

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	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 ACADÉMICO		1(99)	

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	LUISA FERNANDA DIAZ ROBLES		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	WILSON ANGARITA CASTILLA		
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE GAMARRA.		
<b>RESUMEN</b> (70 PALABRAS APROXIMADAMENTE)			
<p>LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE GAMARRA CESAR, ES ADMINISTRADA POR LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EMPUGAM S.A.S E.S.P, FUE EVALUADO SEGÚN LA METODOLOGÍA ESTABLECIDA POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS 2000 Y LA METODOLOGÍA ESTABLECIDA POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. ESTE DOCUMENTO RECOPILA LA INFORMACIÓN DE LOS ASPECTOS ANALIZADOS DURANTE EL DESARROLLO DE MI PROYECTO DE PASANTÍA UNIVERSITARIA.</p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 99	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 53	CD-ROM: 1



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.  
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
[www.ufpso.edu.co](http://www.ufpso.edu.co)



**EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO  
DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE GAMARRA.**

**LUISA FERNANDA DIAZ ROBLES**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA AMBIENTAL  
OCAÑA  
2016**

**EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO  
DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE GAMARRA**

**LUISA FERNANDA DIAZ ROBLES**

**Informe final de pasantías presentado como requisito para optar el título de Ingeniero  
Ambiental**

**Director  
WILSON ANGARITA CASTILLA  
Ingeniero ambiental**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA AMBIENTAL  
OCAÑA  
2016**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	15
1 EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE GAMARRA.	16
1.1 DESCRIPCION BREVE DE LA EMPRESA	16
1.1.1 Misión.	16
1.1.2 Visión.	16
1.1.3 Objetivos de la empresa.	16
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional	17
1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado	18
1.2 DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA DEPENDENCIA ASIGNADA.	18
1.2.1 Planteamiento del problema.	18
1.3 OBJETIVOS DE LA PASANTÍA	19
1.3.1 General.	19
1.3.1 Específicos.	19
1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR	19
2 ENFOQUES REFERENCIALES.	21
2.1 ENFOQUE CONCEPTUAL	21
2.1.1 Aducción	21
2.1.2 Agua cruda	21
2.1.3 Agua tratada	21
2.1.4 Agua potable	21
2.1.5 Almacenamiento	21
2.1.6 Altura dinámica total	21
2.1.7 Anclaje	21
2.1.8 Boca de acceso	21
2.1.9 Bocatoma	21
2.1.10 Canal	21
2.1.11 Capacidad hidráulica	21
2.2 ENFOQUE LEGAL	23
2.2.1 Constitución Política de Colombia.	23
2.2.2 Ley 373 del 6 de junio de 1997.	24
2.2.3 Decreto 1575 del 09 de Mayo de 2007.	24
2.2.4 NTC ISO 5667-6. Guía para el muestreo de aguas de ríos y corrientes.	24
2.2.5 NSR-98. Desinfección de líneas principales para la conducción de agua.	24
2.2.6 Resolución 2115 del 22 de Junio de 2007.	25
2.2.7 Resolución 0811 del 05 de Marzo de 2008.	27
2.2.8 Resolución 1096 del 17 de Noviembre del 2000.	27
2.2.9 Resolución 0199 del 24 febrero del 2012.	28
2.2.10 Resolución 004353 del 23 octubre del 2013.	28
2.2.11 Decreto 1594 del 26 de junio de 1984.	28

3 INFORME DE CUMPLIMIENTO DE TRABAJO.	29
3.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	29
3.1.1 Describir los procesos de funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable EMPUGAM S.A.S E.S.P.	29
3.1.2 Realizar el diagnóstico del estado de la PTAP como de la calidad del efluente y afluente	47
3.1.3 Determinar las falencias de los procesos en el funcionamiento.	63
3.1.4 Proponer alternativas de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio con base a los criterios ambientales.	69
4 DIAGNOSTICO FINAL.	74
5 CONCLUSIONES	78
6 RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	83
REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS	84
ANEXOS	85

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Organigrama de EMPUGAM S.A.S E.S.P	17
Figura 2. Diagrama de flujo de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Gamarra.	34
Figura 3. Dimensiones del canal de quietamiento	37
Figura 4. Dimensiones de la Canaleta Parshall	39
Figura 5. Dimensiones Del Canal De Reparto A Flocladores	41

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Descripción de las actividades de la pasantía	19
Cuadro 2. Características físicas	25
Cuadro 3. Características químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana	25
Cuadro 4. Características químicas que afectan la salud humana	26
Cuadro 5. Características químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana	26
Cuadro 6. Puntos de muestreo necesarios	27
Cuadro 7. Ventajas y Desventajas de las fuentes superficiales	29
Cuadro 8. Componentes de la PTAP de Gamarra	35
Cuadro 9. Unidad de Floculación existente	41
Cuadro 10. Unidad de sedimentadores existente	42
Cuadro 11. Información de la muestra del mes de julio	50
Cuadro 12. Información de la muestra del mes de Agosto	52
Cuadro 13. Información de la muestra del mes de Agosto	54
Cuadro 14. Información de la muestra del mes de Octubre	56
Cuadro 15. Información de la muestra del mes de Noviembre	58
Cuadro 16. Información de la muestra del mes de Diciembre	60
Cuadro 17. Producción de agua año 2015	64

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

	<b>Pág.</b>
Fotografía 1. Panorámica de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Gamarra	18
Fotografía 2. Ubicación de la barcaza flotadora	30
Fotografía 3. Barcaza flotante nueva	31
Fotografía 4. Motor de Bombeo de la barcaza flotante nueva	31
Fotografía 5. Barcaza flotante antigua	32
Fotografía 6. Conexión Bocatoma tubería de conducción al acueducto	32
Fotografía 7. Rejillas de entrada a la Planta de Tratamiento	33
Fotografía 8. Cámara de entrada	36
Fotografía 9. Desarenadores	37
Fotografía 10. Canal de quietamiento	38
Fotografía 11. Bomba dosificadora para Coagulante	39
Fotografía 12. Cuerpos Hídricos del Municipio de Gamarra	40
Fotografía 13. Floculadores	41
Fotografía 14. Bandeja de deflectores	42
Fotografía 15. Canal de reparto a sedimentadores	42
Fotografía 16. Sedimentadores	43
Fotografía 17. Tanques de filtración	44
Fotografía 18. Tanque de Almacenamiento Aéreo	45
Fotografía 19. Motores de bombeo	46
Fotografía 20. Punto de muestreo de agua potable	49
Fotografía 21. Cableado de tablero del motor de bombeo	65
Fotografía 22. Transporte fluvial de carbón por Gamarra	66
Fotografía 23. Prueba de pH y Color instalaciones de COALCORP S.A	66
Fotografía 24. Fuga de agua vía al hospital de Gamarra	67
Fotografía 25. Vía central del Municipio	68
Fotografía 26. Fuga presentada en el barrio El Carmen	68
Fotografía 27. Lavado de la planta de tratamiento	70
Fotografía 28. Actividad del 5 de agosto de 2015 en la sede principal del centro de desarrollo infantil temprano gotitas de amor “CDI”	71
Fotografía 29. Actividad del 6 de agosto de 2015 en la sede Umata del centro de desarrollo infantil temprano gotitas de amor “CDI”	72
Fotografía 30. Desarrollo de las olimpiadas del saber ambiental	73
Fotografía 31. Desarrollo de las olimpiadas del saber ambiental y premiación a los usuarios	73
Fotografía 32. Barcaza flotadora nueva	86
Fotografía 33. Barcaza flotadora vieja	86
Fotografía 34. Unidad de Floculación	86
Fotografía 35. Unidades de sedimentación	87
Fotografía 36. floculadores	87
Fotografía 37. Sedimentadores	87

Fotografía 38. Laboratorio de la planta de tratamiento de agua potable	88
Fotografía 39. Kit de dureza total	88
Fotografía 40. Recolección de muestras para análisis fisicoquímicos y microbiológicos	88
Fotografía 41. Inspección visual de la planta de tratamiento	89
Fotografía 42. Mediciones de la planta de tratamiento	89

## LISTA DE GRAFICAS

	<b>Pág.</b>
Grafica 1. Niveles del Río Magdalena a la Altura del Municipio de Gamarra – Cesar	48
Grafica 2. Producción de la Planta	63
Gráfica 3. pH	75
Grafica 4. Conductividad	76
Grafica 5. Nitratos	77
Grafica 6. Turbiedad	77

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Registro fotográfico	86
Anexo B. Planos de la planta de tratamiento	90
Anexo C. Manual de funciones del operario	91
Anexo D. Registros diarios de pruebas fisicoquímicas de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Gamarra	96

## **RESUMEN**

La planta de tratamiento de agua potable del municipio de Gamarra Cesar, es administrada por la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado EMPUGAM S.A.S E.S.P, fue evaluado según la metodología establecida por el reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico RAS 2000 y la metodología establecida por la Organización Mundial de la Salud. Este documento recopila la información de los aspectos analizados durante el desarrollo de mi proyecto de pasantía universitaria, con el objetivo de evaluar el funcionamiento y operación de la planta y establecer la eficiencia de los procesos de potabilización a partir de los parámetros establecidos por la legislación Colombiana para el tratamiento de agua para consumo humano.

La información fue recopilada siguiendo el recorrido del agua por la planta de tratamiento, mediante observación subjetiva del funcionamiento de los equipos y las unidades de tratamiento, junto con la colaboración del técnico operador, que hizo más preciso el informe con sus comentarios respecto a las actividades que se realizan para la potabilización del agua.

Con la información recolectada durante la evaluación, se realizó una valoración y se plantearon conceptos, conclusiones y recomendaciones, con el fin de mejorar los procesos de potabilización y distribución de agua potable a la comunidad Gamarrence.

## INTRODUCCION

Si se toma en cuenta el dicho que “el agua es vida”, fácilmente se puede expresar porque los asentamientos humanos se confinaban donde este elemento estaba disponible. Con el paso del tiempo y crecimiento poblacional ha sido necesario realizar obras de mayor tamaño con la finalidad de abastecer a la población día a día incrementa el número de habitantes y mejorar cada vez la calidad del servicio.

El abastecimiento de agua con calidad es esencial para el mejorar la vida de una población, es por eso el compromiso de suministrar un adecuado servicio de agua a la comunidad es prioritario. Se han adelantado obras de mejoramiento de la cobertura de los servicios de abastecimiento y acueducto, sin que esto garantice la calidad del agua potable para la comunidad que recibe estos servicios.

Con el desarrollo social y económico que se viene presentando en el municipio es importante contar con un conjunto de estructuras que permitan el abastecimiento de agua potable a los usuarios.

Este documento comprende una breve descripción de la normativa aplicable a la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano, la descripción estructural de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Gamarra, el análisis de muestras tomadas para establecer la calidad del agua en relación al cumplimiento de la normativa, detallando los parámetros que con mayor frecuencia se incumplen y así generar las recomendaciones adecuados para que de ser necesario se adopten medidas de fortalecimiento y encaminadas al cumplimiento de la legislación.

# 1. EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE GAMARRA.

## 1.1 DESCRIPCION BREVE DE LA EMPRESA

Mediante el acuerdo 013 del 6 de marzo del 2015, se le otorgan facultades al alcalde municipal para suprimir y liquidar la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios, el 1 de septiembre del 2014 se conformó mediante el acta de constitución 001 mediante una Sociedad Por Acciones Simplificadas la Empresa De Servicios Públicos Domiciliarios De Acueducto Y Alcantarillado Del Municipio De Gamarra (EMPUGAM S.A.S E.S.P), con el fin de prestar los servicios públicos como: acueducto y alcantarillado. La asistencia de estos servicios ha ido mejorando en los últimos meses de acuerdo a los procesos de modernización y mantenimiento de la planta.

**1.1.1 Misión.** Somos la Empresa de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado oficial de los Gamarrenses, dedicada a satisfacer las necesidades de los usuarios con calidad y eficiencia, impulsando el desarrollo socioeconómico y la preservación del medio ambiente.

**1.1.2 Visión.** Ser en el 2030 una empresa líder en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, garantizando la asistencia de los servicios a toda la comunidad, generando beneficios al municipio con un enfoque sostenible, económico, social y ambiental.

**1.1.3 Objetivos de la empresa.** Prestar servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado bajo los parámetros de calidad a los usuarios

Mejorar continuamente los procesos operativos de las plantas de tratamiento para ser eficientes.

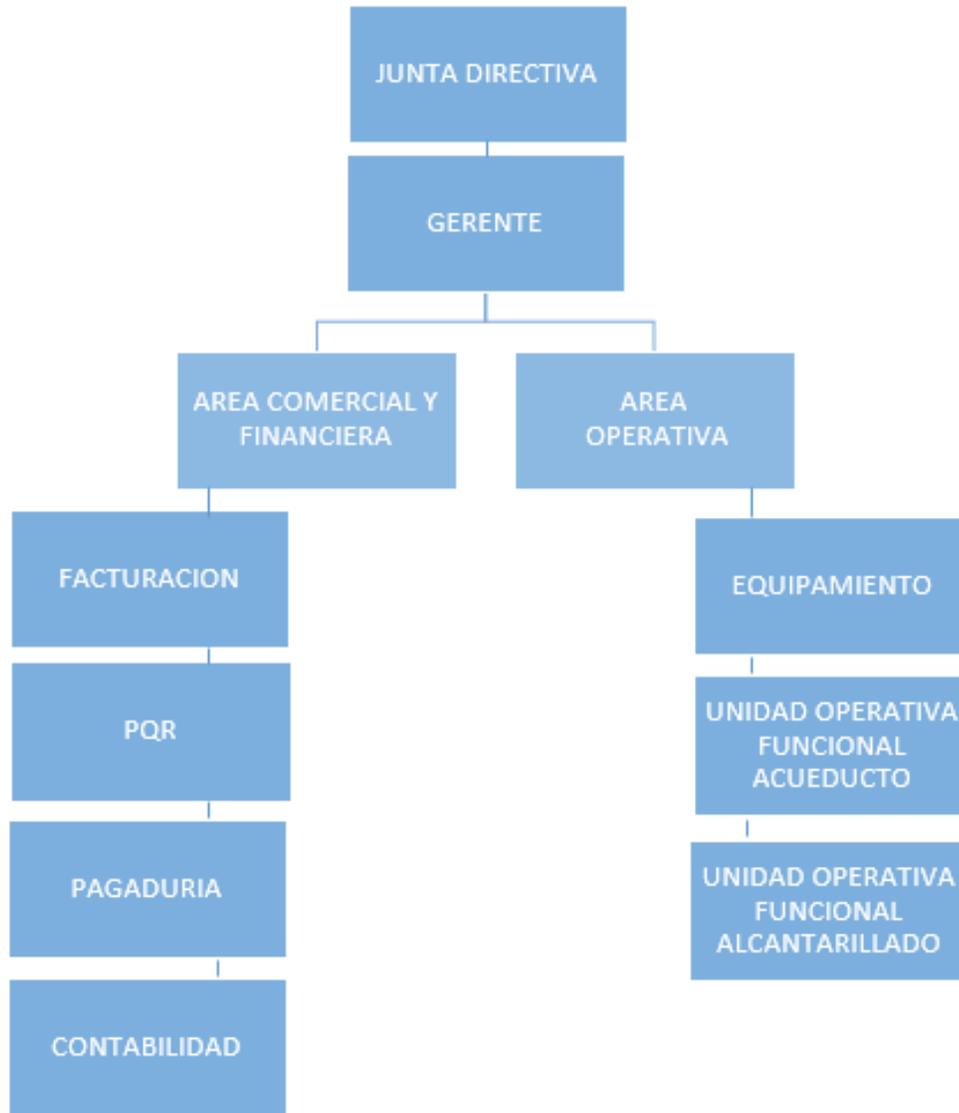
Velar por la protección de los recursos naturales siguiendo las normas legales vigentes para garantizar un desarrollo sostenible.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> QUIROZ ATALORA, Sindy Marcela. Representante legal de la Empresa EMPUGAM S.A.S E.S.P. 2015.

### 1.1.4 Descripción de la estructura organizacional

Figura 1. Organigrama de EMPUGAM S.A.S E.S.P



Fuente EMPUGAM S.A.S E.S.P

**1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado:** La planta de tratamiento de agua potable de EMPUGAM S.A.S E.S.P es de tipo convencional con una capacidad de tratamiento de 65 Lts / seg la cual está en buen estado y dispone de los siguientes procesos: La captación se hace mediante Captación Flotante Con Elevación Mecánica (barcaza de captación flotante), cuenta con dos desarenadores, canal de agua desarenada, canaleta Parshall, que sirve de medición de caudal, mezcla rápida, dos flocuradores Alabama, canal de recolección de agua floculada, dos sedimentadores, cuatro filtros convencionales. Cuenta con 1872 usuarios facturados.

Fotografía 1. Panorámica de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Gamarra



Fuente. Tomada del plan de uso y ahorro eficiente del agua.

## **1.2 DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA DEPENDENCIA ASIGNADA.**

**1.2.1 Planteamiento del problema.** Mientras mayor sea la calidad de vida mayor será el consumo de agua, Gamarra se está expandiendo de una manera acelerada por los proyectos productivos que se están adelantando en el municipio que buscan mejorar la calidad de vida de los habitantes.

La planta de tratamiento de agua potable de EMPUGAM S.A.S E.S.P, se encuentra en renovación administrativa, financiera y operativa para mejorar cada vez más su servicio optimizando la calidad del agua y la prestación de los servicios domiciliarios. En la actualidad la planta no cuenta con un manual de operación, el empleado más antiguo es el que está al tanto el manejo y el diseño de la planta.

El personal encargado de la parte operativa de la Planta de Tratamiento de Agua Potable está capacitado para funcionamiento del sistema pero no todos no está capacitado para realizar las actividades de dosificación del coagulante (Policloruro de Aluminio [Al (OH) m Cl 3-m ]), que se le adiciona cada vez que se cambien las condiciones de la fuente de abastecimiento, además en la toma de muestras de agua donde conocemos la calidad de agua que se está consumiendo el municipio. Debido a las condiciones técnicas y falta de personal en la planta de tratamiento, EMPUGAM S.A.S E.S.P no realiza inspecciones o evaluaciones de los procesos para determinar el estado del sistema. Se desconocen las falencias existentes, esto conlleva a que no se diseñen medidas correctivas o preventivas para el mejoramiento de la operación de la planta de tratamiento.

### 1.3 OBJETIVOS DE LA PASANTÍA

**1.3.1 General.** Evaluar del funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Gamarra.

**1.3.1 Específicos.** Describir los procesos de funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable EMPUGAM S.A.S E.S.P.

Realizar el diagnóstico del estado de la PTAP como de la calidad del efluente y afluente.

Determinar las falencias de los procesos en el funcionamiento.

Determinar los indicadores cualitativos y cuantitativos.

Proponer alternativas de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio con base a los criterios ambientales.

### 1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Cuadro 1. Descripción de las actividades de la pasantía

Objetivo general	Objetivos específicos	Actividades a desarrollar en la empresa para hacer posible el cumplimiento de los objetivos Específicos
Evaluar el funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Gamarra.	Describir los procesos de funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable EMPUGAM S.A.S E.S.P	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar inspección visual para determinar el estado de la PTAP</li> <li>• Identificar los elementos del sistema de captación y distribución del agua</li> </ul>

	<p>Realizar el diagnóstico del estado de la PTAP como de la calidad del efluente y afluente</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las características físicas y químicas del agua tratada</li> <li>• Verificar el caudal necesario que se está transportando</li> </ul>
	<p>Determinar las falencias de los procesos en el funcionamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento y medición de los parámetros de control</li> <li>• Generar formatos de inspección para llevar un registro de los parámetros del agua tratada</li> <li>• Realizar pruebas puntuales para efectuar monitoreo y control del proceso de potabilización de agua</li> </ul>
	<p>Determinar los indicadores cualitativos y cuantitativos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección de muestras para análisis de la calidad del agua</li> </ul>
	<p>Proponer alternativas de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio con base a los criterios ambientales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover y participar en las actividades lúdicas, culturales y recreativas que para tal fin realice la empresa de servicios públicos orientada a la conservación, uso y manejo de los recursos naturales en especial el agua</li> <li>• A través de fichas ambientales identificar los componentes ambientales más susceptibles a impactos dentro de la PTAP</li> </ul>

Fuente. Pasante

## 2 ENFOQUES REFERENCIALES.

### 2.1 ENFOQUE CONCEPTUAL

**2.1.1 Aducción.** Es el componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.

**2.1.2 Agua cruda.** Es el agua superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.

**2.1.3 Agua tratada.** Es el agua que se le realiza el tratamiento en una planta de potabilización, donde se adicionan desinfectantes y coagulantes para eliminar todas las impurezas y bacterias que contiene.

**2.1.4 Agua potable.** Es el agua que no implica ningún riesgo para la salud del consumidor y no produce daños en los bienes materiales.

**2.1.5 Almacenamiento.** Acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.

**2.1.6 Altura dinámica total.** Energía suministrada por una bomba a un flujo en tuberías, expresada en términos de cabeza, obtenida como la suma de la altura estática en la succión, de las pérdidas de energía por fricción y pérdidas menores en la succión y en la impulsión, y de la presión requerida al final de la línea de impulsión.

**2.1.7 Anclaje.** Apoyo que soporta los empujes ocasionados por el cambio de dirección en una tubería sometida a presión interna.

**2.1.8 Boca de acceso.** Abertura que se localiza sobre una tubería con el objeto de permitir el acceso a su interior.

**2.1.9 Bocatoma.** Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.

**2.1.10 Canal.** Conducto descubierto que transporta agua a flujo libre.

**2.1.11 Capacidad hidráulica.** Caudal máximo que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> REPUBLICA DE COLOMBIA. Ministerio de desarrollo económico. Resolución No. 1096/2000 de Noviembre de 2000, por la cual se adopta el Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. 2000. P 8

**Captación** Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.

**Caudal de diseño** Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

**Cloro residual** Concentración de cloro existente en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado

**Conducción** Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

**Desarenador** Componente destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación mecánica.

**Desinfección** Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

**Fuente de abastecimiento de agua** Depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

**Floculadores Alabama** son de tipo hidráulico con cámaras colocadas en serie que dan como resultado una acción de agitación.

**Fugas** Cantidad de agua que se pierde en un sistema de acueducto por accidentes en la operación, tales como rotura o fisura de tubos, rebose de tanques, o fallas en las uniones entre las tuberías y los accesorios.

**Macromedición** Sistema de medición de grandes caudales, destinados a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

**Medición** Sistema destinado a registrar o totalizar la cantidad de agua transportada por un conducto.

**Micromedición** Sistema de medición de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado período de tiempo por cada suscriptor de un sistema de acueducto.

**Optimización** Proceso de diseño y/o construcción para lograr la mejor armonía y compatibilidad entre los componentes de un sistema o incrementar su capacidad o la de sus componentes, aprovechando al máximo todos los recursos disponibles.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Ibíd. P 9

**PH** influye en la variación de la calidad del agua, en la coagulación y hasta el ablandamiento de la misma. Por esto es necesario realizar ajustes al pH mediante la adición de elementos químicos intervalos de pH entre 5 y 9. Para el agua cruda se debe ajustar el pH previamente para que resulte el pH óptimo de coagulación, antes que se genere la reacción del Policloruro de aluminio de aluminio.

**Planta de potabilización** Instalaciones necesarias de tratamientos unitarios para purificar el agua de abastecimiento para una población.

**Red de distribución** Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

**Rejilla** Dispositivo instalado en una captación para impedir el paso de elementos flotantes o sólidos grandes.

**Sedimentación** Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad.

**Tanque de compensación** Depósito de agua en un sistema de acueducto, cuya función es compensar las variaciones en el consumo a lo largo del día mediante almacenamiento en horas de bajo consumo y descarga en horas de consumo elevado.

**Usuario** Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le conoce también como consumidor. (Ley 142 de 1994)

**Válvulas de sectorización** Son dispositivos que cierran el paso del agua en las tuberías de distribución, con el fin de sectorizar la red. Usualmente son válvulas de compuerta con vástago fijo o válvulas mariposa con mecanismo de reducción de velocidad de cierre para evitar golpe de ariete.<sup>4</sup>

## 2.2 ENFOQUE LEGAL

Dentro de los aspectos legales que se emplean como apoyo fundamental para el desarrollo de ésta Investigación y el normal funcionamiento de la PTAP del Municipio de Gamarra están las disposiciones que regulan las acciones en cuanto a la Calidad del agua para consumo humano, continuación se señalan:

**2.2.1 Constitución Política de Colombia.** 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.

---

<sup>4</sup> *Ibíd.* P 10

Artículo 367. La ley fijará las competencias y responsabilidades relativas a la prestación de los servicios públicos domiciliarios, su cobertura, calidad y financiación, y el régimen tarifario que tendrá en cuenta además de los criterios de costos, los de solidaridad y redistribución de ingresos. Los servicios públicos domiciliarios se prestarán directamente por cada municipio cuando las características técnicas y económicas del servicio y las conveniencias generales lo permitan y aconsejen, y los departamentos cumplirán funciones de apoyo y coordinación. La ley determinará las entidades competentes para fijar las tarifas.

Artículo 370. Corresponde al Presidente de la República señalar, con sujeción a la ley, las políticas generales de administración y control de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios y ejercer por medio de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el control, la inspección y vigilancia de las entidades que los presten.<sup>5</sup>

**2.2.2 Ley 373 del 6 de junio de 1997.** El congreso de la república decreta establecer el programa para el uso eficiente y ahorro del agua, incorporarlo obligatoriamente en todo plan ambiental regional y municipal, dentro de la ley en el artículo 4 la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico fijará metas anuales, para reducir las pérdidas en cada sistema de acueducto. El cumplimiento de las metas para reducción de pérdidas se tendrá en cuenta para el aval del Departamento Nacional de Planeación y del Ministerio de Hacienda y Crédito Público y demás entidades públicas autorizadas, darán estímulos económicos y financieros destinados a la ejecución de proyectos y actividades que adelanten las entidades usuarias del recurso hídrico.<sup>6</sup>

**2.2.3 Decreto 1575 del 09 de Mayo de 2007.** A través del cual el Ministerio de la Protección Social junto con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establecen el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, con el propósito de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada.<sup>7</sup>

**2.2.4 NTC ISO 5667-6. Guía para el muestreo de aguas de ríos y corrientes.** Esta norma establece los principios que se aplican al diseño de programas de muestreo, técnicos de muestreo y al manejo de muestras de agua de ríos y corrientes para evaluación física, química y microbiológica.<sup>8</sup>

**2.2.5 NSR-98. Desinfección de líneas principales para la conducción de agua.** Esta norma presenta procedimientos esenciales para la desinfección de líneas principales para la

---

<sup>5</sup> REPÚBLICA DE COLOMBIA. Constitución política de Colombia. Edición cupido. Bogotá. 2000. P 11

<sup>6</sup> CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 373 del 6 de junio de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. [En línea] (2010), disponible en < file:///C:/Users/albacecilia/Downloads/LEY373DE1997.pdf > p 1

<sup>7</sup> MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1575 del 09 de Mayo de 2007. [En línea] (2011), disponible en < http://www.aguasyaguas.com.co/calidad\_agua/images/descargas/Decreto\_1575\_de\_2007.pdf > p 1

<sup>8</sup> NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC ISO 5667-6. Guía para el muestreo de aguas de ríos y corrientes. [En línea], (2000), disponible en < http://tienda.icontec.org/brief/NTC-ISO5667-6.pdf > p 1

conducción de agua, nuevas y reparadas. Todas las líneas principales se deben desinfectar antes de ser puestas en servicio. Igualmente, aquellas que se retiran del servicio para inspección, reparación u otras actividades que puedan acarrear la contaminación del agua, se deben desinfectar antes de ser puestas nuevamente en servicio.<sup>9</sup>

Resoluciones Reglamentarias:

**2.2.6 Resolución 2115 del 22 de Junio de 2007.** Mediante la cual los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, establecen las características de calidad del agua para consumo humano, se disponen para todo el territorio colombiano, por lo que se deben acatar en todo sistema de abastecimiento de agua potable. Conforme al decreto, las características físicas, químicas y microbiológicas del agua apta para el consumo humano son:<sup>10</sup>

Cuadro 2. Características físicas

Características	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

Fuente: tomada de Res. 2115/07

Cuadro 3. Características químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Antimonio	Sb	0,02
Arsénico	As	0,01
Bario	Ba	0,7
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN-	0,05
Cobre	Cu	1,0
Cromo total	Cr	0,05
Mercurio	Hg	0,001

<sup>9</sup> NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. NSR-98. Desinfección de líneas principales para la conducción de agua. [En línea] (2010), disponible en <<http://www.disaster-info.net/PED-Sudamerica/leyes/leyes/suramerica/colombia/otranorm/normas.pdf>> p 1

<sup>10</sup> MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 2115 del 22 de Junio de 2007. [En línea] (2010), disponible en <<http://www.ins.gov.co/tramites-y-servicios/programas-de-calidad/Documents/resolucion%202115%20de%202007,MPS-MAVDT.pdf>> p 1

Continuación (Cuadro 3)

	Ni	0,02
<b>Plomo</b>	Pb	0,01
<b>Selenio</b>	Se	0,01
<b>Trihalometanos Totales</b>	THMs	0,2
<b>Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)</b>	HAP	0,01

Fuente: tomada de Res. 2115/07

Cuadro 4. Características químicas que afectan la salud humana

<b>Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana</b>	<b>Expresadas como</b>	<b>Valor máximo aceptable (mg/L)</b>
Carbono orgánico total	COT	5,0
Nitritos	NO-2	0,1
Nitratos	NO-3	10
Fluoruros	F	1,0

Fuente: tomada de Res. 2115/07

Cuadro 5. Características químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana

<b>Elementos y compuestos químicos que tienen implicaciones de tipo económico</b>	<b>Expresadas como</b>	<b>Valor máximo aceptable (mg/L)</b>
Calcio	Ca	60
Alcalinidad total	CaCo3	200
Cloruros	cl-	250
Aluminio	Al3+	0,2
Dureza total	Ca Co3	300
Hierro total	Fe	0,3
Magnesio	Mg	36
Manganeso	Mn	0,1
Molibdeno	Mo	0,07
Sulfatos	SO2-4	250
Zinc	Zn	3
Fosfatos	Po 3- 4	0,5

Fuente: tomada de Res. 2115/07

**2.2.7 Resolución 0811 del 05 de Marzo de 2008.** En la que los Ministerios de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, fijan los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución<sup>11</sup>.

Cuadro 6. Puntos de muestreo necesarios

Población atendida por persona prestadora por municipio (habitantes)	Número mínimo de puntos para la recolección de muestra
Menos de 2.500	4
2.501 a 10.000	5
10.001 a 20.000	6
20.001 a 100.000	8
100.001 a 250.000	15
250.001 a 500.000	25
500.001 a 800.000	30
800.001 a 1.000.000	35
1.000.001 a 1.250.000	48
1.250.001 a 2.000.000	60
2.000.001 a 4.000.000	72
Más de 4.000.001	132

Fuente: tomada de Res. 0811/08

**2.2.8 Resolución 1096 del 17 de Noviembre del 2000.** El Ministerio de Desarrollo Económico adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

Documento en que se señalan los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y sus actividades complementarias que adelanten las Entidades prestadoras de los servicios

<sup>11</sup> MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 0811 de 2008. Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución. [En línea], (2011), disponible en < file:///C:/Users/albacecilia/Downloads/Resolucion%200811%20de%202008\_Puntos%20de%20muestreo.pdf > p 1

públicos municipales de acueducto, alcantarillado y aseo o quien haga sus veces, en la sección II título B sistemas de acueducto<sup>12</sup>.

**2.2.9 Resolución 0199 del 24 febrero del 2012.** Por medio del cual se aprueba el programa de uso y ahorro eficiente del agua para el municipio de gamarra, expedida por la Corporación Autónoma del Cesar.<sup>13</sup>

**2.2.10 Resolución 004353 del 23 octubre del 2013.** El ministerio de salud y protección social, por la cual se autorizan laboratorios para las realizaciones de análisis físico, químicas y microbiológicas al agua para consumo humano, a QUIMIPROYECTOS S.A.S.<sup>14</sup>

**2.2.11 Decreto 1594 del 26 de junio de 1984.** El presidente de la república de Colombia, por medio de este decreto establece las guías para ser utilizados como base de decisión en el ordenamiento, asignación de usos al recurso y determinación de las características del agua para cada uso.<sup>15</sup>

---

<sup>12</sup> MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Resolución 1096 del 17 de Noviembre del 2000. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.”. 2010. P 7

<sup>13</sup> DIRECCIÓN GENERAL DE ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE Y AMBIENTES COSTEROS. Resolución 0199 del 24 febrero del 2012. Bogotá. 2015. P 1

<sup>14</sup> MINISTERIO DE PROTECCION SOCIAL. Resolución 004353 del 23 octubre del 2013. Por la cual se autorizan a los laboratorios para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para el consumo humano. 2014. P 5

<sup>15</sup> MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1594 del 26 de junio de 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. 2000. P 2

### 3 INFORME DE CUMPLIMIENTO DE TRABAJO.

#### 3.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

##### 3.1.1 Describir los procesos de funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable EMPUGAM S.A.S E.S.P.

**Actividad 1. Realizar inspección visual para determinar el estado de la PTAP.** Teniendo en cuenta la visita realizada a la planta de tratamiento de agua potable en el municipio de Gamarra, se muestra el recuento fotográfico en el anexo 1.

De otra parte la evaluación comprende cada una de las etapas que integran el sistema de tratamiento de agua potable llevado a cabo en la planta con base a las condiciones bajo las cuales operaba cada una de las unidades. Se hallaron los siguientes elementos para el acueducto de Gamarra: Bocatoma, Conducción, Desarenador, Planta de tratamiento, Tanques de almacenamiento y Red de Distribución. El suministro de agua para el consumo humano en el sector urbano y rural que abastece EMPUGAM S.A.S. E.S.P. cuenta con 1874 suscriptores de los cuales 1746 son residenciales, 28 comerciales, 6 industriales y 5 oficial. La cobertura del servicio es de 92%, con servicio de 18 horas por día.

**Actividad 2. Identificar los elementos del sistema de captación y distribución del agua.** La fuente de agua superficial es la cuenca del río Magdalena que a su vez se encuentra surtido por numerosas quebradas, que alimentan el complejo de ciénagas, se localiza en el sur del departamento del Cesar, está conformada por el sistema de drenaje que cubre la serranía de Perijá y la cordillera oriental. Este río es la arteria fluvial más importante de Colombia y sirve de límite entre los departamentos de Bolívar y Cesar, en un trayecto aproximado de 98 Km, desde la desembocadura del río Lebrija hasta el municipio de Tamalameque.

Cuadro 7. Ventajas y Desventajas de las fuentes superficiales

Ventajas	Desventajas
Disponibilidad	Fácilmente contaminables
Visible	La calidad varía
Pueden ser saneadas con relativa facilidad y a un costo aceptable	Olor y color biológico
De baja dureza	Alta turbiedad
	Presencia de materia orgánica

Fuente: Tomada del manual de diseño de agua potable.

Según los procesos de potabilización es necesario decir que la planta de tratamiento de agua potable del Municipio de Gamarra, se encuentra trabajando de forma adecuada cumpliendo con las funciones para la cual fue creada.

**Captación.** Se realiza por medio flotante con elevación mecánica (barcaza de captación flotante) ubicada en el margen derecho del rio Magdalena a una latitud de 8,310947 ° Norte y longitud -73,47139° Oeste

Fotografía 2. Ubicación de la barcaza flotadora



Fuente: Tomada de: Google Earth

La barcaza está construida en lámina de hierro calibre 3.16 con su respectivo anticorrosivo de protección contra la corrosión producida por el agua, dicha barcaza tiene una longitud de 5 metros de largo por 3 metros de ancho.

Fotografía 3. Barcaza flotante nueva



Fuente. Pasante

En la barcaza flotadora consta de una motobomba con capacidad de 65 litros por segundo con motores de 50 caballos marca SIEMENS con sus respectivos tableros de control.

Fotografía 4. Motor de Bombeo de la barcaza flotante nueva



Fuente. Pasante

Existen dos barcazas flotantes, una se encuentra en funcionamiento, está en buen estado y cumple su función de ser el sistema el soporte para la captación de agua. La segunda es de mayores dimensiones que la anterior además tiene dos motores de 40 y 60 caballos de fuerza, pero se no encuentra funcionando. El agua captada es posteriormente conducida.

Fotografía 5. Barcaza flotante antigua



Fuente: Tomada de archivos del área ambiental de EMPUGAM S.A.S E.S.P

**Conducción de agua cruda.** El transporte del agua cruda se realiza mediante líneas compuesta por una tubería de 10” en Asbesto Cemento con una longitud de 120 metros lineales, con un caudal de 65 l/s

Fotografía 6. Conexión Bocatoma tubería de conducción al acueducto



Fuente: Tomada del PUEAA de Gamarra

Al término de la conducción se encuentra una rejilla para evitar que ingresen a la planta materiales gruesos que dificulten u obstaculicen las operaciones de tratamiento para llegar al desarenador.

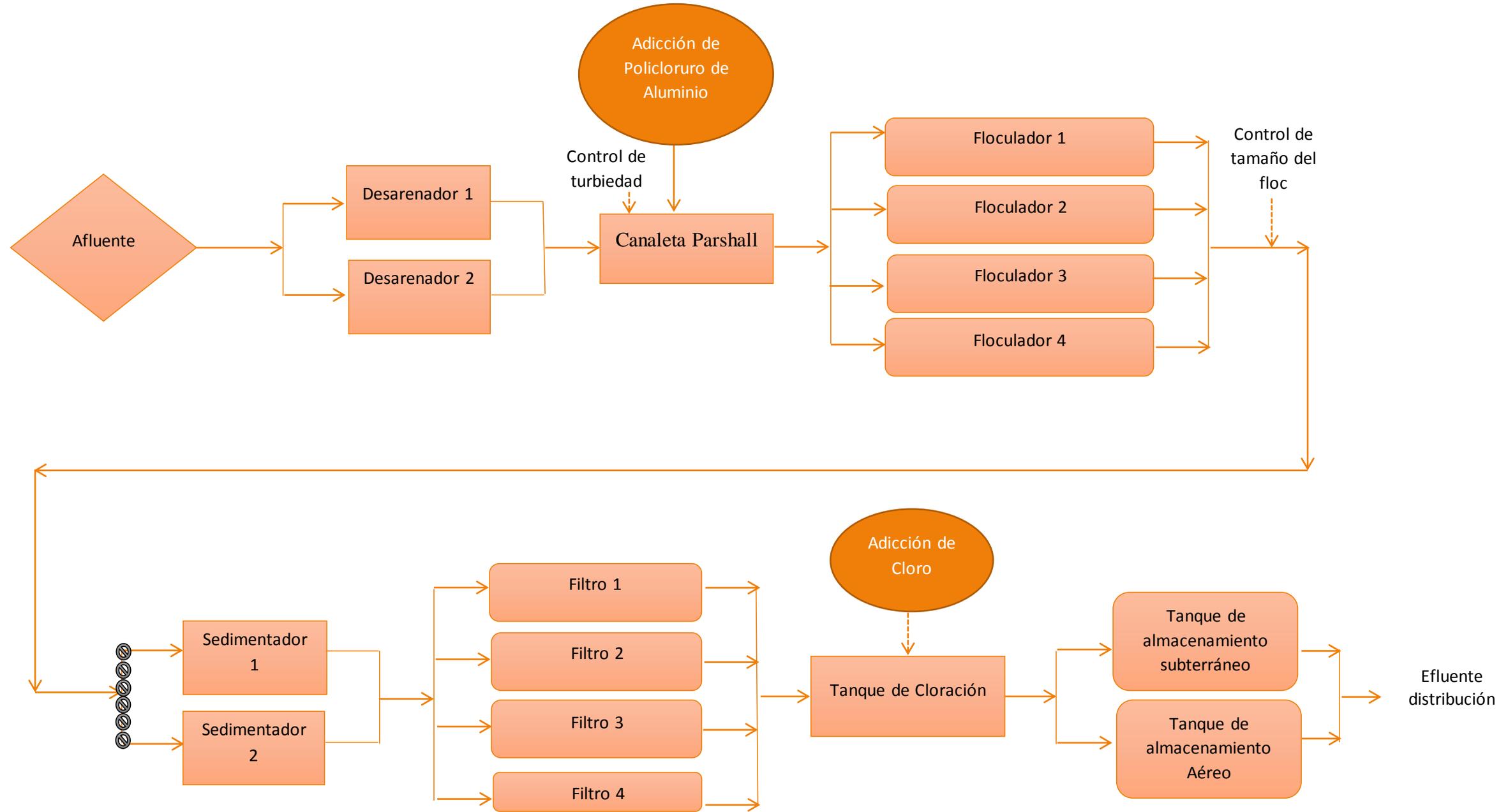
Fotografía 7. Rejillas de entrada a la Planta de Tratamiento



Fuente. Pasante.

El sistema de tratamiento en estudio es una planta de tipo convencional integrada por los procesos de Desarenador, Canaleta Parshall, Floculador, Sedimentador, Filtración, Desinfección. El siguiente Flujograma presenta las características del sistema de abastecimiento.

Figura 2. Diagrama de flujo de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Gamarra.



Fuente. Pasante.

Los componentes dentro de la Planta de tratamiento se definen a continuación:

Cuadro 8. Componentes de la PTAP de Gamarra

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE – GAMARRA CESAR</b>	
<b>CANTIDAD</b>	<b>COMPONENTE</b>
1	Bocatoma
2	Barcazas flotantes
2	Desarenadores
2	Floculadores hidráulicos
1	Líneas de conducción – AC de 10” hasta la planta
2	Sedimentadores rápidos con placas de AC
4	Filtros rápidos auto lavables
1	Dosificador de Policloruro de Aluminio
1	Dosificador Cloro Gaseoso
2	Tanques de Almacenamiento
<b>LABORATORIO</b>	Peachímetro de electrodo
	Turbidímetro
	Unidad de Prueba de Jarras
	Kit Cloro residual
	Kit prueba de: Alcalinidad, Dureza, Sulfatos, Nitritos, Hierro y Comparador de color
	Destilador
	Conductímetro
	Incubadora

Fuente. Pasante.

## Cámara de entrada.

Fotografía 8. Cámara de entrada



Fuente. Pasante.

La cámara de entrada está constituida por líneas de conducción en tubería PVC de 8 pulgadas, que caen a un tanque rectangular en Asbesto Cemento con 1,86 metros de ancho, 3,80 metros de longitud y 1,71 metros de profundidad a la cajilla recolectora de excesos. Existe una compuerta para control de caudal de ingreso a la planta, en lámina de acero tipo guillotina, con aro de manejo.

**Desarenadores.** El desarenador está constituido por una estructura de dos módulos de concreto dividido en 6 unidades, las dimensiones de los Desarenadores es de 1,86 metros de ancho, 3,81 metros de longitud y 2,29 metros de profundidad.

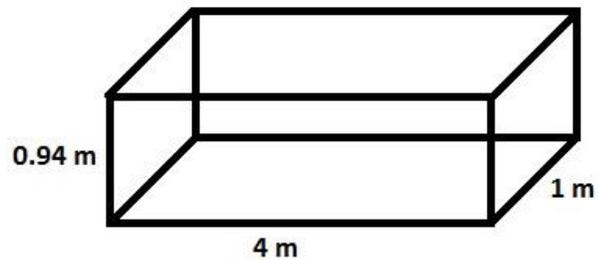
Fotografía 9. Desarenadores



Fuente. Pasante.

**Canal De Aquietamiento.** Recibe el agua cruda que viene de los Desarenadores y su función es estabilizar el flujo del agua de tal manera que permita una entrada moderada de la misma al sistema de tratamiento.

Figura 3. Dimensiones del canal de aquietamiento



Fuente. Pasante.

Fotografía 10. Canal de aquietamiento



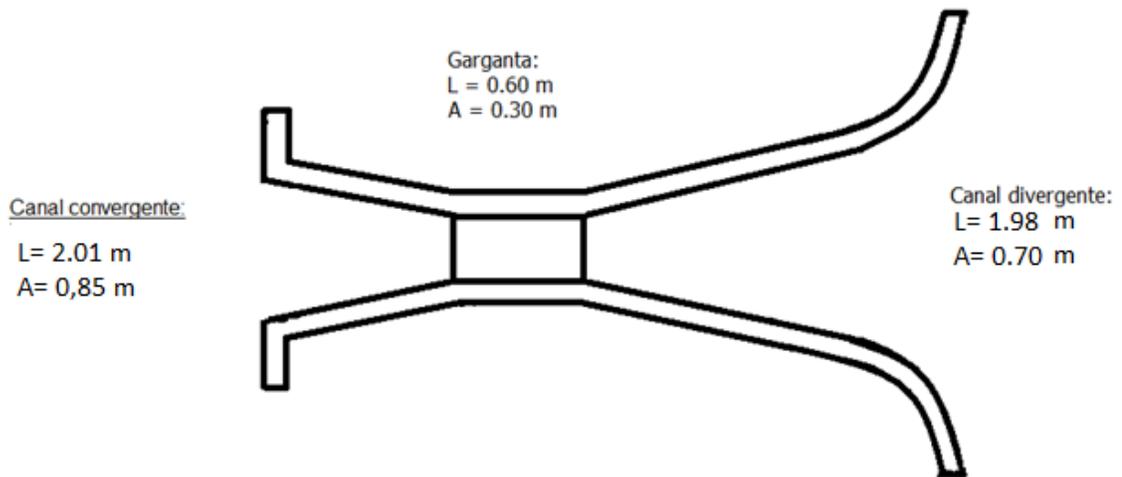
Fuente. Pasante.

**Canaleta Parshall.** Esta unidad permite medir la cantidad de agua cruda que ingresa a la planta de tratamiento. Afora caudales entre 60 y 65 l/s.

La dosificación del coagulante se realiza por medio de eyector, regadera o tubo perforado. La solución es aplicada uniformemente en el punto de máxima turbulencia. La velocidad con la cual los coagulantes deben dispersarse en toda la masa de agua depende de la velocidad de reacción de este con la alcalinidad y con los otros constituyentes del agua. Debe tenerse en cuenta que la concentración de iones hidrógeno de la mezcla final de agua y el coagulante es de fundamental importancia en la formación del flóculo.

En la garganta se lleva a cabo la mezcla Policloruro de Aluminio, la función de este coagulante es tener mayor eficiencia en la desestabilización de la partículas coloidales en la planta, es decir hace que la floculación sea más rápida, hace que se forme un floc compacto y pesado, para que así decante fácilmente, además que regula el pH del agua, es menor la generación de lodos.

Figura 4. Dimensiones de la Canaleta Parshall



Fuente. Pasante.

Fotografía 11. Bomba dosificadora para Coagulante



Fuente. Pasante.

La concentración óptima para la densidad del coagulante es 1,33 ppm. El goteo se realiza cada 100 mililitros por minuto esto depende de la turbiedad que transporte el agua, es aquí donde se determina la eficiencia del proceso, antes se determinó experimentalmente las

condiciones de la dosis de coagulante. Esto depende de las épocas del año. Cuando se presenta épocas de lluvia, es la menor la cantidad de coagulante utilizado por que el agua del rio magdalena recircula por el complejo cenagoso que hace las veces de Sedimentador natural y cae de nuevo al rio.

En época seca se requiere de mayor concentración de coagulante porque el rio baja su caudal y presenta mayor turbiedad.

Fotografía 12. Cuerpos Hídricos del Municipio de Gamarra

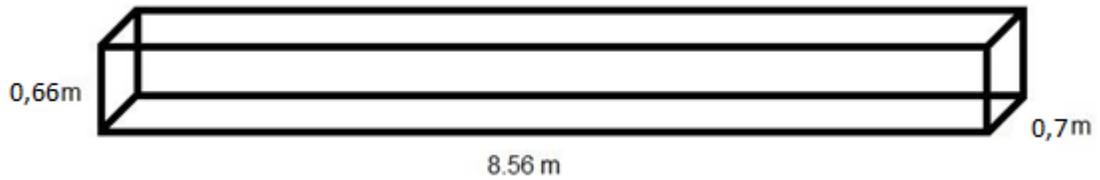


Fuente: Google Earth

**Canal de salida.** Es el encargado de conducir el agua que sale de la canaleta Parshall a los floculadores, ingresar caudales 65 l/s aproximadamente, el tramo inicial actúa como zona de mezcla rápida.

**Canal de reparto a floculadores.** El agua al pasar por la canaleta Parshall es conducida por el canal de salida y luego es repartida a los floculadores en partes iguales.

Figura 5. Dimensiones del Canal De Reparto A Floculadores



Fuente. Pasante.

**Floculación.** En estas unidades el agua hace un movimiento ascendente-descendente dentro de cada cámara, permite que el agua circule generando una mezcla lenta que permite el proceso de floculación, provoca el choque entre partículas, con el fin de que estas se aglutinen y se conviertan en partículas más pesadas. El proceso de floculación se realiza en 11 unidades de tipo Alabama con las siguientes dimensiones:

Cuadro 9. Unidad de Floculación existente

MEDIDAD (m)	COMPARTIMIENTOS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Longitud	0,99	0,95	1	0,99	0,97	1,1	1,47	1,39	1,42	1,45	1,49
Ancho	1,68	1,67	1,67	1,66	1,66	1,67	1,17	1,17	1,18	1,23	1,26
Profundidad	2,63	2,68	2,79	2,81	2,83	2,89	2,72	2,71	2,79	2,84	2,81
Área	1,6632	1,5865	1,67	1,6434	1,6102	1,837	1,7199	1,6263	1,6756	1,7835	1,8774

Fuente. Pasante.

Fotografía 13. Floculadores



Fuente. Pasante.

**Canal de reparto a sedimentadores.** La planta de tratamiento cuenta con dos unidades de repartos a sedimentadores, que transportan el agua floculada, el reparto al Sedimentador 2 tiene una particularidad, cae a una bandeja de deflectores de ocho orificios circulares de  $\frac{3}{4}$  pulgadas, la distancia que recorre el agua de los floculadores al Sedimentador es mayor, al chocar con los deflectores provoca el rompimiento del floc que se produjo en la etapa anterior y da paso a la zona de sedimentación. El canal de reparto a sedimentadores tiene las siguientes dimensiones:

Cuadro 10. Unidad de sedimentadores existente

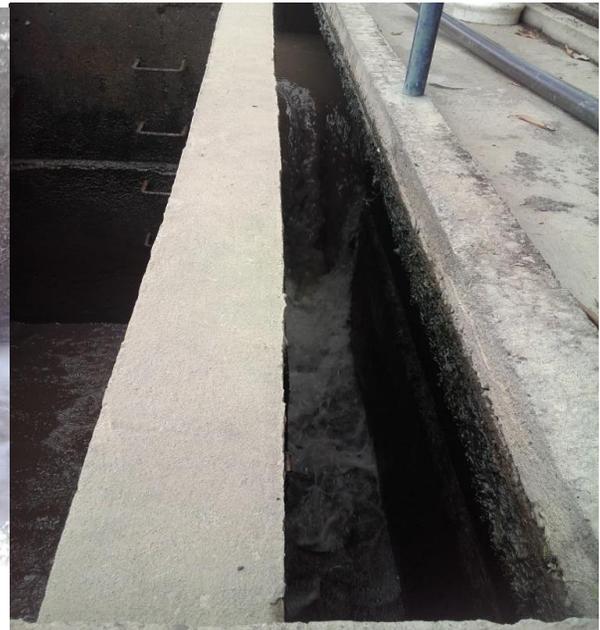
MEDIDAD (m)	Unidad de reparto a Sedimentador 2	Unidad de reparto a Sedimentador 1
Longitud	8,88	4,37
Ancho	0,48	0,59

Fuente. Pasante.

Fotografía 14. Bandeja de deflectores



Fotografía 15. Canal de reparto a sedimentadores



Fuente. Pasante.

**Sedimentación.** Es una estructura de dos unidades sedimentadoras. Tiene una profundidad máxima de 4,07 metros, con pendiente suave. La estructura está totalmente descubierta. Tiene 244 placas inclinada de 60° en asbesto cemento de 2.4 m por 1.20 m y un espesor de 1 cm separadas cada 5 cm. Para permitir el deslizamiento de floc, estas estructuras tienen como función principal propiciar la sedimentación en el agua proveniente de la floculación, tiene 11,60 metros de largo y 3 metros de ancho.

Además posee 11 canaletas de recolección de lado y lado del recolector por cada Sedimentador. El agua clarificada es recolectada y luego llevada a la zona de quiebre, al final de este proceso se encuentra el túnel de separación de los sedimentadores con los filtros.

Fotografía 16. Sedimentadores



Fuente. Pasante.

**Filtración.** La zona de filtrado está constituida por cuatro unidades en forma rectangular, de filtración rápida a tasa declinante, tiene unos deflectores que sirven de soporte del lecho de filtrado mixto compuesto por gravas, arena, antracita y carbón activado, por donde pasa el agua para luego llegar a un falso fondo que vierte al compartimiento de desinfección, los tanques de filtrado tiene unas válvulas de ingreso de compuerta en lámina de acero tipo guillotina y evacuación de lavado de compuerta tipo cortina, vástagos ascendentes, torres y aros de manejo; también, una cámara recolectora de agua filtrada.

El lecho filtrante se apoya en unas viguetas con sus deflectores prefabricadas de 0.24 m de alto por 1.28 m de ancho, con un espesor de 0.12 m y con orificios de 1", el agua de lavado se evacua a través de canaletas de lavado independientes para cada uno y luego pasa al desagüe general de la planta que es el túnel.

Fotografía 17. Tanques de filtración



Fuente. Pasante.

**Desinfección.** Este proceso se realiza con cloro gaseoso en solución, calculado en función del caudal total medido al ingreso a la planta y la dosis de cloro establecida es de 1 a 1.5 ppm, dependiendo la dosis de coagulante y las condiciones climáticas. En este proceso sale el agua potable para el almacenamiento y/o bombeo directo. Este tanque está cubierto por unas tejas de asbesto cemento.

**Conducción de agua tratada.** Las salida de agua potable de la planta se hacen mediante de tubería, que conectan la planta de tratamiento con los tanques de almacenamiento, dos de estas tuberías son en Asbesto Cemento de 8 pulgadas. Están conectadas directamente desde el tanque de desinfección al cuarto de máquinas, donde se encuentran los equipos de bombeo, con una tubería de 8 pulgadas en asbesto cemento, después de este proceso en un tramo de 5 metros donde se empalma con una T, una de las partes va dirigida al tanque de almacenamiento y el otro al bombeo directo, para este proceso tiene sus respectivas válvulas de 8 pulgadas. El tanque subterráneo no se encuentra funcionando es independiente de todo el proceso de la planta.

**Tanques de almacenamiento.** Se cuenta con dos tanques de almacenamiento en perfectas condiciones estructurales y pero el tanque subterráneo no está funcionando, son utilizados en algunas ocasiones la distribución de agua por lo general se realiza por bombeo. Los tanques tienen entradas y salidas independientes, denominados tanque No. 1 el subterráneo y No.2 el aéreo.

El tanque aéreo es la unidad superficial, construido en concreto reforzado con capacidad de 350 m<sup>3</sup>, el tanque tiene aproximadamente 43 metros de altura, de los cuales 32 metros es del soporte y 11 m es la altura de este, de este depósito sale una tubería de 8" en hierro galvanizado, para abastecer al pueblo en general en época de bajo caudal, por 2 horas aproximadamente.

Fotografía 18. Tanque de Almacenamiento Aéreo



Fuente. Pasante.

**Sistema de distribución.** La red de distribución en el municipio se construyó aprovechando al máximo la tubería existente y prolongándola a los sectores nuevos. Está construida en tubería de Asbesto Cemento, PVC Y Hierro Galvanizado con diámetros desde ½” hasta 10” y domiciliarias en PVC en ½ de pulgada. Las redes se han optimizado en 2 oportunidades.

La red principal inicia en Asbesto Cemento de 8” luego empalma en tubo PVC 8”, luego reduce a 8”, 6”, 4” hasta ½” que es la tubería domiciliaria, se va disminuyendo a medida que hace el reparto del agua, a excepción de la tubería que va para el Barrio el prado, san Alonso y villa estadio que es de 6 pulgadas y se reduce a 1 pulgada para ser distribuida a los domicilios. Todas las demás tuberías se unen formando una sola malla, en la parte baja de la red se pueden independizar algunos sectores en las partes terminales, pero funcionan como un solo conjunto.

Existen dos macro medidores en el almacén de la planta que aún no han sido instalados por falla en los motores que ha presentado la planta en estos últimos meses.

Fotografía 19. Motores de bombeo



Fuente. Pasante.

### **3.1.2 Realizar el diagnóstico del estado de la PTAP como de la calidad del efluente y afluente**

**Actividad 1. Identificar las características físicas y químicas del agua tratada.** El proceso de verificación de la calidad sanitaria del agua que proporciona la planta a los usuarios, se realiza a través del cotejo de los valores establecidos en la Resolución 2115 de 2007 con los resultados de las muestras analizadas.

Para la propuesta de investigación se tuvieron en cuenta los meses del segundo semestre del año, donde los primeros hubo ausencia de lluvias, pero desde el mes de octubre tuvimos de precipitaciones y el caudal del río Magdalena aumento.

La toma de muestra se realizó de acuerdo al Manual de instrucciones para toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio<sup>16</sup>.

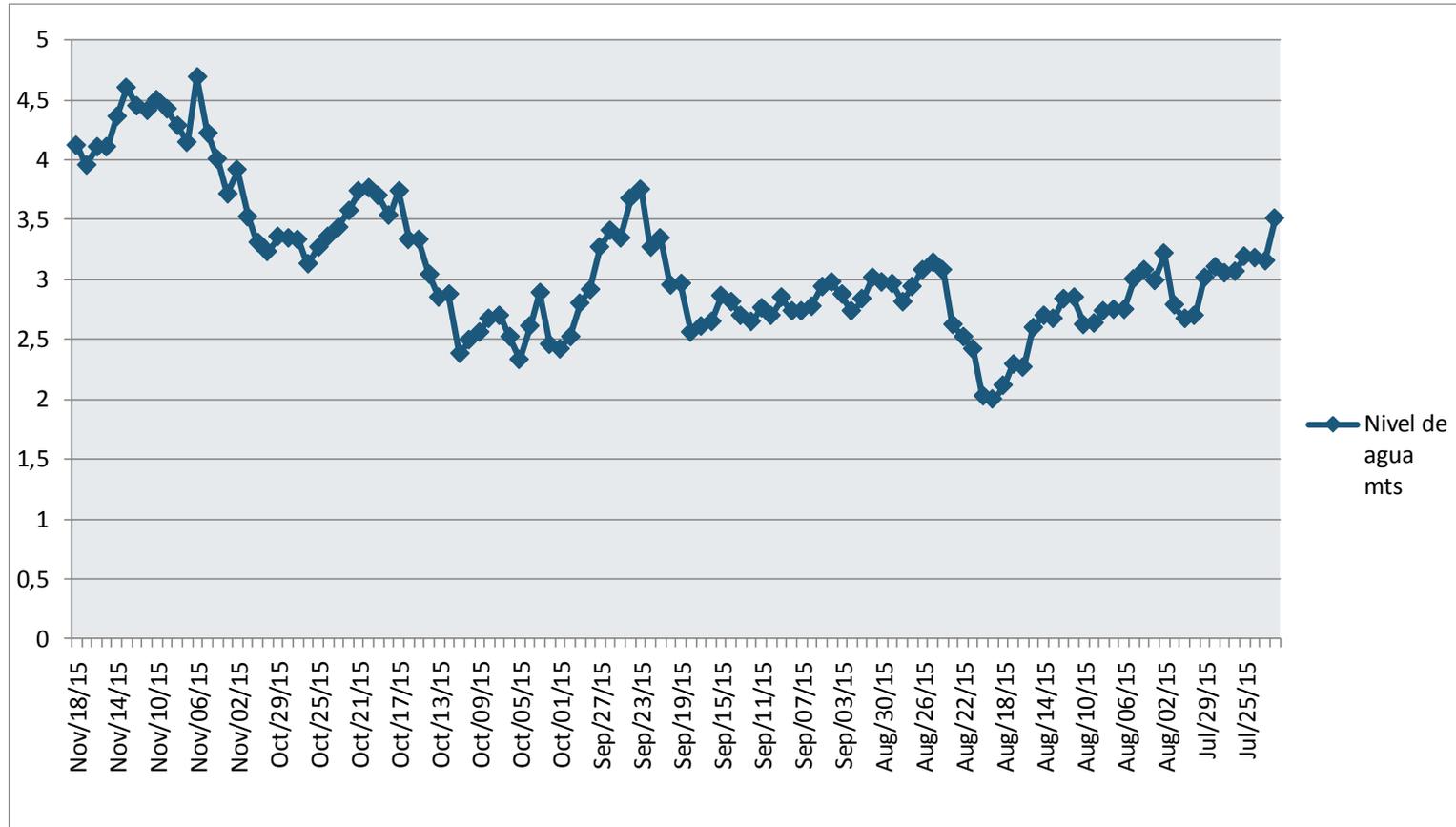
Para realizar los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de las muestras la toma son analizadas por uno de los laboratorio certificado por ministerio de salud y protección social contratado por la empresa y es QUIMIPROYECTOS S.A.S; las muestras llevadas al laboratorio de salud pública de la gobernación del Cesar cuyo objeto es inspección, vigilancia y control del agua abastecida.

En el laboratorio de la planta de tratamiento se hizo en el laboratorio de EMPUGAM S.A.S E.S.P. teniendo en cuenta los procedimientos pautados para la determinación de parámetros como: Turbiedad, pH, Color, Conductividad, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, entre otros ver Anexo D. El muestreo solo se realizó hasta finales del mes de octubre, debido que los reactivos se agotaron y algunos estaban vencidos.

---

<sup>16</sup> Instituto Nacional de Salud 2011A

Grafica 1. Niveles del Río Magdalena a la Altura del Municipio de Gamarra – Cesar



Fuente: CORMAGDALENA

El objetivo del muestreo es verificar que la planta de tratamiento este cumpliendo con la legislación, para el control y vigilancia de la calidad del agua. El Hospital Olaya Herrera del municipio recolecta muestras mes a mes. El área de Salud Pública es la encargada de realizar el muestreo. Por parte EMPUGAM S.A.S E.S.P se realiza la contra muestra y son enviadas al laboratorio QUIMIPROYECTOS SAS, para determinar que los resultados obtenidos sean semejantes. La custodia de ellas debe ser adecuada por de esto depende que el resultado sea incontestable. El laboratorio debe garantizar la calidad de los resultados.

Mediante la resolución 811 del 2008, la empresa y la corporación Autónoma del Cesar crearon punto concertados para la recolección de muestras de agua. En el municipio hay 4 puntos de muestreo, los demás se encuentra en el corregimiento de Puerto Viejo y otro en Cascajal, para tener un total de 6. Cada uno tiene un número de registro para identificarlos.

Fotografía 20. Punto de muestreo de agua potable



Fuente. Pasante.

El muestreo fue realizado desde el mes de Julio hasta el mes de Diciembre arrojando los siguientes resultados:

Cuadro 11. Información de la muestra del mes de julio

INFORMACION DE LA MUESTRA				
Tipo de muestra	Agua cruda		Procedencia	puesto de salud corregimiento cascajal
	Agua tratada	x	Numero de Muestras	2
Fecha	07/07/2015	Clase de muestra	Simple	
Hora	4:30 pm		Compuesta	

LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA (HOH)

ANALISIS	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>pH</b>	3	Unidades pH	6,5 – 9,0
<b>TURBIEDAD</b>	0,6	NTU	2
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	160	µs/cm	1000
<b>COLOR APARENTE</b>	0	Unidades Pt-Co	Max. 15
<b>HIERRO</b>	0	mg Fe/L	0,3
<b>NITRITO</b>	0,005	mg NO <sub>2</sub> /L	0,1
<b>NITRATOS</b>	0	mg NO <sub>3</sub> /L	10
<b>COLOR RESIDUAL</b>	0,00	Mg Cl <sub>2</sub> /L	0,3 – 2,0

JULIO – microbiológico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>COLIFORMES</b>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0
<i>E-coli</i>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0

QUIMIPROYECTOS S.A.S

JULIO – fisicoquímico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
Ph	S.M 4500 H <sup>+</sup> B	7,02	Unidades pH	6,5 – 9,0
TURBIEDAD	S.M 2130 B	1,82	NTU	2
CONDUCTIVIDAD	S.M 2510 B	145	µs/cm	1000
COLOR APARENTE	S.M 2120 C	12	Unidades Pt-Co	Max. 15
HIERRO	S.M 3500 Fe B	0,04	mg Fe/L	0,3
NITRITO	S.M 4500 NO <sub>2</sub> B	0,01	mg NO <sub>2</sub> /L	0,1
NITRATOS	RODIER	1,12	mg NO <sub>3</sub> /L	10
COLOR RESIDUAL	S.M 4500 Cl-G	0,5	Mg Cl <sub>2</sub> /L	0,3 – 2,0

JULIO – microbiológico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
COLIFORMES	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0
<i>E-coli</i>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0

Fuente. Pasante.

Al revisar los resultados se puede deducir que de la muestra de Julio del laboratorio de salud pública en los parámetros que no dan cumplimiento a la normatividad para la calidad del agua destinada a consumo humano son: pH y cloro residual.

Cuadro 12. Información de la muestra del mes de Agosto

INFORMACION DE LA MUESTRA					
Tipo de muestra	Agua cruda		Procedencia	Barrio san Antonio	
	Agua tratada	X	Numero de Muestras	2	
Fecha	05/08/2015		Clase de muestra	Simple	x
Hora	5:00 pm			Compuesta	

LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA (HOH)

AGOSTO – fisicoquímico

ANALISIS	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>pH</b>	7,5	Unidades pH	6,5 – 9,0
<b>TURBIEDAD</b>	0,4	NTU	2
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	120	µs/cm	1000
<b>COLOR APARENTE</b>	0	Unidades Pt-Co	Max. 15
<b>HIERRO</b>	0	mg Fe/L	0,3
<b>NITRITO</b>	0	mg NO <sub>2</sub> /L	0,1
<b>NITRATOS</b>	0	mg NO <sub>3</sub> /L	10
<b>COLOR RESIDUAL</b>	0,00	Mg Cl <sub>2</sub> /L	0,3 – 2,0

AGOSTO – microbiológico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>COLIFORMES</b>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0
<i>E-coli</i>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0

QUIMIPROYECTOS S.A.S

AGOSTO – fisicoquímico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>pH</b>	S.M 4500 H <sup>+</sup> B	7,63	Unidades pH	6,5 – 9,0
<b>TURBIEDAD</b>	S.M 2130 B	1,89	NTU	2
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	S.M 2510 B	156	µs/cm	1000
<b>COLOR APARENTE</b>	S.M 2120 C	5	Unidades Pt-Co	Max. 15
<b>HIERRO</b>	S.M 3500 Fe B	0,03	mg Fe/L	0,3
<b>NITRITO</b>	S.M 4500 NO <sub>2</sub> B	0,05	mg NO <sub>2</sub> /L	0,1
<b>NITRATOS</b>	RODIER	2,22	mg NO <sub>3</sub> /L	10
<b>COLORO RESIDUAL</b>	S.M 4500 Cl-G	0,5	Mg Cl <sub>2</sub> /L	0,3 – 2,0

AGOSTO – microbiológico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>COLIFORMES</b>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0
<i>E-coli</i>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0

Fuente. Pasante.

Al revisar los resultados se puede deducir que de la muestra de Agosto del laboratorio de salud pública en los parámetros que no dan cumplimiento a la normatividad para la calidad del agua destinada a consumo humano son: cloro residual.

Cuadro 13. Información de la muestra del mes de Agosto

INFORMACION DE LA MUESTRA				
Tipo de muestra	Agua cruda		Procedencia	Salida de la ptap
	Agua tratada	X	Numero de Muestras	2
Fecha		Clase de muestra	Simple	X
Hora			Compuesta	

LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA (HOH)

SEPTIEMBRE – fisicoquímico

ANALISIS	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>pH</b>	6,5	Unidades pH	6,5 – 9,0
<b>TURBIEDAD</b>	0,4	NTU	2
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	120	µs/cm	1000
<b>COLOR APARENTE</b>	0	Unidades Pt-Co	Max. 15
<b>HIERRO</b>	0	mg Fe/L	0,3
<b>NITRITO</b>	0	mg NO <sub>2</sub> /L	0,1
<b>NITRATOS</b>	0	mg NO <sub>3</sub> /L	10
<b>COLOR RESIDUAL</b>	0,00	Mg Cl <sub>2</sub> /L	0,3 – 2,0

SEPTIEMBRE – microbiológico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>COLIFORMES</b>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0
<i>E-coli</i>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0

QUIMIPROYECTOS S.A.S

SEPTIEMBRE – fisicoquímico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>pH</b>	S.M 4500 H <sup>+</sup> B	7,29	Unidades pH	6,5 – 9,0
<b>TURBIEDAD</b>	S.M 2130 B	5,08	NTU	2
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	S.M 2510 B	164	µs/cm	1000
<b>COLOR APARENTE</b>	S.M 2120 C	65	Unidades Pt-Co	Max. 15
<b>HIERRO</b>	S.M 3500 Fe B	0,02	mg Fe/L	0,3
<b>NITRITO</b>	S.M 4500 NO <sub>2</sub> B	0,016	mg NO <sub>2</sub> /L	0,1
<b>NITRATOS</b>	RODIER	1,22	mg NO <sub>3</sub> /L	10
<b>COLOR RESIDUAL</b>	S.M 4500 Cl-G	0,3	Mg Cl <sub>2</sub> /L	0,3 – 2,0

SEPTIEMBRE – microbiológico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>COLIFORMES</b>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0
<i>E-coli</i>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0

Fuente. Pasante.

Al revisar los resultados se puede deducir que de la muestra de Septiembre del laboratorio de QUIMIPROYECTOS S.A.S en los parámetros que no dan cumplimiento a la normatividad para la calidad del agua destinada a consumo humano son: turbiedad, Color aparente y en el laboratorio de Salud pública es el parámetro de cloro residual.

Cuadro 14. Información de la muestra del mes de Octubre

INFORMACION DE LA MUESTRA				
Tipo de muestra	Agua cruda		Procedencia	Escuela la Inmaculada Concepción
	Agua tratada	X	Numero de Muestras	2
Fecha		Clase de muestra	Simple	X
Hora			Compuesta	

LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA (HOH)

OCTUBRE- fisicoquímico

ANALISIS	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>pH</b>	3	Unidades pH	6,5 – 9,0
<b>TURBIEDAD</b>	0,6	NTU	2
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	160	µs/cm	1000
<b>COLOR APARENTE</b>	0	Unidades Pt-Co	Max. 15
<b>HIERRO</b>	0	mg Fe/L	0,3
<b>NITRITO</b>	0,005	mg NO <sub>2</sub> /L	0,1
<b>NITRATOS</b>	0	mg NO <sub>3</sub> /L	10
<b>COLOR RESIDUAL</b>	0,00	Mg Cl <sub>2</sub> /L	0,3 – 2,0

OCTUBRE – microbiológico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>COLIFORMES</b>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0
<i>E-coli</i>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0

QUIMIPROYECTOS S.A.S

OCTUBRE- fisicoquímico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>Ph</b>	S.M 4500 H <sup>+</sup> B	7,26	Unidades pH	6,5 – 9,0
<b>TURBIEDAD</b>	S.M 2130 B	1,59	NTU	2
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	S.M 2510 B	161	µs/cm	1000
<b>COLOR APARENTE</b>	S.M 2120 C	5	Unidades Pt-Co	Max. 15
<b>HIERRO</b>	S.M 3500 Fe B	0,03	mg Fe/L	0,3
<b>NITRITO</b>	S.M 4500 NO <sub>2</sub> B	0,019	mg NO <sub>2</sub> /L	0,1
<b>NITRATOS</b>	RODIER	0,25	mg NO <sub>3</sub> /L	10
<b>CLORO RESIDUAL</b>	S.M 4500 Cl-G	0,4	Mg Cl <sub>2</sub> /L	0,3 – 2,0

OCTUBRE – microbiológico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>COLIFORMES</b>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0
<i>E-coli</i>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0

Fuente. Pasante.

Al revisar los resultados se puede deducir que de la muestra de Octubre del laboratorio de salud pública en los parámetros que no dan cumplimiento a la normatividad para la calidad del agua destinada a consumo humano son: pH y cloro residual

Cuadro 15. Información de la muestra del mes de Noviembre

INFORMACION DE LA MUESTRA				
Tipo de muestra	Agua cruda		Procedencia	Acueducto municipal
	Agua tratada	X	Numero de Muestras	2
Fecha	02/11/2015		Clase de muestra	Simple
Hora	6:30 pm			Compuesta

LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA (HOH)

NOVIEMBRE – fisicoquímico

ANALISIS	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>pH</b>	5	Unidades pH	6,5 – 9,0
<b>TURBIEDAD</b>	0,1	NTU	2
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	180	µs/cm	1000
<b>COLOR APARENTE</b>	0	Unidades Pt-Co	Max. 15
<b>HIERRO</b>	0	mg Fe/L	0,3
<b>NITRITO</b>	0	mg NO <sub>2</sub> /L	0,1
<b>NITRATOS</b>	0	mg NO <sub>3</sub> /L	10
<b>COLOR RESIDUAL</b>	0,09	Mg Cl <sub>2</sub> /L	0,3 – 2,0

NOVIEMBRE – microbiológico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>COLIFORMES</b>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0
<i>E-coli</i>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0

QUIMIPROYECTOS S.A.S

NOVIEMBRE – fisicoquímico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>pH</b>	S.M 4500 H <sup>+</sup> B	7,38	Unidades pH	6,5 – 9,0
<b>TURBIEDAD</b>	S.M 2130 B	0,47	NTU	2
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	S.M 2510 B	156	µs/cm	1000
<b>COLOR APARENTE</b>	S.M 2120 C	7	Unidades Pt-Co	Max. 15
<b>HIERRO</b>	S.M 3500 Fe B	<0,01	mg Fe/L	0,3
<b>NITRITO</b>	S.M 4500 NO <sub>2</sub> B	0,01	mg NO <sub>2</sub> /L	0,1
<b>NITRATOS</b>	RODIER	0,45	mg NO <sub>3</sub> /L	10
<b>CLORO RESIDUAL</b>	S.M 4500 Cl-G	1,8	Mg Cl <sub>2</sub> /L	0,3 – 2,0

NOVIEMBRE – microbiológico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>COLIFORMES</b>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0
<i>E-coli</i>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0

Fuente. Pasante.

Al revisar los resultados se puede deducir que de la muestra de Noviembre del laboratorio de salud pública en los parámetros que no dan cumplimiento a la normatividad para la calidad del agua destinada a consumo humano son: pH.

Cuadro 16. Información de la muestra del mes de Diciembre

INFORMACION DE LA MUESTRA					
Tipo de muestra	Agua cruda		Procedencia	Acueducto municipal	
	Agua tratada	X	Numero de Muestras		
Fecha	01/12/2015		Clase de muestra	Simple	X
Hora	5:00 pm			Compuesta	

LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA (HOH)

DICIEMBRE – fisicoquímico

ANALISIS	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>Ph</b>	5	Unidades pH	6,5 – 9,0
<b>TURBIEDAD</b>	0,6	NTU	2
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	160	µs/cm	1000
<b>COLOR APARENTE</b>	0	Unidades Pt-Co	Max. 15
<b>HIERRO</b>	0	mg Fe/L	0,3
<b>NITRITO</b>	0,005	mg NO <sub>2</sub> /L	0,1
<b>NITRATOS</b>	0	mg NO <sub>3</sub> /L	10
<b>CLORO RESIDUAL</b>	0,00	Mg Cl <sub>2</sub> /L	0,3 – 2,0

DICIEMBRE – microbiológico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>COLIFORMES</b>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0
<i>E-coli</i>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0

QUIMIPROYECTOS S.A.S

DICIEMBRE – fisicoquímico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>pH</b>	S.M 4500 H <sup>+</sup> B	7,51	Unidades pH	6,5 – 9,0
<b>TURBIEDAD</b>	S.M 2130 B	0,90	NTU	2
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	S.M 2510 B	152	µs/cm	1000
<b>COLOR APARENTE</b>	S.M 2120 C	6	Unidades Pt-Co	Max. 15
<b>HIERRO</b>	S.M 3500 Fe B	0,02	mg Fe/L	0,3
<b>NITRITO</b>	S.M 4500 NO <sub>2</sub> B	0,01	mg NO <sub>2</sub> /L	0,1
<b>NITRATOS</b>	RODIER	0,62	mg NO <sub>3</sub> /L	10
<b>CLORO RESIDUAL</b>	S.M 4500 Cl-G	0,5	Mg Cl <sub>2</sub> /L	0,3 – 2,0

DICIEMBRE – microbiológico

ANALISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES	VALORES MAXIMOS DE REFERENCIA Res. 2115/07
<b>COLIFORMES</b>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0
<i>E-coli</i>	Filtración por membrana	0	UFC/100 ml	0

Fuente. Pasante.

Al revisar los resultados se puede deducir que de la muestra de Diciembre del laboratorio de salud pública en los parámetros que no dan cumplimiento a la normatividad para la calidad del agua destinada a consumo humano son: pH y cloro residual

**Actividad 2. Verificar el caudal necesario que se está transportando.** Se determinó como está siendo utilizada la capacidad física de la planta. Durante este proceso, se asignaran las tasas de diseño aceptables para los procesos de floculación, sedimentación y filtración.

### **Floculación:**

Volumen total= 49,16 m<sup>3</sup>

Tiempo de retención= 17 minutos

Caudal (Q): caudal máximo que puede tratar la unidad eficientemente.

$$Q = \frac{49,16 \cdot 1000}{17 \cdot 60} = 48,19 \text{ l/s}$$

### **Sedimentadores Convencionales**

Tiempo de retención = 30 minutos

Área total de las unidades = 40,055 m<sup>2</sup>

Profundidad mínima = 3,26 m

Volumen total = 132,193 m<sup>3</sup>

$$Q = \frac{132,193 \cdot 1000 \cdot 40,055}{86400} = 61,28 \text{ l/s}$$

### **Filtros Mixtos**

Tiempo de retención = 18 minutos

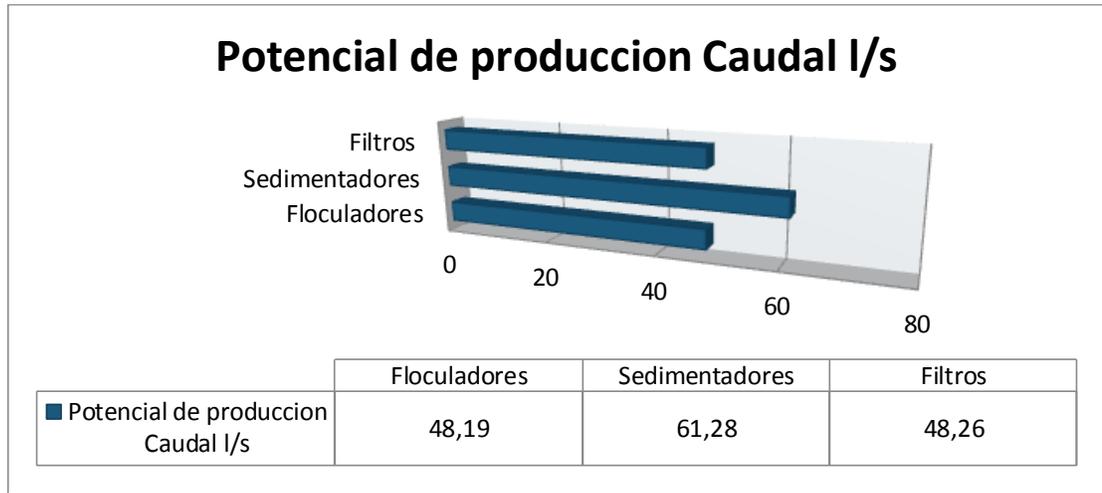
Área filtrante total= 4\*5,792 m<sup>2</sup> = 23,168 m<sup>2</sup>

Rata promedio de filtración= 180 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*d

$$Q = \frac{23,168 \cdot 180 \cdot 1000}{86400} = 48,26 \text{ l/s}$$

Nota: la rata promedio es la que sugiere la organización panamericana de la salud, en la teoría, diseño y control de los procesos de clarificación del agua por el porcentaje de agua para lavado.

Grafica 2. Producción de la Planta



Fuente. Pasante.

En la gráfica 1, se observa que los parámetros hidráulicos propuestos para determinar la capacidad aproximada de la planta se obtiene como resultado que son capaces de tratar el caudal de operación actual. Esta información resulta eficiente, puesto que la planta está operando por debajo lo que indica que no supera la capacidad, esto quiere decir, que las unidades fueron diseñadas correctamente bajo las condiciones de funcionamiento de la planta, no supera la capacidad para la cual fue construida.

### 3.1.3 Determinar las falencias de los procesos en el funcionamiento.

**Actividad 1. Seguimiento y medición de los parámetros de control.** La estructura organizacional de la planta de tratamiento de agua potable de Gamarra, los empleados no siempre conocen sus funciones, responsabilidades. El organigrama de EMPUGAM S.A.S E.S.P se fija las líneas de autoridad. También tiene un manual de funciones claramente establecido, donde se define el conjunto de cargos y actividades a desempeñar en cada uno. Este manual se encuentra en el área administrativa de la empresa. Sin embargo los empleados de la PTAP no tienen claramente definidas sus funciones.

El recurso humano es de vital importancia en el funcionamiento de la planta y de su administración depende el éxito de su labor. La gerente es la encargada de la selección del personal, se verifica los requisitos de acuerdo al manual de funciones, se realiza los nombramientos o contratos.

La planta de tratamiento no tiene implementado un sistema de recolección de residuos sólidos, donde se depositen los desechos generados en todos los procesos, en algunas

ocasiones los residuos son dejados a la intemperie provocando un aspecto desagradable en la parte posterior del edificio de operación. EMPUGAM S.A.S E.S.P no cuenta con personal encargado del aseo, preservación de zonas verdes, pintura de edificaciones y limpieza en general. Estas actividades se realizan una vez al mes por todos los empleados de la empresa desde la gerente hasta el de menor rango, todos participan. Sin embargo la actividad de limpieza diaria de la planta le corresponde al operario que este de turno, por tal motivo este aspecto es descuidado en varias ocasiones. No cuenta con vigilancia privada para control de ingreso y salidas, existe un sistema de comunicación entre la planta y las oficinas, el personal no cuenta con un carnet de identificación especial como una escarapela.

El conocimiento de los costos de funcionamiento de la planta es mayor a los ingresos que recauda EMPUGAM S.A.S E.S.P, existe una tarifa fija a los usuarios pero estos no siempre cancelan sus facturas. La empresa se mantiene gracias a los subsidios girados por parte del departamento del Cesar. El monto es proporcional al número de usuarios que tenga la empresa.<sup>17</sup>

Cuadro 17. Producción de agua año 2015

<b>Volumen de agua tratada</b>	<b>875.124 m3/año</b>
<b>Agua facturada</b>	612.587 m3/año
<b>Perdida de agua</b>	262.537 m3/año
<b>Demanda m3/usuario/mes de agua por usuario</b>	28.6 m3/usuarios/mes
<b>Cobertura del acueducto</b>	92%
<b>Continuidad del servicio</b>	75%
<b>Total de micromedidores</b>	521
<b>Usuarios con medidores funcionando</b>	345
<b>Usuarios con medidores Sin funcionamiento</b>	44
<b>Usuarios con medidores Instalados pero que no registran</b>	127
<b>Usuarios con medidores Los ilegibles</b>	5
<b>Gastos en mantenimiento y reparación de redes</b>	\$ 52.870.709
<b>Gastos en Insumos químicos</b>	\$ 65.619.068

Fuente: Estudios de costos y tarifas Gamarra Cesar 2014

**Actividad 3. Generar formatos de inspección para llevar un registro de los parámetros del agua tratada.** La planta de tratamiento a lo largo de su funcionamiento ha cambiado de administración varias veces desde que es EMPUGAM S.A.S E.S.P asumió su dirección ha ido en un notable mejoramiento, la planta de tratamiento ha mejorado pero aún hay baches en los procesos que son generados por factores naturales o antrópicos que generan amenazas para la prestación de un servicio de calidad.

<sup>17</sup> QUIROZ ATALORA, Sindy Marcela. Representante legal de la Empresa EMPUGAM S.A.S E.S.P. 2015.

**Captación y/o Aducción.** Existe una amenaza eminente en el Abastecimiento debido a las fallas de nivel estático, lo que provoca fallas en el suministro de agua a la planta de tratamiento, no obstante las fallas de servicio eléctrico, las instalaciones de la planta tiene problemas en sus redes eléctricas es necesario hacerle mantenimiento y/o cambio a estas para evitar la interrupción del suministro de agua a la comunidad.

Fotografía 21. Cableado de tablero del motor de bombeo



Fuente. Pasante.

Por otra lado el transporte fluvial de carbón por parte de la empresa COALCORP S.A sobre el Rio Magdalena, el puerto está ubicado aguas arriba de la bocatoma y el producto no es transportado con las medidas de seguridad y pueden provocar alteración en la cadena trófica del rio, además que en el transcurso del tiempo cambiar las condiciones fisicoquímicas del agua.

Fotografía 22. Transporte fluvial de carbón por Gamarra



Tomada por Edwin Flores

Son varias las quejas que han llegado a la empresa sobre la molestia de los usuarios por el transporte de carbón por el Rio Magdalena, sin embargo en los tres meses de funcionamiento del puerto aún no hay presencia de algún índice de contaminación en la bocatoma de captación de la planta de tratamiento, se realizó una prueba de color y pH (reactivo utilizado fenol rojo), en conjunto con el gestor ambiental del puerto y se determinó que la muestra está dentro de los rangos permisibles según la normatividad legal Colombiana. Decreto 2115 del 2007.

Fotografía 23. Prueba de pH y Color instalaciones de COALCORP S.A



Fuente. Pasante.

**Planta de tratamiento.** Dentro de las instalaciones de la planta meses atrás se presentó una fuga de cloro debido a las condiciones del recipiente, provocando alteraciones en el ambiente de las instalaciones y suspendiendo el servicio de agua al municipio, se deben tomar medidas correctivas para que una situación como esta no se repita porque además de pérdidas económicas se puede ver alterada la salud de los operarios.

No existe una planificación de las cantidades de Policloruro y cloro gaseoso utilizados en cada periodo, lo que ha llevado a la empresa a racionar el químico mientras llega el pedido, la empresa Productos Químicos Panamericanos S.A. (P.Q.P) es la encargada de suministrar los insumos químicos para tratar el agua del municipio de Gamarra.

**Red de distribución.** Deterioro de las tuberías de conducción y distribución. La tubería debe someterse a mantenimiento, reparación y algunos casos cambio, porque ya cumplió su ciclo productivo y lo que genera costos para la empresa, además de fugas de agua conlleva a que se suspenda el servicio en varias oportunidades. Las pérdidas por fuga de agua han incrementado, en el mes de octubre y noviembre se presentaron alrededor de 8 fugas, de las cuales tres de estas fueron necesarias la utilización de maquinaria pesada, es una pérdida del producto y aumento en los costos.

Fotografía 24. Fuga de agua vía al hospital de Gamarra



Fuente. Pasante.

Además de la tubería es reventada por el paso de vehículos pesados que no soportan la presión que ejercen estos al paso por las calles provocando daños en la red de distribución.

Fotografía 25. Vía central del Municipio



Tomada por Edwin Florez

Algunas perdidas por fraude, algunos habitantes están captando ilegalmente el líquido y esto no es registrado en la facturación por el agua suministrada, a esto se suma la cultura del no pago por la falta de educación, pues algunos sostienen que “el agua es de todos y no la deben cobrar”, pero desconocen los costos que conlleva la potabilización del agua y hacerla de consumo humano.

Fotografía 26. Fuga presentada en el barrio El Carmen



Fuente. Pasante.

**3.1.4 Proponer alternativas de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio con base a los criterios ambientales.** Con el propósito de desarrollar alternativas para las actividades de seguimiento, control y vigilancia de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua, la empresa se debería exigir un certificado por parte de Salud Pública del Hospital Olaya Herrera de la custodia y manipulación de la pruebas de agua tomadas y analizadas por el departamento del Cesar, para que no haya dudas de los resultados que arroje mes a mes la calidad del agua distribuida por la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Gamarra, así mismo estos resultados deberían ser publicados en los puntos de mayor accesibilidad (alcaldía, hospital, palacio de justicia y demás) para que la comunidad Gamarrence esté enterada del agua que consume y se evita los falso comentarios que surgen en el municipio sobre la calidad del agua para consumo humano.

La planificación de las actividades a desarrollar en la planta y las obligaciones de los operarios, deben ser plasmadas en las instalaciones, para llevar un cronograma de las acciones. Remediando así las dificultades que se presentan en el suministro de químicos y mantenimiento de equipos, redes eléctricas y lavado en general de la planta. A demás de dar soluciones rápidas y eficaces.

En la planta de tratamiento no se le está prestando atención a los lodos que se crean durante el proceso de potabilización del agua luego de la adicción del coagulante, en el fondo de las unidades de floculación, sedimentación y filtros se encuentran retenidos. Estas unidades a la hora del lavado periódico de la planta no se están aprovechando. La limpieza de los tanques se realiza una o dos veces por mes dependiendo de la necesidad, los bancos de lodos depositados en los sedimentadores es mayor, son removidos por agua a presión y por herramientas manuales. Los lodos obtenidos tras haber pasado por estos procesos son de materiales orgánicos e inorgánicos arrastrados por el agua, además de residuos químicos utilizados para el tratamiento del agua.

Fotografía 27. Lavado de la planta de tratamiento



Fuente. Pasante.

Se debería realizar un tratamiento a estos fangos para la obtención de productos secundarios de la potabilización del agua, esto generar ingresos adicionales a la empresa. Mediante un sistema de secado natural aprovechando las temperaturas y el brillo solar que caracteriza el municipio, además que tiene un bajo consumo de energía y productos químicos, también ayudaría a controlar los parámetros de turbiedad y color aparente del agua distribuida. Pero para esto primero se debe realizar un estudio para determinar las condiciones en que debe operar al igual que los costos del proyecto.

El manejo de residuos sólidos en las instalaciones para que EMPUGAM S.A.S E.S.P siga reafirma el compromiso y la responsabilidad ambiental, promoviendo el desarrollo, la educación y la conservación de los recursos naturales en especial el agua, junto con sus empleados y algunos actores principales del municipio se creó el Club Defensor del Agua.

**Actividad 1. Promover y participar en las actividades lúdicas, culturales y recreativas que para tal fin realice la empresa de servicios públicos orientada a la conservación, uso y manejo de los recursos naturales en especial el agua.** Asumiendo estrategias lúdicas con los niños del municipio, las actividades ejecutadas por el Club fueron de educación ambiental en las diferentes instituciones educativas de Gamarra. La primera actividad se desarrollo en las dos sedes del Centro de Desarrollo Infantil, sobre la importancia del manejo adecuado de los residuos sólidos para evitar la contaminación de las fuentes hídricas.

El desarrollo del taller se le explico a los pequeños de cómo debían identificar cada residuo y en que recipiente debía arrojar según la clasificación por colores, mediante videos, juegos y rondas infantiles, además se contó con la presencia del payaso “Reciclyn” un personaje creado por EMPUGAM S.A.S E.S.P para los niños y niñas Gamarrences.

Fotografía 28. Actividad del 5 de agosto de 2015 en la sede principal del centro de desarrollo infantil temprano gotitas de amor “CDI”



Fuente. Pasante.

La actividad fue todo un éxito donde se desarrolló el objetivo principal de este proyecto de aula, creando conciencia de las consecuencias negativas hacia el medio ambiente que lleva la inadecuada utilización de los recursos naturales en general y mal uso que se le dan a los residuos, orientándoles hacia conductas de respeto, aprovechamiento responsable de los recursos del medio y cuidado hacia la naturaleza, en especial para el ahorro del agua.

De una manera didáctica y clara los pequeños entendieron el mensaje llevado por parte del Club Defensor del Agua, con el objetivo de reducir los residuos, siendo portadores de información para sus familiares.

Fotografía 29. Actividad del 6 de agosto de 2015 en la sede Umata del centro de desarrollo infantil temprano gotitas de amor “CDI”



Fuente. Pasante

En el mes de septiembre se realizaron las primeras olimpiadas de saber ambiental, en las instalaciones de parque principal, pretendiendo crear conciencia en los estudiantes de las instituciones educativas del municipio, cuyo objetivo principal es educar a la población estudiantil, sobre la importancia del manejo adecuado de los recursos hídrico en especial los cuerpos hídricos de Gamarra.

Fotografía 30. Desarrollo de las olimpiadas del saber ambiental



Fuente. Pasante

En esta actividad se integraron todos los empleados de la empresa, además que se realizaron rifas a los usuarios que estuvieran al día en el servicio, promoviendo el pago oportuno de las facturas y aumentando el recaudo.

Fotografía 31. Desarrollo de las olimpiadas del saber ambiental y premiación a los usuarios



Fuente. Pasante

#### 4 DIAGNOSTICO FINAL.

El abastecer de agua potable a una comunidad de Gamarra implica una serie de acciones enfocadas en garantizar un servicio continuo y de calidad para consumo. Un sistema de tratamiento de agua potable de EMPUGAM S.A.S E.S.P requiere una infraestructura compuesta de: personal capacitado, energía, materiales, comunicaciones y organización administrativa; capaz de operar y mantener el medio. Al igual debe haber una serie de componentes físicos (captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución), cada uno de los cuales tiene una función específica y está integrado por un numero variado de elementos que son susceptibles a sufrir problemas comunes tales como rupturas de tuberías, interrupción del servicio, daños de motores de bombeo, variación de la calidad de la fuente de abastecimiento. Adicionalmente se presenta con poca frecuencia catástrofes por fenómenos naturales que afecta el sistema como las inundaciones.

El abastecimiento de agua potable a la comunidad es una prioridad para los administradores EMPUGAM S.A.S E.S.P. han optado por medidas cumplir con este objetivo, se planifica y se coordina todas las acciones para garantizar el servicio. Con esto están alcanzando a mitigar los riesgos a que están expuestos en la prestación del servicio, en la red de distribución se ha tenido serios inconvenientes desde el mes de agosto luego que son varios los daños que ha presentado las tuberías de distribución, provocando la interrupción del servicio en ciertas ocasiones, la empresa viene trabajando en la identificación de los puntos vulnerables del sistema, pero los recursos humanos y económicos con los que cuenta son muy pocos; solo cuentan con dos fontaneros para toda la red de distribución y no se tienen planos de la tubería antigua.

En algunos sectores de las redes de distribución se ha realizado el cambio de tubería averiada por una nueva, gracias a la gestión de la administración municipal en conjunto con la gobernación del Cesar. En cuanto a los recursos económicos, no todos los suscriptores están al día en los pagos hay una alta tasa de morosos, debido a esta situación la gerente de la empresa ha tomado cartas en el asunto y se están realizando cortes del servicio.

Durante el desarrollo de la pasantía, pude observar algunos aspectos específicos que pueden generar un riesgo ocasional tanto para las personas que laboran en la planta como para la prestación del servicio:

En la Bocatoma se presentan deterioro de algunas estructuras, falta de herramientas apropiadas para la limpieza y mantenimiento de la barcaza además que para llegar a ella es necesario sumergirse en el rio y la profundidad es considerable además del caudal, falta señalización y luz artificial.

En la parte operacional se pueden mencionar los siguientes aspectos: en ocasiones hay disponibilidad de reactivos preparados que pueden ser requerido en caso de emergencia, además que personal encargado de la operación de la planta de tratamiento está no preparado para manipulación de Policloruro de aluminio y de hacer pruebas para

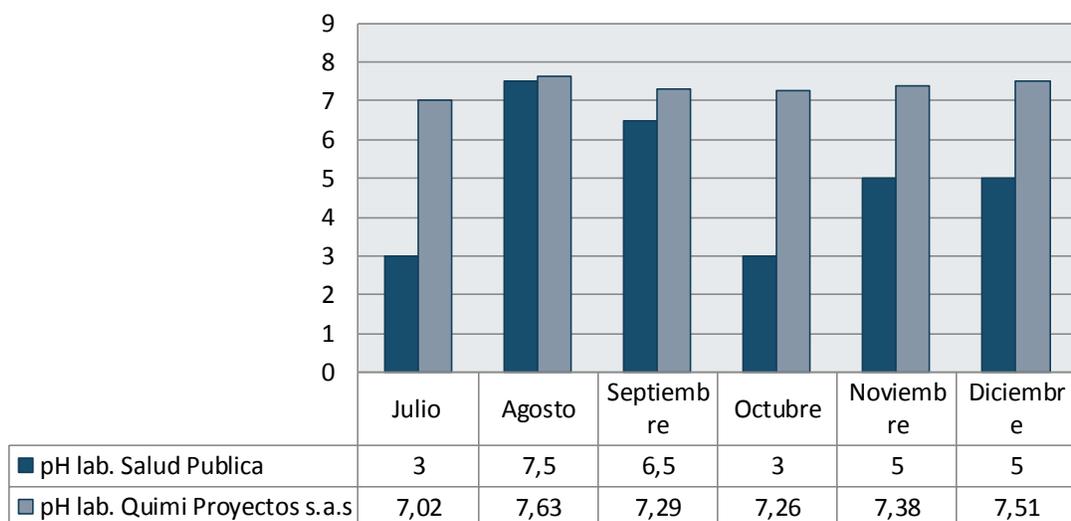
determinar la cantidad de coagulante que requiere el agua a tratar. No hay dotación para manejo y uso de reactivos.

Mediante la información que se relaciona en las tablas es posible comprobar que los parámetros fisicoquímicos del agua analizada inicialmente, presentan algunas alteraciones que no son motivo de alarma, en cuanto a las pruebas microbiológicas los parámetros analizados se encuentran dentro de los requisitos establecidos por la resolución 2115 del 2007 para la calidad de agua de consumo humano. Cabe resaltar que las pruebas tomadas por el técnico de saneamiento ambiental de salud pública del Hospital Olaya Herrera están en duda por la custodia de las muestras debido a que EMPUGAM S.A.S E.S.P hace contra muestras y casi siempre se encuentra dentro de los parámetros permisibles por la norma 2115 del 20117.

Las muestras analizadas presentan una gama de características Fisicoquímicas de gran transcendencia para la salud del hombre. A continuación se hace alusión a algunas de ellas como el pH, la conductividad eléctrica, obtención de nitratos y turbiedad.

Los valores registrados señalan para el pH una variación desde 3 hasta 7,63 considerándose en la las prueba realizadas por el laboratorio de salud pública este parámetro no tiene un nivel óptimo de pH está por debajo los puntajes admisibles expuestos en la norma, el pH esta ácido y no concuerda con la contra muestra tomada por EMPUGAM S.A.S E.S.P. El pH influye en la variación de la calidad del agua, en la coagulación y hasta el ablandamiento de la misma. Por esto es necesario realizar ajustes al pH mediante la adición de elementos químicos del Policloruro de aluminio. La planta de tratamiento de agua potable del municipio de Gamarra no aplica ningún agente controlador de pH.

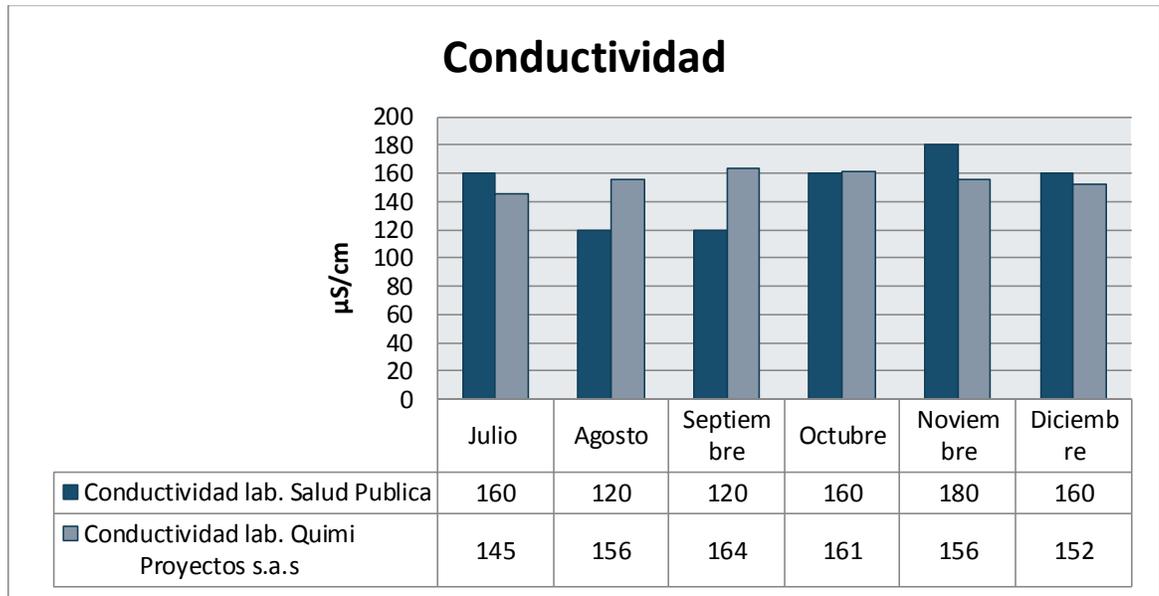
Gráfica 3. pH



Fuente. Pasante

En relación a la Conductividad eléctrica se evidenciaron valores desde 120 hasta 180  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Se definen los registros como normales puesto que valores cercanos o superiores a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  generan efectos secundarios para la vida acuática y vegetal.

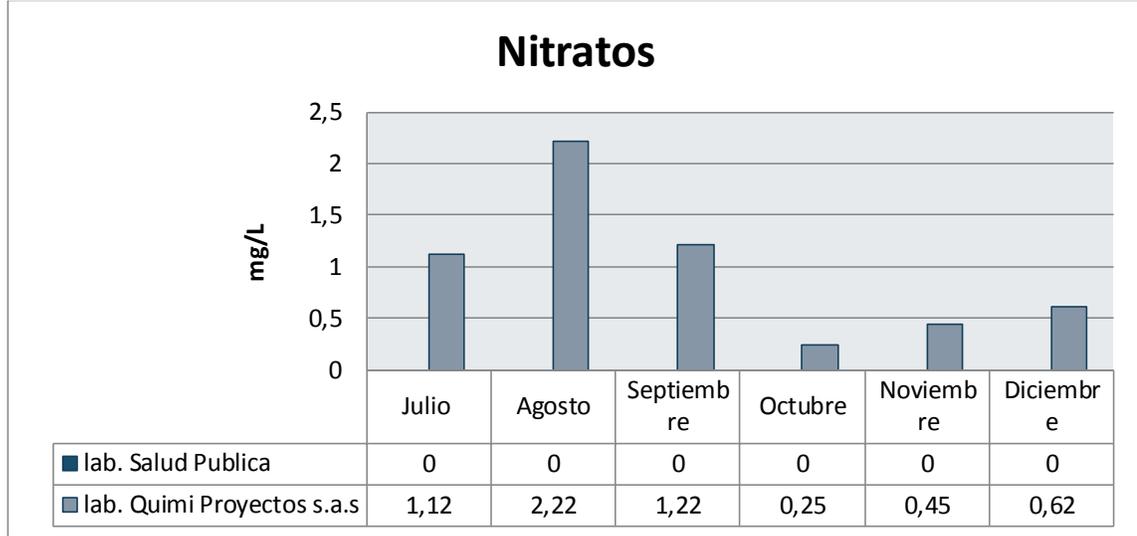
Grafica 4. Conductividad



Fuente. Pasante

Los análisis realizados para la determinación de Nitratos, arrojaron rangos de concentración entre 0 y 2,22 mg/L. La concentración de nitrato varía de acuerdo a la época del año, ya que en temporada seca éstos se encuentran en el suelo y en la temporada de lluvias son arrastrados por el agua. Lo anterior se refleja en los resultados de época de lluvia en los cuales se observa la mayor concentración de nitratos en comparación con los registros de época seca. En ninguno de los casos se supera el límite máximo admisible de la normatividad.

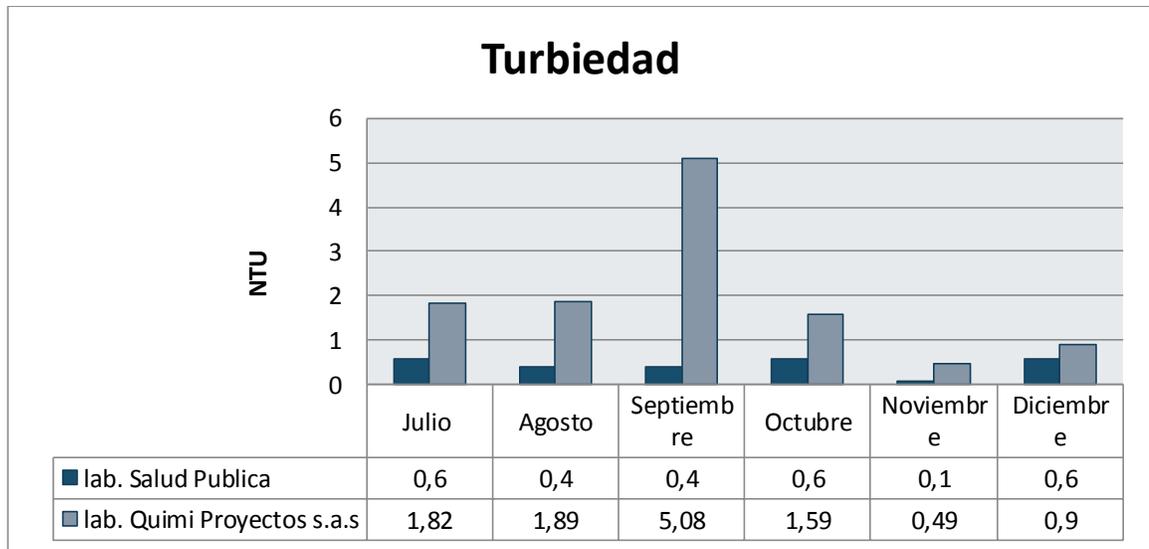
Grafica 5. Nitratos



Fuente. Pasante

Entre otros, se determinaron los niveles de turbiedad, registrando en el mes de septiembre una variación por precipitaciones que hubieron la en la tarde del día de recolección de las muestras los demás valores son inferiores a los máximos admisibles de la normatividad. La fluctuación se presenta entre 0,1 y 5,08 UNT. Cuando esto eventos esporádicos ocurren como el cambio en la turbiedad del agua, es necesario ajustar la dosis de Policloruro de aluminio. La prueba de Jarras permite simular las diversas situaciones que se presentan en la Planta ya que nos permite determinar la dosis de insumos que se requieren para el tratamiento del agua que va ingresando.

Grafica 6. Turbiedad



Fuente. Pasante

Las pruebas por el laboratorio de QUIMIPROYECTOS S.A.S realizadas a las muestras arrojaron datos con los que se advierte la variación de las características del agua, sin embargo, en su gran mayoría se encuentran dentro de los límites establecidos por la Resolución 2115 de 2007.

Las pruebas que realizó el laboratorio de salud pública del Hospital Olaya Herrera, las muestras no arrojan datos confiables que garanticen el cumplimiento de los parámetros como lo establece la resolución 2115 de 2017.

Se deberían hacer controles rutinarios normalmente en la planta, que permitan supervisar las actividades de operación como el mantenimiento preventivo de las instalaciones. Entre los procesos de coagulación y floculación se determina gran parte de las condiciones de operación de la planta, la remoción de la turbiedad en los sedimentadores y en los filtros, dan como resultado una buena calidad del agua.

En la evaluación de la planta de tratamiento se dejaron pautados los aspectos básicos para que realicen el manual de operación de la planta, puesto que tomaron medidas y se determinaron las funciones de cada proceso, además de esto se plasmó en un plano la estructura física de la planta de tratamiento del municipio de Gamarra.

Se hallaron posibles dificultades con las que en algunos años se va a encontrar la planta, para que estén previstos de los cambios fisicoquímicos que podría tener la fuente de abastecimiento por el transporte fluvial de carbón y tomen medidas de prevención.

## 5 CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el desarrollo de los objetivos propuestos, se relacionan unos puntos de que en una manera global se muestra el funcionamiento de la planta de tratamiento del municipio de Gamarra.

Se puede manifestar que el rio magdalena provee agua de buenas condiciones para ser debida mente tratada, potabilizada y distribuida a la comunidad Gamarrence.

Respecto las dimensiones y características expuestas en los diseños corresponden a los reales, el estado de los componentes estructurales de la planta de tratamiento de agua potable se puede señalar que es bueno pero se recomienda diseñar e implementar la entrada a la barcaza flotadora de la bocatoma ya presenta un peligro eminente a los operarios.

Las características microbiológicas del agua ya potabilizada, está en buenas condiciones de acuerdo con los señalamientos normativos pues las muestras de agua analizadas no presentan Coliformes totales y *E. coli*.

En el proceso de coagulación y mezcla rápida, Cabe anotar que la coagulación es sin duda la fase más importante de un sistema de tratamiento de agua, pues de ella depende la calidad de agua que se abastezca a la población y que una coagulación inadecuada no puede ser corregida en una etapa posterior de tratamiento, EMPUGAM S.A.S. E.S.P no ha tenido problemas con los resultados arrojados por las muestras de agua ya que está cumpliendo con los requerimientos legales exigidos por el ministerio de salud y la protección social y la corporación autónoma del Cesar (CORPOCESARR).

El funcionamiento hidráulico del Floculador Alabama esta en óptimas condiciones porque evita que floc se rompa por la distribución de las mallas.

El agua que es distribuida por la planta de tratamiento no se le encontraron problemas de hierro y nitritos por los cual no se requieren procesos adicionales aparte del convencional.

El agua distribuida a la comunidad de Gamarra y a los corregimientos de Cascajal, Capulco nuevo y Puerto viejo cumplen con las disposiciones exigidas por la resolución 2115 del 2007 en la mayoría de los parámetros teniendo en cuenta la contra muestra tomada por EMPUGAM S.A.S.

Con respecto a la planta no se maneja bien el manual de funciones, ya que alguno de los operarios no tienen claras sus funciones y desconocen del manejo de sustancias químicas.

En cuanto a la continuidad del servicio, este se realiza en un 92%. Este dato es tomado con base a las suspensiones temporales por reparaciones de la red de distribución. La planta dispone de un buen caudal para distribuir el agua, pero debido al aumento poblacional por la reubicación del corregimiento Capulco, la construcción de dos nuevas urbanizaciones, la

planta de tratamiento se va a ver afectada en algunos años porque su diseño no va a ser suficiente para abastecer a toda la demanda de usuarios que esta próxima.

Se detectó que dentro de la planta de tratamiento no existe ninguna metodología, como un manual de operación y mantenimiento que le permita al operador de turno como sortear la dificultad o realizar controles a cada unidad.

La planta de tratamiento posee planes de contingencia que se han venido desarrollando bien. Sin embargo es necesario registrar de manera periódica las anomalías que se presenten en la labor involucradas con la captación, tratamiento y distribución del agua que puedan generar situaciones de emergencia como lo son:

Caídas de personas en los pasillos de la planta

Riesgos relacionados con la manipulación de herramientas que provocan dolores de espalda y afecciones de columna por el traslado de los

## 6 RECOMENDACIONES

Hacer mantenimiento o reemplazar el equipo de Prueba de Jarras. Este es muy limitado y es descalibrado con facilidad muchas veces no se pueden realizar ensayos de laboratorio que da los resultados de los parámetro óptimos para coagulante.

Realizar una calibración y mantenimiento más seguido de la unidad dosificadoras para evitar que esta se estropee y se paralice el proceso de potabilización.

Cuando se presentan altas turbiedades se recomienda en la sedimentación hacer un seguimiento a los lodos, para que no influyan de manera negativa en el proceso de sedimentación normal. Esto depende del operario que este de turno.

Es necesario que se haga un seguimiento cuidados a la dosificación debido a las reacciones que puede presentar el cloro con los compuestos presentes en el agua, que podrían presentar riesgos para la salud humana, debe estandarizarse de tal forma que cloro residual no sea menor de 0,3 y mayor a 2,0 en cualquier punto de la red, especialmente en las más antiguas y existe riesgos de contaminación cruzada con la red de alcantarillado.

Se sugiere una actualización continua de los planes de contingencia desarrollados por EMPUGAM S.A.S E.S.P para la cual es necesario llevar una estadística de los accidentes de trabajo con el objetivo de tener un riesgo histórico que indique el área que presente accidentalidad, las causas. De allí determinar los métodos de prevención y posibles soluciones.

Se debe capacitar al personal del manejo de productos químicos y de la manipulación del Policloruro de Aluminio, como también en la realización y análisis de muestras de agua potable.

Tener en cuenta las amenazas naturales o antrópicas sobre el sistema de acueducto las cuales pueden ser locales o regionales, una falla en la bocatoma o en la conducción del agua cruda podrían en un momento dado dejar sin agua a toda la población.

Se debe realizar de forma trimensual la inspección sanitaria para obtener información, analizar y evaluar los riesgos que presenta la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua, e identificar los posibles factores de riesgos asociados a las inadecuadas practicas operativas y a la determinación de la calidad del agua suministrada mediante la toma de muestras y visitas técnicas realizadas por CORPOCESAR.

Verificar la eficiencia de los desarenadores y la capacidad de remoción de sedimento arenoso retenido por éstos, al menos una vez por mes, como lo indica el RAS 2000 para el nivel de complejidad medio en que se encuentra la planta.

Mantener el control sobre la disposición de los sedimentos retenidos por el desarenador. Los sedimentos deben retornar al río aguas abajo de las estructuras de captación pero se hace en la ciénaga Juncal. Se recomienda que los sedimentos deban depositarse en zonas adecuadas previamente como el diseño e implementación de lechos de secado de lodos para aprovechamiento secundario.

Antes de poner en marcha la distribución de agua después de un proceso de reparación en las redes de distribución, éstas se deben desinfectar siguiendo los procedimientos indicados en la Norma Técnica Colombiana NTC 4246. Como mantenimiento preventivo para aumentar la vida útil de las redes de distribución.

Se recomienda cubrir los sedimentadores con poli sombra para evitar que los rayos del sol lleguen directamente al agua y aumenten el levantamiento del floc.

La plata aún tiene capacidad de operación demostrado en el potencial de producción aun está por debajo del caudal de operación, lo que se debería es buscar la optimización para mejorar los procesos de tratamiento, operación y mantenimiento. Así se puede lograr la reducción de los costos mediante la implementación de controles rutinarios.

## BIBLIOGRAFÍA

DIRECCIÓN GENERAL DE ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE Y AMBIENTES COSTEROS. Resolución 0199 del 24 febrero del 2012. Bogotá. 2015. P 1

Instituto Nacional de Salud 2011A

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Resolución 1096 del 17 de Noviembre del 2000. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.”. 2010. P 7

MINISTERIO DE PROTECCION SOCIAL. Resolución 004353 del 23 octubre del 2013. Por la cual se autorizan a los laboratorios para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para el consumo humano. 2014. P 5

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1594 del 26 de junio de 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. 2000. P 2

QUIROZ ATALORA, Sindy Marcela. Representante legal de la Empresa EMPUGAM S.A.S E.S.P. 2015.

REPUBLICA DE COLOMBIA. Ministerio de desarrollo económico. Resolución No. 1096/2000 de Noviembre de 2000, por la cual se adopta el Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. 2000. P 8

REPÚBLICA DE COLOMBIA. Constitución política de Colombia. Edición cupido. Bogotá. 2000. P 11

## REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS

CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 373 del 6 de junio de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. [En línea] (2010), disponible en < file:///C:/Users/albacecilia/Downloads/LEY373DE1997.pdf> p 1

MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1575 del 09 de Mayo de 2007. [En línea] (2011), disponible en < http://www.aguasyaguas.com.co/calidad\_agua/images/descargas/Decreto\_1575\_de\_2007.pdf> p 1

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 2115 del 22 de Junio de 2007. [En línea] (2010), disponible en < http://www.ins.gov.co/tramites-y-servicios/programas-de-calidad/Documents/resolucion%202115%20de%202007,MPS-MAVDT.pdf> p 1

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 0811 de 2008. Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución. [En línea], (2011), disponible en < file:///C:/Users/albacecilia/Downloads/Resolucion%200811%20de%202008\_Puntos%20de%20muestreo.pdf> p 1

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC ISO 5667-6. Guía para el muestreo de aguas de ríos y corrientes. [En línea], (2000), disponible en < http://tienda.icontec.org/brief/NTC-ISO5667-6.pdf > p 1

NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. NSR-98. Desinfección de líneas principales para la conducción de agua. [En línea] (2010), disponible en <http://www.disaster-info.net/PED-Sudamerica/leyes/leyes/suramerica/colombia/otranorm/normas.pdf > p 1

# **ANEXOS**

Anexo A. Registro Fotográfico

Fotografía 32. Barcaza flotadora nueva



Fuente. Pasante

Fotografía 33. Barcaza flotadora vieja



Fuente. Pasante

Fotografía 34. Unidad de Flocculación



Fuente. Pasante

Fotografía 35. Unidades de sedimentación



Fuente. Pasante

Fotografía 36. floculadores



Fotografía 37. Sedimentadores

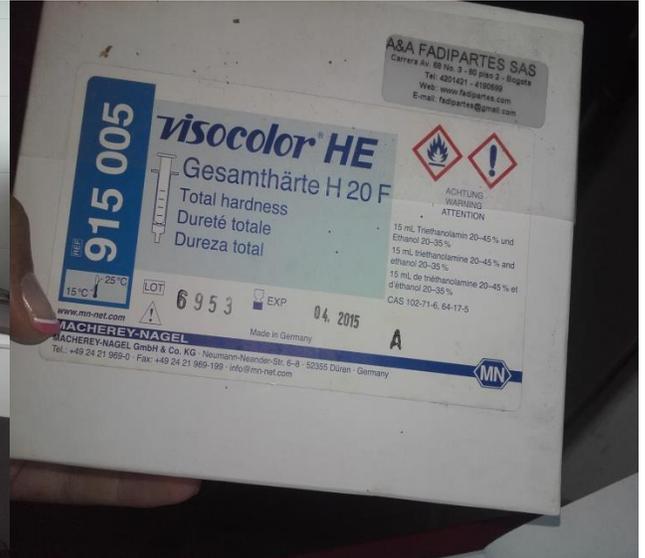


Fuente. Pasante

Fotografía 38. Laboratorio de la planta de tratamiento de agua potable



Fotografía 39. Kit de dureza total



Fuente. Pasante

Fotografía 40. Recolección de muestras para análisis fisicoquímicos y microbiológicos



Fuente. Pasante

Fotografía 41. Inspección visual de la planta de tratamiento



Fuente. Pasante

Fotografía 42. Mediciones de la planta de tratamiento



Fuente. Pasante



### Anexo C. Manual de funciones del operario

<b>MANUAL DE FUNCIONES Y COMPETENCIAS LABORALES EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO-EMPUGAM S.A.S E.S.P.</b>	
<b>I. IDENTIFICACION</b>	
DENOMINACION	<b>OPERADOR DE PLANTA (ACUEDUCTO)</b>
DEPENDENCIA	<b>AREA OPERATIVA</b>
SUPERIOR JERARQUICO	<b>GERENTE</b>
CODIGO SEGUN C.N.O.	<b>9324</b>
<b>II. GENERALIDADES DEL CARGO</b>	
<p>Es un cargo del nivel asistencial relacionado con ejecución de actividades del área operativa y técnica que componen los procesos de captación por bombeo cruda, tratamiento, producción, almacenamiento, bombeo y distribución del agua potable. Le compete ejecutar en sus diferentes fases el proceso de producción de agua potable, inspeccionar y garantizar el buen funcionamiento de las bocatomas y desarenadores, dosificar y suministrar las sustancias químicas requeridas, controlar los niveles de los tanques de almacenamiento, operar las estaciones de bombeo, de acuerdo a la programación definida por el Gerente y colaborar en las actividades de mantenimiento, reparación y adecuación general del sistema de acueducto.</p> <p>A la vez, es el encargado de efectuar tanto las actividades de control y vigilancia de la calidad del agua que produce el acueducto en su planta de tratamiento, como las acciones de mantenimiento y limpieza de los componentes de la planta.</p>	
<b>III. DESCRIPCION DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1) Manejar adecuadamente los equipos, herramientas y maquinaria de la planta.</li><li>2) Velar por la seguridad y conservación de los equipos a su cargo, accionando los controles respectivos, a fin de verificar el funcionamiento de los mismos.</li><li>3) Velar por el funcionamiento y mantenimiento de los sedimentadores, del sistema de filtración y demás componentes de la planta que sean necesarios, controlando los caudales y las pérdidas de carga registradas.</li><li>4) Reparar los equipos que presenten daños, siempre y cuando estén a su alcance, utilizando las herramientas y materiales requeridos para tal efecto, a fin de asegurar el normal funcionamiento de las mismas.</li><li>5) Reportar oportunamente al jefe inmediato cualquier daño que se presente en los equipos que le corresponde operar, para que se tomen las medidas correctivas del caso.</li></ol>	

- 6) Solicitar a su jefe inmediato los productos químicos, herramientas y materiales requeridos en la planta de tratamiento, efectuando el pedido oportunamente, a fin de tenerlos disponibles durante el proceso de tratamiento de agua, si es del caso.
- 7) Manejar, dosificar y aplicar las sustancias químicas requeridas para la potabilización del agua de acuerdo al esquema establecido.
- 8) Controlar el correcto almacenamiento y conservación en la bodega del de los productos, velando por la limpieza de la bodega y del cuarto de dosificaciones.
- 9) Efectuar las pruebas y enviarlas para análisis de laboratorio mediante muestreo y medición, para determinar las cantidades de coagulante necesarias para su tratamiento, y a fin de controlar la calidad del agua en sus diferentes fases, desde la cruda hasta la producida. Haciendo el seguimiento correspondiente a los niveles de turbiedad, pH, caudal, color y a sus condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas.
- 10) Coordinar con funcionarios de la Secretaria de Salud de la región, la toma de muestras de agua en diversos puntos de las redes de distribución, a fin de verificar la calidad del agua a nivel domiciliario.
- 11) Encargarse del aseo y limpieza de las diferentes secciones o partes de la planta de tratamiento, haciendo uso correcto de los implementos y materiales necesarios, para garantizar la limpieza y presentación de la misma.
- 12) Limpiar permanentemente los dosificadores y reportar cualquier novedad en su funcionamiento.
- 13) Realizar el lavado periódico de los filtros cada vez que haya saturación de materia, es decir, acumulación de sedimentos.
- 14) Realizar el correcto lavado de la planta, colaborar abriendo las compuertas de los sedimentos y efectuar la limpieza y aseo de las estructuras de captación y almacenamiento.
- 15) Llevar los registros diarios diligenciando los formatos, planillas y realizando informes correspondientes a: producción de agua, caudal de las fuentes de captación, dosificación de sustancias químicas, pruebas de laboratorio, entre otros.
- 16) Verificar la presión del bombeo, tomando lectura directa del manómetro para asegurar que se encuentre dentro de los parámetros establecidos y garantizar el suministro eficiente a la comunidad.
- 17) Alertar al encargado de fontanería si la planta de tratamiento presenta problemas, a fin de suspender el succionamiento, si el caso aplica.

18) Mantener con buen nivel el tanque elevado para el servicio de acueducto potable de la misma planta.	
19) Cumplir con el reglamento interno de trabajo y demás normas de la empresa, lo mismo que realizar otras labores relacionadas con el cargo y asignadas por el jefe inmediato.	
<b>IV. REQUISITOS</b>	
<b>CONOCIMIENTOS BASICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo y Operación de equipos de tratamientos y bombas de agua.</li> <li>• Manejo de Químicos y Solventes.</li> <li>• Potabilización del agua.</li> <li>• Manuales de operación del Sistema referente a cada uno de los componentes y/o equipos.</li> </ul>
<b>EDUCACION</b>	Requiere como mínimo conocimientos equivalentes a secundaria. En lo posible un profesional o técnico relacionado con manejo de químicos.
<b>EXPERIENCIA</b>	Si no se posee los conocimientos adicionales, se requiere demostrar experiencia y destreza equivalente.
<b>INICIATIVA Y APTITUDES NECESARIAS</b>	El cargo requiere seguir sólo instrucciones u órdenes exactas, y ejecutarlas adecuadamente. No es autónomo en la toma de decisiones y generalmente debe consultar con el jefe inmediato.
<b>v. CONDICIONES DE TRABAJO</b>	
<b>AMBIENTE DE TRABAJO</b>	<p style="text-align: center;"><i>1.3.1.1.1</i> Debido a la naturaleza de sus funciones se deben tener en cuenta las siguientes Condiciones:</p> <p>a) <b>ILUMINACIÓN:</b> Variable, depende del espacio y la hora a la que se encuentre laborando.</p> <p>b) <b>VENTILACIÓN:</b> Variable, depende del espacio donde se encuentre laborando.</p>

	<p>c) <b>TEMPERATURA:</b> Cálida, depende del ambiente donde se encuentre laborando. Al trabajar a la intemperie, la exposición prolongada a los rayos solares podría causarle insolación.</p> <p>d) <b>CONTAMINANTES QUÍMICOS:</b> Uso Esporádico. El mal manejo de los solventes utilizados en la limpieza de los componentes del acueducto y del alcantarillado, podría generar un riesgo.</p> <p>e) <b>RUIDO:</b> Variable, depende del espacio donde se encuentre laborando.</p> <p>f) <b>CONDICIONES HIGIENICAS:</b> Depende del espacio donde se encuentre laborando.</p> <p>g) <b>ESPACIO:</b> Algunas veces a la intemperie, otras veces en zanjas y dentro de las viviendas o establecimientos municipales, comerciales e institucionales.</p>
<p><b>RIESGOS INHERENTES</b></p>	<p>a) <b>ESFUERZO FISICO:</b> Se requiere para algunos casos esfuerzo físico grande, ya que se hace necesario adoptar posiciones incómodas y muy fatigosas. Además durante la jornada laboral, permanece la mayor parte del tiempo caminando o de pie.</p> <p>b) <b>ESFUERZO VISUAL:</b> Requiere esfuerzo visual normal y constante.</p> <p>c) <b>ESFUERZO AUDITIVO:</b> Requiere esfuerzo auditivo normal y constante.</p> <p>d) <b>ESFUERZO MENTAL:</b> Requiere concentración mental y de todos sus sentidos para las actividades que realiza</p>

<b>V. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD NREQUERIDOS</b>	
<p><i>1.3.1.1.1 Estos elementos son de porte obligatorio.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Uniformes</li> <li>b. Zapatos o botas</li> <li>c. Guantes, casco y gafas, tapa bocas según el caso.</li> </ul>	
<b>VI. RESPONSABILIDADES DEL CARGO</b>	
<b>POR MATERIALES Y EQUIPOS</b>	Responde por todos los materiales y suministros requeridos para desempeñar sus funciones. El deterioro o desperdicio de los mismos causaría pérdidas a la empresa.
<b>POR METODOS Y PROCESOS</b>	Responde por el proceso de tratamiento del agua. La falta de atención sobre esto tendría consecuencias sobre la salud de los usuarios o consumidores.
<b>DOCUMENTOS</b>	Responde por los registros y resultados de calidad del agua realizados en el marco de sus funciones y por los manuales de operación existentes de la planta de tratamiento.
<b>POR INFORMACION</b>	Responde por lo relacionado con la calidad del agua que suministra la entidad.

Fuente. EMPUGAM S.A.S E.S.P

## Anexo D. Registros diarios de pruebas fisicoquímicas de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Gamarra

	<b>EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE GAMARRA-CESAR NIT. 900.761.211-7</b>			
<b>FORMATO DE REGISTROS DE PARAMENTROS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>		Documento <b>F-LPTAP-UA-006</b>	Código <b>09-09-2014</b>	Fecha <b>A</b>

HA Julio 2015 MUESTRA 007 LUGAR DE RECOLECCION Planta de tratamiento ANALISIS FISICOQUIMICO X

DIA	INICIO	TERM	Hs	AGUA CRUDA L/SG	M <sup>3</sup> AGUA TRATADA	PH	TURBIEDAD	DUREZA	HIERRO	NITRITOS	CLORUROS	SULFATOS	Alcalinidad	CLORO RESIDUAL	Cloro Total	FOSFATOS	NITRA
6	5 am	6 pm	11	70	2,47	7.4	690	65	-0.1	0,02	NR	21	48	1.5	0.9	NR	NR
7	5 am	2 pm	9	70	2,43	7.3	775	63	-0.1	0,02	NR	25	65	1.5	1.1	NR	NR
8	5 am	6 pm	13	70	3,51	7.3	647	65	0.1	0,02	NR	27	72	1.5	1.2	NR	NR
9	5 am	9 am	4	70	1,08	7.4	596	58	0.1	0,02	NR	22	75	1.5	1.2	NR	NR
10	8 pm	12 pm	4	70	1,08	7.3	563	62	0.1	0,02	NR	23	77	1.5	1.3	NR	NR
11	1 pm	12 pm	11	70	2,97	7.3	532	58	0	0,02	NR	25	68	1.5	1.3	NR	NR
13	12 pm	12 pm	24	70	6,48	7.4	516	63	-0.1	0,02	NR	23	71	1.3	1.3	NR	NR
14	12 pm	10 pm	22	70	5,94	7.3	441	63	-0.1	0,02	NR	24	68	1.3	1.1	NR	NR
15	5 am	5 pm	12	70	3,24	7.4	410	62	-0.1	0,02	NR	22	60	1.1	1.0	NR	NR
16	5 am	12 pm	19	70	5,13	7.5	425	62	-0.1	0,02	NR	21	57	1.1	0.8	NR	NR
17	12 pm	5 pm	17	70	4,59	7.4	510	63	-0.1	0,02	NR	20	63	1.3	1.0	NR	NR
20	5 am	12 pm	19	70	5,13	7.5	480	62	-0.1	0,02	NR	22	63	1.3	1.0	NR	NR
21	12 pm	2 pm	14	70	3,78	7.4	464	60	-0.1	0,02	NR	22	62	1.3	1.0	NR	NR
22	5 am	6 pm	13	70	3,51	7.4	475	66	-0.1	0,02	NR	23	65	1.3	1.0	NR	NR
23	5 am	12 pm	16	70	4,32	7.2	483	58	-0.1	0,02	NR	22	70	1.3	1.0	NR	NR
24	12 pm	12 pm	24	70	6,48	7.2	440	51	-0.1	0,02	NR	22	75	1.3	1.0	NR	NR
27	12 pm	10 pm	22	70	5,94	7.3	450	56	0.1	0,02	NR	22	72	1.3	1.0	NR	NR
28	5 am	10 pm	17	70	4,59	7.2	775	51	0.1	0,02	NR	23	78	1.5	1.0	NR	NR
29	5 am	12 pm	19	70	5,13	7.3	390	62	0.1	0,02	NR	24	63	1.3	1.0	NR	NR
30	12 pm	11 am	11	70	2,97	7.2	367	63	-0.1	0,02	NR	25	71	1.3	1.0	NR	NR
31	3 pm	12 pm	9	70	2,97	7.2	576	58	0.1	0,02	NR	25	68	1.5	1.1	NR	NR

OPERARIO Fredy Quintero CARGO Operario

NR = No hay lectura

fuente. EMPUGAM S.A.S E.S.P



EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE GAMARRA-CESAR NIT. 900.761.211-7

FORMATO DE REGISTROS DE PARAMENTROS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	Documento F-LPTAP-UA-006	Código 09-09-2014	Fecha A	Revisió
---	-----------------------------	----------------------	------------	---------

Agosto 2015 MUESTRA 008 LUGAR DE RECOLECCION Planta de Tratamiento ANALISIS FISICOQUIMICO SI

INICIO	TERM	Hs	AGUA CRUDA L/SG	M³ AGUA TRATADA	PH	TURBIEDAD	DUREZA	HIERRO	NITRITOS	CLORUROS	SULFATOS	CLORO TOTAL	CLORO RESIDUAL	ALCALINIDAD	FOSFATOS	NITRATOS
6 am	10 pm	16	65	3,45	7,2	326	72,8	0,1	0,02	NR	24	1,3	0,0	68	NR	NR
5 am	9 pm	12	65	2,59	7,2	421	69,7	0,1	0,02	NR	24	1,3	1,0	62	NR	NR
5 am	12 pm	19	65	4,44	7,3	519	59,8	0,1	0,02	NR	23	1,3	0,9	60	NR	NR
12 pm	12 pm	17	65	3,97	7,2	630	59,8	0,1	0,02	NR	22	1,3	0,9	70	NR	NR
12 pm	12 pm	21	65	4,91	7,2	654	69,8	0,1	0,02	NR	22	1,3	0,9	62	NR	NR
12 pm	6 pm	18	65	5,47	7,2	671	59,8	0,1	0,02	NR	22	1,0	0,9	60	NR	NR
5 am	6 pm	13	65	3,04	7,3	625	59,8	0,1	0,02	NR	21	1,0	1,0	64	NR	NR
5 am	4 pm	11	65	2,57	7,4	561	69,7	0,1	0,02	NR	21	1,3	1,0	58	NR	NR
5 am	12 pm	17	65	3,97	7,2	526	59,8	0,1	0,02	NR	12	1,3	0,9	60	NR	NR
12 pm	1 pm	24	65	5,18	7,2	531	72,7	0,1	0,02	NR	24	1,3	0,9	72	NR	NR
12 pm	6 pm	18	65	3,88	7,4	560	69,8	0,1	0,02	NR	25	1,3	0,9	64	NR	NR
5 am	10 pm	17	65	3,36	7,4	576	69,8	0,1	0,02	NR	26	1,3	0,9	69	NR	NR
5 am	12 pm	19	65	5,33	7,4	561	72,8	0,1	0,02	NR	24	1,0	0,10	69	NR	NR
12 pm	6 pm	18	65	5,05	7,4	546	69,7	0,1	0,02	NR	24	1,0	0,9	72	NR	NR
5 am	6 pm	13	65	2,80	7,4	524	69,7	0,1	0,02	NR	24	1,0	0,10	64	NR	NR
5 am	12 pm	19	65	4,10	7,3	530	69,8	0,1	0,02	NR	21	1,3	0,10	66	NR	NR
12 pm	10 am	10	65	2,16	7,4	561	58,7	0,1	0,02	NR	22	1,3	0,10	66	NR	NR
12 pm	12 pm	26	65	4,32	7,3	577	57,7	0,1	0,02	NR	22	1,3	0,10	72	NR	NR
12 pm	10 pm	22	65	3,97	7,3	591	69,7	0,1	0,02	NR	21	1,3	0,10	69	NR	NR
5 am	9 pm	16	65	3,45	7,3	575	69,7	0,1	0,02	NR	21	1,3	0,10	67	NR	NR
8 am	12 pm	16	65	3,45	7,2	563	58,7	0,1	0,02	NR	10	1,3	0,10	67	NR	NR

VARIO Teodoro Quintero CARGO Operario

NR= NO Hay Fear

Fuente. EMPUGAM S.A.S E.S.P



EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE GAMARRA-CESAR NIT. 900.761.211-7

FORMATO DE REGISTROS DE PARAMENTROS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	Documento F-LPTAP-UA-006	Código 09-09-2014	Fecha A	Revisión
---	-----------------------------	----------------------	------------	----------

A Septiembre 2015

MUESTRA 009

LUGAR DE RECOLECCION Planta de Tratamiento

ANALISIS FISICOQUIMICO X

INICIO	TERM	Hs	AGUA CRUDA L/SG	M <sup>3</sup> AGUA TRATADA	PH	TURBIEDAD	DUREZA	HIERRO	NITRITOS	CLORUROS	SULFATOS	CLORO TOTAL	CLORO RESIDUAL	ALCALINIDAD	FOSFATOS	NITRATO
5am	10 pm	17	65	3,67	7,2	626	57	0,1	0,02	NR	26	1,5	0,9	57	NR	NR
12 pm	10 pm	21	65	4,53	7,2	555	58	0,1	0,02	NR	26	1,5	1,1	58	NR	NR
6 am	12 pm	18	65	3,88	7,2	781	62	0,1	0,02	NR	25	1,5	1,2	62	NR	NR
7 pm	8 pm	8	65	2,57	7,2	795	62	0,1	0,02	NR	25	1,2	1,2	62	NR	NR
12 pm	12 pm	24	65	5,18	7,2	971	62	0,1	0,02	NR	25	1,1	1,2	62	NR	NR
12 pm	10 pm	20	65	7,56	7,3	681	62	0,1	0,02	NR	25	1,1	1,2	62	NR	NR
6 am	12 pm	18	65	4,21	7,3	577	56	0,1	0,02	NR	25	1,2	1,2	56	NR	NR
6 am	10 am	4	70	9,36	7,2	526	58	0,1	0,02	NR	26	1,3	1,1	58	NR	NR
5 am	10 pm	16	65	3,45	7,3	534	63	0,1	0,02	NR	26	1,3	1,1	62	NR	NR
7 am	10 pm	15	65	3,24	7,2	541	62	0,1	0,02	NR	26	1,3	0,9	57	NR	NR
12 pm	10 pm	22	65	4,73	7,2	318	57	0,1	0,02	NR	26	1,3	0,9	56	NR	NR
8 am	12 pm	16	65	3,45	7,2	284	56	0,1	0,02	NR	26	1,3	0,9	57	NR	NR
5 am	9 pm	16	65	3,45	7,2	188	57	0,1	0,02	NR	26	1,3	0,9	57	NR	NR
12 pm	10 pm	22	65	5,94	7,2	260	58	0,1	0,02	NR	27	1,3	0,9	56	NR	NR
12 pm	12 pm	24	65	6,48	7,2	232	66	0,1	0,02	NR	26	1,3	0,9	58	NR	NR
5 am	12 pm	19	65	5,13	7,3	211	60	0,1	0,02	NR	27	1,3	0,9	60	NR	NR
5 am	10 pm	17	65	4,59	7,2	285	62	0,1	0,02	NR	26	1,3	0,9	62	NR	NR
3 pm	12 pm	9	65	2,43	7,3	465	63	0,1	0,02	NR	27	1,3	1,0	63	NR	NR
5 am	6 pm	11	65	2,97	7,3	512	62	0,1	0,02	NR	26	1,3	1,1	62	NR	NR
5 am	2 pm	9	65	2,43	7,3	455	62	0,1	0,02	NR	27	1,3	1,1	60	NR	NR
5 am	9 am	4	65	1,08	7,3	405	62	0,1	0,02	NR	28	1,3	1,1	63	NR	NR

OPERARIO Teodoro Quintero CARGO Operario

NR=NO hay reactivo

Fuente. EMPUGAM S.A.S E.S.P



EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE GAMARRA-CESAR NIT. 900.761.211-7

FORMATO DE REGISTROS DE PARAMENTROS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	Documento	Código	Fecha	Revisi
	F-LPTAP-UA-006	09-09-2014	A	

Octubre 2015 MUESTRA 010 LUGAR DE RECOLECCION Planta de Tratamiento ANALISIS FISICOQUIMICO X

INICIO	TERM	Hs	AGUA CRUDA L/SG	M³ AGUA TRATADA	PH	TURBIEDAD	DUREZA	HIERRO	NITRITOS	CLORUROS	SULFATOS	CLORO TOTAL	CLORO RESIDUAL	ALCALINIDAD	FOSFATOS	NITRATOS
12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,4	198	59,7	0,1	0,02	NR	23	1,3	1,1	54	NR	NR
5 am	10 pm	17	65	4,59	7,2	243	49,8	0,1	0,02	NR	23	1,4	1,1	45	NR	NR
5 am	12 pm	19	65	5,13	7,2	351	49,8	0,1	0,02	NR	23	1,4	1,2	60	NR	NR
6 am	12 pm	18	65	5,01	7,2	347	59,7	0,1	0,02	NR	24	1,3	1,2	58	NR	NR
12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,4	344	54,7	0,1	0,02	NR	25	1,3	1,2	52	NR	NR
5 am	10 pm	17	65	4,59	7,3	371	48,8	0,1	0,02	NR	24	1,3	1,2	61	NR	NR
12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,3	346	58,9	0,1	0,02	NR	22	1,3	1,2	45	NR	NR
12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,3	311	58,7	0,0	0,02	NR	22	1,2	1,1	44	NR	NR
5 am	10 pm	17	65	4,59	7,3	224	49,8	0,0	0,02	NR	21	1,3	1,1	57	NR	NR
12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,2	176	45,8	0,1	0,02	NR	20	1,4	1,2	54	NR	NR
12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,4	260	49,8	0,0	0,02	NR	23	1,1	1,0	51	NR	NR
5 am	10 pm	17	65	4,59	7,3	214	49,7	0,1	0,02	NR	25	1,3	1,0	47	NR	NR
6 am	12 pm	19	65	5,13	7,4	181	49,8	0,0	0,02	NR	26	1,3	1,0	54	NR	NR
12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,2	156	49,8	0,0	0,02	NR	26	1,3	1,0	57	NR	NR
6 am	12 pm	19	65	5,13	7,3	286	60	0,0	0,02	NR	25	1,1	0,9	66	NR	NR

12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,4	198	59,7	0,1	0,02	NR	23	1,3	1,1	54	NR	NR
5 am	10 pm	17	65	4,59	7,2	243	49,8	0,1	0,02	NR	23	1,4	1,1	45	NR	NR
5 am	12 pm	19	65	5,13	7,2	351	49,8	0,1	0,02	NR	23	1,4	1,2	60	NR	NR
6 am	12 pm	18	65	5,01	7,2	347	59,7	0,1	0,02	NR	24	1,3	1,2	58	NR	NR
12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,4	344	54,7	0,1	0,02	NR	25	1,3	1,2	52	NR	NR
5 am	10 pm	17	65	4,59	7,3	371	48,8	0,1	0,02	NR	24	1,3	1,2	61	NR	NR
12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,3	346	58,9	0,1	0,02	NR	22	1,3	1,2	45	NR	NR
12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,3	311	58,7	0,0	0,02	NR	22	1,2	1,1	44	NR	NR
5 am	10 pm	17	65	4,59	7,3	224	49,8	0,0	0,02	NR	21	1,3	1,1	57	NR	NR
12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,2	176	45,8	0,1	0,02	NR	20	1,4	1,2	54	NR	NR
12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,4	260	49,8	0,0	0,02	NR	23	1,1	1,0	51	NR	NR
5 am	10 pm	17	65	4,59	7,3	214	49,7	0,1	0,02	NR	25	1,3	1,0	47	NR	NR
6 am	12 pm	19	65	5,13	7,4	181	49,8	0,0	0,02	NR	26	1,3	1,0	54	NR	NR
12 pm	6 pm	6	65	2,14	7,2	156	49,8	0,0	0,02	NR	26	1,3	1,0	57	NR	NR
6 am	12 pm	19	65	5,13	7,3	286	60	0,0	0,02	NR	25	1,1	0,9	66	NR	NR

LABORATORIO: LABORATORIO DE AGUA POTABLE CARGO: ANALISTA

NO-NE-NO-NE-NO-NE

Fuente. EMPUGAM S.A.S E.S.P