

***Hemos culminado una etapa en nuestras vidas, cada esfuerzo realizado para llegar a este momento valió la pena, gracias a cada una de las personas que nos acompañaron en este viaje especialmente a nuestros padres, abuelos y hermanos que durante este proceso fueron base fundamental por su apoyo, comprensión y ayuda incondicional y sobre todo a Dios por permitirnos llegar hasta aquí.***

**A**

***Dalmery, Ruben Dario, Mario.***

***Aleyda, Eduardo, Adiel,  
Laura Maria, Diana Carolina.***

***Gracias por ser nuestros pilares***

**ANÁLISIS DE LA OFERTA HÍDRICA DE LAS VEREDAS EL CHUSCAL Y LA MANCHA QUE PERTENECEN A LAS MICROCUENCAS RÍO MONOS EN EL SECTOR DESEMBOCADURA-EL CHUSCAL Y DE LA MICROCUENCA CUBA-CHONTADURO UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE BALBOA, RISARALDA**

**STEPHANIE ANDREA OSORIO CAÑAVERAL**

**MARCIA MILENA LÓPEZ NIETO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL**

**PEREIRA-RISARALDA**

**2015**

**ANÁLISIS DE LA OFERTA HÍDRICA DE LAS VEREDAS EL CHUSCAL Y LA MANCHA QUE PERTENECEN A LAS MICROCUENCAS RÍO MONOS EN EL SECTOR DESEMBOCADURA-EL CHUSCAL Y DE LA MICROCUENCA CUBA-CHONTADURO UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE BALBOA, RISARALDA**

**STEPHANIE ANDREA OSORIO CAÑAVERAL**

**MARCIA MILENA LÓPEZ NIETO**

**Trabajo de grado para obtener el título de Administradoras Ambientales**

**Director**

**PhD, MSc, Ing. DIEGO PAREDES CUERVO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL**

**PEREIRA-RISARALDA**

**2015**

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. JUSTIFICACIÓN.....	10
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	12
3.1 Pregunta de Investigación.....	13
4. OBJETIVOS.....	14
4.1 Objetivo General.....	14
4.2 Objetivos Específicos.....	14
4.3 Alcances y limitaciones.....	15
5. MARCO DE REFERENCIA.....	16
5.1 Marco Conceptual.....	16
5.2 Marco Contextual.....	21
5.3 Marco Normativo.....	22
6. METODOLOGÍA.....	25
7. LINEA BASE AMBIENTAL.....	30
7.1 COMPONENTE BIOFÍSICO.....	30
7.1.1 Localización del Municipio de Balboa.....	30
7.1.2 Componente geólogo-geomorfológico del Municipio de Balboa.....	32
7.1.3 Uso potencial y actual del suelo del Municipio de Balboa.....	35
7.1.4 Comportamiento climático del Municipio de Balboa.....	38
7.1.5 Hidrografía del Municipio de Balboa.....	39
7.1.6 Análisis Morfológico de las microcuencas de estudio.....	40
7.2 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO.....	43
7.2.1 Población.....	43
7.2.2 Usos del suelo.....	44
7.2.3 Sistema de salud.....	45
7.2.4 Participación social.....	46
7.2.5 Educación.....	48
7.2.6 Usos Del Agua.....	49

7.2.7 Tipo De Vivienda .....	53
7.3 Índice De Necesidades Básicas Insatisfechas - NBI .....	60
8. ANÁLISIS OFERTA HÍDRICA - DEMANDA HÍDRICA .....	63
8.1 Oferta hídrica.....	63
8.1.1 Diagrama de cajas .....	64
8.1.2 Curva de masas .....	65
8.1.3 Variación histórica de la precipitación .....	68
8.1.4 Precipitación.....	69
8.1.5 Caudal de oferta neta .....	74
8.2 Demanda hídrica .....	74
8.3 Oferta hídrica Vs Demanda hídrica .....	77
8.3.1 índice de aridez. ....	79
8.3.2 Índice de retención y regulación hídrica. ....	80
8.3.3 Índice del uso del agua.....	81
8.3.4 Índice de Vulnerabilidad Hídrica.....	82
9. PROYECCIÓN DEL ÍNDICE DEL USO DEL AGUA .....	85
10. CONCLUSIONES .....	94
11. RECOMENDACIONES.....	95
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXOS .....	101

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Indicadores que caracterizan el régimen hídrico.....	17
Tabla 2 Unidades Geológicas de Balboa.....	33
Tabla 3 Variables morfológicas de la microcuenca del Río Monos a nivel de la desembocadura- Chuscal y Cuba- Chontaduro.....	41
Tabla 4 Orden de los cauces de la microcuenca del Río Monos a nivel de la desembocadura- Chuscal y Cuba- Chontaduro.....	41
Tabla 5 Media y rango de oscilación en milímetros (mm) por estación .....	65
Tabla 6 Coeficiente de variación de las diferentes estaciones con respecto al periodo I y II .....	68
Tabla 7 Estaciones cercanas a las veredas El Chuscal y La Mancha. ....	69
Tabla 8 Número de curva del Cultivo (CN) de la zona y el área .....	72

Tabla 9 Caudal total de las microcuencas, veredas piloto EL Chuscal y La Mancha .....	73
Tabla 10 Disminución por caudal Ambiental y oferta neta de las veredas El Chuscal y La Mancha. ....	74
Tabla 11 Población Veredas de estudio .....	75
Tabla 12 Demanda Agrícola Veredas el Chuscal y la Mancha. ....	75
Tabla 13 Factor de conversión de acuerdo al cultivo .....	76
Tabla 14 Requerimiento de Riego .....	77
Tabla 15 Índice uso agua (IUA), veredas El Chuscal y La Mancha. ....	81
Tabla 16 Índice de Vulnerabilidad Hídrica, veredas El Chuscal y La Mancha .....	83
Tabla 17 Estrategias para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.....	93

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Esquema metodológico .....	29
Figura 2 Ubicación del municipio de Balboa en el Departamento.....	31
Figura 3 Localización zonas de estudio. ....	32
Figura 4 Geología del Municipio de Balboa. ....	34
Figura 5 Zonificación Ambiental de las microcuencas de estudio.....	35
Figura 6 Usos del suelo microcuenca rio Monos a nivel de la desembocadura – Chuscal.....	36
Figura 7 Usos del suelo microcuenca Cuba-chontaduro .....	36
Figura 8 Conflictos de usos del suelo del Municipio de Balboa. ....	37
Figura 9 Distribución precipitación en el Municipio de Balboa .....	39
Figura 10 los registros de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica – NOAA.....	39
Figura 11 Red hídrica microcuencas de estudio, Rio Monos a nivel de la desembocadura-Chuscal y Cuba-Chontaduro (Respectivamente).....	40
Figura 12 Estructura poblacional El Chuscal. ....	43
Figura 13 Estructura poblacional La Mancha.....	43
Figura 14 Vereda el Chuscal con producción agrícola y su actual uso del suelo. .	44
Figura 15 Vereda La Mancha con producción agrícola y su actual uso del suelo. .	45
Figura 16 Nivel del sisben de la vereda El Chuscal y La Mancha.....	46
Figura 17 Participación en organizaciones sociales o comunitarias de la vereda El Chuscal y La Mancha .....	47
Figura 18 Satisfacción de la población del a vereda El Chuscal y La Mancha por los resultados obtenidos en el trabajo realizado por estas organizaciones. ....	48
Figura 19 Último grado de educación aprobado de la vereda El Chuscal y La Mancha.....	49
Figura 20 Usos del agua vereda El Chuscal.....	50
Figura 21 Usos del agua vereda El Chuscal.....	50

Figura 22 Calificación de la calidad del servicio de acueducto por usuario – Vereda La Mancha y El Chuscal.....	52
Figura 23 Tipo de vivienda de la vereda El Chuscal.....	54
Figura 24 Número de cuartos por vivienda de la vereda El Chuscal.....	54
Figura 25 Tipo de vivienda de la vereda La Mancha.....	55
Figura 26 Número de cuartos por vivienda de la vereda La Mancha.....	55
Figura 27 Número de viviendas vs Tiempo del hogar en la vivienda – veredas El Chuscal y La Mancha.....	56
Figura 28 Vertimiento de aguas residuales de las veredas El Chuscal y La Mancha.....	57
Figura 29 Disposición de residuos sólidos de las veredas El Chuscal y La Mancha.....	57
Figura 30 Material predominante de pisos, paredes y techos de las veredas El Chuscal y la Mancha.....	59
Figura 31 Localización de acueductos y bocatomas para la zona de estudio.....	60
Figura 32 Distribución de la pobreza en la vereda El Chuscal.....	61
Figura 33 Número de variables que carecen por vivienda en la vereda El Chuscal.....	61
Figura 34 Distribución de la pobreza en la vereda La Mancha.....	62
Figura 35 Número de variables que carecen por vivienda en la vereda La Mancha.....	62
Figura 36 Validación de los datos de precipitación por el software Jaziku.....	65
Figura 37 Curva de Masas vs Precipitación histórica mensual multianual.....	67
Figura 38 Ubicación estaciones cercanas a las veredas El Chuscal y La Mancha.....	70
Figura 39 Precipitación media mensual en la zona de estudio.....	70
Figura 40 Área de aferencia y captación de las veredas El Chuscal y La Mancha.....	71
Figura 41 Usos del suelo de las veredas El Chuscal y La Mancha.....	76
Figura 42 Oferta hídrica Vs Demanda hídrica de las veredas El Chuscal y La Mancha.....	78
Figura 43 Índice de aridez de las veredas El Chuscal y La Mancha.....	80
Figura 44 Índice uso del agua, veredas El Chuscal y La Mancha.....	82
Figura 45 Proyección IUA, vereda El Chuscal.....	85
Figura 46 Proyección IUA, vereda La Mancha.....	86
Figura 47 Relación Oferta hídrica versus Demanda hídrica con proyección poblacional en zona de estudio.....	87
Figura 48 Condición del IUA con proyección de población veredas El Chuscal y La Mancha.....	88

## RESUMEN

El presente trabajo se basa en el análisis de la oferta hídrica con el fin de evaluar las presiones sobre la disponibilidad del recurso hídrico, producto de las acciones antrópicas sobre el territorio y de las particularidades biofísicas de éste en la zona de estudio. Igualmente este conocimiento de las dinámicas hídricas tiene como fin último la obtención de una mayor precisión de la distribución del recurso hídrico disponible y sus condiciones de sostenibilidad.

Por lo tanto, este trabajo de grado para optar al título de administradores ambientales se enfoca en determinar el balance hídrico de las veredas El Chuscal y La Mancha que pertenecen a las microcuencas Monos en el sector desembocadura- Chuscal y Cuba- Chontaduro respectivamente, localizadas en el municipio de Balboa (Risaralda), contemplando escenarios de variación en la precipitación planteados en los Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua – ERA- . 2013 para el cálculo del Índice del Uso del Agua (IUA) a partir de la realización de una caracterización biofísica y socioeconómica de las zonas de estudio para el análisis de las dinámicas del recurso hídrico de las microcuencas, la estimación del Índice de Regulación Hídrica (IRH), el Índice de Aridez (Ia) y el Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH) que permitan establecer el nivel de presión que tiene el recurso hídrico. Posteriormente formular lineamientos generales para garantizar la oferta hídrica de la comunidad de las zonas de estudio propuestas.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de grado se estudian las dinámicas del recurso hídrico de las veredas El Chuscal y La Mancha que pertenecen a las microcuencas Monos en el sector desembocadura- Chuscal y Cuba- Chontaduro respectivamente, localizadas en el municipio de Balboa (Risaralda); el estudio de las dinámicas se enfoca en la oferta hídrica y demanda hídrica con la finalidad de caracterizar las zonas de estudio permitiendo conocer la presión que se tiene sobre el líquido vital debido a que la escasez de los recursos hídricos surge como un problema ambiental importante a nivel mundial. En Colombia, uno de los requerimientos para la gestión del recurso hídrico es el parámetro índice de escasez o también denominado Índice del uso del agua, cuya metodología de cálculo fue propuesta por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), definiéndose este como la relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades sociales y económicas que se realizan en una zona y la oferta hídrica disponible. Este índice puede ser evaluado haciendo referencia a dinámicas de forma multianual, anual, estacional, semestral e incluso mensual.

Actualmente la zona de estudio no cuenta con información oficial que permita hacer la respectiva Plan de Manejo Ambiental (PMA) que según los lineamientos de la Política Nacional de Gestión Integral de Recurso Hídrico (PNGIRH) se debe hacer una ordenación coherente según el nivel espacial estructurado de la zona de estudio las cuales serán objeto de planes de manejo específicos para resolver sus principales problemáticas de acuerdo a sus particularidades locales, por tal motivo mediante el desarrollo de la investigación se pretende dejar instrumentos que permitan en un futuro hacer uso de dicho instrumento de planificación de las corrientes estudiadas con el fin de permitir conservar el recurso hídrico estableciendo prioridades de usos del agua para garantizar la disponibilidad.

Este documento consta de i) Definición del problema y objetivos de la investigación; ii) Marco de referencia, donde se ilustra el marco conceptual, marco contextual y marco normativo; iii) Metodología; iv) Línea base ambiental, que comprende componentes biofísico y socioeconómico; v) Análisis de la Oferta Hídrica y Demanda Hídrica y sistema de indicadores hídricos; vi) Proyección del Índice del Uso del Agua vii) conclusiones y viii) recomendaciones.

Partiendo de lo anterior se pretende demostrar el estado del recurso hídrico en la zona de estudio para que sirva como punto de partida para iniciar la reglamentación estipulada en la política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico pertinente para la zona de estudio.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente enfrentamos problemas ambientales que afectan y modifican nuestros modos de vida que al paso del tiempo se vuelven más insostenibles y que ha desembocado en la extinción masiva de especies animales, la disminución de bosques nativos, la reducción de la capa de ozono, el calentamiento global, el deshielo de los polos. Estos son grandes ejemplos de la destrucción ecosistémica de la cual el ser humano ha sido el motor desde muchos años atrás. Estos daños provocados por la evolución y el consumismo han llevado a la degradación del entorno presentado nuevas dinámicas que afectan la población humana.

Teniendo en cuenta que el agua es un elemento vital para la existencia de los seres humanos y para el funcionamiento de sus actividades productivas y sociales, el desarrollo de estas actividades influencia de manera directa e indirectamente a los cuerpos de agua, generando una presión sobre el recurso, que cuando se sobre pasa los límites del mismo puede generar efectos sobre la calidad y cantidad del agua e igualmente las dinámicas del ciclo hidrológico.

Conociendo que el contenido de agua del planeta se estima en 1.300 trillones de litros. Donde la mayor parte, un 97,47%, la almacenan los océanos, el resto es agua dulce, se puede afirmar que el agua dulce es un recurso limitado y su calidad está bajo presión constante. El agua potable es un bien escaso por la cantidad de energía que hay que invertir en su formación. El agua de los polos no es directamente utilizable a gran escala, y es necesario recurrir a los acuíferos, algunos de los cuales son fósiles, es decir, no renovables, y a los ríos. Preservar la calidad del agua dulce es importante para el abastecimiento del agua potable o la producción de alimentos. El mayor porcentaje de esta agua se encuentra en los casquetes polares y en las aguas subterráneas (Organización para la Alimentación y la Agricultura- FAO- Citado en Córdoba, R.2004).

La escasez de agua dulce es entonces uno de los principales problemas ambientales que enfrenta la sociedad ante los que nos encontramos. De forma sencilla se puede decir que estamos alcanzando el límite de extraer agua dulce de la superficie terrestre, pero la demanda no deja de aumentar. Sin embargo, una gran amenaza la constituye el efecto que el cambio climático tendrá sobre el ciclo hidrológico y la disponibilidad de agua dulce. Básicamente se agravarán las condiciones de escasez de las zonas que ya son áridas (menos lluvias y mayor evaporación). Actualmente el 20% de la población no tiene acceso a agua de calidad suficiente y el 50% carece de saneamiento. (UNESCO, Citado en Córdoba, R.2004).

Debido a las necesidades de conocer las dinámicas del recurso hídrico e igualmente las problemáticas que estas acarrearán se realiza un estudio en dos veredas de dos microcuencas del Municipio de Balboa, Risaralda las cuales son río Monos en el sector desembocadura- Chuscal y Cuba-chontaduro en la cual se analiza la oferta y la demanda y como ésta se ve afectada por periodos extremos.

Este trabajo se convierte en una herramienta fundamental para una gestión integrada de recursos hídricos en el municipio de Balboa en el sector rural convirtiéndose en un instrumento para la formulación de proyectos relacionados con el mejoramiento del recurso hídrico y el conocimiento de las necesidades de las comunidades del sector.

### 3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La generación del cambio climático o la variación en el clima que se atraviesa actualmente tiene sus causas directas o indirectas por la actividad humana, y para poder entender este fenómeno debemos partir que en los últimos 10 años, inundaciones, sequías y huracanes han venido sucediendo con mayor frecuencia (IDEAM et al. sf), debido al desbalance creado por el ser humano por la generación cada vez mayor de emisiones de dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno y clorofluorocarbonos.

La deforestación, el consumo de combustibles fósiles, la disposición de residuos, la ganadería extensiva y la industrialización, sumadas a las emisiones de dióxido de carbono que causan los medios de transporte, están alterando la composición de nuestra atmosfera (IDEAM et al. sf).

En Risaralda se espera, según la Segunda Comunicación de Colombia ante la convención marco de las naciones unidas sobre cambio climático a partir de los resultados promedio de los escenarios en el periodo 2011 a 2040, una reducción de precipitación mayor o igual al 10%. Desde el punto de vista de los escenarios más pesimistas, las reducciones más significativas de lluvia a lo largo del siglo XXI, se presentarían en Córdoba, Cauca, Bolívar, Caldas, Sucre, Valle, Antioquia, Nariño y Risaralda, donde llovería entre 70 y 80% de las precipitaciones registradas durante el periodo 1971-2000 (o sea, reducciones entre 20% y 30%). Igualmente se prevé un impacto potencial muy alto de los bosques naturales y plantados que en Risaralda alcanzaría un 25% (IDEAM, 2008<sup>b</sup>).

Con estas relaciones de precipitación, deforestación y los cambios en las condiciones físicas e hidráulicas de los suelos y cambios en la temperatura global es de esperarse cambios en los regímenes del ciclo hidrológico, como menores tasas de infiltración, menor intercepción y evaporación, y salidas más rápidas en la escorrentía con mayores caudales pico, aumentos en el número e intensidad de tormentas y periodos de sequía más extremos y prolongados. Estos cambios repercutirán en el comportamiento hidrológico de las cuencas, lo cual podría condicionar los usos y actividades desarrolladas por los sistemas productivos que reciben los diferentes bienes y servicios ambientales (IDEAM, 2008).

La Gestión Integral de Recurso Hídrico (GIRH) en las regiones requiere información y conocimiento adecuados sobre el comportamiento y estado del agua (en cantidad y calidad), expresados en la distribución espacial y variación temporal de variables relacionadas con la oferta y disponibilidad, calidad, uso y demanda, amenazas y vulnerabilidad de los sistemas hídricos y del recurso (MAVDT, 2010).

Lo anterior supone evaluaciones a partir de unidades hídricas de análisis espaciales y temporales de mayor resolución que las utilizadas en los estudios nacionales del agua que se elaboran en el marco de las funciones y competencias del IDEAM (IDEAM, 2010<sup>a</sup>). Implica igualmente abordar el tema conceptual y metodológico con un alcance apropiado para seguimiento del recurso y toma de decisiones en este nivel, que tengan coherencia con los procesos y desarrollos del nivel nacional y a la vez pertinencia con las especificidades que requiere la gestión del agua en las regiones.

Por lo tanto, se determina la necesidad de generar proceso que apunten a la gestión del recurso hídrico ya que actualmente no se cuenta con información sobre el estado del recurso que para la zona de estudio estará en función de aportar insumos al PMA, como lo estipula el decreto 1640 de 2012 con la finalidad de tener un planeamiento del uso y manejo de sus recursos y la orientación y regulación de las actividades de los usuarios, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la preservación de la estructura físico - biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos.

Aunque la Política Nacional para la Gestión Integral del recurso Hídrico plantea que la ordenación de cuencas hidrográficas está en función de las condiciones ecológicas, económicas y sociales que requieran este proceso, de acuerdo con los criterios que define el IDEAM, cuando no se amerita POMCA la prioridad se da a los ecosistemas clave para el recurso hídrico que requieran de plan de manejo. De igual manera, considera que para la administración del agua se debe partir de la ordenación del recurso para determinar sus usos e identificar los conflictos existentes o potenciales. Con base en los resultados de esta evaluación se opta por reglamentar la corriente hídrica distribuyendo y asignando el caudal disponible y regulando los vertimientos correspondiente o se administra a través de concesiones de agua y permisos de vertimientos individuales

Por lo tanto, se requiere saber con mayor precisión el estado, las presiones y las afectaciones del recurso, igualmente su distribución regional y local que permita planificar, gestionar y administrar el recurso hídrico.

### **3.1 Pregunta de Investigación**

Con base en lo planteado anteriormente y dada la necesidad de conocer las dinámicas del recurso hídrico en el Municipio de Balboa desde el análisis de la oferta y demanda del recurso hídrico, se establece la siguiente pregunta de investigación: **¿Cómo afecta la variación en la precipitación a la oferta hídrica de la zona de estudio enfocada en la vulnerabilidad hídrica?**

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

Comparar el balance hídrico de las Veredas El Chuscal y La Mancha que pertenecen al Municipio de Balboa Risaralda contemplando escenarios de variación en la precipitación y vulnerabilidad hídrica.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Describir los componentes biofísicos y socioeconómicamente de las zonas de estudio y su relación con el recurso hídrico.
- Elaborar un análisis de oferta versus demanda hídrica y los índices de presión del agua asociados para determinar la presión sobre las microcuencas de estudio.
- Analizar la variación del índice de uso del agua a partir de lo propuesto en el estudio nacional del agua (ENA) para ser comparados en las zonas de estudio.

### 4.3 Alcances y limitaciones

Con el trabajo de investigación se logró obtener la línea base ambiental que permitió conocer las dinámicas del recurso hídrico en la zona de estudio, veredas El Chuscal y La Mancha, su influencia en las actividades socioeconómicas y como estas afectan la disponibilidad hídrica.

Se logró a través del análisis oferta hídrica y demanda hídrica con la ayuda de índices que evalúan el régimen hidrológico, conocer el estado de las microcuencas y a partir de estos resultados se desarrollaron protocolos de alternativas de abastecimiento para la población que posiblemente se verá afectada por los eventos climáticos extremos o posible aumento de la población.

Estos resultados se constituyen en un insumo para la planificación, priorización de acciones y toma de decisiones en área de jurisdicción de las autoridades ambientales y en las unidades de análisis hídrico.

Se utilizó el Sistema de Información Geográfico, ARGIS (versión 9.3), para determinar las características y parámetros morfométricos de la microcuenca y los usos actuales del suelo de las veredas.

Se logró obtener datos importantes que permitan la iniciación de la ordenación de las microcuencas a través del plan de manejo ambiental para garantizar un buen manejo del recurso hídrico.

Por otro lado se replanteó el enfoque de la investigación debido a que se tuvo limitaciones sobre la información y herramientas para evaluar la variación climática de la zona, por tal motivo se basó el estudio en la oferta hídrica influenciada en el comportamiento de la precipitación.

Se encontró una limitación para calcular el Índice de Escasez, debido a que éste contempla el factor calidad y no se contó con esta información; por tal motivo se procedió a remplazarlo por el Índice del Uso del Agua para conocer y analizar la presión sobre el recurso hídrico, de igual forma se tomó esta decisión debido a que aguas arriba de la captación no se presentan procesos que permitan la alteración de la calidad del agua, por lo tanto se asume que la reducción es de cero (0).

## 5. MARCO DE REFERENCIA

### 5.1 Marco Conceptual

Para tener claridad de lo que se presenta en el presente trabajo se profundizó en conceptos claves los cuales permiten conocer el estado de las cuencas elegidas como zonas de estudio, es por esto que como primera medida debemos tener presente que la oferta hídrica que es “el volumen total de agua que fluye por la fuente abastecedora después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo-cobertura vegetal” ( IDEAM ,2010<sup>b</sup>); y por otro lado, la demanda es “el volumen potencial de agua, que se requiere para atender las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinado. (Incluye la cantidad de agua abastecida y contabilizada, agua usada no contabilizada y el agua requerida para desarrollar actividades socioeconómicas deprimidas y/o no abastecidas de manera efectiva)” (IDEAM ,2010<sup>b</sup>). Por lo tanto el balance hídrico es la interrelación de estos dos, entendido como la “equivalencia entre los aportes de agua que entran por un lado en una unidad hidrográfica determinada y la cantidad de agua que se evacúa por el otro, considerando además las variaciones internas en el almacenamiento de humedad ocurridas durante un periodo de tiempo determinado” (IDEAM ,2010<sup>b</sup>).

El análisis de los aspectos cuantitativos y cualitativos de los componentes del ciclo hidrológico en su expresión regional presupone un conocimiento e información sobre las fuertes variaciones que existen en las regiones del país, incluyendo precipitación, escurrimiento superficial, recarga de acuíferos y la calidad de los cuerpos de agua. Estas variaciones pueden describirse en la evaluación nacional basada en grandes cuencas hidrográficas o hidrogeológicas a gran escala teniendo en cuenta que tiene directa relación con la distribución temporal, la distribución espacial y las áreas de análisis utilizadas pero deben ser analizadas con mayor resolución, ya que la problemática del agua es predominantemente de tipo local. Esto es válido también para el conjunto de indicadores calculados a gran escala (IDEAM, 2013).

La caracterización de variables de oferta, demanda y calidad, y las correspondientes a alteraciones del régimen natural, permiten construir un sistema de indicadores hídricos que reflejan el estado de las situaciones que, en un enfoque sistémico con visión integral, son determinantes para la toma de decisiones en el marco de la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH)

adoptado en la “Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico en Colombia” (MAVDT, 2010). La conceptualización de este sistema de indicadores se parte de unas condiciones de referencia que son afectados por la intervención antrópicas y procesos de transformación. Este cambio de condiciones determina las acciones que se deben tomar para garantizar la sostenibilidad del agua.

En términos generales, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (En sus siglas en inglés OECD) citado en el Estudio Regional del Agua (MADS,2013), un indicador es la medida cuantitativa o la observación cualitativa que permite identificar cambios en el tiempo y cuyo propósito es determinar qué tan bien está funcionando un sistema, dando la voz de alerta sobre la existencia de un problema y permitiendo tomar medidas para solucionarlo, una vez se tenga claridad sobre las causas que lo generaron.

En el trabajo de investigación se tomaron una serie de indicadores descritos en la tabla 1 los cuales se definen según los criterios de priorización de cuencas hidrográficas susceptibles de ordenación según su nivel espacial elaborado por el Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial (MAVD, actualmente llamado Ministerio de ambiente y desarrollo sustentable- MADS) en conjunto con el IDEAM (2011):

Tabla 1 Indicadores que caracterizan el régimen hídrico

Índice	Ecuación	Interpretación
<p><b>Índice de aridez (Ia)</b></p>	<p><math>Ia = (ETP - ETR) / ETP</math></p> <p>Donde</p> <p>Ia: índice de aridez (a dimensional)</p> <p>ETP: evapotranspiración potencial</p> <p>ETR: evapotranspiración real</p>	<p>Muestra, de manera cualitativa, los lugares con excedentes y déficit de agua. La evapotranspiración potencial representa, para este caso, un factor determinante en la obtención de este índice. Para generar el indicador, se utilizan las ecuaciones de Turc para el cálculo de la ETR, y la de Penman-Montieth, para el cálculo de la ETP.</p>
<p><b>Índice de retención y regulación (IRH)</b></p>	<p><math>IRH = VP / Vt</math></p> <p>Donde</p> <p>IRH: Índice de retención y regulación hídrica</p> <p>VP: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio</p> <p>Vt: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios</p>	<p>Este índice mide la capacidad de retención de humedad de las cuencas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios. Este índice se mueve en el rango entre 0 y 1, y los valores más bajos son los que se interpretan como de menor regulación.</p> <p>Los valores obtenidos con la estimación del IRH se agrupan en rangos:</p>

		Rango de Valores del Indicador	Calificación	Descripción
		>0.85	MUY ALTA	Muy alta
		0.75 – 0.85	ALTA	Alta
		0.65 – 0.75	MODERADA	Media
		0.50 – 0.65	BAJA	Baja
		<0.50	MUY BAJA	Muy baja
<b>Índice de uso de agua (IUA)</b>	$IUA = (Dh/Oh) * 100$ <p>Donde  Dh: demanda hídrica sectorial  Oh: oferta hídrica superficial disponible</p>	<p>La categorización de condición de presión de la demanda sobre la oferta hídrica disponible se define a partir de cinco rangos: muy alta, alta, media, baja y muy baja. Se tomó como referente el concepto de Naciones Unidas, utilizado en indicadores del ENA 1998, en el que se considera que cuando la relación de la demanda sobre la oferta, en condiciones hidrológicas de año medio, sobrepasa el 20%, deben iniciarse programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, a fin de hacer sostenible el recurso hídrico, evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua y prevenir futuras crisis</p>		
<b>Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)</b>	<p>El IVH se determina a través de una matriz de relación de rangos del IRH y el IUA.</p> <p>Al interrelacionar estos índices, se obtiene una estimación aproximada y cualitativa de la vulnerabilidad para las condiciones mínimas de regulación hídrica (muy baja y baja) e índices del Uso del agua máximos (alta y muy alta), se establece la mayor vulnerabilidad (alta y muy alta). Una vulnerabilidad media, resulta al tener condiciones de Regulación Hídrica baja o muy baja con un uso del agua</p>	<p>Grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas como el Fenómeno El Niño podría generar riesgos de desabastecimiento.</p>		

medios a mínimos; igualmente se considera medio si existe una regulación moderada, alta y muy alta y prevalecen condiciones medias, altas y muy altas de la relación oferta-demanda. La más baja vulnerabilidad corresponde a la regulación hídrica alta y muy alta, para las cuales la relación oferta-demanda es baja o no significativa.

Categorías Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento (IVH)		
IUA	IRH	Categoría Vulnerabilidad
Muy bajo	Alto	Muy bajo
Muy bajo	Moderado	Bajo
Muy bajo	Bajo	Medio
Muy bajo	Muy bajo	Medio
Bajo	Alto	Bajo
Bajo	Moderado	Bajo
Bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy bajo	Medio
Medio	Alto	Medio
Medio	Moderado	Medio
Medio	Bajo	Alto
Medio	Muy bajo	Alto
Alto	Alto	Medio
Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Muy bajo	Muy alto

	Muy alto	Alto	Medio																
	Muy alto	Moderado	Alto																
	Muy alto	Bajo	Alto																
	Muy alto	Muy bajo	Muy alto																
Índice de escasez	$Ie = (Dh/Oh) * Fr * 100$ Donde: Ie : Índice de escasez en porcentaje Dh : Demanda hídrica en metros cúbicos Oh : Oferta hídrica superficial neta en metros cúbicos Fr : Factor de reducción por calidad del agua y el caudal ecológico 100 : Para expresarlo en porcentaje El índice de escasez se agrupa en cinco categorías:			Representa la demanda de agua que ejercen en su conjunto las actividades económicas y sociales para su uso y aprovechamiento frente a la oferta hídrica disponible (neta).															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango</th> <th>Calificación</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&gt;50%</td> <td>Alto</td> <td>Demanda Alta</td> </tr> <tr> <td>21-50%</td> <td>Medio alto</td> <td>Demanda apreciable</td> </tr> <tr> <td>11-20%</td> <td>Medio</td> <td>Demanda baja</td> </tr> <tr> <td>1-10%</td> <td>Mínimo</td> <td>Demanda muy baja</td> </tr> <tr> <td>&lt;1%</td> <td>No significativo</td> <td>Demanda no significativa</td> </tr> </tbody> </table>	Rango	Calificación		Descripción	>50%	Alto	Demanda Alta	21-50%	Medio alto	Demanda apreciable	11-20%	Medio	Demanda baja	1-10%	Mínimo	Demanda muy baja	<1%	No significativo
Rango	Calificación	Descripción																	
>50%	Alto	Demanda Alta																	
21-50%	Medio alto	Demanda apreciable																	
11-20%	Medio	Demanda baja																	
1-10%	Mínimo	Demanda muy baja																	
<1%	No significativo	Demanda no significativa																	

Fuente: Adaptado de IDEAM, 2010; MAVDT,2004.

Para ser más confiable el estado del recurso hídrico en el país y no caer en generalizaciones es necesario llevar este estimativo a un nivel regional que se requiere saber con mayor precisión la disponibilidad del recurso sobre la su posición regional y local que permita planificar, gestionar, y administrar los recursos naturales en particular el agua. Es por esto que la Política Nacional Para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) ha establecido términos y condiciones orientadas a que la regiones cuenten con sus propios estudios regionales del agua, entendidos estos como “verdaderos referentes técnicos con evaluaciones comprensivas sobre los sistemas hídricos, los cuales están llamados a ser los soportes para la planificación y toma de decisiones relacionadas con el cumplimiento de la normatividad institucional y técnica vigente, pero ante todo, con la administración eficaz de la oferta y la demanda hídrica”(MADS, s.f)

## **5.2 Marco Contextual**

Para poder estudiar y determinar en forma cuantitativa todos los procesos que contribuyen a la formación y a la variación espacio-temporal del recurso hídrico es imprescindible tener en cuenta los avances del país en cuanto al recurso hídrico y su estado. Por ello se hace imprescindible conocer en este contexto lo establecido en el Decreto 1640 de 2012 expedida por el que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS- que reglamenta los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, que armonizó la normatividad con el esquema planteado en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Dicha reglamentación está directamente relacionado con las metas definidas en el Plan Nacional de Desarrollo –PND-2010-2014, en cuanto a la implementación de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (2010), estableciendo metas relacionadas con dos de los principales objetivos de dicha política pública, como son: la oferta del recursos hídrico que busca conservar los ecosistemas y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua en el país; y la gestión del riesgo sobre el recurso hídrico asociada a la oferta y disponibilidad de agua (Contraloría General de la Republica. 2012)

A partir de la relevancia de planificar las grandes cuencas del país en el PND 2010-2014 se establece como meta la formulación de 5 planes estratégicos de las Macrocuencas Magdalena – Cauca, Caribe, Pacifico, Orinoco y Amazonas, que fueron reglamentadas en el decreto 1640 de 2012

Por su parte en el Estudio Nacional del Agua permite conocer el estado de disponibilidad de la oferta superficial total del país que para la vigencia 2010 actualiza ampliando su alcance y cobertura con base en refinamientos conceptuales y metodológicos que se adecuan a los ejes, estrategias y premisas de la Política para la Gestión Integrada de Recurso Hídrico promulgada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT en marzo de 2010 (Contraloría General de la Republica. 2012).

Por ende existe una armonía y/o articulación en las estrategias de planificación y el conocimiento del estado del recurso hídrico de carácter macro es decir nacional.

En virtud del artículo 66 del decreto 1640/2012 se establece un régimen de transición para los POMCAS que habían adelantado algunas de las etapas de la ordenación establecidas bajo el Decreto 1729 de 2002, ya que deberán ser ajustados a la nueva reglamentación vigentes, es decir de acuerdo al decreto 1640 de 2012. Es el caso del ajuste de los POMCAS de los ríos Gualí, Pamplonita, Chinchiná y el complejo de humedales río Magdalena, correspondiente a 473 mil hectáreas con mayor presión del recurso hídrico, financiados desde 2011 con recursos de cooperación internacional del Gobierno de Holanda por valor de \$ 4.000 millones. (Contraloría General de la Republica. 2012)

Si bien el Decreto 1640 de 2012, señala el deber ser del esquema de ordenamiento y planificación del recurso hídrico en el país, resulta fundamental brindar las herramientas técnicas y metodológicas del cómo hacer viable la construcción e implementación efectiva de los POMCAS, que para la zona de estudio las herramientas brindadas son en pro del PMA, dadas las dificultades que en el pasado, ha representado para las CAR-CDS el proceso de ordenación de cuencas por falta de fondos de inversión para el levantamiento de la información primaria, por lo cual impide el conocimiento de la cuenca en las dinámicas de oferta hídrica.

### **5.3 Marco Normativo**

De acuerdo con la normatividad que rige el recurso hídrico en Colombia y la influencia que este puede tener en el territorio estudiado, dado así se necesita entender la normatividad desde lo nacional, regional y local.

De acuerdo con lo establecido en la Ley 99 de 1993, son las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible, las Autoridades Ambientales Urbanas y la Unidad Administrativa de Parques Nacionales – UAEPNN, son las entidades encargadas ,de administrar, dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo

sostenible. Tienen como objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento.

Decreto 2811 de 1974 Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente establece que: *El ambiente es patrimonio común*. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto “Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional”.

Para cumplir los objetivos establecidos por el artículo 2 del Decreto-Ley 2811 de 1974, el Decreto 1541 de 1978 tiene por finalidad reglamentar las normas relacionadas con el recurso de aguas en todos sus estados, y comprende aspectos como:

El dominio de las aguas, cauces y riberas, y normas que rigen su aprovechamiento sujeto a prioridades, en orden a asegurar el desarrollo humano, económico y social, con arreglo al interés general de la comunidad. La reglamentación de las aguas, ocupación de los cauces y la declaración de reservas de agotamiento, en orden a asegurar su preservación cuantitativa para garantizar la disponibilidad permanente del recurso. Las restricciones y limitaciones al dominio en orden a asegurar el aprovechamiento de las aguas por todos los usuarios. La conservación de las aguas y sus cauces, en orden a asegurar la preservación cualitativa del recurso y a proteger los demás recursos que dependan de ella.

Los aspectos relacionados con la estimación de la oferta hídrica como componente esencial del cálculo de los índices de escasez, se desarrollan en la Resolución 865 de 2004 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT. Por medio de esta norma se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones, con el fin de dar una visión general de la situación de la disponibilidad de agua actual y con las proyecciones futuras del abastecimiento a nivel nacional y regional de tal manera que las entidades del Estado involucradas en la gestión ambiental y de los recursos hídricos, tomen las medidas necesarias para que los planes de ordenamiento del uso de los recursos naturales y manejo sostenible de las

cuencas hidrográficas, tengan en cuenta zonas que presentan índices de escasez con niveles preocupantes y otras características desfavorables.

A partir de la información obtenida en la investigación se recomienda hacer un plan de manejo ambiental como lo indica el Decreto 1640 de 2012, donde establece en su artículo 4 la estructura para la planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos, la cual para nuestra zona de estudio y como se mencionó estaría dentro de la estructura de Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas, ya que nuestra zona está en el nivel inferior al del nivel subsiguiente de la Subzona Hidrográfica ( Artículo 5). Este PMA tiene por objeto la planificación y administración de los recursos naturales renovables de la microcuenca, mediante la ejecución de proyectos y actividades de preservación, restauración y uso sostenible de la microcuenca.

Así mismo es importante tener en cuenta que a través de Programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Debido a que la ley Ley 373 de 1997 afirma que todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

## 6. METODOLOGÍA

En el cumplimiento de los objetivos propuestos en el trabajo de investigación, para el primer objetivo:

*“Describir los componentes biofísicos y socioeconómicamente de las zonas de estudio y su relación con el recurso hídrico.”*

Se propuso una descripción de los componentes biofísicos y socioeconómicos de las dos microcuencas objetos de estudio a partir de información secundaria que se obtuvo de la Alcaldía, Carder, IDEAM, DANE, entre otros. Se realizó el análisis pertinente del territorio en función de la relación del recurso hídrico que se presentaron mediante la identificación de las zonas de estudio evaluando principalmente:

- Las dinámicas de la microcuenca respecto a los usos del suelo.
- Los sistemas de abastecimiento de la comunidad.

Se ubicó el sitio en donde se abastecen del recurso hídrico, se analizó y a través del sistema de información geográfica (SIG) se pudo evidenciar la respectiva ubicación.

Se caracterizó los usos del suelo y se analizó cual tuvo el mayor y el menos uso a través del SIG.

Se hizo el análisis morfométrico de las microcuencas de estudio y se determinó la pendiente media, la densidad del drenaje, el orden del drenaje, la forma (alargamiento) entre otros aspectos.

Se recolectó información socioeconómica de los integrantes de la comunidad tal como el tipo de trabajo que desempeñan, la principal actividad agrícola de sus fincas, conformación de las familias, para que utilizan principalmente el agua, relación de la actividad que desarrollan y como contaminan las fuentes hídricas.

Para la consecución del segundo objetivo:

*“Elaborar un análisis de oferta versus demanda hídrica para determinar el índice de regulación hídrica, índice del uso del agua, índice de aridez e índice de vulnerabilidad hídrica”*

En base al Estudio Nacional del Agua- ENA 2010 y a la resolución 865 de 2004, se realizaron los siguientes procesos para la obtención de la oferta hídrica

superficial. Como primera medida la compilación y el análisis de las series históricas de caudales a partir de información secundaria. Información pluviométrica, climatológica, hidrológica existente.

Aplicación de la ecuación de oferta, esta se hizo con i la información disponible se realiza la relación precipitación- caudal a partir del método teórico Método de Soil Conservation Service SCS, y se obtuvo el caudal de la oferta mensual.

Como segunda medida para poder realizar el análisis, se determinó la demanda. Dentro de nuestro trabajo investigativo, por ser una zona netamente rural se estimó la demanda agrícola, doméstica y pecuaria.

La demanda agrícola total que es la demanda por riego, se halló a través del KC para cada cultivo, su uso consuntivo y la demanda pos cosecha a través de los diferentes procesos que requiera el producto. Para la demanda doméstica se analizó la información de la vereda por habitante según el RAS, 2000.

Con la determinación de la oferta y demanda hídrica se relacionaron porcentualmente la demanda de agua en relación a la oferta hídrica disponible, y posteriormente se categorizo para obtener el Ia, IRH y IUA.

Para obtener el Ia, se calculó empleando la Ecuación:

$$Ia = (ETP - ETR) / ETP$$

Dónde:

Ia: Índice de Aridez (adimensional).

ETP: Evapotranspiración potencial (mm).

ETR: Evapotranspiración Real (mm).

El Índice de aridez así calculado representa la dinámica superficial del suelo y no se refiere a la dinámica subsuperficial del suelo utilizada en análisis climáticos para clasificar el grado de humedad a través de la precipitación y la evapotranspiración potencial. (IDEAM, 2010).

La evapotranspiración potencial representa un factor determinante en la obtención del índice. Para obtener la ETP aplicando la ecuación de Penman-Montieth, se utilizó un programa llamado CROPWAT 8.0, que ha sido desarrollado por Joss Swennenhuis para la Unidad de Fomento y Gestión de las Aguas de la FAO (FAO,2009). En este se ingresaron los datos de las estaciones aptas para el programa, que fueron aquellas que contaban con información climática como La Camelia y La Samaria; luego se pasó a obtener la EVR por medio de la ecuación desarrollada por Turc.

Ecuación modificada Turc:

$$EVR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \left(\frac{P}{L}\right)^2}}$$

Dónde:

P: Precipitación media anual (mm).

L: Es función de T, que a su vez es función de la temperatura (t), y la precipitación (P).

Seguidamente se calculó el IRH, para obtenerlo primero se ordenaron los datos de los doce (12) caudales de los meses del año de mayor a menor, luego se aplicó la Probabilidad de Weibull, desarrollada por medio de la siguiente ecuación:

$$P_w = (n_i / (1 + N)) * 100$$

Dónde:

$n_i$ : es el número de orden correspondiente a cada fila.

N: número total de datos.

Conociendo estos datos se hizo una relación y se graficó la curva de duración de caudales (CDC), estas curvas interpretan las características del régimen hidrológico de la cuenca de un río en su parte alta, media y baja. La capacidad de regulación de una cuenca está relacionado con las características de la cuenca: topografía, geología, suelos, vegetación y clima. Entre los factores de mayor influencia en la regulación son el relieve, el área de cuenca, la lluvia media anual y la altitud. Cabe resaltar que se trabajó con la gestión de información secundaria.

Teniendo ya estos datos se pasó a aplicar el Índice de Regulación y Retención Hídrica, su estimación resulta de la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio y el correspondiente al área total bajo la curva de duración de caudales diarios que se desarrolló de la siguiente manera:

$$IRH = VP / V_t$$

Dónde:

IRH: Índice de retención y regulación hídrica.

VP: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio.

Vt: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios.

Posteriormente se obtuvo el IUA con la siguiente aplicación:

$$IUA = (Dh/Oh) * 100$$

Dónde:

IUA: Índice de uso del agua

Dh:  $\sum$  (volumen de agua extraída para usos sectoriales en un período determinado).

Oh: oferta hídrica superficial regional disponible).

El IUA se calculó para las unidades hidrográficas de análisis, según la zonificación regional. Adicionalmente, se pudo generar para unidades hídricas, fuentes de abastecimiento de acueductos municipales como indicativo de la presión. Se dependió en gran medida de la resolución y escala de la información.

La categorización de condición de presión de la demanda sobre la oferta hídrica disponible se definió a partir de cinco rangos: muy alta, alta, media, baja y muy baja. Se tomó como referente el concepto de Naciones Unidas, utilizado en indicadores del ENA 1998, en el que se considera que cuando la relación de la demanda sobre la oferta, en condiciones hidrológicas de año medio, sobrepasa el 20%, deben iniciarse programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, a fin de hacer sostenible el recurso hídrico, evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua y prevenir futuras crisis

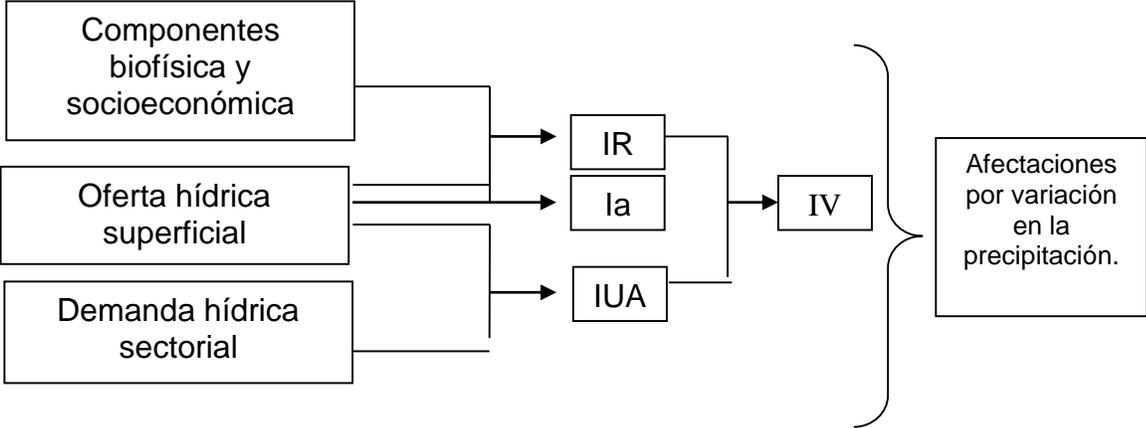
Al expresar los dos índices anteriores, se pasó a determinar a través de una matriz de relación de rangos el IRH y el IUA la categoría de vulnerabilidad (IVH) y así se clasificó el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas, como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno cálido del Pacífico (El Niño); podría generar riesgos de desabastecimiento, este índice establecidos en el marco del ERA.

Finalmente, para el tercer objetivo:

*“Analizar la variación del índice de uso del agua a partir de lo propuesto en el estudio nacional del agua (ENA) para ser comparados en las zonas de estudio”.*

Ya que los respectivos cálculos y análisis con respecto a la oferta hídrica y la demanda, se realizaron proyecciones en la demanda por medio del aumento de la

población de las dos veredas y se expresó el IUA, estableciéndose de esta manera una relación porcentual, y así se pudo determinar que pasaría en estas veredas respecto al estado del recurso hídrico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1 Esquema metodológico

## **7. LINEA BASE AMBIENTAL**

### **7.1 COMPONENTE BIOFÍSICO**

Se consideró que para la comprensión del proceso que ocurre en un territorio se requiere del estudio de la interacción que se da entre todos los elementos que lo componen, así como la forma en que la población se organiza; por esto para la comprensión del trabajo se presenta la caracterización biofísica de las microcuencas río Monos en el sector desembocadura-Chuscal y la microcuenca cuba-chontaduro y la caracterización socioeconómica de las veredas pilotos la Mancha y el Chuscal inmersas dentro de las microcuencas antes mencionada que pertenecen al Municipio de Balboa, Risaralda.

Esta caracterización biofísica de las zonas de estudio se encuentra soportada en datos del municipio de Balboa, recopilados de documentos realizados por las Instituciones locales como la alcaldía del municipio y la Corporación Autónoma Regional del Risaralda –CARDER- debido a que la información es escasa para las zonas a estudiar igualmente es importante aclarar que las dinámicas en el territorio son similares.

#### **7.1.1 Localización del Municipio de Balboa**

Balboa es un municipio perteneciente al departamento de Risaralda, que se encuentra localizado a los 4° 55' 12" de latitud norte y a los 75° 57' 17" de longitud oeste, en la región central del departamento, en la vertiente oriental de la cordillera occidental, cuyas laderas descienden hacia los ríos Cauca, Risaralda, Cañaveral, Monos y Totuí. Limita por el norte con los municipios de La Celia y Santuario, por el oriente con La Virginia y Pereira de la que lo separa una distancia de 53 Km; por el sur con el departamento del Valle del Cauca y por el occidente con el Municipio de La Celia.

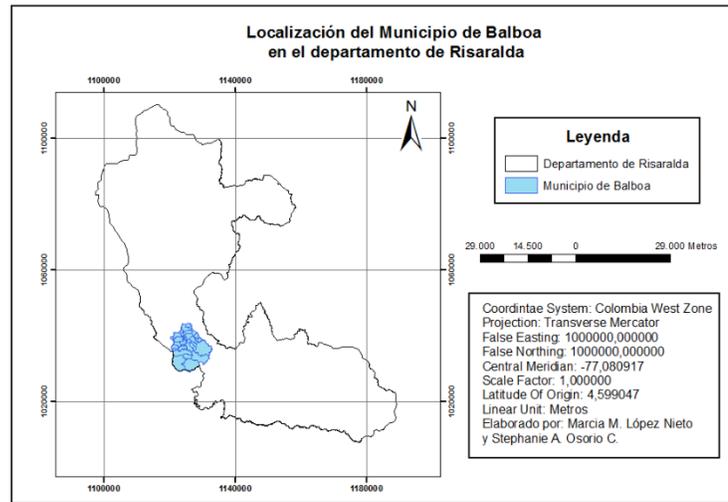


Figura 2 Ubicación del municipio de Balboa en el Departamento

Limita con los municipios de La Celia, Santuario, La Virginia, Pereira en el departamento de Risaralda, y con los municipios de El Águila y Anserma Nuevo en el departamento del Valle. La altura máxima es el Alto de las Placas a 1.800 m.s.n.m. y la mínima a 903 m.s.n.m. en límites con el Municipio de La Virginia. Su temperatura promedio es de 22°C, con lluvias anuales entre 1700 y 2400 mm situación que conlleva a que esta sea una zona óptima para una gran variedad de cultivos como el café, plátano, caña panelera, aguacate y otros cultivos transitorios como el pan coger. La extensión del Municipio es 12.068 Ha y su población para el año 2011 es 6.337 habitantes (DANE, 2005).

La extensión de la vereda el Chuscal 6.90 Ha y la vereda La Mancha es de 392.70 Ha representando el 0.06% y 3.25% del área del municipio respectivamente. Estas veredas están vinculadas respectivamente a cuencas hidrográficas las cuales serán parte de las zonas a estudiar, como es la microcuenca río Monos a nivel de la desembocadura del Chuscal y la microcuenca Cuba-chontaduro.

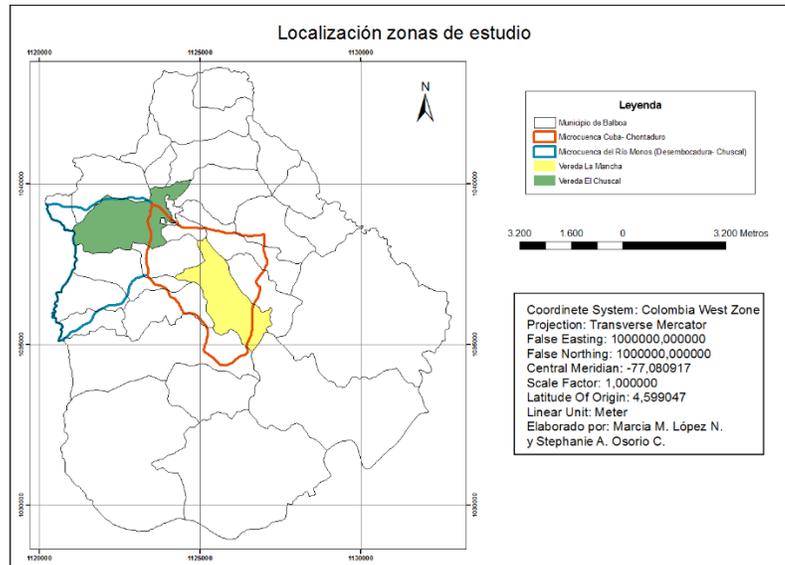


Figura 3 Localización zonas de estudio.

La localización de las zonas de estudio como anteriormente se mencionó son las microcuencas señaladas en el figura río Monos en la desembocadura- chuscal en color azul en ella se ve la vereda piloto El Chuscal y la microcuenca Cuba-chontaduro en color rojo y en ella la vereda la Mancha.

La extensión de la microcuenca río Monos en el sector desembocadura-Chuscal es de 8,7 km<sup>2</sup>, de esta extensión 3,22 km<sup>2</sup> corresponde a la vereda piloto el Chuscal el cual representa el 37,01% de la microcuenca y en el caso de la microcuenca Cuba-Chontaduro es de 10,7 km<sup>2</sup> del cual 3,33 km<sup>2</sup> corresponden a la vereda la Mancha lo cual representa el 31,12% de la extensión.

A continuación se podrá detallar con más profundidad las características biofísicas de las zonas de estudio con la ayuda de herramientas cartográficas como mapas.

### 7.1.2 Componente geólogo-geomorfológico del Municipio de Balboa

Las formaciones geológicas superficiales identificadas en municipio de Balboa que sustentan el suelo se conforman por unidades no consolidadas y consolidadas. En las unidades no consolidadas, se observan depósitos aluviales, de vertiente y de cenizas volcánicas y en las unidades consolidadas se observan silíceo-volcánica, arcillo-arenosa, rocas volcánicas básicas y unidades de rocas sedimentarias. En

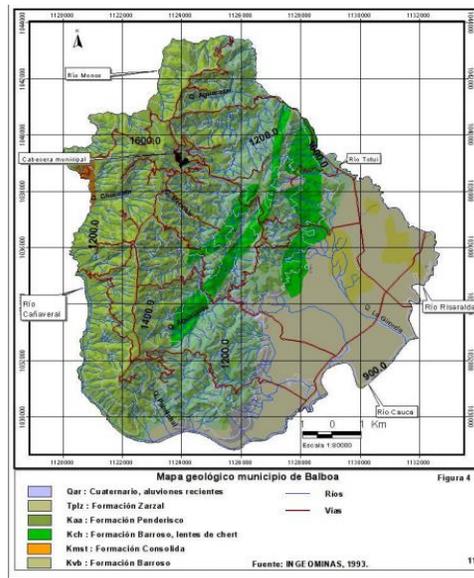
la tabla 2 se relacionan las características de cada una de las unidades geológicas del Municipio.

Tabla 2 Unidades Geológicas de Balboa.

UNIDADES		CARACTERÍSTICAS
<b>NO CONSOLIDADAS</b>	Depósitos Aluviales	Estos depósitos se observan en los ríos Monos, Risaralda, Cauca y Totuí y algunas quebradas afluentes.
	Depósitos de Vertiente	Es el material acumulado en las vertientes, ya sea en su base o a lo largo de ellas. Se identificaron depósitos de vertiente tipo flujos de escombros en el casco urbano.
	Depósitos de cenizas volcánicas	Recubren gran parte del municipio, excepto las laderas de alta pendiente donde han sido erosionados.
<b>CONSOLIDADAS</b>	Silíceo – volcánica	Se encuentran rocas formadas a partir de procesos volcánicos como las tobas y rocas formadas a través de procesos sedimentarios, como los chert y las arcillolitas. Estas asociaciones rocosas afloran al noroccidente y centro- oriente del municipio.
	Arcillo- arenoso	Constituida por limolitas, areniscas y conglomerados, rocas de origen sedimentario.
	Rocas volcánicas básicas	Geológicamente estas rocas están dentro de un grupo denominado Formación Barroso, Está agrupación corresponde a un complejo volcánico lávico y volcano - clástico de composición básica
	Unidad de rocas sedimentarias	Se agrupan bajo la Formación Zarzal, recibe este nombre una secuencia sedimentaria compuesta por diatomitas

Fuente: CARDER. sf.

La zona de las microcuencas de estudio tiene una formación geológica en un 75% Penderisco rocas predominantemente sedimentarias y el 25 % una formación barroso que se refiere a un complejo volcánico lávico y volcanoclástico esto se puede observar en la figura 4.



Fuente: CARDER. s.f

Figura 4 Geología del Municipio de Balboa.

El tipo de suelo presente en la zona de estudio y en general en el municipio de Balboa son unidades consolidadas por limolitas, areniscas y conglomerados dan unidades arcillo arenosas de suelos compuestos donde predomina la arcilla y como elemento secundario la arena (CARDER,s.f). La dominancia de fracciones finas en el suelo como lo es la arcilla tiende a retardar el movimiento del agua y el aire por su baja porosidad, por lo tanto es un suelo mediamente plástico y adhesivo y que posee retención de nutrientes. Igualmente dentro de sus características se encuentra resistencia a la penetración de raíces y el favorecimiento de procesos de escurrimiento. Igualmente por tener cenizas volcánicas permite tener una alta retención de humedad y esto al relacionarse con la precipitación genera que en la zona no se requiera de riego o demanda hídrica para suplir la necesidad de agua para el sector agrícola.

### 7.1.3 Uso potencial y actual del suelo del Municipio de Balboa

A partir de las herramientas cartográficas desarrolladas por la Corporación Autónoma Regional del Risaralda –CARDER-, se caracterizaron las microcuencas de estudio y en su totalidad como se observa en la figura 6, se sugiere que el uso potencial del suelo es para zona de producción sostenible forestal y en el caso de cuba-chontaduro también hace referencia a un suelo para protección de la biodiversidad; en este caso estas áreas son definidas para la conservación como el manejo de los ecosistemas de modo que podamos contar con sus bienes y servicios para las generaciones actuales y venideras, en iguales o mejores condiciones cuantitativas y cualitativas.

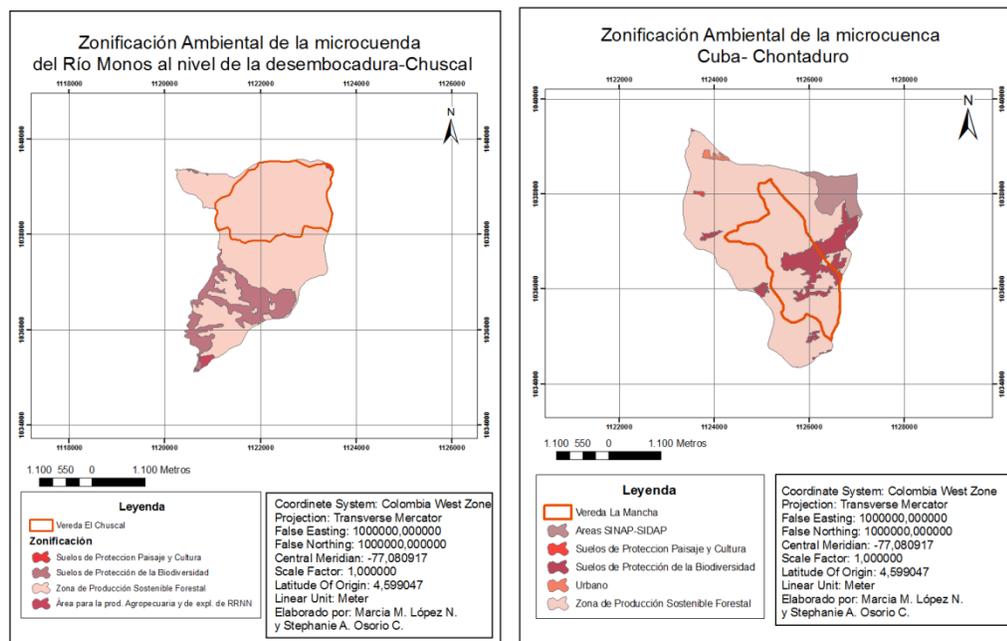


Figura 5 Zonificación Ambiental de las microcuencas de estudio.

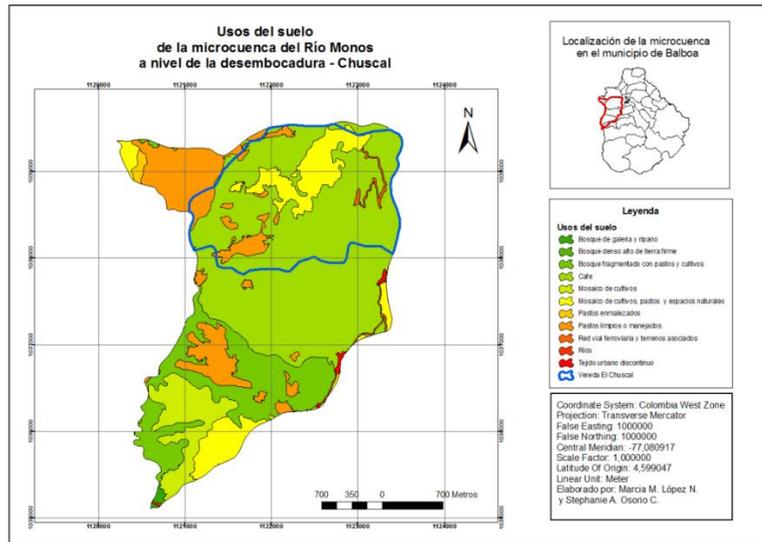


Figura 6 Usos del suelo microcuenca rio Monos a nivel de la desembocadura – Chuscal.

Actualmente el uso del suelo que se ve en la microcuenca del Río Monos a nivel de la desembocadura – Chuscal; es en su mayoría de café con una extensión 224,8 Ha, le sigue un bajo porcentaje de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 51,43 Ha y una extensión mínima de pastos limpios o manejados 28,38 Ha.

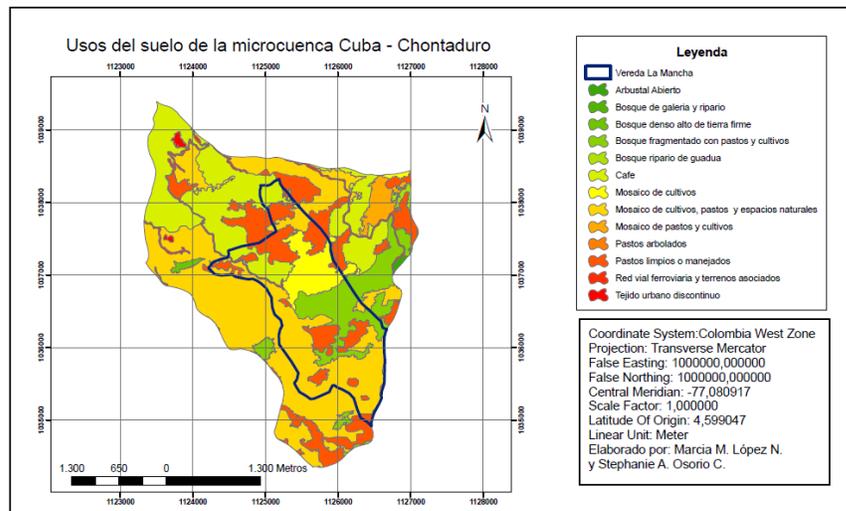


Figura 7 Usos del suelo microcuenca Cuba-chontaduro

En la microcuenca Cuba-Chontaduro se encuentra una mayor variedad de usos de la tierra no se evidencia un cultivo predominante pero en una jerarquía de mayor a menor de la extensión se podría ordenar así: mozaico de cultivos, pastos y espacios naturales 119,4 Ha, bosque fragmentado con pastos y cultivos 56,09 Ha, pastos limpios o manejados 53,47 Ha, mosaico de cultivos 49,5 Ha y por ultimo en una minima extension café 20,6 Ha.

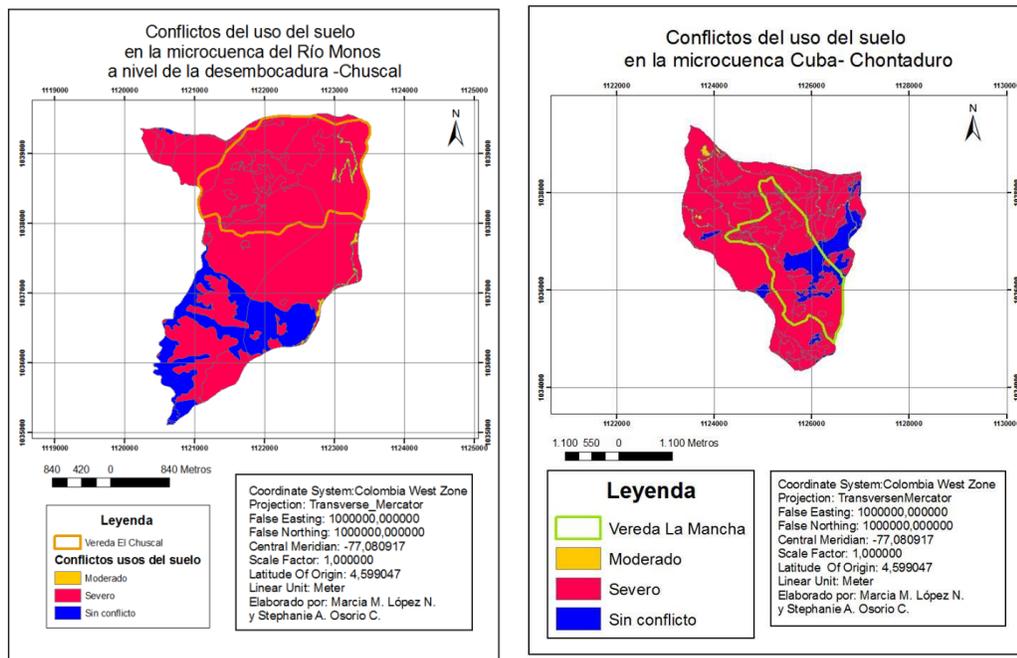


Figura 8 Conflictos de usos del suelo del Municipio de Balboa.

En el municipio de Balboa, especialmente en las zonas de estudio se evidencia un alto porcentaje de conflictos de uso del suelo, que para la vereda el Chuscal en su totalidad se encuentra en conflicto el cual es una extensión de 304 Ha debido a que el uso potencial no es el que en la actualidad se le da a la tierra; en ambas microcuencas se observa que hay un conflicto severo a excepción de la vereda la Mancha en la microcuenca Cuba-Chontaduro que posee una extensión sin conflicto de 130 Ha, pero esto se debe a que es un bosque denso alto de tierra firme y no se ha intervenido y que en la zonificación ambiental hace referencia a un suelo para protección de la biodiversidad que al momento se conserva, esta extensión de aptitud preferentemente forestal que recubre la microcuenca hace que sea un elemento estratégico para la regulación hídrica o del régimen hidrológico, lo que incluye la sostenibilidad del caudal a lo largo del año, mantener la productividad del suelo, garantizar la calidad del agua y la reducción de desastres.

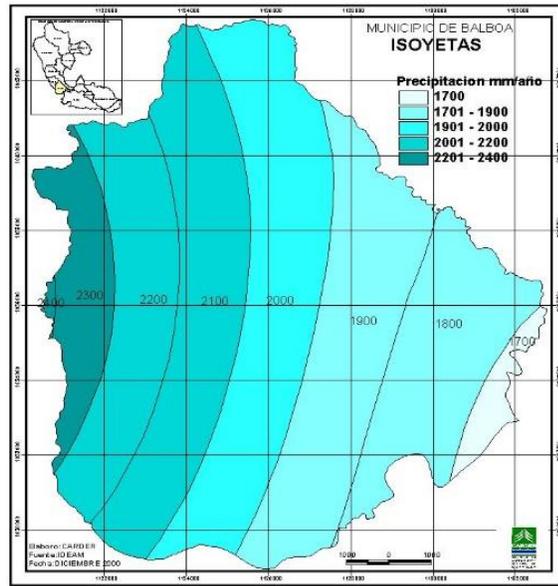
Así mismo estas cubiertas forestales influyen en el volumen de agua obtenida de las cuencas hidrográficas garantizando caudales durante todo el año, tanto en periodos secos como también en periodos húmedos, de igual forma garantiza una mayor estabilidad del suelo y frenan su desplazamiento y la erosión en cárcavas y superficial; esto ayuda a que el volumen de sedimentos aguas abajo sea menor.

Como se evidencio en las zonas de estudio existen conflictos por usos del suelo especialmente en la microcuenca rio Monos en la desembocadura-chusca, el conflicto es alto debido a la extensión significativa de pastos y cultivos de café; desfavoreciendo la regulación hídrica por falta de una cobertura vegetal, a pesar de esto es importante aclarar que las plantaciones que se encuentran son de baja tecnificación; adicional estos cultivos en su mayoría se encuentran asociados a otros o tiene un método de sombrío con especies que ayudan a evitar la erosión del suelo.

#### **7.1.4 Comportamiento climático del Municipio de Balboa**

El comportamiento climático en Balboa, está determinado por la circulación de la atmósfera en el trópico, que define dos periodos lluviosos al año con máximos en abril- mayo y septiembre- noviembre y por las características del relieve, la zona cuenta con pisos térmicos cálido y medio, una gran parte de su territorio se encuentra ubicado en clima templado o medio y en clima cálido.

En el Mapa de Isoyetas de Balboa, se puede apreciar que la precipitación en este municipio, varía entre 1.700 y 2.400 mm/año, presentando las mayores pluviosidades hacia el occidente en los límites con La Celia. La precipitación tiende a disminuir hacia el oriente en proximidades al Río Risaralda debido a que la geomorfología del municipio es muy variada se presentan diferentes altitudes, configurando una climatología diversa, esto se alcanza a percibir en una de las variables de está como lo es la distribución de la precipitación que se presenta en la figura 8 que específicamente para las microcuencas de estudio son de alta precipitación que oscila entre 2000 y 2400 mm. Debido a estas variaciones algunas zonas del municipio son más vulnerables a sufrir déficit en su oferta hídrica en la época donde no se presenta máximo de precipitación en el año (Diciembre- Marzo y Junio- Agosto).



Fuente: CARDER.s.f

Figura 9 Distribución precipitación en el Municipio de Balboa

### 7.1.5 Hidrografía del Municipio de Balboa

El Municipio de Balboa se localiza en su totalidad en la cuenca del Río Cauca, la cual se compone de dos subcuencas principales el Río Risaralda y el Cañaverál.

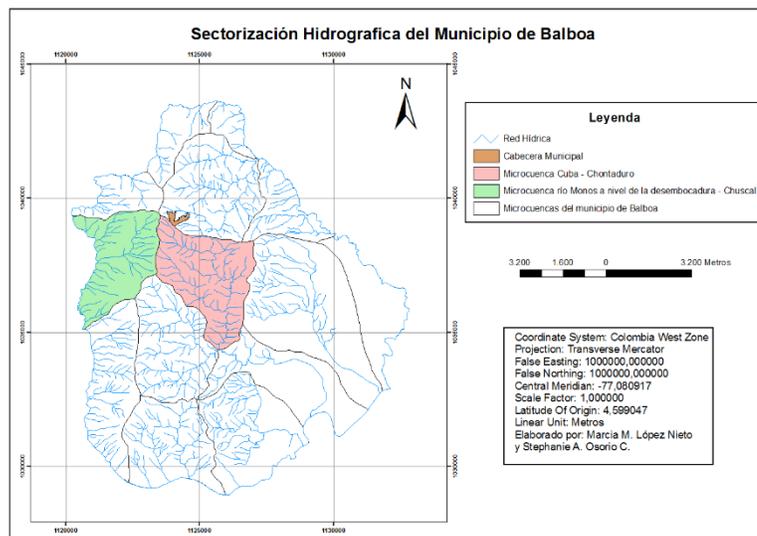


Figura 10 los registros de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica – NOAA

En el municipio se identificaron 14 microcuencas, mediante la aplicación de unos criterios básicos sobre sectorización hidrográfica. Se definieron microcuencas en un rango entre 150 y 1200 Ha aproximadamente, de ordenes 3 y 4. Para las microcuencas de estudio el número máximo de órdenes es 3 con la salvedad que en la microcuenca del Rio Monos en la desembocadura – Chuscal es de un orden 5 por la importancia y magnitud ya que este es el afluente que se encarga de recibir una gran cantidad de afluentes a través de 2 municipios la Celia y balboa hasta desembocar en el Rio Cañaverál.

En las siguientes figuras (Figura 11) se presenta la red hídrica de las zonas de estudio que evidencian que tienen una gran red de drenaje y que según sus formas son microcuencas de alta montaña, estas características se analizaran posteriormente.

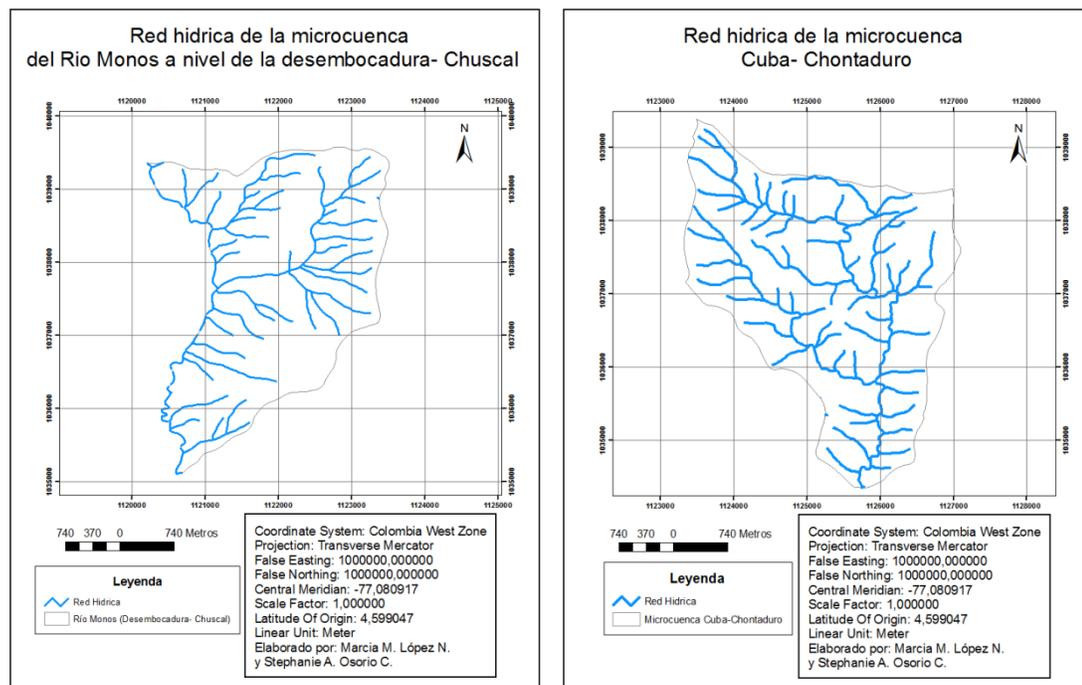


Figura 11 Red hídrica microcuencas de estudio, Rio Monos a nivel de la desembocadura-Chuscal y Cuba-Chontaduro (Respectivamente).

### 7.1.6 Análisis Morfológico de las microcuencas de estudio

A continuación se presenta las características físicas de las microcuencas de estudio, a partir de las variables seleccionadas para tal fin (Ver Tabla 3) y su posterior análisis.

Tabla 3 Variables morfológicas de la microcuenca del Río Monos a nivel de la desembocadura- Chuscal y Cuba- Chontaduro

IDENTIFICADOR	RESULTADO	
	Microcuenca Río Monos a nivel de la desembocadura - Chuscal	Microcuenca Cuba- Chontaduro
ÁREA	8,7 KM <sup>2</sup>	10,7 KM <sup>2</sup>
PERIMETRO	15,2 KM	15,1 KM
LONGITUD AXIAL (L)	4,9 KM	5,3 KM
LONGITUD MÁXIMA (Lm)	4,2 KM	5,2 KM
ANCHO MÁXIMO (Am)	2,9 KM	3,7 KM
ÁREA DE RECTANGULO	12,18 KM <sup>2</sup>	19,24 KM <sup>2</sup>
COEFICIENTE DE FORMA (Kf)	1,7	2
COEFICIENTE DE COMPACIDAD (Kc)	1,4	1,25
ÍNDICE DE ALARGAMIENTO (Ia)	1,4	1,4
ÍNDICE ASIMETRICO (Ias)	1,8	1,43
ELEVACIÓN MEDIA	1333 msnm	1341 msnm
COEFICIENTE DE MASIDAD (Km)	152	125
PENDIENTE DE LA CUENCA (S)	31%	34%
PENDIENTE DEL CAUCE PPAL	21%	23%
DENSIDAD DE DRENAJE (Dd)	3,9 Km/Km <sup>2</sup>	3,6 Km/Km <sup>2</sup>
SINUOSIDAD (Sin)	1,3	1,5

Tabla 4 Orden de los cauces de la microcuenca del Río Monos a nivel de la desembocadura- Chuscal y Cuba- Chontaduro.

MICROCUEENCA	Nº DE ORDEN	Nº DE CAUCES
RÍO MONOS A NIVEL DE LA DESEMBOCADURA – CHUSCAL	1	39
	2	7
	3	3
	5	1
CUBA – CHONTADURO	1	55
	2	6
	3	1

Para determinar las características físicas de las microcuencas de estudio se emplean parámetros físicos de la morfometría de una cuenca y para este caso en las microcuencas Río Monos a nivel de la desembocadura Chuscal con un área de 8,7 Km<sup>2</sup>, un perímetro de 15,2 Km, un ancho máximo de 2,9 Km y una longitud axial de 4,9Km y para la microcuenca Cuba- Chontaduro que posee un área de

10,7 Km<sup>2</sup>, un perímetro 15,1 Km, un ancho máximo de 3,7 y una longitud axial de 5,3Km.

Las microcuencas de estudio dentro de su comportamiento hidrológico debido a su características morfométricas son muy similares, tienen una forma rectangular según el coeficiente de forma (Kf), de igual manera para el coeficiente de compacidad (Kc) que también determina la forma de la cuenca asociada con un círculo es oval redonda a oval oblonga, es decir que el comportamiento de las microcuencas es tendiente a crecientes o concentración de altos volúmenes de agua de escorrentía, en otras palabras la evacuación de la microcuenca es más rápida y tienen un mayor desarrollo de energía cinética en el arrastre de sedimentos hacia la parte baja de las microcuencas por lo cual poseen una torrencialidad ligera, esta característica se respalda a partir de la densidad de drenaje que permite tener un conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca sin tener en cuenta otros factores del medio físico las cuencas (Reyes, et al. 2010), para las microcuencas de estudio los valores 3,9 Km/Km<sup>2</sup> y 3,6 Km/Km<sup>2</sup> para la microcuenca río Monos a nivel de la desembocadura El Chuscal y la microcuenca Cuba – Chontaduro respectivamente indican una red de drenaje eficiente, lo cual genera grandes volúmenes de escurrimiento, al igual que mayor velocidad de desplazamiento de las aguas como se había mencionado anteriormente. En cuanto al índice asimétrico las microcuencas tienen un índice mucho mayor a uno (las : 1,4 para la microcuenca de río Monos a nivel de la desembocadura El Chuscal y la microcuenca Cuba- Chontaduro) por lo cual implica que se presenta una heterogeneidad en la distribución de la red de drenaje incrementando en cierto grado los niveles de erodabilidad a causa de los altos eventos de escorrentía superficial obtenidos.

A partir de las características de los cauces de drenajes de las microcuencas de estudio el tipo de red de drenaje es dentritico ya que presenta una ramificación arborescente en la que los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos agudos lo cual indica suelos homogéneos, con presencia de rocas sedimentarias blandas, capas volcánicas, depósitos glaciales (Reyes, et al. 2010) Las microcuencas de estudio se encuentran clasificadas según su pendiente media en un tipo de relieve fuertemente accidentado, por dicha razón son microcuencas de zonas de montaña por lo tanto torrenciales. Guardando coherencia con dichas apreciaciones se encuentra el índice de sinuosidad es bajo para las dos microcuencas y como esta variable guarda relación con la topografía de la cuenca se infiere que las dos zonas de estudio son áreas quebradas, sus cauces son torrenciales y por lo tanto hay una alta probabilidad de que sus suelos sean calcáreos que no se degradan fácilmente, y con altos procesos erosivos.

## 7.2 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

Con base a los datos obtenidos en el estudio para el desarrollo del modelo participativo para la gestión sostenible en sistemas de abasto en pequeñas localidades. Casos de estudio veredas La Mancha y El Chuscal (GIAS, 2014), permitieron caracterizar las zonas de estudio del trabajo y así poder conocer su población, como se organizan socialmente, como es su nivel social, productivo y ambiental.

### 7.2.1 Población

La vereda El Chuscal se encuentra habitada actualmente por 69 personas, de las cuales 40 son hombres y 29 mujeres, la estructura de la población de la vereda es principalmente adulta el 64% de esta son personas mayores de 18 años. En la vereda la mancha la población es mayor con un total de 88 personas, 55 hombres y 33 mujeres, la estructura poblacional de la mancha es similar al Chuscal con un 60% de población adulta.

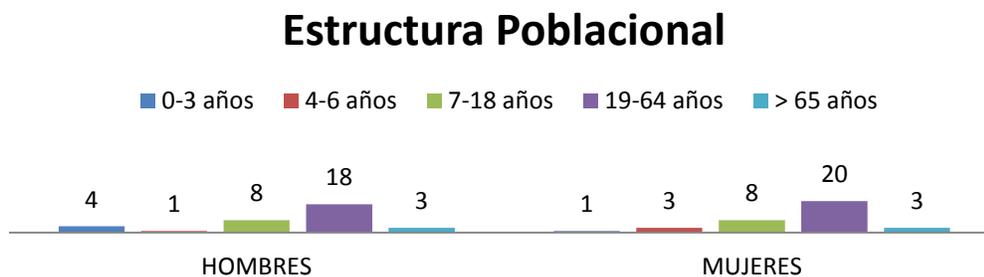


Figura 12 Estructura poblacional El Chuscal.

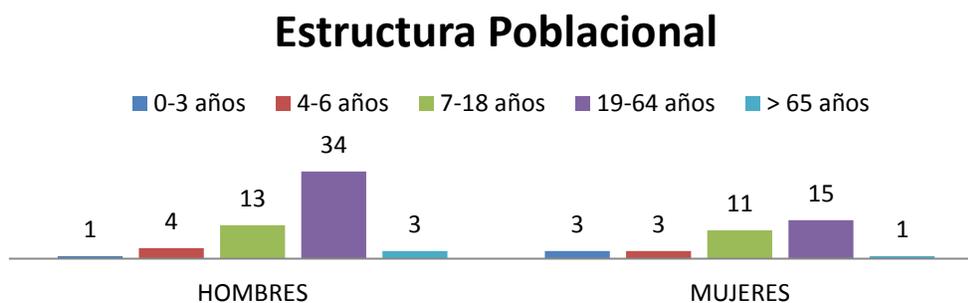


Figura 13 Estructura poblacional La Mancha.

## 7.2.2 Usos del suelo

En la vereda El Chuscal y La Mancha los predios están destinados a la actividad primaria como es la producción agrícola debido a su ubicación geográfica y a las condiciones climáticas proporciona a que la agricultura sea el primer renglón en la económica de las microcuencas con un 55% para El Chuscal y un 50% para La Mancha, el porcentaje restante de cada uno de las veredas se destinan en el asentamiento de los pobladores. Los usos del suelo que predominan son el café con un 20% y 11% como único cultivo y en asociación con plátano un 35% y 31% para El Chuscal y La Mancha respectivamente; para este último también se presenta asociaciones de café, cacao y caña en un 4% y tabaco en un 4%. También se presenta un uso pecuario con un 5% en aves de corral y porcícola para El Chuscal, y el restante (40% y 50% para El Chuscal y La Mancha, respectivamente) en vivienda. A continuación se presentan las gráficamente (Figura 14 y 15) los anteriores datos:

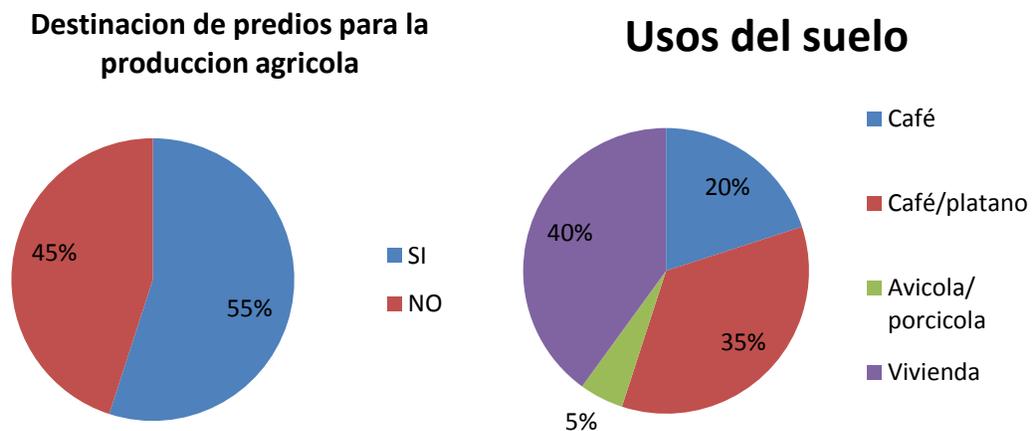
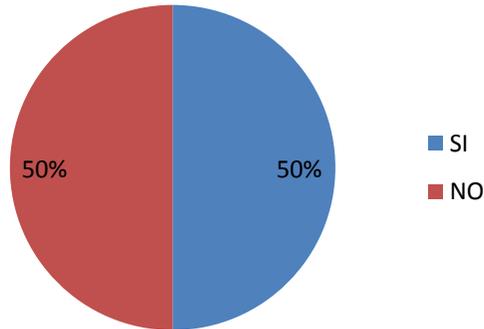


Figura 14 Vereda el Chuscal con producción agrícola y su actual uso del suelo.

### Destinacion de predios para la produccion agricola



### Usos del suelo

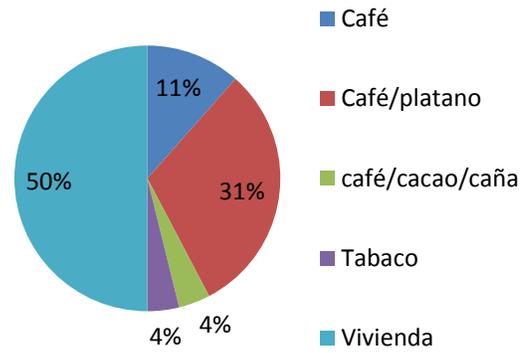
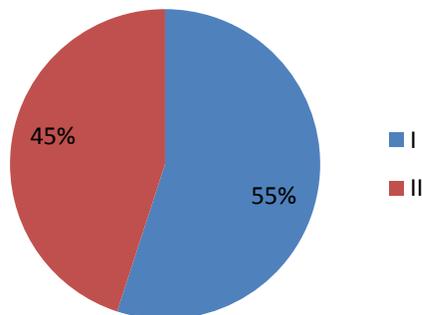


Figura 15 Vereda La Mancha con producción agrícola y su actual uso del suelo.

### 7.2.3 Sistema de salud

Dentro de la población todos se encuentran afiliados a un sistema de salud, el 5 % es de régimen contributivo y el 95% es subsidiado pertenecen al Sistema de Identificación y Clasificación de Potenciales Beneficiarios para programas sociales (SISBEN), de los cuales el 55% pertenecen al nivel 1y el restante 45% al nivel 2 del sisben, en el caso de la vereda la mancha el porcentaje también es del 100% de la población en este caso 4% es contributivo y el 96% subsidiado.

## Vereda El Chuscal



## Vereda La Mancha

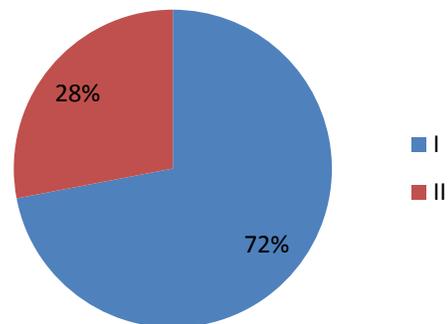
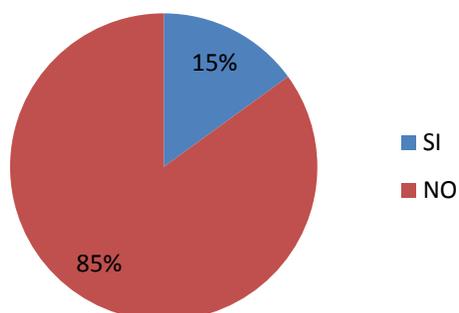


Figura 16 Nivel del sisben de la vereda El Chuscal y La Mancha.

### 7.2.4 Participación social

La participación de la población de la vereda El Chuscal en organizaciones sociales o comunitarias es mínima y su satisfacción por el trabajo y resultados obtenidos en éstas no es muy positiva a comparación con la integración de la población de la vereda la mancha a estas organizaciones, la participación es mayor y la población está satisfecha por pertenecer a estas y por los resultados obtenidos. El 85% de la población de El Chuscal no participa en las organizaciones sociales de la vereda y el restante (15%) si, para La Mancha el 62% no participa y el 38% restante sí. A las principales organizaciones que pertenecen los habitantes de estas veredas son a la Juntas de Acción Comunal (JAC) y la junta administradora del acueducto.

### Vereda El Chuscal



### Vereda La Mancha

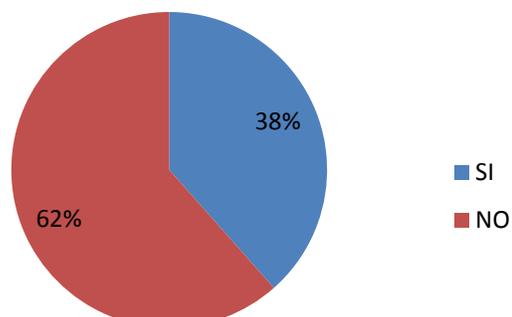


Figura 17 Participación en organizaciones sociales o comunitarias de la vereda El Chuscal y La Mancha

De las principales organizaciones anteriormente nombradas, y de la población que participa en éstas para El Chuscal las personas presentan diferentes niveles de satisfacción una persona (5%) no se encuentra satisfecho, el otro 5% se encuentra poco satisfecho, y el restante 5% se encuentra satisfecho, para un total del 15% de la población activa en las organizaciones sociales de su vereda. En la vereda La Mancha el 3,8% que corresponde a una persona no se encuentra satisfecho, el 7,6% se encuentra poco satisfecho, el 15,2% se encuentra satisfecho y el 11,4% se encuentra muy satisfecho. A continuación (Ver figura 19) se hace la relación anteriormente descrita en número de personas u habitantes respecto al nivel de satisfacción por el trabajo realizado en las organizaciones sociales presentes en el territorio para cada una de las veredas de estudio.

En general y especialmente en la vereda El Chuscal se presenta un bajo compromiso y sentido de pertenencia de los bienes comunitarios ya que su participación es casi nula en los procesos que pretenden encausar a nivel colectivo como se vislumbra en la figura 18, ya que solo 3 personas hacen parte de la junta de acción comunal lo cual no es un numero representativo de la comunidad en su totalidad.

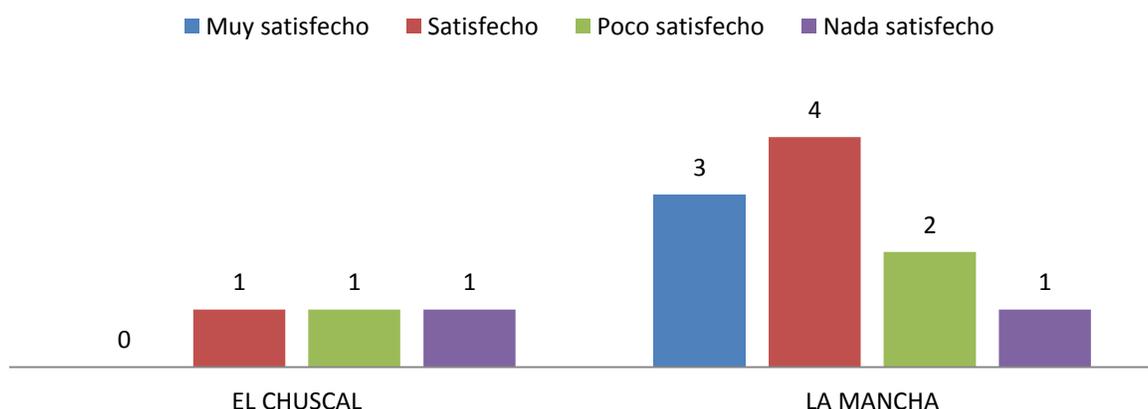


Figura 18 Satisfacción de la población de la vereda El Chuscal y La Mancha por los resultados obtenidos en el trabajo realizado por estas organizaciones.

### 7.2.5 Educación

Respecto al nivel educativo de las veredas El Chuscal y La Mancha, la información obtenida y reflejada en las estadísticas no es de toda la población, se utilizó la información brindada por los jefes de hogar entrevistados.

En la vereda El Chuscal los usuarios y/o jefes de hogar son 20 de los cuales el 95% manifestaron que saben leer y el 5% no que representa a 1 sola persona. En la vereda La Mancha de las personas encuestadas 26 el 77% afirmó que sabía hacerlo. El nivel educativo se representa a continuación.

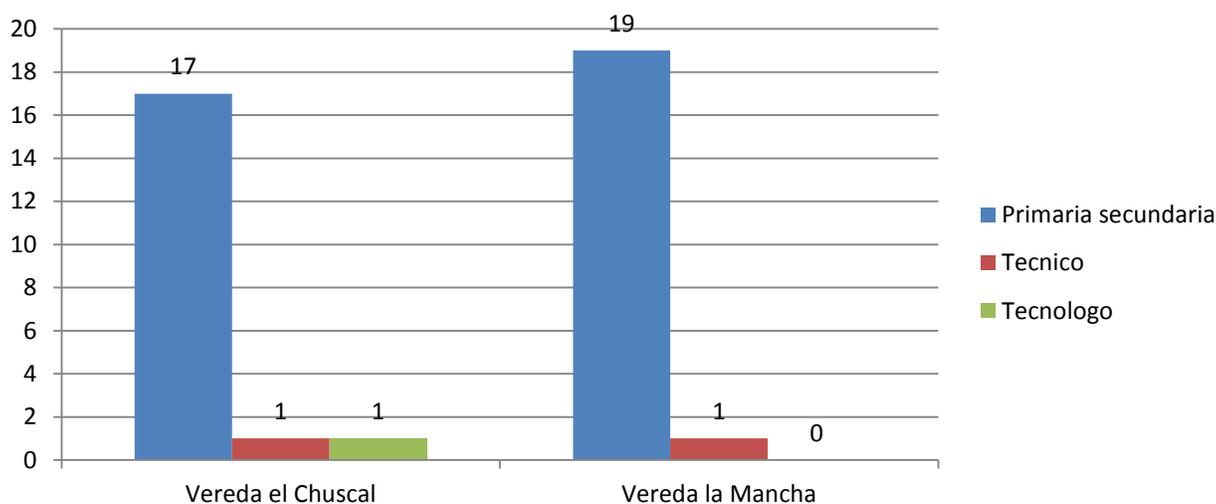


Figura 19 Último grado de educación aprobado de la vereda El Chuscal y La Mancha.

### 7.2.6 Usos Del Agua

En las familias encuestadas de la vereda El Chuscal el principal uso del agua es el doméstico en su totalidad, por otro lado hay familias que también hace uso del agua para fines agrícolas en un 45 % y en un 5 % para fines pecuarios. En la vereda La Mancha el principal uso del agua es a nivel doméstico con un 92.3%, de este porcentaje el 26,92% también hace uso del agua para fines agrícolas. El restante 7.7% hacen uso del agua solo para la producción agrícola.

En la figura 20 y 21 se presenta las actividades domésticas que más se llevan a cabo durante el día en el interior de las viviendas de la vereda que están relacionadas con el agua, como lo es lavar la ropa , la loza, bañarse el cuerpo, lavarse las manos y vaciar el sanitario, durante el día y la semana. Los cuales resalta lavarse las manos con 12 usuarios que varias veces al día lo hacen, una vez al día 14 usuarios bañan sus cuerpos y 7 usuarios lavan sus ropas una vez por semana para El Chuscal, respecto a la vereda La Mancha .

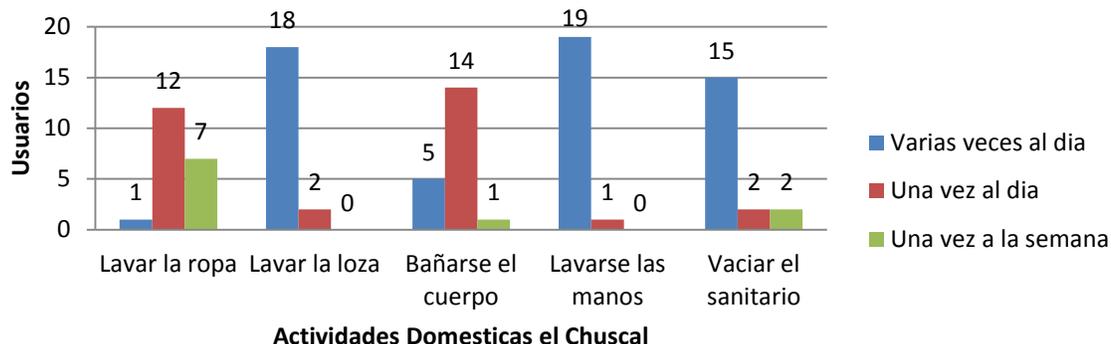


Figura 20 Usos del agua vereda El Chuscal

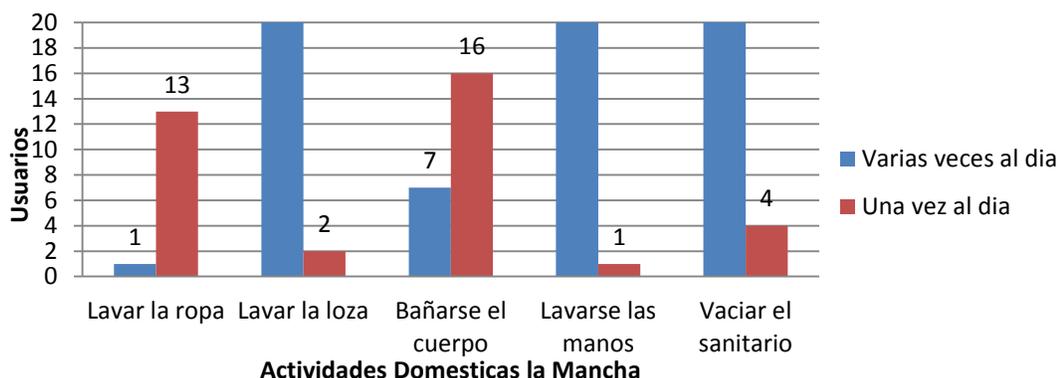


Figura 21 Usos del agua vereda El Chuscal

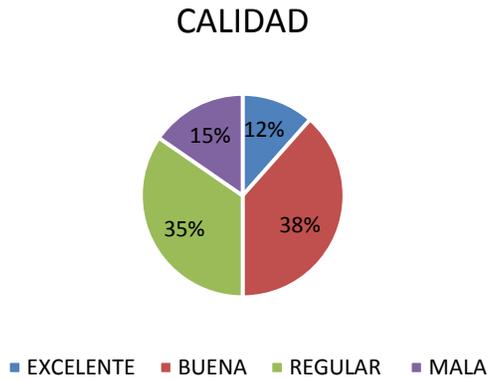
En la vereda el Chuscal el 95% realiza algún tratamiento antes de consumir el agua en la vereda la Mancha el 96.2% de los usuarios realizan tratamiento, la cual predomina el hervir el agua en un 100% y un usuario hace el tratamiento por desinfección por lejía. Las enfermedades relacionadas según la percepción de los usuarios fueron por el consumo de agua de mala calidad causantes de hemorragia por el ano e infección intestinal y diarrea. Dichas apreciaciones surgen de la respuesta a las siguientes preguntas contempladas en la encuesta:

En los últimos 6 meses, los menores de 6 años y usted como jefe de hogar han presentado algunas de las siguientes enfermedades: Diarrea, Parasitosis Enfermedades de la piel, Hepatitis, Disentería, Conjuntivitis, Tifoidea, Ninguna, Otra.

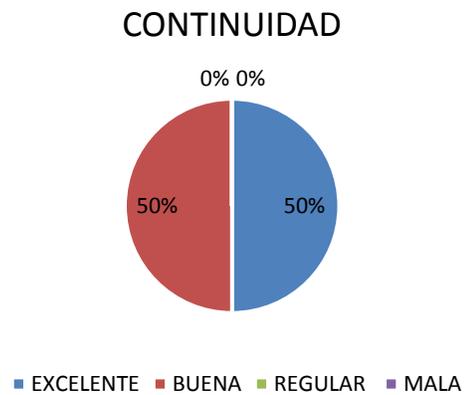
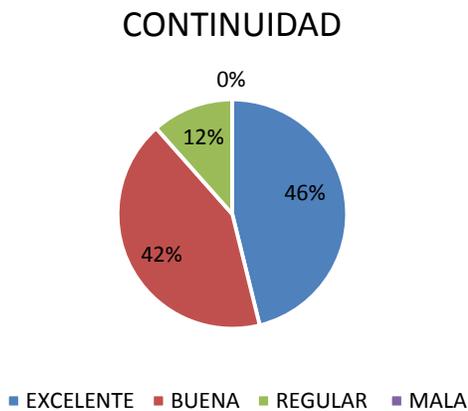
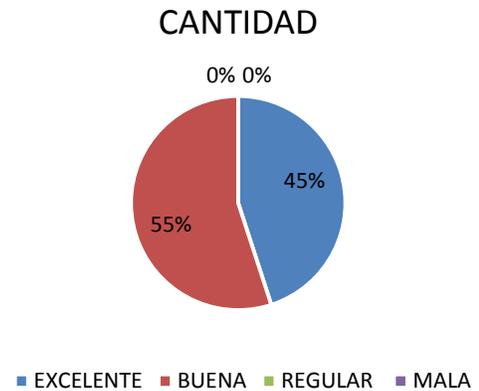
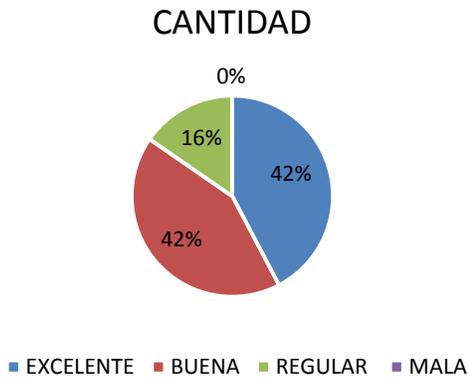
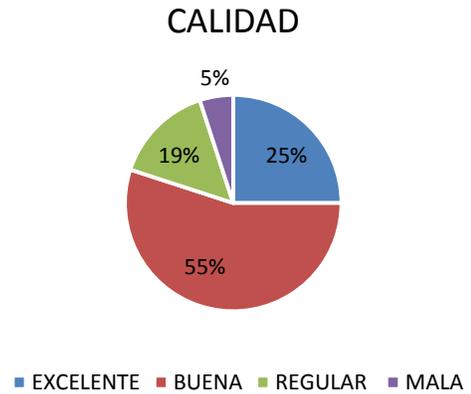
La población de la vereda califica el servicio de acueducto como excelente, bueno, regular y malo que recibe en su vivienda en los aspectos de calidad,

cantidad, continuidad, presión del agua, administración y respaldo técnica, presente en la siguiente figura.

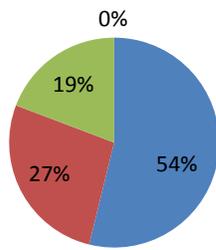
Vereda La Mancha



Vereda El Chuscal

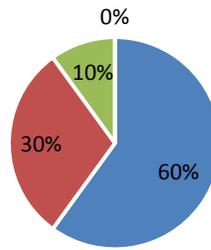


### PRESIÓN DEL AGUA



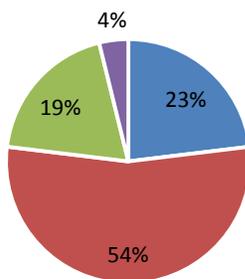
■ EXCELENTE ■ BUENA ■ REGULAR ■ MALA

### PRESIÓN DEL AGUA



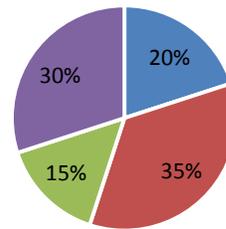
■ EXCELENTE ■ BUENA ■ REGULAR ■ MALA

### ADMINISTRACIÓN



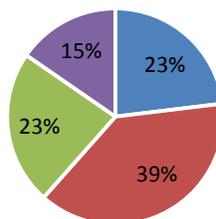
■ EXCELENTE ■ BUENA ■ REGULAR ■ MALA

### ADMINISTRACIÓN



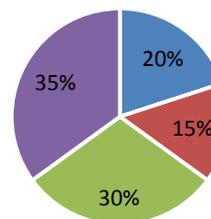
■ EXCELENTE ■ BUENA ■ REGULAR ■ MALA

### RESPALDO TÉCNICO



■ EXCELENTE ■ BUENA ■ REGULAR ■ MALA

### RESPALDO TÉCNICO



■ EXCELENTE ■ BUENA ■ REGULAR ■ MALA

Figura 22 Calificación de la calidad del servicio de acueducto por usuario – Vereda La Mancha y El Chuscal.

La mayor falencia en el servicio de acueducto según los usuarios de la vereda La Mancha se encuentra en la calidad del agua y en el respaldo técnico, ya que 13 y 10 usuarios lo califican entre regular y mala respectivamente, lo cual están directamente relacionados, a falta de un buen respaldo técnico, la carencia de la calidad en el agua para el restante de las variables, es decir de la cantidad y continuidad más del 80% le dan un estimativo entre excelente y bueno. En el caso de la vereda El Chuscal la mayor falencia expresada por los usuarios es el respaldo técnico debido a que 10 usuarios lo califican como regular y mala; pero en general más del 90% de los usuarios de la vereda hacen una buena calificación respecto a la cantidad, continuidad y presión del agua y a pesar de las falencias sentidas por el respaldo técnico dan una buena calificación a la variable de calidad con un 80% entre excelente y buena.

El consumo de agua en la vereda El Chuscal en el último año según los usuarios el 60% asegura que ha aumentado y el 35% dicen que ha disminuido, en el caso de la vereda La Mancha el 53% asegura que es igual aunque el 42% dicen que ha disminuido.

Los usuarios consideran que esta medición controlaría el derroche del consumo disminuyendo así la presión sobre el recurso; pero también son conscientes que tendrían que hacer un pago por el uso de este.

### **7.2.7 Tipo De Vivienda**

En las zonas de estudio se presentan diferente tipo de viviendas, ya que al ser una zona rural, y al tener en algunas épocas del año población flotante debido a los procesos de contratación de jornaleros temporales por las cosechas de los diversos cultivos presentes en las veredas, a continuación se referencias estas dinámicas en función del tipo de vivienda y otras consideraciones como los servicios que estas tienen.

En la vereda El Chuscal la mayoría de las viviendas son de carácter independiente, y en una mínima parte de asentamientos del trabajador de unidades productiva (ver grafica 23), con un promedio por vivienda de 2 habitaciones. De las cuales 13 viviendas (65%) son propias, 1 vivienda que equivale al 5% se está pagando cuotas, el otro 5% está en arrendamiento por \$350.000, y el 25% (5 viviendas) en usufructo.

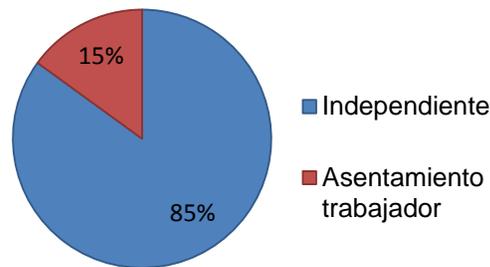


Figura 23 Tipo de vivienda de la vereda El Chuscal

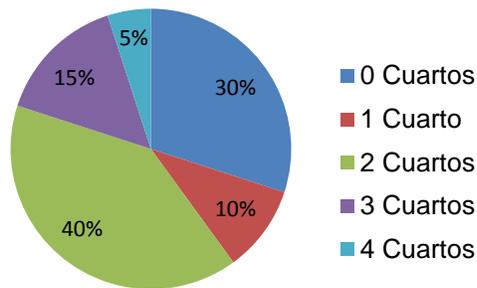


Figura 24 Número de cuartos por vivienda de la vereda El Chuscal

Para la vereda La Mancha la mayoría de las viviendas son de unidades productivas por trabajador con 12 viviendas (45%), continuado por los cuartos o inquilinatos con el 44%, y en menor medida se encuentran las casas independientes con 3 viviendas (11%). Cuentan en promedio con 2 cuartos por viviendas, cabe resaltar que tres de las viviendas encuestadas respondieron que no contaban con ninguna habitación, por lo tanto es un espacio multiusos, donde se encuentra la cocina, dormitorio y baño, estas hacen parte del tipo de vivienda independiente.

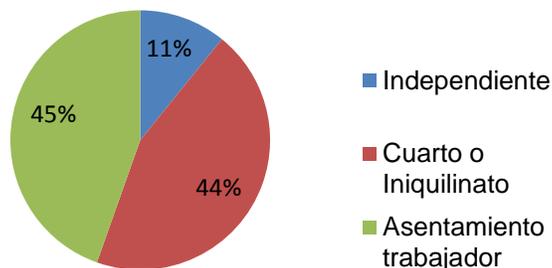


Figura 25 Tipo de vivienda de la vereda La Mancha

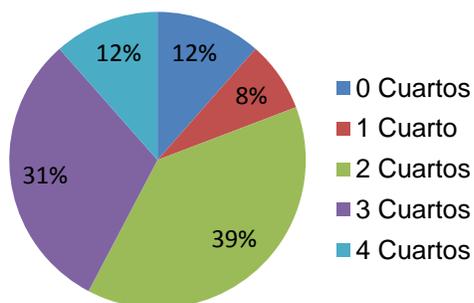


Figura 26 Número de cuartos por vivienda de la vereda La Mancha.

La figura 27 presenta una tendencia de nueva población en los territorios de estudio en los últimos 5 años. Doce de las viviendas de la vereda El Chuscal están ocupadas por 11 hogares (61%) en los últimos 5 años. En la vereda La Mancha, 13 de las viviendas están ocupadas por 15 hogares (52%) en el mismo lapso de tiempo. Según el boletín del censo general del 2005 del municipio de Balboa las mayores razones de cambio de residencia son por la dificultad para conseguir trabajo, razones familiares o amenaza para su vida.

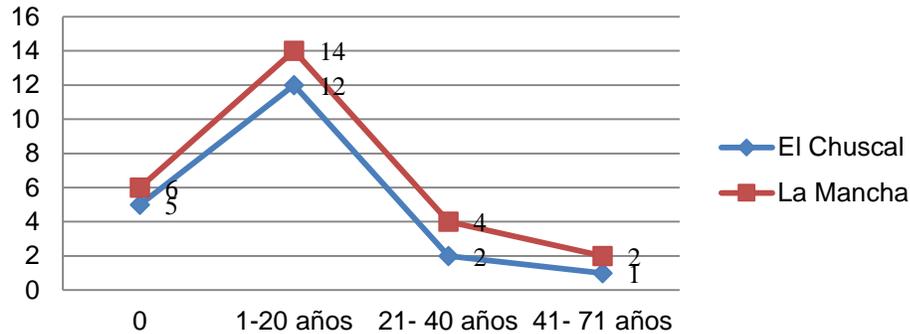


Figura 27 Número de viviendas vs Tiempo del hogar en la vivienda – veredas El Chuscal y La Mancha

La totalidad de las viviendas en la vereda El Chuscal cuentan con el 100% de energía eléctrica, y el 95% tienen acueducto. La mayor carencia que presenta la población es en alcantarillado solo el 20% que representa 4 viviendas cuentan con este servicio, y también hacen uso de tanques sépticos para sus vertimientos. El 80% restante se divide en viviendas que hacen vertimientos de sus aguas residuales en campo abierto con el 25%, el 45% cuenta solo con tanques sépticos y el 10% cavan huecos en la tierra. Por otro lado, la disposición de los residuos sólidos domésticos el 70% se queman, lo cual genera en la vereda y lugares aledaños malos olores y problemas respiratorios, por el material particulado que desprende estas quemadas, como la ceniza, esta práctica cultural se presenta en mayor medida ya que solo el 20% de las viviendas cuentan con camión recolector el restante 10% se divide en campo abierto (5%) y otros (5%) (Ver figura 28). El 35% tienen TV por cable y ninguna cuenta con servicio telefónico.

Para la cocción de los alimentos los pobladores de la vereda el 45% (9 viviendas) los preparan con gas, de estas 9 viviendas, el 56% tienen como combustible alternativo la leña y el carbón, siendo este tipo de combustible el que más se utiliza en las viviendas en un 50% , el 5% restante hace uso de la energía eléctrica.

En el caso de la vereda La Mancha la cobertura de energía eléctrica y acueducto es de un 100%, el 38.5% (10 viviendas) tienen alcantarillado, de los cuales el 50% solo hace uso de este servicio para verter las aguas residuales, la otra mitad cuentan también en un 60% (3 viviendas) con tanque séptico y el 40% restante las disponen en campo abierto. Las 16 viviendas restantes que no cuentan con alcantarillado hacen sus vertimientos en un 62.5% en tanques sépticos, el 25% en campo abierto y el 12.5% en otros.

El 12% cuentan con TV cable, la población no cuenta con teléfono ni sistema de recolección de basuras, por lo tanto el mayor uso para la disposición de residuos sólidos son las quemas en un 81% (Ver figura 29). El combustible para cocinar más utilizado es la leña y el carbón con un 62%, el 15% utiliza gas y un porcentaje del 15 % cuenta con los dos.

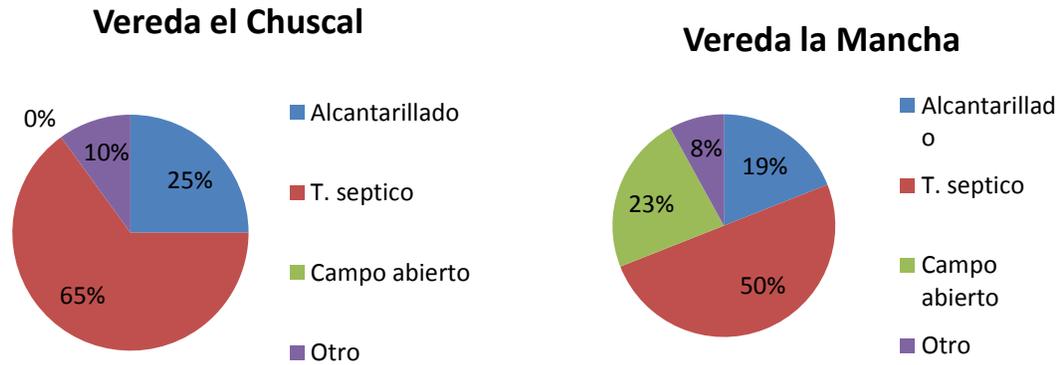


Figura 28 Vertimiento de aguas residuales de las veredas El Chuscal y La Mancha

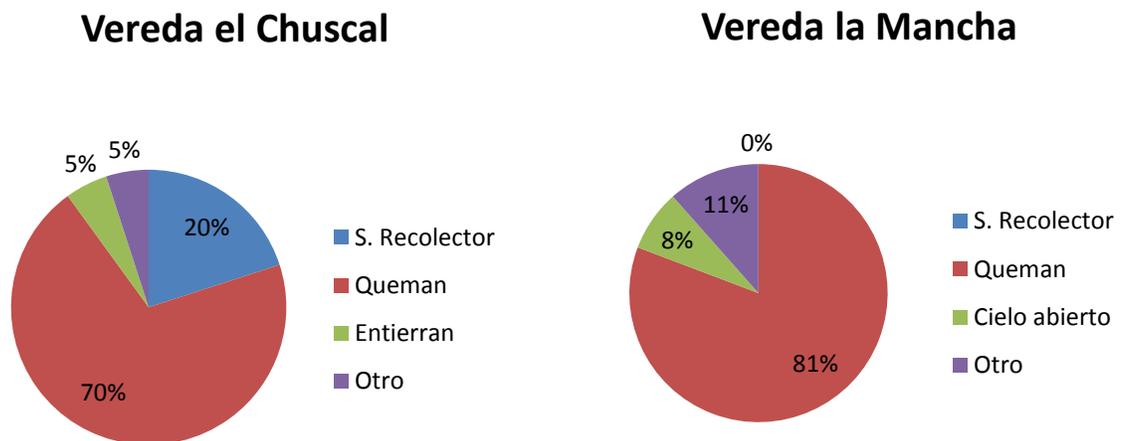


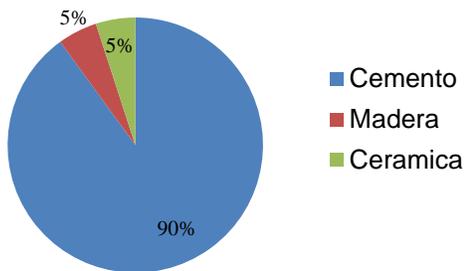
Figura 29 Disposición de residuos sólidos de las veredas El Chuscal y La Mancha

Las características de la vivienda a nivel estructural (piso, paredes y techo), de los materiales predominantes en la vivienda el cemento y la madera, en mayor medida, se presentan en la siguiente figura:

### CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

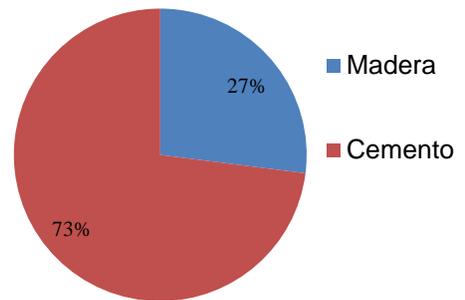
#### El Chuscal

##### Pisos

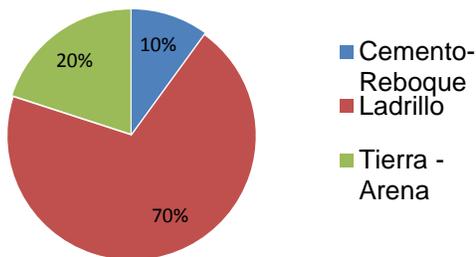


#### La Mancha

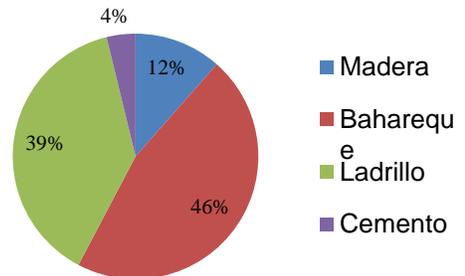
##### Pisos



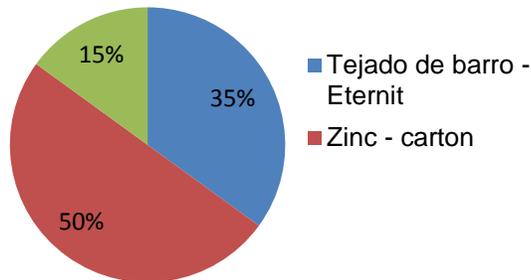
##### Paredes



##### Paredes



Techo



Techo

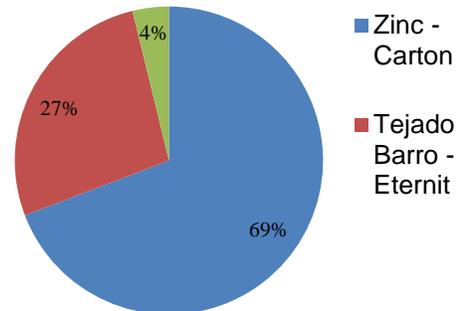


Figura 30 Material predominante de pisos, paredes y techos de las veredas El Chuscal y la Mancha.

### 7.2.8 Acueductos y Bocatomas

La población de las veredas de estudio tienen para la vereda El Chuscal una bocatoma dentro de los límites de este que se encuentra en las iniciaciones de una de sus quebradas, cabe aclarar que esta bocatoma no se encuentra dentro del territorio de la vereda que está en la microcuenca del río Monos a nivel de la desembocadura- Chuscal. Para los acueductos comunitarios dentro de la vereda se encuentran 4; igualmente para la vereda La Mancha no tiene ni acueductos ni bocatomas, se encuentran en sus inmediaciones dos bocatomas y 4 acueductos, estas están dentro de la microcuenca Cuba-Chontaduro. A continuación en la figura 31 se puede visualizar sus localizaciones.

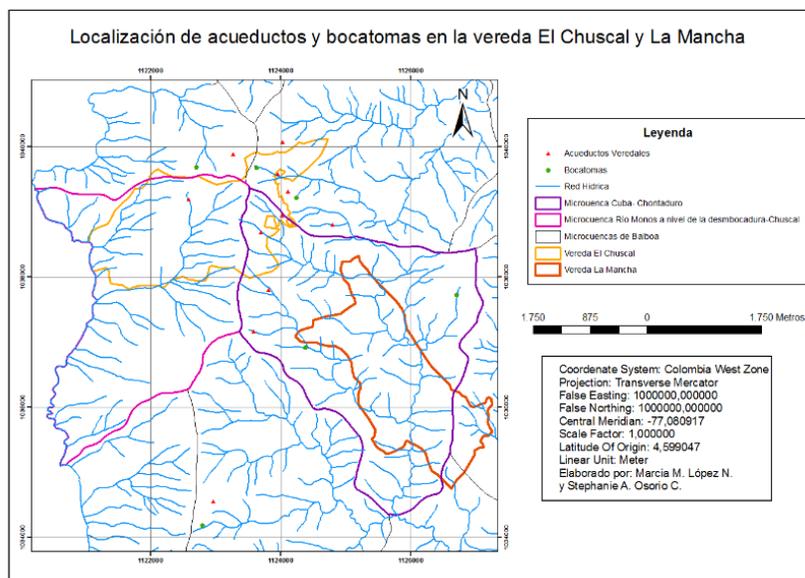


Figura 31 Localización de acueductos y bocatomas para la zona de estudio

### 7.3 Índice De Necesidades Básicas Insatisfechas - NBI

La pobreza y la desigualdad son situaciones socialmente problemáticas, que devienen de la dificultad de armonizar el desarrollo humano con las dinámicas económicas, políticas y del medio ambiente; estas situaciones se ven reflejadas en la dificultad de sectores de la población para acceder a bienes y servicios, que posibiliten la consecución de proyectos de vida, y en sí, de llevar una vida digna, para poder visualizar este aspecto dentro de las cuencas de estudio se toma como referencia la encuesta realizada para el modelo participativo para la gestión sostenible en sistema de abasto en pequeñas localidades realizada en el mes de agosto del año 2013 para la elaboración del índice de necesidades básicas insatisfechas . Las consideraciones en la selección de los indicadores para el cálculo del índice de NBI se toman según el esquema establecido por el método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina de la CEPAL publicado en el año 2001, con la salvedad de la variable de educación básica no se tomó en cuenta ya que se presentaron limitaciones en la información base para la elaboración de dicho indicador ya que solo se cuenta con la información de educación del 28% y 29% de la población de la vereda El Chuscal y La Mancha respectivamente, lo cual sesga el cálculo de la dicha variable por no ser significativa la muestra, igualmente los sub-indicadores fueron supeditados por la información brindada por las encuestas. Teniendo en cuenta lo

anterior, las variables que se abordaron son: Accesos a la vivienda, accesos a servicios sanitarios y capacidad económica.

Con lo contemplado anteriormente se identificaron para las microcuencas en las veredas de estudio las siguientes necesidades básicas insatisfechas:

- El 80% de la población del Chuscal es pobre, es decir cuenta con las necesidades básicas insatisfechas, que según CEPAL (2001) con la insatisfacción de una de las variables se considera pobre, de este porcentaje el 50% solo tienen una variable insatisfecha, el 18.75% dos, el 12.5% tres y por último el 18,75% cuatro.

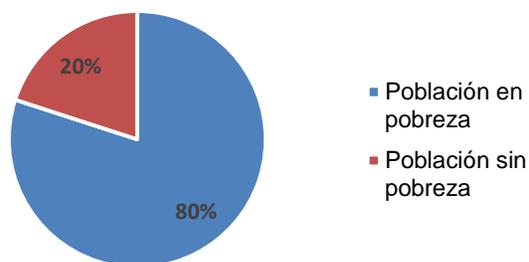


Figura 32 Distribución de la pobreza en la vereda El Chuscal

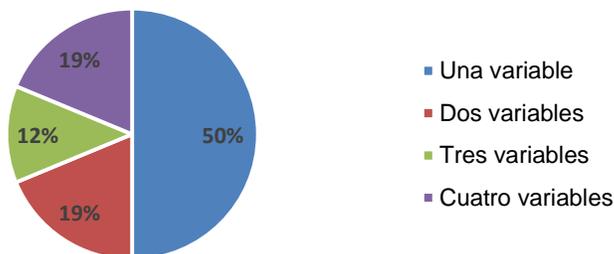


Figura 33 Número de variables que carecen por vivienda en la vereda El Chuscal.

Las sub-variables más relevantes por carencia que tiene la comunidad por orden de importancia son: techo con el 50%, hacinamiento 40%, sistema de eliminación de excretas 40%, y con un 20% en paredes.

- El 96.15% de la población de La Mancha se encuentra en pobreza, a continuación se presenta el porcentaje de cuantas variables en general no tienen cubiertas: el 46,15% solo tiene carencia en una variable, el 30,77% dos, el 11,54% tres, y el 7,69% cuatro.

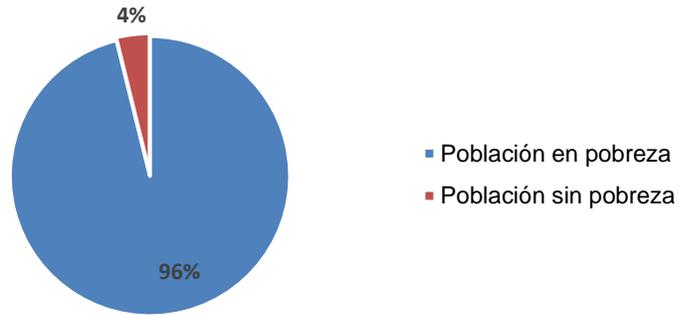


Figura 34 Distribución de la pobreza en la vereda La Mancha.

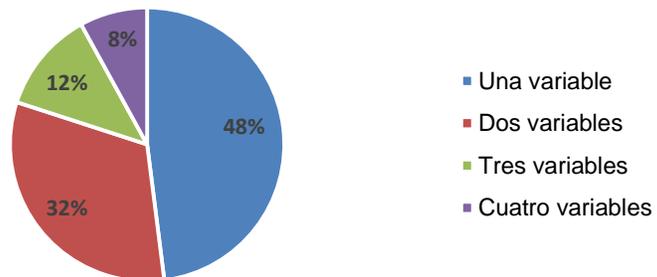


Figura 35 Número de variables que carecen por vivienda en la vereda La Mancha.

Las sub-variables más relevantes por carencia que tiene la comunidad por orden de importancia son: techo en 69,23%, paredes 46,15%, y sistema de eliminación de excretas en un 30,77% (Ver Anexo 1 rangos de calificación)

## 8. ANÁLISIS OFERTA HÍDRICA - DEMANDA HÍDRICA

### 8.1 Oferta hídrica

Se determinó la oferta hídrica a través de un análisis a partir de estadística descriptiva del comportamiento de la precipitación y su posterior influencia en el caudal de oferta neta.

En concordancia con lo anterior se efectuó un análisis estadístico descriptivo gráfico de las curvas de masas, diagrama de cajas y el análisis del comportamiento de la variación histórica de la precipitación en siete (7) estaciones con un histórico de treinta y nueve (39) años. Para evidenciar si los datos de las estaciones tienen un comportamiento normal y así poder corroborar la confiabilidad del comportamiento de la precipitación y por ende en el caudal medio. Dichos resultados fueron tomados de la herramienta “Jaziku” versión 0.9 elaborado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM - el cual permite obtener un comportamiento estadístico de variables hidrometeorológicas.

Posteriormente se realizó el análisis de oferta hídrica – demanda hídrica para las veredas El Chuscal y La Mancha con el fin de establecer que meses presentan exceso y/o déficit hídrico. Se aplicaron varios índices para determinar el estado del recurso hídrico tales como el índice de aridez, uso del agua, regulación y retención hídrica y el índice de escasez para determinar los meses que presentan mayores presiones sobre el recurso.

Para la Oferta Hídrica, se realizó un estudio del comportamiento de la precipitación de las veredas antes mencionadas, se caracterizó el uso de los suelos y el número de curva (CN) correspondiente para éstos y así determinar el caudal de oferta aplicando el método soil conservation service (modelo de lluvia – escorrentía). Para la estimación de la demanda hídrica, se contempló la demanda doméstica y agrícola ya que es la única presente en la zona.

### 8.1.1 Diagrama de cajas

El diagrama conocido como diagrama de cajas es una herramienta gráfica muy útil para describir características importantes en un conjunto de datos, como valores atípicos. La construcción de este diagrama emplea medidas descriptivas que son poco sensibles a datos extremos y por lo tanto presentan una descripción más clara de la información (Palomino, s.f)

Para el conjunto de datos de precipitación histórica de la zona de estudio el software jaziku arrojó un diagrama de cajas la sumatoria de 102 datos atípicos de las 7 estaciones. Al ponderarse estos valores atípicos se validaron los datos y se estableció la media, es decir, se estandariza el comportamiento de la variable generando confiabilidad en los datos y así ser confiable el caudal a estimar para el análisis de oferta y demanda de las microcuencas de estudio.

Según lo expuesto anteriormente se presenta el diagrama de cajas donde se evidencia la validación de los datos (ver figura 36) es decir no se presenta valores atípicos permitiendo obtener el conjunto de datos dentro de distribución normal; igualmente la media de los datos para las estaciones y el rango en el que oscilan como se evidencia en la Tabla 4 donde se denota que todas las estaciones tienen un comportamiento muy similar con una precipitación que se encuentra dentro del rango de los 80mm y los 245mm, el 57% de las estaciones tienen un rango entre el 90 y 220 mm, el 28% entre el 110 y 245mm y el 14% entre el 80 y 185 mm

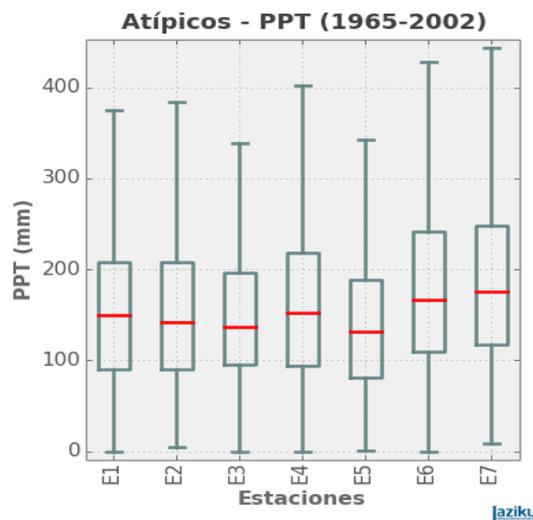


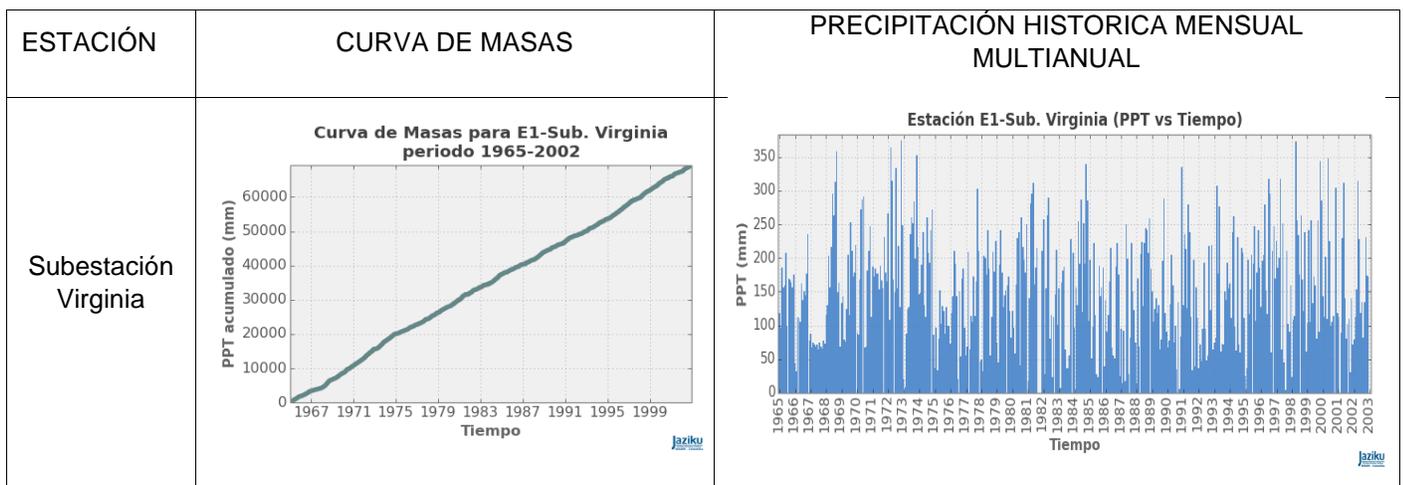
Figura 36 Validación de los datos de precipitación por el software Jaziku

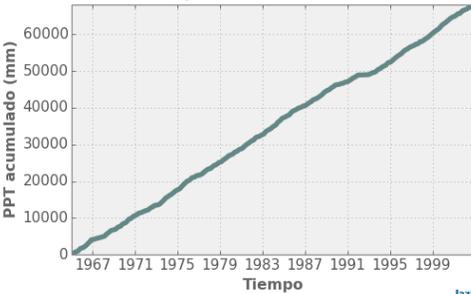
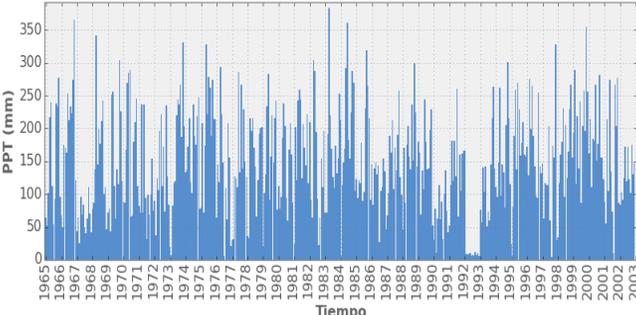
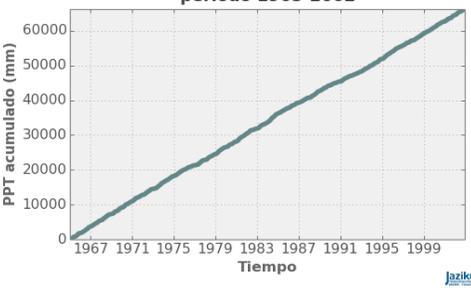
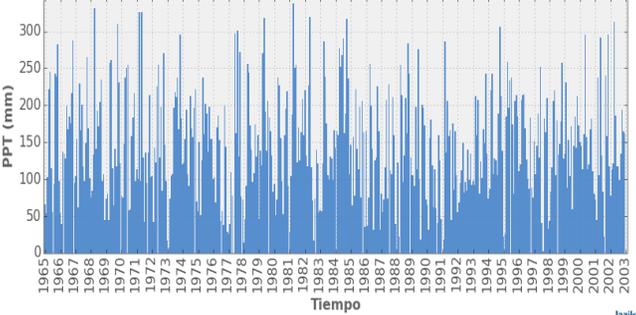
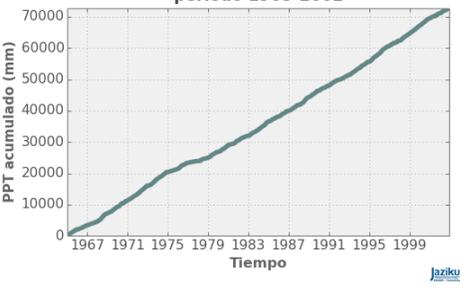
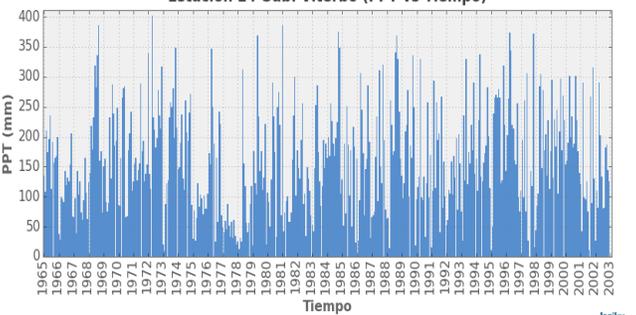
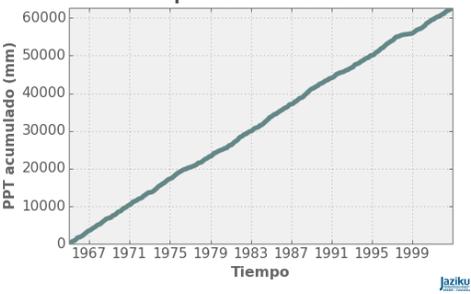
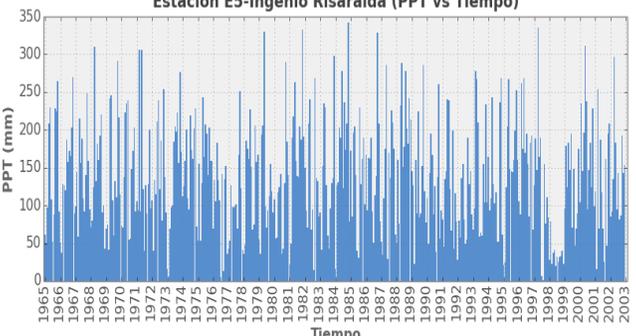
Tabla 5 Media y rango de oscilación en milímetros (mm) por estación

Subestación	Media (mm)	Rango de oscilación (mm)
La Virginia (E1)	150	90-210
La Camelia (E2)	145	90-210
La Samaria (E3)	140	97-198
Viterbo (E4)	160	95-220
Ing. Risaralda (E5)	138	80-185
Los Naranjos (E6)	165	110-240
La Tribuna (E7)	170	115-245

### 8.1.2 Curva de masas

El uso de la gráfica de curva de masas es con el fin de determinar el comportamiento de la precipitación acumulada en un determinado periodo de tiempo. Para la zona de estudio se determinó un periodo de tiempo de 39 años y la acumulación de la precipitación mensual de siete estaciones pluviométricas, los cuales se presentan a continuación correlacionados con el histórico mensual multianual de la precipitación representada gráficamente (Ver figura 37).



<p>La Camelia</p>	<p><b>Curva de Masas para E2-La Camelia periodo 1965-2002</b></p>  <p>Jaziku</p>	<p><b>Estación E2-La Camelia (PPT vs Tiempo)</b></p>  <p>Jaziku</p>
<p>La Samaria</p>	<p><b>Curva de Masas para E3-La Samaria periodo 1965-2002</b></p>  <p>Jaziku</p>	<p><b>Estación E3-La Samaria (PPT vs Tiempo)</b></p>  <p>Jaziku</p>
<p>Subestación Viterbo</p>	<p><b>Curva de Masas para E4-Sub. Viterbo periodo 1965-2002</b></p>  <p>Jaziku</p>	<p><b>Estación E4-Sub. Viterbo (PPT vs Tiempo)</b></p>  <p>Jaziku</p>
<p>Ingenio Risaralda</p>	<p><b>Curva de Masas para E5-Ingenio Risaralda periodo 1965-2002</b></p>  <p>Jaziku</p>	<p><b>Estación E5-Ingenio Risaralda (PPT vs Tiempo)</b></p>  <p>Jaziku</p>

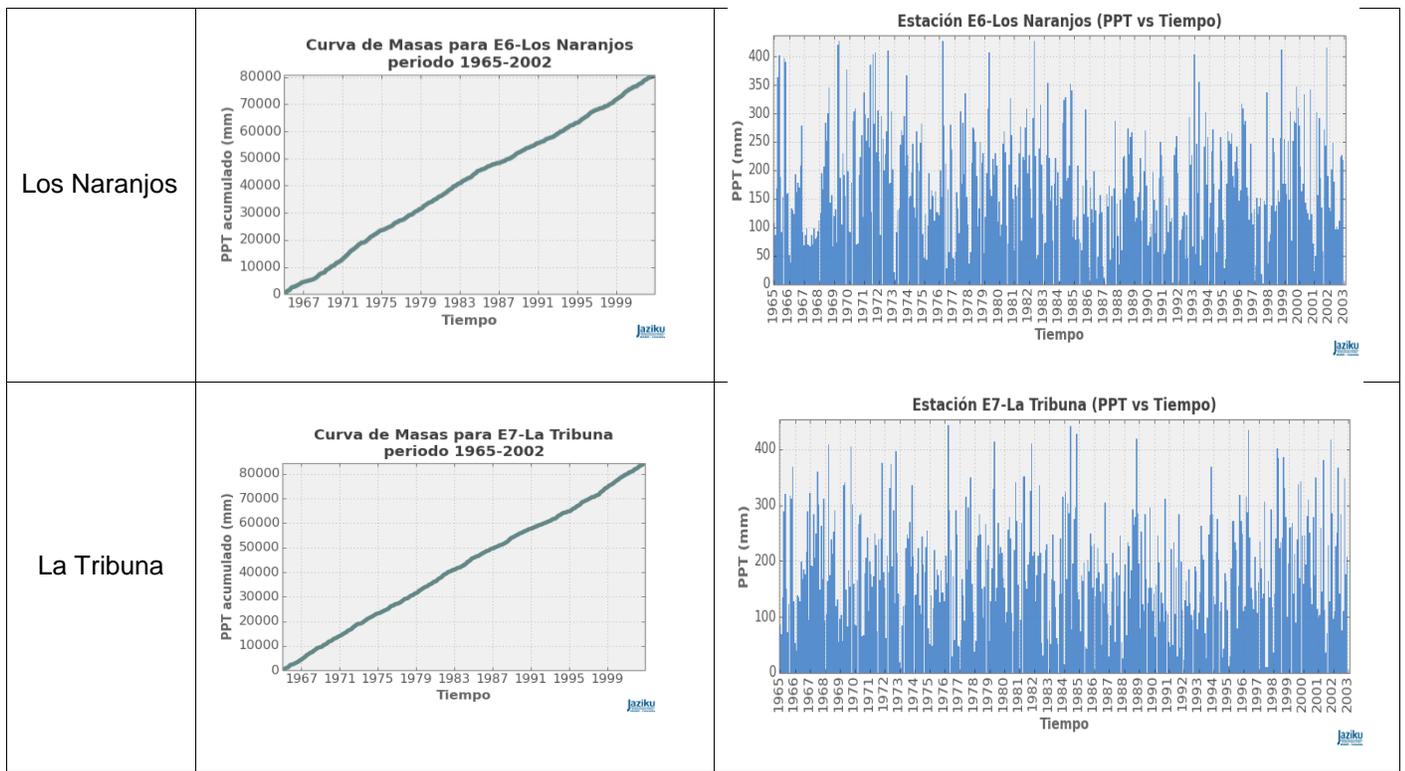


Figura 37 Curva de Masas vs Precipitación histórica mensual multianual

Las razones de los comportamientos de picos altos de precipitación que se presentan en la figura 37 o en la disminución de esta con respecto a la media de la precipitación histórica por cada una de las estaciones (ver tabla 5) donde se atribuye a las siguientes consideraciones:

- En la Subestación Viterbo, la estación La Camelia e Ingenio Risaralda se presenta una disminución en la precipitación para los años de 1977, 1993 y 1998 respectivamente. Dicho comportamiento para las dos primeras estaciones son aislados y se atribuye a problemas técnicos en la toma de los registros; y para la última estación se prevé la posible influencia de los procesos del fenómeno del niño que se estaba dando a nivel macroclimático en el pacífico tropical que según los registros de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica – NOAA para las anomalías de la región 3.4 (CPC, 2015) se inicia en Mayo de 1997 y culmina en Abril de 1998, ya que para los primeros meses de 1998 para la estación Ingenio Risaralda se registraron los menores datos de precipitación con un promedio de 34mm mensual en comparación de un comportamiento medio de 138mm.

### 8.1.3 Variación histórica de la precipitación

Para visualizar y conocer las tendencias y cambios en la serie de tiempo seleccionada se compara la mitad del periodo con respecto al otro y así determinar el comportamiento de la distribución de la precipitación si ha cambiado a través de la primera y segunda mitad del periodo total. A partir de la división de la media multianual con la desviación estándar para cada una de las estaciones se determinó que el comportamiento general de las estaciones, se da por la concentración de los valores de la precipitación alrededor de la media, es decir que la dispersión de los datos de un periodo a otro es homogéneo en su mayoría ya que para el primer periodo el coeficiente de variación tiene un rango entre 49,01% a 56,56% y el segundo entre 47,94% a 54,3% lo cual indica que el grado de variabilidad de los dos periodos es bajo por lo tanto presentan lluvias homogéneas. En la siguiente tabla (6) se relaciona la desviación estándar y el coeficiente de variación para los periodos comprendidos entre 1964-1983 (Periodo I) y 1984 – 2003 (Periodo II).

Tabla 6 Coeficiente de variación de las diferentes estaciones con respecto al periodo I y II

ESTACIÓN	PERIODO I: 1964 – 1983			PERIODO II: 1984 - 2003		
	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
Sub. La Virginia	154,8	80,23	<b>51,83%</b>	143,6	74,52	<b>51,89%</b>
La Camelia	152,6	79,74	<b>52,25%</b>	147,1	76,23	<b>51,82%</b>
La Samaria	147,1	74,41	<b>50,58%</b>	143,5	68,8	<b>47,94%</b>
Sub. Viterbo	149,8	84,73	<b>56,56%</b>	171,5	86,61	<b>50,50%</b>
Ingenio Risaralda	138,3	70,38	<b>50,89%</b>	136,8	74,28	<b>54,30%</b>
Los Naranjos	188,8	92,54	<b>49,01%</b>	169	90,32	<b>53,44%</b>
La Tribuna	188,3	94,76	<b>50,32%</b>	182,9	94,33	<b>51,57%</b>

Cabe resaltar que el comportamiento homogéneo se presentó más para el segundo periodo de la estación La Samaria y el primer periodo de la estación Los Naranjos. Igualmente se presentan las siguientes particularidades:

- En la Subestación La Virginia hay mayor concentración de la información y se presenta una reducción en la variación de la precipitación, pasando de 154,8mm en el periodo I que comprende los años entre 1964- 1983 a 143,6mm en el periodo II (1984-2003)
- Para la Subestación Viterbo aumento el promedio de precipitación, es decir se aumenta el rango máximo de precipitación de un periodo con respecto a

otro, pasando de 149,8mm en el primer periodo a 171,5mm con respecto al segundo periodo.

#### 8.1.4 Precipitación

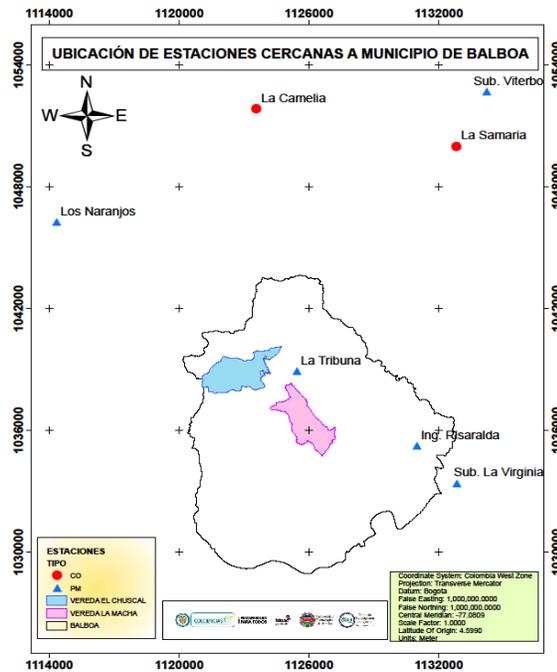
Los procesos naturales que integran las diferentes fases del ciclo hidrológico se refleja en los componentes de la ecuación del balance hídrico y son base conceptual que permite la estimación, la cuantificación y la representación de la oferta de agua en las diferentes unidades de análisis para un periodo considerado.

Las estimaciones de la oferta de agua tienen como base la dinámica y los procesos que se dan en el ciclo hidrológico, que determinan en un espacio y un periodo dados la disponibilidad de agua en cada una de las faces fundamentales del ciclo.

Se determinó la oferta hídrica media mensual para los acueductos de las veredas de estudio utilizando registros de precipitación de siete (7) estaciones cercanas a la zona de estudio, entre éstas, dos (2) estaciones eran Climáticas ordinarias operadas por el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y cinco (5) pluviométricas estas operadas por dos entidades el Centro de Investigaciones de Café (CENICAFÉ) y tres (3) estaciones por la Central Hidroeléctrica de Caldas (CHEC). A continuación en la (tabla 7) se presentan las estaciones y la ubicación en coordenadas planas.

Tabla 7 Estaciones cercanas a las veredas El Chuscal y La Mancha.

ID	ESTACIÓN	TIPO	X	Y	ENTIDAD
1	Ing. Risaralda	PM	1130992,92	1035239,07	CENICAFÉ
2	Los Naranjos	PM	1114335,06	1046271,7	CENICAFÉ
3	Sub. Viterbo	PM	1134211,6	1052677,09	CHEC
4	La Camelia	CO	1123568,9	1051817,07	IDEAM
5	La Tribuna	PM	1125439,69	1038916,31	CENICAFÉ
6	Sub. La Virginia	PM	1132829,01	1033395,37	CHEC
7	La samaria	CO	1132815,15	1049990,07	IDEAM



Fuente: GIAS, 2014

Figura 38 Ubicación estaciones cercanas a las veredas El Chuscal y La Mancha.

Para establecer la precipitación media mensual multianual, se tomaron datos de series históricas con registros mayores a 15 años, se promediaron las precipitaciones medias de cada estación y luego se aplicó el método de curva de isoyetas (Anexo 2).

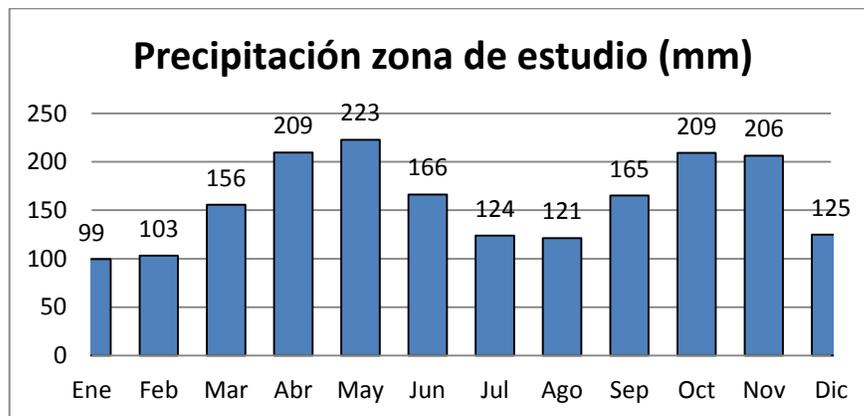


Figura 39 Precipitación media mensual en la zona de estudio

En la figura 39 se observa la precipitación media mensual obtenida mediante el método de isoyetas, se evidencia en el comportamiento de la zona los meses con mayor precipitación, fueron mayo y octubre (223 mm y 209 mm respectivamente) y los meses más secos enero y febrero (99 mm y 103 mm respectivamente) este comportamiento es típico en la región, ya que está determinado por un régimen bimodal dos periodos húmedos o de mayor precipitación y dos secos o menor precipitación. Pero en general el comportamiento está marcado por muchos factores climáticos de la zona, pero el principal y mayor determinante de las lluvias es la zona es la de interconvergencia intertropical (ZCIT), que es la franja donde chocan los vientos alisios del noreste y del sudeste. Estos vientos son cálidos y vienen cargados de humedad. Los meses más lluviosos son octubre y noviembre y los más secos enero y febrero. En algunos sitios puede existir un régimen bimodal con una segunda época lluviosa entre abril y mayo, y una segunda época seca entre julio y agosto (IDEAM, 2014<sup>b</sup>).

Ya conociendo la precipitación media mensual multianual de la zona de estudio, se pasó a obtener el caudal, se realizó por medio del método SOIL, se determinó con la precipitación media mensual multianual, se calculó el área de aferencia en las bocatomas de los acueductos de las veredas el Chuscal y La Mancha (ver Figura 40) y se pasó a determinar los usos del suelo en estas áreas, como también el número de curva CN. Se determinó la retención e infiltración para poder determinar la escorrentía.

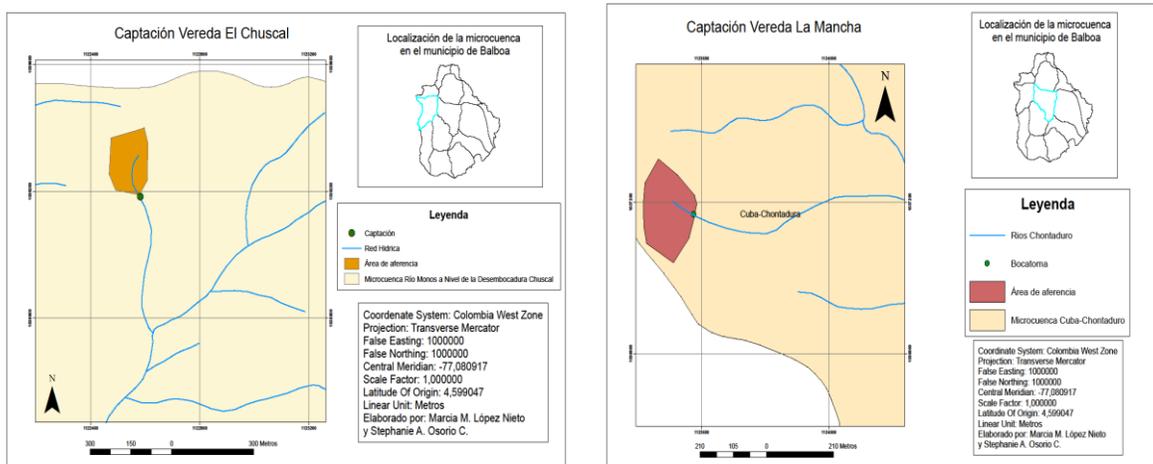


Figura 40 Área de aferencia y captación de las veredas El Chuscal y La Mancha.

## Aplicación método SOIL

El método de la Soil Conservation Service (SCS), también conocido como número de curva de escorrentía CN. En este método, la profundidad de escorrentía o precipitación efectiva  $P_e$  está en función de la precipitación total  $P$  y de un parámetro de abstracción referido al número de curva o **CN**.

El Método del Número de Curva, o de los complejos hidrológicos, es un modelo conceptual de pérdidas de precipitación, cuyo objetivo es calcular la precipitación neta o escorrentía generada por un aguacero en una cuenca de pequeñas dimensiones. Ha sido desarrollado por el Soil Conservación Service (SCS) – llamado desde 1994 National Resources Conservation Service (NRCS)- del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), para cuencas no aforadas en las que se deseen estimar los caudales circulantes por métodos hidrometeorológicos (Mongil,2010).

$$Q = 0,0003858 * \left[ \frac{(P - (0,2 * S))^2}{(P + (0,8 * S))} \right] * A$$

DONDE:

P: Precipitación (mm/mes).

CN: Numero de curva (ver anexo 3).

A: Área de aferencia (m<sup>2</sup>).

S: Retención (mm/mes)

$$S = \left( \frac{25400}{CN} \right) - 254$$

Para obtener la retención se trabajó con las áreas y los números de curva estimados para cada cobertura (CN) que se especificaran a continuación en la tabla 8.

Tabla 8 Número de curva del Cultivo (CN) de la zona y el área

<b>VEREDA</b>	<b>USO</b>	<b>CN</b>	<b>AREA (m<sup>2</sup>)</b>
EL CHUSCAL	Café	82	1497
	Mosaico de cultivos y EN		23017
LA MANCHA	Mosaico de cultivos, pastos y EN	82	30422,12
	Red vial y terrenos asociados	87	947,62

Luego se reemplazó la precipitación media mensual y el CN para cada una de las microcuencas.

Al determinar la escorrentía se obtuvo el caudal medio mensual de la microcuenca, este se expresó en litro por segundo debido a que si se utilizaba otra unidad de medida como metros cúbicos por segundo no sería viable la realización de los cálculos por que daría un número muy pequeño, tanto en la oferta como en la demanda, por lo tanto la unidad utilizada para expresar los resultados será litros por segundo.

Tabla 9 Caudal total de las microcuencas, veredas piloto EL Chuscal y La Mancha

<b>CAUDAL TOTAL (L/S)</b>		
<b>MESES</b>	<b>EL CHUSCAL</b>	<b>LA MANCHA</b>
ENERO	0,51	0,66
FEBRERO	0,54	0,69
MARZO	0,99	1,26
ABRIL	1,46	1,87
MAYO	1,58	2,03
JUNIO	1,08	1,38
JULIO	0,71	0,91
AGOSTO	0,69	0,89
SEPTIEMBRE	1,07	1,37
OCTUBRE	1,46	1,87
NOVIEMBRE	1,44	1,84
DICIEMBRE	0,72	0,92

### 8.1.5 Caudal de oferta neta

Después de la obtención de la oferta total de la microcuenca, se calculó la oferta neta de las veredas pilotos en relación con las microcuencas estudiadas, se realizó disminución del caudal Ambiental adoptado por el Método del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM- la cual hace referencia al descuento del (25%) al caudal mínimo mensual multianual más bajo de la corriente; y se obtuvo la oferta neta (ver tabla 10).

Tabla 10 Disminución por caudal Ambiental y oferta neta de las veredas El Chuscal y La Mancha.

EL CHUSCAL			
Mes	Oferta (L/S)	Q Ambiental (%)	Oferta Neta (L/S)
ENE	0,51	0,32	0,38
FEB	0,54	0,32	0,41
MAR	0,99	0,32	0,86
ABR	1,46	0,32	1,34
MAY	1,58	0,32	1,46
JUN	1,08	0,32	0,95
JUL	0,71	0,32	0,59
AGO	0,69	0,32	0,56
SEP	1,07	0,32	0,94
OCT	1,46	0,32	1,33
NOV	1,44	0,32	1,31
DIC	0,72	0,32	0,59

LA MANCHA			
Mes	Oferta (L/S)	Q Ambiental (%)	Oferta Neta (L/S)
ENE	0,66	0,2	0,49
FEB	0,69	0,2	0,53
MAR	1,26	0,2	1,1
ABR	1,87	0,2	1,71
MAY	2,03	0,2	1,86
JUN	1,38	0,2	1,22
JUL	0,91	0,2	0,75
AGO	0,89	0,2	0,72
SEP	1,37	0,2	1,2
OCT	1,87	0,2	1,71
NOV	1,84	0,2	1,67
DIC	0,92	0,2	0,76

Conociendo la oferta neta hídrica disponible en las microcuencas de estudio en sus respectivas veredas, se puede ver (tabla 10) que los meses con una oferta neta menor son Enero y febrero y julio y agosto, se sigue relacionando esta tendencia al comportamiento climático de la zona, se procede a realizar los cálculos de la demanda hídrica para luego realizar el respectivo análisis de oferta demanda.

### 8.2 Demanda hídrica

El cálculo de la demanda se obtuvo a partir de ecuaciones concretas definidas para cada tipo de demanda, y se obtuvo de la siguiente forma: Para el sector doméstico de acuerdo con el reglamento técnico de agua y saneamiento básico RAS -2000 (MAVDT, 2000) afectado en las variables de nivel de complejidad (bajo) por lo tanto se estimó el consumo per cápita de 100 L/Hab x día, y por factores de pérdida por aducción y conducción hasta el usuario final (40 %). Donde se obtuvo una demanda doméstica de 0,112 l/s para El Chuscal y 0,143 l/s para La Mancha, esta demanda es mínima ya que el índice poblacional de la zona es muy bajo.

Tabla 11 Población Veredas de estudio

VEREDAS DE ESTUDIO	HABITANTES	DEMANDA (L/S)
El Chuscal	69	0.112
La Mancha	88	0,143

Para la demanda agrícola se extrajo la información de los usos del suelo de la zona de estudio, luego se obtuvo el número de curva (kc) para cada cultivo y finalmente se trabajó con una eficiencia de riego del 90%, no hubo la necesidad de realizar cálculos pecuarios ya que en la zona no cuenta con este tipo de demanda.

Tabla 12 Demanda Agrícola Veredas el Chuscal y la Mancha.

MICROCUENCA RÍO MONOS A NIVEL DE LA DESEMBOCADURA – CHUSCAL DUA												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEP	OCT	NOV	DIC
(l/s)	0,0000024	0,0000016	0,0000024	0,0000084	0,0000099	0,0000047	0,0000005	0,0000002	0,0000038	0,0000085	0,0000091	0,0000009
MICROCUENCA CUBA-CHONTADURO DUA												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEP	OCT	NOV	DIC
(l/s)	0,0003	0,0002	0,0001	0,0006	0,0007	0,0003	0,0001	0,0002	0,0002	0,0006	0,0006	0,0000

Se pudo evidenciar en la tabla 12, que la demanda agrícola en la zona es mínima debido a que los cultivos presentes son de permanencia, los mosaicos de cultivos y pastos limpios, tienen un requerimiento de agua que lo suple la precipitación, adicional a esto por diversos factores se ha disminuido la franja agrícola debido a

la falta de rentabilidad del producto y la migración de productores; las cuales fueron observadas en una jornada de reconocimiento de la zona de estudio.

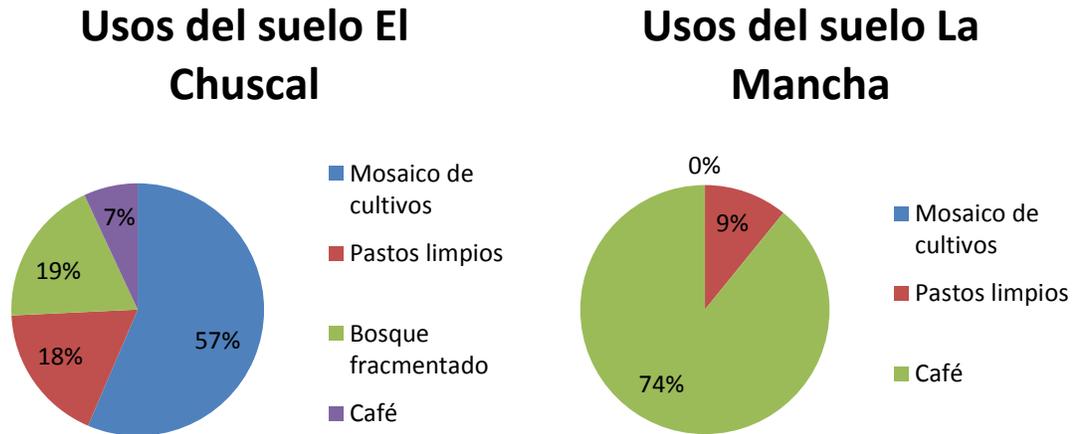


Figura 41 Usos del suelo de las veredas El Chuscal y La Mancha

Anteriormente se indicó que se en su mayoría la precipitación suplente la necesidad de riego, Dada la diversidad de cultivos que se presentan, se asumió el coeficiente de cultivo como se indica en la tabla 13.

Tabla 13 Factor de conversión de acuerdo al cultivo

USOS DEL SUELO	Kc
Café	0,8
Pastos Limpios y M.	1
Mosaico de Cultivos, pastos y EN	0,9
Bosque fragmentado	1
Mosaico de cultivos	0,9

Por lo tanto, el uso consuntivo de un cultivo es la multiplicación del valor de la evapotranspiración potencial por el coeficiente de cultivo (Kc), luego, si se estima que la diferencia entre la precipitación y el uso consuntivo es negativa, existe

demanda y si ésta es positiva no existe demanda para uso agrícola en función del requerimiento de riego.

Tabla 14 Requerimiento de Riego

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEP	OCT	NOV	DIC
Café	28,89	35,09	76,92	133,37	147,73	96,18	50,47	44,61	89,60	134,01	137,94	56,51
PLM/BOSQUE F.	11,24	18,11	57,23	114,35	128,94	78,64	32,08	25,42	70,72	115,23	120,83	39,43
MCPEN/MC	20,06	26,60	67,08	123,86	138,33	87,41	41,28	35,01	80,16	124,62	129,39	47,97

De acuerdo a la tabla 14, cuando la diferencia entre la precipitación y el uso consuntivo ( $EVT * Kc$ ), es positiva indica que no se requiere riego para los cultivos establecidos en la zona de estudio, debido a que suplen sus necesidades hídricas a través del aporte por precipitación.

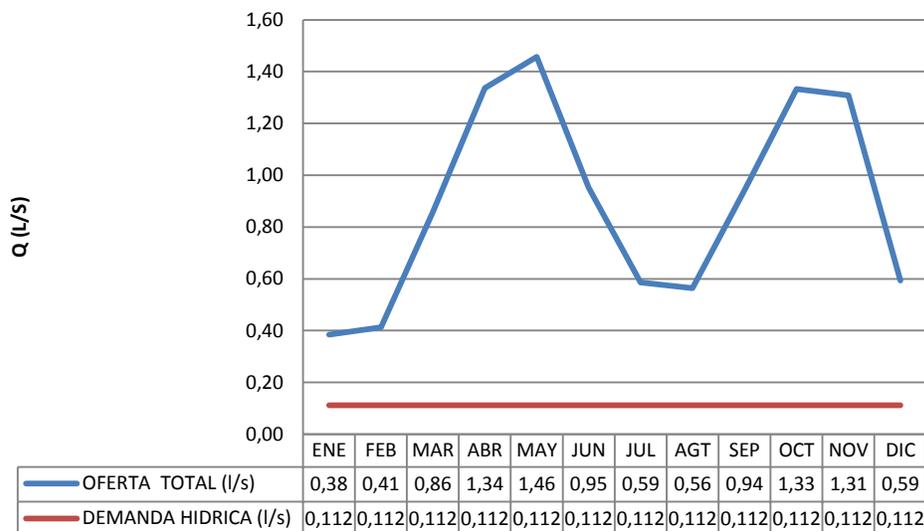
### 8.3 Oferta hídrica Vs Demanda hídrica

Como indica el IDEAM (2011), la excesiva presión sobre una fuente de agua puede conducir a su desaparición, en este sentido es importante para la planificación sostenible del recurso hídrico conocer la cantidad de agua disponible, los niveles de demanda y las restricciones de uso necesarias para mantener la salud de la fuente abastecedora de agua. Esto indica, que además de ofrecer agua para el consumo humano y el abastecimiento de las actividades productivas, es necesario que las corrientes abastecedoras mantengan un remanente de agua para atender los requerimientos hídricos de los ecosistemas asociados a sus cauces, preservando así su biodiversidad, productividad y estabilidad.

Por estas razones se procedió a realizar un análisis entre la oferta hídrica y demanda hídrica, para conocer la situación actual de las microcuencas de estudio en sus veredas pilotos El Chuscal y La Mancha.

En el Figura 42, se observó que en las vereda El Chuscal y La Mancha las dinámicas del recurso hídrico son muy similares respecto a la oferta y la demanda, no presentan un nivel crítico, debido a que la oferta disponible es buena y suple las necesidades tanto de consumo humano como de las actividades productivas, esto se demostró con el cálculo de la oferta neta del mes con el caudal más bajo, con las reducciones respectivas de caudal ambiental y demanda, que para la vereda EL Chuscal fue el mes de Enero y tuvo una oferta neta de 0,27 l/s y 0,35 l/s para La Mancha respectivamente.

**Oferta hídrica/Demanda Hídrica - Vereda El Chuscal**



**Oferta hídrica/Demanda Hídrica - Vereda La Mancha**

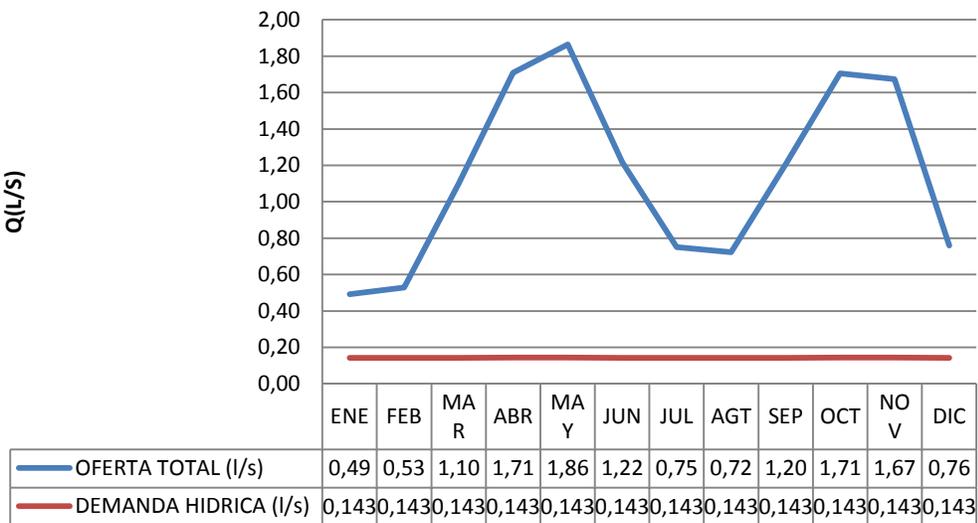


Figura 42 Oferta hídrica Vs Demanda hídrica de las veredas El Chuscal y La Mancha

Como anteriormente se aclaró la demanda no es significativa por ello la reducción mayor que tiene la oferta es por caudal ambiental del 25 % para El Chuscal y La Mancha. Debido a que las zonas de estudio están localizadas en la región andina colombiana y esta es caracterizada por tener una mayor precipitación en el territorio nacional esto hace que las fuentes abastecedoras no presenten ninguna dificultad ni déficit hídrico en los meses secos (Enero y Febrero).

En concordancia con la definición expuesta en la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico exige para la GIRH la implementación coordinada de los instrumentos requeridos para su planeación, administración, control y seguimiento; a través de los cuales interactúan los actores clave (usuarios, autoridades ambientales y entes territoriales) que deben garantizar la gobernabilidad de la cuenca. (PNGIRH. 2010). Para efectos del presente trabajo de investigación se llegó al planteamiento de lineamientos generales que se realizaron a partir de un análisis más detallado y una mayor argumentación que respalde los resultados obtenidos hasta el momento y las alternativas de mejora se procedió a la aplicación de índices que se muestran a continuación: Índice de aridez (Ia), Índice de uso del agua (IUA), índice de regulación hídrica (IRH) y por último el índice de vulnerabilidad hídrica (IVH).

Se eligió aplicar los índices nombrados anteriormente, porque estos son los índices considerados por el ENA, 2010 como los indicadores que caracterizan el régimen hidrológico Colombia, en este caso aplicaron a las zonas de estudio.

### **8.3.1 índice de aridez.**

Conociendo la ETP y ETR se aplicó el Índice de aridez a la zona de estudio. Así como una característica cualitativa del clima, que muestra en mayor o menor grado la insuficiencia de los volúmenes precipitados para mantener la vegetación, aplicado a las veredas de estudio arrojó un índice de muy baja aridez, esto quiere decir que tiene regulación y retención de humedad muy bajo, esto se debe a que las veredas se ubican en una zona rica en agua superficial gracias a las dinámicas de precipitación, debido a la periodicidad e intensidad hace que se mantenga un buen excedente de agua, y la vegetación nativa y los cultivos presentes no tenga la necesidad de hacer una mayor retención, esto lo confirma el IDEAM mediante el Estudio Nacional del Agua, expresando que la región Andina exactamente la zona donde se encuentran ubicada las veredas presenta una condición de normal a excedentes hídricos.

En el figura 43, se evidenció la tendencia del Índice de aridez, éste en los doce meses del año alcanzó a estar por debajo de cero, es decir el índice fue negativo significando el exceso hídrico; a pesar de que hay un exceso se pueden identificar dos (2) temporadas marcadas en las cuales el índice es menor, esto se debe a

que en Enero y febrero es una temporada seca en la zona como también los meses de Junio y Agosto.

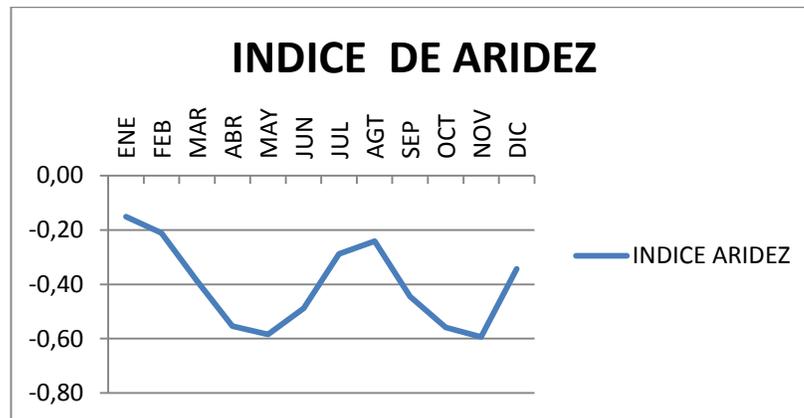


Figura 43 Índice de aridez de las veredas El Chuscal y La Mancha.

### 8.3.2 Índice de retención y regulación hídrica.

En cuanto al IRH de las microcuencas en el área del Cauca medio a la cual pertenece nuestra zona de estudio, son las que tienen menor retención y regulación de la humedad, en nuestro caso en particular el IRH es bajo, con un índice de 0,6 en El Chuscal y La Mancha. Esto se debe a diversos factores, como son las propiedades físicas del suelo, dando en su mayoría un suelo arcilloso, resultan impermeables y tiene capacidad de retener agua, pero la porosidad es muy baja, entonces esto no permite una profundización importante de las raíces, por lo tanto esta agua no es efectiva para suplir sus requerimientos, este tipo de suelo tiene poca capacidad de infiltración, adicional a esto, la zona de estudio tiene pendientes pronunciadas y la densidad de la cobertura vegetal es baja, debido a que en su mayoría son cultivos de café, mosaico de cultivos y pastos limpios; esta composición también aporta a que la regulación y retención de humedad sea menor y no permita una mayor regulación, al correlacionar los factores se determina por qué el índice de retención y regulación hídrica es bajo (IDEAM,2010).

### 8.3.3 Índice del uso del agua

Para el Índice de Uso del Agua –IUA- la situación actual de las veredas no es crítica ya que la oferta cubre la demanda de la población mensual, con excepciones en los meses de Enero y Febrero el índice es alto (ver tabla 15).

Tabla 15 Índice uso agua (IUA), veredas El Chuscal y La Mancha.

INDICE USO AGUA IUA:(Dh/Oh)*100												
VEREDAS	ENE	FER	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CHUSCAL	29,11	27,08	13,02	8,37	7,67	11,75	19,07	19,82	11,88	8,39	8,55	18,85
Clasificación	Alto	Alto	Mod.	Bajo	Bajo	Mod.	Mod.	Mod.	Mod.	Bajo	Bajo	Mod.
LA MANCHA	29,07	27,03	12,99	8,38	7,69	11,73	19,02	19,78	11,86	8,39	8,56	18,79
Clasificación	Alto	Alto	Mod.	Bajo	Bajo	Mod.	Mod.	Mod.	Mod.	Bajo	Bajo	Mod.

Así en la figura 44, se visualizó la tendencia que tienen ambas veredas, esta tendencia es similar debido a que están en la misma zona y la dinámica socioeconómica y los usos del recurso hídrico son semejantes; a pesar de esto se observa los meses en la mayoría son índices moderados y altos, esto se debe a que la demanda es alta respecto a la oferta disponible, quiere decir que tiene una mayor presión sobre el recurso, se puede atribuir a que la oferta es menor y la demanda se hace mayor, esta presión sigue siendo más marcada en los meses secos, se puede ver una mayor presión en Enero y Febrero esto se debe a que en estos dos meses son los que tienen la oferta menor debido a que son los meses con más baja precipitación.

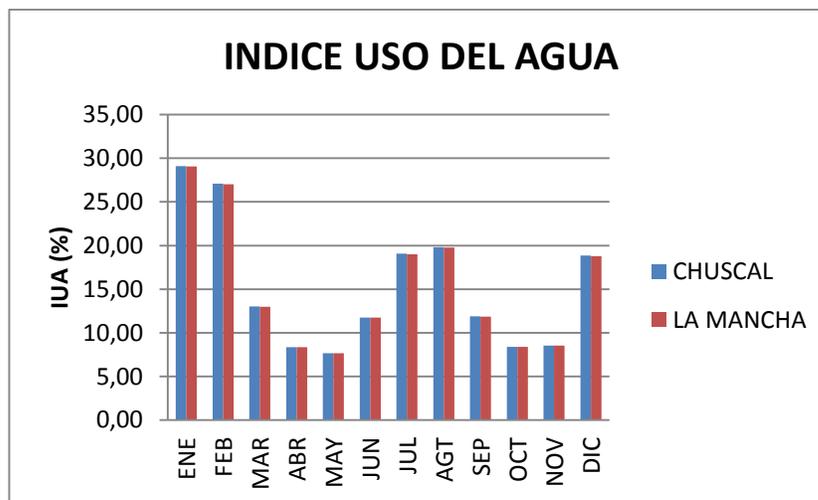


Figura 44 Índice uso del agua, veredas El Chuscal y La Mancha.

Cabe resaltar que según el Estudio Nacional del Agua –ENA-, la zona donde se ubican las veredas de estudio es considerada una zona con un índice de presión sobre el recurso alto y muy alto, esto se debe a que la zona andina es la región más poblada del país y por ende demanda mayor disponibilidad del recurso para suplir las necesidades de consumo humano y las actividades productivas; pero, para nuestro caso en particular de las veredas El Chuscal y La Mancha no se ven afectadas por este fenómeno, debido a lo mencionado anteriormente.

En el escenario actual el IUA es manejable, debido a que por medio de una buena Gestión Integral del Recurso Hídrico, se generan opciones para priorizar las necesidades, así mismo proyectos por los cuales se promueve la protección de las fuentes hídricas y especialmente de las zonas de amortización y protección de estas fuentes ya que es vital asegurar la disponibilidad futura del recurso. Actualmente se puede decir que la presión hídrica es moderada debido a que el índice poblacional es bajo; pero, haciendo una prospectiva en relación a la oferta hídrica y demanda hídrica, plasmándola en un escenario crítico de déficit hídrico, este podría pasar si la población de la zona estudiada incrementara dos o tres veces.

#### 8.3.4 Índice de Vulnerabilidad Hídrica.

La vulnerabilidad del recurso está relacionada con la vulnerabilidad de los sistemas hídricos para conservar y mantener la capacidad hidrológica actual ante posibles alteraciones climáticas y a la vulnerabilidad de los sistemas de

abastecimiento y distribución frente a la reducción de la oferta y disponibilidad del agua (IDEAM, 2010).

Para el caso puntual de las zonas de estudio las veredas El Chuscal y La Mancha se obtuvo el Índice de vulnerabilidad hídrica (IVH), aplicando una matriz de relación de rangos entre el índice de uso del agua (IUA) y el índice de retención y regulación hídrica (IRH).

Por medio de esta relación (ver tabla 16) se obtuvo que en El Chuscal y La Mancha el IVH está entre medio y alto, en El Chuscal los meses de Enero y Febrero tiene una vulnerabilidad alta y el resto media, a diferencia de La Mancha que en los meses de Abril-Mayo y Octubre-Noviembre obtuvieron una calificación media el resto de los meses es alta, en general esto significa que las veredas están propensas a tener un desabastecimiento del recurso hídrico, es decir que en estos meses la oferta disponibles se reducirá y podría generar sequias y problemas de agotamiento, en el caso particular del Chuscal se atribuye el índice alto a la influencia del clima, debido a que este es el periodo seco, pero, en la vereda La Mancha no ocurre lo mismo por el contrario la mayoría de los meses la vulnerabilidad de desabastecimiento es alta , menos en los meses ya mencionados debido a que estas son las temporadas más lluviosas en la zona atribuidas al régimen bimodal, por tal motivo no se generaría un agotamiento ya que las fuentes tendrían disponibilidad hídrica para suplir las necesidades de la población.

Tabla 16 Índice de Vulnerabilidad Hídrica, veredas El Chuscal y La Mancha

EL CHUSCAL			
	IUA	IRH	IVH
ENE	Alto	Baja	Alto
FEB	Alto	Baja	Alto
MAR	Medio	Baja	Alto
ABR	Bajo	Baja	Medio
MAY	Bajo	Baja	Medio
JUN	Medio	Baja	Alto
JUL	Medio	Baja	Alto
AGT	Medio	Baja	Alto
SEP	Medio	Baja	Alto
OCT	Bajo	Baja	Medio
NOV	Bajo	Baja	Medio
DIC	Medio	Baja	Alto

LA MANCHA			
	IUA	IRH	IVH
ENE	Alto	Baja	Alto
FEB	Alto	Baja	Alto
MAR	Medio	Baja	Alto
ABR	Bajo	Baja	Medio
MAY	Bajo	Baja	Medio
JUN	Medio	Baja	Alto
JUL	Medio	Baja	Alto
AGT	Medio	Baja	Alto
SEP	Medio	Baja	Alto
OCT	Bajo	Baja	Medio
NOV	Bajo	Baja	Medio
DIC	Medio	Baja	Alto

Haciendo una relación la vulnerabilidad es alta en algunos meses debido a que en esos meses hay un mayor índice del uso del agua con respecto a la oferta hídrica superficial disponible, es decir hay una mayor presión sobre el recurso. Este comportamiento en la zona es atribuido como anteriormente se explica a la ubicación de las zonas de estudio en la región andina Colombiana y esto puede deberse a la variabilidad climática interna que son los procesos naturales que ocurren dentro del sistema climático; pero, no se descarta que tenga una influencia externa como es son los eventos climáticos extremos (eventos de sequías y lluvias prolongadas con mayor intensidad, frecuencia y duración) que en este momento afecta no solo al territorio nacional, si no a muchos países en general, como lo es el fenómeno ENOS (fenómeno del niño, sequía y la niña, lluvias) como un sistema de interacciones naturales entre el océano pacifico ecuatorial y la atmósfera que trastorna los patrones de precipitación tropical y de circulación atmosférica (IDEAM 2010<sup>a</sup>). Las implicaciones de este hecho son importantes para el balance hidrológico y los recursos hídricos, así como para el futuro manejo y planificación ambiental. Las estimaciones cuantitativas de los efectos de variabilidad climática son esenciales para entender y resolver los problemas potenciales del recurso hídrico que podrían ocurrir en el futuro (IDEAM 2010<sup>a</sup>).

## 9. PROYECCIÓN DEL ÍNDICE DEL USO DEL AGUA

Para el desarrollo del tercer objetivo planteado en la investigación donde se contemplaba la estimación del índice de escasez ( Ie) para luego compararlo con el Índice del Uso del Agua (IUA) y así determinar la variación entre las microcuencas y cuál presenta un estado más crítico, no se pudo proceder a comparar ambos índices, debido a que para establecer el índice de escases es necesario hacer una disminución por calidad y no se contó con esta información; por lo tanto se decidió trabajar solo con el IUA, fortaleciendo así el caudal ambiental y quitando el criterio de calidad dado que finalmente esto no representa amenaza sobre la escasez, esto quiere decir que se puede indicar el estado de las microcuencas con sólo la aplicación del IUA.

Actualmente se puede decir que la presión hídrica es moderada debido a que el índice poblacional es bajo; pero, haciendo una prospectiva en relación a la oferta hídrica y demanda hídrica, plasmándola en un escenario critico de déficit hídrico, este podría pasar si la población de la zona estudiada incrementara dos veces.

En las siguientes figuras 45 y 46 se observó el IUA con un incremento en la población del doble (145 y 176 habitantes para El Chuscal y La Mancha respectivamente) de la población actual.

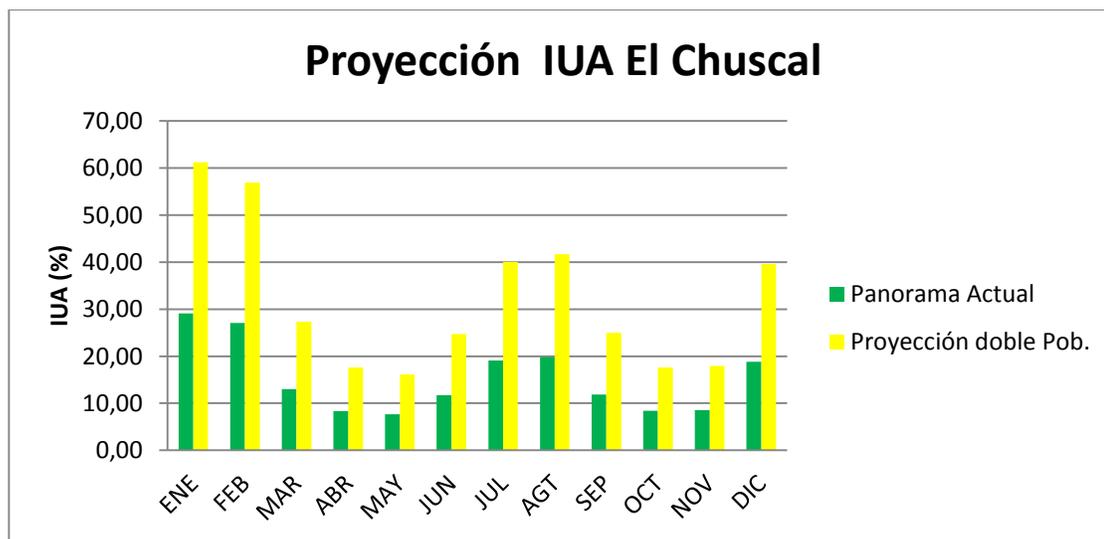


Figura 45 Proyección IUA, vereda El Chuscal.

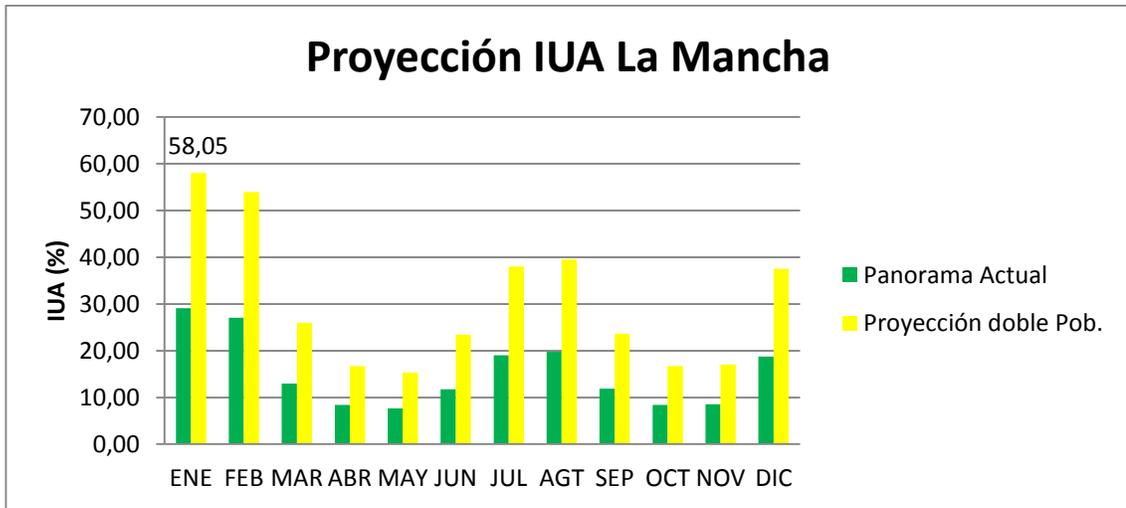


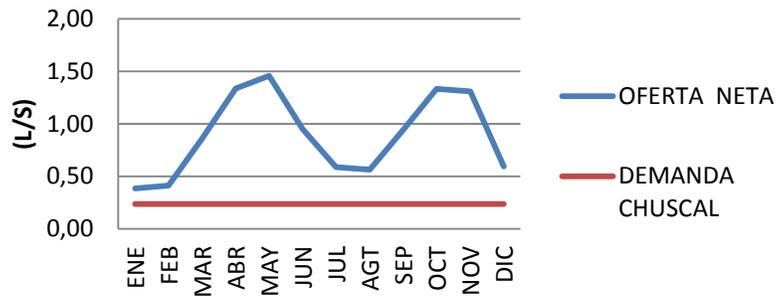
Figura 46 Proyección IUA, vereda La Mancha.

Se observó el incremento del IUA al proyectar la población, el panorama actual de las veredas, como se ha venido diciendo no tienen una fuerte presión sobre el recurso, solo en los meses de Enero y Febrero pero esto se debe a que estos meses se disminuye la precipitación porque es una temporada seca, al proyectar la población aproximadamente al doble de la que hay actualmente, respectivamente 145 habitantes para El Chuscal y 176 para La Mancha, el panorama sería diferente, el IUA tuvo incrementos en su mayoría a un uso Alta y en los meses secos a una presión muy Alta sobre el recurso.

En la Figura 47 se relación oferta hídrica versus demanda hídrica, pues muestra la figura que la demanda hídrica en los meses secos se aproxima demasiado a la oferta, esto significa que prácticamente la oferta equivale a la demanda, y esto no es viable para las dinámicas hídricas porque el déficit sería crítico y se vería afectada la disponibilidad para el consumo humano como para los ecosistemas hidrobiológicos.

Proyección al doble de la población actual

### Oferta hídrica/Demanda Hídrica El Chuscal



### Oferta hídrica/Demanda Hídrica La Mancha

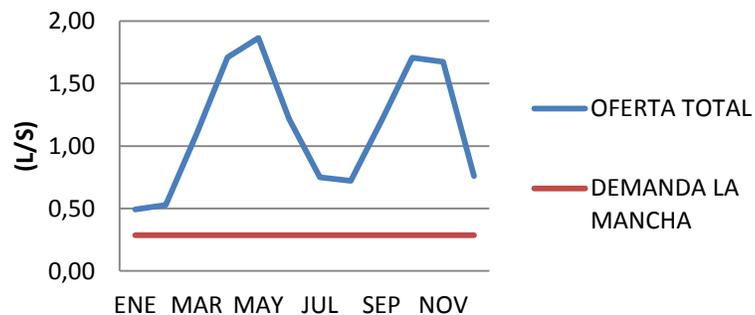


Figura 47 Relación Oferta hídrica versus Demanda hídrica con proyección poblacional en zona de estudio

En la figura 48, se observó que el comportamiento del IUA con la proyección de población mencionada anteriormente; la figura muestra la condición para las veredas El Chuscal y La Mancha en dos escenarios: panorama actual, proyección al doble de la población. Porcentualmente se observó en el primer escenario que en El Chuscal y la Mancha el 33% del año el IUA es bajo es decir que la presión no es tan marcada sobre el recurso, a diferencia el 50% del año el índice es moderado es decir es manejable, ya se empieza a ver una presión de uso alto con

un 17%. Para el segundo escenario se observó que el 33% del año el uso es moderado, para el 50% es alto y el 17% es muy alto, más de la mitad del año específicamente el 67% se encuentra clasificado con una presión alta y muy alta, debido a que todo el año el recurso hídrico tiene una presión constante y en algunos meses es crítico, debido a que la corriente no tiene disponible la oferta para la demanda requerida.

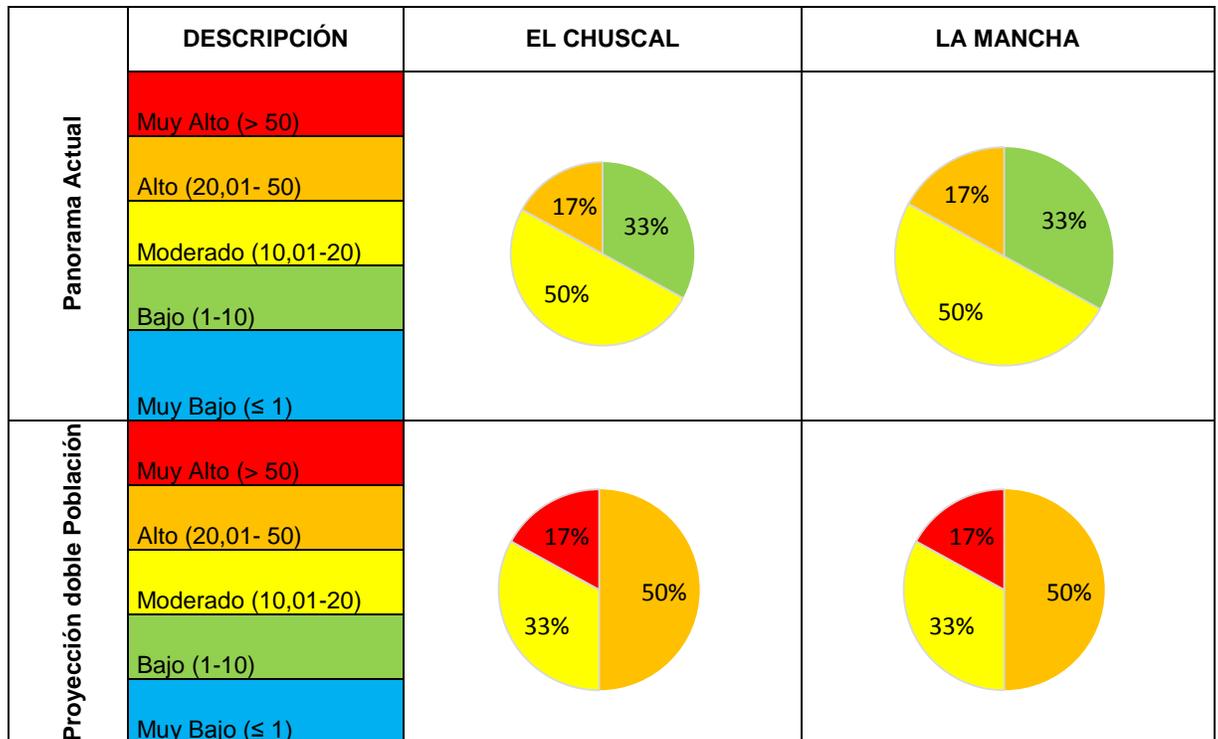


Figura 48 Condición del IUA con proyección de población veredas El Chuscal y La Mancha

Según La Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico el déficit de agua genera problemas de disponibilidad, desabastecimiento y racionamiento de agua con sus consecuentes efectos nocivos sobre la calidad de vida de la población y sus actividades económicas. Aunque el mayor uso de agua es para la actividad agropecuaria, los aspectos más críticos de disponibilidad tienen relación con el abastecimiento de agua potable para la población, para los procesos industriales y para la generación de energía eléctrica.

El déficit genera muchos problemas y riesgos por desabastecimiento del recurso para suplir las necesidades de consumo humano y las actividades productivas, así mismo tiene una afectación directa sobre la conservación de los ecosistemas.

Este posible déficit como se ha dicho es causado por el incremento de la demanda, pero, también se relaciona con el lugar de donde se abastece la población ya que estas fuentes son pequeñas con baja condición de regulación, por tal motivo es importante buscar fuentes abastecedoras alternas que permitan suplir la necesidad de la población, así mismo implementar alternativas de uso eficiente y sostenible del recurso, para esto se debe empezar por brindar un acompañamiento gubernamental y por medio de la educación ambiental concienciar a la población de la importancia del recurso hídrico y como se puede hacer un uso racional.

A pesar de que los escenarios son solo proyecciones de lo que podría pasar si la población de las veredas incrementará 2 veces más de la actual, ya sea por un índice alto de natalidad o por el regreso de los locales que han migrado en busca de oportunidades a otros territorios, estos supuestos son importantes para crear alternativas de solución, adoptando una buena gestión integral del recurso hídrico para el manejo del déficit de agua, y así evitar conflictos por el uso del agua.

Ahora bien, en relación de lo obtenido en el desarrollo de los objetivos propuestos para este trabajo de investigación se presenta las siguientes consideraciones integrando la visión holística del administrador ambiental, es decir, desde una visión integra, compleja y real del territorio.

- Es necesario conocer el estado de las microcuencas para realizar una buena gestión integral del recurso hídrico, y así suprimir para la zona de estudio situaciones no reguladas que generen presión en el recurso hídrico, que en la actualidad no se da dicha presión en la oferta hídrica por las dinámicas de la población que como se evidencia en el primer objetivo, no tienen usos pecuario y por tener cultivos permanentes que en su mayoría son de café, el cual no tienen requerimientos de riego y adherido a esto un índice poblacional bajo.

- La oferta actualmente corre el riesgo de no suplir la demanda de la población si esta aumentase sus actividades productivas y aumentase el número de habitantes, ya que actualmente las configuraciones del territorio tiene conflictos por uso del suelo que según el mapa de zonificación ambiental basados en los shapes de la CARDER, el uso potencial del suelo de la zona de estudio es para producción sostenible forestal y la protección de la biodiversidad que al no tener una cobertura vegetal por destinar el suelo en cultivos de café, mosaico de cultivos, pastos manejados y espacios naturales no brindan una óptima protección a los cauces estudiados dando como resultado el índice de regulación hídrica del 0.6 lo cual se traduce en una baja regulación y retención hídrica, a pesar que las microcuencas garantizan la disponibilidad hídrica por su ubicación en zonas de

alta montaña dentro de los pisos térmicos templado y/o medio, que cuentan con un régimen pluvial alto y una alta densidad de drenaje y escurrimiento superficial por su morfología.

Sumándole a estas configuraciones del territorio la ubicación de la zona de captación está en las partes altas de los cauces de las microcuencas estudiadas, por ello no permite captar un mayor caudal por el escurrimiento del agua que cae dentro de las vertientes de las microcuencas y por los tributarios que aumentan el caudal dando como resultado más oferta en la cuenca media, por ende y sin contemplar escenario de disminución en la precipitación por fenómenos extremos, solo con el aumento de la población como se proyectó en el tercer objetivo donde se duplica la población a comparación de la actual se prevén escenarios con un índice del uso del agua para las veredas de moderado en el 33% de los meses del año y alto en el 50% del año y muy alto el 17%. Por lo tanto se tendrá que priorizar los usos del agua y optar otra captación para que supla las nuevas presiones que generan las dinámicas poblacionales sobre el recurso.

Por lo anterior el caudal se mantiene por el régimen de lluvia de la zona de estudio y no por la capacidad de retención de las microcuencas.

- Debido al grado de educación de la población de las veredas de estudio se puede presentar un despilfarro en el uso del agua por falta de conciencia de la importancia del ahorro y uso eficiente de esta, dicho planteamiento se hace en base solo al nivel educativo y no en función de la micromedición del recurso por vivienda, ya que por el bajo nivel adquisitivo que según arroja el índice de necesidades básicas insatisfechas para las dos veredas, la mayoría de la población se considera en estado de pobreza no cuentan con la capacidad de adquirir un contador ni con los ingresos suficientes para cubrir los gastos por la prestación del servicio de acueducto, por esta misma razón la regulación del uso del agua puede llegar a ser un limitante para el PMA de las microcuencas de estudio.

- Se identifica escasa continuidad y desarticulación en las políticas, planes y programas para el desarrollo rural del municipio evidenciado en la zona de estudio. Ello se demuestra en lo plasmado en el plan de desarrollo del municipio de Balboa 2012-2015:

“En general todos los acueductos comunitarios requieren el apoyo del estado para mejorar sus servicios y para dar cumplimiento a la normatividad vigente en cuanto a los prestadores”

Y en las apreciaciones de los habitantes de las veredas en la deficiencia técnica evidenciada en la calidad en el agua potable, ya que se han presentado enfermedades por bacterias causantes de hemorragia, infección intestinal y diarrea relacionadas por el consumo del agua. Aunado a esto el estado

actualmente de las microcuencas que presentan conflictos del uso del suelo, desprotección de los cauces que abastece a la comunidad denotan la falta de apropiación del ente territorial en conocer las dinámicas hídricas de la zona para garantizar la gestión integral del recurso hídrico y así sustentar en el tiempo el abastecimiento del agua a los pobladores.

En concordancia a lo anterior y debido a que las dinámicas hídricas de las dos microcuencas son similares en relación a la oferta y las dinámicas socioeconómicas en relación la demanda, se tiene en cuenta que para los requerimientos de consumo humano y desarrollo de las actividades productivas actualmente la oferta puede suplir estas necesidades, esto no quiere decir que el recurso hídrico este gestionado de una manera integral ya que como se presentó anteriormente en el cumplimiento del tercer objetivo generando un escenario de retorno los pobladores entrarían en déficit hídrico por tal motivo se establecen lineamientos entendiéndose como líneas orientadoras estratégicas para abordar un tema de objeto ambiental las cuales son planteadas para los escenarios actuales como preventivas, y que servirán como insumos o focos de acción para el plan de manejo ambiental de las microcuencas, que según el artículo 57 del decreto 1640 de 2012 son sujetas de selección y priorización para un plan de manejo ambiental cuando se presente o se prevean 4 condiciones, que a partir de lo expuesto en este trabajo de investigación la condición de mayor criticidad es “Cuando la microcuenca sea fuente abastecedora de acueductos y se prevea afectación de la fuente por fenómenos antrópicos o naturales” .

Cabe resaltar que los lineamientos aquí propuestos se realizan recogiendo todos los elementos desarrollados en el trabajo investigativo, los cuales se presentan como punto de partida para el equipo técnico y la comunidad en la elaboración del plan de manejo ambiental en la fase diagnóstica la cual busca según el decreto 1640 de 2012 la identificación y caracterización de la problemática generada por desequilibrios del medio natural, la degradación en cantidad o calidad de los recursos naturales renovables, los riesgos naturales y antrópicos estableciendo las causas, los impactos ambientales, entre otros aspectos

Así se desarrollaron estrategias para la gestión integral del recurso Hídrico (Ver tabla 17) enfatizándolas en tres pilares: la oferta, la demanda, y la gobernabilidad; con las acciones respectivas para lograr el cumplimiento de los lineamientos; se debe aclarar que los responsables son los entes gubernamentales inmersos en el territorio y que así mismo las fuentes de financiación, que para este último como lo decreta la ley 1450 de 2011 en su artículo 210 que el 1% de los ingresos corrientes de los departamentos y municipios lo dedicarán para la adquisición y mantenimiento de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua los acueductos municipales.

En las veredas La Mancha y El Chuscal se ve como prioridad en la ejecución las acciones las relacionadas con la oferta hídrica, debido a que es vital prever la

disponibilidad del recurso tanto en la actualidad como en el futuro, por esta razón es importante implementar estrategias de preservación de forma natural como es la restaurar la cobertura forestal (corto plazo) y la implementación de infraestructura para la recolección (mediano plazo); para la ejecución de las estrategias para el uso eficiente del agua que hace referencia a la demanda, es indispensable realizar campañas de sensibilización sobre una valoración adecuada del agua, para que la población reconozca que el agua es un recurso limitado que tiene un valor económico y reconozcan los costos reales en que se incurre para proveer los servicios de agua, debido a que actualmente los problemas que enfrenta el manejo de los recursos hídricos se derivan de una cultura del agua inadecuada, para lo cual es necesario invertir en materia de educación, capacitación y concientización que coadyuven a superar las deficiencias culturales en el sector de recursos hídricos, así mismo es importante tener en cuenta las mejoras en la infraestructuras en los sistemas de abastecimiento ya que estos generan pérdidas del recurso, actualmente la demanda de la zona no tiene una magnitud que pueda poner en riesgo la disponibilidad, se contempla que estas medidas se deben adoptar a un largo plazo.

Se necesita inducir y aumentar la voluntad política y el conocimiento público para considerar el manejo integrado del recurso hídrico como un factor de integración regional y un componente prioritario de las inversiones públicas, de la misma manera es vital fortalecer y articular los entes públicos y organizaciones sociales en este caso la comunidad de las veredas de estudio, debido a que actualmente ellos mencionan que se sienten olvidados que no tiene apoyo alguno de los entes oficiales, por estos motivos se busca mejorar las condiciones institucionales obteniendo la articulación con la comunidad, orientada a lograr la planificación y gestión integrada del recurso hídrico por medio de propuestas de apoyo técnico e institucional y así lograr implementar el PMA; estas acciones se consideran a corto, mediano y largo plazo, es decir, es indispensable que haya un acompañamiento continuo y permanente.

Con lo mencionado anteriormente según los plazos que se dan son directamente proporcionales a la prioridad, es decir a corto plazo mayor prioridad (alta), a mediano plazo prioridad media y a largo plazo la prioridad es baja.

Tabla 17 Estrategias para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.

	LINEAMIENTOS	ACCIONES	COSTOS	FUENTES DE FINANCIACIÓN	RESPONSABLES	PRIORIDAD
OFERTA	Preservación	Restaurar la cobertura forestal en las partes altas de las microcuencas para fortalecer la recarga de acuíferos y retención hídrica ( 2ha y 3ha para la microcuenca Rio Monos a nivel de la desembocadura – Chuscal y Cuba-Chontaduro respectivamente)	\$10'104.200	CARDER, Alcaldía de Balboa, otros.	CARDER y alcaldía de Balboa	Corto plazo
		Construir estructuras de apoyo para la captación de aguas lluvias para 46 viviendas	\$7'245.000	Municipio de Balboa y Gobernación de Risaralda	CARDER y alcaldía de Balboa	Mediano plazo
DEMANDA	Uso eficiente y sostenible del agua	Mejorar la infraestructura del sistema de abastecimiento (Red de Distribución: 1.5 Km)	\$38'150.000	Recursos propios del Municipio de Balboa de libre destinación, Tasas por utilización de aguas provenientes de la CARDER , Plan Municipal de desarrollo de Balboa 2012-2015	CARDER y alcaldía de Balboa	Largo plazo
GOBERNABILIDAD	Articulación interinstitucional y comunitaria	Generar acuerdos en mesas de concertación (dos mensuales por 6 meses) con la comunidad y entidades territoriales de uso de los recursos naturales principalmente en las zonas de interés común (partes altas de las microcuencas).	\$6'000.000	Excedentes financieros, sobretasa ambiental del impuesto predial. CARDER	CARDER, alcaldía de Balboa y gobernación de Risaralda.	Corto plazo (permanente)

En el anexo 4 se desglosa los componentes de los costos.

## 10. CONCLUSIONES

- El componente biofísico de las microcuencas estudiadas aporta una buena oferta hídrica, así mismo se suplen las necesidades poblacionales actuales con la oferta disponible sin generar presión alguna sobre el recurso; de igual manera se concluye que siendo el caso de que la zona se vea afectada por un fenómeno extremo de sequía o déficit de precipitación se reflejaría en la disminución de los caudales generando un desabastecimiento hídrico y por consiguiente un estado crítico de la microcuenca, esto se da por consecuencia de la falta de conservación de los causes, debido a que las franjas protectoras y de amortiguamiento son escasas.
- No se dan variaciones en la precipitación estas obedecen a un patrón establecido influenciado por el régimen bimodal presente en la zona por la ubicación de la región andina colombiana en la zona intertropical
- Para el caso de aplicación de los índices no se pudo determinar el índice de escasez ya que no se contaba con la información de calidad del agua, por esta razón se propone la proyección del índice del uso del agua a través del incremento de la población permitiendo así conocer los posibles escenarios a futuro.
- El uso de estadística descriptiva utilizado para reafirmar los datos de precipitación histórica permitió tener mayor certeza en la confiabilidad de los datos ya que demostró patrones similares en comportamiento de la lluvia de la zona de estudio.
- Resulta de vital importancia la instrumentación de las microcuencas como una herramienta que presenta el estado actual de los territorios y permite a partir de este conocimiento una óptima planificación integral del recurso hídrico.

## 11. RECOMENDACIONES

- Debido a que el agua es un recurso motor de desarrollo social y económico resulta de vital importancia para alcanzar la sostenibilidad del recurso hídrico una gestión integral mediante la instrumentación de la cuenca y así prevenir situaciones futuras de desabastecimiento por fenómenos extremos y/o aumento en las dinámicas socioeconómicas de las zonas de estudio como se prevé en este trabajo de investigación.
- Se recomienda la relocalización de las captaciones de donde toman el agua las veredas de estudio trasladándolas a las cuencas medias de los cauces estudiados, para que la disponibilidad del recurso crezca por el aumento de tributarios y así pueda obtener una densidad de drenaje alto. Como segunda alternativa se plantea identificar nuevos cauces que tengan una buena protección forestal en el afloramiento del cauce, en las márgenes y que cuente con una zona de amortiguamiento para la captación del recurso.
- Es importante la reforestación para mejorar la cobertura vegetal de los cauces donde se está realizando actualmente la captación para aumentar la retención hídrica y así mantener la disponibilidad hídrica.
- Fomentar acompañamiento gubernamental especialmente enfocado en la ayuda de la población para mejorar la calidad de vida de los habitantes de las veredas de estudio por medio del monitoreo de la prestación del servicio de acueducto, el incentivo de otros cultivos sostenibles como la producción forestal sostenibles y así contribuir con el aumento del poder adquisitivo de las familias de la vereda, disminuir los conflictos por uso del suelo presentes y posteriormente ser más factible la ordenación de las microcuencas a través del PMA en función de la capacidad de pago de los habitantes y así favorecer la sustentabilidad del territorio.

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía de Balboa, Risaralda. 2008. Plan de Desarrollo 2008-2011. Consultado el 28 de Mayo de 2014. Disponible en: [http://www.balboa-risaralda.gov.co/apc-aa-files/36353661333061366539653632353131/PLAN\\_DE\\_DESARROLLO\\_BALBOA\\_2008\\_2011.pdf](http://www.balboa-risaralda.gov.co/apc-aa-files/36353661333061366539653632353131/PLAN_DE_DESARROLLO_BALBOA_2008_2011.pdf)

Alcaldía de Balboa, Risaralda. 2012. Plan de Desarrollo 2012-2015: Con las manos de todos...Trabajando por Balboa. Alcaldía Municipal de Balboa. Documento en formato pdf. Consultado el 7 de Mayo de 2015. Disponible en: [http://www.balboa-risaralda.gov.co/Nuestros\\_planes.shtml?apc=gbxx-1-&x=2136176](http://www.balboa-risaralda.gov.co/Nuestros_planes.shtml?apc=gbxx-1-&x=2136176)

Climate Prediction Center – CPC. 2015. Cold and warm episodes by season. Consultado el 5 de Mayo de 2015. Disponible en: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)

Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal-CONIF. 2013. Estudio de Costos de las Especies Forestales beneficiarias del CIF, de acuerdo con la Resolución 080 de 2013. Informe final. Consultado el 6 de Julio de 2015. Disponible en: <https://vuf.minagricultura.gov.co/Documents/5.%20Estadisticas%20Sector%20Forestal/ESTUDIO%20DE%20COSTOS%20ESPECIE%20REGION.pdf>

Contraloría General de la Republica. 2012. Estado de los recursos naturales y del medio ambiente 2012-2013. Consultado el 1 de mayo de 2015. Disponible en: [http://www.contraloriagen.gov.co/documents/10136/76600464/INFORME\\_MEDIO\\_AMBIENTE\\_2012\\_2013\\_def\\_web.pdf/8c07cbcf-1186-4543-a08d-46e5e512a27c](http://www.contraloriagen.gov.co/documents/10136/76600464/INFORME_MEDIO_AMBIENTE_2012_2013_def_web.pdf/8c07cbcf-1186-4543-a08d-46e5e512a27c)

Córdoba, R. 2004. Agua: distribución y consumo. Temas ambientales clave para un planeamiento sostenible. Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio. Universidad Politécnica de Madrid. Consultado el 25 de Septiembre de 2013. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n34/arcor.html>

Corporación Autónoma Regional del Risaralda –CARDER. 2013. Sistema de Información Ambiental y estadístico –SIAE. Municipio de Balboa. Consultado el 10 de Junio de 2014. Disponible en: <http://siae.carder.gov.co/balboa/mapas-balboa>.

Corporación Autónoma Regional del Risaralda –CARDER. s.f. Diagnóstico de Riesgos Ambientales del municipio de Balboa. Consultado el 15 de Junio de 2014. Disponible en: [www.carder.gov.co/.../diagn-stico-de-riesgos-ambientales-balboa](http://www.carder.gov.co/.../diagn-stico-de-riesgos-ambientales-balboa)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE .2005. Perfil municipio de Balboa. Boletín. Publicado el 14 de septiembre de 2010. Consultado el 2 de Junio de 2014. Obtenido en: [http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL\\_PDF\\_CG2005/66075T7T000.PDF](http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/66075T7T000.PDF).

Feres, J. Mancero, X. 2001. El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina. División de Estadística y Proyecciones Económicas. CEPAL. Naciones Unidas. Consultado el 2 de Junio de 2014. Disponible en: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/4/6564/lcl1491e.pdf>

Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento –GIAS .2014. Modelo participativo para la gestión sostenible en sistemas de abasto en pequeñas localidades. Casos de estudio veredas La Mancha y El Chuscal. Informe final. Colombia.

Gabinete de la Republica de Colombia.1974. Decreto 2811 de 1974. Bogotá, D.C. Colombia.

Global Water Partnership – GWP. 2005. Principios de gestión integrada de los recursos hídricos: bases para el desarrollo de planes nacionales. Consultado el 7 de Mayo de 2015. Disponible en: [http://www.gwp.org/Global/GWP-SAM\\_Files/Publicaciones/Sobre%20GIRH/2008-Principios-de-GIRH-Base-para-el-desarrollo-de-Planes-Nacionales.pdf](http://www.gwp.org/Global/GWP-SAM_Files/Publicaciones/Sobre%20GIRH/2008-Principios-de-GIRH-Base-para-el-desarrollo-de-Planes-Nacionales.pdf)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2010<sup>a</sup>. Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C. Revisado el 15 de julio de 2013. Disponible en: <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=874&conID=910>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2010<sup>b</sup>. Segunda Comunicación de Colombia ante la convención marco de las naciones unidas sobre cambio climático-CMNUCC. Consultado el 4 de octubre de 2013. Obtenido en: <http://www.pnud.org.co/sitio.shtml?apc=aCa020011--&x=62593#.Uk7RytI2a8o>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2013. Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua. Bogotá, D. C. Consultado el 20 de enero del 2014.Colombia.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT, Koninkrijk der Nederlanden. sf. El A,B,C del cambio climático en Colombia. Consultado el 3 de octubre de 2013. Obtenido en: [http://www.minambiente.gov.co/documentos/211209\\_abc\\_del\\_cambio\\_climatico\\_en\\_colombia.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/211209_abc_del_cambio_climatico_en_colombia.pdf)

Ministerio de Agricultura. 1981. Decreto 2857 de 1981. Bogotá, D.C. Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS. 2012. Decreto 1640 de 2012. Bogotá, D.C. Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial- MAVDT. 2010. Decreto 3930 de 2010. Bogotá, D.C. Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial- MAVDT. 2010. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C. Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial- MAVDT. 2004. Resolución 865 de 2004. Bogotá, D.C. Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial- MAVDT. 2004. Resolución 865 de 2004. Bogotá, D.C. Colombia.

Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible -MADS-. 2011. Marco normativo y conceptual para el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH. Consultado el 18 de Julio de 2013. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/proyectos\\_norma/proyectos/221111\\_modulo\\_0.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/proyectos_norma/proyectos/221111_modulo_0.pdf)

Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible -MADS-. sf. La oferta hídrica y disponible, considerando el caudal ambiental. Módulo 4 . Dirección gestión integral del recurso hídrico. Consultado el 18 de Julio de 2013. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/proyecto\\_norma\\_221111\\_modulo\\_4.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/proyecto_norma_221111_modulo_4.pdf)

Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial – MAVDT . 2011. Criterios de priorización de cuencas hidrográficas susceptibles de ordenación. Consultado el 19 de Julio de 2013. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/recurso\\_hidrico/170811\\_criterios\\_priorizacion.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/recurso_hidrico/170811_criterios_priorizacion.pdf)

Ministerio de Desarrollo Económico.1997. Ley 373 de 1997. Bogotá, D.C. Colombia.

Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. 2000. REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO – RAS . Consultado el 7 de Enero de 2014. Disponible en: [http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/4\\_Sistemas\\_de\\_acueducto.pdf](http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/4_Sistemas_de_acueducto.pdf)

Ministerio de Hacienda y Crédito Público; Ministerio de Agricultura. 1993. Ley 99 de 1993. Bogotá, D.C. Colombia.

Ministerio de Hacienda y Crédito Público; Departamento Nacional de Planeación. 2011. Ley 1450 de 2011. Bogotá, D.C. Colombia.

Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Defensa Nacional, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Salud Pública, Ministerio de Desarrollo Económico, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Obras Públicas, Departamento Nacional de Planeación. 1978. Decreto 1541 de 1978. Bogotá, D.C. Colombia.

Mongil Manso, J., 2010. Adaptación de las tablas del Número de Curva para las formaciones vegetales del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente (isla de La Palma, España). Boletín Geológico y Minero, 121 (2): 179-188. Consultado el 1 de mayo de 2015. Disponible en: [http://www.igme.es/boletin/2010/121\\_2/6-ARTICULO%205R.pdf](http://www.igme.es/boletin/2010/121_2/6-ARTICULO%205R.pdf)

Palomino, R. sf. Notas breves sobre estadística descriptiva. Escuela de Estadística. Consultado el 6 de Mayo de 2015. Disponible en: <http://www.unalmed.edu.co/~estadist/Est%20Descriptiva.doc>.

Reyes, A. Barroso, F. Carvajal, Y. 2010. Guía básica para la caracterización de cuencas hidrográficas. Programa editorial Universidad del valle. 88 pag. Colección ciencias físicas, exactas y naturales. Santiago de Cali.



## ANEXOS

Anexo 1. Cálculo del índice de Necesidades Básicas Insatisfechas para las verda El Chuscal y La Mancha respectivamente

U S U A R I O S	Acceso a la vivienda										Acceso a servicios sanitarios						Capacidad económica						
	Calidad de la vivienda (Materiales)			Piso		Paredes		Techo		Carencia de Materiales de la Vivienda (Nbi(M))	Hacinamiento			Disponibilidad de agua potable			Tipo de eliminación de excretas			Probabilidad del hogar para conseguir ingresos suficientes			
	Piso	Paredes	Techo	Índice de logro (Lx)	I. de carencia (Nbi(x))	Índice de logro (Lx)	I. de carencia (Nbi(x))	Índice de logro (Lx)	I. de carencia (Nbi(x))		N° de personas	N° de cuartos	Personas por cuarto	Fuente de abastecimiento	Índice de logro (Lx)	I. de carencia (Nbi(x))	Sistema de eliminación de excretas	Índice de logro (Lx)	I. de carencia (Nbi(x))	Nivel educativo (Jefe del hogar)		N° de personas a cargo	Dependencia económica
										Primaria										Secundaria			
	1,5	2	1	1,5	-0,5	2	-1	1	0	-0,50	3	3	1	1	1	0	1	1	0		6°	2	
	1,5	1,5	1	1,5	-0,5	1,5	-0,5	1	0	-0,33	4	3	1,33333	1	1	0	1	1	0	5°		3	
	1,5	1,5	1	1,5	-0,5	1,5	-0,5	1	0	-0,33	9	2	4,5	1	1	0	1	1	0	Ninguno		8	
	1,5	1,5	1	1,5	-0,5	1,5	-0,5	1	0	-0,33	4	4	1	1	1	0	1	1	0	2°		3	Nivel Crítico
	1,5	0,5	0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,17	3	0	3	1	1	0	0,5	0,5	0,5	Ninguno		2	
	2	1,5	1	2	-1	1,5	-0,5	1	0	-0,50	2	0	2	1	1	0	0,5	0,5	0,5	Ninguno		1	
	1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,17	1	1	1	1	1	0	1	1	0	5°		0	
	1,5	2	1,5	1,5	-0,5	2	-1	1,5	-0,5	-0,67	2	0	2	1	1	0	1	1	0		8°	1	
	1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,17	1	2	0,5	0	0	1	0,5	0,5	0,5	2°		0	
	1	0,5	1	1	0	0,5	0,5	1	0	0,17	4	0	4	1	1	0	0,5	0,5	0,5	5°		3	
	1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,17	4	2	2	1	1	0	1	1	0		11°	3	
	1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,17	7	2	3,5	1	1	0	1	1	0		Once	6	
	1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,17	4	1	4	1	1	0	0,5	0,5	0,5	2°		3	Nivel Crítico
	1,5	0,5	0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,17	5	2	2,5	1	1	0	0	0	1		6°	4	
	1,5	1,5	1	1,5	-0,5	1,5	-0,5	1	0	-0,33	5	2	2,5	1	1	0	1	1	0	3°		4	
	1,5	1,5	1,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	1	0	-0,33	1	2	0,5	1	1	0	1	1	0		11°	0	
	1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,17	4	3	1,33333	1	1	0	1	1	0	3°		3	
	1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,17	1	0	1	1	1	0	1	1	0	5°		0	
	1,5	0,5	0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,17	2	2	1	1	1	0	1	1	0		6°	1	
	1,5	1,5	1,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	-0,50	4	0	4	1	1	0	0	0	1		11°	3	

	Acceso a la vivienda												Acceso a servicios sanitarios						Capacidad económica				
	Calidad de la vivienda (Materiales)			Piso		Paredes		Techo		Carencia de Materiales de la Vivienda (Nbi(M))	Hacinamiento			Disponibilidad de agua potable			Tipo de eliminación de excretas			Probabilidad del hogar para conseguir ingresos suficientes			
	Piso	Paredes	Techo	Índice de logro (Lx)	I. de carencia (Nbi(x))	Índice de logro (Lx)	I. de carencia (Nbi(x))	Índice de logro (Lx)	I. de carencia (Nbi(x))		N° de personas	N° de cuartos	Personas por cuarto	Fte de abastecimiento	Índice de logro (Lx)	I. de carencia (Nbi(x))	Sistema de E.E	Índice de logro (Lx)	I. de carencia (Nbi(x))	Nivel educativo (Jefe del hogar)		N° de personas a cargo	Dependencia económica
										Primaria										Secundaria			
U S U A R I O S	1,5	0,5	1	1,5	-0,5	0,5	0,5	1	0	0	6	2	3	1	1	0	0,5	0,5	0,5	Ninguno		5	Nivel Critico
	1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,167	3	2	1,5	1	1	0	1	1	0	4°		2	
	1,5	1	0,5	1,5	-0,5	1	0	0,5	0,5	0	2	1	2	1	1	0	0	0	1	Ninguno		1	
	1	0	0,5	1	0	0	1	0,5	0,5	0,5	4	3	1,333333	1	1	0	1	1	0	4°		3	
	1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,167	7	4	1,75	1	1	0	1	1	0	3°		6	
	1,5	0,5	0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,167	4	2	2	1	1	0	0,5	0,5	0,5	2°		3	Nivel Critico
	1	0,5	1	1	0	0,5	0,5	1	0	0,167	4	2	2	1	1	0	1	1	0		11°	3	
	1,5	0,5	0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,167	3	3	1	1	1	0	0,5	0,5	0,5	5°		2	
	1	0,5	1	1	0	0,5	0,5	1	0	0,167	5	4	1,25	1	1	0	1,5	1,5	-0,5	5°		4	
	1,5	0,5	1	1,5	-0,5	0,5	0,5	1	0	0	3	2	1,5	1	1	0	0,5	0,5	0,5		9°	2	
	1	0,5	1	1	0	0,5	0,5	1	0	0,167	3	2	1,5	1	0	1	1	0	0	3°		2	
	1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,167	1	1	1	1	1	0	1	1	0	3°		0	
	1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,167	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1°		0	
	1,5	0,5	0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,167	3	2	1,5	1	1	0	1,5	1,5	-0,5	2°		2	
	1,5	0,5	0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,167	2	2	1	1	1	0	1	1	0	Ninguno		1	
	1,5	0,5	1	1,5	-0,5	0,5	-0,5	1	0	0	4	3	1,333333	1	1	0	1	1	0	3°		3	
	1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,167	7	2	3,5	1	1	0	1	1	0	5°		6	
	1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,167	1	3	0,333333	1	1	0	1,5	1,5	-0,5	Ninguno		0	
	1,5	1,5	1	1,5	-0,5	1,5	-0,5	1	0	-0,333	2	3	0,666667	1	1	0	1	1	0	Ninguno		1	
	1	1	0,5	1	0	1	0	0,5	0,5	0,167	5	1	5	1	1	0	1	1	0	1°		4	
1,5	1,5	0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	0,5	0,5	-0,167	1	3	0,333333	1	1	0	0,5	0,5	0,5	5°		0		
1,5	2	0,5	1,5	-0,5	2	-1	0,5	0,5	-0,333	2	4	0,5	1	1	0	1,5	1,5	-0,5		9°	1		
1	0,5	0,5	1	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,333	4	3	1,333333	1	1	0	1	1	0	2°		3	Nivel Critico	
1	1,5	0,5	1	0	1,5	-0,5	0,5	0,5	0	4	3	1,333333	1	1	0	1,5	1,5	-0,5		10°	3		
1,5	1,5	1,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	1,5	-0,5	-0,5	2	2	1	1	1	0	0,5	0,5	0,5		11°	1		
1,5	1	0,5	1,5	-0,5	1	0	0,5	0,5	0	5	1	5	1	1	0	0	0	1	5°		4		

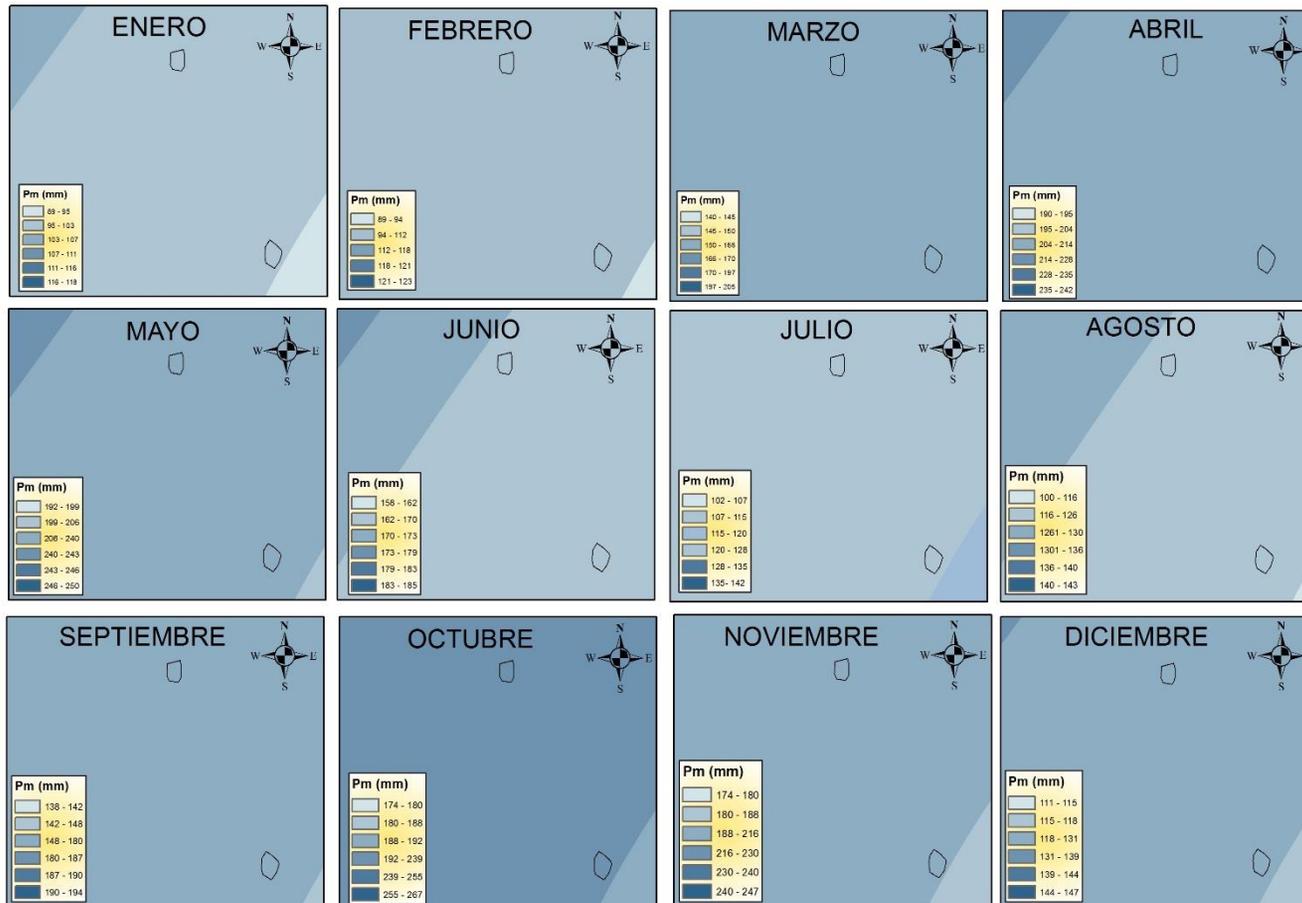
Rango de calificación

VARIABLE	SUB-VARIABLE	TIPO	CALIFICACIÓN
MATERIAL EN PISO	MATERIAL PREDOMINANTE	Cerámica	2
		Cemento	1,5
		Madera	1
		Tierra o arena	0,5
		Otro	0
MATERIAL EN PARED		Cemento-Revoque	2
		Ladrillo	1,5
		Madera	1
		Bahareque	0,5
		Otro	0
MATERIAL EN TECHO		Material-cemento	1,5
		Tejado de barro – Eternit	1
		Zinc – cartón	0,5
		Otros (material de desecho)	0
DISPONIBILIDAD DE AGUA POTABLE		FTE DE ABASTECIMIENTO	Acueducto
	Agua del río, nacimiento o de la lluvia.		0
SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE EXCRETAS	TIPO DE E.E	Alcantarillado	1,5
		Tanque séptico	1
		Campo abierto	0,5
		Otro	0
<b>Norma Mínima</b>			

VARIABLE	RANGO	CLASIFICACIÓN
Piso Techo Pared	De -1 a -0,1	Satisfacción
	0	Nivel Mínimo de Satisfacción
	De 0,1 a 1	Insatisfacción
Hacinamiento	3 o más personas por habitación	Nivel crítico
D. agua potable	0	Satisfacción
	1	Insatisfacción
Tipo de eliminación de excretas	De -1 a -0,1	Satisfacción
	0	Nivel Mínimo de Satisfacción
	De 0,1 a 1	Insatisfacción
Dependencia económica	3 o más personas y dos años o menos de educación	Nivel crítico

## Anexo 2. Método curvas de Isoyetas y Precipitación media (mm)

En la siguiente imagen se presenta las áreas de aferencia en la curva de isoyetas. Por tener un área tan pequeña las curvas de precipitación no la corta por ende el área es solo una.



ESTACIÓN	Ai (m2)		AT (m2)		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	EI Chuscal	La Mancha	EI Chuscal	La Mancha												
Ing. Risaralda	24514	31370	24514	31370	90	89	142	189	194	143	92	101	140	175	175	112
Los Naranjos					119	123	170	222	242	165	118	119	190	269	247	147
Sub. Viterbo					102	102	143	203	242	181	144	129	182	200	209	105
La Camelia					90	98	129	189	193	171	141	131	163	205	196	116
La Tribuna					114	133	204	238	249	174	124	124	194	249	253	160
Sub. La Virginia					105	99	172	210	241	162	117	126	157	164	191	137
La samaria					77	77	131	216	199	170	132	120	130	203	174	97
Área de aferencia					99	103	156	209	223	166	124	121	165	209	206	125

Anexo 3.

- Calculo de la curva de escorrentida CN y área de aferencia vereda EI Chuscal

RÍO MONOS – CHUSCAL	AREA (m2)	CN	%AREA (Ai)	Ai/100%
USO				
Café	1497	82	6,11	5,01
Mosaico de C y EN	23017	82	93,89	76,99
TOTAL	24514		100	82

- Aplicación método SOIL

ESCURRIMIENTO TOTAL ( E )				
MESES	Ppt (mm/mes)	SCS		
		E	m3/s	l/s
ENE	99,5	54,1	0,0005	0,51
FEB	103,0	57,2	0,0005	0,54
MAR	155,7	104,3	0,0010	0,99
ABR	209,5	154,8	0,0015	1,46
MAY	222,9	167,6	0,0016	1,58
JUN	166,3	114,2	0,0011	1,08
JUL	124,0	75,5	0,0007	0,71
AGT	121,4	73,2	0,0007	0,69
SEP	165,1	113,1	0,0011	1,07
OCT	209,1	154,5	0,0015	1,46
NOV	206,4	151,9	0,0014	1,44
DIC	124,8	76,3	0,0007	0,72

RETENCIÓN
55,76

- Calculo de la curva de esorrentía CN y área de aferencia vereda La Mancha

CUBA - CHONTADURO	AREA m2	CN	%AREA (Ai)	Ai/100%
USO				
Mosaico de Cultivos, Pastos y EN	30422,12	82	96,98	79,52
Red vial ferroviaria y terrenos asociados	947,62	87	3,02	2,63
TOTAL	31369,74		100	82

- Aplicación método SOIL

ESCURRIMIENTO TOTAL ( E )				
E: $(P - (0,2*S))^2 / (P + (0,8*S))$	SCS			
MESES	Ppt (mm/mes)	E	m3/s	l/s
ENE	99,47	54,14	0,00066	0,66
FEB	103,04	57,19	0,00069	0,69
MAR	155,70	104,31	0,00126	1,26
ABR	209,47	154,80	0,00187	1,87
MAY	222,87	167,59	0,00203	2,03
JUN	166,33	114,16	0,00138	1,38
JUL	124,01	75,54	0,00091	0,91
AGT	121,35	73,18	0,00089	0,89
SEP	165,14	113,05	0,00137	1,37
OCT	209,12	154,47	0,00187	1,87
NOV	206,38	151,86	0,00184	1,84
DIC	124,82	76,26	0,00092	0,92

RETENCIÓN
55,76

Anexo 3.

- Demanda domestica

<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>Población veredas de estudio</b>		<b>Complejidad acueducto</b>	
		<b>Nivel (L/hab.d)</b>	<b>Perdidas (%)</b>
El Chuscal	69	Bajo	0,4
La Mancha	88	100	
<b>DUD: Qpoblación + Qperdida</b>			
<b>EL CHUSCAL</b>			
<b>Qpoblación (L/d)</b>	<b>Qperdida (L/d)</b>	<b>DUD (L/d)</b>	<b>DUD(L/s)</b>
6900	2760	9660	0,112
<b>LA MANCHA</b>			
<b>Qpoblación (L/d)</b>	<b>Qperdida (L/d)</b>	<b>DUD (L/d)</b>	<b>DUD (L/s)</b>
8800	3520	12320	0,143

- Demanda Agrícola

<b>DATOS GENERALES</b>												
<b>MES</b>	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Ppt (mm/mes)</b>	99,5	103,0	155,7	209,5	222,9	166,3	124,0	121,4	165,1	209,1	206,4	124,8
<b>Etp ( mm/mes)</b>	88,23	84,93	98,47	95,12	93,93	87,69	91,93	95,93	94,42	93,89	85,55	85,39
<b>EtR (mm/mes)</b>	35,29	33,97	39,39	38,05	37,57	35,08	36,77	38,37	37,77	37,56	34,22	34,16
<b>Pe</b>	55,6	58,4	100,6	143,6	154,3	109,1	75,2	73,1	108,1	143,3	141,1	75,9

**MICROCUENCA RÍO MONOS A NIVEL DE LA DESEMBOCADURA – CHUSCAL**

**DUA**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEP	OCT	NOV	DIC
Café	-15,01	-9,51	21,78	67,48	79,15	38,92	1,67	-3,66	32,57	68,19	72,66	7,54
	3749,16	2375,39	5441,33	16854,49	19770,52	9720,12	416,12	-914,99	8135,86	17031,48	18150,07	1884,28
PLM	-32,65	-26,50	2,09	48,45	60,37	21,38	-16,72	-22,85	13,69	49,41	55,55	-9,53
	1029,56	835,63	65,93	1527,91	1903,56	674,09	527,24	720,54	431,64	1558,02	1751,83	300,51
MCPEN	-23,83	-18,01	11,94	57,97	69,76	30,15	-7,53	-13,26	23,13	58,80	64,11	-1,00
	1361,75	1028,6	682,17	3312,43	3986,36	1722,68	429,73	757,74	1321,77	3359,95	3663,52	56,57

**MICROCUENCA CUBA-CHONTADURO DUA**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEP	OCT	NOV	DIC
Café	-334,5	-212,1	485,6	1504,0	1764,2	867,4	37,1	-81,6	726,0	1519,8	1619,6	168,1
	7455,6	4726,6	10822,5	33522,7	39322,5	19332,8	827,6	1819,9	16181,8	33874,7	36099,5	3747,7
PLM	-1940,0	-1574,4	124,2	2878,7	3586,4	1270,0	-993,4	-1357,5	813,2	2935,4	3300,6	-566,4
	115257,6	93537,4	7379,5	171026,9	213074,2	75454,2	59019,0	80620,9	48315,6	174396,4	196091,0	33650,5
MCPEN	-3161,5	-2389,0	1583,7	7690,1	9254,8	3999,4	-998,6	-1758,7	3068,6	7800,5	8505,2	-132,0
	419359,3	316935,4	210108,8	1020226,3	1227797,1	530584,2	132480,9	233360,7	366394,5	931376,7	1015526,1	17514,7
BOSQUE F.	-2035,0	-1651,6	130,3	3019,8	3762,2	1332,3	-1042,0	-1424,0	853,1	3079,3	3462,3	-594,2
	126825,7	102928,3	8120,4	188198,0	234466,8	83029,8	64941,6	88747,5	53166,5	191905,7	215778,5	37031,2
MC	-1310,7	-990,4	656,6	3188,1	3836,8	1658,0	-414,0	-729,1	1272,2	3233,9	3526,0	-54,7
	72105,0	54472,0	36111,5	175347,0	211022,3	91191,8	22769,5	40100,0	69969,4	177862,6	193932,4	3010,7

$$DUA: ([Pe-(Etp*Kc)] * \text{Área} / Ef$$

USOS DEL SUELO	Kc	ÁREA (ha)		Ef(%)
		Cuba	Chuscal	
Café	0,8	20,06	224,8	0,9
Pastos Limpios y M.	1	53,47	28,38	
Mosaico de Cultivos, pastos y EN	0,9	119,4	51,43	
Bosque fragmentado	1	56,09	N/A	
Mosaico de cultivos	0,9	49,5	N/A	

#### Anexo 4

- Costos por implementación de acciones

Acción	Nombre Científico	Nombre Común	Plántulas/ Ha	Costo establecimiento	Costo total 5 Ha
Reforestación	Cordia alliodora	Nogal Cafetero	1.111	\$2.020.840	\$10.104.200

Fuente: Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal-CONIF. 2013

Los costos de establecimiento hacen relación a mano de obra, insumos y transporte

Acción	Costo Unitario Tanque / 500L	Costo total
Tanque para la recolección de aguas lluvias	\$157.500	\$7.245.000

<b>Acción</b>	<b>Kilómetros red de distribución</b>	<b>Metros por tubo PVC</b>	<b>Costo unitario Tubo PVC (6 pulgadas)</b>	<b>Costo total</b>
Red de distribución	1.5	6	\$152.600	\$38.150.000

<b>Acción</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Mesas de concertación comunidad y entes territoriales	2 mensuales por 6 meses	\$500.000	\$6'000.000