

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

DUBER ALVEIRO GARCÍA MUÑOZ

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL

MOCOA

2016

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

DUBER ALVEIRO GARCÍA MUÑOZ

Trabajo de Grado por Semillero de Investigación “Hinchas del Medio Ambiente” para optar  
al título de Ingeniero 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 DE 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 de diciembre de 2016

## **DEDICATORIA**

La presente tesis se la dedico a mi familia, gracias a su apoyo pude concluir mi carrera.

A mis padres por su apoyo económico y emocional, por los valores inculcados y por haberme dado la oportunidad de tener una buena educación

A mis hermanos por estar siempre presentes motivándome a seguir adelante con mis metas.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Especialista Lorena Agudelo Obando directora del semillero de investigación “Hinchas del Medio Ambiente”, por su paciencia y dedicación durante mi proceso de formación, por ser una excelente persona, y una gran fuente de sabiduría, por la confianza depositada, y por ser de esos nuevos docentes que saben que el éxito, el entendimiento y el conocimiento van de la mano de la integridad de las personas para el beneficio y desarrollo de las comunidades y el medio Ambiente.

A nuestra Decana de Facultad de Ingeniería la Especialista Nilsa Andrea Silva Castillo, por su apoyo incondicional el cual hizo posible que este trabajo se desarrollara de manera satisfactoria, a nivel personal y académico.

Al Ingeniero Franklin Revelo Imbachí, por el apoyo y asesoría en la formulación y el desarrollo del presente trabajo.

Al director del centro de investigación, especialista Miguel Ángel Cánchala, por su visión crítica, por su rectitud en su profesión como docente, y sus consejos.

A la empresa Aguas Mocoa y la alcaldía municipal por la información brindada.

A los presidentes de junta de acción comunal quienes aportaron su conocimiento y tiempo en los recorridos realizados a los diferentes acueductos.

A CORPOAMAZONIA, por la información brindada, el apoyo, confianza y valoración del trabajo realizado.

A los docentes que contribuyeron en mi proceso de formación.

A los compañeros de grupo por su apoyo, solidaridad y cariño.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. TITULO_____	17
1.1. Definición del problema_____	17
1.1.1. Descripción del problema_____	17
1.2. Objetivos_____	20
1.2.1. Objetivo general_____	20
1.2.2. Objetivos específicos_____	20
1.3. Justificación_____	21
1.4. Diseño metodológico_____	22
1.4.1. Tipo de investigación_____	22
1.4.2. Línea de investigación_____	23
1.4.2.1. Sublínea_____	23
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
1.4.5.2. Fase II diagnóstica_____	25
2. ASPECTOS GENERALES DE LOS ACUEDUCTOS RURALES_____	30
2.1. Caracterización de los acueductos rurales de las veredas en estudio_____	30
2.1.1. identificación_____	30
2.1.2. Estado del acueducto rural de la vereda Caliyaco_____	33
2.1.2.1. Localización_____	33

2.1.2.2. Bocatoma	33
2.1.2.2.1. Rejillas	33
2.1.2.2.2. Tanque de almacenamiento	34
2.1.3. Estado del acueducto rural de la vereda San José del Pepino	36
2.1.3.1. Localización	36
2.1.3.1.1. Bocatoma	36
2.1.3.1.2. Rejillas	36
2.1.3.1.3. Desarenador	36
2.1.3.1.4. Tanque de almacenamiento	37
2.1.4. Estado del acueducto rural de la vereda las Planadas	39
2.1.4.1. Localización	39
2.1.4.2. Bocatoma	39
2.1.4.2.1. Rejillas	39
2.1.4.2.2. Desarenador	40
2.1.4.2.3. Tanque de almacenamiento	40
2.1.5. Estado del acueducto rural de la vereda Rumiyaco	42
2.1.5.1. Localización	42
2.1.5.2. Bocatoma	42
2.1.5.2.1. Rejillas	42
2.1.5.2.2. Desarenador	43
2.1.5.2.3. Tanque de almacenamiento	43
2.1.6. Estado del acueducto rural de la vereda los Andes	46
2.1.6.1. Localización	46
2.1.6.2. Bocatoma	46
2.1.6.2.1. Rejillas	47



2.1.6.2.2. Desarenador	47
2.1.6.2.3. Tanque de almacenamiento	47
2.2. Evaluación del servicio de los acueductos rurales visitados	50
2.2.1. Caudal	50
2.2.2. Satisfacción de los usuarios	53
2.2.2.1. Servicio de acueducto	53
2.2.2.2. Uso eficiente del agua	57
2.2.2.3. Uso del agua	61
2.2.2.4. Problemática ambiental	63
2.3. Plan de acción acueductos rurales	67
3. CONCLUSIONES	76
4. RECOMENDACIONES	78
5. BIBLIOGRAFÍA	80
6. ANEXOS	81

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización de las bocatoma y veredas en el municipio de Mocoa_____	31
Figura 2. Rejillas de cribado grueso localizadas en la bocatoma_____	35
Figura 3. Tanque de almacenamiento_____	35
Figura 4. Tanque de almacenamiento y cámara de recolección_____	38
Figura 5. Medición de caudal_____	38
Figura 6. Bocatoma San José del Pepino_____	39
Figura 7. Canal de ingreso a la bocatoma y rejillas artesanales_____	41
Figura 8. Desarenador y tanque de almacenamiento_____	42
Figura 9. Perfil izquierdo y derecho de la bocatoma_____	45
Figura 10. Medición de la cámara de recolección y toma de la localización geográfica _____	45
Figura 11. Tanque de almacenamiento_____	46
Figura 12. Medición de velocidad y altura máxima de la fuente hídrica_____	49
Figura 13. Tanque de almacenamiento y bocatoma de la vereda Los Andes_____	49

## LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. ¿De dónde obtiene la vivienda el agua para el consumo humano? _____	53
Gráfica 2. ¿Se encuentra usted satisfecho con el servicio que le presta el acueducto? _____	54
Gráfica 3. ¿Paga usted alguna tarifa por el servicio que le presta el acueducto? _____	55
Gráfica 4. ¿Tiene usted servicio de agua las 24 horas del día, durante los 7 días de la semana? _____	55
Gráfica 5. ¿Se ha interrumpido el servicio? _____	56
Gráfica 6. ¿Hay tratamiento de agua? _____	56
Gráfica 7. ¿Tiene tanque de almacenamiento de agua en su casa? _____	58
Gráfica 8. ¿Cuántas llaves hay en su vivienda? _____	58
Gráfica 9. De esas llaves ¿Cuántas hay en mal estado o goteando? _____	59
Gráfica 10. ¿Considera usted que el uso eficiente del agua es? _____	59
Gráfica 11. ¿Existe un programa de uso eficiente en la vereda? _____	60
Gráfica 12. ¿Está realizando alguna actividad para ahorrar agua? _____	60
Gráfica 13. Tipo de actividad y acceso al agua. _____	62
Gráfica 14. Considera usted, que en los últimos 10 años, la cantidad de agua ha: _____	62
Gráfica 15. Considera usted, que la calidad del agua en la vereda en los últimos 10 años ha: _____	63
Gráfica 16. El sanitario de su casa, está conectado a: _____	64
Gráfica 17. ¿En qué lugar depositan las basuras de la vivienda? _____	65
Gráfica 18. Se le ha realizado reforestación a la fuente hídrica de captación _____	65
Gráfica 19. ¿Cuáles de las siguientes actividades realiza usted o la comunidad, en la fuente hídrica de captación? _____	66

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Matriz de acueductos rurales visitados _____	32
Cuadro 2. Matriz de evaluación de los acueductos rurales visitados _____	32
Cuadro 3. Plan de mejoramiento acueductos rurales _____	67

## LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Datos obtenidos para la estimación de los caudales rurales_____	28
Tabla 2.Frecuencia medición de caudales_____	28
Tabla 3. Datos obtenidos para la estimación delos caudales rurales _____	51
Tabla 4. Frecuencia medición de caudales _____	52

## RESUMEN

La presente investigación, establece las condiciones técnico – ambientales de los acueductos rurales que abastecen a la población de las veredas: El zarzal, San Carlos, Los Andes, Caliyaco, Rumiayaco, San José del Pepino y Las Planadas, las cuales se encuentran reconocidas en el PBOT (2008) del municipio de Mocoa, departamento del Putumayo, los datos obtenidos fueron tomados en campo y suministrados por las entidades públicas del municipio.

Las diferentes problemáticas ambientales que se evidenciaron en los acueductos rurales de las veredas del municipio de Mocoa, vienen 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.

Este estudio, tuvo su punto de partida en la revisión de los documentos que reposan en las instituciones como Aguas Mocoa y Corpoamazonía, 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

## ABSTRACT

The present research establishes the technical and environmental conditions of the rural aqueducts that supply the population of the villages: El zarzal, San Carlos, Los Andes, Caliyaco, Rumiayaco, San José del Pepino and Las Planadas, which are recognized in The PBOT (2008) of the municipality of Mocoa, department of Putumayo, the data obtained were taken in the field and supplied by the public entities of the municipality.

The different environmental problems that were evident in the rural aqueducts of the villages in the municipality of Mocoa, come 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 ignorance of the regulations and lack of technical and professional support of the competent institutions.

This study had its starting point in the review of the documents that rest in institutions such as Aguas Mocoa 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 de grado, el semillero “Hinchas del Medio Ambiente” realizó un estudio sobre el aprovechamiento del recurso hídrico en el sector rural, para ello, se tomó como referente los acueductos rurales del municipio de Mocoa. El proceso consistió en la identificación, caracterización y evaluación de la infraestructura de los acueductos.

La metodología de la propuesta fue dividida por fases; en la primera se identificaron y se caracterizaron los acueductos, en la segunda se evaluaron las condiciones técnico-ambientales de los acueductos de las veredas; El Zarzal, San Carlos, Los Andes, Caliyaco, Rumiyo, Las Planadas y San José del Pepino, se aplicó una encuesta a los usuarios, en la tercera y última fase se diseñó una matriz en la que se propusieron acciones encaminadas al mejoramiento de la infraestructura de los acueductos visitados.

El trabajo con la comunidad fue un elemento importante, para lograr el acercamiento se concertó con el presidente de la Junta de Acción Comunal. El acompañamiento en campo estuvo liderado por el presidente de acueducto de cada una de las siete veredas trabajadas en el presente estudio, esto debido a que las instituciones no contaban con información al respecto y las bocatomas se encontraban a dos o tres horas de la vereda.

La propuesta de establecer las condiciones técnico- ambientales de estos acueductos, es necesaria porque existe un desconocimiento institucional del aprovechamiento del agua en el sector rural y se están generando diversas problemáticas ambientales que deben ser priorizadas y atendidas.



# 1. CONDICIONES TÉCNICO-AMBIENTALES DE LOS ACUEDUCTOS RURALES DEL MUNICIPIO DE MOCOA 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

---

<sup>1</sup>COLOMBIA. Departamento nacional de estadística (DANE). Censo (2005).

el caso específico del aprovechamiento del recurso en los 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

---

<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

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 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, las limitaciones, 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 tenerla en cuenta, para ello, se utilizó el método aleatorio simple.

Muestra:

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:

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

$$(N-1) \times e^2 + Z^2 \times P \times Q$$

N = Universo

n= Tamaño de la muestra

Z= Nivel de confianza

P= Probabilidad a favor



Q= Probabilidad en contra

E = Error de estimación

Entonces:  $n = \frac{(1,95)^2 \times (0,5) \times (0,5) \times (485)}{(485 - 1) \times (0,05)^2 + (1,95)^2 \times (0,5) \times (0,5)}$

n =215

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 (Matriz de acueductos rurales visitados).

Vereda	Año de construcción	Administración del acueducto	Fuente de captación	Planta de tratamiento	Población que se abastece	Horas de	Tarifa mensual

Cuadro 1. Matriz 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 realizó la medición de los caudales de las fuentes hídricas de captación.

Se tuvo el acompañamiento de los presidentes de acueductos para subir a las bocatoma, 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. (Matriz de evaluación de los acueductos rurales visitados).

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

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

#### 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.

Se tendió una cuerda sobre el canal, el cual 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. En los canales que no fue posible tender esta cuerda, se tomó como referencia un 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, según el ancho del canal (entre más ancho, se toma mayor número de mediciones). Para esto se dividió el ancho de la sección transversal entre cuatro a cinco partes (denominadas verticales) y se toma las mediciones de velocidad y profundidad (H) del canal en cada una de estas. Luego se inserta el molinete en el número de varas necesarias para que la base de la primera de ellas descansa sobre el fondo del canal.

Se colocó la punta del molinete en dirección aguas arriba de la corriente, a una altura equivalente al 20% y 80% de la profundidad del canal en ese punto (tirante). Se verificó el libre movimiento de la hélice. Se colocó en ceros el tacómetro del molinete y el cronómetro y se comenzó el conteo simultáneamente en los dos dispositivos. Se repitió la medición de velocidad para verificar la precisión de los datos. Se determinó la profundidad del nivel de agua en el mismo lugar en el que se tomó la medida de velocidad de la corriente. Después se

repitió los pasos anteriores para los demás puntos en los que se determinó la velocidad de la corriente.

Los datos de caudales se registraron en las la tabla 1 y 2. (Datos obtenidos para la estimación de los caudales rurales y Frecuencia medición de caudales, respectivamente).

Datos para obtención del caudal.							
Vereda	Ancho del canal (T)	Altura máxima (y)	Lectura velocidad molinete (Vi)	Números de puntos de medición (n)	$V = \frac{\sum Vi}{n}$	$Q = \left(\frac{2}{3} * T * y\right) * V$	Coordenadas geográficas bocatoma. Datum WGS84
(época verano)							
(época de lluvia)							

Tabla 1. Datos obtenidos para la estimación de los caudales rurales. Fuente: este trabajo

FUENTE HIDRICA	FRECUENCIA CAUDAL	
	Época de lluvia	Época de verano

Tabla 2. Frecuencia medición de caudales. Fuente: este trabajo

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), sin embargo se deja a consideración de la comunidad este plan de mejoramiento por dos razones; la primera es la legalidad del acueducto y la segunda las necesidades específicas de la población.

VEREDA	PERMISOS	DEBILIDADES		ACCIONES	OBSERVACIONES
	N° REGISTRO	INFRAESTRUCTURA			
		RED DE ADUCCION			
		BOCATOMA			
		REJILLAS			
		DESARRENADOR			
		PLANTA DE TRATAMIENTO			
		TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
		RED DE CONDUCCIÓN			
		RED DE DISTRIBUCIÓN			

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

## 2. ASPECTOS GENERALES DE LOS ACUEDUCTOS RURALES

Para la investigación, se tuvo como referente conceptual que un sistema de abastecimiento rural de agua es el “conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios”<sup>4</sup>.

Durante el proceso se categorizó a las veredas en estudio como pertenecientes a suelo rural de acuerdo según lo que se dispone en la ley 388 de 1997, en su artículo 33 “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”.

### 2.1. Caracterización de los acueductos rurales

**2.1.1 Identificación.** Para el proceso de identificación, se georreferenciaron las diferentes bocatomas, el estudio inició con siete veredas, de las cuales solo cinco contaban con acueducto rural. El proceso de identificación se puede observar en la figura 1.

---

<sup>4</sup>ARQHYS. 2012, 12. Sistema de abastecimiento de agua. Revista ARQHYS.com. Obtenido 12, 2016, de <http://www.arqhys.com/contenidos/agua-sistema.html>



Figura 1. Localización de los acueductos rurales y veredas en el municipio de Mocoa.

(Fuente Google Earth).

En el cuadro 3, se evidencian las veredas que cuentan con acueducto, de las siete visitadas, solo Caliyo, San José del Pepino, Las Planadas, Rumiyo y los Andes cuentan con acueducto. El acueducto más antiguo lo posee la vereda Caliyo, construido en el año 1996 y el más reciente es el de la vereda Los Andes construido en el año 2001, ningún acueducto tiene tratamiento químico, el que más población abastece es las Planadas con 250 familias.

Los cinco acueductos son administrados por una junta llamada “junta administradora de acueducto”, cuatro tienen su fuente de captación identificada, solo el de la vereda San José del Pepino no lo tiene.

Posteriormente, en el cuadro 4, se puede observar, las partes que componen la bocatoma y el estado en el que se encuentran, en términos generales su estado es regular.

Vereda	Año de construcción	Administración del acueducto	Fuente de captación	Planta de tratamiento	Población que se abastece	Horas de servicio	Tarifa mensual
Caliyaco	1996 – 1997	Junta Administradora del Acueducto	Quebrada Hornoyaco	Físico.	60 familias	24	4.000
San José del Pepino	1986	Junta Administradora del Acueducto	S.N.	Físico	36 familias	24	2.500
Las Planadas	1970	Junta Administradora del Acueducto	Rio Pepino	Físico	250 familias	24	4.000
Rumiyaco	2000 – 2001	Junta Administradora del Acueducto	Rio Rumiyaco	Físico	135 familias	24	2.500
Los andes	2001	Junta Administradora del Acueducto	Quebrada el Golondrino.	Físico	58 familias	24	2.500

Cuadro 1. Matriz de acueductos rurales visitados. Fuente: este trabajo.

VEREDA	ACUEDUCTO	ADUCCIÓN	BOCATOMA	REJILLAS	DESARENADOR	PLANTA DE TRATAMIENTO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	RED DE CONDUCCIÓN	RED DE DISTRIBUCIÓN	ESTADO
CALIYACO	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Regular
SAN JOSE DEL PEPINO	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Regular
LAS PLANADAS	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Regular



RUMIYACO	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Regular
LOS ANDES	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Regular

Cuadro 2. Matriz de evaluación de los acueductos rurales visitados. Fuente: este trabajo.

## 2.1.2. Acueducto rural de la vereda Caliyaco

**2.1.2.1. Localización.** La vereda se encuentra ubicada al suroriente del municipio de Mocoa, cuenta con una población de 60 familias de las cuales el presidente de la JAC manifiesta que aproximadamente 14 se abastecen con soluciones individuales captando el líquido de las fuentes hídricas cercanas a sus viviendas, mientras que las 46 restantes son beneficiarias del acueducto rural.

**2.1.2.2. Bocatoma.** La bocatoma es tipo rejillas, se encuentra localizada al suroriente de la vereda Caliyaco en las coordenadas geográficas N 01°07'04,5" y W 076°36'58,9" Datum WGS84, sobre el cauce de la quebrada Hornoyaco la cual es tributaria del río Mocoa, al llegar al sitio antes mencionado en compañía del señor Mario Gaviria, se tomó el registro de datos, realizando las mediciones de cada uno de los componentes de la bocatoma. Los cuales se exponen a continuación.

**2.1.2.2.1. Rejillas.** Se encontraron 2 rejillas de cribado grueso unidas dando forma de "L", poseen medidas de 1 x 0,80 metros en su relación largo por ancho y con un espacio entre barrotes de 1,5 cm y la segunda rejilla tiene medidas de 0,60 x 0,24 metros en su relación largo por ancho con el mismo espacio entre barrotes que la primera, los barrotes poseen un diámetro de ½ pulgada, se logra observar que estas presentan oxidación leve debido a que no han sido cambiadas desde la construcción de la bocatoma; la captación de agua es llevada mediante una red de conducción de 4 pulgadas de diámetro hasta el tanque de almacenamiento, como se observa en la figura 2.

**2.1.2.2.2. Tanque de almacenamiento.** Este componente tiene medidas de 5 x 5 metros en su relación largo por ancho y una altura de 2 metros, se encuentra ubicado a la intemperie motivo por el cual la estructura tiene presencia de musgo en sus paredes exteriores y alrededor hay arbustos de altura media, está provisto de una tapa elaborada en concreto para el fácil acceso del encargado de la limpieza y mantenimiento, en su parte interna, las paredes se encuentran recubiertas por baldosas, aunque con el tiempo algunas ya se han desprendido, revisando la válvula de la red de distribución que se encuentra en la salida del tanque de almacenamiento se logra observar una fuga proveniente de esta estructura, lo anterior se evidencia en la figura 3.

Al salir el agua del tanque de almacenamiento es transportada por una red de distribución de 4 pulgadas de diámetro, la cual a medida que se acerca al centro poblado va disminuyendo su dimensión hasta el ingreso a las viviendas por medio de tubería de ½ pulgada.

El presidente de la junta acción comunal de la vereda manifiesta que se realiza mantenimiento de la bocatoma y tanque de almacenamiento regularmente, tanto a la parte interna, como la externa de los componentes; el estado general de la bocatoma y tanque de almacenamiento es regular, teniendo en cuenta que solo posee rejillas de cribado grueso, lo cual permite el paso de partículas pequeñas no sedimentables al tanque de almacenamiento y por último a la red de distribución, afectando la calidad de agua que recibe la población, además el agua que recibe la población no posee ningún tipo de tratamiento químico.

Después de registrado el dimensionamiento de las diferentes estructuras que componen la bocatoma (rejillas, desarenador y tanque de almacenamiento), se realiza la medición del caudal con el molinete de referencia “Global FlowProve modelo FP201” siguiendo las especificaciones para la toma de caudales propuesta en el trabajo, se hace la medición de los

parámetros para el cálculo de caudal, en época de lluvia y época de verano, los datos obtenidos en campo se registran en las tabla 3 y 4.



Figura 2. Rejillas de cribado grueso de la bocatoma de Caliyaco. Fuente: este trabajo.



Figura 3. Tanque de almacenamiento. Fuente: este trabajo.

### **2.1.3. Acueducto rural de la vereda San José Del Pepino**

**2.1.3.1. Localización.** La vereda se encuentra ubicada al sur – oriente del municipio de Mocoa, cuenta con una población de 36 familias, la presidenta Roció Patricia Córdoba, manifiesta que la vereda cuenta con bocatoma y que aproximadamente 5 familias están captando agua por medio de soluciones individuales y que el resto están conectados al acueducto de la vereda.

**2.1.3.1.1. Bocatoma.** La bocatoma es tipo rejillas, se encuentra localizada al noroccidente de la vereda San José del Pepino en las coordenadas geográficas N 01°06'31,7" y W 076°38'07,4" Datum WGS84, sobre un tributario del río Mocoa, se desconoce el nombre de la fuente de captación, al llegar al sitio, se tomó el registro de datos, realizando las mediciones en cada uno de los componentes de la bocatoma. Puede observarse en la figura 4.

**2.1.3.1.2. Rejillas.** Las rejillas de cribado grueso poseen medidas de 0,81 x 0,21 metros en su relación largo por ancho y con un espacio entre barrotes de 2 cm, los cuales poseen un diámetro de ½ pulgada, se logra observar que estas presentan oxidación leve debido a que no han sido cambiadas desde la construcción de la bocatoma.

**2.1.3.1.3. Desarenador.** Posee cámara de recolección, la cual hace las veces de desarenador, ésta tiene medidas de 1,20 x 1,20 metros en su relación largo por ancho y 0,80 metros de alto, a éste entra el agua por una tubería de aducción de 3 pulgadas de diámetro, presenta un reciente revestimiento con una capa de cemento para pulir sus paredes puesto que ya estaban erosionadas por abrasión hidráulica, también posee una tapa metálica que facilita su limpieza pero tiene presencia de oxidación moderada; posteriormente el agua es

enviada hacia el tanque de almacenamiento por una tubería de conducción de 3 pulgadas, la cual en su punta presenta lo que aparentemente podría ser un tapón plástico (PVC) con agujeros, el cual hace las veces de filtro para evitar el paso de sólidos en suspensión de menor tamaño que podrían haber pasado por la rejilla de cribado grueso.

**2.1.3.1.4. Tanque de almacenamiento.** El tanque de almacenamiento tiene dimensiones de 4 x 4 metros en su relación largo por ancho y una altura de 3 metros, éste se encuentra enterrado y solo sobresalen 20 centímetros de su altura total, presenta deterioro leve en la parte externa debido a las condiciones de intemperie, con presencia de musgos en su superficie, oxidación en los componentes metálicos (válvulas, tapa de ingreso a mantenimiento y escapes de aire) y presenta vegetación mediana (arbustos) a su alrededor, en cuanto a la parte interna se presenta erosión abrasiva hidráulica en sus paredes, como se observa en la figura 5.

El agua saliente del tanque de almacenamiento, es llevada a la población mediante la red de distribución, la cual posee un diámetro de 3 pulgadas, ésta al salir del tanque de almacenamiento para dirigirse al centro poblado va disminuyendo su dimensión para así ingresar a las viviendas mediante tubería de ½ pulgada.

La presidenta de la junta de acción comunal, manifiesta que se realiza el mantenimiento de la bocatoma cada 2 meses, pero que éste solo se hace a la parte interna de sus componentes; el estado general de la bocatoma y tanque de almacenamiento es regular, teniendo en cuenta que no posee rejillas de cribado fino lo cual permite el paso de partículas pequeñas no sedimentables al desarenador, tanque de almacenamiento y por último a la red de distribución, afectando la calidad de agua que recibe la población, además el agua que recibe la población no posee ningún tipo de tratamiento químico.



Después de registrado el dimensionamiento de las diferentes estructuras que componen la bocatoma (rejillas, desarenador y tanque de almacenamiento), se realizó la medición del caudal con el molinete de referencia “Global FlowProve modelo FP201” siguiendo las especificaciones para la toma de caudales propuesta en el trabajo, se hace la medición de los parámetros para el cálculo de caudal, en época de lluvia y época de verano, los datos obtenidos en campo se registran en la tabla 3 y 4.



Figura 4. Tanque de almacenamiento y cámara de recolección. Fuente: este trabajo.



Figura 5. Medición de caudal. Fuente: este trabajo



Figura 6. Bocatoma San José del Pepino. Fuente: este trabajo.

#### **2.1.4. Acueducto rural de la vereda Las Planadas**

**2.1.4.1. Localización.** La vereda Las Planadas se encuentra ubicada al sur del municipio de Mocoa, esta cuenta con una población de 250 familias, las cuales se encuentran abasteciendo del acueducto rural, según la información otorgada por Julio Acosta presidente de la JAC.

**2.1.4.2. Bocatoma.** La bocatoma es tipo lateral, se encuentra localizada al suroriente de la vereda Planadas, en las coordenadas geográficas N 01°05'12,5" y W 076°40'31,4" Datum WGS84, a un costado del cauce del río Pepino, éste es la fuente de captación; al llegar al sitio antes mencionado en compañía del fontanero, se tomó y registró los datos, realizando las mediciones a cada uno de los componentes de la bocatoma.

**2.1.4.2.1. Rejillas.** Posee rejilla de cribado grueso artesanal, la cual tiene medidas de 1,45 x 1,22 metros en su relación largo por ancho y con un espacio entre barrotos de 6 cm, en éstas

se observó la presencia de musgo y oxidación leve por la falta de mantenimiento a la bocatoma, cumple con la función de retener material particulado de gran tamaño (hojarasca, palos, cadáveres de animales entre otros). Se evidencia en la figura 5.

**2.1.4.2.2. Desarenador.** Éste tiene medidas de 8 x 2 metros, en su relación largo por ancho y 1,70 metros de alto, le ingresa agua por una tubería de aducción de 8 pulgadas de diámetro, tiene presencia de musgo y erosión por abrasión hidráulica, otra observación importante es que la estructura presenta cavidades estructurales para facilitar la limpieza, provista de sus respectivas tapas en metal, éste actualmente no se encuentra en funcionamiento por lo que hace las veces de tanque de almacenamiento, presenta rebose de agua, el caudal de ingreso supera la del diseño del desarenador, teniendo pérdidas significativas, se observa en la figura 6.

**2.1.4.2.3. Tanque de almacenamiento.** El agua saliente del desarenador es enviada por tubería de conducción de 8 pulgadas hasta el tanque de almacenamiento, éste tiene medidas de 8 x 2 metros en su relación largo por ancho y una altura de 1,70 metros, se encuentra ubicado a la intemperie, tiene alta presencia de musgo y deterioro leve en su parte externa, posee escapes de aire en tubería de PVC, tapas de concreto para facilitar la limpieza; cabe resaltar que a la parte interna no fue posible verificar el estado porque no se logró remover la tapa de concreto, como se observa en la figura 7.

El agua saliente del tanque de almacenamiento es llevada a la población mediante una red de distribución de 4 y 6 pulgadas de diámetro, la cual a medida que se acerca al centro poblado va disminuyendo su dimensión hasta el ingreso a las viviendas por medio de tubería de ½ pulgada.



El presidente de la junta administradora del acueducto manifestó que se realiza mantenimiento de la bocatoma y tanque de almacenamiento 1 vez al mes pero que es solo a la parte interna de los componentes; el estado general de la bocatoma y tanque de almacenamiento es regular, teniendo en cuenta que no posee rejillas de cribado fino lo cual permite el paso de partículas pequeñas no sedimentables al desarenador, tanque de almacenamiento y por último a la red de distribución, afectando la calidad de agua que recibe la población, el desarenador no se encuentra en funcionamiento, lo que permite el ingreso de material particulado fino al tanque de almacenamiento y posteriormente a la red de distribución, el agua que recibe la población no posee ningún tipo de tratamiento químico.

Después de registrado el dimensionamiento de las diferentes estructuras que componen la bocatoma (rejillas, desarenador y tanque de almacenamiento), se realizó la medición del caudal con el molinete de referencia “Global FlowProve modelo FP201” siguiendo las especificaciones para la toma de caudales propuesta en el trabajo, se hace la medición de los parámetros para el cálculo de caudal, en época de lluvia y época de verano, los datos obtenidos en campo se registran en la tabla 3 y 4.



Figura 7. Canal de ingreso a la bocatoma y rejillas artesanales. Fuente: este trabajo.



Figura 8. Desarenador y tanque de almacenamiento. Fuente: este trabajo.

### **2.1.5. Acueducto rural de la vereda Rumiyo**

**2.1.5.1. Localización.** La vereda Rumiyo se encuentra ubicada al sur – occidente del municipio de Mocoa, esta cuenta con una población de 135 familias, las cuales se encuentran abasteciendo del acueducto rural, según datos del señor Edmundo Chicunque.

**2.1.5.2. Bocatoma.** La bocatoma es tipo lateral, se encuentra localizada al occidente de la vereda Rumiyo en las coordenadas geográficas N 01°07'32,1" y W 076°41'08,1" Datum WGS84, a un costado del cauce del río Rumiyo, éste es la fuente de captación; al llegar al sitio antes mencionado en compañía del señor Edmundo Chicunque, se toman y se registran los datos, realizando las mediciones a cada uno de los componentes de la bocatoma, se evidencia en la figura 8.

**2.1.5.2.1. Rejillas.** La bocatoma posee rejillas de cribado grueso la cual tiene medidas de 0,96 x 0,45 metros en su relación largo por ancho y con un espacio entre barrotes de 2 cm,

los cuales poseen un diámetro de ½ pulgada, en éstas se observó la presencia de musgo y oxidación leve por la falta de mantenimiento a la bocatoma.

**2.1.5.2.2. Desarenador.** Posee una cámara de recolección la cual hace las veces de desarenador, ésta tiene medidas de 4,50 x 1 metros, en su relación largo por ancho y 1,50 metros de alto, le ingresa agua por una tubería de aducción de 4 pulgadas de diámetro, tiene presencia de musgo y erosión por abrasión hidráulica, otra observación importante es que esta estructura presenta cavidades estructurales para facilitar la limpieza, pero están desprovistas de sus respectivas tapas, lo que permitiría el ingreso de materia orgánica e incluso animales provenientes de la vegetación que se encuentra a su alrededor, se observa en la figura 9.

**2.1.5.2.3. Tanque de almacenamiento.** El agua saliente de la cámara de recolección, es enviada por tubería de conducción de 4 pulgadas hasta el tanque de almacenamiento, este tiene medidas de 5 x 5 metros en su relación largo por ancho y una altura de 2 metros, se encuentra ubicado a la intemperie, tiene alta presencia de musgo y deterioro leve en su parte externa, posee escapes de aire en tubería de PVC, tapas de concreto para facilitar la limpieza y se encuentra provisto de una cerca en alambre de púas para restringir el paso de gente ajena a la administración del acueducto; cabe resaltar que a la parte interna no fue posible verificar el estado porque no se permitió el ingreso al lugar, se puede observar en la figura 10.

El agua saliente del tanque de almacenamiento, es llevada a la población mediante una red de distribución de 4 pulgadas de diámetro, la cual a medida que se acerca al centro

poblado va disminuyendo su dimensión hasta el ingreso a las viviendas por medio de tubería de ½ pulgada.

El presidente de la junta administradora del acueducto manifiesta que se realiza mantenimiento de la bocatoma y tanque de almacenamiento 1 vez al mes pero que es solo a la parte interna de los componentes; el estado general de la bocatoma y tanque de almacenamiento es regular, teniendo en cuenta que no posee rejillas de cribado fino lo cual permite el paso de partículas pequeñas no sedimentables al desarenador, tanque de almacenamiento y por último a la red de distribución, afectando la calidad de agua que recibe la población, la cámara de recolección no posee las tapas las cuales evitarían el ingreso de agentes contaminantes del entorno (materia orgánica y animales), el agua que recibe la población no posee ningún tipo de tratamiento químico.

Después de registrado el dimensionamiento de las diferentes estructuras que componen la bocatoma (rejillas, desarenador y tanque de almacenamiento), se realizó la medición del caudal con el molinete de referencia “Global FlowProve modelo FP201” siguiendo las especificaciones para la toma de caudales propuesta en el trabajo, se hace la medición de los parámetros para el cálculo de caudal, en época de lluvia y época de verano, los datos obtenidos en campo se registran en las tabla 3 y 4.





Figura 9. Perfil izquierdo y derecho de la bocatoma. Fuente: este trabajo.



Figura 10. Medición de la cámara de recolección y toma de la localización geográfica

Fuente: este trabajo



Figura 11. Tanque de almacenamiento. Fuente: este trabajo

## **2.1.6. Acueducto rural de La vereda Los Andes**

**2.1.6.1. Localización.** La vereda se encuentra ubicada al suroccidente del municipio de Mocoa, cuenta con una población de 58 familias las cuales en su totalidad se abastecen del acueducto rural, según datos suministrados por el señor José Issac Piamba Samboni, presidente de la JAC.

**2.1.6.2. Bocatoma.** La bocatoma es tipo rejillas, se encuentra localizada al suroccidente de la vereda Los Andes, en las coordenadas geográficas N 01°06'36.6" y W 076°40'26.6" Datum WGS84, sobre el cauce de una quebrada el Golondrino tributaria del río Rumiayaco, en el predio denominado la esperanza; al llegar al sitio antes mencionado en compañía del señor José Piamba, se tomaron los datos, y se realizó las mediciones a cada uno de los componentes de la bocatoma, se evidencia en la figura 11.

**2.1.6.2.1. Rejillas.** Las rejillas de cribado grueso poseen medidas de 0,72 x 0,20 metros, en su relación largo por ancho y con un espacio entre barrotes de 2 cm, los cuales poseen un diámetro de ½ pulgada, se logra observar que estas presentan oxidación leve debido a que no han sido cambiadas desde la construcción de la bocatoma, sobre las rejillas se encuentra una lámina metálica con agujeros que hace las veces de cribado fino para evitar el paso de sólidos suspendidos y material flotante.

**2.1.6.2.2. Desarenador.** Posee una cámara de recolección que hace las veces de desarenador, ésta tiene medidas de 0,82 x 0,71 metros en su relación largo por ancho y 0,40 metros de alto, a ésta ingresa el agua por una tubería de aducción de 4 pulgadas de diámetro, su interior se encuentra aparentemente limpio y repellido recientemente, también posee una cavidad estructural para facilitar la limpieza, la cual tiene su respectiva tapa elaborada en concreto.

**2.1.6.2.3. Tanque de almacenamiento.** El agua saliente de la cámara de recolección es dirigida hacia el tanque de almacenamiento mediante una tubería de conducción de 4 pulgadas de diámetro, éste tiene medidas de 3,15 x 3,15 metros en su relación largo por ancho y 2 metros de alto, se encuentra ubicado a la intemperie motivo por el cual la estructura tiene alta presencia de materia orgánica (hojarasca) proveniente de los árboles a su alrededor, tiene presencia de musgos en sus paredes exteriores, escapes de aire en tubería de PVC, tapas de concreto para facilitar su limpieza y mantenimiento, su parte interna se encuentra con presencia de erosión por abrasión hidráulica.

Al salir el agua del tanque de almacenamiento, es transportada por una red de distribución de 4 pulgadas de diámetro, la cual a medida que se acerca al centro poblado va disminuyendo

su dimensión hasta el ingreso a las viviendas por medio de tubería de ½ pulgada, se puede observar en la figura 12.

El presidente de la junta acción comunal de la vereda, manifiesta que se realiza mantenimiento de la bocatoma y tanque de almacenamiento 1 vez al mes pero que es solo a la parte interna de los componentes; el estado general de la bocatoma y tanque de almacenamiento es regular, teniendo en cuenta que no posee rejillas de cribado fino lo que permite el paso de partículas pequeñas no sedimentables al desarenador, tanque de almacenamiento y por último a la red de distribución, afectando la calidad de agua que recibe la población, la cámara de recolección en los extremos de las tuberías tanto entrantes como salientes posee rejillas artesanales fabricadas con ollas perforadas y mallas finas para la reducción de partículas en suspensión gruesas, el agua que recibe la población no posee ningún tipo de tratamiento químico lo cual permitiría mejorar la calidad del servicio.

Después de registrado el dimensionamiento de las diferentes estructuras que componen la bocatoma (rejillas, desarenador y tanque de almacenamiento), se realizó la medición del caudal con el molinete de referencia “Global FlowProve modelo FP201” siguiendo las especificaciones para la toma de caudales propuesta en el trabajo, se hace la medición de los parámetros para el cálculo de caudal, en época de lluvia y época de verano, los datos obtenidos en campo se registraron en la tabla 3 y 4. Se evidencia en la figura 13.





Figura 12. Medición de velocidad y altura máxima de la fuente hídrica. Fuente: este trabajo



Figura 13. Tanque de almacenamiento y bocatoma de la vereda Los Andes. Fuente: este trabajo.

## 2.2. Evaluación servicio de los acueductos rurales visitados

Para el proceso de evaluación se tuvo en cuenta, la medición de los caudales y una encuesta dirigida a los usuarios que permitió evaluar la satisfacción con el servicio que les presta el acueducto.

### 2.2.1. Caudal.

Datos para obtención del caudal.							
Vereda	Ancho del canal (T)	Altura máxima (y)	Lectura velocidad molinete (Vi)	Números de puntos de medición (n)	$V = \frac{\sum Vi}{n}$	$Q = \left(\frac{2}{3} * T * y\right) * V$	Coordenadas geográficas bocatoma. Datum WGS84
San José del Pepino (época verano)	1,1 metros	0,41 metros	0,25 m/seg	5	0,254 m/seg	0,077 m <sup>3</sup> /seg	N 01°06'31,7'' W 076°38'07,4''
			0,24 m/seg				
			0,26 m/seg				
			0,26 m/seg				
			0,26 m/seg				
San José del Pepino (época de lluvia)	1,1 metros	0,71 metros	0,31 m/seg	5	0,322 m/seg	0,168 m <sup>3</sup> /seg	N 01°06'31,7'' W 076°38'07,4''
			0,27 m/seg				
			0,34 m/seg				
			0,36 m/seg				
			0,33 m/seg				
Los Andes (época verano)	3,40 metros	0,54 metros	0,07 m/seg	5	0,084 m/seg	0,103 m <sup>3</sup> /seg	N 01°06'36,6'' W 076°40'26,6''
			0,08 m/seg				
			0,07 m/seg				
			0,11 m/seg				
			0,09 m/seg				
Los Andes (época de lluvia)	3,40 metros	0,84 metros	0,13 m/seg	5	0,128 m/seg	0,244 m <sup>3</sup> /seg	N 01°06'36,6'' W 076°40'26,6''
			0,11 m/seg				
			0,12 m/seg				

			0,14 m/seg				
			0,14 m/seg				
Rumiyaco (época de verano)	1,20 metros	0,19 metros	0,76 m/seg	5	0,652 m/seg	0,099 m <sup>3</sup> /seg	
			0,58 m/seg				
			0,67 m/seg				
			0,66 m/seg				
			0,59 m/seg				
Rumiyaco (época de lluvia)	1,20 metros	0,34 metros	1,1 m/seg	5	0,884 m/seg	0,241 m <sup>3</sup> /seg	N 01°07'32,1" W 076°41'08,1"
			0,75 m/seg				
			0,91 m/seg				
			0,89 m/seg				
			0,77 m/seg				
Caliyaco (época de verano)	1,35 metros	0,16 metros	0,77 m/seg	5	0,918 m/seg	0,132 m <sup>3</sup> /seg	N 01°07'04,5" W 076°36'58,9"
			1,00 m/seg				
			0,98 m/seg				
			0,93 m/seg				
			0,91 m/seg				
Caliyaco (época de lluvia)	1,54	0,25	0,88 m/seg	5	1,02 m/seg	0,262 m <sup>3</sup> /seg	
			1,12 m/seg				
			1,08 m/seg				
			1,04 m/seg				
			0,98 m/seg				
Planadas (época de verano)	0,90 metros	0,27 metros	0,15 m/seg	5	0,126 m/seg	0,021 m <sup>3</sup> /seg	N 01°05'12,5" W 076°40'31,4"
			0,13 m/seg				
			0,12 m/seg				
			0,11 m/seg				
			0,12 m/seg				
Planadas (época de lluvia)	2,60 metros	0,65 metros	0,18 m/seg	5	0,182 m/seg	0,205 m <sup>3</sup> /seg	
			0,17 m/seg				
			0,19 m/seg				
			0,20 m/seg				
			0,17 m/seg				

Tabla 3. Datos obtenidos para la estimación de los caudales rurales. Fuente: este trabajo.

FUENTE HIDRICA	FRECUENCIA CAUDAL	
	Época de lluvia	Época de verano
CALIYACO	0,262 m <sup>3</sup> /seg	0,132 m <sup>3</sup> /seg
SAN JOSE DEL PEPINO	0,27 m <sup>3</sup> /seg	0,077 m <sup>3</sup> /seg
LAS PLANADAS	0,205 m <sup>3</sup> /seg	0,126 m <sup>3</sup> /seg
RUMIYACO	0,24 m <sup>3</sup> /seg	0,099 m <sup>3</sup> /seg
LOS ANDES	0,21 m <sup>3</sup> /seg	0,1 m <sup>3</sup> /seg

Tabla 4. Frecuencia medición de caudales. Fuente: este trabajo.

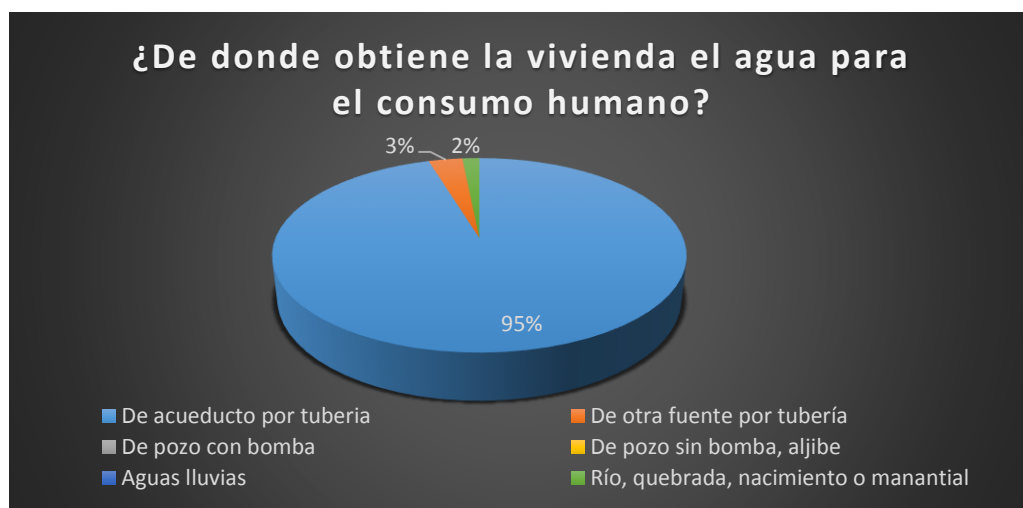
Los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable se diseñan a partir de los caudales que hay que manejar dependiendo de la población que se pretende satisfacer con el servicio, dentro de estos caudales están: El Caudal Medio Diario, Caudal Máximo Diario, Caudal Máximo horario, con los cuales se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado<sup>5</sup>. Una vez hecha la inspección y cálculos de caudales en las épocas de lluvia y verano en cada uno de los acueductos rurales de las veredas en estudio, se puede concluir que en época de lluvia se encauza el doble de caudal hacia los puntos de captación, cabe resaltar que el agua captada no es la totalidad del caudal presentado en la tabla anterior debido a que este proceso se realiza mediante una toma de rejillas y solo se capta el agua que logra pasar a través de ellas.

<sup>5</sup> REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO (RAS – 2000)

**2.2.2. Satisfacción de los usuarios.** Para evaluar la satisfacción de los usuarios se tuvo en cuenta la recolección de los siguientes datos:

En el tema de satisfacción de los usuarios en relación con las tarifas, la continuidad y el tratamiento, se evidencia que la comunidad se encuentra a gusto, esto se explica en relación a que sus tarifas han sido concertadas y con lo recaudado el fontanero o el presidente del acueducto realiza el mantenimiento con el fin de que el agua llegue limpia a las viviendas, la continuidad, 87% manifiesta que si tiene servicio las 24 horas del día los siete días de la semana, sin embargo, cuando se les preguntó que si se ha interrumpido el servicio un 97% afirma que si, aclarando que esto se debe únicamente al mantenimiento que se le realiza al sistema o en temporada de lluvia como medida de prevención, en cuanto al tratamiento, el 84% afirma que no lo hay y sólo un 18% dice que sí, las personas que contestaron afirmando lo hacen porque en ocasiones el agua llega con un color blanco a su vivienda y asumen que es a causa del cloro que le aplican. Esto se observa en los gráficos; 1, 2, 3,4, 5 y 6.

### 2.2.2.1. Servicio de acueducto.



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

Según las encuestas realizadas en la vereda, el 95% de las personas encuestadas se abastecen del acueducto rural comunitario, mientras que el 5% restante mencionan que además del acueducto de la vereda también poseen una captación de pequeños arroyos que atraviesan sus predios.



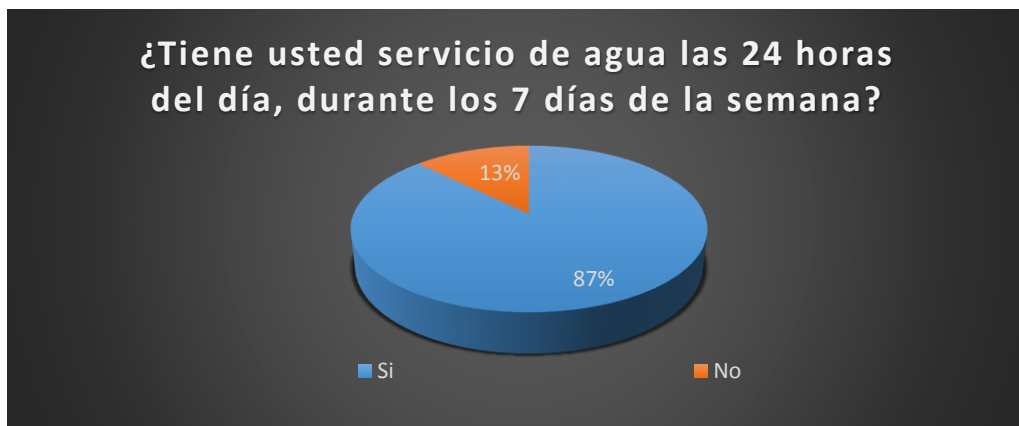
Gráfica 2. ¿Se encuentra usted satisfecho con el servicio que le presta el acueducto?

El 75% de la población encuestada se encuentra satisfecha con el servicio que les está prestando el acueducto rural, mientras que el 25% restante no lo está una de las razones se debe a que éste no posee un tratamiento químico que ayude a mejorar la calidad del agua suministrada.



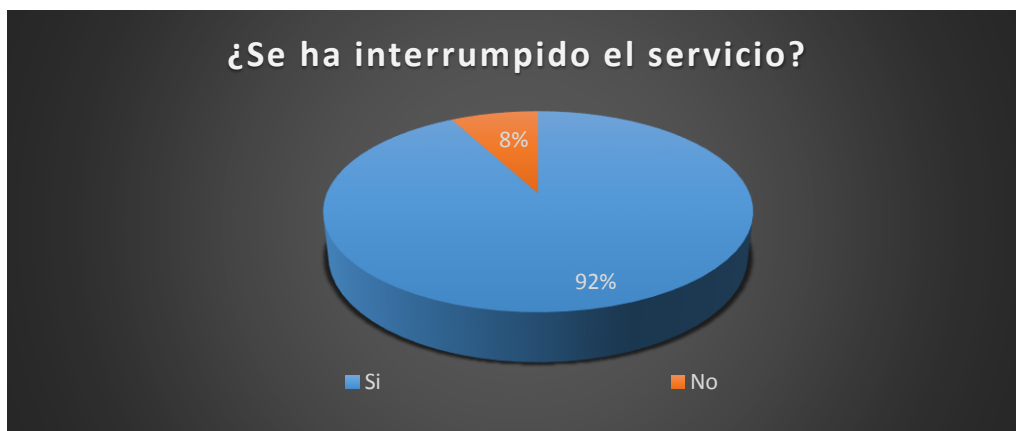
Gráfica 3. ¿Paga usted alguna tarifa por el servicio que le presta el acueducto?

Se evidencia que el 91% de la población encuestada paga una tarifa fija por el servicio que les están prestando, mientras que el 9% restante afirma que no pagan tarifa por que poseen una fuente diferente de abastecimiento.



Gráfica 4. ¿Tiene usted servicio de agua las 24 horas del día, durante los 7 días de la semana?

El 87% de la población encuestada afirma tener continuidad del servicio, mientras que el 13% restante manifiesta que el servicio del acueducto posee muchas falencias en cuestión de la continuidad.



Gráfica 5. ¿Se ha interrumpido el servicio?

En cuanto a interrupciones del servicio, las personas encuestadas manifiestan que si se ha tenido y que éstas son debido a los mantenimientos realizados por parte del fontanero y las labores de limpieza que se le realizan al tanque de almacenamiento y a la bocatoma.



Gráfica 6. ¿Hay tratamiento de agua?

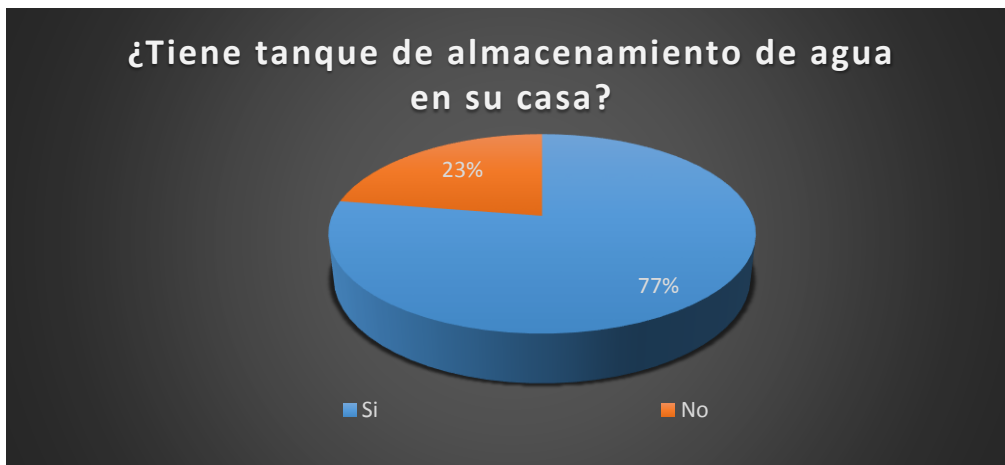
El 84% de la población encuestada afirma que el agua que llega a sus hogares no posee ningún tipo de tratamiento, mientras que un 16% manifiesta que el acueducto tiene tratamiento porque el agua a sus viviendas llega con aparente color blanco, asumiendo este color como presencia de cloro en el agua.



**2.2.2.2. Uso eficiente del agua.** Según el artículo 1° de la ley 373 de 1997, 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>6</sup>. Para la evaluación del uso eficiente del agua en las diferentes veredas en estudio, se tomaron los siguientes indicadores; la importancia que las personas le dan al uso eficiente y ahorro del agua, pregunta a la cual respondieron un 95% que era muy importante y tenían conocimiento de éste, debido al proceso se ha llevado a cabo en la junta de acción comunal, en las que se recalca la importancia de evitar el desperdicio de este recurso, el segundo indicador fue la cantidad de llaves que en la vivienda se encontraban en mal estado, la comunidad cuenta con 2 y 8 llaves dentro de los domicilios, entre 2 y 4 llaves son empleadas en viviendas de solo uso residencial, mientras que entre 5 y 8 llaves las poseen personas que en sus casas tienen negocios como restaurantes, los datos obtenidos evidencian que solo un 13% tiene llaves goteando y en cuanto a lo que están haciendo para ayudar al ahorro de agua, el 55% de las personas encuestadas respondieron que si realizaban prácticas para el ahorro de agua en sus viviendas siendo las más relevantes el cierre de llaves, el uso de tanques de almacenamiento y el mantenimiento oportuno de las averías que se presentan en la red de tuberías. En general, se evidencia que la comunidad encuestada pone en práctica actividades pequeñas que contribuyen al uso eficiente, se observa en los gráficos 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

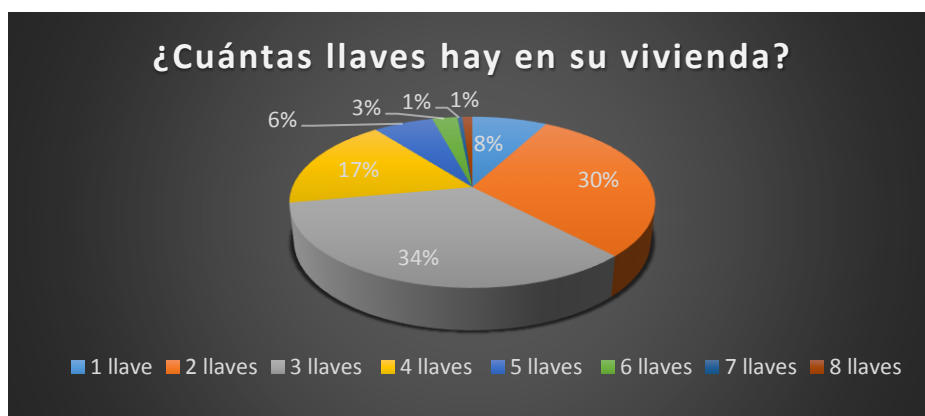
---

<sup>6</sup>Ley 373 de 1997 por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro de agua.



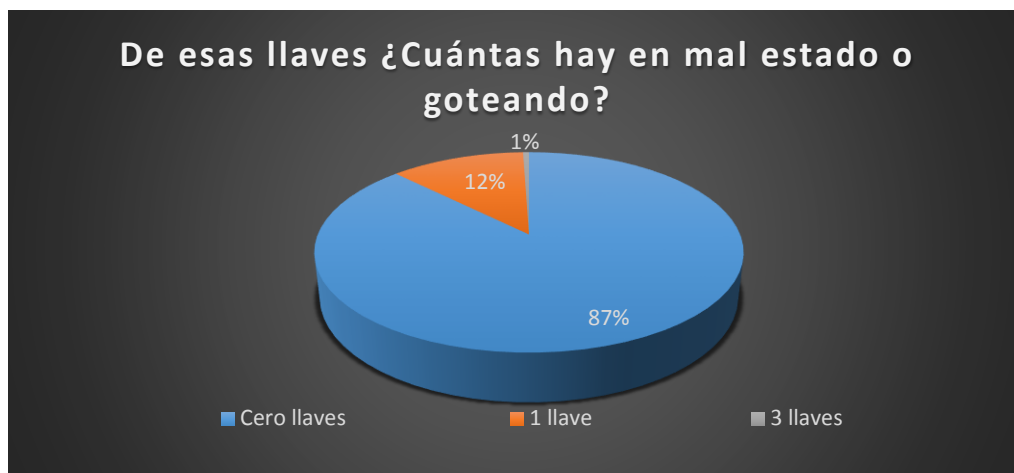
Gráfica 7. ¿Tiene tanque de almacenamiento de agua en su casa?

Según las encuestas realizadas en la vereda, el 77% de las personas encuestadas poseen un tanque de almacenamiento de agua dentro de sus viviendas, mientras que el 27% restante solo toman agua de la llave y la abren solo cuando van a utilizarla.



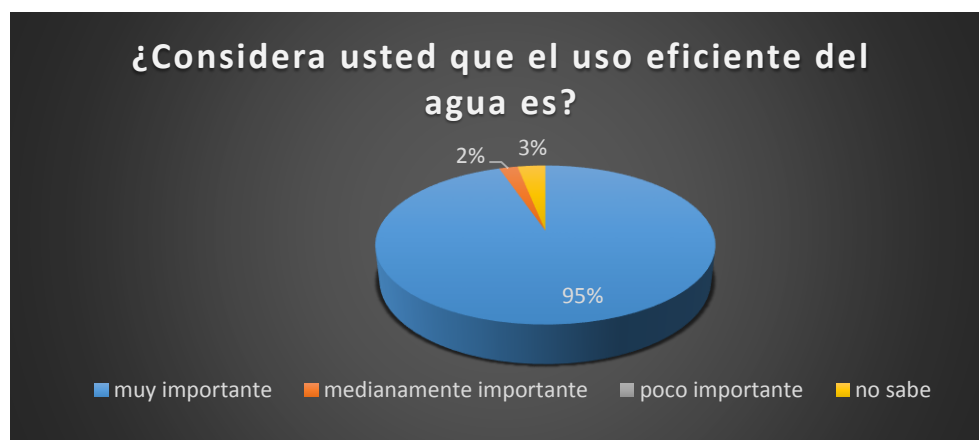
Gráfica 8. ¿Cuántas llaves hay en su vivienda?

Según las encuestas realizadas en la vereda, la población encuestada posee entre 1 y 8 llaves en sus casas, siendo predominante las 2, 3 y 4 llaves en sus viviendas de tipo residencial, las personas que tienen entre 6 y 8 llaves son aquellas que manejan negocios de comidas.



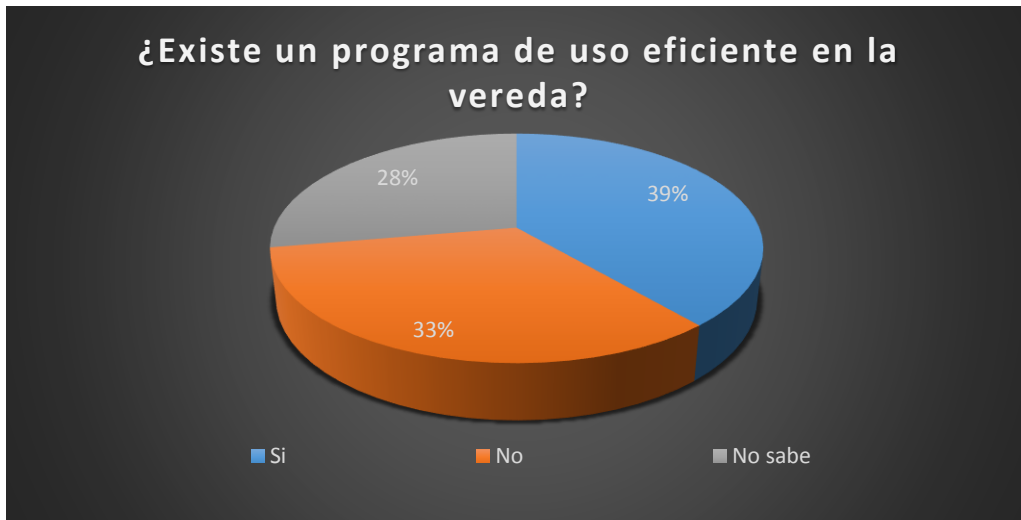
Gráfica 9. De esas llaves ¿Cuántas hay en mal estado o goteando?

Según las encuestas realizadas en la vereda, un 87% de las personas encuestadas no tienen llaves en mal estado, y solamente el 13% tienen 1 y 3 llaves averiadas.



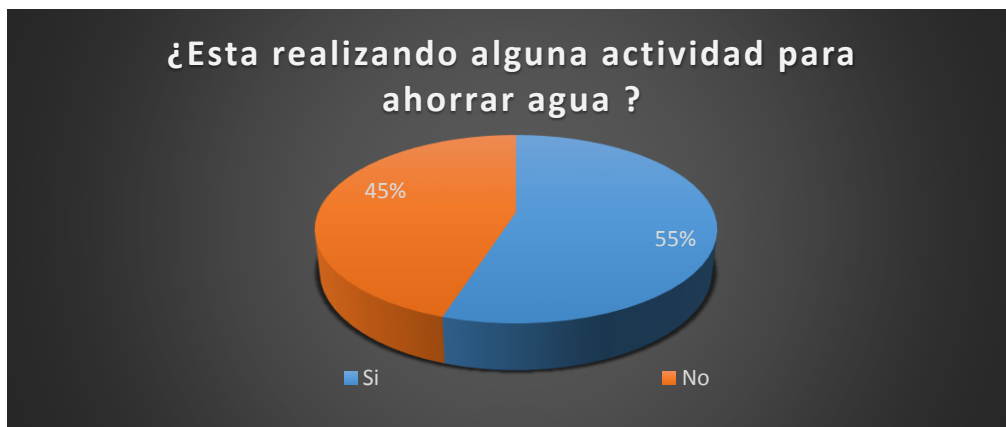
Gráfica 10. ¿Considera usted que el uso eficiente del agua es?

Según las encuestas realizadas en la vereda, el 95% de las personas encuestadas consideran que el uso eficiente del agua es muy importante, mientras que el 5% restante manifiestan que es medianamente importante y no saber nada acerca de este tema.



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

Según las encuestas realizadas en la vereda, el 39% de las personas encuestadas afirman que en la vereda si existe un programa de uso eficiente, puesto que a ellos se les dan charlas dirigidas al ahorro y uso eficiente del recurso hídrico; el 28% de los encuestados manifiestan no saber nada acerca del tema y 33% afirman que no existe ningún programa de uso eficiente en la vereda.



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

Según las encuestas realizadas en la vereda, el 55% de las personas encuestadas afirman que si están realizando actividades que ayudan al ahorro de agua, dichas actividades son el cierre de llaves y uso de tanques de almacenamiento dentro de los hogares y el 45% no se encuentra realizando actividades de ahorro de agua.

**2.2.2.3. Uso del agua.** Según el decreto 3930 de 2010 en su artículo 9° se tiene en cuenta los diferentes usos del agua como son: consumo humano y doméstico, preservación de flora y fauna, agrícola, pecuario, recreativo, industrial, estético, pesca, maricultura y acuicultura y por último la navegación y transporte acuático<sup>7</sup>. En el tema de los diferentes usos del agua que hace la población en estudio, la información estuvo orientada por medio de las siguientes preguntas; qué actividades realizan con el agua suministrada por el acueducto rural y qué percepción tenían en cuanto a la cantidad y calidad en las que la reciben en sus viviendas, la comunidad es consciente que el agua que le suministra el acueducto, solo puede tener uso doméstico y que si se sorprende a alguien realizando otro tipo de uso se le hará el respectivo suspensión y corte del servicio prestado permanentemente, sin embargo, se resalta que algunas familias poseen concesiones de agua para uso piscícola, pero estas aguas son tomadas de otras fuentes hídricas; en cuanto a la cantidad y calidad del agua suministrada por el acueducto se tiene que la mayoría de la población encuestada afirma que en ambos casos el agua permanece constante tanto en cantidad como en cantidad. Esto se observa en los gráficos 13, 14 y 15.

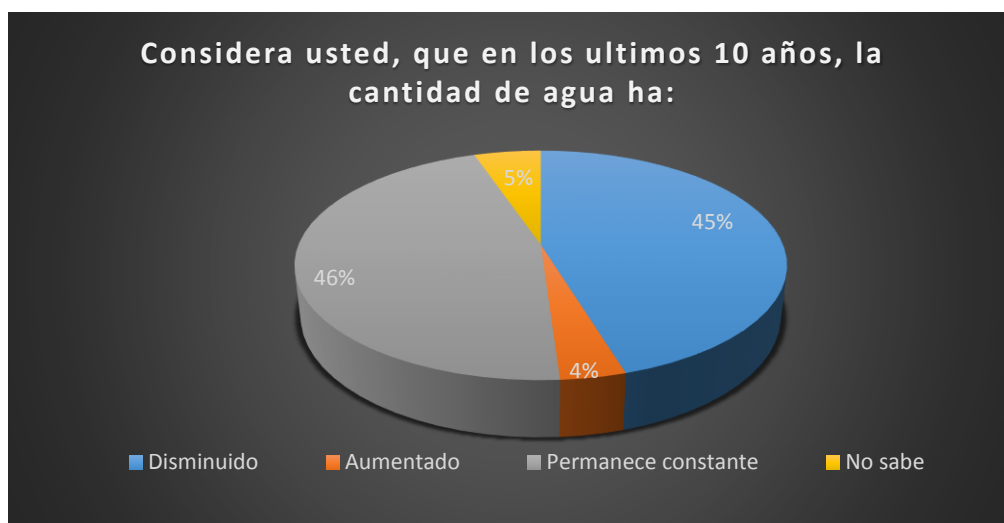
---

<sup>7</sup>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.



Gráfica 13. Tipo de actividad y acceso al agua

De acuerdo a las encuestas realizadas en la vereda, se puede deducir que el 97% de las personas encuestadas emplea el agua para uso doméstico, mientras que el 3% aparte del doméstico usan el agua para la producción avícola y piscícola.



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

Según las encuestas realizadas, el 46% afirman que la cantidad de agua ha sido constante, mientras que el 45% manifiestan que desde que llevan viviendo en la vereda han visto como

se reduce la cantidad de líquido tanto en la fuente de captación como la que les llega a sus hogares.



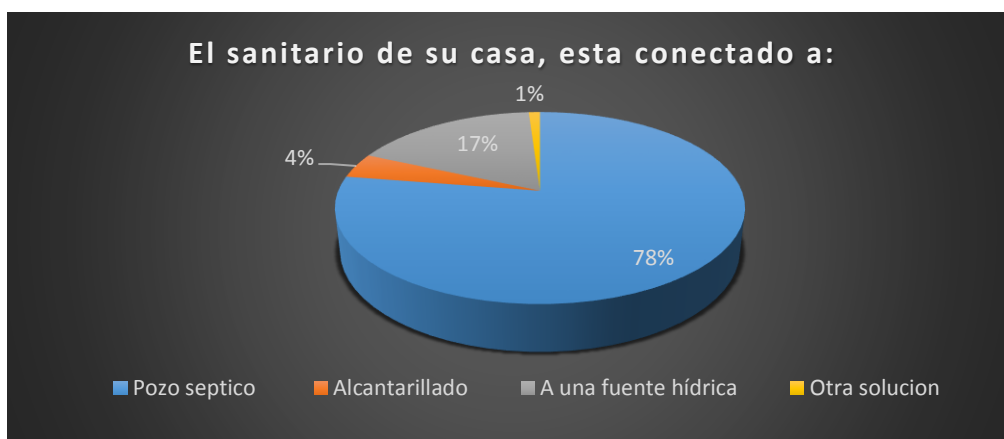
Gráfica 15. Considera usted, que la calidad del agua en la vereda en los últimos 10 años

El 64% de la población encuestada afirma que la calidad no ha disminuido ni aumentado, y el 19% que la calidad ha empeorado por los vertimientos que se le hacen a la fuente de captación por parte del asentamientos en la cabecera de la fuente abastecedora.

**2.2.2.4. Problemática ambiental.** Dentro del decreto 3930 de 2010 en el capítulo VI se encuentra lo relacionado a los vertimientos y en cuanto a las prohibiciones dice que no se admite vertimientos en las cabeceras de la fuentes de agua, en un sector aguas arriba de las bocatomas para agua potable, en extensión que determinará, en cada caso, la autoridad ambiental competente<sup>8</sup>. Para la evaluación de la problemática ambiental se realiza las preguntas encaminadas a verificar cómo la población hace su disposición tanto de residuos sólidos como líquidos, el 78% de la población encuestada responde que los residuos líquidos van direccionados a los pozos sépticos que poseen cada una de las viviendas, mientras que

<sup>8</sup>Decreto 3930 de 2010, capítulo VI, Art. 24. Prohibiciones. 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.

un 17% las vierten directamente a las fuentes hídricas que pasan cerca a sus viviendas o por sus predios; las basuras generadas en las viviendas no tiene disposición adecuada, más de la mitad de la población encuestada realiza quema a cielo abierto, excusándose que el carro recolector no tiene ruta por las veredas, por otro lado hay un 22% de población que realiza un proceso de separación y almacenamiento de las basuras para posteriormente llevarlas hasta un punto de acopio cerca a la vereda y posteriormente son recogidas por el carro recolector, lo anterior se evidencia en los gráficos 16, 17, 18 y 19.



Gráfica 16. El sanitario de su casa, está conectado a:

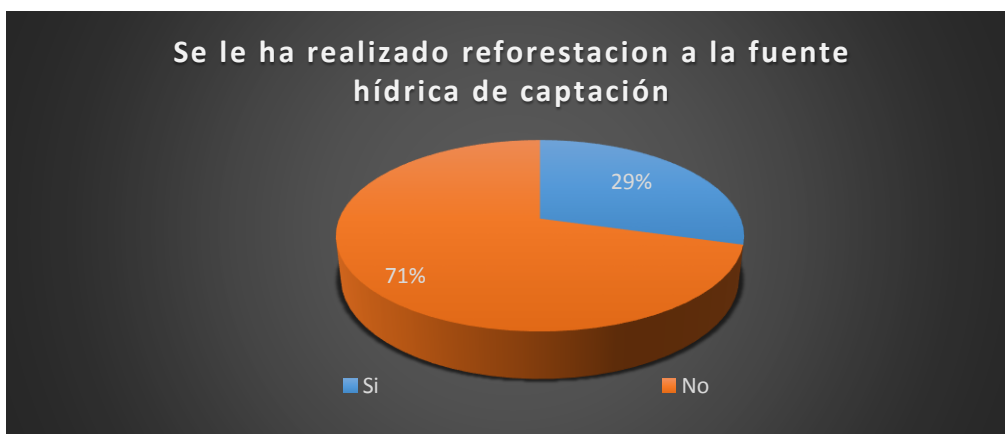
El 78% de la población encuestada realiza sus descargas en pozos sépticos, mientras que un 17% afirma que hacen las descargas en fuentes hídricas aledañas a sus viviendas.





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

Según las encuestas realizadas, el 58% de las personas realizan disposición inadecuada de los residuos generados en sus viviendas, los queman a cielo abierto, un 22% afirma seleccionar sus residuos y llevarlos hasta un punto de acopio para que los recoja el carro recolector y el 17% las entierran en sus predios.



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

El 71 % de las personas encuestadas manifiestan que en el lugar donde se encuentra el acueducto rural no se ha realizado ningún proceso de reforestación, mientras que el 29%

afirma que si se han realizado estos procesos y que de pronto por desconocimiento de las actividades que realiza la junta de acción comunal las demás personas no están informadas.



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

Un 84% de la población encuestada no hace ni ha visto realizar ninguna actividad cerca al punto de captación, mientras que 16% afirma haber visto regularmente a personas haciendo actividades de pesca, baño y extracción de materiales en la fuente.

### 2.3. Plan de acción acueductos rurales

VEREDA	PERMISOS	DEBILIDADES		ACCIONES	OBSERVACIONES
	N° REGISTRO	INFRAESTRUCTURA			
CALIYACO	<p>Revisada la información suministrada por CORPOAMAZONÍA se encuentra que esta vereda el día 10 de septiembre de 2001 se le otorga una concesión de aguas superficiales mediante resolución No. 0949 por un periodo de diez años, actualmente esta concesión se encuentra vencida y cerrada por no presentar la solicitud de prórroga o renovación durante los términos establecidos dentro de la resolución en mención.</p>	RED DE ADUCCION	X	<p>Como lo manifiesta el Ras 2000 en el título B, en cuanto a las redes de aducción y conducción, se recomienda que estas deben estar enterradas como mínimo 60 cm, los cuales serán medidos desde la superficie del terreno hasta el lomo de la tubería; llegado el caso de que no se haga el anterior proceso se recomienda realizar un revestimiento con pintura color aluminio o blanco en las secciones expuestas para impedir la exposición a los rayos UV. Se recomienda emplear válvulas de cierre tipo bola las cuales vienen diseñadas para tubería plástica. Se recomienda que en las secciones expuestas a la acción erosiva de la corriente, se construya un recubrimiento o un muro en concreto o concreto reforzado.</p>	<p>La red de aducción se encuentra expuesta en la gran mayoría del trayecto hasta el tanque de almacenamiento. La red de aducción no posee válvula de corte o cierre al inicio ni al final de la línea.</p>
	<p>Sin embargo el acueducto sigue en funcionamiento.</p>			BOCATOMA	X

				sedimentos en la parte interna y los musgos de las paredes externas.	captada, pero no cuenta con un cerramiento.
		REJILLAS	X	Se recomienda un mantenimiento estructural y estético una vez al año para evitar el estado de oxidación y deterioro de la misma.	Las rejillas evidencian un estado de oxidación leve, debido a que estas no han sido cambiadas desde el año en que entro en operación.
		DESARRENADOR	No posee	Se recomienda realizar el diseño y construcción de un desarenador, debido a que en época de lluvia y en arrastre normal de la corriente llega material particulado que necesita sedimentarse después de captada el agua.	La bocatoma no cuenta con un desarenador.
		PLANTA DE TRATAMIENTO	No posee	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	X	Se recomienda realizar una limpieza general del tanque de almacenamiento para evitar el deterioro de sus paredes internas y externas. Se debe realizar una acción correctiva en las grietas que presenta para evitar las fugas.	Este tiene presencia de musgo en sus paredes exteriores, y en su alrededor se encuentran arbustos de altura media. Este componente posee fugas en su estructura.
		RED DE CONDUCCIÓN		Se recomienda realizar un revestimiento con pintura color aluminio o blanco en las secciones expuestas para impedir la exposición a los rayos UV.	Posee una sección expuesta a los rayos UV, la cual está localizada en el puente que conduce de la vereda Caliyaco hacia la vereda el zarzal.
		BOCATOMA	X	Se recomienda implementar cercas en la zona de captación	La bocatoma se encuentra localizada

				para evitar el ingreso de personas y animales extraños que puedan contaminar el agua captada. Se recomienda realizar una limpieza periódica general de la bocatoma tanto interna como externa para quitar excesos de sedimentos en la parte interna y los musgos de las paredes externas.	sobre el cauce de la quebrada N.N., esta se encuentra aislada del ingreso de personas u animales que pudiesen contaminar el agua captada, pero no cuenta con un cerramiento.
		REJILLAS	X	Se recomienda un mantenimiento estructural y estético una vez al año para evitar el estado de oxidación y deterioro de la misma.	Las rejillas evidencian un estado de oxidación leve, debido a que estas no han sido cambiadas desde el año en que entro en operación.
		DESARRENADOR	X	Se recomienda realizar el diseño y construcción de un desarenador adecuado, debido a que en época de lluvia y en arrastre normal de la corriente llega material particulado que necesita sedimentarse después de captada el agua, función que la actual cámara de recolección no cumple eficientemente. Para la tapa del desarenador que facilita su limpieza se recomienda el empleo de un diseño estructural en concreto o reforzado.	El acueducto rural posee una cámara de recolección la cual hace las veces de desarenador, tiene una tapa metálica para facilitar su limpieza, pero esta tiene presencia de oxidación moderada.
		PLANTA DE TRATAMIENTO	No posee	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	X	Se recomienda realizar una limpieza general del tanque de	Posee presencia de musgos en su superficie,

				<p>almacenamiento para evitar el deterioro de sus paredes internas y externas.</p> <p>Se recomienda un cambio del material de la tapa de mantenimiento, a una de concreto o concreto reforzado, y los escapes de aire cambiarlos a material de PVC.</p>	<p>oxidación en los componentes metálicos (válvulas, tapa de ingreso a mantenimiento y escapes de aire) y presenta vegetación mediana (arbustos) a su alrededor.</p>
LAS PLANADAS	<p>Revisada la información suministrada por CORPOAMAZONÍA se encuentra que esta vereda el día 15 de enero de 2003 se le otorga una concesión de aguas superficiales mediante resolución No. 0054, actualmente esta concesión se encuentra vigente.</p>	RED DE ADUCCION		<p>Como lo manifiesta el Ras 2000 en el título B, en cuanto a las redes de aducción y conducción, se recomienda que estas deben estar enterradas como mínimo 60 cm, los cuales serán medidos desde la superficie del terreno hasta el lomo de la tubería; llegado el caso de que no se haga el anterior proceso se recomienda realizar un revestimiento con pintura color aluminio o blanco en las secciones expuestas para impedir la exposición a los rayos UV.</p> <p>Se recomienda emplear válvulas de cierre tipo bola las cuales vienen diseñadas para tubería plástica (PVC).</p>	<p>La red de aducción se encuentra expuesta en la gran mayoría del trayecto hasta el tanque de almacenamiento.</p> <p>La red de aducción no posee válvula de corte o cierre al inicio ni al final de la línea.</p>
		BOCATOMA	X	<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>Se recomienda realizar una limpieza periódica general de la bocatoma tanto interna como externa para quitar excesos de sedimentos en la parte interna y</p>	<p>La bocatoma se encuentra localizada a un costado del cauce del río Pepino, esta se encuentra aislada del ingreso de personas u animales que pudiesen contaminar el agua captada, pero no cuenta con un cerramiento.</p>

				los musgos de las paredes externas.	
		REJILLAS	X	Se recomienda implementar un sistema de rejillas de cribado fino con la cual puede ser una malla con una separación de 3mm la cual impedirá el ingreso de elementos de arrastre y peces, y una rejilla de cribado grueso con una separación entre barrotes de 2 cm o 2,5 cm la cual impedirá el ingreso de elementos flotantes gruesos.	Las rejillas artesanales de las que dispone este acueducto rural no cumplen con las características mínimas requeridas por el RAS 2000.
		DESARRENADOR	No posee	Se recomienda realizar la revisión del diseño y de la construcción de los desarenadores para hacerles las respectivas correcciones que ayuden a ponerlos en marcha, debido a que en época de lluvia y en arrastre normal de la corriente llega material particulado que necesita sedimentarse después de captada el agua.	La bocatoma cuenta con dos desarenadores, los cuales no se encuentran en operación por fallencias estructurales y estos a su vez están cumpliendo la función de tanques de almacenamiento.
		PLANTA DE TRATAMIENTO	No posee	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	X	Se recomienda realizar el diseño y construcción de un tanque de almacenamiento capaz soportar el volumen manejado por el acueducto.	Este acueducto tiene 2 desarenadores los cuales están haciendo las veces de tanques de almacenamiento, por lo tanto un tanque de almacenamiento no existe.

		RED DE CONDUCCIÓN	X	<p>Como lo manifiesta el Ras 2000 en el título B, en cuanto a las redes de aducción y conducción, se recomienda que estas deben estar enterradas como mínimo 60 cm, los cuales serán medidos desde la superficie del terreno hasta el lomo de la tubería; llegado el caso que por motivos hidráulicos y de topografía no se pudiera realizar el entierro de la línea de conducción se recomienda realizar un revestimiento con pintura color aluminio o blanco en las secciones expuestas para impedir la exposición a los rayos UV.</p>	<p>Posee varias secciones expuestas a los rayos UV a lo largo del recorrido de esta línea de conducción.</p>
RUMIYACO	<p>Revisada la información suministrada por CORPOAMAZONÍA se encuentra que esta vereda no posee ningún registro ni solicitud de concesión de aguas superficiales.</p> <p>Sin embargo el acueducto actualmente se encuentra en funcionamiento.</p>	RED DE ADUCCION	X	<p>Como lo manifiesta el Ras 2000 en el título B, en cuanto a las redes de aducción y conducción, se recomienda que estas deben estar enterradas como mínimo 60 cm, los cuales serán medidos desde la superficie del terreno hasta el lomo de la tubería; llegado el caso de que no se haga el anterior proceso se recomienda realizar un revestimiento con pintura color aluminio o blanco en las secciones expuestas para impedir la exposición a los rayos UV.</p> <p>Se recomienda emplear válvulas de cierre tipo bola las cuales vienen diseñadas para tubería plástica.</p> <p>Se recomienda que en las secciones expuestas a la acción erosiva de la corriente, se construya un recubrimiento o un</p>	<p>La red de aducción se encuentra expuesta en pequeños tramos, además se encuentra expuesta a la acción erosiva de la corriente del río Rumiayaco.</p> <p>La red de aducción no posee válvula de corte o cierre al inicio ni al final de la línea.</p>



				muro en concreto o concreto reforzado.	
		BOCATOMA	X	Se recomienda implementar cercas en la zona de captación para evitar el ingreso de personas y animales extraños que puedan contaminar el agua captada. Se recomienda realizar una limpieza periódica general de la bocatoma tanto interna como externa para quitar excesos de sedimentos en la parte interna y los musgos de las paredes externas.	La bocatoma se encuentra localizada a un costado del cauce del río Rumiayaco, esta se encuentra aislada del ingreso de personas u animales que pudiesen contaminar el agua captada, pero no cuenta con un cerramiento.
		REJILLAS	X	Se recomienda implementar un sistema de rejillas de cribado fino con la cual puede ser una malla con una separación de 3mm la cual impedirá el ingreso de elementos de arrastre y peces, y una rejilla de cribado grueso con una separación entre barrotes de 2 cm o 2,5 cm la cual impedirá el ingreso de elementos flotantes gruesos. Se recomienda hacer un mantenimiento periódico a este componente para evitar la acumulación de musgo.	Las rejillas evidencian un estado de oxidación leve y presencia de musgo, debido a que estas no han sido cambiadas desde el año en que entro en operación y falta de mantenimiento.
		DESARRENADOR	X	Se recomienda realizar la revisión del diseño y de la construcción del desarenador para hacerle las respectivas correcciones que ayuden a ponerlo en funcionamiento óptimo, debido a que en época de lluvia y en arrastre normal de la corriente llega material particulado que	Esta tiene una cámara de recolección que hace las veces de desarenador, además posee cavidades sin tapas en la parte superior para facilitar el mantenimiento de la misma.

				necesita sedimentarse después de captada el agua. Se recomienda implementar tapas de concreto o concreto reforzado para cubrir las cavidades de mantenimiento puesto que por estos puede ingresar materia orgánica (hojarasca) de la vegetación que se encuentra a su alrededor y de animales.	
		PLANTA DE TRATAMIENTO	No posee	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	X	Se recomienda hacer limpieza periódica tanto a la parte externa como interna para evitar la colmatación y la presencia de musgo.	Este posee presencia de musgo en sus paredes externas y un deterioro leve por estar expuesto a la intemperie.
LOS ANDES	Revisada la información suministrada por CORPOAMAZONÍA se encuentra que esta vereda el día 11 de febrero de 2001 se le otorga una concesión de aguas superficiales mediante resolución No. 0089 por un periodo de diez años, actualmente esta concesión se encuentra vencida y cerrada por no presentar la solicitud de prórroga o	RED DE ADUCCION		Se recomienda emplear válvulas de cierre tipo bola las cuales vienen diseñadas para tubería plástica (PVC).	La red de aducción no posee válvula de corte o cierre al inicio ni al final de la línea.
		BOCATOMA	X	Se recomienda realizar una limpieza periódica para evitar la acumulación de musgo en sus paredes.	Este componente tiene presencia de musgo leve en sus paredes externas.
		REJILLAS	X	Se recomienda la limpieza periódica de las rejillas y el cambio de las mismas una vez al año para evitar el deterioro.	Presentan oxidación leve por que estas no han sido cambiadas desde la construcción del acueducto rural.
		DESARRENADOR	X	Se recomienda realizar el diseño y construcción de un desarenador adecuado, debido a que en época de lluvia y en arrastre normal de la	Esta tiene una cámara de recolección que hace las veces de desarenador.

	renovación durante los términos establecidos dentro de la resolución en mención.			corriente llega material particulado que necesita sedimentarse después de captada el agua, función que la actual cámara de recolección no cumple eficientemente.	
	Sin embargo el acueducto sigue en funcionamiento.	PLANTA DE TRATAMIENTO	No posee	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	X	Se recomienda hacer limpieza periódica tanto a la parte externa como interna para evitar la colmatación y la presencia de musgo y hojarasca.	Este posee presencia de musgo en sus paredes externas y un deterioro leve por estar expuesto a la intemperie.

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

### 3. CONCLUSIONES

Este estudio deja ver que las instituciones competentes no cuentan con información actualizada sobre el suministro de agua en el sector rural, lo que ha traído como consecuencia que las comunidades se abastezcan desconociendo la normatividad, es decir que funcionen como ilegales o simplemente que estén haciendo uso de un caudal mayor al concesionado como es el caso del acueducto que abastece a la población de la vereda Las planadas, lo que se revierte en condiciones no adecuadas en el agua que consumen.

La información recolectada en campo y la proporcionada por las entidades públicas como CORPOAMAZONÍA, la empresa Aguas Mocoa y la alcaldía municipal, evidencian las diferentes problemáticas que tiene el sector rural en el municipio, en cuanto al suministro de agua para consumo humano porque las captaciones que se están haciendo son en su mayoría ilegales, no se cuenta con el permiso de concesión de aguas superficiales otorgada por la entidad competente, y en casos como en las veredas Los Andes y Caliyaco en su momento tuvieron resolución de concesión de aguas pero se les venció el tiempo de vigencia, razón por la cual CORPOAMAZONÍA realizó el cierre de expedientes. De las siete veredas visitadas, cinco cuentan con acueducto y solo Las planadas tienen concesión de aguas superficiales vigente.

Los cinco acueductos en estudio, cuentan con tratamiento físico pero no hay un tratamiento químico que les permita consumir un agua de mejor calidad.

La infraestructura de los acueductos está en estado regular, se encontró por ejemplo que algunos poseen cámaras de recolección las cuales hacen las veces de desarenadores pero éstas no son las adecuadas para realizar el proceso porque las dimensiones son muy pequeñas, las

bocatomas de los acueductos rurales no se encuentran protegidas por un cerramiento o cerca que impida el ingreso de animales o personas al lugar de captación esto puede afectar la calidad de agua suministrada a la población.

En el caso de las fuentes de captación, algunas de ellas son ríos con gran cauce como el Pepino y Rumiyaco y los acueductos realizan la captación por medio de toma lateral, otros captan de fuentes menores como el Golondrino y Hornoyaco y sus bocatomas son de tipo rejilla, sin embargo cabe resaltar que algunas otras fuentes utilizadas no tienen un nombre.

Los acueductos no cuentan con un plan de operación ni de mantenimiento, sin embargo manifiestan los pobladores que en las veredas se realiza concientización acerca del ahorro y uso eficiente del recurso hídrico.

Para eventualidades de emergencias las veredas no poseen un plan de contingencia dejándolos vulnerables en caso de avería prolongada de las bocatomas, donde llegado el caso se quedarían sin servicio agua.

Las comunidades beneficiadas con los acueductos rurales, en general pagan tarifas por el servicio que se les está prestando, el recaudo de ellas es utilizado para los costos de mantenimiento de tuberías e infraestructura averiada y la contratación del fontanero.

#### **4. RECOMENDACIONES**

Se recomienda, el diseño y construcción de una planta de tratamiento químico para el mejoramiento de la calidad del servicio suministrado a las poblaciones beneficiadas, solo tienen tratamiento físico pero no es suficiente para asegurar el agua para consumo humano.

A los prestadores del servicio de acueducto, se recomienda realizar el diseño y construcción de desarenadores, puesto que actualmente los acueductos no cuentan con una estructura eficiente que realice esta función.

A los prestadores del servicio de acueducto, se recomienda realizar el diseño de los planes de contingencia, plan de operación y mantenimiento para las eventualidades que puedan surgir en un futuro dentro del sistema de acueducto.

Se recomienda realizar labores de mantenimiento y limpieza de las estructuras que componen el acueducto rural de manera más periódica para evitar la presencia de musgo en sus paredes y evitar las colmataciones del sistema.

A CORPOAMAZONIA, se recomienda realizar un proceso acercamiento y asesoría a la comunidad, referentes a los permisos de captación de aguas, lo que beneficiará a la comunidad.

A los prestadores del servicio de acueducto, se recomienda diseñar un programa de ahorro y uso eficiente del recurso hídrico para ayudar a la conservación y evitar el desperdicio, lo que se revierte en fuentes hídricas de captación con mayor caudal.

Se recomienda a los prestadores del servicio y a las instituciones competentes, implementar un plan de reforestación para la preservación de las fuentes hídricas de las cuales se están realizando las captaciones.

A la comunidad, se recomienda dar un manejo integral de residuos sólidos y líquidos generados en las veredas, esto a través de planes de manejo integral y/o reciclaje y la construcción de sus pozos sépticos.

## 5. 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. Pereira.

GÓMEZ Gonzales evaluación de calidad de agua para consumo humano en el municipio de

Mocoa, caso de estudio acueducto de aguas Mocoa E. S. P. 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”

2012.

Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS – 2000).

Ley 388 de 1997 del congreso de la republica que enmarca el ordenamiento territorial dentro

de un instrumento de gestión en función de la organización y desarrollo del territorio.

Decreto 3930 del 2010 de la presidencia de la república, 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-ley2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y

se dictan otras disposiciones.



## ANEXOS



REPUBLICA DE COLOMBIA  
GOBERNACIÓN DEL PUTUMAYO  
"JUNTOS PODEMOS TRANSFORMAR"

Secretaría de Salud Departamental



Mocoa, 16 de Noviembre de 2016

SSD-LSP-1151-16


Doctora  
**NILSA ANDREA SILVA CASTILLO**  
Decana de Ingenierías  
Instituto Tecnológico del Putumayo  
Ciudad


Asunto: **Respuesta solicitud estudios de agua realizados a los acueductos rurales de Mocoa.**

Atento saludo,

En atención a su solicitud, me permito solicitarle conocer el propósito de esta información, debido a que para poder facilitar los documentos se debe firmar compromisos de confidencialidad.

Cordialmente;

  
**ANA CAROLINA VILLOTA B.**  
P.U. Laboratorio de Salud Pública

Proyectó: Denier Ycaza   
P.A. Área de aguas y alimentos



Carrera 4 #8-26 B. José María Hernández • Mocoa-putumayo • Código Postal: 860001  
Conmutador (+578) 4206600 Ext 125 • Página web: [www.saludputumayo.gov.co](http://www.saludputumayo.gov.co)  
Correo electrónico: [salud@putumayo.gov.co](mailto:salud@putumayo.gov.co)

