	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(92)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	ANGIE PAOLA TORRES NAVARRO
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA AMBIENTAL
DIRECTOR	YEENI LOZANO LÁZARO
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE AGUACHICA, CESAR.

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

LA PRESENTE PASANTÍA, TUVO COMO FIN REALIZAR UNA EVALUACIÓN AL ABASTECIMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE AGUACHICA, CESAR, MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE UN DIAGNOSTICO SITUACIONAL QUE PERMITIO FORMULAR ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PARA LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE, PRESTADO POR LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE AGUACHICA, ESPA.

EL INTERÉS SURGIO EN FUNCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA COMO EL INADECUADO E INEFICIENTE PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 92	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1
-------------	---------	----------------	-----------



EVALUACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y
FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO
DEL MUNICIPIO DE AGUACHICA, CESAR.

AUTOR(A)

ANGIE PAOLA TORRES NAVARRO

Propuesta presentada bajo la modalidad de pasantías como requisito para optar el título de
Ingeniera Ambiental

Director (a)

YEENY LOZANO LAZARO

Ingeniera ambiental

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Agosto, de 2016

Índice

Capítulo 1. Evaluación del abastecimiento del recurso hídrico y formulación de alternativas para el mejoramiento de la continuidad del servicio de agua potable en el casco urbano del municipio de Aguachica, Cesar	12
1.1 Descripción breve de la empresa.....	12
1.1.1 Misión.....	13
1.1.2 Visión.	14
1.1.3 Objetivos de la empresa.....	14
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.....	15
1.1.5 Descripción de la dependencia a la que fue asignado.	16
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.....	17
1.2.1 Planteamiento del problema.	18
1.3 Objetivos de la Pasantía	20
1.3.1 Objetivo general.	20
1.3.2 Objetivos específicos.....	20
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar	21
 Capítulo 2. Enfoque Referencial.....	 22
2.1 Enfoque Conceptual	22
2.2 Enfoque Legal	27
2.2.1 Constitución política de Colombia de 1991.	27
2.2.2 Ley 99 de 1993 Creación del Ministerio del Medio Ambiente.....	28
2.2.3 Ley 373 de 1997 Ahorro y Uso Eficiente del Agua.	28
2.2.4 Decreto 1575 de 2007 Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.	28
2.2.5 Decreto 3930 de 2010.....	29
2.2.6 Resolución 2115 de 2007.	29
2.2.7 La ley 142 de 1994.	29

Capítulo 3. Informe de Cumplimiento del Trabajo	30
3.1 Presentación de Resultados	30
3.1.1 Visita y recorrido por la fuente de abastecimiento y punto de captación.....	30
3.1.2 Diagnóstico de las condiciones de la fuente hídrica.....	34
3.1.3 Aforos de caudales de la fuente hídrica de abastecimiento.....	36
3.1.4 Identificación de posibles fallas en las redes de distribución del recurso hídrico para verificar la calidad del servicio prestado.	40
3.1.5 Revisión reportes de daños y reparaciones en la red de distribución.	42
3.1.6 Revisión de planos e identificación del material y tamaño de tubería.	48
3.1.7 Descripción del proceso de tratamiento actual de la PTAP.....	50
3.1.8 Condiciones de infraestructura de la planta de tratamiento de agua potable para conocer el estado actual en que se encuentra.	56
3.1.9 Muestreo de la calidad del agua tratada para evaluar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua tratada en la PTAP.....	61
3.1.10 Alternativas de mejoramiento en la continuidad del servicio de agua potable en el caso urbano del municipio de Aguachica Cesar.	67
3.1.11 Falencias encontradas en la captación y distribución del agua y presentar una medidas de para su optimización.....	70
3.1.12 Estrategias de capacitación y sensibilización.	72
Capítulo 4. Diagnostico Final	73
Capítulo 5. Conclusiones	75
Capítulo 6. Recomendaciones	78
Referencias	80
Apéndices	83

Lista de Tablas

Tabla 1. Matriz DOFA	17
Tabla 2. Estrategias FO – DO – FA – DA, matriz DOFA	18
Tabla 3. Actividades a desarrollar en la empresa	21
Tabla 4. Captaciones ilegales Aguas arriba de la captación del sistema acueducto.	32
Tabla 5. Concesiones hídricas otorgadas por CORPOCESAR.	32
Tabla 6. Resultado del primer aforo técnico realizado a través del sistema de la medición de la velocidad superficial	37
Tabla 7. Resultado del segundo aforo técnico realizado a través del sistema de la medición de la velocidad superficial.	38
Tabla 8. Índice de cobertura calculada	41
Tabla 9. Control de fugas del año 2015	43
Tabla 10. Reportes de daños y reparaciones en la red de distribución.	44
Tabla 11. Porcentaje de reportes de daños y reparaciones en la red de distribución.	46
Tabla 12. Inventario general de redes de acueducto	48
Tabla 13. Caudal que ingresa a la planta	57
Tabla 14. Condiciones físicas e infraestructura existente de la PTAP actual	58
Tabla 15. Sistema de tratamiento de agua potable.....	60
Tabla 16. Resultados de análisis fisicoquímico para el muestreo realizado en el hospital regional Padilla Villafañe.....	61
Tabla 17. Resultados de análisis microbiológico para el muestreo realizado en el hospital regional padilla Villafañe.....	62

Tabla 18. Calculo del IRCA para el muestreo realizado en el hospital regional Padilla Villafañe....	62
Tabla 19. Resultados de análisis fisicoquímico para el muestreo realizado en la bocatoma quebrada Buturama.....	64
Tabla 20. Resultados de análisis microbiológico para el muestreo realizado en la bocatoma quebrada Buturama	65
Tabla 21. Resultado de análisis microbiológico en punto de muestreo Manzana B casa 21 Etapa 1 Ciudadela del año 2016.....	65
Tabla 22. Resultado de análisis microbiológico en punto de muestreo en calle 10 N 32-03 del año 2016.....	66
Tabla 23. Resultado de análisis microbiológico en punto de muestreo en Calle 6 # H32-26 Barrio San Eduardo del año 2016 por el laboratorio de salud	66
Tabla 24. Revisión y validación de los procesos de tratamiento de agua potable actual	67

Lista de Gráficas

Grafica 1. Usuarios del servicio de acueducto de la zona urbana.....	38
Gráfica 2. Control de fugas del año 2015.....	40
Gráfica 3. Reporte de daños del año 2016 en cantidad.....	44
Gráfica 4. Reportes de daños del año 2016 en metros.....	44

Lista de Figuras

Figura 1. Estructura organizacional. Fuente: Control interno E.S.P de Aguachica	15
Figura 2. Cuenca de la quebrada Buturama.....	33
Figura 3. Recorrido por la fuente hídrica.....	33
Figura 4. Punto de Captación.....	34
Figura 5. Evidencia de quemas en la zona.....	34
Figura 6. Localización puntos de aforo.....	39
Figura 7. Medición Tiempo de recorrido del Flotador segundo aforo.....	39
Figura 8. Medición de la profundidad primer aforo.....	39
Figura 9. Estructura hidráulica llamada la bocatoma nueva con sección de rejillas laterales.....	51
Figura 10. Estructura desarenadora.....	51
Figura 11. Canaleta Parshall de la PTAP.....	52
Figura 12. Floculadores de flujo horizontal.....	53
Figura 13. Sedimentadores de flujo vertical ascendente.....	54
Figura 14. Filtros convencionales.....	55
Figura 15. Tanques de almacenamiento.....	56
Figura 16. Estructura hidráulica llamada la bocatoma nueva con sección de rejilla de fondo.....	72

INTRODUCCIÓN

La propuesta investigativa de este proyecto, tiene el propósito de evaluar el abastecimiento del recurso hídrico mediante la elaboración de un diagnóstico situacional, que permita formular alternativas de mejoramiento; las cuales, pueden contribuir a optimizar la continuidad en el servicio de agua potable en el casco urbano del municipio de Aguachica Cesar, prestado por la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica, ESPA.

La problemática incide principalmente en la inexistencia del abastecimiento adecuado de este imprescindible recurso que satisfaga oportuna y eficientemente esta necesidad básica como lo es el agua potable para los habitantes del Municipio de Aguachica Cesar.

El interés surge en realizar una evaluación con la información pertinente que contemple todo el sistema de abastecimiento de agua potable de Aguachica Cesar, empezando desde la captación, tratamiento y distribución del agua con objeto de conocer la oferta hídrica de la fuente de abastecimiento, verificar la calidad del servicio prestado y de esta manera formular las alternativas de mejoramiento en la continuidad del servicio de agua potable.

Capítulo 1. Evaluación del abastecimiento del recurso hídrico y formulación de alternativas para el mejoramiento de la continuidad del servicio de agua potable en el casco urbano del municipio de Aguachica, Cesar

1.1 Descripción breve de la empresa

El primer asentamiento humano de Aguachica existió en terrenos aledaños al sitio donde hoy funciona la planta de tratamiento del acueducto, por la vía que conduce al caserío de la Yegüerita. Más tarde, cuando el pueblo fue creciendo, las autoridades pensaron en construir su primer acueducto, y fue así que por medio de tuberías de hierro trajeron el agua desde la quebrada Buturama y la depositaban en una alberca grande en un sitio que quedó en donde hoy funciona la parte alta del barrio María Eugenia, en terrenos del señor Adriano Yaruro. El líquido llegaba a las casas como venía de la quebrada, y en tiempos de invierno los habitantes le echaban un pedazo de lo que ellos llamaban Cloron para aclarar el agua. Este producto químico es lo que hoy se conoce como sulfato de aluminio.

Posteriormente las tuberías de hierro se fueron reemplazando por las de asbesto cemento y fueron ampliando las redes. Las autoridades más recientes fueron pensando en el tratamiento del agua y fue así, como en el año 1983 se inauguró la planta de tratamiento, desde esta fecha se comenzó a procesar el precioso líquido y la población a gozar de un servicio de agua clara y apta para el consumo humano.

En su aspecto jurídico se conoció inicialmente como acueducto municipal regido por una

junta directiva y un administrador, más tarde por acuerdo del concejo municipal se transformó en las empresas municipales, posteriormente el acueducto paso a manos del departamento y se conoció la empresa con el nombre de EMPOCESAR, nuevamente al disolverse la empresa departamental paso a manos del municipio y se conoció con el nombre de EMPOAGUACHICA, regida también por una junta directiva y con un gerente a su cabeza. Con la aparición de la ley 142 de 1994, el ente municipal se transformó en una empresa industrial y comercial del estado cuya razón social es actualmente Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P.

La Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P, cuenta en su estadística con un total de Dieciséis Mil Cuatrocientos (16.400) suscriptores de acueducto y Quince mil cuatrocientos (15.400) de alcantarillado, la prestación del servicio de acueducto se da por gravedad y debe contemplar racionamientos para el suministro, esto debido a fugas, los fraudes y el mal uso que los usuarios le dan al agua.

Actualmente se adelantan las obras de optimización del acueducto y alcantarillado para mejorar la continuidad del servicio y lograr un 100% de cobertura. La finalidad de la empresa es que aproximadamente en 4 años prestar el servicio las 24 horas del día.

1.1.1 Misión. “Somos una empresa dedicada a la organización y prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en la ciudad de Aguachica Cesar, para satisfacer las necesidades de los clientes con oportunidad, eficiencia, continuidad y calidad en niveles de excelencia, generando como valores agregados constantes, el fomento del crecimiento socioeconómico sostenible de la zona urbana con responsabilidad social empresarial, mediante la

gestión del talento humano, los recursos físicos y la modernización tecnológica que garantice bajo principios y valores éticos la sostenibilidad económica, financiera y ambiental”.

1.1.2 Visión. “Ser en el año 2020 una empresa reconocida regional y nacionalmente como modelo en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, caracterizada por una gestión orientada a resultados, que promueva con responsabilidad social empresarial el mejoramiento de la calidad de vida de la ciudadanía en general, con un talento humano de altos niveles en sus competencias; así como, por un comportamiento acorde con los principios y valores éticos”.

1.1.3 Objetivos de la empresa. Somos una empresa prestadora de servicios públicos domiciliarios que desea brindar a la comunidad aguachique un buen servicio en el suministro de Agua potable, tratamientos de aguas residuales y saneamiento básico; y así contribuir al mejoramiento de la calidad de vida en este, nuestro municipio. Es por eso, que la empresa se ha trazado la misión y la visión para llevar a cabo el buen manejo y sostenimiento de la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P.

- Organizar y prestar de forma eficiente y eficaz los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en la zona urbana del Municipio de Aguachica Cesar.
- Construir, mantener y reparar oportunamente la infraestructura para la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en la zona urbana del Municipio.
- Desarrollar una cultura orientada al manejo, mejoramiento y protección del medio ambiente que garanticen la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado

y aseo en la zona urbana del Municipio de Aguachica Cesar.

- Promover el desarrollo del control social y la participación ciudadana en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en la zona urbana del Municipio de Aguachica Cesar.
- Garantizar la rentabilidad económica y social requerida para la sostenibilidad de la empresa en el corto, mediano y largo plazo.
- Establecer una cultura orientada al cliente, soportada con procesos organizacionales efectivos que respondan a las necesidades y oportunidades del mercado.

1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.

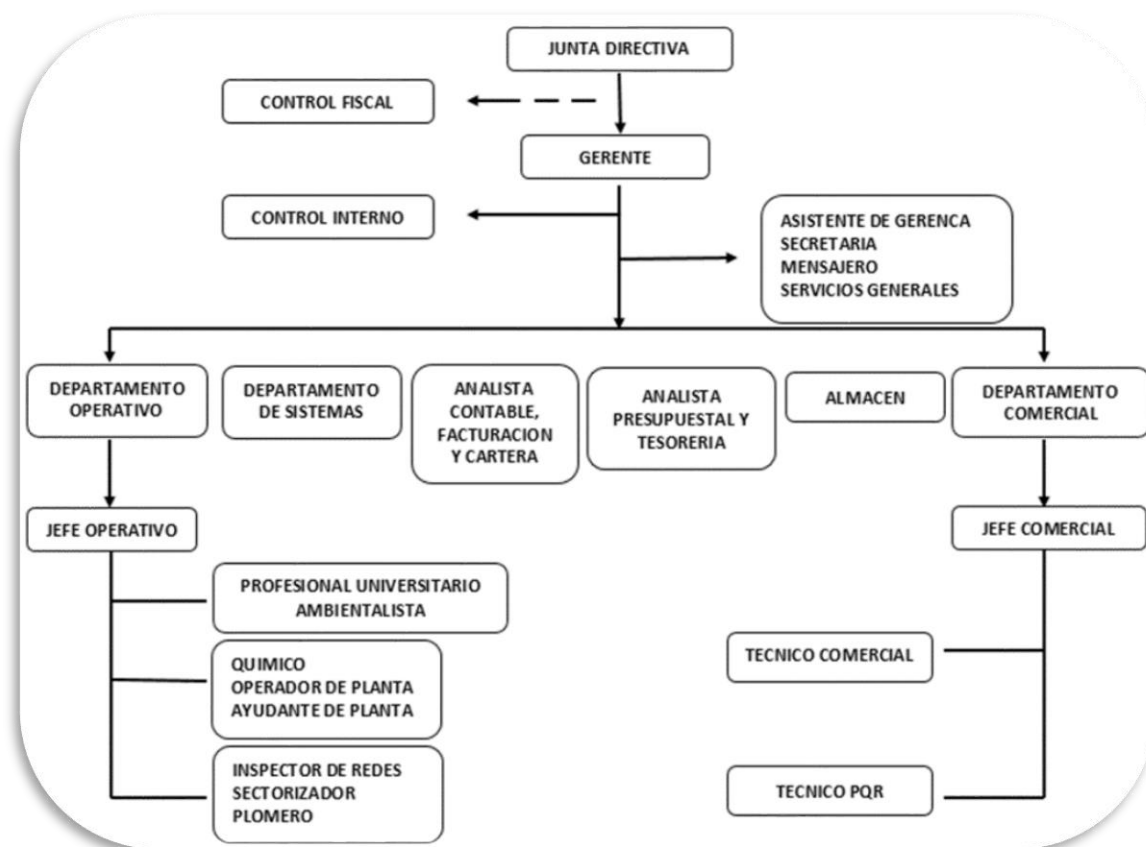


Figura 1. Estructura organizacional. Fuente: Control interno E.S.P De Aguachica

1.1.5 Descripción de la dependencia a la que fue asignado. La Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P Dentro de su estructura organizacional no cuenta con un Departamento de Gestión Ambiental, sin embargo se encuentran delegadas funciones bajo el cargo del profesional universitario ambientalista cuya responsabilidad recae sobre el ingeniero Pablo Alberto Herrera, como parte del proceso de control ambiental de la E.S.P Aguachica.

Control ambiental, es el cargo en el cual se encuentran inmersas las actividades de inspección, vigilancia y aplicación de medidas necesarias para disminuir o evitar la emisión de contaminantes provenientes de los procesos ocasionados por los habitantes del municipio de Aguachica-Cesar al medio ambiente. Y de esta manera contribuir al cuidado de la salud humana.

Las funciones principales que ejerce el ingeniero ambiental se especifican de la siguiente manera: Es el encargado de velar por el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, Supervisa las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, Promueve el mejoramiento de la gestión y desempeño ambiental al interior de la empresa, Brinda asesoría técnica-ambiental, mantiene actualizada la información ambiental de la empresa y genera informes periódicos.

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

Tabla 1

Matriz DOFA

FACTORES INTERNOS	
FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
<p>1. Disponibilidad de un profesional responsable que cumple delegadas funciones en el proceso de control ambiental.</p> <p>2. Existencia de una planta de tratamiento de agua potable.</p> <p>3. Compromiso de la empresa en cuanto a la mejora continua y calidad en el servicio.</p> <p>4. Se cuenta con una oferta hídrica en el municipio de aguas superficiales y subterráneas.</p>	<p>1. No hay continuidad en el servicio de agua potable.</p> <p>2. Desabastecimiento por acometidas fraudulentas o derivaciones de acueducto no autorizados por la entidad prestadora del servicio.</p> <p>3. Falta de conciencia acerca del uso racional del recurso agua.</p> <p>4. Inexistencia de un plan de gestión ambiental para la PTAP lo cual dificulta conocer el estado actual en que se encuentra la planta y crear alternativas de solución a los problemas que enfrenta</p> <p>5. Falta de un departamento de gestión ambiental para dirigir la gestión ambiental de la empresa.</p>
FACTORES EXTERNOS	
OPORTUNIDADES (O)	AMENAZAS (A)
<p>1. Interés y apoyo de la administración municipal para mejorar el acueducto y saneamiento básico.</p> <p>2. Cuenta con el personal capacitado para el mantenimiento de PTAP</p>	<p>1. En época de verano la cuenca de la quebrada Buturama no logra retener suficiente agua.</p> <p>2. Descuido de las fuentes hídricas del municipio</p> <p>3. En invierno se presentan crecientes con gran cantidad de sedimentos debido al estado de deforestación en que se encuentra la cuenca.</p> <p>4. Invasión de predios por asentamientos humanos.</p> <p>5. El plan de desarrollo del municipio establece que las tuberías del acueducto en algunos tramos se encuentra en mal estado.</p>

Nota. Diagnóstico de la dependencia: Dirección de Planeación. Fuente: Pasante del proyecto.

Tabla 2*Estrategias FO – DO – FA – DA, matriz DOFA*

ESTRATEGIA FO	ESTRATEGIA DO
<p>Gestionar proyectos con el acompañamiento del profesional ambiental responsable para incrementar la eficiencia en la continuidad del agua potable en el municipio. (F1,O2)</p> <p>Continuar con la implementación de labores de mantenimiento constante en la PTAP por parte del personal idóneo (F2,O3)</p> <p>Implementar prácticas de gestión para optimizar los procesos de tratamiento de agua potable que se realizan en la planta (F2,O2)</p>	<p>Respaldo de la administración municipal para concertar alianzas con diferentes entes para lograr el mejoramiento y la continuidad en el servicio de agua potable. (D1,O1)</p> <p>Elaboración de un plan de operación y mantenimiento preventivo de la PTAP para garantizar e incrementar la eficiencia en el control operativo y optimizar la continuidad en el servicio de agua potable. (D1,O2)</p>
ESTRATEGIA FA	ESTRATEGIA DA
<p>Gestionar alternativas de mejoramiento para la cuenca de la quebrada Buturama y evitar la contaminación de esta fuente hídrica. (F4,A2).</p>	<p>Crear conciencia ambiental en el municipio con el fin de promover el cuidado de las fuentes hídricas. (D3,A2)</p> <p>Realizar evaluaciones y seguimientos al estado de la cuenca lo cual influye directamente en el desabastecimiento del recurso hídrico (D1,A3)</p>

Nota. Diagnóstico de la dependencia: Dirección de Planeación. Fuente: Pasante del proyecto.

1.2.1 Planteamiento del problema. En el Municipio de Aguachica Cesar se presta el servicio de acueducto a través de la empresa de servicios públicos de Aguachica ESPA, esta cuenta con una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) donde se llevan a cabo un conjunto de operaciones para el tratamiento del agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano.

El problema que ha permanecido a lo largo de los años en el municipio es la ineficiencia en la continuidad del servicio de acueducto, es decir, no hay un abastecimiento adecuado de agua para toda la comunidad aguachiquence. Ahora bien, ¿a qué causas se le atribuye esta problemática?

El plan de desarrollo actual del municipio establece que: “La demanda de agua de la población urbana es de 180 litros por habitantes día (lphd) y el sistema genera 340 Lit/s, lo cual indica que hay suficiente producción. Sin embargo, el problema radica en la distribución ya que hay muchas pérdidas por múltiples factores como insuficiente micromedición, acometidas fraudulentas y desperdicios y la tubería en algunos tramos se encuentra en mal estado; además, en las épocas de verano la cuenca de la Quebrada de Buturama no logra retener suficiente agua y en invierno se presentan crecientes con gran cantidad de sedimento, debido al estado de deforestación en que se encuentra. El sistema de distribución presenta deficiencias técnicas, por lo cual se presta el servicio a la comunidad con una frecuencia de tres (3) días por semana” (Vega, 2012).

Por esta razón la evaluación de dicho abastecimiento del recurso hídrico en el casco urbano del municipio de Aguachica Cesar permitirá conocer las causas reales de esta problemática y formular alternativas de optimización a una necesidad básica no completamente satisfecha.

1.3 Objetivos de la Pasantía

1.3.1 Objetivo general. Evaluar el abastecimiento del recurso hídrico mediante un diagnóstico situacional para la formulación de alternativas de mejoramiento que optimice la continuidad del servicio de agua potable en el casco urbano del municipio de Aguachica, Cesar.

1.3.2 Objetivos específicos.

Evaluar la oferta hídrica de la fuente de abastecimiento de la planta de tratamiento de agua potable.

Identificar posibles fallas en las redes de distribución del recurso hídrico para verificar la calidad del servicio prestado.

Analizar las condiciones de infraestructura de la planta de tratamiento de agua potable para conocer el estado actual en que se encuentra.

Formular alternativas de mejoramiento en la continuidad del servicio de agua potable en el casco urbano del municipio de Aguachica Cesar.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar

Tabla 3

Actividades a desarrollar en la empresa

OBJETIVO GENERAL	
<p>Evaluar el abastecimiento del recurso hídrico mediante un diagnóstico situacional para la formulación de alternativas de mejoramiento que optimice la continuidad del servicio de agua potable en el casco urbano del municipio de Aguachica, Cesar.</p>	
OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR
<p>Evaluar la oferta hídrica de la fuente de abastecimiento de la planta de tratamiento de agua potable.</p>	<p>Recopilación de información bibliográfica referente al proyecto Realizar visita y recorrido por la fuente de abastecimiento y punto de captación. Elaborar diagnóstico de las condiciones de la fuente hídrica Realizar aforos del caudales de la fuente hídrica de abastecimiento</p>
<p>Identificar posibles fallas en las redes de distribución del recurso hídrico para verificar la calidad del servicio prestado.</p>	<p>Verificar el porcentaje de cobertura del sistema de acueducto. Revisar los reportes de daños y reparaciones en la red de distribución. Revisar planos e identificar el material y tamaño de tubería</p>
<p>Analizar las condiciones de infraestructura de la planta de tratamiento de agua potable para conocer el estado actual en que se encuentra.</p>	<p>Describir el proceso del tratamiento actual de la PTAP Inspeccionar y revisar las condiciones físicas e infraestructura existente de la PTAP actual. Realizar Acompañamiento para un muestreo de la calidad del agua tratada para evaluar la condiciones físico químicas y microbiológicas del agua tratada en la PTAP</p>
<p>Formular alternativas de mejoramiento en la continuidad del servicio de agua potable en el casco urbano del municipio de Aguachica Cesar</p>	<p>Revisar y validar cada uno de los procesos de tratamiento de agua potable actual e identificar aquellos que no requieren ninguna medida de mejoramiento. Analizar las falencias encontradas en la captación y distribución del agua y presentar una medidas de para su optimización. Identificar los procesos en la PTAP que requieren mejorar y formular estrategias de mejora. Formular estrategias de capacitación y sensibilización.</p>

Nota. Fuente: Pasante del proyecto.

Capítulo 2. Enfoque Referencial

2.1 Enfoque Conceptual

2.1.1 Acueducto. Sistema con suficiente capacidad disponible para satisfacer los requerimientos de agua potable para una población (Ruiz, 2008).

2.1.2 Aducción: Conducción a través de la cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión desde la bocatoma hasta un tanque desarenador (Empresa de Servicios públicos de Aguachica, 2014).

2.1.3 Aforar. Conjunto de operaciones para determinar el caudal en curso de agua para un nivel observado (Organización Meteorológica Mundial, 2012).

2.1.4 Agua Cruda. Agua superficial en su estado natural que no tiene transparencia puesto que carece de las propiedades del agua potable (Rico & Santisteban, 1856).

2.1.5 Agua Potable. Se llama agua potable al agua dulce que tras ser sometida a un proceso de potabilización se convierte en agua potable, quedando así lista para el consumo humano como consecuencia del equilibrado valor que le imprimirán sus minerales; de esta manera, el agua de este tipo, podrá ser consumida sin ningún tipo de restricciones. Para llevar a cabo la potabilización será necesario realizar un análisis fisicoquímico y bacteriológico de la fuente a tratar para así elegir la mejor técnica. La mayoría de las veces luego de la captación se

utilizará el sulfato de aluminio que facilita la separación de partículas en la floculación, luego se las decanta, filtra y desinfecta con cloro u ozono. La confirmación que el agua ya es potable estará dada cuando se presente inodora, incolora e insípida (Anchaluisa, 2015).

2.1.6 Almacenamiento. El almacenamiento del agua es la acción por la cual el agua ya tratada se realiza en depósitos protegidos, bien conservados y limpios. Con frecuencia se construyen depósitos elevados para asegurar la distribución por gravedad desde el depósito de almacenamiento de agua tratada (Anchaluisa, 2015)

2.1.7. Bocatoma. Estructuras hidráulicas construidas sobre un río o canal con el objeto de captar, es decir, extraer una parte o la totalidad del caudal de la corriente principal (Felices, 2003).

2.1.8. Calidad del agua. Es el grupo de concentraciones, especificaciones, sustancias orgánicas e inorgánicas y la composición y estado de la biota encontrada en el cuerpo de agua. La calidad del cuerpo de agua muestra variaciones espaciales y temporales debido a factores internos y externos del cuerpo de agua (Gómez, 2000).

2.1.9 Canaleta Parshall. Es una estructura hidráulica que permite medir la cantidad de agua que pasa por una sección de un canal (González, 2001).

2.1.10 Captación. Es el origen del abastecimiento. El agua bruta puede provenir de aguas superficiales (ríos, lagos, embalses, canales) o de aguas subterráneas (pozos, manantiales).

Cuanta mayor calidad tenga, menores serán los tratamientos de potabilización a los que habrá que someterla. En ocasiones se construyen depósitos de reserva de agua bruta, que aseguran el suministro durante un cierto tiempo en caso de cortes de la fuente de abastecimiento (Anchaluisa, 2015).

2.1.10 Cloración. Hay una tendencia general a adoptar el término cloración como sinónimo de desinfección. Esto se debe a que, normalmente, en los abastecimientos de agua se realiza la desinfección con cloro. Sin embargo, en las fuentes se puede emplear el cloro como alguicida, solo o con sulfato de cobre; también se puede emplear en la precloración como oxidante del hierro y del manganeso natural del agua; como oxidante del amonio; como auxiliar de la coagulación en el sulfato ferroso, etcétera. Entonces, sería mejor definir la cloración como la aplicación de cloro en el agua (Organización Mundial de la Salud, 1998).

2.1.11 Coagulación. Es el proceso más importante en el tratamiento del agua, mediante el cual al agregar productos químicos (coagulantes) se logra desestabilizar en fracciones de segundos las cargas eléctricas de las partículas que causan color y turbiedad. Una vez desestabilizada estas partículas se agrupan en flóculos. La coagulación es un proceso complejo que comprende una serie de reacciones físicas y químicas entre los coagulantes, la superficie de las partículas, la alcalinidad, el pH etc. La coagulación se realiza en tanques o vertederos los cuales deben asegurar una mezcla homogénea, casi instantánea, entre coagulante y la masa de agua (Saavedra, 2005).

2.1.12 Continuidad. Hace referencia a las interrupciones en el suministro de agua de

consumo, tanto si se deben la intermitencia de las fuentes como a fallos técnicos. Es un importante factor determinante en el acceso al agua y de su calidad (Organización Mundial de la Salud, 2006).

2.1.13 Desarenación. Los desarenadores tienen por objeto remover del agua cruda la arena y las partículas minerales más o menos finas, con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones, para proteger las bombas y otros aparatos contra la abrasión y para evitar sobrecargas en las fases de tratamiento siguiente y la interferencia en los procesos de coagulación y floculación (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

2.1.14 Desinfección. Consiste en destruir los posibles patógenos del agua, ya sea por medios físicos o químicos. En las etapas previas del tratamiento del agua se destruyen también patógenos; por ejemplo, en los procesos de coagulación, sedimentación y filtración se eliminan un 90% de las bacterias y virus presentes en el agua. Sin embargo es necesario desinfectar para alcanzar los estándares modernos de agua potable (Gómez, 2000)

2.1.15 Dosificación. Es la acción mediante la cual se suministra una sustancia química al agua (Empresa de Servicios públicos de Aguachica, 2014).

2.1.16 Filtración. Es el proceso en el que por medio de los filtros, el cual es un material fino se lleva a cabo el paso del agua. Se utiliza para eliminar partículas de menor tamaño o pequeños flóculos que no han podido ser eliminados en los procesos anteriores del tratamiento de potabilización del agua. Puede ser utilizado como único tratamiento para remoción de la

turbiedad o eliminación de patógenos en condiciones de poca turbiedad y bajos niveles de sólidos disueltos, pero siempre es necesario un procesos de desinfección posterior (Gómez, 2000).

2.1.17 Floculación. Es el proceso por medio del cual se hace una agitación lenta para promover la rápida aglomeración y crecimiento del floculo (Organización Panamericana de la Salud, 2004).

2.1.18 Mezcla rápida. Se denomina mezcla rápida a las condiciones de intensidad de agitación del agua para obtener una dispersión instantánea de la sustancia coagulante en toda la masa de agua (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

2.1.19 Planta de tratamiento de agua potable. Las plantas de tratamiento de agua potable son un conjunto de estructura de diferentes capacidades y tamaños, en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano para ser instaladas en ciudades, municipios, pequeñas o medianas poblaciones, pequeños o grandes grupos habitacionales, hoteles, hospitales, escuelas, grandes fábricas. También son operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento (Uribe, 2011).

2.1.20 Potabilización. Conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua a fin de mejorar su calidad y hacerla apta para uso y consumo humano (Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, 1995).

2.1.21 Redes de distribución. Es el conjunto de las canalizaciones que siguen al depósito. Muy a menudo el agua sale de ese último por una sola conducción que se prolonga a través de la aglomeración urbana formando una tubería maestra y sobre la cual se ramifican tuberías de menor diámetro, llamadas secundarias, terciarias, etc. Pero si la aglomeración es importante, es preferible prever varias tuberías maestras obtenidas por la subdivisión, a la entrada de esta de la conducción procedente del depósito. Como consecuencia de su misma función, las tuberías de distribución deben ser establecidas a lo largo de las calles de la población (Gomella & Guerrée, 1982).

2.1.22 Sedimentación. Consiste en promover condiciones de reposo en el agua, para remover, mediante la fuerza gravitacional, las partículas en suspensión más densas (Vargas, 2004)

2.1.23 Turbiedad. Es el efecto óptico causado por la dispersión y absorción de los rayos luminosos que pasan a través de un líquido que contiene pequeñas partículas en suspensión. La turbiedad en el agua resulta de la presencia de materiales sólidos u opacos que dicho líquido transparente de por sí, mantiene en suspensión (Instituto Tecnológico de Santo Domingo, 1999)

2.2 Enfoque Legal

2.2.1 Constitución política de Colombia de 1991. Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del

ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines (Consejo Superior de la Judicatura, 2010).

Artículo 366. El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable

Artículo 367. La ley fijará las competencias y responsabilidades relativas a la prestación de los servicios públicos domiciliarios (Consejo Superior de la Judicatura , 2010).

2.2.2 Ley 99 de 1993 Creación del Ministerio del Medio Ambiente. Artículo 1.

Principios Generales Ambientales. La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales: En la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso (Congreso de Colombia, 1993).

2.2.3 Ley 373 de 1997 Ahorro y Uso Eficiente del Agua. Artículo 1. Programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico (Congreso de Colombia , 1997).

2.2.4 Decreto 1575 de 2007 Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Objeto y campo de aplicación. El objeto del presente decreto es

establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada. Aplica a todas las personas prestadoras que suministren o distribuyan agua para consumo humano, ya sea cruda o tratada, en todo el territorio nacional, independientemente del uso que de ella se haga para otras actividades económicas, a las direcciones territoriales de salud, autoridades ambientales y sanitarias y a los usuarios (Ministerio de la protección social , 2007).

2.2.5 Decreto 3930 de 2010. El presente decreto establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

2.2.6 Resolución 2115 de 2007. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano (Ministerio de la protección social, ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2007).

2.2.7 La ley 142 de 1994. Esta Ley se aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural; a las actividades que realicen las personas prestadoras de servicios públicos (Congreso de Colombia , 1994).

Capítulo 3. Informe de Cumplimiento del Trabajo

3.1 Presentación de Resultados

3.1.1 Visita y recorrido por la fuente de abastecimiento y punto de captación. La cuenca de la quebrada Buturama es la única fuente hídrica que abastece el sistema de acueducto en el Municipio de Aguachica Cesar, mediante concesión de aguas según resolución No. 864 del 18 de octubre de 2005, otorgada por CORPOCESAR, con un caudal otorgado de 204 l/seg con una vigencia de 10 años, es de aclarar que en la actualidad la empresa ya gestionó la renovación de la concesión y esta se encuentra en trámite.

El día 6 de Abril de 2016 se llevó a cabo el recorrido por la fuente de abastecimiento y punto de captación bajo la dirección del coordinador de pasantía Pablo Alberto Herrera y dos funcionarios de CORPOCESAR. Dicha visita se realizó iniciando en la región de Boquerón vía los llanos donde se procedió a la realización de un aforo de caudal. Posteriormente, se siguió el recorrido aguas arriba de la bocatoma del acueducto las campanas y se realizó otro aforo. El estado actual de la cuenca permite evidenciar que existen actividades de agricultura donde la siembra de maíz es la que más predomina tanto en la zona baja, media y parte alta de la cuenca de la quebrada Buturama, aunque también se pueden observar otros cultivos como algodón en la parte baja, yuca en la parte media y café en la parte alta. Así mismo, una problemática asociada a la deforestación, puesto que la población para obtener terrenos cultivables ha deteriorado considerablemente la capacidad de la vegetación natural para evapotranspirar y producir los elementos básicos del agua, además el desgaste del suelo ocasionado por erosión debido al

exceso de los cultivos ha hecho que cada vez se infiltren menores cantidades de agua lluvia y que los niveles freáticos sean más profundos. También se logra observar que se presenta de manera significativa quemas descontroladas en la zona lo cual genera altos riesgos por desabastecimiento puesto que la pérdida de vegetación genera menor capacidad de retención hídrica, es por eso que cuando se presentan las precipitaciones lo que sucede es que hay un mayor nivel de esorrentía, esta esorrentía en grandes volúmenes y sin ningún nivel de infiltración trae consigo serios problemas que afecta esta fuente hídrica y por consiguiente el servicio básico que requiere la comunidad.

En consecuencia, la falta de una mejor cobertura vegetal conduce a cambios fuertes en la regulación de los caudales de la Quebrada y sus afluentes, produciendo en épocas de invierno, peligrosas avenidas que ponen en riesgo a la población ribereña.

Aguas arriba de la captación del sistema de acueducto del municipio de Aguachica, existen varias captaciones pertenecientes a las fincas aledañas al cauce de la quebrada, así como dos escuelas y la captación con bocatoma de la vereda las Campanas, de las cuales no se tuvo conocimiento de su legalidad, a continuación se relacionan las captaciones evidenciadas durante el recorrido.

Tabla 4

Captaciones ilegales Aguas arriba de la captación del sistema acueducto.

No.	DESCRIPCION DE LA CAPTACIÓN
1	Finca de Ángel Rodríguez y Francisco Trillos las cuales constan de 3 mangueras de 1/2” .
2	3 Fincas se abastecen de la captación la cual consta de dos mangueras de 1/2 “
3	Piletas con salida de 2 mangueras de 3”
4	Finca Santa Rita Marco Fidel Suarez con captación de 4 mangueras de 1/2”
5	Captación vereda las Campanas tubería de 4”
6	Finca con captación la cual consta de una manguera de 3/4”
7	Finca con captación la cual consta de una manguera de 1/2 ”
8	Finca Santos Pedraza
9	Finca Santa Rita
10	Escuela Boquerón
11	Escuela Yeguerita la consta de una manguera de 1/2”
12	Planta de Tratamiento de Agua Potable Aguachica Cesar

Nota. Descripción de captaciones ilegales aguas arriba de la captación del sistema de acueducto verificado con “plano de localización de mangueras ilegales”. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguachica.

Tabla 5

Concesiones hídricas otorgadas por CORPOCESAR.

“C O R P O C E S A R” Subdirección General Área de Gestión Ambiental Coordinación Ambiental de Permisos y Concesiones Hídricas RELACIÓN DE USUARIOS CORRIENTES HÍDRICAS NO REGLAMENTADAS					
MUNICIPIO	USUARIO	PREDIO	CORRIENTE	ASIGNACIÓN l/s	TERMINO
Aguachica Cesar	Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P	Acueducto Municipal de Aguachica	Río Buturama	204	10 años
	Junta de Acción Comunal del Corregimiento de la campana	Acueducto del corregimiento de la campana	Buturama	5,02	10 años

Tabla 5*Continuación*

MUNICIPIO	USUARIO	PREDIO	CORRIENTE	ASIGNACIÓN l/s	TERMINO
Aguachica Cesar	Geoambiental S.A	Proyecto Agroindustriales, industriales, agrícolas y extracción de petróleo y gas en pozos no convencionales	Quebrada Buturama	10	10 años

Nota. La tabla muestra la descripción de concesiones hídricas en el Municipio de Aguachica Cesar. Fuente: CORPOCESAR.



Figura 2. Cuenca de la quebrada Buturama.

Fuente: Autora del proyecto.



Figura 3. Recorrido por la fuente hídrica

Fuente: Autora del proyecto.



Figura 4. Punto de Captación

Fuente: Autora del proyecto.



Figura 5. Evidencia de quemas en la zona

Fuente: Autora del proyecto.

3.1.2 Diagnóstico de las condiciones de la fuente hídrica. La cuenca de la quebrada Buturama se localiza en la vertiente Sur Oeste de la serranía de Perijá, dentro de la jurisdicción del municipio de Aguachica, en el departamento del Cesar. Físicamente se integra a la gran cuenca hidrográfica del río Magdalena, en su parte media, a partir de los 50 metros de altura, con un nivel máximo sobre los 2000 metros en el Alto del Oso. El modelamiento físico de la cuenca permite identificar, en ella, 41 microcuencas, de las cuales las más representativas y de mayor área son: el Arroyo, el Hormiguero, la Quebrada Aguas claras, el caño el Limoncito, la Quebrada la Yegüera, el Caño Caracolí, y el área interfluvial de la Quebrada Buturama, cuyas superficies suman 29.915,68 hectáreas de las cuales 25.267,25 hectáreas corresponden al municipio de Aguachica (Rodríguez, 2000, pág. 3).

El evento de sequía manifestado con el fenómeno del Niño como consecuencia de los efectos del cambio climático que se ha se ha presentado en los últimos años y con mayor

intensidad a partir del año 2015, ha acarreado consecuencias para la quebrada Buturama ya que por esa razón la cuenca registra un déficit hídrico, y por consiguiente ha afectado la continuidad de la prestación del servicio de acueducto en la zona urbana del Municipio de Aguachica.

Aguachica, Cesar, en su zona urbana posee en la actualidad un poco más de 66.000 habitantes, con una demanda promedio diaria de 170 litros/día, lo que significa una cantidad de más de 4000 millones de litros al año, esto sin contar el líquido que se fuga del sistema de acueducto que de acuerdo al estudio de agua no contabilizada que hizo el municipio corresponde a más o menos un 60%, lo que indica el deterioro y el mal estado de las redes, haciendo que el caudal ecológico de la quebrada se pierda durante las épocas de verano (Rodríguez, 2000).

Según CORPOCESAR (2014) en la mayor parte de la cuenca las coberturas actuales del suelo son las mismas que se registraban para el año 2002, sin embargo se están originando algunos procesos de transformación en la parte alta debido al desarrollo de actividades económicas que implican la pérdida de la cobertura natural. Adicionalmente, se confirma que el cambio en la cobertura que se presenta en algunas zonas de la parte alta de la cuenca se debe a fenómenos de deforestación iniciados como consecuencia de la introducción de actividades económicas de tipo agropecuario. Asimismo, la disponibilidad de la oferta hídrica en la cuenca es demasiado baja. El riesgo asociado a esta situación radica en que bajo condiciones de sequía prolongada, los cuerpos de agua pueden llegar a secarse, deteriorando los ecosistemas y afectando el libre desarrollo de las actividades humanas.

Estas consideraciones hacen reflexionar y vislumbrar el futuro de esta fuente hídrica, que día a día se encuentra sometida a fuertes presiones de explotación sin manejo adecuado, prácticas sostenibles, acciones que regulen la deforestación y la ampliación de la frontera agrícola en la zona, voluntad política y acciones contundentes que de manera planificada prospecten el futuro de esta área estratégica para la comunidad y los sistemas productivos que se benefician de sus fuentes (Rodríguez, 2000).

3.1.3 Aforos de caudales de la fuente hídrica de abastecimiento. El día 6 de Abril de 2016 se realizaron aforos de medición de caudal en la región de Boquerón vía los llanos, en el punto donde se unen las quebradas que corresponden a las coordenadas N:8°22'51.2"; W:73°31'47.9" y aguas arriba de la bocatoma del acueducto las campanas en las siguientes coordenadas N:8°21'50.4"; W:73°34'16.2". La técnica que se aplicó para medir el caudal del agua fue el método del flotador, el cual se utiliza en quebradas, canales y acequias. Una vez seleccionado el lugar se procedió a adecuarlo retirando piedras grandes, troncos de árboles y cualquier impedimento para que el agua escurriera libremente. En el tramo seleccionado para los dos aforos se midió una distancia de 3 m para el primero y 5 m para el segundo. En ambos casos se ubicaron dos puntos, A (de inicio) y B (de llegada), una persona se ubicó en el punto A con los flotadores y otra en el punto B con el cronometro. Se midió el tiempo de recorrido del flotador del punto A al punto B y se realizó un mínimo de 5 mediciones en el primer aforo y 6 en el otro. Luego se procedió a hacer la medición del área de la sección transversal del río. En los tramos seleccionados se ubicaron las secciones o el ancho del río. En el punto de la unión de las quebradas boquerón y los llanos el ancho fue de 3 m en la primera sección y 4 m en la segunda, del mismo modo se hizo en el punto aguas arriba de la bocatoma con un ancho en la primera

sección de 4,60 m y de 5,30 m en la segunda. Después para cada aforo se dividió el ancho del río, el primer punto en 7 y 9 partes respectivamente en las dos secciones y el segundo punto en 11 y 12 partes. Posteriormente se midió la profundidad en cada punto, finalmente con los datos obtenidos se calculó el caudal del río.

Primer aforo. El primer aforo de la fuente de origen (Quebrada Buturama) se realizó en la parte alta de la corriente, aguas abajo del punto de confluencia con la cañada la Esperanza, en inmediaciones del punto georeferenciado con coordenadas geográficas N: 08° 22' 50,5" – W: 073°31'51,1" (Datum Magna Sirgas, origen central). A él se accede a través de un recorrido de aproximadamente 13.510 m sobre la vía que conduce de Aguachica hacia las veredas de Boquerón y los Llanos, obteniéndose un caudal resultante de 211,25 l/s.

Tabla 6

Resultado del primer aforo técnico realizado a través del sistema de la medición de la velocidad superficial

ÁREA CALCULADA		
Sección Transversal 1		
Ecuación	Resultados	
<i>Área = Ancho × profundidad promedia</i>	<i>Área = 3,0m × 0,1771m Área = 0,5313m²</i>	
Sección Transversal 2		
Ecuación	Resultados	
<i>Área = Ancho × profundidad promedia</i>	<i>Área = 4,0m × 0,0866m Área = 03464m²</i>	
CARACTERÍSTICAS		
Velocidad	K = 0,85	Q = 211,25 l/s
<i>3 m/5,296 s = 0,5664 m/s</i>		

Nota. Resultados de primer aforo realizado con el acompañamiento de dos funcionarios de CORPOCESAR y coordinador de pasantía de la ESPA. Fuente: Pasante del proyecto.

Segundo aforo. El segundo aforo de la fuente de origen (Quebrada Buturama), se realizó en la parte media de la corriente en inmediaciones del punto georeferenciado con coordenadas geográficas N: 08°21'50.4" – W: 073°34'16.2" (Datum Magna Sirgas, origen central) aguas arriba de las bocatomas de los acueductos del municipio de Aguachica y del corregimiento de la Campana. A él se accede a través de un recorrido de aproximadamente 13.510 m sobre la vía que conduce de Aguachica hacia la vereda Yegüerita, obteniéndose un caudal resultante de 212,16 l/s.

Tabla 7

Resultado del segundo aforo técnico realizado a través del sistema de la medición de la velocidad superficial.

ÁREA CALCULADA		
Sección Transversal 1		
Ecuación	Resultados	
<i>Área = Ancho × profundidad promedia</i>	<i>Área = 4,60m × 0,1336m Área = 0,6145m²</i>	
Sección Transversal 2		
Ecuación	Resultados	
<i>Área = Ancho × profundidad promedia</i>	<i>Área = 5,30m × 0,4770m Área = 2,5281m²</i>	
CARACTERÍSTICAS		
Velocidad	K = 0,85	Q = 212,16 l/s
<i>6m/13,1166 s = 0,4574 m/s</i>		

Nota. De acuerdo a los resultados de los aforos realizados en la corriente Buturama, el mayor caudal se obtuvo en la parte inferior, lo cual obedece que la corriente en el tramo comprendido entre los dos puntos monitoreados, recibe el aporte de aguas lluvias por escorrentías a través de varios drenajes naturales estacionarios (durante los periodos de invierno). Fuente: Pasante del proyecto.

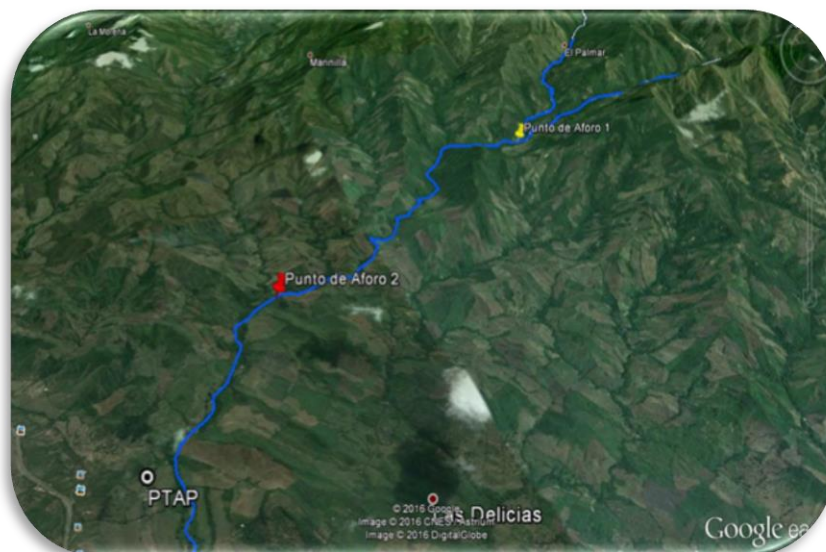


Figura 6. Localización puntos de aforo. Fuente: Pasante del proyecto.



Figura 7. Medición Tiempo de recorrido del Flotador, segundo aforo. Fuente: Pasante del proyecto.



Figura 8. Medición de la profundidad primer aforo. Fuente: Pasante del proyecto.

3.1.4 Identificación de posibles fallas en las redes de distribución del recurso hídrico para verificar la calidad del servicio prestado.

Porcentaje de cobertura del sistema de acueducto. La empresa de servicios públicos presta el servicio de acueducto sólo al área urbana del municipio de Aguachica Cesar.

A finales del año 2015, la empresa de servicios públicos contaba con 20.727 usuarios matriculados y teniendo en cuenta los usuarios registrados en el año 2011 (16.887 usuarios) se ha presentado un aumento de 3.840 usuarios, lo que indica la ampliación de la cobertura de la prestación del servicio.

Con base al registro que se tiene de número de usuarios y de domicilios se procedió al cálculo de la cobertura del sistema de acueducto con el registro de suscriptores y usuarios en el Municipio de Aguachica Cesar con la siguiente fórmula:

$$\text{FORMULA: } \frac{\text{Numero de suscriptores}}{\text{Numero de domicilios}} \times 100\%$$

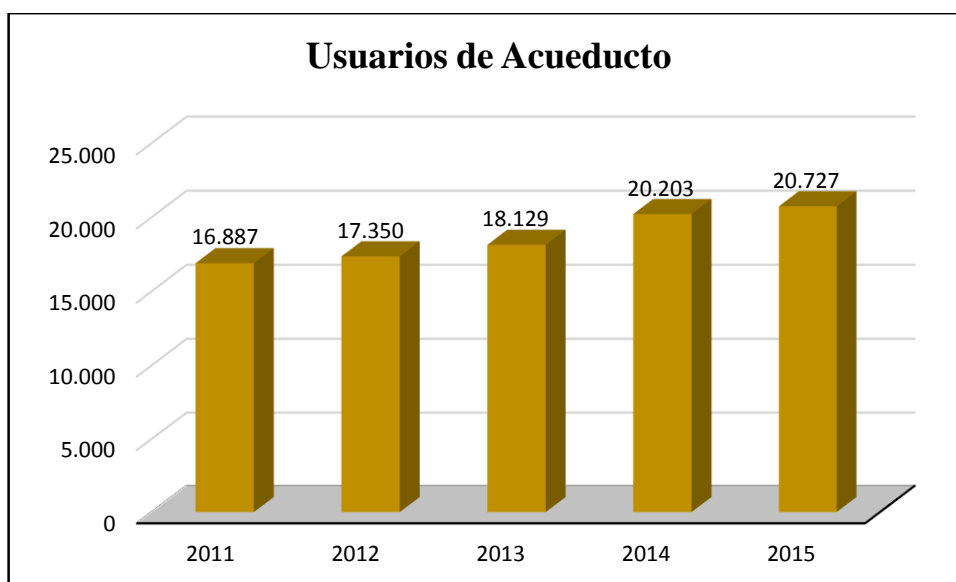
Nota. Fuente: Sistema Único de Información de Servicios Públicos (3 de Mayo de 2016). Obtenido de <http://www.sui.gov.co/SUIAuth/logon.jsp>

Una vez aplicada la fórmula descrita anteriormente, los porcentajes de cobertura del servicio de acueducto con base en la evolución de los usuarios registrados es la siguiente:

Tabla 8*Índice de cobertura calculada*

NOMBRE DEL INDICADOR	FORMULA	VIGENCIA 2012	VIGENCIA 2013	VIGENCIA 2014	VIGENCIA 2015
Cobertura del servicio	No. Suscriptores *100%	17.350	18.129	⁸ 20.203	⁹ 20.727
		81%		82%	91%
	No. De Domicilios	21.354	22.218	22.236	22.236
	No. De Usuarios *100%	17.350	18.129	⁸ 20.203	⁹ 20.727
		81%	82%	91%	93%
	No. De Domicilios	21.354	22.218	22.236	22.236

Nota. La tabla muestra la cobertura del servicio de acueducto a partir del año 2012 y el índice de cobertura calculada para el año 2015. Fuente: Diagnostico de los servicios públicos acueducto y alcantarillado ESPA.

Grafica 1*Usuarios del servicio de acueducto de la zona urbana.*

Nota. Fuente: Pasante del proyecto.

Según el resultado que arroja la fórmula aplicada el 93% de las viviendas de la zona urbana del Municipio de Aguachica Cesar acceden al servicio de acueducto. La razón por la que se ha presentado inconveniente en ampliar la red es porque hay invasiones en crecimiento urbano desordenado, nuevas urbanizaciones de viviendas de interés social y usuarios evasores de la suscripción al servicio.

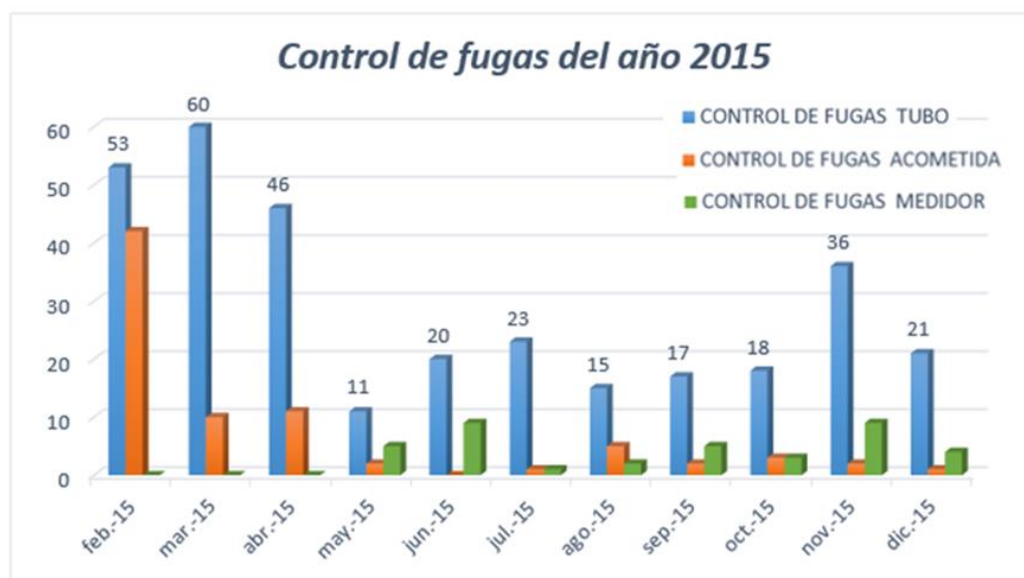
Durante el cuatrienio 2012 -2015, el municipio de Aguachica tuvo un crecimiento en el número de domicilios y los asentamientos urbanos, requiriendo mayor demanda de agua de la población urbana de 180 litros por habitantes día (l/hb/d) y el sistema genera un promedio 340 l/s, lo cual indica que es suficiente la producción para mejorar la continuidad del suministro de agua a los usuarios de la zona urbana (ESPA, 2016).

3.1.5 Revisión reportes de daños y reparaciones en la red de distribución. Las fugas que se presentaron en la tubería fueron 320 en tubo, 79 en acometida y 38 en el medidor como se detalla en la tabla No. 8. En total durante el año 2015 las reparaciones que se hicieron fueron 437; mientras que en lo que va corrido del año 2016, en los meses de enero a marzo, se ha realizado el registro de 106 fugas.

Tabla 9*Control de fugas del año 2015*

MES/AÑO	CONTROL DE FUGAS		
	TUBO	ACOMETIDA	MEDIDOR
feb-15	53	42	0
mar-15	60	10	0
abr-15	46	11	0
may-15	11	2	5
jun-15	20	0	9
jul-15	23	1	1
ago-15	15	5	2
sep-15	17	2	5
oct-15	18	3	3
nov-15	36	2	9
dic-15	21	1	4
TOTAL	320	79	38

Nota. La tabla muestra el registro de fugas para el año 2015. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguachica ESPA.

Gráfica 2*Control de fugas del año 2015*

Nota. Fuente: Empresa de servicios públicos de Aguachica ESPA

Las reparaciones que se han llevado a cabo durante los primeros meses del año 2016, dentro del sistema de acueducto del municipio, se detalla a continuación.

Tabla 10

Reportes de daños y reparaciones en la red de distribución.

Mes/Año	Reparación	Metros	Cantidad
ene-16	Reposición tubo de 3" de AC a PVC	25	
	Fugas corregidas		39
	instalación de Tubería de 8" sanitaria nueva	116	
	Mantenimiento de Manjoles		2
	Sondeo Agua Potable Contaminación	80	
	Reposición tapas manjol		2
	Sondeo Tubo de Acueducto	80	
Feb-16	Mantenimiento de Manjoles		31
	Fugas corregidas		47
	Reposición tapas manjol		5
	Red tubo nuevo matriz sanitario 8"	110	
	Tubería Sondeada	460	
Feb-16	Corte Mangueras domiciliarias asentamiento		18
	Reposición tubo de 3" de AC a PVC	12	
	Mantenimiento Válvula de 3"		1
	Instalación de Válvulas de 3" HD		5
	Instalación De Válvulas de 6"		1

Tabla 10*Continuación*

Mes/Año	Reparación	Metros	Cantidad
Mar-16	Válvulas Instaladas de 3"	820	9
	Apiques para sondeo tubería de Acueducto		
	Mantenimiento manjoles red sanitaria		29
	Fugas corregidas red matriz acueducto		10
	Reparcheos		10
	Instalación red matriz acueducto de 4" PVC	94	
	Válvulas instaladas de 6" HF		2
	Fugas domiciliarias de 1/2		10
	Mantenimiento válvulas de 6" HF		2
	Reposición tapas manjol		2
	Instalación tubería de 1/2 PVC	60	

Nota. La tabla muestra los reportes de daños y reparaciones en la red de distribución diferenciados unos en metros y otros en cantidad. Fuente: área operativa de la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica.

Durante los meses de Enero a Marzo del año 2016 el mayor número de reparaciones se hicieron en cuanto a fugas con un 47,1% mientras que en las tuberías se hicieron instalaciones del 20,4% con un total de 380m y un 1,99% de reposiciones. Con respecto al total de las reparaciones efectuadas durante los meses mencionados, el 77,5% de las actividades ejecutadas corresponden a los sondeos. El valor de estos porcentajes representa la información suministrada por el área operativa de la empresa, tomada de los registros de las reparaciones que fueron realizadas. Con relación a lo anterior, a continuación se puede observar el porcentaje de los daños y reparaciones realizados, lo cual indica que la mayoría de daños que ocasionan la suspensión del servicio y la deficiencia en la continuidad es causada por el estado de la tubería la cual ya cumplió su vida útil.

Tabla 11

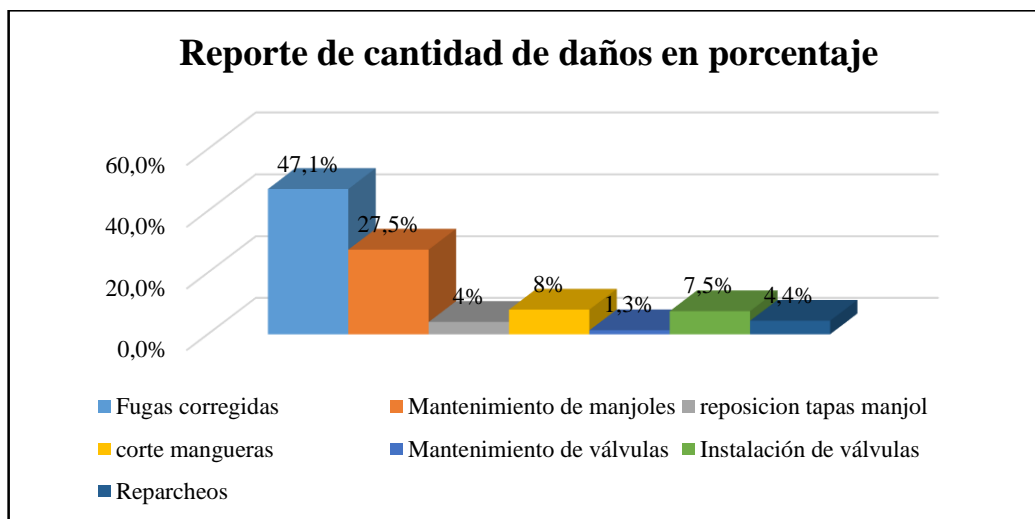
Porcentaje de reportes de daños y reparaciones en la red de distribución.

Factor	Porcentaje %cantidad	Porcentaje % metros
Fugas corregidas	47,10%	
Mantenimiento de manjoles	27,50%	
Reposición tapas manjol	4%	
Corte mangueras	8%	
Mantenimiento de válvulas	1,30%	
Instalación de válvulas	7,50%	
Reparcheos	4,40%	
Reposición de tuberías		1,99%
Instalación de tuberías		20,40%
Sondeo Agua potable		77,50%

Nota. La tabla muestra los daños y reparaciones en la red de distribución calculado en porcentaje por la autora de la pasantía con la información suministrada por parte de la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica ESPA.

Gráfica 3

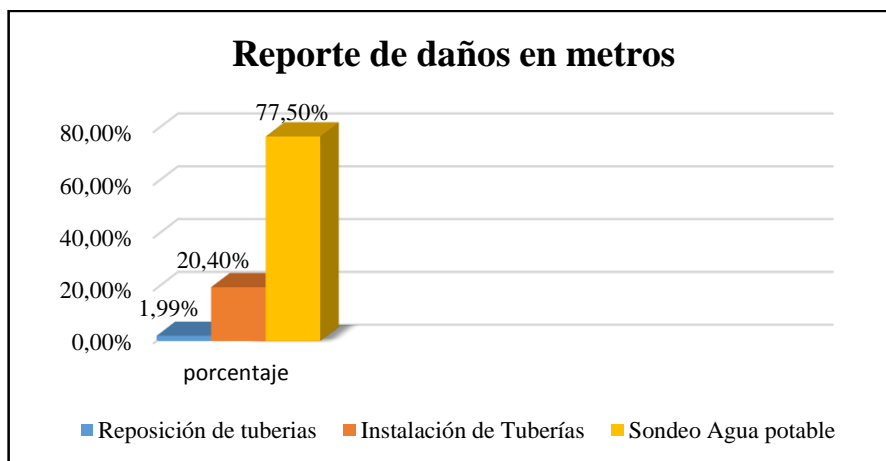
Reporte de daños del año 2016 en cantidad



Nota. La gráfica muestra el porcentaje de los reportes de daños y reparaciones suministrados en cantidad por área operativa de la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica. Fuente: Autora de la pasantía.

Gráfica 4

Reportes de daños del año 2016 en metros



Nota. La gráfica muestra el porcentaje de los reportes de daños y reparaciones suministrados en metros por el área operativa de la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica. Fuente: Autora de la pasantía.

3.1.6 Revisión de planos e identificación del material y tamaño de tubería. El área urbana del municipio cuenta con 208.029 metros lineales de redes de acueducto, las cuales se encuentran distribuidas en PVC (51.35%), Asbesto Cemento - AC (48.09%), Hierro Dúctil (0.51%) y canal en concreto (0.05%), como se describe a continuación:

Tabla 12

Inventario general de redes de acueducto

MATERIAL PVC		MATERIAL AC	
DIAMETRO (pulgadas)	LONGITUD (kilómetros)	DIAMETRO (pulgadas)	LONGITUD (kilómetros)
1	0,148		
1 1/2	0,367	2	0,789
2	4,146	3	70,076
3	57,554	4	4,009
4	10,878	6	6,577
6	8,527	8	6,745
8	6,802	10	5,879
10	5,021	12	4,377
12	3,084	14	0,29
14	2,59	16	1,303
16	5,401		
18	2,306		
TOTAL	106,824	TOTAL	100,045

Tabla 12*Continuación*

MATERIAL AC		MATERIAL HD	
DIAMETRO (pulgadas)	LONGITUD (kilómetros)	DIAMETRO (pulgadas)	LONGITUD (kilómetros)
2	0,789		
3	70,076		
4	4,009	14	1,065
6	6,577		
8	6,745		
10	5,879		
12	4,377		
14	0,29		
16	1,303		
TOTAL	100,045		

RESUMEN TABLA

MATERIAL	LONGITUD
PVC	106,824
AC	100,045
HD	1,065
CANAL	0,095
TOTAL	208,029

Nota. La tabla muestra las redes del sistema de acueducto del municipio de Aguachica Cesar. Fuente: Diagnostico de los Servicios Públicos Acueducto y Alcantarillado en la zona urbana (2016) suministrado por la empresa de servicios públicos de Aguachica ESPA.

Las redes del sistema de acueducto del municipio de Aguachica cuentan con el 48.092% de redes de AC, las cuales se encuentran funcionando, pero ya cumplieron su vida útil y se hace necesario su reposición de manera inmediata. Es necesario resaltar que el estado de las tuberías actualmente instaladas presenta problemas de deterioro que generan pérdidas de agua potable en

el sistema de acueducto, según establece el diagnóstico de los servicios públicos de la ESPA.

El inventario general de redes, se incrementó debido a que durante el cuatrienio 2012-2015, se instalaron 15.529 metros lineales de redes al sistema de acueducto del casco urbano del Municipio de Aguachica – Cesar, construcción de 147 empalmes y puesta en funcionamiento de la tubería enterrada vieja de 17.502 metros lineales para un total de 33.031 metros lineales, lo que permitió la ampliación de cobertura y el mejoramiento del servicio de acueducto a la población.

3.1.7 Descripción del proceso de tratamiento actual de la PTAP. El proceso de tratamiento de la PTAP de la empresa de servicios públicos de Aguachica, de acuerdo a la descripción provista en el plan de contingencias (ESPA, S.F) se detalla a continuación.

Captación. Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento. El agua de la red municipal es captada por medio de una estructura hidráulica llamada La Bocatoma Nueva, Funciona con secciones de rejillas laterales y de fondo. Se encuentra a 332 m.s.n.m a más o menos 2.5 kilómetros de la bocatoma vieja, con coordenadas N 8°21'45" W 73° 34' 26". Se construyó en este punto para aprovechar mayores caudales ya que por su ubicación la quebrada lleva menos recorrido y se puede captar más agua. Sin embargo en épocas de intenso verano disminuye representativamente su caudal.



Figura 9. Estructura hidráulica llamada la bocatoma nueva con sección de rejillas laterales. Fuente: Pasante del proyecto.

Desarenación. Existen dos estructuras desarenadoras, una por cada bocatoma y los volúmenes captados en la bocatoma nueva pasan por una doble Desarenación. El agua de la quebrada Buturama que se utiliza en el proceso contiene arenas que deben retirarse al inicio del tratamiento con el fin de evitar atascamiento en los equipos y unidades posteriores en planta.



Figura 10. Estructura desarenadora. Fuente: Pasante del proyecto.

Conducción. El sistema transporta el agua hasta la planta de tratamiento por medio de canales y tubos de conducción. En los recorridos desde las bocatomas hasta los desarenadores y de estos a la planta de tratamiento se presentan algunas pérdidas por fugas y conexiones por parte de habitantes de fincas cercanas. Las tuberías de conducción hasta la planta son dos de 10" y una de 12".

Tratamiento. La planta es de tipo convencional y en los últimos dos años ha sido ampliada con nuevas estructuras para aumentar su capacidad y mejorar los resultados del tratamiento. Los promedios de caudal manejados son de 340 l/seg en épocas de lluvia, en la épocas de sequía es entre 212 l/s y 170 l/s, aunque Corpocesar aprobó en la concesión 204 l/s, es evidente que existe una captación de agua superior a la otorgada.



Figura 11. Canaleta Parshall de la PTAP. Fuente: Pasante del proyecto.

Coagulación. Adición al agua cruda del coagulante, este es un producto químico que permite desestabilizar el contenido orgánico e inorgánico que contamina el agua cruda de río, este material que permite remover el coagulante está constituido por microorganismos (virus, parásitos, bacterias, etc.) y compuestos contaminantes que puedan estar presentes en el agua. El coagulante es el insumo inicial con que comienza el proceso y que permitirá que las etapas posteriores cumplan su propósito de purificar el agua que consumirán los usuarios de manera segura.

Floculación. Se realiza por medio de la agitación lenta del agua, que se lleva a cabo para aglutinar partículas más pequeñas en grandes denominadas FLOC'S. La planta cuenta con dos modelos estructurales uno con 6 floculadores de flujo horizontal y otro con 3 floculadores de flujo vertical recientemente construidos y que por su mayor tiempo de retención tienen un mayor rendimiento, para un total de 9 floculadores.



Figura 12. Floculadores de flujo horizontal. Fuente: Pasante del proyecto.

Sedimentación. A través de ella separamos el agua de los FLOC'S los cuales se decantan en el fondo de los tanques de sedimentación. Para esta parte del tratamiento, funcionan 6 sedimentadores de flujo vertical ascendente. Factores como la floculación previa y las altas temperaturas influyen en su eficiencia.



Figura 13. Sedimentadores de flujo vertical ascendente. Fuente: Pasante del proyecto.

Filtración. Proceso mediante el cual se remueve las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un lecho poroso. Esta sección consta de 10 filtros convencionales, de los cuales dos están recientemente construidos. Estos en su interior constan de un material conformado por grava arena y antracita.



Figura 14. Filtros convencionales. Fuente: Pasante del proyecto.

Desinfección. Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los microorganismos patógenos presentes en el agua. Se utiliza el cloro gaseoso con cilindros de una tonelada con una aplicación promedio de 1.4 Mg/litro o p.p.m y para esto se cuenta con un tanque de cloración de dimensiones 5.0 m x 8.0 m y profundidad 2.90 m funcionando también como tanque de distribución.

Almacenamiento. Finalmente, el agua tratada sale de las plantas de tratamiento hacia los tanques de almacenamiento para distribuirla por tuberías hacia los barrios. Más que almacenamiento estos tanques tienen como objeto compensar para mantener la presión en la red de distribución, la capacidad de estos es de 2000 m³ cada uno.



Figura 15. Tanques de almacenamiento. Fuente: Pasante del proyecto.

3.1.8 Condiciones de infraestructura de la planta de tratamiento de agua potable para conocer el estado actual en que se encuentra. Para la realización de esta actividad se realizaron visitas de inspección a la planta de tratamiento de agua potable para identificar las condiciones en que se encuentra con respecto a la infraestructura física y así mismo la recopilación de información pertinente. Lo primero que se realizó fue el seguimiento al caudal que ingresa a la Planta para conocer el volumen de agua tratada y suministrada a la comunidad.

Tabla 13*Caudal que ingresa a la planta*

FEBRERO	Caudal l/s	MARZO	Caudal l/s
1	169	1	143
2	169	2	144
3	164	3	142
4	162	4	142
5	164	5	140
6	158	6	181
7	158	7	222
8	161	8	169
9	164	9	160
10	163	10	148
11	156	11	143
12	150	12	141
13	150	13	137
14	154	14	142
15	147	15	147
16	144	16	145
17	154	17	146
18	153	18	154
19	144	19	145
20	137	20	150
21	141	21	152
22	175	22	163
23	180	23	145
24	171	24	133
25	160	25	134
26	167	26	134
27	148	27	134
28	147	28	146
29	145	29	174
		30	172
		31	189
PROMEDIO	157	PROMEDIO	152

Nota. La tabla muestra el seguimiento al caudal que ingresa a la planta en los meses de febrero y marzo.

Fuente: Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica, ESPA.

Tabla 14*Condiciones físicas e infraestructura existente de la PTAP actual*

INFRAESTRUCTURA PTAP		ESTADO ACTUAL		
INFRAESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO
CAPTACION	Lateral y de fondo con rejillas		X	
PREDESARENACION	Caja rectangular con drenaje ubicada después de captación		X	
DESARENACION	5 flujo horizontal colocados paralelamente	X		
MEDICION DE CAUDAL	Canaleta Parshall con medidor de regleta. El caudal de diseño actual es de 340 l/s			X
MEZCLA RAPIDA	Canaleta Parshall		X	
DOSIFICACION COAGULANTE	Dosificador mecánico volumétrico	X		
FLOCULACION	Hay dos tipos: uno de tipo Alabama (tres) y otro de flujo horizontal hidráulico (seis).		X	
SEDIMENTACIÓN	Vertical o de alta tasa con placas colocadas a 60 grados con respecto al suelo. Se encuentran en funcionamiento 6 sedimentadores	X		

Tabla 14*Continuación*

INFRAESTRUCTURA PTAP		ESTADO ACTUAL		
INFRAESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO
FILTRACION	Se usan filtros rápidos .Hay dos tipos de filtros, seis de tasa variable y cuatro de tasa constante.	X		
DESINFECCION	Se utiliza cloro gaseoso en cilindros de 900 kg, cuya aplicación se hace por clorador del tipo de solución al vacío		X	

Nota. La tabla muestra la descripción y evaluación del estado actual de la infraestructura existente en la Planta de Tratamiento de Agua Potable, PTAP.

En la tabla No 14 se describe e identifica el estado actual de la infraestructura física de la PTAP. Para empezar la canaleta parshall que está en funcionamiento está deteriorada y presenta deficiencias en la medición del caudal que entra a la planta, dichas mediciones se hacen aproximadas, lo que quiere decir que no es confiable. Cabe mencionar, que hay otra canaleta parshall pero que no funciona puesto que no quedó bien diseñada, tuvo problemas con unas medidas que no quedaron bien y esa obra nunca la entregaron ni la recibieron, quedó simplemente allí.

Por otro lado el agua tratada no se mide porque no funcionan los macromedidores, los cuales eran de lectura indirecta, estos se dañaron y por consiguiente no se sabe la cantidad de agua que entra ni la que sale, esto repercute en la dosificación de la sustancia química ya que esta depende del caudal puesto que si se va a dosificar se debe saber que caudal se va a tratar.

Con respecto al modelo de filtros, estos tienen una capa filtrante que está desgastada, esto puede afectar la calidad del agua. Por lo que se hace necesario reponerla para asegurar la turbidez del agua.

También los floculadores de flujo horizontal no cuentan con un óptimo funcionamiento ya que tiene mucha velocidad y eso provoca rompimiento del floc. Sin embargo Hay otros que son de flujo vertical que son mejores en el proceso de la floculación.

Tabla 15

Sistema de tratamiento de agua potable

COMPONENTE	TIPO	CAPACIDAD	ESTADO	FUNCIONA
Bocatoma Nueva	Lateral y de fondo	900 l/s	Para reparar	SI
Aducción	Tubo pvc	340 l/s	Insuficiente	SI
Desarenador	Tolva	450 l/s	Bueno	SI
Planta de Tratamiento	Convencional	435 l/s	Buena	SI
Macromedición	Canaleta parshall	360 l/s	Para reposición	SI
Almacenamiento o compensación	Tanques de concreto	7.250 m ³ todos los tanques	Bueno	SI
Laboratorio Físico Químico		No cumple	Regular	Físico Químico

Nota. La tabla muestra la descripción del sistema de tratamiento de agua potable. Fuente: Diagnostico de los servicios públicos acueducto y alcantarillado suministrado por la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica, ESPA.

El tratamiento de agua potable consiste en un sistema convencional de bocatoma lateral y de fondo, aducción, desarenación y planta de tratamiento que se compone de medición de caudal, floculador, sedimentadores y filtros, además de la respectiva dosificación química para la floculación y desinfección (ESPA, 2016).

3.1.9 Muestreo de la calidad del agua tratada para evaluar las condiciones

físicoquímicas y microbiológicas del agua tratada en la PTAP. A continuación se muestra los datos de la identificación de cada una de las muestras tomadas.

Tabla 16

Resultados de análisis físicoquímico para el muestreo realizado en el hospital regional Padilla Villafañe

FECHA DE MUESTREO: 03/03/16		LUGAR: HOSPITAL REGIONAL PADILLA VILLAFAÑE		
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO				
VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
pH (25 °C)	St. Mth. 4500 H+B	7,24	Unid. pH	6,5 – 9,0
CONDUCTIVIDAD (25°C)	St. Mth. 2510 B	221	µs/cm	Hasta 1000
COLOR APARENTE	St. Mth. 2120 C	4	Unid Pt – Co	Máx. 15
TURBIDEZ	St. Mth. 2130 B	0,59	NTU	Máx. 2
ALCALINIDAD P	St. Mth. 2320 B	0	mg CaCO ₃ /L	---
ALCALINIDAD TOTAL	St. Mth. 2320 B	67,1	mg CaCO ₃ /L	Máx. 200
DUREZA TOTAL	St. Mth. 2340 C	92,0	mg CaCO ₃ /L	Máx. 300
DUREZA CÁLCICA	St. Mth. 3500 Ca B	71,0	mg CaCO ₃ /L	---
DUREZA MAGNÉSICA	St. Mth. 3500 Mg E	21,0	mg CaCO ₃ /L	---
CLORUROS	St. Mth. 4500-Cl-B	4,1	Mg Cl/L	Máx. 250
CALCIO	St. Mth. 3500 Ca B	28,5	mg Ca/L	Máx. 60
SULFATOS	St. Mth. 4500 SO ₂ ²⁻ E	36,6	mg SO ₄ /L	Máx. 250
FOSFATOS	St. Mth. 4500 P BE	<0,09	mg PO ₄ /L	Máx. 0,5
NITRATOS	J. RODIER	3,32	mg NO ₃ /L	Máx. 10
NITRITOS	St. Mth. 4500 NO ₂ B	<0,016	mg NO ₂ /L	Máx. 0,1
ALUMINIOS	St. Mth. 3500 Al B	0,035	mg Al/L	Máx. 0,2
HIERRO TOTAL	St. Mth. 3111 B	<0,05	mg Fe/L	Máx. 0,3

Nota. La tabla muestra el reporte de resultados del análisis físicoquímico realizado a una muestra tomada en el hospital regional padilla Villafañe según resolución 2115 del 2007. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguachica, ESPA.

Tabla 17

Resultados de análisis microbiológico para el muestreo realizado en el hospital regional padilla Villafañe

FECHA DE MUESTREO: 03/04/16		LUGAR: HOSPITAL REGIONAL PADILLA VILLAFÑE	
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA
RECuento TOTAL DE MESOFILOS	St. Mth. 9215 D	50 UFC/100 mL	Máx. 100
COLIFORMES TOTALES	St. Mth. 9222 B	0 UFC/100 mL	0
Escherichia coli	St. Mth. 9222 D	0 UFC/100 mL	0

Nota. La tabla muestra el reporte de resultados del análisis microbiológico realizado a una muestra tomada en el hospital regional padilla Villafañe según resolución 2115 del 2007. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguachica, ESPA.

Tabla 18

Calculo del IRCA para el muestreo realizado en el hospital regional Padilla Villafañe

PARAMETRO	RESULTADO	Valor máximo aceptable (mg/l)	Puntaje de riesgo	Puntaje asignado
pH	7,24	6,5-9,0	1,5	0
Color	4	15	6	0
Turbidez	0,59	2	15	0
Alcalinidad	67,1	200	1	0
Dureza	92	300	1	0
Cloruros	4,1	250	1	0
Calcio	28,5	60	1	0
Sulfatos	36,6	250	1	0
Fosfatos	0	0,5	1	0

Tabla 18*Continuación*

PARAMETRO	RESULTADO	Valor máximo aceptable (mg/l)	Puntaje de riesgo	Puntaje asignado
Nitratos	3,32	10	1	0
Nitritos	0	0,1	3	0
Aluminios	0,035	0,2	3	0
Hierro	0	0,3	1,5	0
Coliformes	0	0	15	0
E. Coli	0	0	25	0
TOTALES			77	0

Nota. Fuente: Decreto 2115 del 2007.

Cálculo del IRCA

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\sum \text{Puntaje de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{Puntaje puntaje de riesgo asignado a todas las características analizadas}} \times 100\%$$

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{0}{77} \times 100\% = 0\%$$

El porcentaje de riesgo calculado en el IRCA da 0%, lo que indica que es SIN RIESGO, y que el agua es apta para consumo humano, de acuerdo a lo establecido en la resolución 2115 del 2007.

Tabla 19

Resultados de análisis fisicoquímico para el muestreo realizado en la bocatoma quebrada

Buturama

FECHA DE MUESTREO: 03/04/16		LUGAR: BOCATOMA QUEBRADA BUTURAMA		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
pH (25 °C)	St. Mth. 4500 H+B	8,14	Unid. pH	6,5 – 9,0
CONDUCTIVIDAD (25°C)	St. Mth. 2510 B	196,9	µs/cm	Hasta 1000
COLOR APARENTE	St. Mth. 2120 C	374	Unid Pt – Co	Máx. 15
TURBIDEZ	St. Mth. 2130 B	68,5	NTU	Máx. 2
ALCALINIDAD P	St. Mth. 2320 B	0	mg CaCO ₃ /L	---
ALCALINIDAD TOTAL	St. Mth. 2320 B	92,2	mg CaCO ₃ /L	Máx. 200
DUREZA TOTAL	St. Mth. 2340 C	87,4	mg CaCO ₃ /L	Máx. 300
DUREZA CÁLCICA	St. Mth. 3500 Ca B	69,0	mg CaCO ₃ /L	---
DUREZA MAGNÉSICA	St. Mth. 3500 Mg E	18,4	mg CaCO ₃ /L	---
CLORUROS	St. Mth. 4500-Cl-B	<2,0	mg Cl ⁻ /L	Máx. 250
CALCIO	St. Mth. 3500 Ca B	27,7	mg Ca/L	Máx. 60
SULFATOS	St. Mth. 4500 SO ₄ ²⁻ E	6,46	mg SO ₄ /L	Máx. 250
FOSFATOS	St. Mth. 4500 P BE	0,09	mg PO ₄ /L	Máx. 0,5
NITRATOS	J. RODIER	2,04	mg NO ₃ ⁻ /L	Máx. 10
NITRITOS	St. Mth. 4500 NO ₂ B	0,020	mg NO ₂ ⁻ /L	Máx. 0,1
ALUMINIOS	St. Mth. 3500 Al B	0,035	mg Al/L	Máx. 0,2
HIERRO TOTAL	St. Mth. 3111 B	0,35	mg Fe/L	Máx. 0,3

Nota. La tabla muestra el reporte de resultados del análisis fisicoquímico realizado a una muestra tomada en la bocatoma quebrada Buturama según resolución 2115 del 2007. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguachica, ESPA.

Tabla 20

Resultados de análisis microbiológico para el muestreo realizado en la bocatoma quebrada

Buturama

FECHA DE MUESTREO: 03/04/16		LUGAR: BOCATOMA QUEBRADA BUTURAMA	
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA
RECuento TOTAL DE MESOFILOS	St. Mth. 9215 D	18,520 UFC/100 mL	
COLIFORMES TOTALES	St. Mth. 9222 B	9.780 UFC/100 mL	
Escherichia coli	St. Mth. 9222 D	30 UFC/100 mL	

Nota. La tabla muestra el reporte de resultados del análisis microbiológico realizado a una muestra tomada en la bocatoma quebrada Buturama según resolución 2115 del 2007. Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Aguachica, ESPA.

Tabla 21

Resultado de análisis microbiológico en punto de muestreo Manzana B casa 21 Etapa 1

Ciudadela del año 2016

FECHA: 16/02/16		LUGAR: Manzana B Casa 21 Etapa 1 Ciudadela	
ANALISIS MICROBIOLÓGICO			
ANALISIS		RESULTADO	
DETERMINACIÓN DE Vibrio cholerae 01		NEGATIVO	

Nota. La tabla muestra el registro de reporte de resultados microbiológicos de muestra de agua de la Ciudadela correspondiente al año 2016 según resolución 2115 del 2007. Fuente: Laboratorio Salud Pública.

Tabla 22

Resultado de análisis microbiológico en punto de muestreo en calle 10 N 32-03 del año 2016

FECHA: 04/05/16		LUGAR: Calle 10 N 32-03
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
ANÁLISIS	RESULTADO	
RECuento DE AEROBIOS MESÓFOLIOS/100 mL MUESTRA	16.1	
RECuento DE COLIFORMES TOTALES/100 mL MUESTRA	Menor de 1	
RECuento DE E.coli / 100 MI MUESTRA	Menor de 1	
DETERMINACIÓN DE Vibrio cholerae 01	NEGATIVO	

Nota. La tabla muestra el registro de reporte de resultados microbiológicos de muestra de agua de la calle 10 N 32-03 correspondiente al año 2016 según resolución 2115 del 2007. Fuente: Laboratorio Salud Pública.

Tabla 23

Resultado de análisis microbiológico en punto de muestreo en Calle 6 # H32-26 Barrio San

Eduardo del año 2016 por el laboratorio de salud

FECHA: 02/10/16		LUGAR: Calle 6 # H32-26 Barrio San Eduardo
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
ANÁLISIS	RESULTADO	
RECuento DE AEROBIOS MESÓFOLIOS/100 mL MUESTRA	9.1	
RECuento DE COLIFORMES TOTALES/100 mL MUESTRA	Menor de 1	
RECuento DE COLIFORMES FECALES/100 MI MUESTRA	Menor de 1	
DETERMINACIÓN DE Vibrio cholerae 01/450 mL DE MUESTRA	NEGATIVO	

Nota. La tabla muestra el registro de reporte de resultados microbiológicos de muestra de agua del barrio San Eduardo correspondiente al año 2016 según resolución 2115 del 2007. Fuente: Laboratorio Salud Pública.

3.1.10 Alternativas de mejoramiento en la continuidad del servicio de agua potable en el casco urbano del municipio de Aguachica Cesar.

Tabla 24

Revisión y validación de los procesos de tratamiento de agua potable actual

PROCESOS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE				REQUIERE MEJORAMIENTO		ESTRATEGIAS DE MEJORA
PROCESO	EXISTE	NO EXISTE	TIPO	SI	NO	
				Captación	X	
Pre-desarenación	X		Caja rectangular con drenaje ubicada después de captación 2 flujo		X	
Desarenación	X		horizontal colocados paralelamente		X	
Medición de caudal	X		Canaleta Parshall con medidor de regleta. El caudal de diseño actual es de 340 l/s	X		medición de caudal con equipos electrónicos como ultrasonido para mejorar la confianza en la medición del caudal se necesita una nueva canaleta parshall ya que la existente está deteriorada
Mezcla rápida	X		Canaleta Parshall	X		
Dosificación coagulante	X		Dosificador mecánico volumétrico		X	
Coagulante usado	X		Sulfato de aluminio		X	

Tabla 24

Continuación

PROCESOS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE				REQUIERE MEJORAMIENTO		ESTRATEGIAS DE MEJORA
PROCESO	EXISTE	NO EXISTE	TIPO	SI	NO	
				FLOCULACION	X	
SEDIMENTACIÓN	X		Vertical o de alta tasa con placas colocadas a 60 grados con respecto al suelo		X	
FILTRACION	X		Se usan filtros rápidos .Hay dos tipos de filtros, seis de tasa variable y cuatro de tasa constante.	X		la capa filtrante (altracita y arena) ya cumplió su vida útil por lo tanto requiere su reemplazo para mejorar la calidad del agua
DESINFECCION	X		Se utiliza cloro gaseoso en cilindros de 900 kg, cuya aplicación se hace por clorador del tipo de solución al vacío	X		se necesita un tanque de cloración de acuerdo al RAS 2000
ESTABILIZACION-ABLANDAMIENTO		X	La calidad del agua no amerita este proceso		X	

Tabla 24

Continuación

PROCESOS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE			REQUIERE MEJORAMIENTO		ESTRATEGIAS DE MEJORA
PROCESO	EXISTE	NO EXISTE	SI	NO	
CONTROL DE SABOR Y OLOR		X			X
DESFERRIZACION Y DESMANGANETIZACION		X			X
MANEJO DE LODOS		X		X	se necesita un tratamiento para el manejo de lodos

Nota: En la tabla se muestra la evaluación de cada uno de los procesos de agua potable con la identificación tanto de los que no requieren como de los que requieren medidas de mejoramiento con sus respectivas estrategias de mejora.

La planta de tratamiento requiere medidas de optimización en la operación y tratamiento de agua potable como lo muestra la tabla 24, para lo cual la empresa ya tiene contemplado ejecutar un proyecto cuyo objetivo es la optimización de la infraestructura de la bocatoma.

3.1.11 Falencias encontradas en la captación y distribución del agua y presentar una medidas de para su optimización. La captación funciona con unas estructuras hidráulicas llamada la bocatoma nueva con secciones de rejillas laterales y de fondo para obtener el agua de la fuente hídrica que es la quebrada Buturama.

No existe ningún inconveniente para captar el agua, pero sí la bocatoma presenta un problema estructural aguas abajo en el pozo amortiguador, que como su nombre lo indica tiene como función amortiguar el impacto en caso de que la quebrada tenga mucho flujo y se presenten crecientes con el fin de evitar erosiones y socavaciones en la misma estructura. Lo anteriormente mencionado indica que la estructura está deteriorada y se predice que puede llegar a presentarse un colapso por esas socavaciones puesto que hay el peligro de que una creciente de la quebrada destruya la bocatoma como sucedió años atrás en el 2010 con la llamada bocatoma antigua, suceso que por supuesto afectaría significativamente la población aguachiqueña beneficiada con el servicio de acueducto.

En la captación no existe una regulación y control sobre el uso del agua por parte de los pobladores de la zona media y alta de la cuenca, donde aguas arriba captan el agua para sus actividades agrícolas y ganaderas, lo cual en época de sequía representa una disminución de caudal en el punto de captación o bocatoma del sistema de acueducto del casco urbano del Municipio de Aguachica. Para este caso se ha hecho evidente que la autoridad ambiental competente no ejerce un seguimiento y control de estas captaciones ilegales y se hace necesario tomar medidas correspondientes para el control y regulación del recurso hídrico en la zona mediante la implementación del plan de ordenación y manejo de la cuenca POMCA.

Por otra parte, los tubos de conducción que se encuentran entre la bocatoma vieja y la nueva están descubiertos, razón por la cual han venido presentando afectaciones, por lo cual, su estado actual es crítico debido también a que las últimas precipitaciones han ocasionado grandes crecientes y estas alcanzan a llegar a estos cimientos que se encuentran actualmente socavados incluso como consecuencia de las partículas sólidas de gran tamaño que arrastra el agua. Si no se toma una medida al respecto pueden llegar a destruirse estos cimientos y colapsar el canal de aducción entre la bocatoma y la primera de desarenación.

Finalmente, el sistema de distribución presenta deficiencias técnicas ya que las redes de distribución, las cuales se encuentran en el municipio, presentan muchos problemas porque el 50% de las redes son en asbesto cemento y tienen más de 35 años, lo que quiere decir que este material ya cumplió su vida útil, razón por la cual se presentan muchas fugas y despresurización de la red. Adicional a eso el ingreso de muchas raíces y partículas las cuales le producen obstrucciones y taponamientos que afectan el sector. De igual manera, existen problemas debajo de estas redes ya que los usuarios lo hacen de forma inadecuada, no le ponen los accesorios adecuados, la cortan, la parten y le dejan ingresar mucho sedimento.



Figura 16. Estructura hidráulica llamada la bocatoma nueva con sección de rejilla de fondo. Fuente: Pasante del proyecto.

3.1.12 Estrategias de capacitación y sensibilización. Esta actividad se hizo efectiva con la colaboración de la trabajadora social Lorena Duarte de la empresa de servicios públicos ESPA y las pasantes de ingeniería ambiental Leidy Novoa y Lorena Campo que también se encuentran realizando su trabajo de grado en la empresa.

Se empezó a realizar a partir del 07 de marzo de 2016 promoviendo la campaña liderada por el ministerio del Medio Ambiente “**TODOS CONTRA EL DERROCHE**” y se implementó en las diferentes instituciones educativas del municipio de Aguachica, dentro de los cuales se encuentran los siguientes colegios y fundaciones: fundación Menores del futuro, José María campo Serrano, Colcarmen, Paraguay, Guillermo león Valencia, Cordillera, Laureano Gómez castro, Jhon Quenedy sede Colcarmen, estos colegios recibieron positivamente la visita donde recibieron conferencias y actividades lúdicas promoviendo el buen uso y ahorro del agua.

Capítulo 4. Diagnostico Final

La bocatoma fue construida en un punto con el fin de aprovechar mayores caudales ya que por su ubicación la quebrada lleva menos recorrido y se puede captar más agua. Sin embargo, en épocas de intenso verano disminuye representativamente su caudal. Es evidente la afectación que sufre la fuente de abastecimiento en cuanto al caudal; debido a las captaciones que se encuentran ubicadas aguas arriba de la bocatoma, para las cuales se debe hacer un mayor seguimiento por parte de la autoridad ambiental para tener control sobre el uso del recurso. Debido a la falta de control por parte de la autoridad ambiental, los pobladores además de no contar con una concesión de agua para hacer uso del recurso, lo hacen en grandes cantidades para uso agrícola y doméstico, disminuyendo el caudal de la fuente de abastecimientos requerida para el sistema de acueducto.

La estructura de los sistemas de captación presenta deterioro por la gran cantidad de roca que arrastra la quebrada en época de invierno; por lo tanto se hace necesario una reconstrucción para reforzar el cuerpo de la estructura y evitar su deterioro, como lo muestra la tabla 24.

Dentro de los procesos que se realizan en la planta de tratamiento, el de coagulación, debido a las características del agua en la quebrada Buturama, este se realiza en época de invierno, cuando el agua captada presenta mucha turbiedad, aplicando sulfato de Aluminio como coagulante, sin embargo de acuerdo a las características fisicoquímicas es recomendable que este proceso se realice de manera constante, incluyendo la época de sequía para disminuir el riesgo de que el agua presente turbiedad.

Es importante, seguir determinando la frecuencia y número de muestras de control de la calidad física del agua para consumo humano según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007.

Con el fin de que no quede ningún tipo de contaminante que pueda afectar la calidad del agua para consumo humano dentro de la infraestructura, es importante realizar las labores de limpieza en los filtros de la planta de tratamiento. También cuando se presentan daños en la red de distribución, es necesario asear bien el área afectada con el fin de evitar que se infiltre cualquier tipo de sustancia contaminante en la red de distribución. En lo que respecta al proceso de Macromedición, la empresa no cuenta con macromedidores lo que genera falencias en el control del agua captada, tratada y distribuida. De igual forma la cloración que se realiza en el sistema es con cloro gaseoso y debidamente dosificada por un sistema de bombeo.

La comunidad es un actor importante para mitigar la situación de desabastecimiento en el municipio, por tanto es pertinente sensibilizarlos e involucrarlos mediante actividades de capacitación y charlas en los diferentes escenarios como el sector educativo, institucional, usuarios domiciliarios y comerciales, para lograr un buen uso y ahorro eficiente del recurso hídrico. Cabe anotar que aunque se tiene la micromedición instalada a los usuarios, existen falencias en el control de la adulteración de los macromedidores, de igual forma aunque se realizan correcciones de fugas por parte del área operativa es importante considerar alternativas para un mayor control de fugas y atención inmediata de los daños con la finalidad de disminuir las pérdidas de agua en el sistema y la red de distribución

Capítulo 5. Conclusiones

La propuesta investigativa de este proyecto tuvo como fin la evaluación del abastecimiento del recurso hídrico en el municipio de Aguachica Cesar prestado por la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica ESPA, la cual se llevó a cabo por medio de la realización de un diagnóstico situacional que contempló la descripción de las condiciones de la fuente de abastecimiento y punto de captación.

La cuenca de la quebrada buturama está siendo fuertemente amenazada por la realización de actividades de tipo agropecuario y captaciones ilegales por parte de los pobladores, debido a esto en época de sequía representa una disminución de caudal. Sin embargo cuenta con las capacidades de abastecer de forma sostenible la demanda de la población urbana del municipio de Aguachica.

Además de eso se hizo un análisis de las fallencias encontradas en la captación y se observó que la bocatoma presenta un problema estructural, lo cual indica que la estructura está deteriorada y se predice que puede llegar a presentarse un colapso por las socavaciones que presenta. Para esto, la empresa de servicios públicos está adelantado un proyecto denominado fondo de adaptación que contempla la reconstrucción de la bocatoma.

Se inspeccionó las condiciones físicas e infraestructura existente en la planta de tratamiento de agua potable PTAP y así mismo se revisaron cada uno de los procesos de esta, para lo cual se halló una canaleta parshall que está en funcionamiento en estado de deterioro y

presenta deficiencias en la medición del caudal que entra a la planta.

Los floculadores de flujo horizontal no cuentan con un óptimo funcionamiento ya que tiene mucha velocidad y eso provoca rompimiento del floc. Sin embargo Hay otros que son de flujo vertical que son mejores en el proceso de la floculación.

La Planta de tratamiento de agua potable requiere medidas de optimización en la operación y tratamiento de agua potable, por esa razón, se formularon alternativas de mejoramiento que contribuyan a la continuidad del servicio. Sin embargo el acueducto cuenta con una planta potabilizadora convencional que cumple con los requisitos de ley y el agua es apta para consumo humano.

El sistema de distribución presenta deficiencias técnicas ya que las redes de distribución presentan muchos problemas porque el 50% de las redes son en asbesto cemento y ya cumplieron su vida útil, razón por la cual se presentan muchas fugas y despresurización de la red, lo que genera la necesidad de implementar alternativas de mejora en el control de la detección de fugas en la red y atención inmediata de los daños.

Con respecto a los análisis realizados a esta fuente presentaron resultados con niveles que se ajustan al tratamiento para la obtención del agua potable.

Con base al trabajo realizado durante la pasantía, el problema relacionado al inadecuado abastecimiento del recurso hídrico, no es la falta del recurso sino que éste se ve afectado por una

serie de factores asociados a conexiones fraudulentas de agua, ineficiencia en el sistema de presión para el transporte de agua, seguimiento y control en el área operativa de la empresa en

Capítulo 6. Recomendaciones

Considerar la evaluación del abastecimiento del recurso hídrico de este trabajo para lograr la sostenibilidad de este preciado líquido y así mismo garantizar la eficiencia en la continuidad del servicio.

Gestionar y solicitar con la autoridad ambiental se realice un seguimiento a las captaciones que se encuentran aguas arriba de la bocatoma del sistema de acueducto del Municipio.

Realizar programas de capacitación a los habitantes de la zona media y alta de la Cuenca, para el uso racional del agua y del suelo, de igual forma promover en los usuarios de servicio de acueducto, a través de medios de comunicación la importancia de la Cuenca de la Quebrada Buturama como su única fuente de abastecimiento.

Realizar seguimiento y mantenimientos preventivos y correctivos periódicos en el sistema de potabilización y red de distribución y de igual forma estudiar la posibilidad de optimización los componentes que se encuentran con falencias en su infraestructura.

Implementar los formatos de registro diseñados en esta pasantía para tener un mayor control de los caudales, los análisis de muestreos, así como las dosificaciones de los químicos en el tratamiento y las actividades básicas de la operación y mantenimiento de los sistemas.

Establecer un control en el área operativa de la empresa en cuanto al reporte de fugas y reparaciones en la red de distribución.

Optimizar la infraestructura hidráulica y operación de las redes de distribución para reducir el porcentaje de pérdidas y unificar las presiones en ésta.

Se recomienda la instalación de los macromedidores para controlar las pérdidas de agua captada, tratada y distribuida.

Realizar un diagnóstico y control de las conexiones ilegales de agua que hacen los usuarios.

Referencias

- Aguirre, R. O. (1996). *Glorario Geohidrológico*. San Luis Potosí, S.L.P; MÉXICO: Editorial universitaria potosina.
- Anchaluisa, A. M. (Mayo de 2015). *El agua de consumo y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes de la comunidad "Parceleros de Colcas" de la parroquia Mulaló en el cantón Latacunga provincia de Cotopaxi*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/10325>
- Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario. (1995). *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM127SSA11994, "SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANOLIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION*.
- Congreso de Colombia . (6 de Junio de 1997). *Ley 373 de 1997*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=342>
- Congreso de Colombia. (12 de Diciembre de 1993). Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>
- Consejo Superior de la Judicatura . (2010). *Constitución política de colombia*. Obtenido de <https://www.ramajudicial.gov.co/documents/10228/1547471/CONSTITUCION-Interiores.pdf/8b580886-d987-4668-a7a8-53f026f0f3a2>
- Consejo Superior de la Judicatura. (2010). *Constitución Política de Colombia* . Obtenido de <https://www.ramajudicial.gov.co/documents/10228/1547471/CONSTITUCION-Interiores.pdf/8b580886-d987-4668-a7a8-53f026f0f3a2>
- Empresa de Servicios públicos de Aguachica. (2014). *Procedimiento para la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de la empresa de servicios públicos de Aguachica*. Aguachica Cesar.
- ESPA. (2016). *DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS PUBLICOS ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO*. Aguachica Cesar.
- ESPA. (S.F). *Plan de contingencia*. Aguachica Cesar.
- Felices, A. R. (Agosto de 2003). *La Bocatoma, estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico*. Obtenido de

- http://www.imefen.uni.edu.pe/Temas_interes/ROCHA/La_bocatoma.PDF
- Gomella, C., & Guerrée, H. (1982). *La distribución del agua en las aglomeraciones urbanas y rurales*. Barcelona: Editores técnicos asociados, S.A.
- Gómez, I. C. (2000). *Saneamiento ambiental*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a distancia EUNED.
- González, E. P. (Diciembre de 2001). *Seria autodidáctica de medición Canal Parshall*. Obtenido de http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/canal_parshall.pdf
- Instituto Tecnológico de Santo Domingo. (1999). *Ingeniería Sanitaria I: Manual de prácticas*. Santo Domingo, Rep: BÚHO.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (25 de Octubre de 2010). *Decreto 3930 del 2010*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>
- Ministerio de la protección social . (9 de Mayo de 2007). *Decreto 1575 del 2007*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>
- Ministerio de la protección social, ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (22 de Junio de 2007). *Resolución 2115 del 2007*. Obtenido de <http://www.ins.gov.co/tramites-y-servicios/programas-de-calidad/Documents/resolucion%202115%20de%202007,MPS-MAVDT.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (1998). *Tratamiento de Agua* . Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/operacion/cap8.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Organización Panamericana de la Salud. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano*. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/id/5657/BIV00012.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano*. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/id/5657/BIV00012.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (2004). *Tratamiento de agua potable para consumo humano*. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/id/5657/BIV00012.pdf>
- Quintero, A. V. (29 de mayo de 2012). *Sistema de documentación e información municipal*.

Obtenido de

<http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/aguachicacesarpd20122015.pdf>

Republica de Colombia. (6 de Junio de 1997). *Congreso de Colombia*. Obtenido de

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=342>

Rico, M., & Santisteban, M. (1856). *Manual de Física y elementos de química*. Madrid: Imprenta, fundición y librería de D. Eusebio Aguado.

Rodríguez, C. (2000). *PERFIL SITUACIONAL PARA UN PLAN DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO FORESTAL (PEMF) SOBRE LA CUENCA ALTA DE LA QUEBRADA BUTURAMA EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA CESAR*. Aguachica Cesar.

Ruiz, A. P. (2008). *Acueducto, cloacas y drenajes*. Caracas Venezuela: Publicaciones UCAB.

Saavedra. (2005). *Diagnostico y optimización de la planta de tratamiento de agua potable, municipio de Puente Nacional*. Bucaramanga.

Uribe, A. M. (2011). *Diseño de un dosificador de cloro líquido*. Obtenido de

<http://ribuc.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10785/472/completo.pdf?sequence=1>

Vargas, L. d. (2004). *Procesos unitarios y plantas de tratamiento*. Obtenido de

http://bvsper.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/ma1_tomo1_cap3.pdf

Vega, A. (29 de mayo de 2012). *Sistema de documentacion e informacion municipal*. Obtenido de

<http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/aguachicacesarpd20122015.pdf>

Apéndices

Apéndice A. Registro de reporte de resultados fisicoquímico de muestra de agua para consumo humano



SERVICIOS INTEGRADOS
PARA LA INDUSTRIA DEL AGRO,
MINERO-ENERGETICA Y
EL MEDIO AMBIENTE
NIT: 804.016.152-8



REPORTE DE RESULTADOS

Ciudad y Fecha de emisión: Bucaramanga, 12 de abril de 2016		No. 092692	
Solicitante: SERVICIOS PÚBLICOS DE AGUACHICA	Tipo de muestra: Agua	Identificación: MUESTRA 2	
Dirección: CRA 14 NRO. 10-97	Descripción: Agua Tratada	Responsable de muestreo: SOLICITANTE	
Teléfono: 5650590-3205581722	Lugar de muestreo: HOSPITAL REGIONAL PADILLA VILLAFANE	Procedimiento de muestreo: SOLICITANTE	
Fecha de muestreo: 3 de abril de 2016	Fecha de recepción: 4 de abril de 2016	Tamaño de la muestra: 1000 ml	
Fecha de análisis: 4 al 9 de abril de 2016	Análisis solicitado: Fisicoquímico	Envase o empaque: Plástico	
Condiciones de muestra: Refrigeradas	Lote: N.A	Tipo de muestreo: Puntual	

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
pH (25 °C)	St. Mth. 4500 H+ B	7,24	Unid. pH	6,5 - 9,0
CONDUCTIVIDAD (25 °C)	St. Mth. 2510 B	221	µs/cm	Hasta 1000
COLOR APARENTE	St. Mth. 2120 C	4	Unid Pt - Co	Máx. 15
TURBIDEZ	St. Mth. 2130 B	0,59	NTU	Máx. 2
ALCALINIDAD P	St. Mth. 2320 B	0	mg CaCO ₃ /L	---
ALCALINIDAD TOTAL	St. Mth. 2320 B	67,1	mg CaCO ₃ /L	Máx. 200
DUREZA TOTAL	St. Mth. 2340 C	92,0	mg CaCO ₃ /L	Máx. 300
DUREZA CÁLCICA	St. Mth. 3500 Ca B	71,0	mg CaCO ₃ /L	---
DUREZA MAGNÉSICA	St. Mth. 3500 Mg E	21,0	mg CaCO ₃ /L	---
CLORUROS	St. Mth. 4500-Cl-B	4,1	mg Cl/L	Máx. 250
CALCIO	St. Mth. 3500 Ca B	28,5	mg Ca/L	Máx. 60
SULFATOS	St. Mth. 4500 SO ₄ ²⁻ E	36,6	mg SO ₄ /L	Máx. 250
FOSFATOS	St. Mth. 4500 P BE	< 0,09	mg PO ₄ /L	Máx. 0,5
NITRATOS	J. RODIER	3,32	mg NO ₃ /L	Máx. 10
NITRITOS	St. Mth. 4500 NO ₂ B	< 0,016	mg NO ₂ /L	Máx. 0,1
ALUMINIO	St. Mth. 3500 Al B	0,035	mg Al/L	Máx. 0,2
HIERRO TOTAL	St. Mth. 3111 B	< 0,05	mg Fe/L	Máx. 0,3

St Mth: STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. AWWA, WEF, APHA 22th.

OBSERVACIONES: Las variables analizadas se encuentran dentro de los valores aceptables de acuerdo a lo establecido por la resolución 2115/07 para la calidad del agua de consumo humano.

Hora muestreo: 3:45 p.m. Cl₂: 0,9 ppm

Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA LTDA.

Elaboró: SERGIO ALEXANDER ROJAS SERRANO
DIRECTOR DE FISICOQUÍMICA
ING. BIOTECNOLÓGICO

Revisó: ALBIO ENRIQUE ESPINOSA SAFAR
QUÍMICO
PQ. 0996

Código	R-051	Versión	0.1	Fecha	22/05/2009	Página	1 de 1
--------	-------	---------	-----	-------	------------	--------	--------

Apéndice B. Registro de reporte de resultados fisicoquímico de muestra de la bocatoma quebrada buturama



SERVICIOS INTEGRADOS
PARA LA INDUSTRIA DEL AGRO,
MINERO-ENERGETICA Y
EL MEDIO AMBIENTE
NIT: 804.016.152-8



REPORTE DE RESULTADOS


Ciudad y Fecha de emisión: Bucaramanga, 12 de abril de 2016		No. 092690
Solicitante: SERVICIOS PÚBLICOS DE AGUACHICA	Tipo de muestra: Agua	
Dirección: CRA 14 NRO. 10-97	Identificación: MUESTRA 1	
Teléfono: 5650590-3205581722	Descripción: Agua Cruda	
Lugar de muestreo: BOCATOMA QUEBRADA BUTURAMA	Responsable de muestreo: SOLICITANTE	
Fecha de muestreo: 3 de abril de 2016	Procedimiento de muestreo: SOLICITANTE	
Fecha de recepción: 4 de abril de 2016	Tamaño de la muestra: 1000 ml	
Fecha de análisis: 4 al 9 de abril de 2016	Envase o empaque: Plástico	
Análisis solicitada: Fisicoquímico	Lote: N.A	
Condiciones de la muestra: Refrigeradas	Tipo de muestreo: Puntual	

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO




VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
pH (25 °C)	St. Mth. 4500 H+ B	8,14	Unid. pH	6,5 - 9,0
CONDUCTIVIDAD (25 °C)	St. Mth. 2510 B	196,9	µs/cm	Hasta 1000
COLOR APARENTE	St. Mth. 2120 C	374	Unid Pt - Co	Máx. 15
TURBIDEZ	St. Mth. 2130 B	68,5	NTU	Máx. 2
ALCALINIDAD FRESCA	St. Mth. 2320 B	0	mg CaCO ₃ /L	---
ALCALINIDAD TOTAL	St. Mth. 2320 B	92,2	mg CaCO ₃ /L	Máx. 200
DUREZA TOTAL	St. Mth. 2340 C	87,4	mg CaCO ₃ /L	Máx. 300
DUREZA CÁLCICA	St. Mth. 3500 Ca B	69,0	mg CaCO ₃ /L	---
DUREZA MAGNÉSICA	St. Mth. 3500 Mg E	18,4	mg CaCO ₃ /L	---
CLORUROS	St. Mth. 4500-Cl-B	< 2,0	mg Cl/L	Máx. 250
CALCIO	St. Mth. 3500 Ca B	27,7	mg Ca/L	Máx. 60
SULFATOS	St. Mth. 4500 SO ₄ ²⁻ E	6,46	mg SO ₄ /L	Máx. 250
FOSFATOS	St. Mth. 4500 P BE	0,09	mg PO ₄ /L	Máx. 0,5
NITRATOS	J. RODIER	2,04	mg NO ₃ /L	Máx. 10
NITRITOS	St. Mth. 4500 NO ₂ B	0,020	mg NO ₂ /L	Máx. 0,1
AMONIO	St. Mth. 3500 Al B	0,035	mg AVL	Máx. 0,2
IERRO TOTAL	St. Mth. 3111 B	0,35	mg Fe/L	Máx. 0,3

St Mth: STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. AWWA, WEF, APHA 22th.

Apéndice C. Registro de reporte de resultados microbiológico de muestra de agua para consumo humano



**SERVICIOS INTEGRADOS
PARA LA INDUSTRIA DEL AGRÓ,
MINERO-ENERGETICA Y
EL MEDIO AMBIENTE**
NIT: 804.016.152-8

REPORTE DE RESULTADOS

Ciudad y Fecha de emisión: Bucaramanga, 7 de abril de 2016

No. 092693

Solicitante: **EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE AGUACHICA**
 Dirección: Cra. 18 # 0 - 14
 Teléfono: 5650350
 Lugar de muestreo: **HOSPITAL REGIONAL PADILLA VILLA FAÑE**
 Fecha de muestreo: 3 de abril de 2016
 Fecha de recepción: 4 de abril de 2016
 Fecha de análisis: 5 - 6 de abril de 2016

Tipo de muestra: Agua
 Identificación: **MUESTRA 2**
 Descripción: Tratada
 Responsable de muestreo: Solicitante
 Procedimiento de muestreo: Solicitante
 Tamaño de la muestra: 500 mL
 Envase o empaque: Vidrio
 Lote: //

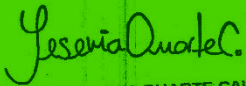
Análisis solicitado: Microbiológico

Condiciones de la muestra: Adecuada


ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA
RECUENTO TOTAL DE MESOFILOS	St. Mth. 9215 D	50 UFC / 100 mL	Máx. 100
COLIFORMES TOTALES	St. Mth. 9222 B	0 UFC / 100 mL	0
<i>Escherichia coli</i>	St. Mth. 9222 D	0 UFC / 100 mL	0

OBSERVACIONES: Las variables analizadas se encuentran dentro de los valores aceptables según los requisitos microbiológicos de la Resolución 2115/07.
 Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA.



Revisó: YESENIA DUARTE CAICEDO
MICROBIOLOGA REG. 45587 FOLIO 125



Elaboró: SANDRA PINZON RUEDA
DIRECTOR MICROBIOLOGIA
MICROBIOLOGA REG. 47708 FOLIO 177

Código: R-051 Versión: 0.1 Fecha: 22/05/09 Página: 1 de 1

Carrera 24 No. 38 - 11 Tel: (7) 6348000 - (7) 6348600 - 3187070821 Bucaramanga - Colombia
 www.siamalta.com - e-mail: info@siamalta.com

Apéndice D. Registro de reporte de resultados microbiológico de muestra de la bocatoma quebrada buturama



SERVICIOS INTEGRADOS
PARA LA INDUSTRIA DEL AGRO,
MINERO-ENERGETICA Y
EL MEDIO AMBIENTE
NIT: 804.016.152-8



REPORTE DE RESULTADOS

Ciudad y Fecha de emisión: Bucaramanga, 7 de abril de 2016	No. 092691
Solicitante: EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE AGUACHICA	Tipo de muestra: Agua
Dirección: Cra. 18 # 0 - 14	Identificación: MUESTRA 1
Teléfono: 5650350	Descripción: Cruda
Lugar de muestreo: BOCATOMA QUEBRADA BUTURAMA	Responsable de muestreo: Solicitante
Fecha de muestreo: 3 de abril de 2016	Procedimiento de muestreo: Solicitante
Fecha de recepción: 4 de abril de 2016	Tamaño de la muestra: 500 mL
Fecha de análisis: 5 - 6 de abril de 2016	Envase o empaque: Vidrio
Análisis solicitado: Microbiológico	Lote: //
Condiciones de la muestra: Adecuadas	

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA
RECUENTO TOTAL DE MESÓFILOS	St. Mth. 9215 D	18.520 UFC / 100 mL	
COLIFORMES TOTALES	St. Mth. 9222 B	9.780 UFC / 100 mL	
<i>Escherichia coli</i>	St. Mth. 9222 D	30 UFC / 100 mL	

Observaciones: La muestra analizada requiere de desinfección para su uso en consumo.

Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA.

Yesenia Duarte


Revisó: YESENIA DUARTE CAICEDO
MICROBIOLOGA REG.45587 FOLIO 125

SANDRA PINZON RUEDA

Elaboró: SANDRA PINZON RUEDA
DIRECTOR MICROBIOLOGIA
MICROBIOLOGA REG. 47708 FOLIO 177

Código: R - 051 Versión: 0.1 Fecha: 22/05/09 Página: 1 de 1

Apéndice E. Registro de reporte de resultados microbiológicos de muestra de agua del barrio San Eduardo para consumo humano

 GOBERNACIÓN DEL CESAR	REGISTRO DE REPORTE DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE MUESTRAS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO		Código: GC-FPM-122
	PROCESO:	INSPECCION, VIGILANCIA Y CONTROL	Versión: 1
	PROCEDIMIENTO:	VIGILANCIA EN SALUD PUBLICA	Fecha: 11/10/2010
			Página:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

MUESTRA No: 2016-0111 **TOMADA POR:** Alvaro Estrada Ovalle

TIPO DE AGUA: AGUA TRATADA: X NO TRATADA:

FUENTE: Quebrada Butarama

FECHA Y HORA DE LA TOMA: 2016 - 02 - 10 10:30 horas

FECHA Y HORA DE RECIBO: 2016 - 02 - 10 08:34 horas

DIRECCIÓN Y LUGAR DE RECOLECCIÓN: Calle 6 # H32 - 26 Barrio San Eduardo

PROCEDENCIA:

Cesar Aguachica
 DEPARTAMENTO MUNICIPIO CORREGIMIENTO

PUNTO DE EXTRACCIÓN

POZO **TANQUE** **RÍO**
PLANTA **GRIFO X** **OTROS**

RECuento de AEROBIOS MESÓFILOS/100 mL MUESTRA: 9.1
RECuento de COLIFORMES TOTALES/100 mL MUESTRA: Menor de 1
RECuento de COLIFORMES FECALES/100 mL DE MUESTRA: Menor de 1
DETECCIÓN DE *Vibrio cholerae* O1/ 450 mL DE MUESTRA: NEGATIVO

OBSERVACIONES:

Apta para consumo humano desde el punto de vista microbiológico, según Resolución 2115 de 2007.

FECHA DE INFORME: 2016 - 02 - 12

INGRID PINO GARANTIVA
 Registro profesional 1347
 Profesional universitario LSP

Apéndice F. Registro de reporte de resultados microbiológicos de muestra de agua de la calle 10 n 32-03 para consumo humano

 GOBERNACIÓN DEL CESAR	REGISTRO DE REPORTE DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE MUESTRAS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO		Código: GC-FPM-122
	PROCESO:	INSPECCION, VIGILANCIA Y CONTROL	Versión: 1
	PROCEDIMIENTO:	VIGILANCIA EN SALUD PUBLICA	Fecha: 11/10/2010
			Página:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

MUESTRA No: 2016-0338 **TOMADA POR:** Isidro Estrada
TIPO DE AGUA: AGUA TRATADA: X NO TRATADA:
FUENTE: Quebrada Buturama
FECHA Y HORA DE LA TOMA: 2016-04-05 15:45 horas
FECHA Y HORA DE RECIBO: 2016-04-06 08:38 horas
DIRECCIÓN Y LUGAR DE RECOLECCIÓN: Calle 10 N 32-03
PROCEDENCIA:

Cesar	Aguachica	
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CORREGIMIENTO

PUNTO DE EXTRACCIÓN

POZO	TANQUE	RÍO
PLANTA	GRIFO X	OTROS

RECUENTO DE AEROBIOS MESÓFILOS/100 mL MUESTRA: 16.1
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES/100 mL MUESTRA: Menor de 1
RECUENTO DE *E.coli* / 100 MI MUESTRA: Menor de 1
DETERMINACION DE *Vibrio cholerae* 01: **NEGATIVO**


OBSERVACIONES:

Apta para consumo humano desde el punto de vista microbiológico, según Resolución 2115 de 2007.

FECHA DE INFORME: 2016-04-08

INGRID PINO GARANTIVA
 Registro profesional 1347
 Profesional universitario LSP

Apéndice G. Registro de reporte de resultados microbiológicos de muestra de agua del barrio la ciudadela para consumo humano

 GOBERNACIÓN DEL CESAR	REGISTRO DE REPORTE DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE MUESTRAS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO		Código: GC-FPM-122
	PROCESO:	INSPECCION, VIGILANCIA Y CONTROL	Versión: 1
	PROCEDIMIENTO:	VIGILANCIA EN SALUD PUBLICA	Fecha: 11/10/2010 Página:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

MUESTRA No: 2016-0136 **TOMADA POR:** Victor Felizzola
TIPO DE AGUA: AGUA TRATADA: X NO TRATADA:
FUENTE: Quebrada Buturama
FECHA Y HORA DE LA TOMA: 2016-02-16 15:45 horas
FECHA Y HORA DE RECIBO: 2016-02-17 08:50 horas

DIRECCIÓN Y LUGAR DE RECOLECCIÓN: Manzana B Casa 21 Etapa 1 Ciudadela

PROCEDENCIA:

Cesar DEPARTAMENTO	Aguachica MUNICIPIO	CORREGIMIENTO
-----------------------	------------------------	---------------

PUNTO DE EXTRACCIÓN

POZO	TANQUE	RÍO
PLANTA	GRIFO X	OTROS

DETERMINACION DE *Vibrio cholerae* 01: **NEGATIVO**

OBSERVACIONES:

Apta para consumo humano desde el punto de vista microbiológico, según Resolución 2115 de 2007.

FECHA DE INFORME: 2016-02-19

INGRID PINO GARANTIVA
 Registro profesional 1347
 Profesional universitario LSP

