

CONDICIONES TÉCNICO-AMBIENTALES DE LOS  
ACUEDUCTOS RURALES DEL MUNICIPIO DE MOCOA  
DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

JAVIER CASTELLANOS PINZÓN

MIRTA ANDREA GARCÍA MUÑOZ

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO

FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA

INGENIERÍA AMBIENTAL

MOCOA 2016

CONDICIONES TÉCNICO-AMBIENTAL CONDICIONES  
TÉCNICO-AMBIENTALES DE LOS ACUEDUCTOS RURALES  
DEL MUNICIPIO DE MOCOA DEPARTAMENTO DEL  
PUTUMAYO

JAVIER CASTELLANOS PINZÓN

MIRTA ANDREA GARCÍA MUÑOZ

Trabajo de Grado por Semillero de Investigación Hinchas del medio ambiente para optar al  
título en Ingeniería Ambiental

Directoras del Semillero

Lorena Agudelo Obando Especialista en Docencia Universitaria

Nilsa Andrea Silva Castillo Especialista en Gerencia Ambiental

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO

FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA

INGENIERÍA AMBIENTAL

MOCOA 2016

NOTA

Toda la información contenida en este trabajo es responsabilidad de sus autores.

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Mocoa, 19 diciembre de 2016

## DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios, por ser la guía de nuestras vidas

A nuestros hijos, por su paciencia y comprensión que nos llevaron a no desfallecer

A nuestros padres por su apoyo incondicional, motivación y ayuda presentes en todo momento

## **AGRADECIMIENTOS**

Ofrecemos nuestros agradecimientos a la Especialista Lorena Agudelo Obando, por su tiempo, dedicación y paciencia en nuestro proceso de formación y elaboración de este trabajo.

A los presidentes de junta de acción comunal de las veredas, por permitirnos llegar a su comunidad y brindarnos la información necesaria.

A CORPOAMAZONIA, la alcaldía municipal, y AGUAS MOCOA, por la información brindada.

A la ingeniera Nancy Rodríguez por su aporte y orientación.

Al ingeniero Franklin Revelo, por su apoyo y por estar pendiente durante todo el desarrollo del trabajo.

A la decana de facultad la Especialista Nilsa Andrea Silva, por su apoyo y colaboración en este trabajo.

A los docentes del Instituto Tecnológico del Putumayo, por contribuir en nuestro proceso de formación. Y en general a todas las personas que hicieron posible llevar a cabo este trabajo.

A los compañeros del semillero “Hinchas del Medio Ambiente” por su solidaridad, acompañamiento y cariño.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. CONDICIONES TÉCNICO-AMBIENTALES DE LOS ACUEDUCTOS RURALES DEL MUNICIPIO DE MOCOA.....	18
1.1. Definición del problema .....	18
1.1.1 formulación del problema .....	18
1.2 Objetivos.....	21
1.2.1 Objetivo general .....	21
1.2.1.1 Objetivos específicos .....	21
1.3 Justificación.....	21
1.4 Diseño Metodológico .....	22
1.4.1 Tipo de investigación.....	22
1.4.2 Línea de investigación:.....	22
1.4.2.1 Sublínea.....	22
1.4.3 Población.....	23
1.4.4 Muestra.....	23
1.4.5 Técnicas de recolección de información .....	23
1.4.5.1 Fase I Descriptiva. ....	23
1.4.5.1.1 Determinación de la muestra. ....	24
1.4.5.2 Fase II Diagnóstica. ....	25
1.4.5.2.1 Medición de caudal. ....	26
2. GENERALIDADES SOBRE LOS ACUEDUCTOS RURALES.....	29

2.1. Caracterización de Los acueductos visitados .....	29
2.1.1 Acueducto de la vereda Condagua.....	33
2.1.1.1 Bocatoma.....	34
2.1.1.1.1 Cámara de recolección. ....	34
2.1.1.1.2 Tanque de almacenamiento .....	34
2.1.2 Acueducto de la vereda Ticuanayoy.....	35
2.1.2.1 Bocatoma. ....	35
2.1.2.2 Desarenador. ....	36
2.1.2.3 Tanque de almacenamiento. ....	36
2.1.3 Estado del acueducto de la vereda San Antonio.....	37
2.1.3.1 Bocatoma. ....	37
2.1.3.1.1 Desarenador. ....	38
2.1.3.1.2 Tanque de almacenamiento. ....	38
2.1.3.1.3 Tratamiento. ....	39
2.1.4 Acueducto de la vereda Campucana.....	39
2.1.4.1 Bocatoma. ....	39
2.1.4.1.1 Desarenador. ....	40
2.1.4.1.2 Tanque de almacenamiento. ....	40
2.1.4.1.3 Tratamiento. ....	40
2.2 Evaluación del Servicio de los acueductos visitados.....	41
2.2.1 Caudal.....	41



2.2.2 Satisfacción de los usuarios.....	42
2.2.2.1 Servicio de acueducto.....	42
2.2.2.2 Uso eficiente del agua.....	46
2.2.2.3 Uso del Agua.....	49
2.2.2.4 Problemática ambiental.....	50
2.3 Acciones para el mejoramiento de los acueductos rurales.....	55
3. CONCLUSIONES .....	63
4. RECOMENDACIONES .....	64
5. BIBLIOGRAFÍA .....	65

## ANEXOS

## LISTA DE FIGURAS

	página
Figura 1 Ubicación geográfica de las veredas y las bocatomas.....	30
Figura 2 Captación en la quebrada La Escalera.....	33
Figura 3 Bocatoma del acueducto de la vereda Ticuanayoy .....	35
Figura 4 Bocatoma del sistema de acueducto de San Antonio.....	37
Figura 5 Bocatoma del sistema de acueducto de Campucana.....	39

## LISTA DE GRÁFICAS

	Pagina
Gráfica 1. ¿De dónde obtiene la vivienda el agua para el consumo humano?.....	43
Gráfica 2. ¿Está usted satisfecho con el servicio que le presta el acueducto?.....	43
Gráfica 3. ¿Paga usted alguna tarifa por el servicio de acueducto?.....	44
Gráfica 4. ¿Tiene usted servicio de agua las 24 horas del día, los siete días de la semana? .....	44
Gráfica 5. ¿Se ha interrumpido el servicio?.....	45
Gráfica 6. ¿Hay tratamiento de agua?.....	45
Gráfica 7. ¿Tiene tanque de almacenamiento de agua en su casa?.....	47
Gráfica 8. ¿Cuántas llaves hay en su vivienda?.....	47
Gráfica 9. De esas llaves ¿Cuántas hay en mal estado o goteando?.....	48
Gráfica 10. ¿Considera usted que el uso eficiente del agua es?.....	48
Gráfica 11. ¿Existe un programa de uso eficiente en la vereda?.....	49
Gráfica 12. ¿Está realizando alguna actividad para ahorrar agua?.....	49
Gráfica 13. Tipo de actividad y acceso al agua .....	50
Gráfica 14. Considera usted que, en los últimos 10 años, la cantidad de agua a.....	51
Gráfica 15. Considera usted que los últimos 10 años, la calidad de agua a.....	52
Gráfica 16. El sanitario de su casa está conectado a.....	52
Gráfica 17. ¿En qué lugar depositan las basuras de la vivienda?.....	53
Gráfica 18. Se le ha realizado reforestación a la fuente hídrica de captación .....	53

Gráfica 19. ¿Cuáles de las siguientes actividades realiza usted o la comunidad, en la fuente hídrica de captación?.....54

## LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Matriz información de acueductos rurales visitados.....	30
Cuadro 2. Matriz evaluación de la infraestructura de los acueductos.....	33
Cuadro 3. Plan de mejoramiento acueductos rurales .....	55

## LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Tabla de frecuencia medición de caudales .....	41

## RESUMEN

Las diferentes problemáticas ambientales que se evidencian en los acueductos rurales de las veredas del municipio de Mocoa, viene de la mano con la falta de legalidad de los mismos, si bien es cierto que las juntas administradoras realizan algunas acciones tendientes a ofrecer un buen servicio a los usuarios no se cuenta con recursos que permitan atender al mantenimiento preventivo y correctivo de los diferentes sistemas. El aprovechamiento del agua en estos sectores está acompañado por el desconocimiento de la normatividad y la falta de apoyo técnico y profesional de las instituciones competentes.

La presente investigación, tuvo su punto de partida en la revisión de los documentos que reposan en las instituciones como Aguas Mocoa y CORPOAMAZONIA, dentro de los cuales se observó que no se cuenta con datos actuales referentes al número de acueductos que abastecen a la población ni de las condiciones en las que éstos se encuentran.

A partir de lo anterior, se fueron implementando estrategias como el trabajo con los presidentes de los acueductos y la comunidad en general, la georreferenciación de las bocatomas y la caracterización de los sistemas de abastecimiento que permitieron establecer el número de acueductos rurales, las deficiencias en su infraestructura y desde allí se elaboró un plan de mejoramiento con los criterios de la RAS 2000 que queda sujeto a las necesidades y especificaciones del contexto en el que se desenvuelve la problemática.

*Palabras clave:* acueducto rural, aducción, conducción

## SUMMARY

The different environmental problems that are evident in the rural aqueducts of the villages of the municipality of Mocoa, comes hand in hand with the lack of legality of the same, although it is true that the administrative boards perform some actions tending to offer a good service to The users do not have resources that allow to attend the preventive and corrective maintenance of the different systems. The use of water in these sectors is accompanied by the ignorance of the regulations and the lack of technical and professional support of the competent institutions.

The present investigation had its starting point in the review of the documents that rest in institutions such as AguasMocoa and Corpoamazonia, within which it was observed that there is no current data regarding the number of aqueducts that supply the population or Of the conditions in which they are.

From the above, strategies were implemented such as the work with the presidents of aqueducts and the community in general, the georeferencing of the bocatomas and the characterization of the supply systems that allowed to establish the number of rural aqueducts, the deficiencies in Its infrastructure and from there an improvement plan was elaborated with the criteria of RAS 2000 that is subject to the needs and specifications of the context in which the problem is developed.

*Keywords:* rural aqueduct, adduction, driving



## INTRODUCCIÓN

En la presente tesis, el semillero “Hinchas del Medio Ambiente”, realizó un estudio de las condiciones técnico-ambientales en las que se encuentran los acueductos rurales de Mocoa: La información suministrada por las instituciones fue analizada y validada en campo.

Se recorrieron las veredas; Osocochoa, Condagua, Fronteriza del paisaje, Ticuanayoy, Las toldas, Monclart, Pueblo viejo, Los Guadales, San Antonio, Campucana, Galicia, San Martín y Alto Afán. En cada una se georreferenciaron las bocatomas y analizaron los sistemas de los que se compone el acueducto.

Para la caracterización del estado actual de los acueductos, se tuvo en cuenta sus componentes y las debilidades que se iban encontrando, de esta manera se evidenciaron algunas problemáticas ambientales que se asociaban a la falta de legalidad y el desconocimiento de la normatividad.

Para la fase evaluativa, se inició con la toma de caudales de las fuentes de captación en tiempo de lluvia y verano, se aplicó una encuesta a la comunidad en la que se manejaron cuatro temas; la satisfacción de los usuarios, el uso eficiente del recurso hídrico, la calidad del agua y la cantidad de agua que llega a la vereda y las problemáticas ambientales. En lo referente al uso eficiente, se evidenció que la población conoce sobre el cuidado del agua y desarrolla actividades con este fin, ésta puede ser una de las razones por las cuales manifestaron que se sienten satisfechos con el servicio que se les presta.

A partir de las consideraciones anteriores, se diseñó un plan de acción orientado por lo que se establece en reglamento Técnico del sector agua potable y saneamiento básico RAS 2000, por medio del cual se evalúa y se propone desde lo que se encuentra en campo referente a las partes de la bocatoma, teniendo en cuenta el mejoramiento de lo que posee el acueducto como una alternativa para reducir los costos de inversión que debe hacer la comunidad.

El grupo investigador, deja una herramienta útil para el acercamiento y toma de decisiones de la comunidad y las instituciones competentes.

# 1. CONDICIONES TÉCNICO-AMBIENTALES DE LOS ACUEDUCTOS RURALES DEL MUNICIPIO DE MOCOCHA DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

## 1.1 Definición del problema

¿En qué condiciones Técnico-ambientales se encuentran los acueductos rurales del municipio de Mocoa?

### 1.1.1 Descripción del problema

El recurso hídrico es uno de los componentes principales para el desarrollo de la vida, por eso es de vital importancia promover el uso eficiente de este recurso, en este sentido, según el censo del DANE (2005)<sup>1</sup>

Para el año 2005 se tenía una población total de 42.888.592 personas en el país, de los cuales aproximadamente 11 millones habitaban las zonas rurales, lo cual representa el 26% de la población nacional. El 77% de esta población se encontraba en zonas dispersas y el 23% en centros poblados. Aproximadamente, el 46% de la población rural del país se concentraba en la zona Andina principalmente en zona dispersa, seguido de las zonas Caribe y Pacífica con el 23,2% y 22% respectivamente; igualmente, cerca de 8,6 millones de personas habitaban en la zona rural de municipios categoría 6, es decir el 79% del total de la población rural. Por otra parte, de acuerdo con el censo poblacional DANE 2005, se estima que la cobertura nacional de servicio de acueducto para el área rural era del 45%, lo que significa que cerca de 6 millones de habitantes no poseen agua potable en la zona rural; a lo largo del territorio nacional existen poblaciones que se localizan a las afueras de las ciudades y por este motivo el acceso al agua es limitado llevándolos a hacer puntos de captación irregular del agua ya que en muchos casos las entidades encargadas de conceder los permisos no llegan hasta estos lugares por el mismo hecho de estar alejados del perímetro urbano, a estos puntos de captación se los denomina sistemas de abastecimiento de agua rural.

La cita anterior muestra que a medida que la población crece, con ella aumenta la necesidad de abastecimiento de agua y cada vez es mayor la dificultad de control por parte de las instituciones gubernamentales en el tema de aprovechamiento de los recursos naturales. En el caso específico del aprovechamiento del recurso en los

---

<sup>1</sup>COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). Censo (2005).

acueductos, es de especial cuidado el tema de operación, mantenimiento, funcionamiento y control.

En el departamento del Putumayo, este recurso se presenta de manera abundante, lo que se puede evidenciar mediante presencia de varias cuencas hidrográficas que lo bañan, sin embargo, a pesar de la abundancia no es aprovechado de manera sostenible. Las poblaciones en su afán de autoabastecerse contaminan los cuerpos de agua por el vertimiento directo de redes de alcantarillado y de aguas pluviales las cuales no han sido sometidas a ningún tipo de tratamiento, de tal manera que son vertidas directamente a las cuencas hidrográficas afectando así la calidad del líquido.

En el caso específico del sector rural del municipio de Mocoa, según datos suministrados por CORPOAMAZONÍA<sup>2</sup> “En las comunidades rurales el abastecimiento de agua se hace a través de la captación directa de fuentes de agua cercanas a las viviendas o por mecanismos como la acumulación de aguas lluvias o acueductos veredales”. De la misma manera en el PBOT del municipio se afirma que “cerca del 50% de veredas tienen acueducto, mientras que el otro 50% tienen sistemas individuales y parciales de acueducto, con transporte por mangueras o la utilización de aljibes<sup>3</sup>”.

Lo anterior evidencia que las poblaciones necesitan del recurso hídrico para sus actividades, pero también se hace necesario que se les brinde asesoría y seguimiento a sus sistemas de captación para evitar problemas referentes a la calidad de agua que se consume, el funcionamiento de sus redes, la operación y el mantenimiento. A la problemática anterior se le suma que pese a los diferentes estudios, en el municipio de Mocoa, no se cuenta con información completa que facilite la intervención institucional en lo que tiene que ver a la cantidad de acueductos rurales; la legalidad de los predios en los que se encuentran las bocatomas y tanques de almacenamiento, la caracterización dichos sistemas, la valoración ambiental de las fuentes hídricas abastecedoras, las condiciones en las que la población está recibiendo el servicio, la calidad del servicio, la continuidad, las tarifas, la administración y

---

<sup>2</sup>CORPOAMAZONIA. Municipio de Mocoa. Recuperado: ([http://www.corpoamazonia.gov.co/region/Putumayo/Municipios/Ptyo\\_Mocoa.html](http://www.corpoamazonia.gov.co/region/Putumayo/Municipios/Ptyo_Mocoa.html))

<sup>3</sup> MOCO. PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO. Componente rural. P. 13

el cumplimiento exigido por las autoridades competentes como es el caso de CORPOAMAZONÍA en términos de concesión y vertimiento del sector rural del municipio.

Ante la falta de información, las instituciones han ido perdiendo el control sobre el uso que se le da al recurso hídrico desde el sector rural, lo que puede traer como consecuencia el aprovechamiento ilegal de los recursos naturales. Las juntas administradoras de estos acueductos no cuentan con herramientas técnicas a la hora de tomar decisiones en lo que tiene que ver con la infraestructura y la gestión de proyectos que mejoren las condiciones en las que la comunidad viene recibiendo el servicio. Sin la información necesaria no puede haber inversión planificada ni control institucional, esto sin contar las condiciones ambientales a las que se vienen exponiendo las microcuencas abastecedoras como son la calidad cada vez menor del agua y la pérdida de los caudales y aunque en el municipio de Mocoa la calidad del agua es un tema incipiente tanto en lo urbano como en lo rural, se puede dar el caso de un impacto negativo en la salud de las poblaciones rurales por las condiciones anteriormente citadas.

En vista de la problemática anterior, se hace necesario elaborar un documento en que se establezcan la cantidad de acueductos rurales, las condiciones técnicas y ambientales en las que se encuentran, en lo que tiene que ver con la operación, mantenimiento, funcionamiento y control, documento que permitirá el control por parte de las instituciones y el acercamiento entre los gobiernos locales y las Juntas administradoras locales del sector rural, atendiendo a la vez a las necesidades manifiestas y agendadas del Programa de Abastecimiento de agua y Saneamiento básico en zonas rurales de Colombia, el cual en uno de sus objetivos considera necesario incrementar la cobertura de agua potable y saneamiento en comunidades rurales, bajo criterios de sostenibilidad operativa y financiera. El enfoque será incentivar y consolidar esquemas de gestión comunitaria de los sistemas, bajo criterios de sostenibilidad operativa y financiera, incluyendo la evaluación de esquemas de apoyo post construcción a las empresas comunitarias que se conformen para la administración y operación de los servicios. Así mismo, garantizar la efectiva conexión de los servicios por parte de las familias, el programa financiará la implementación de conexiones intradomiciliarias de agua potable y alcantarillado.

## 1.2 **Objetivos**

1.2.1 *Objetivo general.* Analizar las condiciones técnico-ambientales de los acueductos rurales que abastecen la población de las 52 veredas reconocidas en el PBOT del municipio de Mocoa departamento del Putumayo.

### 1.2.2 *Objetivos Específicos*

1. Caracterizar los acueductos rurales del municipio de Mocoa
2. Evaluar las condiciones técnico-ambientales de los acueductos rurales del municipio de Mocoa
3. Diseñar un plan de acción que permita proponer alternativas para el mejoramiento de las condiciones técnico-ambientales de los acueductos rurales del municipio de Mocoa.

## 1.3 **Justificación**

El proyecto Condiciones técnico-ambientales de los acueductos rurales del municipio de Mocoa, se justificó mediante la Resolución 1096 de 2000, sobre el Reglamento Técnico del sector de agua Potable y Saneamiento básico RAS 2000 (Título I) establece el componente ambiental y fichas técnicas de buenas prácticas para los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo. De la misma manera se cita el Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000 (Título B), en el que se establece los criterios básicos y requisitos técnicos mínimos que deben cumplir las captaciones de agua subterránea.

Los acueductos juegan un papel importante en el momento de suministrar el agua a las poblaciones ya sean urbanas o rurales, lastimosamente en la actualidad Colombia presenta problemas debido a la falta de compromiso de sus gobernantes hacia sus pobladores y a la poca sensibilización por parte de las comunidades. Esta investigación brinda información detallada de los acueductos rurales del municipio de Mocoa, en cuanto a la identificación, la caracterización y las condiciones técnico y ambientales en las que se encuentran, lo que permite a las instituciones competentes tener información actualizada frente a la legalidad e

ilegalidad de los mismos, favoreciendo no solo el control sino la priorización de proyectos que atiendan a la necesidad de funcionamiento, mantenimiento, operación y servicio.

CORPOAMAZONÍA cuenta con un documento que contiene una línea base de las veredas que están aprovechando el recurso hídrico, lo que a la vez permite el acercamiento de la institución a la comunidad para que de común acuerdo se adelantes las acciones pertinentes.

La comunidad a través de la legalización de sus acueductos tendrá a su disposición el acompañamiento institucional en lo referente a la operación de sus sistemas, el mantenimiento y la asesoría también en lo que tiene que ver con el estado del agua que consume lo que conlleva al mejoramiento de la calidad de vida.

Los estudiantes investigadores de este proyecto, tuvieron la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en el aula de clase y el ejercicio del trabajo comunitario como una herramienta útil para entender y generar alternativas para solucionar los problemas ambientales que se presentan en los diferentes territorios.

Al Instituto Tecnológico del Putumayo le queda un documento de línea base que permite que los estudiantes que están en proceso de graduación, realicen sus trabajos de grado desde las diferentes disciplinas, en el mejoramiento de las condiciones de vida de estas comunidades.

#### **1.4 Diseño Metodológico**

**1.4.1 Tipo de investigación.** La presente propuesta se enmarcó en el diseño de investigación mixto con enfoque descriptivo analítico, se recogieron datos cualitativos de la población en estudio y fue necesario utilizar la estadística para establecer las características generales de la población, las problemáticas ambientales de los acueductos visitados, y la verificación en campo de la infraestructura de los diferentes sistemas de abastecimiento.

**1.4.2 Línea de investigación.** Prevención y control de la contaminación ambiental

**1.4.2.1 Sublínea.** Educación para la cultura del agua

**1.4.3 Población.** Acueductos rurales del municipio de Mocoa

1.4.4 **Muestra** Acueductos rurales de las 52 veredas reconocidas en el PBOT(2008) del municipio de Mocoa

1.4.5 **Técnicas de recolección de información.** Se revisaron fuentes bibliográficas como; el Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Mocoa, para ubicar las veredas que se encuentran legalizadas y su localización, el Plan Maestro de acueductos y Alcantarillados de la alcaldía municipal para observar el estado actual y la proyección de acueducto y alcantarillado del municipio y el documento de concesión y vertimiento del sector rural del municipio de Mocoa, para identificar los acueductos que se encuentran legalizados, los documentos que reposan en la oficina del Plan Departamental de Agua con el fin de conocer los proyectos que se han adelantado en este tema y los recursos asignados, los estudios de calidad de agua que se le han realizado a las diferentes fuentes hídricas.

1.4.5.1 **Fase I Descriptiva.** Recolección de Información de campo. Se realizaron recorridos por las 52 veredas que componen el municipio, para ello se georreferenciaron las bocatomas utilizando un GPS. Posteriormente se aplicó una entrevista estructurada a los presidentes de los acueductos, para conocer la fecha construcción y operación del acueducto, la fuente hídrica de captación, las fortalezas y debilidades que tiene como prestador del servicio de acueducto rural, el conocimiento de la normatividad referente a la prestación de este servicio y las limitaciones que tienen, la legalidad, los permisos de concesión de agua, si el acueducto cuenta con planes de operación y mantenimiento, si cuentan con un programa de uso eficiente del recurso, la sensibilización de la comunidad frente a las tarifas, si hay planes de emergencia y contingencia y por último sobre los registros de monitoreo de calidad de agua.

Se concertó con el presidente de la JAC, el permiso para lograr el acercamiento con la comunidad, con la cual se trabajó una encuesta estructurada que permitió establecer el conocimiento que tienen acerca del manejo y aprovechamiento del recurso hídrico, las tarifas que pagan, a quién le pagan, la satisfacción frente al servicio que les presta el acueducto y las principales problemáticas ambientales. Con el censo poblacional entregado por los presidentes de las juntas administradoras, se sacó la muestra representativa para la encuesta, para ello, se utilizó el método aleatorio simple.

## Muestra:

1.4.5.1.1 *Determinación de la muestra.* Para determinar el número de viviendas objeto de estudio a las cuales se les aplicó las diferentes encuestas, se tomó el censo poblacional proporcionado por los presidentes de la JAC con los requerimientos de la siguiente fórmula estadística del sistema aleatorio simple así:

$$n: \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{(N-1) \times e^2 + Z^2 \times P \times Q}$$

N = Universo:

n= Tamaño de la muestra

Z= Nivel de confianza

P= Probabilidad a favor

Q= Probabilidad en contra

E = Error de estimación

Entonces

$$n = \frac{(1,95)^2 \times (0,5) \times (0,5) \times (1848)}{(1848 - 1) \times (0,05)^2 + (1,95)^2 \times (0,5) \times (0,5)}$$

$$n = \boxed{= 315}$$

Para cerrar esta primera fase, la información obtenida de las instituciones se analizó y se corroboró con la encontrada en campo. Las encuestas se tabularon e interpretaron de manera que se obtuvo la información referente a la cobertura, continuidad, tarifas y calidad del servicio, por medio de la matriz denominada datos de los acueductos rurales visitados, como se puede observar en el cuadro 1.



Vereda	Año de construcción	Administración del acueducto	Fuente de captación	Planta de Tratamiento	Población abastece	Horas de servicio	Tarifas mensuales

Cuadro 1. Matriz información de acueductos rurales visitados

Fuente: Este trabajo

1.4.5.2 **Fase II Diagnóstica.** En esta segunda fase en la que se divide el proyecto, se evaluaron las condiciones técnico ambientales de los acueductos, para ello se realizaron las visitas de campo orientadas a la observación y evaluación de la infraestructura de los acueductos. Para la evaluación se tuvo en cuenta el mantenimiento y limpieza y el mantenimiento preventivo y correctivo que se le puede realizar a cada uno de los componentes del sistema y para finalizar se hizo la medición de los caudales de las fuentes hídricas de captación.

Se tuvo el acompañamiento de los presidentes de acueductos para subir a las bocatomas, las cuales se encontraban a dos o tres horas de la vereda. Se realizó el proceso de observación y se evaluó atendiendo a lo que se establece en la RAS 2000.

Para el registro de la información obtenida durante la visita a la bocatoma se hizo uso de la matriz del cuadro 2.

VEREDA	ACUEDUCTO	ADUCCIÓN	BOCATOMA	REJILLAS	DESARENADOR	PLANTA DE TRATAMIENTO	TANQUE DE ALMACENAMI	RED DE CONDUCCIÓN	RED DE DISTRIBUCIÓN	ESTADO

Cuadro 2. Matriz evaluación de la infraestructura de los acueductos rurales. Fuente: Este trabajo

1.4.5.2.1 **Medición de caudal.** Aplicación del Método Molinete (Global FlowProbe modelo FP201)

Se estableció la sección transversal de control en la que se realizó el aforo. Para seleccionar la sección transversal del canal que se tomó. Para el aforo, se estimó las siguientes condiciones:

- a) No deben existir obstáculos sobre la corriente que alteren el paso del agua.
- b) Seleccionar una sección en la que las orillas del canal sean paralelas.
- c) Evitar secciones con presencia de excesiva turbulencia.

Procedimiento:

Se tendió una cuerda sobre el canal, que señaló la sección transversal de control seleccionada. Esta cuerda debe permanecer amarrada firmemente a las orillas del canal, de manera que se evite cualquier desplazamiento de la misma. Para facilitar la determinación de los puntos de medición de velocidad de la corriente, esta cuerda puede tener marcaciones cada metro o medio metro. Si no es posible tender esta cuerda, se debe tomar como referencia algún objeto ubicado en las orillas del canal, para verificar en el desarrollo del aforo la localización de la misma. Tomando como referencia la cuerda tendida sobre el canal, se mide

con la cinta métrica el ancho del mismo. Se establece el número y espaciamiento entre los puntos en los que se medirá la velocidad del agua con el molinete.

Los datos obtenidos se llevan a la fórmula de caudal propuesta por Ven te Chow para canales irregulares que es la siguiente:

$$Q=(2/3 \times T \times y) \times V$$

Donde:

T= Ancho del canal

Y= altura (nivel del agua medido desde el fondo hasta la superficie)

V= la velocidad obtenida con el molinete.

Los datos se registraron en la siguiente tabla.

UENCA:	Frecuencia caudal		Frecuencia de muestra	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Periodicidad				

Tabla 1. Tabla de frecuencia medición de caudales

Fuente: Este estudio

Una vez obtenidos los resultados de las condiciones técnico-ambientales de los acueductos rurales, se propusieron algunas acciones enfocadas hacia el mejoramiento en la infraestructura, funcionamiento y mantenimiento de los acueductos, para ello se tendrá en cuenta el cumplimiento de la normatividad ambiental según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable Y Saneamiento Básico del Ministerio de desarrollo económico. (RAS 2000).

VEREDA	PERMISOS	DEBILIDADES		ACCIONES	OBSERVACIONES
	N° REGISTRO	INFRAESTRUCTURA			

Cuadro 3. Matriz. Plan de mejoramiento acueductos rurales del municipio de Mocoa.  
Fuente: Este trabajo

## 2. GENERALIDADES SOBRE LOS ACUEDUCTOS RURALES

Un acueducto es un sistema o conjunto de sistemas de irrigación, que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que ésta es accesible en la naturaleza, hasta un punto de consumo distante.

Cualquier asentamiento humano, por pequeño que sea, necesita disponer de un sistema de aprovisionamiento de agua que satisfaga sus necesidades vitales. La solución más elemental consiste en establecer el poblamiento en las proximidades de un río o manantial, desde donde se acarrea el agua a los puntos de consumo<sup>4</sup>.

Para el presente trabajo se manejarán como acueductos rurales aquellos en los que se tiene en cuenta la clasificación de suelos que hace la ley 388 de 1997 en su artículo 33, en el que se manifiesta: Suelo *rural*. “Constituyen esta categoría los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas”<sup>5</sup>.

### 2.1 Caracterización de los acueductos visitados

Las veredas visitadas fueron; Osococho, Condagua, Fronteriza del Paisaje, Ticuanayoy, Las Toldas, Monclart, Pueblo Viejo, Los Guaduales, San Antonio, Campucana, Galicia, San Martín y Alto Afán. Del grupo anterior se sacó el objeto de estudio, el cual sería el número de veredas que tuvieran acueducto. Esto se evidencia en el cuadro 4.

---

<sup>4</sup>LAJO PEREZ, Rosina- 1990, Acueducto <https://es.wikipedia.org/wiki/Acueducto>

<sup>5</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE COLOMBIA, 1997, Ley 388 - 1997, artículo 33. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones.

Vereda	Año de construcción	Administración del acueducto	Fuente de captación	Planta de Tratamiento	Población abastece	Horas de servicio	Tarifas mensuales
<b>Osococha</b>	N/A	Un usuario por mes	N/A	N/A	32 familias	24	No
<b>Condagua</b>	2001	J.A.C	La Escalera	Tratamiento Físico	26 familias	24	No
<b>Fronteriza del paisaje</b>	S/I	cauca	El Descanso	S/I	7 familias	24	3000
<b>Ticuanayoy</b>	2000	J.A.C	Cuscunguyaco	Tratamiento físico	55 familias	24	No
<b>Las Toldas</b>	SOLUCIONES INDIVIDUALES 36 Familias						
<b>Monclart</b>	SOLUCIONES INDIVIDUALES, La bocatoma y las redes de aducción fueron destruidos por una avalancha sobre la fuente Abastecedora. 42 familias						
<b>Pueblo viejo</b>	S/I	J.A.C	El Almorzadero	Tratamiento físico	120 familias	24	No
<b>Los Guadales</b>	S/I	Barrios Unidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taruquita</li> <li>• Conejo</li> <li>• Coneja</li> </ul>	Tratamiento físico	52 familias	24	10.000
<b>San Antonio</b>	2000	J.A.C	Taruquita-conejo-coneja	Tratamiento físico	19 familias	24	No
<b>Campucana</b>	2011	J.A.C	Conejito		5 familias	24	NO

<b>Galicia</b>	Según información de presidentes de J.A.C la vereda no existe						
<b>San Martín</b>	SOLUCIONES INDIVIDUALES 18 familias						
<b>Alto Afán</b>	2002	Aguas Mocoa	El Almorzadero	Tratamiento físico	75 familias	24	NO

Cuadro 1. Matriz información de acueductos rurales visitados. Fuente: Este trabajo

Las veredas objeto de estudio fueron; Condagua, Ticuanayoy, San Antonio y Campucana.

Osococho y Pueblo Viejo, aunque contaban con acueducto propio, en la primera la gobernadora no autorizó la entrada a su vereda para recoger la información de la encuesta ni el paso para la evaluación de su sistema de acueducto, en la segunda el presidente de la Junta de Acción Comunal, no permitió recolectar información por medio de la encuesta, pero si fue posible subir a la bocatoma.

En el caso de veredas como Fronteriza del paisaje, no tienen acueducto propio, siete familias obtienen el servicio de la vereda contigua que pertenece al departamento del Cauca, y once familias más cuentan con soluciones individuales.

Las veredas Las Toldas, San Martín y Monclart, tienen soluciones individuales para suplir sus necesidades, la primera nunca ha tenido un acueducto, al igual que San Martín a diferencia de la vereda Monclart que tuvo uno, pero en junio del 2015, una avalancha que cayó sobre la quebrada la Chapulina, que es la fuente que los abastecía, destruyó la bocatoma, la línea de aducción y el caudal se desvió, el acueducto quedó fuera de servicio.

Las veredas Alto Afán, los Guadales y parte de la vereda San Antonio reciben el servicio de los acueductos que prestan el servicio a la zona urbana del municipio de Mocoa, en el caso de Alto Afán el acueducto del Almorzadero, las otras dos veredas el acueducto de Barrios Unidos.

Por último está la vereda Galicia, que por información de los presidentes de Junta de Acción Comunal de las veredas San Antonio y Campucana, manifestaron que ésta se trataba

de un sector intermedio de las dos veredas que se llamó así, pero que en el momento no es reconocida como vereda. En la alcaldía Municipal suministraron un mapa donde aprecia la vereda, y al confirmar la ubicación ésta se encontraba en territorio de las veredas San Antonio y Campucana como lo manifestaron los presidentes de Junta. Ver figura 1.

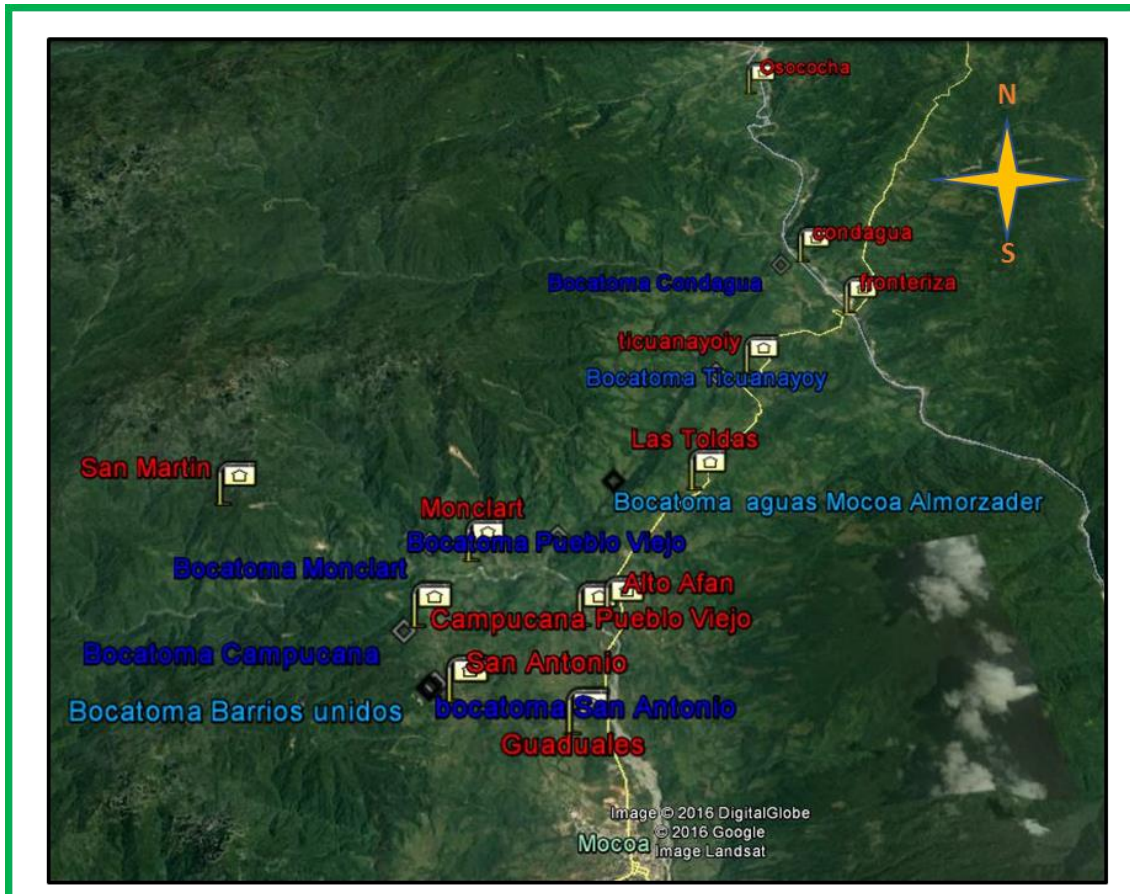


Figura 1 Ubicación geográfica de las veredas y las bocatomas. Fuente: google earth



VEREDA	ACUEDUCTO	ADUCCIÓN	BOCATOMA	REJILLAS	DESARENADOR	PLANTA DE TRATAMIENTO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	RED DE CONDUCCIÓN	RED DE DISTRIBUCIÓN	ESTADO
CONDAGUA	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	REGULAR
Ticuanayoy	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	REGULAR
San Antonio	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	REGULAR
Campucana	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	BUENO

Cuadro 2. Matriz evaluación de la infraestructura de los acueductos rurales. Fuente: Este estudio

2.1.1 **Acueducto de la vereda Condagua.** La vereda Condagua se encuentra localizada al noroccidente del municipio de Mocoa, aproximadamente a 30 minutos de distancia. Pertenece a las zonas de reserva de la etnia Inga, en la actualidad el presidente de la junta de acción comunal es el señor Fidencio Chanchi, quien al momento de la entrevista manifestó no tener mayor conocimiento del acueducto por lo que remitió al señor Aníbal Ordoñez. La vereda está conformada por 38 familias las cuales se abastecen de la quebrada la Escalera mediante sistema de tratamiento físico. La planta de tratamiento se encuentra conformada por los siguientes componentes:

2.2.1.1 **Bocatoma.** La captación se encuentra localizada en las siguientes coordenadas N. 1°17'22.5" y w. 076°35'38.4", el caudal de la fuente hídrica que alimenta el sistema de tratamiento de agua es de 0.048 m<sup>3</sup>/s en verano y 0.3 m<sup>3</sup>/s en temporada de invierno. Está conformado por: una bocatoma de concreto, con muros laterales encargados del encausamiento que conduce hacia la presa vertedero que posteriormente lleva a una cámara de recolección que funciona también como desarenador, el agua cruda es conducida por tubería de PVC de 3". Se evidencia en la figura 2.

El sistema no cuenta con rejillas, según el líder de la comunidad, ésta fue arrastrada por la corriente y no se ha instalado una nueva debido a que no cuentan con recursos económicos, la prestación del servicio es gratuita. En la tubería que sale de la cámara de recolección hacia el tanque de almacenamiento es de PVC de 3", se evidencia tramos de la tubería expuestos a la intemperie lo que la hace susceptible a daños, presenta fugas en las uniones.

2.2.1.1.1 **Cámara de recolección.** Esta estructura rectangular hecha en concreto, cuenta con una tapa en la parte superior que permite el acceso a la limpieza e inspección.

El estado de la estructura es bueno, sin embargo no cumple correctamente la función ya tiene que hacer las veces de desarenador, y el tiempo de retención no es suficiente, se suma a lo anterior, la falta de rejillas que permiten el paso de hojas y palos, lo que ocasiona taponamiento continuo y mala prestación del servicio, no hay continuidad, se hace más evidente en la temporada de lluvia.

2.2.1.1.2 **Tanque de almacenamiento.** Es una estructura cuadrada, se encuentra semienterrado, con una dimensión de 4x4 metros y una altura de 2 metros, la capacidad de almacenamiento es de aproximadamente de 32000 litros, cuenta con una tapa de acceso, no se observa ventilaciones, está en buenas condiciones para su funcionamiento, sin embargo hay presencia de musgo en sus paredes externas. Este tanque se alimenta con una tubería de 3" de diámetro proveniente de la cámara de recolección.

El predio donde se realiza la captación, es privado, de uso ganadero, por tanto alrededor de la bocatoma hay presencia de potreros, lo que deja desprotegida la zona, expuesta a deslizamientos y que en invierno la escorrentía arrastre hacia la fuente hídrica los

excrementos del ganado, se observó caída de palos y hojarasca al sistema de captación como se muestra a en la figura 2.



Figura 2. Captación en la quebrada La Escalera. Fuente: Este trabajo

2.1.2 **Acueducto de la vereda Ticuanayoy.** La vereda Ticuanayoy se encuentra localizada al norte del municipio de Mocoa, aproximadamente a 15 minutos de distancia del casco urbano, habitan 70 familias, según la presidenta de la junta de acción comunal de la comunidad la señora Elvia Cecilia Inchuchala , éstas se abastecen del sistema de tratamiento de agua de la vereda, cuentan con autorización para hacer solo uso doméstico. La planta de tratamiento se encuentra conformada por las siguientes estructuras:

2.1.2.1 **Bocatoma.** La captación está localizada en las coordenadas N.  $01^{\circ}15'24.3''$  y W.  $076^{\circ}36'45.1''$  Datum WGS84, el caudal de la fuente hídrica que alimenta el sistema de tratamiento de agua es de  $0.048 \text{ m}^3/\text{s}$  en verano y  $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$  en invierno. Está conformado por muros de encausamiento a lado y lado de la fuente, una presa vertedero, con rejilla que posteriormente lleva a una cámara de recolección que tiene dos tapas en concreto para su mantenimiento.

La tubería que sale del desarenador hacia el tanque de almacenamiento es de PVC de 3", se evidencia tramos de la tubería expuestos a la intemperie lo que la hace susceptible a daños, actualmente ésta se encuentra en regulares condiciones ya que se presentan fugas, lo que hace que la prestación del servicio sea deficiente.

**2.1.2.2 Desarenador.** El desarenador se encuentra construido en muros de concreto, recibe el agua cruda a través de tubería de 3" de diámetro, la estructura tiene las siguientes dimensiones 6,30 metros de largo, 1,50 metros de ancho y una altura de 2,30 metros. La parte superior se encuentra cubierta con estructura en cemento, con tapa de acceso para la limpieza, cuenta también con un tubo de ventilación en PVC de 3" de diámetro, en el costado derecho se encuentra ubicado un tubo en PVC de 3" para evacuar los excesos de agua. El estado de la estructura es muy bueno y cumple con el propósito para el cual fue construido.

**2.1.2.3 Tanque de almacenamiento.** Es de tipo semienterrado, de 4 por 4 metros relación ancho por alto y con una altura de 2 metros, la capacidad de almacenamiento aproximado de 32.000 litros, cuenta con una tapa de acceso, no se observa ventilaciones, la estructura como tal está en buenas condiciones pero el funcionamiento es deficiente, fue construido a una altura mayor a la del desarenador. El tanque de almacenamiento se alimenta con una tubería de PVC de 3" de diámetro proveniente del desarenador.

El predio donde se realiza la captación es privado, de uso agrícola, alrededor de la bocatoma hay presencia de cultivos de maíz, dejando desprotegida la zona, expuesta a deslizamientos y que en temporada de lluvia la escorrentía arrastre hacia la fuente palos y hojarasca al sistema de captación, se evidencia en la figura 3.



Figura 3 Bocatoma del acueducto de la vereda Ticuanayoy. Fuente: este trabajo

2.1.3 *Acueducto de la vereda San Antonio.* La vereda San Antonio se encuentra ubicada en la parte occidental del Municipio de Mocoa, está habitada por 62 familias, según información suministrada por el presidente de la Junta de acción Comunal el señor Iván Muñoz, de las cuales 19 que se encuentran cerca al sector de la escuela rural San Antonio se benefician del acueducto veredal, 29 familias ubicadas a orillas de la carretera y parte baja de la vereda se benefician del acueducto de Barrios unidos, y cinco más cuentan con soluciones individuales.

2.1.3.1 *Bocatoma.* En la visita realizada al acueducto rural de la vereda San Antonio, se encontró la bocatoma en coordenadas geográficas N 01°11'06,7" y W 76°40'53.5" Datum WGS84, es una zona de difícil acceso ya que está ubicada en la parte montañosa sobre la vereda y su acceso se realiza a pie, la bocatoma está diseñada a lo ancho de un arroyo el cual es tributario de la quebrada la Taruquita, con agua visualmente agradable por su claridad, y su cauce está sobre material rocoso lo que le favorece para que no presente señales de turbidez, esta zona es densamente poblada con especies florísticas característicos de la región de piedemonte Amazónico. A excepción de la bocatoma no se observa intervención antrópica a lo ancho y alto de la fuente. La información se evidencia en la figura

En cuanto a la medición de caudal arrojando una velocidad media de 0,27m/s y el área del corte transversal con medidas de 0,45metros de ancho por 0,05metros de alto en verano y 1,10 metros de ancho por 0,40 metros de alto en invierno.

2.1.3.1.2 **Desarenador.** Las estructuras allí encontradas son rudimentarias, diseñadas y construidas por la comunidad, constan de una bocatoma con dimensiones de 2,20 metros de ancho por 1,90 metros de alto, pegado a ésta, hay una estructura rectangular de 2,10 metros por 1,90 m con una altura de 1,70 metros, sin tapa que funciona como desarenador. La línea de aducción del sistema es básicamente un tubo de 3 pulgadas en PVC con una longitud de apenas unos cincuenta centímetros de largo.

Seguido se encuentra la línea de conducción que es igualmente un tubo de tres pulgadas, en el extremo tiene un tarro con huecos que funciona como filtro o rejillas con el fin de evitar la entrada de hojas o cualquier otro material grueso al sistema, éste conduce el líquido al tanque de almacenamiento.

2.1.3.1.3 **Tanque de almacenamiento.** Está ubicado aproximadamente a seiscientos metros abajo, se trata de una estructura en concreto de 2,60 metros de ancho por 2,60 metros de largo y altura de 1,70 metros, con capacidad aproximada de 11.000 litros de agua.

De aquí en adelante la línea de distribución sale del tanque en tubería de dos pulgadas para entregar a las líneas domiciliarias en tubería de media pulgada.

El estado en general del acueducto según lo observado durante la visita es regular, con falta de técnicas de diseño, esto se evidencia en el sistema de rejillas o filtros que posee, durante el recorrido se observaron en varios partes fugas lo que demuestra las malas condiciones de las tuberías debido a su exposición en varios tramos, a las condiciones ambientales, no se encuentran enterrados como lo establece el RAS 2000, o la falta de mantenimiento por parte de personal técnico, este acueducto no cuenta con un fontanero debido a que el servicio se presta de manera gratuita lo que hace que no exista un fondo destinado para el pago de este servicio.

2.1.3.1.4 **Tratamiento.** Este sistema cuenta solo con sistema de tratamiento físico, en el caso del desarenador, no hay sistema de tratamiento químico por lo que el agua que suministra a las viviendas es cruda.



Figura 4. Bocatoma del sistema de acueducto de San Antonio. Fuente: este trabajo

2.1.4 **Acueducto de la vereda Campucana.** La vereda Campucana se encuentra ubicada en la parte occidental del municipio de Mocoa, en seguida de la vereda San Antonio, está habitada por 22 familias, según información suministrada por el presidente de la Junta de acción Comunal el señor Arístides Pérez, de las cuales cinco familias se benefician de este acueducto y las demás cuentan con sistemas individuales conectados de los diferentes arroyos presentes en el sector.

2.1.4.1 **Bocatoma.** En la visita realizada al acueducto, se encontró la bocatoma en coordenadas N 01°11'50,4" y W 76°41'12,6" Datum WGS84, es una zona de difícil acceso ya que está ubicada en la parte montañosa sobre la vereda y su acceso se realiza a pie, es una bocatoma de rejillas de 2,20 metros de ancho por 5.0 metros de largo y 1,30 metros de alto, diseñada en forma de canaleta Parshall lo que favorece las mediciones de caudal, con una

cámara de recolección de 1,30 metros de ancho por 1,30 metros de largo y 1,30 metros de altura con tapas en concreto, en la margen derecha de la fuente teniendo en cuenta la dirección natural del flujo, carece rejillas. La fuente abastecedora provee agua visualmente agradable por su claridad, y su cauce está sobre material rocoso lo que favorece para que no presente señales de turbidez, esta zona es densamente poblada con especies florísticas característicos de la región de piedemonte Amazónico. A excepción de la bocatoma no se observa intervención antrópica a lo ancho y alto de la fuente, véase figura 5.

La medición de caudal arrojó una velocidad media de 0,25 m/s y el área del corte transversal con medidas de 0,45 metros de ancho por 0,05 metros de alto en verano y 0,45 metros de ancho por 0,60 metros de alto en invierno. Los datos obtenidos se evidencian en la tabla 3.

2.1.4.1.1 **Desarenador.** De la cámara de recolección se desprende la línea de aducción en un tubo de tres pulgadas que conduce el líquido al desarenador el cual está aproximadamente 400 metros abajo, es una estructura construida en concreto de 4.0 metros de largo por 1.0 metro de ancho y una altura de 1,50 metros.

2.1.4.1.2 **Tanque de almacenamiento.** La línea de conducción continua, en tubería de tres pulgadas por otros 400 metros aproximadamente hasta el tanque de almacenamiento, estructura en concreto que se observa en buenas condiciones, con dimensiones de 2,40 metros de ancho por 2,50 metros de largo y altura de 2 metros, con capacidad aproximada para 12.000 litros de agua.

De aquí en adelante, la línea de distribución sale del tanque en tubería de tres pulgadas para entregar a las líneas domiciliarias en tubería de media pulgada. El estado en general del acueducto según lo observado durante la visita es bueno, las estructuras presentes están hechas recientemente, con algunas fallas como la falta de rejillas, pero en general se encuentra en buenas condiciones.

2.1.4.1.3 **Tratamiento.** Este sistema cuenta solo con sistemas de tratamiento físico, es el caso del desarenador, no cuenta con sistemas de tratamiento químico, el agua suministrada es cruda.





Figura 5. Bocatoma del sistema de acueducto de Campucana. Fuente: este trabajo

## 2.2 Evaluación del servicio de los acueductos visitados

2.2.1 *Caudal.* Con los datos obtenidos en la medición de velocidad y mediadas del corte transversal de la fuente se obtuvo los siguientes caudales.

CUENCA	FRECUENCIA CAUDAL	
	INVIERNO	VERANO
LA ESCALERA (Condagua)	0.185 m <sup>3</sup> /s	0.064 m <sup>3</sup> /s
CUSCUNGUYACO (Ticuanayoy)	0.3 m <sup>3</sup> /s	0.048 m <sup>3</sup> /s
S.N (San Antonio)	0.079 m <sup>3</sup> /s	0.0040 m <sup>3</sup> /s
Conejito (Campucana)	0.045 m <sup>3</sup> /s	0.0037 m <sup>3</sup> /s

Tabla 3. Frecuencia de medición de caudales. Fuente: este trabajo

Como se puede observar en la tabla 1, las fuentes hídricas de captación de los acueductos, son muy pequeñas, especialmente en las veredas San Antonio y Campucana, lo que afecta la cobertura y la continuidad del servicio, aquí se refleja la falta de planeación para la construcción de los acueductos, uno de los términos de referencia es que la fuente de

captación debe por lo menos tener un buen caudal, teniendo en cuenta la población., la proyección en el tiempo y el crecimiento poblacional como lo establece la RAS 2000 en el título B numeral 2.2. Se observó que para mantener la continuidad del servicio en la vereda Campucana, la bocatoma toma el 100% del caudal de la fuente yendo en contra de la normatividad y generando impactos negativos en los ecosistemas acuáticos presentes.

En tiempos de lluvia, el caudal aumenta de manera considerable, pero se tiene en contra la turbiedad que igualmente aumenta con la creciente de las fuentes. Por lo que se debe suspender el servicio para evitar la colmatación de los sistemas con los diferentes materiales de arrastre que se generan con las escorrentías.

**2.2.2 Satisfacción de los usuarios.** La evaluación de la satisfacción de los usuarios, se realizó por medio de una encuesta estructurada en la que se tuvo como indicadores los siguientes; la percepción del usuario frente al servicio de acueducto, el uso eficiente del agua, la calidad y cantidad y las problemáticas ambientales presentes en la vereda y alrededor de las bocatomas.

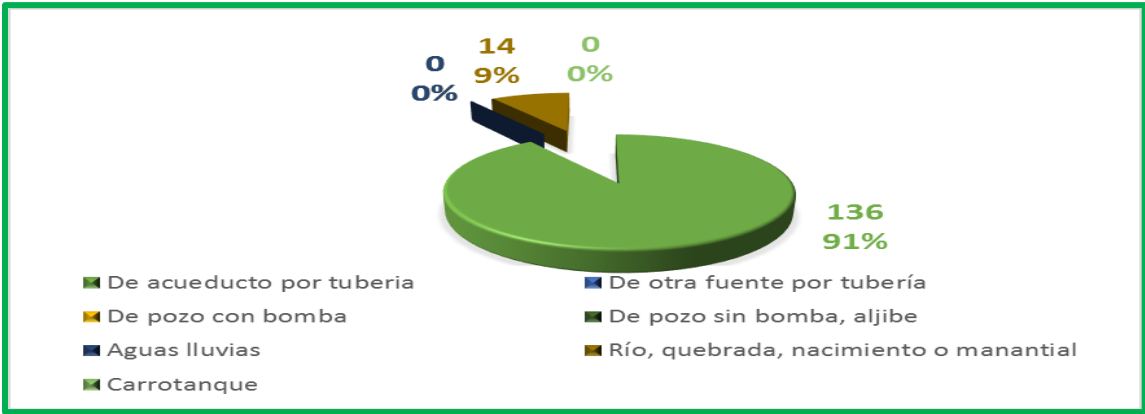
**2.2.2.1 Servicio de acueducto.** Teniendo en cuenta la Constitución Política de Colombia en el artículo 356 inciso 4 la cual establece “Los recursos del Sistema General de Participaciones de los departamentos, distritos y municipios se destinarán a la financiación de los servicios a su cargo, dándoles prioridad al servicio de salud, los servicios de educación, preescolar, primaria, secundaria y media, y servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico, garantizando la prestación y la ampliación de coberturas con énfasis en la población pobre”<sup>6</sup>.

Es evidente que en Colombia, los recursos están mal distribuidos en cuanto a servicios públicos y domiciliarios de agua potable, las comunidades visitadas no cuentan con análisis químicos o microbiológicos destinadas a identificar si los acueductos necesitaban plantas de tratamiento o no, los acueductos fueron diseñados e implementados por las comunidades con algunos recursos que en su momento les proporcionó la gobernación o la alcaldía, no hubo estudios previos que garantizaran la calidad del líquido proporcionado o la calidad de

---

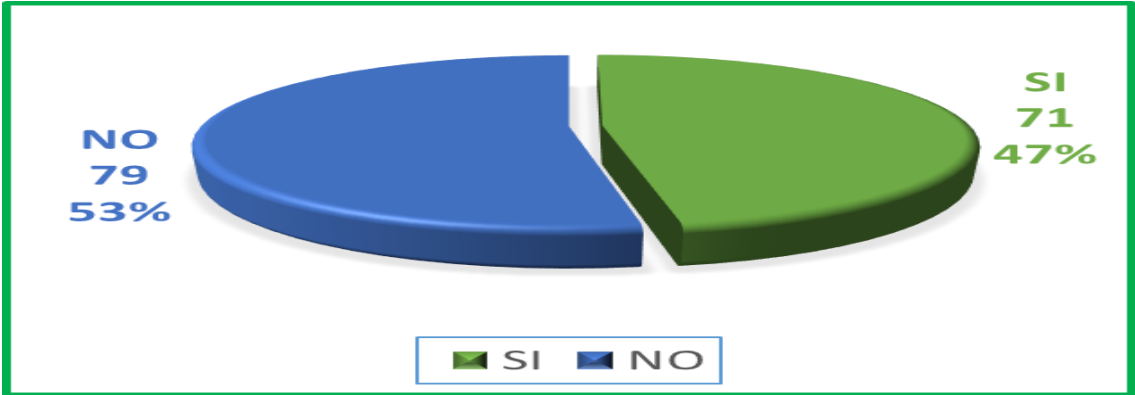
<sup>6</sup>COLOMBIA. CONSTITUCION POLÍTICA DE COLOMBIA, 1991- capítulo 4- DE LA DISTRIBUCION DE RECURSOS Y DE LAS COMPETENCIAS- art. 356- inciso 4

servicio que la comunidad merece, esto ha venido generando ciertas inconformidades y una resistencia a legalizarse, la información se puede observar en las gráficas 1,2,3,4,5 y 6.



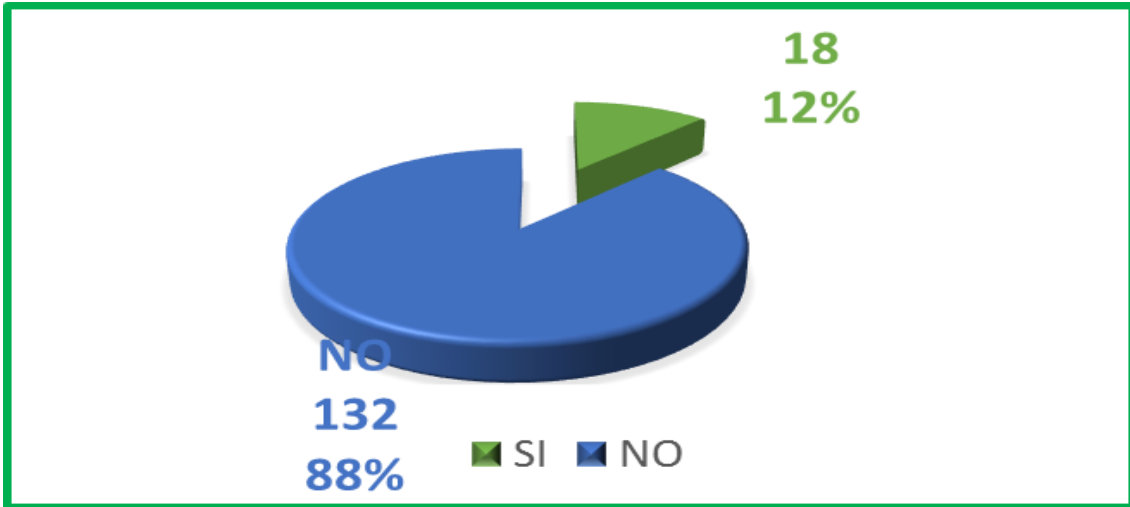
Gráfica 1 ¿De dónde obtiene la vivienda el agua para el consumo humano?

Un alto porcentaje de las familias en las comunidades rurales manifestaron obtener el agua para sus labores domésticas, por tubería, cuentan con su acueducto propio. Se han organizado y construido sistemas.



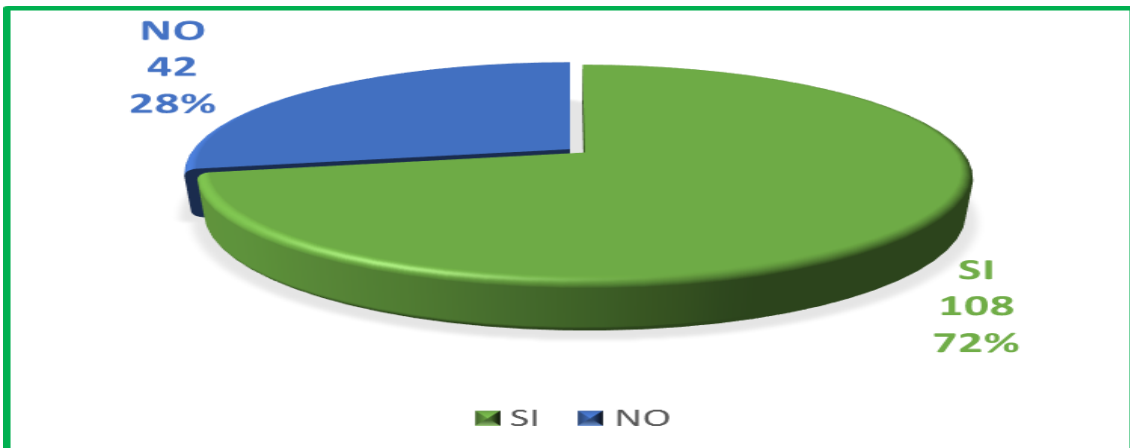
Gráfica 2 ¿Está usted satisfecho con el servicio que le presta el acueducto?

El 53% de la comunidad rural se queja de la calidad y cantidad de agua que llega a sus hogares, pero en general aprecian sus sistemas de acueducto, los cuales son fruto de sus esfuerzos, ya que, si no tuvieron que invertir económicamente, si tuvieron que dedicar días de trabajo para su construcción, el 47% se encuentra totalmente satisfecho.



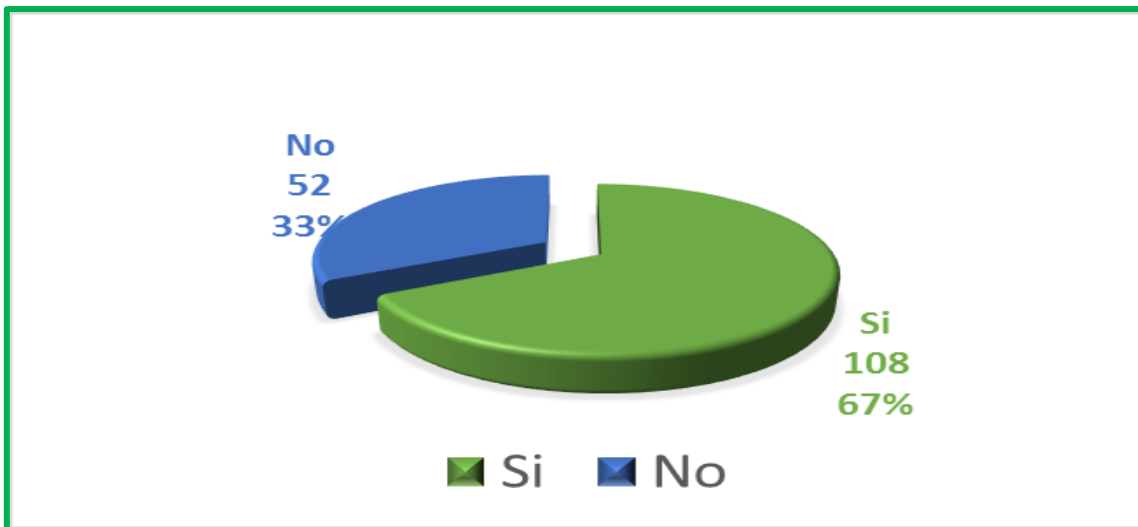
Gráfica 3 ¿paga usted alguna tarifa por el servicio de acueducto?

El 88% de los usuarios manifestaron que no se realiza ningún pago por el servicio, esto puede ser una de las causas de las deficiencias que presenta el acueducto, pues cuando se presenta un imprevisto no hay un capital con el cual se pueda remediar o cubrir el daño.



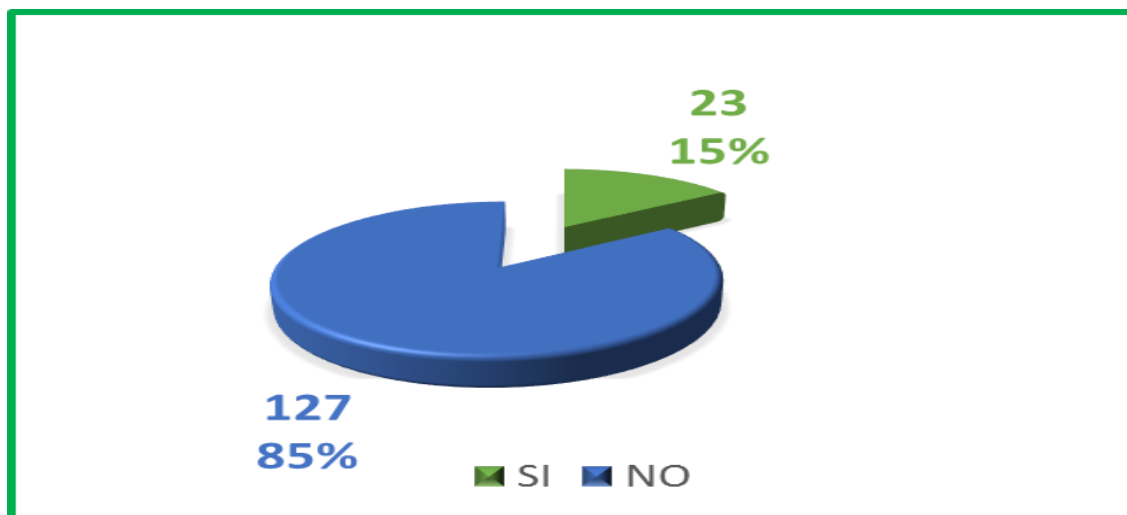
Gráfica No. 4 ¿Tiene usted servicio de agua las 24 horas del día, los siete días de la semana?

La continuidad del servicio se ve afectada en las temporadas de lluvias que son muy predominantes en la región lo que causa turbiedad, por tal motivo se debe suspender.



Gráfica. 5 ¿Se ha interrumpido el servicio?

Los usuarios manifestaron que si se interrumpe el servicio, debido a los imprevistos naturales, las condiciones en las líneas de conducción por la exposición al medio ambiente lo que hace que se deteriore con más rapidez o expuesta a rupturas por pisadas del ganado



Gráfica 6 ¿Hay tratamiento de agua?

Los usuarios manifiestan que no cuenta con un tratamiento, pero no tienen en cuenta el tratamiento físico, además la mayoría de los acueductos no tienen un registro de análisis de laboratorio que indiquen que se debe implementar tratamiento químico.

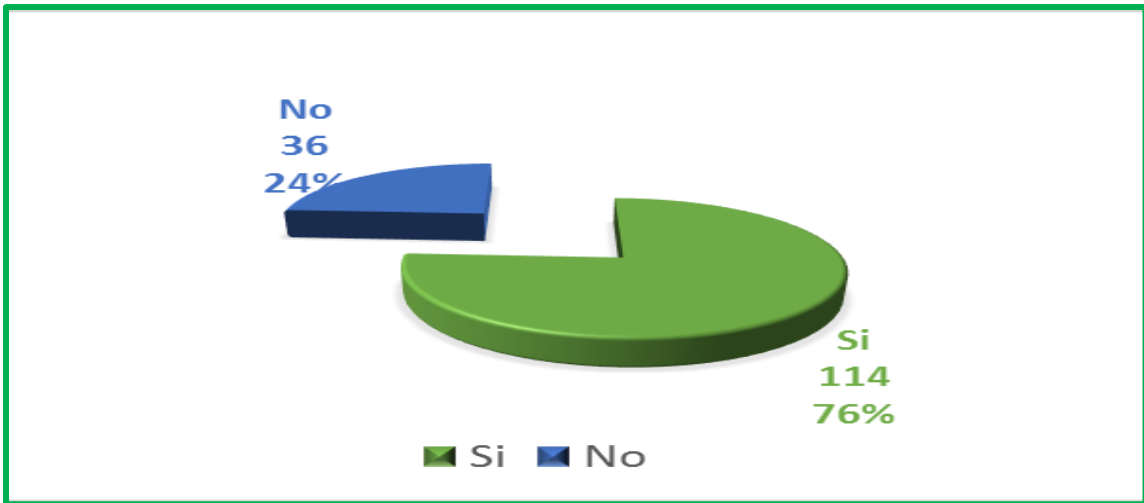
2.2.2.2 *Uso eficiente del agua.* Dentro de la ley 373 de 1997 se establece el programa para uso eficiente y ahorro del agua y en su artículo primero manifiesta que todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende 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”<sup>7</sup>.

Además de ir incluido en la planeación para la elaboración de los acueductos manifiesta que este programa debe ser aprobado y vigilado por las Corporaciones Autónomas Regionales, debe ser quinquenal y basado en la oferta hídrica de las fuentes abastecedoras proyectadas, sin embargo en las comunidades se observa un alto desconocimiento sobre el programa de uso eficiente y ahorro del agua, tal vez debido al poco acercamiento de las instituciones y la falta de planeación en la realización de los diferentes acueductos teniendo en cuenta que la norma es del año 1997 y la mayoría de los acueductos en que se trabajó fueron construidos después de año 2000.

Para el concepto se tuvo en cuenta los siguientes indicadores; tanque de almacenamiento, número de llaves en la vivienda, número de llaves en mal estado, percepción frente al cuidado del agua y actividades que realiza, finalmente, si en la vereda hay un programa de uso eficiente del agua que se maneje desde el acueducto. La información recogida se observa en las gráficas 7,8, 9, 10,11 y 12.

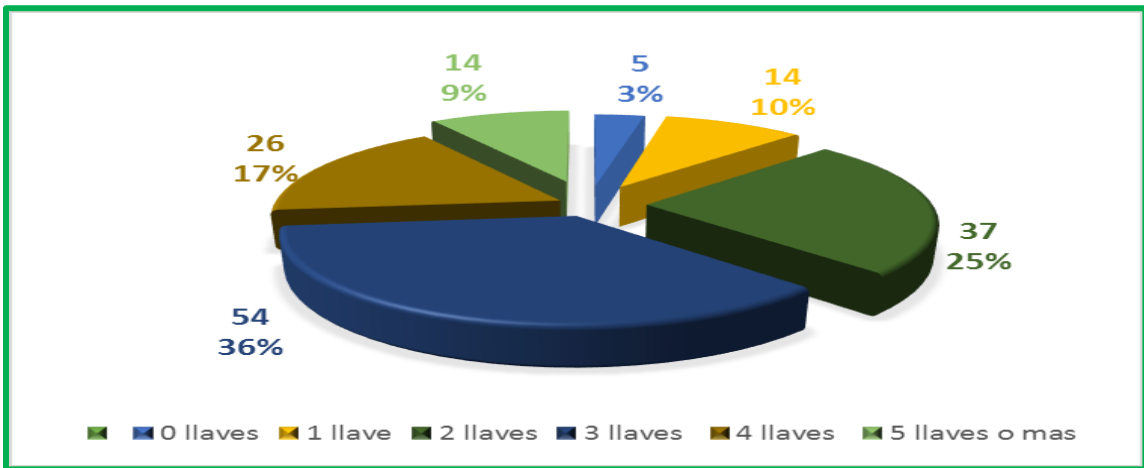
---

<sup>7</sup>Ley 373, 1997, Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua, art.1



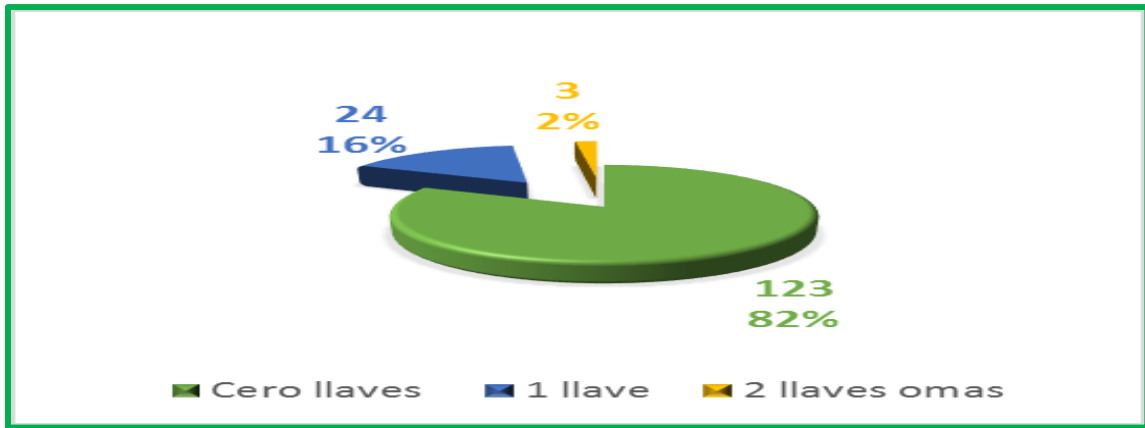
Gráfica 7. ¿Tiene tanque de almacenamiento de agua en su casa?

Un alto porcentaje de los encuestados manifestaron contar con este elemento, dicen que es muy necesario por los continuos cortes en el servicio por lo que deben mantener aprovisionamiento disponible.



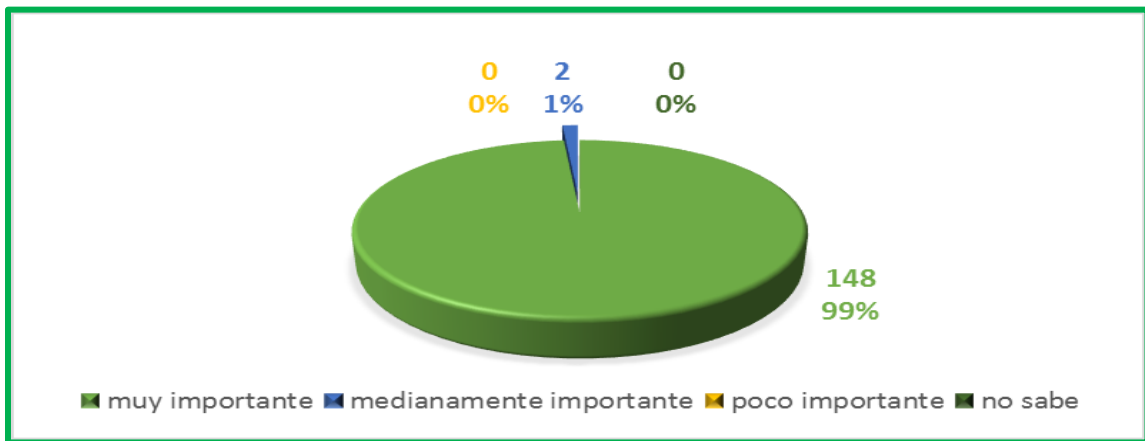
Gráfica 8. ¿Cuántas llaves hay en su vivienda?

La respuesta más frecuente fue que en sus viviendas tienen dos, tres y cuatro llaves, sólo el 3% manifestó que no tienen en sus residencias este tipo de accesorio para el control y uso eficiente del agua.



Gráfica 9. ¿Cuántas hay en mal estado o goteando?

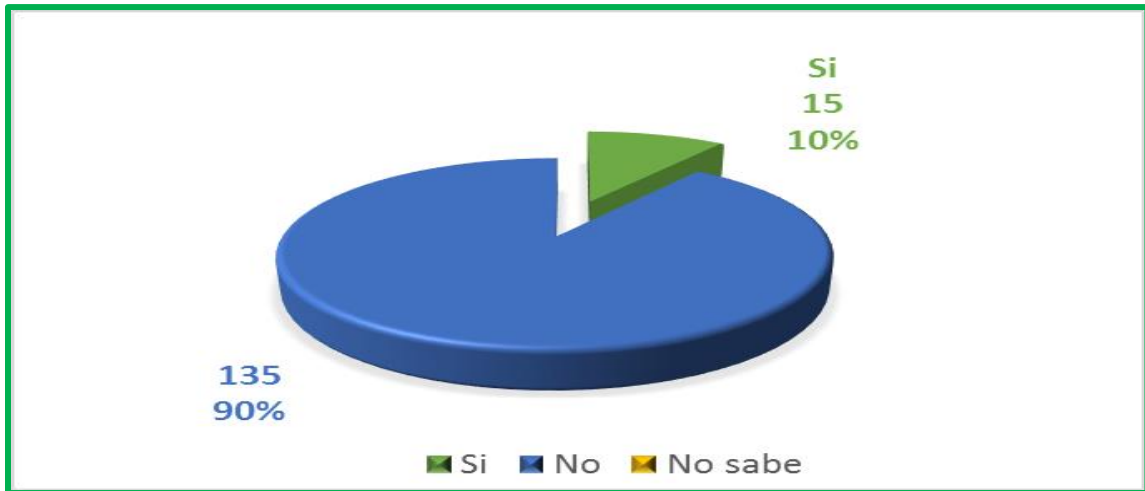
Aunque el 82% de los encuestados manifestó no tener llaves en mal estado, hubo quienes afirmaron tener una o dos goteando, sin embargo en los comentarios que se escucharon de la comunidad, admitían que la falta de mantenimiento en las llaves de los hogares era una de las causas más frecuentes en el desperdicio de agua y en casos más graves que alguno hogares no cuentan con estos elementos.



Gráfica 10. ¿Considera usted que el uso eficiente del agua es?

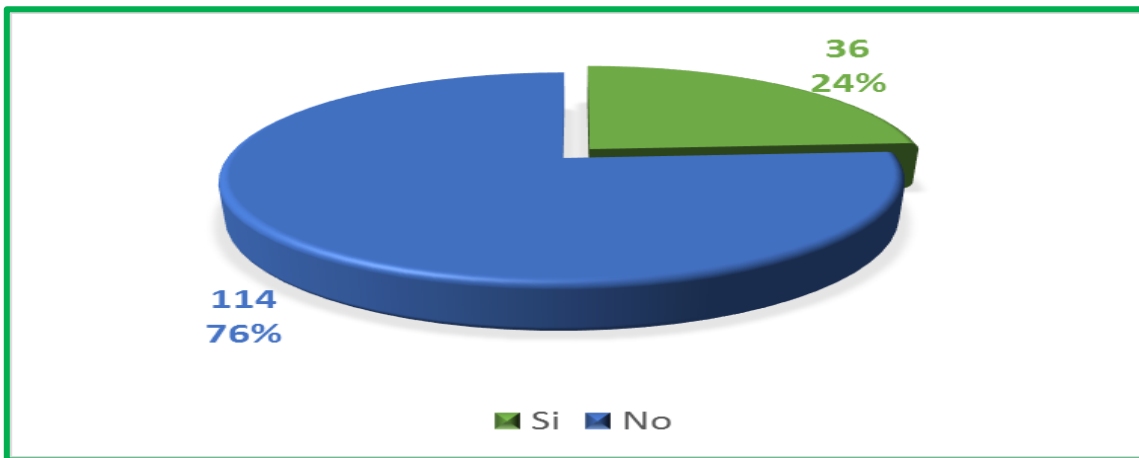
Con el alto porcentaje de usuarios que respondió que es muy importante el uso eficiente del agua se podría decir que tienen un gran compromiso en dar un uso adecuado al recurso, sin embargo, cuando manifestaron tener llaves en mal estado o que no cuentan con este accesorio la respuesta puede tener otra interpretación.





Gráfica 11. ¿Existe un programa de uso eficiente en la vereda?

El 90% de los encuestados manifestaron que no hay un programa de uso eficiente del recurso hídrico, esto puede deberse que en el municipio se cree que el agua es abundante, por lo tanto no se preocupan o bien a la falta de orientación de las instituciones competentes.



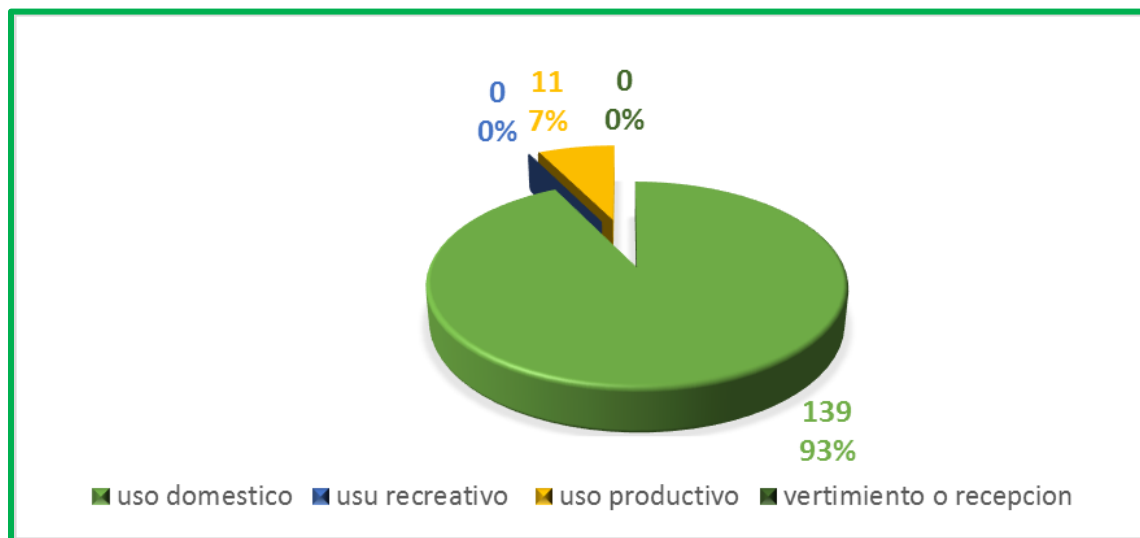
Gráfica 12. ¿Está realizando alguna actividad para ahorrar agua?

El 76% respondió de manera negativa, lo que confirma que los usuarios no le dan importancia al uso eficiente y ahorro de agua por creer que es abundante en la región, y el desconocimiento de la normatividad que exige la existencia de este tipo de programas.

**2.2.2.3 Uso del agua.** Dentro de la normatividad colombiana el decreto 3930 de 2010 da prioridad al consumo humano y doméstico del agua, en su artículo 9 manifiesta “Usos del

agua”. Para los efectos del presente decreto se tendrán en cuenta los siguientes usos del agua; consumo humano y doméstico, preservación de flora y fauna, agrícola, pecuario, recreativo, Industrial, estético, pesca, maricultura y acuicultura, navegación y transporte acuático”<sup>8</sup>.

En el tema de los acueductos rurales prevalece el uso doméstico, esto lo tiene claro la comunidad y se evidencia en los gráficos 13 y 14.



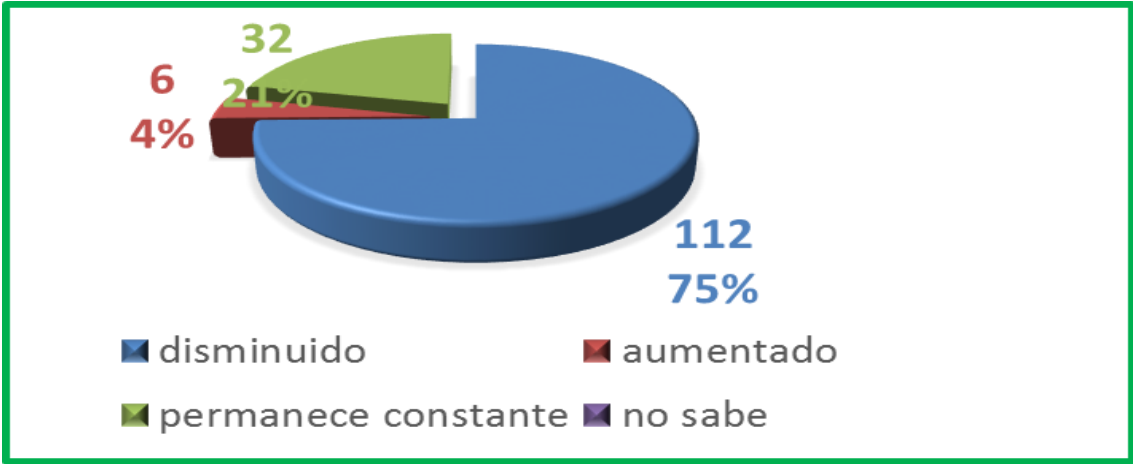
Gráfica 13. Tipo de actividad y acceso al agua

En general la comunidad respondió que el uso que le dan al acueducto es doméstico, agregan que los acueductos fueron diseñados solo para este uso, además que quien de un uso diferente le suspenden el servicio porque estaría causando perjuicio a los demás usuarios.

**2.2.2.4 Problemática ambiental.** En cuanto a la problemática ambiental, se presenta un alto nivel de contaminación a las fuentes hídricas por vertimientos directos de aguas servidas, tanto negras como grises son vertidas directamente sin ningún control, la resolución 0631 de 2015 manifiesta los valores máximos permisibles que deben contener las aguas servidas para poder ser vertidas. De la misma manera, a los residuos sólidos se les da manejo que si no es el adecuado si está al alcance de las comunidades que van desde ser quemadas a cielo abierto,

<sup>8</sup>Decreto 3930, 2010, Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, art.9-usos del agua.

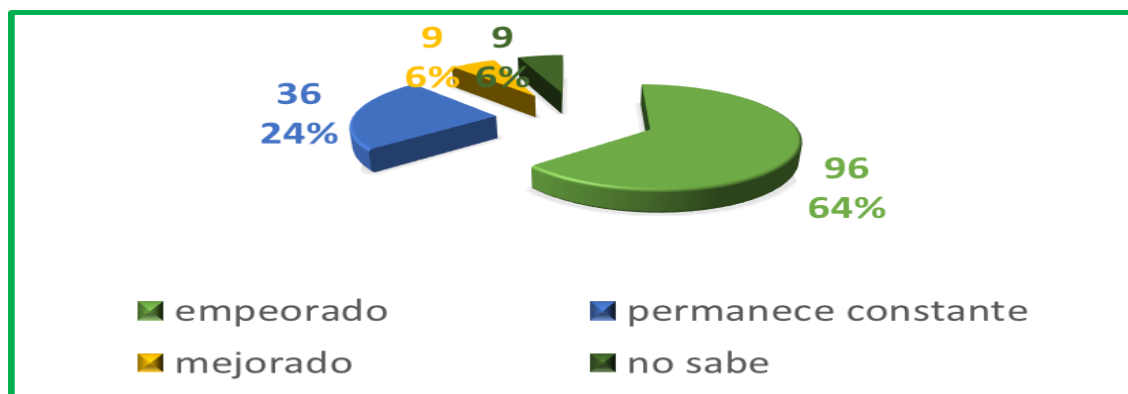
enterradas o en el peor de los casos arrojadas a fuentes hídricas, por desconocimiento de los daños ambientales que estas prácticas recomiendan o por el desconocimiento de la normatividad como el decreto 2981 de 2013 en su artículo 30 numeral uno dice “Existencia de vías adecuadas, de tal manera que se pueda hacer la recolección domiciliaria a lo largo de éstas o al menos en sitios de almacenamiento colectivo previamente convenidos con la comunidad.”<sup>9</sup>. Ésta es una de las condiciones para que el vehículo realice la recolección en la zona rural. Según lo manifiesta la norma.



Gráfica 14. Considera usted que en los últimos 10 años, la cantidad de agua ha

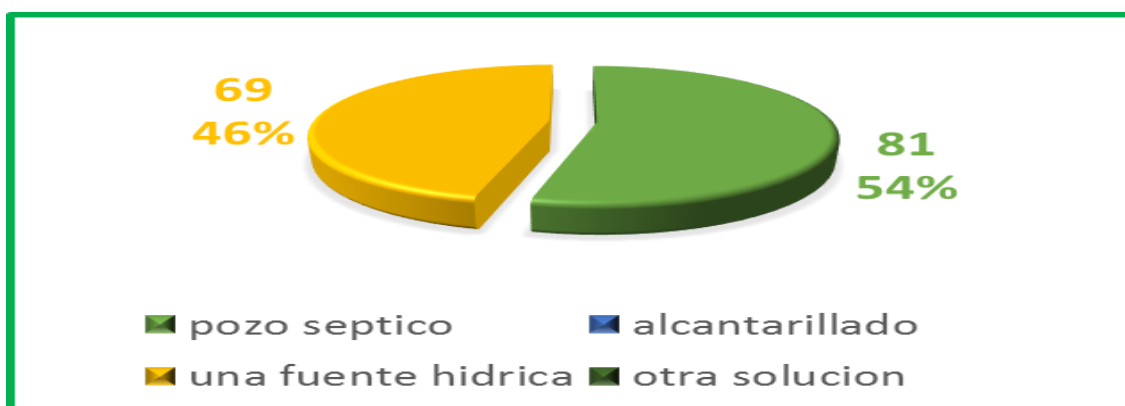
Los usuarios manifiestan que ha disminuido el agua, con un 75%, debido al crecimiento poblacional que han tenido las comunidades. El porcentaje de quienes dicen que se mantiene igual no es muy representativo.

<sup>9</sup>Decreto 2981, 2013 - Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.art.30-numeral1



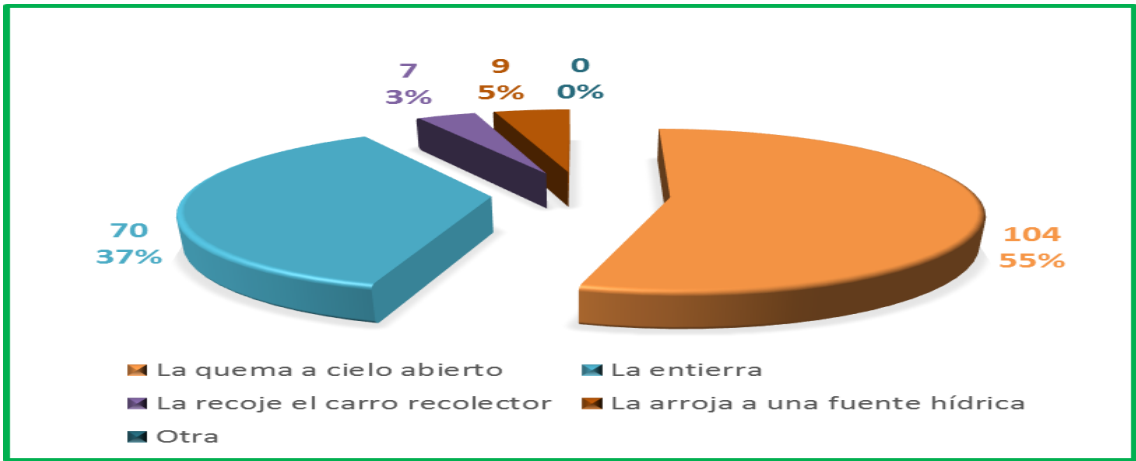
Gráfica 15. Considera usted que los últimos 10 años, la calidad de agua ha

La mayoría de los encuestados respondieron que la calidad del agua ha empeorado, o que permanece constante, se basan en la turbiedad que ésta presenta al llegar a sus hogares, en dos de los casos en estudio es debido al uso de los suelos en las rondas hídricas de las fuentes de abastecimiento.



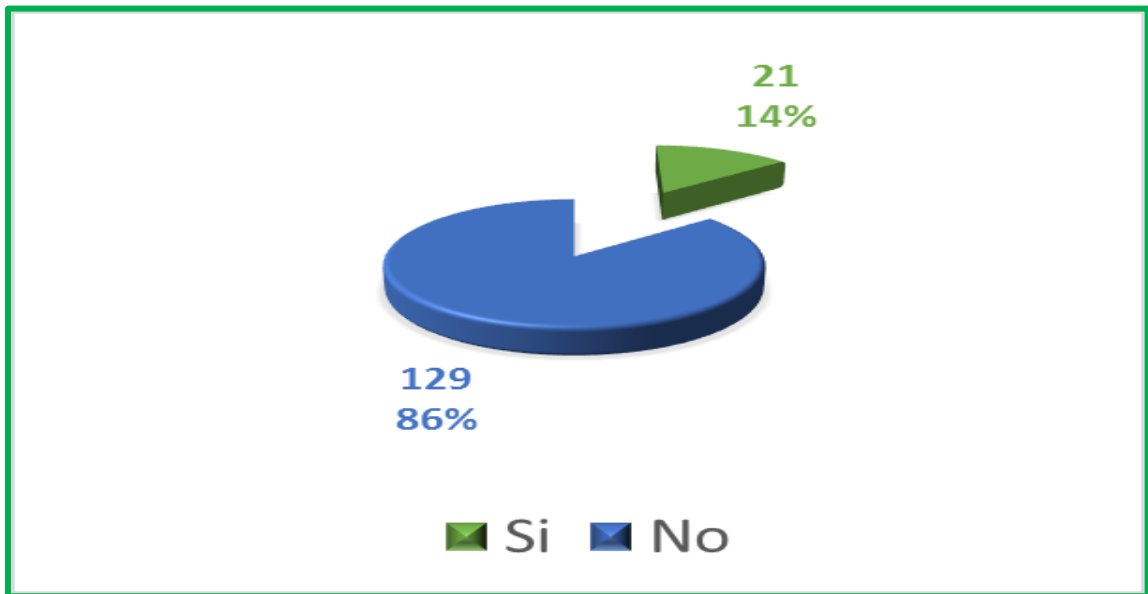
Gráfica 16. El sanitario de su casa está conectado a

Es muy alto el porcentaje de quienes manifiestan verter directamente sus aguas residuales a fuentes hídricas cercanas a los hogares, sin embargo si no fuera por los programas que las instituciones y fundaciones han llevado a las comunidades rurales este porcentaje podría ser mayor.



Gráfica 17. ¿En qué lugar depositan las basuras de la vivienda?

En la mayoría de las casas, manifiestan que queman sus residuos a cielo abierto, y otros que los entierran, porque el carro recolector no llega hasta las zonas rurales, sin embargo hay una pequeña cantidad que si cuenta con este servicio.



Gráfica 18. Se le ha realizado reforestación a la fuente hídrica de captación

El 86% de los encuestados manifestaron que no se ha realizado esta actividad, una pequeña muestra afirma lo contrario.



Gráfica 19. ¿Cuáles de las siguientes actividades realiza usted o la comunidad, en la fuente hídrica de captación?

Como actividad diferente a la de abastecer los acueductos se encontró que en la comunidad encuestada, un alto porcentaje afirmó realizar otras actividades, entre las que están (abrevadero de ganados, llenado de pesetas para la cría de peces), seguido por quienes manifestaron que realizaban actividades de pesca, recreación o extracción de materiales, ésta últimas, las llevan a cabo en las partes bajas o aguas abajo de la bocatoma.

### 2.3. Acciones para el mejoramiento de los acueductos rurales

VEREDA	PERMISOS N° REGISTRO	DEBILIDADES	INFRAESTRUCTURA	ACCIONES	OBSERVACIONES
CONDAGUA		BOCATOMA		<p>Se recomienda implementar cercas en la zona de captación para evitar el ingreso de personas y animales extraños que puedan contaminar el agua captada.</p> <p>Pero la recomendación optima seria cambiar la bocatoma aguas arriba fuera del área de potreros para evitar la contaminación del agua por el lavado de estos.</p>	<p>La bocatoma se encuentra localizada sobre el cauce de la quebrada la escalera, se encuentra expuesta al cruce de ganado y de cualquier otro animal, por lo que el riesgo de contaminación es alto.</p>
	RED DE ADUCCION				

		REJILLAS	<p>Se recomienda la implementación de la rejilla teniendo en cuenta las recomendaciones de la RAS, donde manifiesta que la rejilla de cribado grueso debe estar fabricada en ángulos y hierro fundido con barrotes con separación de 2 a 5 cm entre ellos, y en sentido al flujo de la corriente.</p>	<p>En el momento de la visita no se cuenta con este sistema, ya que según manifiesta el líder de la vereda una creciente se la llevo y no la han colocado de nuevo.</p>
		DESARENADOR	<p>Lo que el sistema tiene como desarenador es una cámara de recolección al lado de la bocatoma, la cual por el tamaño y la ubicación no permite que realice un trabajo optimo o que permita la sedimentación de los materiales presentes.</p> <p>La recomendación es realizar un desarenador que se diseñe con el caudal captado para que sus medidas permitan la disminución de la velocidad y aumente el tiempo de retención para que se realice una sedimentación óptima.</p>	<p>La comunidad manifiesta que el sistema de acueducto si tiene desarenador, pero en realidad por el tamaño y la ubicación es una cámara de recolección accesoria de la bocatoma.</p> <p>Esta no se llena ni mantiene un tiempo de retención necesario para que haya sedimentación.</p>
		PLANTA DE TRATAMIENTO	<p>Se recomienda realizar el diseño y construcción de una planta de tratamiento y un estudio físico-químico de las aguas captadas, con el fin de que se brinde un mejor servicio.</p>	<p>El acueducto no posee ningún tipo de tratamiento químico.</p> <p>El agua captada no posee ningún estudio físico-químico.</p>



	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Se recomienda realizar una limpieza general del tanque de almacenamiento ya que por falta del desarenador los sistemas manejan tendencia a colmatarse por la acumulación de arenas, y otros materiales que no tienen como precipitarse.	
	RED DE CONDUCCIÓN	Se recomienda realizar un mantenimiento y reparación con el fin de controlar las fugas, estas se presentan con mayor frecuencia en las uniones de los tubos que se encuentran expuestos o que deben permanecer colgados en el cruce de vacíos u otros cuerpos hídricos durante su recorrido.	Estas fugas están presentes en varias secciones de la red durante el recorrido.
	RED DE DISTRIBUCIÓN	La recomendación más importante es cambiar o hacer mantenimiento a las llaves en las viviendas para evitar el gasto descontrolado de agua.	La manifestación más común de la comunidad es que en varias viviendas las llaves están en mal servicio, inclusive que en algunas no cuentan con estas.
TICUANAYOI	BOCATOMA	Se recomienda implementar cercas en la zona de captación para evitar el ingreso de personas y animales que puedan contaminar el agua captada. Se recomienda realizar una repoblación de especies florísticas de especies endémicas con el fin de conservar el área, y aguas arriba de donde está construida la bocatoma, debido a que el lugar se encuentra muy desprotegido.	Con el repoblamiento también se evitaría el establecimiento de cultivos o que se le vaya dar al lugar una explotación de tipo ganadero.

		RED DE ADUCCION		
		REJILLAS	Se recomienda la implementación de la rejilla teniendo en cuenta las recomendaciones de la RAS, donde manifiesta que la rejilla de cribado grueso debe estar fabricada en ángulos y hierro fundido con barrotos con separación de 2 a 5 cm entre ellos, y en sentido al flujo de la corriente.	En el momento de la visita no se cuenta con este sistema, ya que según manifiesta el líder de la vereda una creciente se la llevo y no la han colocado de nuevo.
		DESARREN ADOR	La estura presente desempeña un buen trabajo la recomendación sería mantenimiento periódico para que siga desempeñando una correcta función.	
		PLANTA DE TRATAMIENTO	Se recomienda realizar el diseño y construcción de una planta de tratamiento y un estudio físico-químico de las aguas captadas, con el fin de que se brinde un mejor servicio.	El acueducto no posee ningún tipo de tratamiento químico. El agua captada no posee ningún estudio físico-químico.

		TANQUE DE ALMACENAMIENTO	<p>La estructura presente tiene una buena capacidad sus dimensiones son de 4x4 metros por dos de altura esto representa una capacidad de aproximadamente 32.00 litros de agua, pero por su ubicación que fue dejado más alto que el desarenador el tanque no se llena, siempre está a la mitad o menos de ella. La recomendación sería cambiarlo, pero realizando un estudio topográfico que garantice la ubicación para que funcione correctamente</p>	
		RED DE CONDUCCIÓN		<p>Funciona correctamente no se ve expuesta cumpliendo con las recomendaciones de la RAS, donde dice que la tubería debe ir enterrada a una profundidad de 60 centímetros desde la superficie</p>
		RED DE DISTRIBUCIÓN	<p>La recomendación más importante es cambiar o hacer mantenimiento a las llaves en las viviendas para evitar el gasto descontrolado de agua.</p>	<p>La manifestación más común de la comunidad es que en varias viviendas las llaves están en mal servicio, inclusive que en algunas no cuentan con estas.</p>
		BOCATOMA	<p>Recomendación instalar tapas a la cámara de recolección. Especialmente en concreto. Ya que las tapas metálicas esta expuestas a oxidación.</p>	<p>A pesar de tratarse de una estructura artesanal esta desempeña una buena función</p>

	RED DE ADUCC		
	REJILLAS	Se recomienda la implementación de la rejilla teniendo en cuenta las recomendaciones de la RAS, donde manifiesta que la rejilla de cribado grueso debe estar fabricada en ángulos y hierro fundido con barrotes con separación de 2 a 5 cm entre ellos, y en sentido al flujo de la corriente.	En el momento de la visita no se cuenta con este sistema. Solo hay la presencia de un tarro con huecos que funciona como filtros.
	DESARENADOR	La estura presente no desempeña un buen trabajo la recomendación seria elaboración de un desarenador más debajo de la bocatoma con el fin de que este tenga el llenado necesario y control de la velocidad, con el tamaño adecuado siguiendo las recomendaciones del RAS para el diseño de la estructura. Este debe tener un tamaño específico que garantice el tiempo de retención necesario que permita la precipitación de partículas sólidas sedimentables.	La estructura presente es una recamara de recolección accesoria de la bocatoma.
	PLANTA DE TRATAMIENTO	Se recomienda realizar el diseño y construcción de una planta de tratamiento y un estudio físico-químico de las aguas captadas, con el fin de que se brinde un mejor servicio.	El acueducto no posee ningún tipo de tratamiento químico. El agua captada no posee ningún estudio físico-químico.

		TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Se recomienda realizar una limpieza general del tanque de almacenamiento ya que por falta del desarenador los sistemas manejan tendencia a colmatarse por la acumulación de arenas, y otros materiales que no tienen como precipitarse.	
		RED DE CONDUCCIÓN	Realizar mantenimiento o reparación de fugas, enterrar la tubería como recomienda el RAS, a mínimo 60 cm de hondo desde la superficie	
		RED DE DISTRIBUCIÓN	La recomendación más importante es cambiar o hacer mantenimiento a las llaves en las viviendas para evitar el gasto descontrolado de agua.	
CAMPUCANA		BOCATOMA	La estructura demuestra un diseño y funcionamiento muy bueno se ve que es una estructura que se construyó hace poco tiempo.	La falla grande que presenta no es la estructura sino la fuente elegida, esta captación esta tomando el 100% del caudal en verano
		RED DE ADUCCION	La recomendación que se puede hacer aquí es un recubrimiento con pintura blanca o plateada para evitar la exposición a los rayos uv como lo manifiesta el RAS en el titulo B	Esta tubería se encuentra expuesta ya que en su mayoría está colgada por la orilla de la quebrada que abastece el acueducto.

	REJILLAS	Se recomienda la implementación de la rejilla teniendo en cuenta las recomendaciones de la RAS, donde manifiesta que la rejilla de cribado grueso debe estar fabricada en ángulos y hierro fundido con barrotes con separación de 2 a 5 cm entre ellos, y en sentido al flujo de la corriente.	En el momento de la visita no se cuenta con este sistema
	DESARR ENADOR	Recomendación mantenimiento preventivo.	Es una estructura igualmente con poco tiempo de construcción
	PLANTA DE TRATAMIENTO	Se recomienda realizar el diseño y construcción de una planta de tratamiento y un estudio físico-químico de las aguas captadas, con el fin de que se brinde un mejor servicio.	El acueducto no posee ningún tipo de tratamiento químico. El agua captada no posee ningún estudio físico-químico.
	TANQUE DE	Recomendación Mantenimiento preventivo	Es una estructura igualmente con poco tiempo de construcción
	RED DE CONDUCCIÓN	Se recomienda la instalación de registros o llaves de control para regular la presión en el sistema	.
	RED DE DISTRIBUCIÓN	La recomendación más importante es cambiar o hacer mantenimiento a las llaves en las viviendas para evitar el gasto descontrolado de agua.	

Cuadro 3. Plan de mejoramiento acueductos rurales. Fuente: Este trabajo

### 3. CONCLUSIONES

La falta de los estudios pertinentes en el momento de la construcción de los acueductos de las veredas visitadas, deja ver algunas falencias como; el tanque de almacenamiento está más alto que el desarenador, esto no deja que se llene totalmente, los sistemas de desarenado son cámaras recolectoras accesorias a las bocatomas pero el diseño no cumple de manera eficiente el servicio del desarenador porque por su tamaño y ubicación no permiten el llenado ni el tiempo de retención necesario para que las partículas se precipiten.

En cuanto al mantenimiento que se le debe dar al sistema, la mayoría de los acueductos no cumplen con este requerimiento, una de la razones puede ser que como no se cobra por el servicio, no se dispone de recursos para hacerlo, lo que se puede revertir en enfermedades a las comunidades.

La falta de pozos sépticos, están generando problemas ambientales por los vertimientos directos a las fuentes hídricas, la comunidad no está sensibilizada frente a la responsabilidad que ella tiene en el manejo adecuado de éstos y a esto se le suma la falta de recursos con los que cuentan.

Las comunidades desconocen la normatividad establecida para los acueductos, lo que hace que no exista un programa de uso eficiente del recurso hídrico, no hay medida para la protección de los caudales ni tratamiento químico del agua.

El control institucional es deficiente, lo que se expresa en un aprovechamiento inadecuado de los caudales de las fuentes de captación y la ausencia de permisos de concesión de aguas.

#### **4. RECOMENDACIONES**

A la comunidad, realizar el mantenimiento y la protección de las fuentes de captación, evitar las actividades de agricultura o ganadería. Realizar mantenimiento preventivo y correctivo periódico a los sistemas con los que cada vereda cuenta para evitar su deterioro. Implementar como estrategia para lo anterior, el cobro de una tarifa acordada y socializada a los usuarios.

A CORPOAMAZONÍA, el acercamiento con la comunidad para que entren en el proceso de permisos para la captación legal del agua.

Al Instituto Tecnológico del Putumayo articulado con Corpoamazonia, llevar a estas comunidades programas tendientes al ahorro y uso eficiente del agua, donde se recalque la importancia de mantener las redes internas y sus componentes en buen estado, durante el proceso de recolección de información, los usuarios manifestaran que tenían una y en muchos casos más de una llave averiada, o simplemente que no tenían llaves para controlar el flujo del agua en las viviendas.

A la alcaldía de Mocoa y a la gobernación del Putumayo, planeación en el momento de viabilizar la construcción de un acueducto, seguir las recomendaciones del RAS 2000, titulo B numeral 2, donde se encuentra consignado el procedimiento y planeación de cada uno de los sistemas, que van a conformar el acueducto teniendo en cuenta el nivel de complejidad, la proyección de la población, la calidad mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos, y la capacidad de la fuente de captación, que es de gran importancia para establecer cuáles son los sistemas que necesita el acueducto para proporcionar un agua apta para el consumo humano .



## 6. BIBLIOGRAFÍA

Hernández, R., Ladino, F.; Ramírez, O. (2014). Diagnóstico sobre el estado administrativo de los acueductos rurales en el municipio de Quinchia. Ceres Quinchia.

Orozco, E. (2009). Lineamientos ambientales para la gestión de los acueductos rurales del municipio de Pereira.

Gómez y Gonzales evaluación de calidad de agua para consumo humano en el municipio de Mocoa, caso de estudio acueducto de aguas Mocoa ESP departamento del putumayo 2013. 2014

Cuero y Lozano calidad de agua y morbilidad infantil del área de influencia del acueducto barrios unidos en el periodo 2005-2011 municipio de Mocoa departamento del putumayo” 2012OO

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS (TÍTULO B Sistemas de Acueducto)

Comisión de agua potable y saneamiento básico, CRA (2001). El estado del arte de la regulación en el sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia, [http://cra.gov.co/apc-aa- files/32/Estado\\_del\\_arte\\_de\\_la\\_regulaci\\_n.pdf](http://cra.gov.co/apc-aa- files/32/Estado_del_arte_de_la_regulaci_n.pdf)

Estudios para ajuste y actualización del plan maestro de acueducto del municipio de Mocoa, en el departamento del putumayo 2011.

Informe técnico sistemas de abastecimiento de Mocoa – aguas Mocoa S.A ESP año 20015.

Ley 388 – 1997, Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=33>

Constitución política de Colombia. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norm>

Resolución 0631 de 2015, por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos, en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los alcantarillados públicos.

[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res\\_631](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631)

Decreto 2981 de 2013, Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=56035>

Decreto 3930 de 2010, Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>

Ley 373 de 1997, Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley\\_0373\\_1997.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0373_1997.pdf)