y fertilidad baja a muy baja. Está conformada por los suelos typic hapludoxs (40%), typic hapludoxs (40%) y typic fulvudands (20%). La unidad presenta una fase moderadamente escarpada, moderadamente erosionada. (IGAC, 2009).

**Asociación typic dystrodepts – typic udorthents (LQC<sub>c2</sub>).** Localizados en lomas y colinas, de clima templado húmedo; se ubican en paisajes de lomerío, el relieve es ligeramente ondulado a moderadamente escarpado, derivado de rocas sedimentarias lutitas y areniscas; son profundos a moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas a finas, fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio, baja saturación de bases, bajo en fósforo, altos a medios contenidos de carbono orgánico en la parte superior que disminuye a mayor profundidad, fertilidad natural baja a muy baja. Está conformada por los suelos typic dystrodepts (50%) y typic udorthents (50%). La unidad presenta una fase moderadamente inclinada, moderadamente erosionada y ligeramente escarpada. (IGAC, 2009).

**Asociación typic dystrodepts – oxic dystrodepts (AQBe).** Ubicados en lomas y colinas, de clima templado húmedo; relieve ligeramente ondulado a escarpado, originados en rocas ígneas y de cenizas volcánicas; son profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas a finas, muy fuerte a fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio, erosión moderada y fertilidad baja a moderada. Comprende los suelos typic dystrodepts (50%) y oxic dystrodepts (50%). La unidad presenta una fase ligeramente escarpada y fuertemente inclinada. (IGAC, 2009).

**Asociación typic hapludands – humic pachic dystrodepts (AQAE<sub>3</sub>).** Ubicados en cañones y cañadas, de clima templado húmedo, relieves fuertemente quebrados a escarpados; son moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente finas, muy fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio con niveles tóxicos, erosión moderada a severa y fertilidad moderada. Integran la unidad los suelos typic hapludands (60%) y humic pachic dystrodepts (40%). La unidad presenta una fase ligeramente escarpada severamente erosionada. (IGAC, 2009).

**Asociación typic hapludands – typic dystrodepts – typic paleudults (AQCc<sub>2</sub>).**

Ubicados geomorfológicamente en lomas y colinas de la altiplanicie, de clima templado húmedo, el relieve es ligeramente inclinado a moderadamente escarpado; derivados de depósitos de cenizas volcánicas sobre diabasas y flujos volcánicos; son profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas y finas, fuerte a moderadamente ácidos, alta saturación de aluminio y fertilidad natural baja a moderada. Integran la unidad los suelos typic hapludands (40%), typic dystrodepts (40%) y typic paleudults (20%). La unidad presenta una fase moderadamente inclinada, moderadamente erosionada. (IGAC, 2009).

**Anexo D.** Descripción cobertura vegetal y uso del suelo

**Bosque (B).** Superficie de tierra de más de media hectárea (5.000 m<sup>2</sup>), con árboles de altura superior a 5 metros y una cubierta forestal de más del 10%, o con árboles con potencial para cumplir dichos parámetros. (FAO, 1945)

- **Denso (Bd).** Lo conforman especies de tipo arbóreo, se presenta entrelazamiento de sus copas y considerable crecimiento en espesor, presentan alturas entre 5 y 10 metros. Se emplea para protección y extracción.(EOT Totoró, 2002).
- **Abierto (Ba).** Se diferencia del anterior por presentar estrato herbáceo y vegetación arbustiva, se evidencian actividades antrópicas. Presentan alturas entre 5 y 10 metros. Se emplea para protección y extracción (EOT Totoró, 2002).
- **Plantado (Bp).** Lo conforman especies de tipo arbóreo presentan alturas mayores a 5 metros. Son plantaciones introducidas por el hombre. Se emplea para producción y comercialización (EOT Totoró, 2002).

**Arbustales (Arb).** Vegetal leñoso de menos de 5 metros de altura, sin tronco preponderante, que se ramifica a partir de la base, presenta estrato herbáceo. Se emplea para protección y extracción. (EOT Totoró, 2002).

**Cultivos (Cu).** Aquellos elementos inherentes a las actividades culturales que el hombre realiza en el campo en busca de alimento y abrigo. (EOT Totoró, 2002).

- **Permanentes y/o transitorios (Cpt).** De ciclos vegetativos que duran más de dos años y ofrece durante estas varias cosechas y aquellos que su ciclo vegetativo (germinación, inflorescencia, fructificación) dura 1 año o menos y solo produce una cosecha durante ese periodo respectivamente. Se emplea

para comercialización, agricultura mecanizada y mecanizada, pan coger (EOT Totoró, 2002).

- **Cultivos y pastos (Cp1 y Cp2).** Aquellas zonas donde predominan los cultivos intercalados con zonas de pastizal. Se emplea para comercialización y ganadería semiintensiva y extensiva (EOT Totoró, 2002).

**Matorrales (Ma).** Vegetal leñoso entre 1-3 metros de altura, sin tronco preponderante, que se ramifica a partir de la base, presenta estrato herbáceo. Se emplea para protección, extracción y ganadería extensiva (EOT Totoró, 2002).

**Misceláneos (Ms1, Ms2 y Ms3).** Son aquellas zonas que presentan heterogeneidad en el uso del suelo ya sea por el tamaño reducido de los predios, por condiciones locales de clima o suelos y por tal efecto hacen difícil la separación de unidades cartográficas homogéneas. Estas áreas de misceláneos se presentan conformadas por cultivos transitorios o permanentes asociados con árboles, arbustos y pastizales. Se emplea para ganadería extensiva, protección y extracción, cultivos pan coger y comercialización. (EOT Totoró, 2002).

**Pastizales (P).** Comunidad vegetal dominada por gramíneas, plantas herbáceas de tallos huecos y frutos en forma de espiga. (EOT Totoró, 2002).

- **Abiertos (Pa).** Estrato herbáceo inferior al 100%. Se emplea para ganadería extensiva. (EOT Totoró, 2002).
- **Densos (Pd).** Corresponde con un 100% de estrato herbáceo. Se emplea para ganadería extensiva o intensiva. (EOT Totoró, 2002).

**Anexo E.** Descripción capacidad de uso del suelo.

**Tierras de la clase 4.** Son tierras localizadas en clima frío muy húmedo, frío húmedo, templado pluvial, templado muy húmedo, templado húmedo, templado seco, cálido muy húmedo y cálido seco; en paisajes de altiplanicie, lomerío, piedemonte, montaña, planicie y valle. Presentan limitaciones severas debido a uno o más de las siguientes características: profundidad efectiva superficial, escasa y mala distribución de las lluvias, alta susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa, erosión moderada, media a alta saturación de aluminio, pendientes fuertemente inclinadas, fertilidad baja, abundantes fragmentos superficiales de roca, drenaje pobre y nivel freático superficial. Estas limitaciones restringen la elección de plantas cultivadas y requieren cuidadosas prácticas de manejo y conservación. Estas tierras se pueden utilizar en agricultura con pocos cultivos específicos, en ganadería de tipo extensivo, en agroforestería, en reforestación o para vida silvestre. (IGAC, 2009)

**Subclase 4es-8.** La tierra de esta subclase tienen limitaciones como susceptibilidad a la erosión, frecuentes patas de vaca, fuerte acidez, alta saturación de aluminio, fertilidad baja, poca profundidad efectiva, pendientes moderadamente inclinadas, alta capacidad de retención de fosfatos, bajo contenido de fósforo y baja fertilidad. (IGAC, 2009).

La erosión actual se debe por el sobrepastoreo que conduce a la formación de “pata de vaca” y por el truncamiento del horizonte A que tiene lugar en las parcelas agrícolas con cultivos limpios que contribuyen a la escorrentía, arrastrando capas de suelo y formando surquillos, los cuales en etapas más avanzadas, sustraen completamente el suelo superficial de color negro, dejando al descubierto el subsuelo que puede erodar. (IGAC, 2009)

Estas tierras tienen aptitud para ganadería extensiva en pastos introducidos, para algunos cultivos densos, sistemas agroforestales y plantaciones forestales. (IGAC, 2009)

**Subclase 4p-5.** Las tierras de esta subclase tienen limitaciones severas por las pendientes fuertemente inclinadas, alta susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa, fuerte acidez, alta saturación de aluminio, bajo contenido de fósforo y materia orgánica; además con limitaciones moderadas por fertilidad baja y por fijación de fósforo. El uso que se le puede dar es ganadería con manejo adecuado de los pastizales y el ganado. (IGAC, 2009).

**Subclase 4p-8.** Las limitaciones de esta subclase son pendientes fuertemente inclinadas, alta susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa, erosión ligera, fuerte acidez, alta saturación de aluminio; en menor grado de severidad bajos contenidos de calcio, magnesio, potasio, fósforo y materia orgánica. Estas tierras tienen aptitud para agricultura con pocos cultivos semilimpios y densos, ganadería con pastos introducidos, sistemas forestales y plantaciones forestales. (IGAC, 2009).

**Subclase 4sc-4.** Las limitaciones principales para el uso y manejo de estas tierras son: fuerte acidez, alta saturación de aluminio y exceso de humedad; como limitantes secundarios tienen bajos contenidos de fósforo y materia orgánica, pendientes moderadamente inclinadas y susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa. Estas tierras son aptas para agricultura con cultivos limpios. Semilimpios, densos y de semibosque aplicando prácticas tendientes a reducir la acidez, disminuir la saturación de aluminio e incrementar los niveles de nutrientes, para ganadería con pastos introducidos de alto contenido nutritivo, con buen manejo de pastizales y ganado que permitan establecer la capacidad de carga del pastizal, eliminar malezas, evitar sobrepastoreo, sembrar árboles para sombrío de ganado y propiciar el pastoreo mixto; para sistemas silvopastoriles y para plantaciones forestales de producción. (IGAC, 2009).

**Tierras de la clase 6.** Son tierras que se encuentra en una amplia gama de climas, paisajes y tipos de relieve; se presentan en los pisos térmicos cálido, templado, frío y muy frío. Esta clase de tierras tienen limitaciones severas debido a una o más de las siguientes causas, solas o combinadas: pendientes ligeramente escarpadas, alta susceptibilidad a la erosión o erosión moderada, abundante pedregosidad superficial, drenaje pobre o muy pobre, inundaciones frecuentes de mediana duración, nivel freático alto, lluvias escasas mal distribuidas en los dos semestres del año y temperaturas bajas. Además, presentan limitaciones severas de carácter químico como reacción muy fuertemente ácida, alta saturación de aluminio y fertilidad muy baja (IGAC, 2009).

**Subclase 6p-5.** Los principales limitantes para el uso y manejo de las tierras son las pendientes ligeramente escarpadas, altos contenidos de aluminio, bajos contenidos de bases y fósforo, alta capacidad de retención de fósforo y fertilidad baja. Estas tierras tienen aptitud para ganadería extensiva, plantaciones forestales, cultivos densos y sistemas agroforestales, siempre que se utilicen prácticas intensivas de conservación tendientes a prevenir la erosión y la degradación de los suelos. (IGAC, 2009).

**Subclase 6p-8.** Las principales limitaciones de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas, alta susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa (pata de vaca), fuerte acidez y alta saturación de aluminio; en menor grado de severidad se tiene bajos contenidos de calcio, magnesio, potasio, fósforo y materia orgánica; en algunos suelos erosión ligera. Estas tierras tienen aptitud para plantaciones forestales (bosque protector-productor), ganadería con pastos introducidos (imperial, bachiaria), sistemas agroforestales, cultivos densos (caña) o de semibosque (café con sombrero) o para frutales y cítricos. (IGAC, 2009).

**Subclase 6pe-8.** Las principales limitaciones de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas, alta susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa (pata de vaca), erosión moderada, fuerte acidez y alta saturación de aluminio; en menor grado de severidad bajos contenidos de calcio, magnesio, potasio, fósforo y materia orgánica. Estas tierras tienen aptitud para plantaciones forestales (bosque protector-productor), para ganadería con pastos introducidos (imperial, bachiaria), para cultivos densos (caña) o de semibosque (café y cacao con sombrero) o para frutales y cítricos. (IGAC, 2009).

**Tierras de la clase 7.** Las tierras de esta clase se encuentran localizadas en los climas muy frío húmedo, frío muy húmedo, frío húmedo, templado pluviales, templados húmedos, templados secos, cálidos muy húmedos y cálidos secos. Presentan limitaciones muy severas para el uso por uno o más de los siguientes factores: Temperaturas bajas, pendientes escarpadas, profundidad efectiva superficial, erosión severa, movimientos en masa frecuentes, afloramientos rocosos, abundante pedregosidad superficial, escasa o excesivas lluvias mal distribuidas, drenaje pobre a muy pobre, nivel freático superficial e inundaciones

frecuentes de larga duración; en menor grado de severidad pueden tener alta saturación de aluminio, acidez fuerte y fertilidad baja. Por las limitaciones tan severas que tienen estas tierras no son aptas para sistemas de cultivo comunes. Su uso se limita principalmente a forestaría de producción o de protección-producción y conservación de la vegetación herbácea, arbustiva o arbórea y a la vida silvestre; sin embargo pueden utilizarse en cultivos específicos, pastos y plantaciones forestales bajo prácticas intensivas de conservación. (IGAC, 2009)

**Subclase 7e-8.** Esta subclase tiene limitaciones por erosión severa, frecuentes movimientos en masa tipo pata de vaca y pendientes ligeramente escarpadas; en menor grado de severidad tiene reacción fuertemente ácida y fertilidad muy baja. Estas tierras no tienen aptitud para actividad agropecuaria, son aptas para reforestación. (IGAC, 2009)

**Subclase 7pc-3.** Los limitantes para el uso y manejo de estas tierras son: temperaturas bajas, exceso de humedad, pendientes ligera a fuertemente escarpadas, alta susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa (pata de vaca), en menor grado fuerte acidez, alto contenido de aluminio y baja fertilidad. Esta unidad tiene aptitud forestal para producción, conservación y protección y de los recursos naturales. (IGAC, 2009).

**Subclase 7pe-5.** Los principales limitantes para el uso y manejo de las tierras son: pendientes moderadamente escarpadas, alta susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa, erosión presente moderada y severa; en menor grado de intensidad alto contenido de saturación de aluminio, alta acidez, bajo contenido de bases y fósforo, alta capacidad de retención de aniones (fosfatos) y fertilidad baja. Estas tierras tienen aptitud para conservación de los bosques, plantaciones forestales, reforestación y vida silvestre. (IGAC, 2009)

**Subclase 7pe-8.** Presentan limitaciones por erosión severa, frecuentes movimientos en masa (pate de vaca) y pendientes moderadamente escarpadas; en menor grado de severidad tiene reacción fuertemente ácida y fertilidad muy baja. Estas tierras no tienen aptitud para actividad agropecuaria, son aptas para reforestación. (IGAC, 2009)

**Tierras de la clase 8.** En esta clase se agrupan las tierras que presentan limitaciones muy fuertes a extremadamente severas para el uso, por lo tanto, no reúnen las condiciones edáficas, de drenaje, de clima o de pendientes, mínimas requeridas para el establecimiento de cultivos, pastos o producción forestal. En consecuencia, deben dedicarse principalmente a la conservación de los recursos naturales. La mayoría de las tierras de esta clase son importantes, principalmente para la protección de los recursos hídricos, además, por su interés científico, refugio de fauna y flora (IGAC, 2009).

Presentan pendientes escarpadas, profundidad efectiva muy superficiales, drenaje pobre a muy pobre, inundaciones frecuentes, erosión severa o muy severa, temperaturas muy bajas, escasa y mala distribución de lluvias, alta saturación de aluminio, alta acidez y fertilidad baja y muy baja. (IGAC, 2009)

**Subclase 8p-5.** Presenta limitaciones muy severas por pendientes escarpadas mayores al 75%, alta susceptibilidad a la erosión, afloramientos rocosos, erosión moderada, bajas temperaturas, abundante nubosidad y poco brillo solar y exceso de humedad; en adición tienen fuerte acidez, alta saturación de aluminio y fertilidad baja. Debido a las limitaciones tan severas, estas tierras no son aptas para explotación agropecuaria o forestal, por lo tanto, deben dedicarse a la protección de los bosques y permitir la revegetalización, dedicándolas a la conservación de los suelos, bosques y demás recursos naturales, teniendo en cuenta que en estas tierras pueden encontrarse lagunas que son reservorios para los nacimientos de agua que aportan el recurso hídrico a la red de afluentes de la subcuencas y cuencas de la región (IGAC, 2009).

#### **Anexo F.** Descripción conflictos de uso del suelo

**Adecuado (A).** Tierras donde el agroecosistema dominante guarda correspondencia con la vocación de uso principal o con uso compatible. El uso actual es adecuado y concordante con la capacidad productiva natural de la tierras (IGAC, 2006).

**Subutilizado (Su).** Suelos a los cuales no se les aprovechan todas sus aptitudes y capacidades.

- **Moderado (SuM).** Tierras cuyo uso actual es inferior a la base de vocación de uso principal, de acuerdo con la mayor capacidad productiva natural. Se limita el cumplimiento de la función social y productiva de las tierras. (IGAC, 2006).
- **Severo (SuS).** Tierras cuyo uso actual es muy inferior a la clase de vocación de uso principal, de acuerdo con la mayor capacidad productiva natural. Se restringe severamente el cumplimiento de la función social y productiva de las tierras. (IGAC, 2006).

**Sobreutilizado (So).** Suelos a los cuales se les exige más de su capacidad.

- **Ligero (SoL).** Tierras cuyo uso actual es cercano a la clase de vocación de uso principal y en consecuencia, a los de usos compatibles; no obstante es de mayor intensidad al definido según su capacidad productiva natural. (IGAC, 2006).

- **Moderado (SoM).** Tierras en las cuales el uso actual es superior a la clase de vocación de uso principal, de acuerdo con la fragilidad y menor capacidad productiva natural de las mismas. Genera degradación paulatina de los recursos naturales, afectando la sostenibilidad de los procesos productivos y ambientales. (IGAC, 2006).
- **Severo (SoS).** Tierras en las cuales el uso actual es muy superior a la clase de vocación de uso principal, debido a su menor capacidad productiva y fragilidad natural. Genera degradación acelerada de los recursos: procesos erosivos severos, disminución marcada de la productividad, procesos de salinización, etc., se compromete la sostenibilidad de los procesos productivos y ambientales de forma drástica. (IGAC, 2006).

**Anexo G. Planilla de campo – aforo con flotador**

**DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO Y SOCIOECONÓMICO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO COFRE ABASTECEDORA DE LA COMUNIDAD DEL CORREMIENTO DE LA VENTA, MUNICIPIO DE CAJIBÍO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA**

**PLANILLA DE CAMPO - AFORO CON FLOTADOR**

Nombre de la Microcuenca: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_

Cota (msnm): \_\_\_\_\_

Fecha de Aforo: \_\_\_\_\_



Universidad  
del Cauca

Medición del Ancho y Profundidad del Rio					
Punto	Distancia (m)	Profundidad (m)	Prof. Media (m)	Ancho (m)	AT (m2)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
Σ					
X					

Velocidad de la corriente	
Repeticiones	Tiempo (seg)
1	
2	
3	
4	
5	
Σ	
X	

D (m)	
VS = (D/t)	
VM = (0,85*VS)	
Q = (A*VM)	

AT: Área Transversal  
D: Distancia Recorrida  
VS: Velocidad Superficial  
VM: Velocidad Media  
Q: Caudal