

**ANALISIS Y DIAGNOSTICO EN LOS PROCESOS DE CLORIFICACION Y
CONTROL DE CALIDAD DE AGUA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE DEL MUNICIPIO DE SANTA ANA - MAGDALENA.**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO(A)
AMBIENTAL**

**AUTOR
SANIA TORO MANCERA
1052702302**



**PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA**

2021

**ANALISIS Y DIAGNOSTICO EN LOS PROCESOS DE CLORIFICACION Y
CONTROL DE CALIDAD DE AGUA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE DEL MUNICIPIO DE SANTA ANA - MAGDALENA.**

AUTOR

SANIA TORO MANCERA

1052702302

DIRECTOR

ING JAVIER AUGUSTO VERA SOLANO

MSc. Ingeniero Ambiental.



**PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA.**

2021

Agradecimientos

Primeramente, darle gracias a Dios, por haberme dado la sabiduría y fortaleza de escoger esta maravillosa carrera y la oportunidad de cumplir con una de mis metas.

Agradezco a mis padres Elba Mancera y Cesar Toro, quienes siempre me han apoyado y fueron unos de los motores de este logro a ellos mil y mil gracias, y este triunfo es dedicado a ellos que incansablemente me han sabido guiar en mi vida. A mis hermanos Sergio, Zamir y Katina, que en algún momento de mi vida siempre han estado ahí ayudándome y apoyándome; como también a mis queridos cuñados Cindy y William que siempre me han dado un buen consejo.

Asimismo, le agradezco a la empresa de la unidad de servicios públicos de Santa Ana Magdalena por haberme brindado la oportunidad de hacer mis pasantías y trabajar con ellos. También al MSc. Javier Vera Solano por darme la oportunidad de que fuera él quien me guiara y aguantara en este proyecto.

A mi novio el ingeniero Douglas Jiménez Gascón por haber estado siempre ahí en cada momento de dificultad y alegría de mi vida, a él también le agradezco mucho por todo.

Tabla de Contenido

1. Resumen Del Proyecto	12
2. Abstract	14
3. Introducción	16
4. Objetivos	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos	18
5. Planteamiento Del Problema	19
Descripción Del Problema	19
Formulación Del Problema	19
6. Justificación	21
7. Antecedentes	22
Nivel Internacional	22
Nivel Nacional	23
Nivel Local	24
8. Marco Referencial	26
9. Marco Contextual	31
Descripción Física De Santa Ana - Magdalena	31
Área De Estudio	31

Corregimientos De Santa Ana – Magdalena	33
Clima Y Hidrografía De Santa Ana – Magdalena	33
Empresa De La Unidad De Servicios Públicos	33
Misión	34
Visión	34
10. Marco Teórico	35
Tipos De Plantas De Tratamiento De Agua Potable	36
Convencionales	36
Compactas	36
Operaciones Unitarias Para El Tratamiento De Agua Potable	37
Coagulación	37
Floculación	37
Sedimentación	38
Filtración	38
Desinfección	38
Índice De Riesgo De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano (Irca)	39
11. Marco Legal	41
12. Metodología	45
Etapa I: Diagnostico	45
Actividad 1. Recopilación de información	45
Actividad 2. Diagnóstico De La Planta De Tratamiento De Agua Potable (PTAP)	46
Etapa II. Análisis De Los Datos	71
Actividad 1. Análisis De Todos Los Datos	71

Actividad 2. Comparación Con La Normativas Vigentes En Colombia	77
Etapa III. Implementación De Actividades	87
Actividad 1. Recomendaciones a los operarios de la planta en cuanto a los mejoramientos del proceso de desinfección y del tratamiento del cloro.	87
Actividad 2. Acciones de las iniciativas que mejoren el proceso de tratamiento de agua potable en el municipio, superando de esta manera las falencias encontradas en el abastecimiento y consumo del agua.	88
Actividad 3. Implementación de actividades.	90
Cronograma De Actividades	100
13. Resultados	101
Análisis recopilados de los datos de los ensayos del agua	101
Reporte de los análisis de los parámetros microbiológicos del agua.	103
Comparación de los resultados Vs resolución 2115 del 2007 en un día.	105
Análisis de la pregunta problema	108
14. Conclusiones	109
15. Recomendaciones	112
16. Bibliografía	114
17. Anexos	117

Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación del nivel de riesgo en salud según IRCA mensual y acciones que deben adelantarse (Resolución 2115, 2007).....	40
Tabla 2. Marco Legal	41
Tabla 3. Normas Técnicas Colombiana.	42
Tabla 4. Antecedentes de las normas, respecto del agua potable.....	43
Tabla 5. Puntaje de riesgo asignado.	47
Tabla 6. Clasificación del índice de riesgo de calidad del agua para consumo humano.	48
Tabla 7. Parámetro fisicoquímico del agua.....	50
Tabla 8. Reporte de los parámetros Microbiológicos.	52
Tabla 9. Propiedades físicas y químicas del sulfato de Aluminio.....	58
Tabla 10. Algunos componentes de cloro destinados a la desinfección del agua.....	61
Tabla 11. Técnicas de Cloración.....	62
Tabla 12. Métodos.....	72
Tabla 13. Dotación por suscriptor según el nivel de complejidad del sistema.	73
Tabla 14. Dotación por habitante según el nivel de complejidad del sistema.	74
Tabla 15. Caudal máximo diario.....	76
Tabla 16. Caudal máximo horario.....	77
Tabla 17. Seguimiento de los parámetros de la muestra de agua.....	78
Tabla 18. Comparación de los resultados Vs resolución 2115 del 2007 en un día. En un punto de muestreo (Barrio Mundo López).....	84

Tabla 19. Comparación de los resultados Vs resolución 2115 del 2007 en un día. En un punto de muestreo (Casa de la familia Luna).	84
Tabla 20. Límites máximos permisibles parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua.	86
Tabla 21. Límites máximos permisibles parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua.	86
Tabla 22. Aceptabilidad de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua para consumo humano en Santa Ana Magdalena.	95
Tabla 23. Reporte de los resultados microbiológico del agua.	96
Tabla 24. Cronograma de Actividades.	100
Tabla 25. Análisis del seguimiento a los parámetros fisicoquímico del agua en el barrio Mundo López.	101
Tabla 26. Análisis del seguimiento a los parámetros fisicoquímico del agua en la casa de la familia Luna.	102
Tabla 27. Reporte de los resultados microbiológico del agua.	103
Tabla 28. Reporte de los resultados microbiológico del agua.	104
Tabla 29. Comparación de los resultados Vs resolución 2115 del 2007 en un día. En un punto de muestreo (Casa de la familia Luna).	105
Tabla 30. Comparación de los resultados Vs resolución 2115 del 2007 en un día. En un punto de muestreo (Barrio Mundo López).	106
Tabla 31. Cálculo del IRCA.	107

Lista de Figura

Figura 1. Localización Geografica del municipio de Santa Ana – Magdalena.....	31
Figura 2. Municipio de Santa Ana – Magdalena.....	32
Figura 3. Algunos compuestos de cloro utilizados en la desinfección del agua.	39
Figura 4. Formula del IRCA	49
Figura 5. Bocatoma en el Rio Magdalena.....	53
Figura 6. Pozos Subterráneo Profundo.....	54
Figura 7. Válvula de compuerta de los pozos subterráneos.	54
Figura 8. Sulfato de Aluminio.....	57
Figura 9. Almacenamiento	66
Figura 10. Cuarto de Insumos Químicos.....	67
Figura 11. Descargue de los Insumos Químicos.....	67
Figura 12. Toma de Muestra de Agua en el punto de muestreo del Barrio Mundo López.....	69
Figura 13. Análisis del Agua.....	69
Figura 14. Toma de Muestra de Agua.....	70
Figura 15. Equipos	70
Figura 16. Equipos	71
Figura 17. Toma de Muestra del pH	79
Figura 18. Toma de muestra del pH.....	80
Figura 19. Turbidímetro	81
Figura 20. Cloro Residual	82
Figura 21. Toma y Ensayo del cloro Residual	82
Figura 22. Análisis de la muestra del cloro Residual.....	83

Figura 23. Equipo para la bomba principal	88
Figura 24. Cilindros de cloro gaseoso.....	89
Figura 25. Material (Sulfato de aluminio).....	89
Figura 26. Equipo Comparativo de pH	90
Figura 27. Campaña de Aseo	92
Figura 28. Campaña de Aseo.	92
Figura 29. Campaña de Aseo	93
Figura 30. Actividad de charla de concientización.	94
Figura 31. Censo	94

Tabla de Anexos

Anexo 1. Reporte de Resultado del laboratorio.	117
Anexo 2. Excel de los cálculos de la población	119
Anexo 3. Seguimiento de los parámetros	124
Anexo 4. Censo	126
Anexo 5. Cálculo del IRCA	128
Anexo 6. Análisis	128
Anexo 7. Localización de la regleta	129
Anexo 8. Regleta	129
Anexo 9. Río Magdalena.....	130
Anexo 10. Tanque de Filtración.....	130
Anexo 11. Tanque de filtración.....	131

1. Resumen Del Proyecto

El presente proyecto de prácticas empresariales titulado “Análisis y diagnósticos en los procesos de clarificación y control de calidad de agua en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena” tiene como objetivo fundamental desarrollar los diferentes procesos de clarificación y control de calidad de agua en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena.

En la práctica se llevó a cabo las funciones de acompañante de supervisión en los procesos de clarificación del agua potable, y los procesos de control de calidad del agua y la verificación de la concentración del cloro, ante todo con la principal norma que rige la calidad del agua en Colombia que es la resolución 0330 del 2017, por medio del cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano, toda esta investigación se realizó en la planta de tratamiento de agua potable de Santa Ana en el departamento del magdalena. Para la purificación del agua se realizaron dos metodologías, el primero de ellos fue el método del cloro que es un procedimiento primario de desinfección del agua en la que se utiliza compuestos clorados, y el segundo método fue el de filtración a través de lecho interno que son sistema de filtrado que atrapa las partículas de mayor tamaño suspendidas en el agua.

Los resultados obtenidos de los métodos de purificación y filtración del agua se continúan analizando y realizando aún más pruebas en el laboratorio ya que en algunos casos el agua sale a veces con partículas, bacterias y virus que causan enfermedades en todas las personas consumidoras de esta agua, esto se realizó con el fin de que la empresa de la unidad de los servicios públicos de Santa Ana Magdalena, tenga un mejoramiento y cumpla con los estándares que exige la norma del agua para consumo humano en Colombia. Debido a lo cual, el agua potable es un servicio básico e indispensable, para los seres humanos, con el cual se pretende

mejorar también la calidad de vida de los habitantes de toda la población del municipio con estudios posteriores que permitieron la estimación de las causas de los procesos de clorificación y control de calidad del agua potable.

PALABRAS CLAVES: Coagulante, pH, enfermedades, cloro, Dosificación, partículas, control, mejoramiento, consumo, virus.

2. Abstract

The present business practices project entitled "Analysis and diagnostics in the chlorification processes and water quality control in the drinking water treatment plant of the municipality of Santa Ana Magdalena" has as a fundamental objective to develop the different processes of chlorification and control of water quality in the drinking water treatment plant of the municipality of Santa Ana Magdalena.

In practice, the functions of supervising companion were carried out in the drinking water chlorification processes, and the water quality control processes and the verification of the chlorine concentration, above all with the main standard that governs quality of water in Colombia, which is resolution 0330 of 2017, by means of which the system for the protection and control of the quality of water for human consumption is established, all this research was carried out at the Santa Ana drinking water treatment plant in the department of Magdalena. For the purification of the water, two methodologies were carried out, the first one was the chlorine method, which is a primary procedure for disinfection of water in which chlorinated compounds are used, and the second method was filtration through an internal bed that They are a filtering system that traps the largest particles suspended in the water.

The results obtained from the methods of purification and filtration of the water continue to be analyzed and further tests carried out in the laboratory since in some cases the water sometimes comes out with particles, bacteria and viruses that cause diseases in all the people who consume this water. This was done in order for the company of the Santa Ana Magdalena public services unit to improve and comply with the standards required by the norm for water for human consumption in Colombia. Due to which, drinking water is a basic and indispensable service, for human beings, with which it is also intended to improve the quality of life of the inhabitants of

the entire population of the municipality with subsequent studies that allowed the estimation of the causes of chlorification processes and quality control of drinking water.

KEY WORDS: Coagulant, pH, diseases, chlorine, Dosage, particles, control, improvement, consumption, virus.

3. Introducción

La cloración en la actualidad es un medio más sencillo y eficiente para desinfectar el agua y hacerla potable; Porque se fundamenta en introducir cloro gaseoso, que esto sirve para matar todos los microbios, virus patógenos y los microorganismos que contiene el agua cruda.

Por otra parte, es más común en las plantas de tratamientos de agua potable la utilización del componente del cloro para la purificación del agua potable, ya que se hace más fácil la localización de sus niveles y evidencia de su efectividad del tratamiento del agua, lo que lo hace más seguro y conveniente para las concentraciones manipuladas. La importancia de la vigilancia y del control de calidad del agua potable para el consumo humano, es contribuir con información que convenga a la toma de decisiones para su mejoramiento y calidad y de esta manera, proporcionar beneficios para la salud, reduciendo así la incidencia de enfermedades por causa del agua contaminada.

El objetivo de esta investigación es desarrollar los diferentes procesos de clorificación y control de calidad de agua en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena. Asimismo también de esta manera tener en cuenta si estamos regulándonos con la normas que rige la calidad del agua en Colombia que es la resolución 0330 del 2017, por medio del cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano, de esta manera llevar a cabo un método en los proceso para el tratamiento del agua potable, con el fin de que no se presenten frecuentemente este tipo de inconformidades con la comunidad por la deficiente calidad del agua.

En la presente investigación, podemos observar los resultados obtenidos en los análisis de los procesos de clorificación del agua y los procesos de control de calidad del agua y las

concentraciones del cloro en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena.

4. Objetivos

Objetivo General

- Diagnosticar y apoyar los diferentes procesos de clarificación y control de calidad de agua en la planta de tratamiento de agua potable en el municipio de Santa Ana - Magdalena.

Objetivos Específicos

- Identificar los procesos del control de calidad del agua en la planta de tratamiento de agua potable en el municipio de Santa Ana Magdalena.
- Verificar las concentraciones de los diferentes parámetros de calidad en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena.
- Plantear iniciativas que mejoren el proceso de tratamiento de agua potable en el municipio de Santa Ana, superando de esta manera las falencias encontradas en el abastecimiento y consumo del agua.

5. Planteamiento Del Problema

Descripción Del Problema

En la actualidad el requerimiento sobre la calidad del agua potable es muy alto y esto nos lleva a investigar los distintos parámetros y sistemas que nos brindan tan significativo recurso entre ellos hallamos a las plantas de tratamiento. Asimismo, como consecuencia a la contaminación de los ríos, mares, océanos, canales y lagos, es que cada vez más encontramos más sequías con nuestras aguas, es uno de los temas prioritario a nivel mundial debido a los cambios que se generan por el mal uso de los recursos naturales.

“El agua es esencial y todas las personas deben disponer de un suministro satisfactorio. Mejorar las condiciones de acceso al agua potable puede proporcionar beneficios o repercusiones en la salud de la población, por lo tanto, el tema de la calidad del agua para consumo humano es importante a nivel internacional, para ello se propone realizar el máximo esfuerzo para lograr que esta sea la mejor posible” **(Redondo E, 2016)**.

Formulación Del Problema

El proyecto de control y calidad de agua potable, es llevado a cabo dada la necesidad de mejorar la calidad de vida de la población del municipio de Santa Ana Magdalena, pese a ser un municipio pequeño tiene gran variedad de destinos turísticos y por ser zona ganadera del país. En el municipio de Santa Ana-Magdalena, desde hace tiempos atrás se están presentando muchas enfermedades por el consumo de agua contaminada, pero la población más vulnerable con estas enfermedades son los adultos mayores y los niños son sus principales víctimas.

Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud (**OMS, 2020**), “la contaminación que afecta al planeta también afecta el agua, ya que la mayoría de desechos van a parar a ríos y mares, generando daños en los ecosistemas y, una consecuencia, principalmente en los países del tercer mundo, es el incremento de enfermedades altamente letales por consumir agua contaminada. Los desechos tóxicos de los productos químicos para la agricultura, fertilizantes, y plaguicidas son los principales contaminantes del agua y, aún en bajas concentraciones, pueden causar enfermedades como el cáncer”.

En este caso el municipio de Santa Ana Magdalena cuenta con una planta de tratamiento de agua potable, pero se encuentra en un estado un poco lamentable y descuidado en cuanto a las instalaciones y estructuras.

Por eso es necesario seguir investigando sobre la problemática planteada, y por esto se genera la siguiente pregunta problema:

¿La planta de tratamiento de agua potable que está abasteciendo de agua a la comunidad del municipio de Santa Ana - Magdalena cumple o no con los parámetros de la ley en Colombia que es la resolución 0330 del 2017 de la calidad del agua?

6. Justificación

El análisis y diagnóstico de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena. Específicamente nos permitirá a identificar la calidad del agua y funcionamiento actual de la planta con recopilación de información para análisis y comparación de datos con la normatividad vigente en Colombia como lo es la resolución 2115 del 2007, esto con el fin de establecer mejoras que favorezcan a la comunidad y a las personas prestadoras del servicio público.

De tal manera que con toda esta información nos sirva a todos, y sea de gran utilidad para el mejoramiento de las evaluaciones técnicas y operativas de las plantas, ya sea para la empresa de la Unidad de los Servicios Públicos (USP) del municipio de Santa Ana Magdalena, como también a la demás empresa prestadora de servicios de acueducto, como para todos nosotros los Ingenieros Ambientales. Este proyecto nos ayuda a reforzar temas vistos y favorecer al desarrollo profesional, asimismo para culminar mi carrera.

7. Antecedentes

Nivel Internacional

En el estudio realizado por **(Torres, 2018)**, Presenta una investigación que ha sido realizado para un sistema de abastecimiento de la comunidad “La Planta”, distrito de Paijan, donde el servicio es ineficiente en cuanto a su correcta cloración y calidad de agua de consumo. Obteniendo como resultado el diseño de un sistema automatizado de dosificación de cloro gas con una capacidad del clorinador de 0.6 PPD/11 g/h y salida analógica de 4 a 20 ma de acuerdo a un caudal de 1.770 L/s y una demanda necesaria de 1.01 g/m³, que garantizara permanentemente la calidad del agua en la distribución del servicio.

En el estudio realizado en la universidad complutense por **(Vergara, 2015)**, se elaboró un trabajo basado en la Cloración frente a ozonificación en el tratamiento de agua potable. Ventajas y desventajas de ambos procesos, en este trabajo se realiza una revisión de los diferentes productos químicos utilizados en la desinfección del agua potable. Se obtiene como resultado de la investigación el fundamento de los métodos de desinfección, así como los factores que determinan la formación y la presencia de subproductos en el proceso de desinfección y se presentan aspectos normativos para estos contaminantes que pueden ser potencialmente peligrosos para la salud humana.

Nivel Nacional

En el estudio realizado por **(Borda, 2020)**, en su investigación denominada “Caracterización de los niveles de subproductos mayoritarios de la cloración en muestras de agua potable”, llevada a cabo en Bogotá Colombia; En esta investigación se realizó el análisis de los trihalometanos THMs; Cloroformo (CHCl_3), clorodibromometano (CHClBr_2), bromodiclorometano (CHCl_2Br) y tribromometano (CHBr_3), y la evaluación de su impacto en la calidad del agua en una planta de tratamiento de agua potable ubicada en el municipio de Cogua, una de las más importantes del departamento de Cundinamarca, Colombia, que abastece alrededor de 170.0000 habitantes. La determinación analítica se realiza a través de la adecuación de una técnica espectrofotométrica U.V -VIS. Los resultados obtenidos se correlacionan con las variables: cloro residual, carbono orgánico, ultravioleta absorbancia en 254 nm y pH.

En el estudio realizado en la universidad Simón Bolívar de Barranquilla por **(Camacho, 2020)**, en su estudio aborda el tema del Uso de las cáscaras de papa (*Solanum tuberosum* L) en la clarificación del agua de la Ciénaga de Malambo. Tuvo como objetivo realizar un estudio comparativo del proceso de clarificación de un humedal natural usando dos coagulantes, sulfato de aluminio y cascara de papa (*Solanum tuberosum* L). Inicialmente se recolectó el residuo agroindustrial de diferentes establecimientos de comidas rápidas y restaurantes de la ciudad de Barranquilla donde, habitualmente, es descartado. Y tuvo como resultado el agua objeto de estudio tuvo una turbidez inicial de 59,60 UNT. La mayor remoción de este parámetro se obtuvo con una dosis de 40 mg/L de sulfato de aluminio (92,51%); mientras que el coagulante natural removió 81,32% al emplear una dosis de 10 mg/L.

Nivel Local

En el estudio realizado por **(Lugo L, 2018)**, la investigación denominada “Beneficios socio ambientales por potabilización del agua en los pueblos palafíticos de la ciénaga grande de santa marta-Colombia”, se realizaron los estudios a la purificación del agua comprende el uso de tecnologías, en las que se llevan a cabo diversos procesos de tratamiento, cuya finalidad es la de remover contaminantes en el agua hasta ciertas concentraciones, que no representen riesgo para la salud humana.

El tipo de estudio de este reporte de caso es indagatorio, en el que, a través de una encuesta y un muestreo de calidad de agua, se diagnostica la problemática relacionada con la gestión del agua potable, el análisis socio-ambiental, se realizó por medio de encuestas aplicadas en los pueblos de estudio; se indagó sobre la gestión del agua de consumo humano en las viviendas. Y se llegó al resultado del análisis de beneficio socio-ambiental: Entre las técnicas que más utilizan en estas dos comunidades rurales está la cloración, la cual, requiere de un personal capacitado para su aplicación en el tratamiento de agua potable, ya que su dosificación requiere de mucho cuidado, puesto que el cloro residual en el agua tratada puede formar compuestos organoclorados, conocidos como trihalometanos, que se han identificado como cancerígenos para la salud humana.

En el estudio realizado por **(Sampayo C, 2017)**, durante la investigación el proceso de potabilización del agua, es posible que se den una serie de reacciones químicas entre el cloro utilizado en la desinfección y la materia orgánica presente en el agua tratada. Y tiene como objetivo de este trabajo fue comprobar preliminarmente la presencia de sustancias químicas nocivas como subproductos del uso de coagulantes naturales y sintéticas, en el proceso de coagulación-floculación de agua cruda del río Magdalena, Colombia. Y se obtuvo como

resultados que la turbidez del agua en el río Magdalena puede variar dependiendo de la época y de la intensidad de la lluvia, también se observa que la actividad coagulante dependió de la dosis aplicada y aumentó proporcionalmente conforme con el aumento de la turbidez del agua cruda. Este comportamiento es típico de la coagulación mediante adsorción y neutralización de Cargas.

Asimismo, los resultados de este estudio demuestran que el coagulante natural, al igual que el sintético, tiene gran capacidad de coagulación del agua cruda del río Magdalena. Sin embargo, no es recomendable su uso simultáneo con cloro, porque da lugar a la producción de cloroformo, que es el compuesto más representativo del grupo de compuestos conocidos como Trihalometanos totales, por lo que existe un riesgo de efectos adversos a la salud.

8. Marco Referencial

Agua Bruta: El agua cruda generalmente no es segura para el consumo humano, por lo que el uso de la misma para beber y cocinar en algunos países en desarrollo es un problema de salud importante. Asimismo, el agua cruda o agua bruta es aquella que no ha recibido ningún tratamiento y que no ha sido aún introducida en la red distribución. Se encuentra en fuentes y reservas naturales tanto de aguas superficiales (ríos, lagos, embalses, canales.) como aguas subterráneas (pozos, manantiales, entre otras).

El agua bruta contiene materia orgánica, materia inorgánica y microorganismos, así como sabor, olor, color y turbidez, por lo que antes de poder ser considerada como agua potable, el agua cruda o bruta debe pasar por los diferentes procesos que conforman las estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP). Es por esta razón por la que beber este tipo de agua, que no ha sido tratada o sometida a controles estrictos de seguridad alimentaria, puede suponer un riesgo para la salud (**Hernandez T., 2017**).

Aducción: Es la conducción o transporte de agua desde la cuenca hasta la planta de tratamiento, tanque de regulación o directamente a la red ya sea por tubería, canal o túnel.

En aducciones abiertas, se deben prever inspecciones rutinarias que permitan establecer posibles fuentes de contaminación de las aguas transportadas. En los casos en que la aducción sea mediante tuberías a presión o canales en los cuales existan tramos por encima de la superficie del terreno, debe verificarse los asentamientos producidos en anclajes y uniones, válvulas y codos (**IDEAM**).

Agua Potable: El agua potable o agua apta para el consumo humano es agua que sirve para beber, preparar alimentos, higiene y fines domésticos. En especial el agua puede ser consumida

por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades. El agua potable debe ser limpia, insípida, inodora, incolora y libre de contaminantes, aunque debe contener sustancias disueltas que son beneficiosas para el organismo **(Hernandez T., 2017)**.

Almacenamiento: El tanque de almacenamiento o reserva garantiza la cantidad de agua requerida por la población en las horas de mayor consumo. El almacenamiento de agua tratada es un imperativo para poder atender, ojalá por gravedad, la demanda máxima horaria de la red de distribución de agua potable o la necesidad de garantizar y/o compensar las presiones en la red de distribución **(IDEAM)**.

Análisis físico-químico del agua: Son las pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas. En el análisis físico químico se indican cuales han de ser los análisis de autocontrol y los análisis en el grifo del consumidor para ver la calidad del agua. En bacteriologías, tiene como objetivo determinar si el agua contiene microorganismos fecales, cuya presencia indica la contaminación de origen animal o humano, y con solo con la presencia de un microorganismo patógeno provoca la enfermedad a un ser vivo.

Este análisis determina aspecto color, olor, sabor, turbiedad, sólidos disueltos totales, dureza total alcalinidad F, alcalinidad M, cloruros (Cl), sulfatos (SO₄), hierro (Fc), manganeso (Mn), amonio (N114), nitritos (NO₂), nitratos (NO₃), fluoruro (F), arsénico (As), plomo (Pb) y vanadio (V) **(Hernandez T., 2017)**.

Calidad del agua: Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua. La calidad del agua de la forma más completa posible para identificar el tipo de tratamiento que requiere tanto en períodos de tiempo seco como de lluvia.

Por otro lado, la calidad del agua hace referencia a las condiciones en que se encuentra el agua

respecto a sus características físicas, químicas y biológicas en estado natural o después de ser alteradas por acción antrópica. Este concepto ha sido asociado al uso del agua para consumo humano, cuya importancia radica en que el agua es uno de los principales medios para la transmisión de muchas enfermedades que afectan a la población **(Redondo E, 2016)**.

Desinfección: La desinfección es el último proceso unitario de tratamiento del agua y tiene como objetivo garantizar la calidad de la misma desde el punto de vista microbiológico y asegurar que sea inocua para la salud del consumidor.

Se le adicionan los reactivos como el cloro, para eliminar microorganismos que ocasionan enfermedades o son patógenos y garantizar la calidad del agua en las redes de distribución. Adicionalmente ayuda a la oxidación del hierro, el manganeso y los sulfuros de hidrógeno y a la destrucción de algunos compuestos que producen olores y sabores **(Vargas L)**.

Dosificación: Proceso en el cual se dosifican sustancias químicas al agua llevándola a su potabilización mediante el ensayo de jarras, para obtener una calidad del agua tratada que se encuentre en los estándares exigidos en el Decreto 1575 del 2007 **(Torres, 2018)**.

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.

- **Red matriz:** Conjunto de tuberías mayores que conforman la malla principal del servicio, distribuye el agua de la planta de tratamiento o tanque de almacenamiento a las redes secundarias.
- **Red secundaria:** Conjunto de tuberías que suministra agua en ruta a los barrios o urbanizaciones. **Red menor:** Se deriva de la red secundaria y suministra agua a los puntos de consumo **(Redondo E, 2016)**.

Sedimentación: Proceso natural por el cual las partículas más pesadas que el agua, que se encuentran en suspensión, son removidas por la acción de la gravedad. También se puede decir que es la remoción por efecto gravitacional de las partículas en suspensión presentes en el agua.

Debido a que la sedimentación es un proceso en el cual la carga de microorganismos patógenos del agua puede concentrarse en los lodos, es necesario tener en cuenta que los presedimentadores, usados para abastecimiento de agua cruda, requieren un manejo cuidadoso a fin de no captar aguas estratificadas cuya calidad cause problemas en la planta de tratamiento (Redondo E, 2016).

Filtración: La filtración como el paso de un fluido a través de un medio poroso que retiene la materia que se encuentra en suspensión. Asimismo la filtración es muy efectiva en la retención de los microorganismos grandes, como las algas y diatomeas; pero los olores y sabores asociados a ellos no son eliminados a menos que se consideren otros procesos específicos para este fin (Vargas L).

Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP): Por consiguiente, una planta de potabilización es “un conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad de agua potable.

Las plantas de tratamiento pueden ser compactas o convencionales y las más conocidas son las llamadas convencionales”. Algunos elementos y procesos son: En primer lugar, la captación es un conjunto de obras o estructuras necesarias para obtener o “captar” el agua de una fuente de abastecimiento. Pasando por el desarenador para remover arenas y conducir el agua por una línea de aducción y conducción, que será tratada en la planta de tratamiento igualmente pasando por procesos como dosificación, sedimentación, filtración, desinfección y almacenar finalmente el agua como provisión en un tanque de almacenamiento para luego distribuirla a los usuarios

(TRIANA M, 2017).

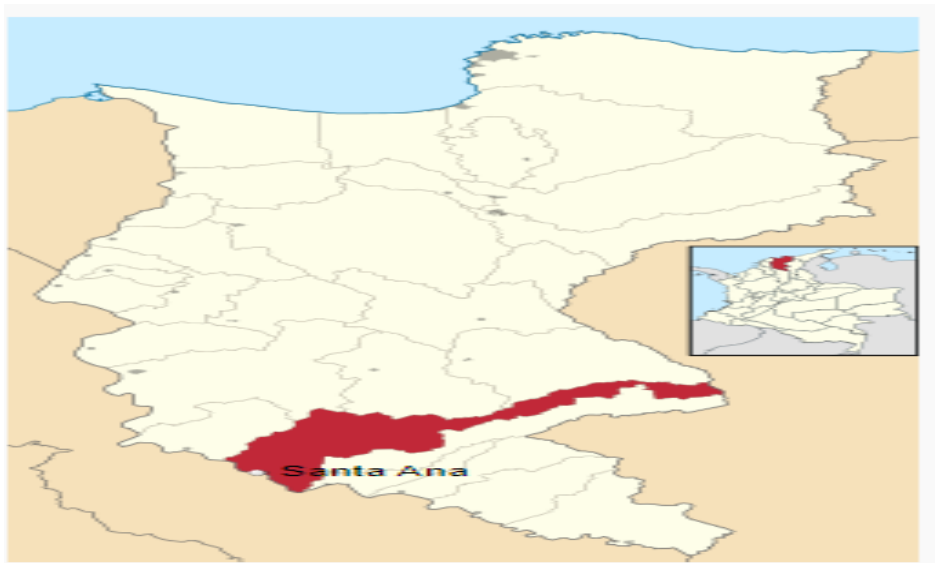
Valor admisible: Valor establecido para la concentración de un componente o sustancia, que garantiza que el agua de consumo humano no representa riesgo para la salud del consumidor
(Hernandez T., 2017)

9. Marco Contextual

Descripción Física De Santa Ana - Magdalena

El municipio de Santa Ana, está ubicado en las coordenadas latitud nororientales 9°19'07.32" Norte y longitud 74°34'07.32" Oeste. Se encuentra con una altitud de 120 m.s.n.m, el municipio cuenta con una población actual de 25, 938 habitantes y una extensión de 1.120 km² de superficie (Ver ilustración 1).

Figura 1. Localización Geografica del municipio de Santa Ana – Magdalena



FUENTE: (earth, 2021)

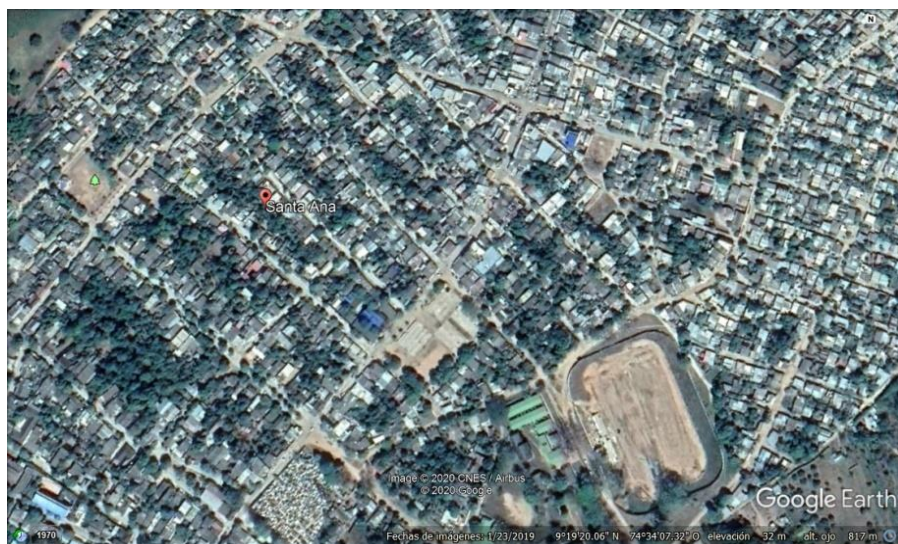
Área De Estudio

Santa Ana Magdalena “es un municipio que se encuentra localizado en la Depresión Momposina, que hace parte de la unidad fisiográfica del valle irrigado por el río grande de la Magdalena, caracterizado por ser bajo, plano y propenso a inundaciones por la presencia de numerosos caños, ciénagas y los frecuentes desbordamientos del río. Además, parte del territorio se halla en

el sistema de lomas y Colinas disceptadas por el sistema de drenaje, ubicadas en el sector Altos del Río Grande de la Magdalena, con una altura que no supere los 120 metros sobre el nivel del mar; y en la llanura del Ariguaní, en el sector nororiental del municipio, con unas coordenadas $9^{\circ}19'07.32''$ N $74^{\circ}34'07.32''$ O con una elevación de 32 metros” (Alcaldía, 2020).

Las principales formas del relieve que caracterizan al municipio de Santa Ana son la llanura aluvial del Río Grande de la Magdalena y el Valle Aluvial de ríos intermitentes que definen planos de inundación en sus paisajes, la planicie eólica, fluvial y el relieve colinado erosional en donde se identifican como paisajes colinas erosionales, colinas y cerros erosionales en arcillas terciarias respectivamente. Geológicamente, el manto que cubre del municipio está constituido de material sedimentario del cuaternario en la llanura y valles aluviales, mientras que en la planicie y en el relieve colinado el material sedimentario corresponde al terciario. Santa Ana cuenta con una población de 25, 938 habitantes. (Ver ilustración 2).

Figura 2. Municipio de Santa Ana – Magdalena.



FUENTE: (earth, 2021)

Corregimientos De Santa Ana – Magdalena

El Municipio de Santa Ana Magdalena “comprende los corregimientos de San Fernando, Barroblanco, Jaraba, Santa Rosa y Germania. Su gente se caracteriza por su alegría, espíritu de colaboración y por ser personas emprendedoras pero sectarias en materia política. Santa Ana es un municipio con muchas riquezas naturales” (Alcaldía, 2020).

Clima Y Hidrografía De Santa Ana – Magdalena

Clima: “Presenta temperaturas superiores a los 24°C y una precipitación que oscila entre los 1.000 y 2.000 mm. Además, las alturas máximas al interior del municipio no superan los 120 m.s.n.m, lo que le sitúa en el piso térmico cálido.

Hidrografía: El municipio de Santa Ana se caracteriza por estar localizado en la depresión Momposina, sobre el brazo de Mompox, en una longitud de 22 km; Hacia el sector nororiental del municipio, tiene como lindero el río Ariguaní en una longitud de 8 km; Así el área territorial del municipio se halla distribuido en la cuenca baja del río grande de la Magdalena con cien mil doscientos cincuenta y cuatro (100.254) Hectáreas, equivalente al 87.32%, y en la cuenca del río Ariguaní, con catorce mil quinientos sesenta y cinco (14.565) Hectáreas, equivalente al 12.68% “ (Municipio, 2021).

Empresa De La Unidad De Servicios Públicos

La Unidad de Servicios Públicos de Santa Ana- Magdalena, brinda los servicios básicos como el de acueducto, alcantarillado y aseo a todo el municipio, mejorando la calidad de vida a toda su comunidad en general.

Misión

“Prestar los servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, comprometidos con la comunidad en cuanto a su calidad de vida a través de los fundamentos basados en la responsabilidad social, efectividad en los procesos, y compromiso de los trabajadores.

Visión

En el año 2018-2019 la Unidad municipal de Servicios Públicos de Santa Ana se consolidará como una unidad líder en la prestación de servicios públicos de acueducto y saneamiento básico con reconocimiento por su modelo de gestión y vocación de servicio a la comunidad” **(E.U.S.P., 2021).**

10. Marco Teórico

La clarificación del agua potable es un paso prácticamente en los tratamientos de aguas para lograr la esterilización de organismos patógenos y bacterias, también se utiliza en las últimas etapas de los tratamientos de potabilización e inclusive de depuración. En este paso se busca eliminar los microorganismos que logren haber sobrevivido a los pasos primordiales. En esto se agrega una sustancia oxidante como lo es el cloro que certifica la característica del agua ante todas las posibles contaminaciones eventuales o en su recorrido a través de la red de abastecimiento. “Además de lograr la destrucción de patógenos, también sirve para eliminar sólidos minerales y orgánicos no deseados. En este grupo se encuentran las sustancias que provocan olores y sabores desagradables en el agua. Debido a estos casos y otros similares, se emplea el proceso de desinfección con cloro. El cloro es un producto químico de gran poder bactericida y remanente. Este compuesto químico logra destruir las enzimas fundamentales para la vida de estos agentes patógenos. Es decir, el cloro consigue eliminar los microorganismos patógenos que pueden existir en el agua y, en consecuencia, disminuye la probabilidad de transmisión de enfermedades por medio del agua” **(tecpa, 2018)**.

Asimismo, el recurso hídrico se identifica por ser una necesidad importante para la conservación y vida de los seres humano por ello desde tiempos antiguos se ha visto la necesidad de ingeniar diversos sistemas de tratamiento de agua con el objetivo de purificar este delicioso recurso, ya que por numerosos problemas que se han presentado a nivel mundial en relación al medio ambiente se presenta unos escasos de agua natural apta para el consumo humano.

Por otra parte **(Hernandez T., 2017)**, nos dice que estos sistemas que se emplean para la purificación del agua van dependiendo de las necesidades del lugar donde se requiere dicha labor, por lo que se encuentran varios procesos fundamentales para conseguir que el agua tenga

las propiedades físicas y químicas adecuadas que no lleguen afectar la salud de cada uno de los seres humanos que dispongan a su consumo.

Tipos De Plantas De Tratamiento De Agua Potable

Convencionales

“Es un sistema de tratamiento integrado que incluye todos los procesos para la obtención de agua potable, como los son: coagulación, mezcla rápida, floculación, sedimentación, clarificación, filtrado y desinfección. Dependiendo de las características del agua podemos obtener un sistema de filtración simple o doble el cual es recomendable cuando el agua tiene alto color o contenidos altos de hierro y manganeso. Cada planta se debe diseñar de acuerdo al análisis de agua y trazabilidad y se debe hacer con sistema modular que incorpore las etapas del tratamiento. Estas deben tener su tanque en acero o fibra de vidrio y contener lechos filtrantes para la grava, arena, antracita, carbón activado y/o resinas especializadas. Si el agua tiene alto contenido de hierro se requiere un tratamiento de oxidación previo hecho mediante torres de aireación o pre-cloración” (Fonseca, 2018).

Compactas

“La planta modular es un sistema integrado de tratamientos en varias etapas que incluye todos los procesos requeridos para obtener agua potable. Ocupan poco espacio y se pueden ampliar fácilmente añadiendo módulos de clarificación y de filtración. Adecuadas para: aguas de pozo profundo con alto contenido de color, hierro y manganeso; y muy eficientes con aguas de quebradas de montaña con parámetros que van de mediano a bajo contenido de sólidos en suspensión (SST) y con contenidos de color, que presentan picos pasajeros de alta turbiedad y color cuando hay lluvias fuertes. De acuerdo con las características del agua a tratar, se incorpora

procesos de pre aireación y oxidación, arenas especiales para eliminar hierro y manganeso o pos tratamiento con carbón activado cuando hay elementos orgánicos” (Romero, 2015).

Operaciones Unitarias Para El Tratamiento De Agua Potable

Coagulación

Los procesos que se llevan a cabo en esta etapa de la coagulación en el tratamiento del agua potable son la dosificación y la mezcla rápida. Una vez adicionados los coagulantes y auxiliares de la coagulación deben esparcirse rápida y homogéneamente en el cuerpo de agua, para lo cual deben aprovechar las unidades de mezcla rápida. Estos equipos pueden ser hidráulicos o mecánicos. Entre las unidades hidráulicas de mezcla rápida que pueden utilizarse se encuentran el resalto hidráulico, los vertederos, los mezcladores estáticos y los difusores; entre las unidades mecánicas de mezcla rápida que pueden emplearse se encuentran los mezcladores mecánicos. Para los niveles de complejidad de sistema bajo y medio, no se recomienda la función de mezcladores mecánicos sino hidráulicos.

Floculación

Clasificación de los procesos: En el proceso de floculación pueden emplearse los floculadores hidráulicos, mecánicos o hidromecánicos.

➤ Floculadores Hidráulicos

“Los floculadores hidráulicos utilizan el cambio de dirección de flujo del agua, inducido por diferentes mecanismos, para producir la turbulencia necesaria para promover la formación del floc y derivan su energía de la carga de velocidad que el líquido adquiere en su tránsito por un conducto.

➤ **Floculadores Mecánicos**

Los floculadores mecánicos son aquellos que requieren de un equipo electromecánico para mover un agitador de paletas o álabes. En el nivel de complejidad del sistema Bajo, se deben evitar en lo posible este tipo de floculadores” **(Bracho F., 2017).**

Sedimentación

Es la separación de partícula sólida suspendida en una corriente de líquido, mediante su asentamiento por gravedad.

Filtración

Hacer pasar agua por un lecho poroso para separar partículas y microorganismos objetables que no han quedado retenidos en el proceso de sedimentación.

Desinfección

Es obligatorio en todos los niveles de complejidad del sistema, desinfectar el agua sin importar el tipo de tratamiento previo que se haya realizado para su potabilización, y aun *en* ausencia de este si se cumplen los requisitos del literal. Entre los procesos de desinfección que pueden realizarse está primordialmente la cloración, incluidos sus derivados el dióxido de cloro, los hipocloritos y procedimientos como el de la cloraminación” **(Romero, 2015).**

Figura 3. Algunos compuestos de cloro utilizados en la desinfección del agua.



FUENTE: (Borda, 2020).

Índice De Riesgo De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano (Irca)

El Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA), es la herramienta cuantitativa para determinar a través de un porcentaje, el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el consumo de agua (AGUA, 2017).

Se da a conocer el nivel de riesgo en la salud, por no hacerle un buen uso de tratamiento al agua potable, además eso nos puede transferir enfermedades por el no cumplimiento de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua para el consumo humano. Posteriormente la Resolución 2115 de 2007, establece una clasificación del nivel de riesgo en salud, adquiriendo los resultados proyectados por el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA), la resolución establece los rangos, niveles de riesgo y las acciones a llevar a cabo para un buen manejo.

Tabla 1. Clasificación del nivel de riesgo en salud según IRCA mensual y acciones que deben adelantarse (Resolución 2115, 2007).

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA mensual (Acciones)
80,1 - 100	INVIABLE SANITARIAMNETE	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, gobernadores y entidades del orden nacional.
35,1 - 80	ALTO	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.
14,1 - 35	MEDIO	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
5,1 - 14	BAJO	El agua no es apta para el consumo humano y es susceptible de mejoramiento.
0 - 5	SIN RIESGO	El agua es apta para el consumo humano y se debe continuar la vigilancia.

FUENTE: (Resolucion 2115, 2007)

Cuando el valor del IRCA se encuentra entre 0% y el 5%, el agua se clasifica como apta para consumo humano, toda vez que cumple con las características físico químicas y microbiológicas que establece la Resolución 2115 de 2007. Cuando los valores del indicador superan este valor, el agua se considera como no apta para consumo humano llegando a un máximo de 100% cuando no cumple con ninguna de las características **(AGUA, 2017)**.

11. Marco Legal

En esta sección podemos encontrar todas las normas y decretos más relevantes para un buen funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable y para que sea apta para el consumo humano y las normativas que rigen en la República de Colombia.

Tabla 2. Marco Legal

DECRETOS	DESCRIPCION
Resolución 0330 de 2017	Por el cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – RAS. (Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, 2017).
Resolución 151 de 2011	Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.
Decreto 302 del Ministerio de Desarrollo Económico. Decreto Modificatorio 229 de 2000.	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.
Decreto 1575 de 2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Resolución 2115 del 2007.	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para

	consumo humano.
Decreto 475 de 1998	Ministerio de Salud, por el cual se expiden normas técnicas de calidad de agua potable.
Norma Icontec 5667	Para el muestreo en los sistemas de distribución.
Decreto 2105 Del 26 De Julio De 1983	Potabilización del Agua.
Ley 09 De 1979	Potabilización del Agua.
Decreto 2882 De 2007	Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, CRA
Decreto 2412 De 2015	Regulación de Agua Potable.

FUENTE: (PROPIA, 2021)

Tabla 3. Normas Técnicas Colombiana.

NORMA GTC 25 DE 1995-11-29	Gestión ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas generales de muestreo para estudios biológicos.
NORMA GTC 2 DE 1994-10-19	Manual de métodos analíticos para el control de calidad del agua.

FUENTE: (PROPIA, 2021)

Tabla 4. Antecedentes de las normas, respecto del agua potable.

Jerarquía	Norma	Fecha	Alcance
Decreto	2811	1974	Por el cual se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente.
Decreto	3930	2010	Por el cual se dicta los usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Ley	99	1993	Por la cual se crea el Ministerio del medio ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Ras	Título C	2017	Reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico.
			El cual establece el sistema para la protección y

Decreto	1575	2007	control de calidad del agua para el consumo humano.
			Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema
Resolución	2115	2007	control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
			Por medio de la cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano.
Resolución	082	2009	

FUENTE: (Loaiza, 2018)

12. Metodología

En este trabajo se utilizó un enfoque de tipo cuantitativo porque se hizo una recopilación y análisis de información que se obtiene a través de diversas fuentes como de trabajos de investigación y artículos científicos. Este proceso se lleva a cabo en etapas y por actividades con la intención de cuantificar el problema de la investigación y compararlos con la resolución 2115 del 2007.

Para la ejecución y supervisión del presente proyecto se realizaron por medio de etapas y actividades con el fin de llevar un seguimiento y manejo de operación que nos brinda la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena, y también de la mano con la empresa de la unidad de servicios públicos de dicho municipio.

Etapas I: Diagnostico

Visita, revisión e identificación de los procesos del control de calidad del agua en la planta de tratamiento de agua potable en la empresa de la unidad de servicios públicos.

Actividad 1. Recopilación de información

En esta etapa lo primero que se hizo fue solicitar información para hacer una recopilación de información teórica de la empresa, para saber cómo estaba funcionando la planta de tratamiento de agua potable, con el fin de empaparnos de toda la información acerca del manejo y operación de la planta.

Actividad 2. Diagnóstico De La Planta De Tratamiento De Agua Potable (PTAP)

Se realizó la respectiva visita a la planta de tratamiento de agua potable para cerciorarnos en qué condiciones se encontraba la planta y hacerle una evaluación del diseño y la verificación en qué se encuentra la planta actual, de esta manera adquiriendo información adicional, funcionamiento de cada estructura, y también la revisión de todos los procesos como la dosificaciones y purificación del agua. Esto también se realizó con el propósito de conocer los procesos, la estructura física, y los equipos que se emplean en el tratamiento.

Diagnóstico del índice de riesgo de calidad del agua para consumo humano (IRCA)

Para llegar a un buen diagnóstico, primeramente se le realizó un seguimiento a los dos puntos de muestreo que fueron en el Barrio Mundo López y el otro punto fue en la Casa de la Familia Luna. Se realizaron el seguimiento de los parámetros microbiológico y fisicoquímico del agua. Como la planta no cuenta con un laboratorio, lo que hacemos es tomar las respectivas muestras y se le envían al Laboratorio de Salud Pública del Magdalena, que ellos son los que se encargan de hacer los ensayos y las pruebas y nos envían los reportes a la Unidad de Servicio Públicos del Municipio de Santa Ana Magdalena.

Luego que ya tenemos los respectivos resultados se hace una comparación de los resultados obtenidos con la resolución 2115 del 2007, para saber si cumple con el rango establecido por la resolución y también se observa si cumple con el puntaje de riesgo considerado por el índice de riesgo de calidad del agua para consumo humano (IRCA).

Asimismo, se tiene en cuenta el nivel de riesgo, la clasificación del IRCA en porcentaje de cada parámetro, el puntaje de riesgo de la muestra y el puntaje total de la muestra (Ver Tabla 6).

Por otra parte se debe de tener en cuenta las siguientes tablas para el puntaje de riesgo asignados por el IRCA (Ver Tablas 1 y 5).

Tabla 5. Puntaje de riesgo asignado.

Característica	Puntaje de riesgo
Color Aparente	6
Turbiedad	15
pH	1,5
Cloro Residual Libre	15
Alcalinidad Total	1
Calcio	1
Fosfatos	1
Manganeso	1
Molibdeno	1
Magnesio	1
Zinc	1
Dureza Total	1
Sulfatos	1
Hierro Total	1,5
Cloruros	1
Nitratos	1
Nitritos	3
Aluminio (Al_3^+)	3
Fluoruros	1
COT	3
Coliformes Totales	15
Escherichia Coli	25
Sumatoria de puntajes asignados	100

Fuente: Resolución 2115 de 2007

Tenemos que tener siempre esto muy presente que:

Para el incumplimiento de las características establecidos en los artículos 5 y 8 de la resolución 2115 del 2007, resultara en la asignación de un IRCA con puntaje máximo de 100 puntos (INViable SANITARIAMENTE), independientemente de los otros resultados obtenidos. Por otro lado, de lo anterior teniendo en cuenta que, dichas característica tienen reconocido efecto adverso en la salud humana. Entre ellas se incluyen sustancias químicas como metales pesados y

plaguicida, que puede traer el agua cruda. Como por ejemplo la presencia de *Cryptosporidium*, *staphylococcus* y *Giardia*, también implican la asignación del puntaje de 100 puntos independientemente de los otros resultados que pueda obtener mediante los resultados de la prueba del agua, para sus respectivos análisis.

Tabla 6. Clasificación del índice de riesgo de calidad del agua para consumo humano.

 CALCULO DEL IRCA: INDICE DE RIESGO DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO GOBERNACION DEL MAGDALENA  LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA					
Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	Notificaciones			
55,9	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD.			
	Resultado	Expresados como	¿Analizado? (Sí/ No)	Puntaje de Riesgo Considerado	Puntaje de Riesgo de la Muestra
Aluminio	0	mg/l Al	No	0	0
Cloro Residual Libre	0,30	mg/l Cl ₂	Sí	15	0
Coliformes Totales	1,00	UFC/ 100 ml	Sí	15	15
Magnesio	0,00	mg/l Mg	No	0	0
Escherichia Coli	1,00	UFC/ 100 ml	Sí	25	25
pH	6,80	pH	Sí	1,5	0
Cloruros	0,00	mg/l Cl	No	0	0
Turbiedad	1,40	UNT	Sí	15	0
Puntaje Total de la Muestra	-----	-----	-----	71,5	40

FUENTE: (PROPIA, 2021)

Figura 4. Formula del IRCA**El IRCA por muestra:**

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

El IRCA mensual:

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\sum \text{de los IRCAs obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\text{Número total de muestras realizadas en el mes}}$$

FUENTE: (Decreto 1575 del 2007, 2007)

El diagnóstico que se le puede brindar a la Unidad de Servicios Públicos del Municipio de Santa Ana Magdalena, que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos encontrados como el cloro residual, coliformes totales, Escherichia Coli, el pH y turbiedad, se puede observar que las muestras de agua se clasifican en un porcentaje de nivel de riesgo según el índice de riesgo de calidad del agua para consumo humano (IRCA), es de 55,9, ósea que se encuentra en un nivel de riesgo es Alto porque se encuentra entre 35,1 – 80 % y se analiza que el agua no es apta para consumo humano, y se debe gestionar directamente de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.

NOTA: En el decreto 1575 del 2007, se define el índice de riesgo de la calidad del agua como “el grado de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas-químicas y microbiológicas del agua para el consumo humano”.

$IRCA \leq 5$ Agua apta para el consumo humano.

$IRCA > 5$ Agua no apta para el consumo humano.

Diagnóstico de los parámetros fisicoquímico del agua.

Se realizó un seguimiento a los parámetros fisicoquímicos del agua, por la mañana a las 8: 30 am y luego a las 4: 30pm a los dos puntos de muestreo que son la casa de la Familia Luna y en el Barrio Mundo López, y se analizan los parámetros como la temperatura, cloro residual, turbiedad y pH, en cada punto de muestreo para después compararlos con la resolución 2115 del 2007, con el fin de saber si la planta está cumpliendo con la normatividad vigente en Colombia (Ver tabla 7 y Anexo 3).

Tabla 7. Parámetro fisicoquímico del agua.

GOBERNACION DEL MAGDALENA		REPORT DE RESULTADOS		Código: CMPS-PS-08-184					
				Versión: 02					
LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA				Página: 1 de 1					
SECTOR: Salud Pública 17025		Sector: Salud Pública - Sector		Alcaldía: Concepción CMPS					
NÚM. 2021-05-03		NÚM. 2021-05-13		NÚM. 2021-05-20					
Órden N. 2021000100015		Código Interno: 0102							
Solicitante: SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL		Municipio: SANTA ANA							
Departamento: MAGDALENA		Dirección Solicitante: CALLE 23 Nº 13ª-02							
DATOS DEL PRESTADOR									
Prestador: Alcaldía de Santa Ana		NET Prestador: 001700026-0							
Dirección del prestador: CALLE 2 Nº 5-06									
Información de la muestra									
Fuente de abastecimiento: Ponto Profundo		Punto de toma: Barrio Mundo López							
Dirección Solicitante: CALLE 23 Nº 13ª-02		Dirección toma de muestra: Vía Miradero							
Hora de toma: 8: 30 am y 4: 30 pm		Desinfectante: Cloro Gaseoso							
TIPO DE MUESTRA: AGUAS MB									
PARAMETROS 8:30 am					PARAMETROS 4:30 pm				
	TV (°C)	pH	Turbiedad (UNT)	Cloro R (Mg)	TV (°C)	pH	Turbiedad (UNT)	Cloro R (Mg)	
1	25	6.5	0.5	0.5	50	6.5	0.7	0.4	
2	50	6.5	0.5	0.5	55	6.5	1.0	0.5	
3	29	6.5	0.5	0.5	58	6.7	1.9	0.5	
4	50	6.5	0.5	0.4	58	6.5	0.5	0.5	
5	25	5.1	1.0	0.4	50	5.5	0.5	0.4	
6	25	6.5	1.9	0.5	55	5.5	0.9	0.4	
7	50	6.5	0.5	0.4	51	6.5	0.9	0.5	
8	29	7.4	1.4	0.5	50	6.5	0.6	0.4	
9	50	6.5	0.5	0.5	55	6.5	1.0	0.4	
10	50	6.5	0.5	0.5	55	7.5	0.9	0.4	

FUENTE: (PROPIA, 2021)

El diagnóstico de la planta de tratamiento con respecto a los parámetros fisicoquímico, se puede decir que los valores analizados en el seguimientos nos presentan valores aceptables, en el rango establecido en la resolución 2115 del 2007, también se observa que los valores de la turbiedad son muy bajos, pero si se encuentran en el rango establecido por la resolución.

Diagnóstico del reporte de resultados de los parámetros microbiológicos del agua.

Primero que todo hay que decir que la planta de tratamiento de agua potable del Municipio de Santa Ana Magdalena no cuenta con un laboratorio, lo que realizamos es que tomamos un día normal y le tomamos muestra para analizarle los parámetros microbiológicos del agua y se la enviamos al laboratorio de Salud Pública del Magdalena y ellos nos envían los reporte de las prueba, por ende nos toca tomar las muestras del agua en los dos punto uno el del Barrio Mundo López y el otro en la Casa de la Familia Luna.

Asimismo, este análisis se realizó una vez por mes y nos dimos cuenta que para el mes de abril del presente año los resultados de coliformes totales se salían del rango establecido por la resolución 2115 del 2007, pero entre los demás mese si cumplían con los valores aceptados por la resolución (Ver Tabla 8 y Anexo 1).

Tabla 8. Reporte de los parámetros Microbiológicos.

GOBERNACIÓN DEL MAGDALENA		REPORTE DE RESULTADOS		Código: LSPM-FT-LSP-164		
LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA DEL MAGDALENA				Versión 00		
Elaboró: Equipo de Calidad 17025		Revisó: Facilitador Técnico		Página 1 de 1		
Fecha: 2016-01-29		Fecha: 2018-12-06		Aprobó: Coordinador LSPM		
Fecha: 2018-12-11						
Orden #:	2021033100014	Código Interno:	SAN 0191	Pais:	COLOMBIA	
Solicitante:	SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL	Municipio:	SANTA ANA	Telefono Solicitante:	4319542 EXT	
Departamento:	MAGDALENA					
Dirección Solicitante:	CALLE 23 N° 13A-02	Email Solicitante:	ambientalsalud@magdalena.gov.co			
Entidad Remitente:		Nombre Remitente:				
Datos Prestador		NIT Prestador: 891760058-0				
Prestador: Alcaldía de Santa Ana		Localidad vereda Prestador:				
Dirección del Prestador: CALLE 2 N° 5-66						
Información de la muestra		Fuente de Abastecimiento: Pozo Profundo				
Referencia del solicitante:		Punto De Toma: CASA FLIA LUNA		PH In Situ: 6.8		
Fecha Recolección Muestra: 20210329		Hora de toma: 10:38		Cloro R In Situ: 0.4		
Fecha de Recepción: 20210330		Hora de Recepción: 8:20		Código Concertado: 0004		
Dirección Toma De Muestra: CLL 2 PRINCIPAL		Nombre de fuente:		Temperatura Recepción: 5		
Coagulante: Sin Dato		Desinfectante: Cloro Gaseoso				
Tipo de Muestra: AGUAS MB						
Ensayo	Método / Documento Normativo	Resultado	Unidades	Valores aceptables de acuerdo a especificación vigente	Fecha de Procesamiento	Concepto
Determinación de Coliformos totales en aguas por sustrato definido COLILERT	Enzima sustrato-multicelda, SM 9223 B 23th Edition (2017)	>2420	NMP/100mL	<1	2021-03-31	NO CUMPLE
Código Líder técnico responsable: 9027		Código del revisor: 9268		Fecha de Informe de Resultado: 2021-04-06		
Determinación de E. coli en aguas por sustrato definido COLILERT	Enzima sustrato-multicelda, SM 9223 B 23th Edition (2017)	<1	NMP/100mL	<1	2021-03-31	CUMPLE
Código Líder técnico responsable: 9027		Código del revisor: 9268		Fecha de Informe de Resultado: 2021-04-06		
Comentario:						
 BEATRIZ ELENA MAESTRE ARAUJO Coordinador LSPM						
Observaciones generales de la solicitud:						
FIN DEL INFORME						
El resultado emitido corresponde únicamente al obtenido por el análisis de la(s) muestra(s) allegada(s) para estudio, identificada(s) como se especifica en el contenido de la(s) misma(s) y la solicitud de servicio respectiva. El laboratorio no puede responsabilizarse del cumplimiento de las condiciones pre-analíticas de pertinencia en identificación, almacenamiento y transporte. No está permitido reproducir parcialmente o totalmente el informe de resultados sin la aprobación escrita de la Coordinación del Grupo.						
Calle 23 No. 13A-02, Santa Marta, Colombia Consultador (S) 4319542 e-mail: laboratorio.salud@magdalena.gov.co						

FUENTE: (PROPIA, 2021)

Bocatoma

Para la captación del agua tenemos dos captaciones la primera es la captación del agua del Rio Magdalena y la segunda son tres pozos subterráneos profundos.

La primera bocatoma es en el Rio Magdalena, se capta el agua desde la bocatoma del Rio hasta la planta de tratamiento, con una tubería de 8" y una longitud de 50 m, esta se encuentra a aguas abajo del Rio Magdalena en el municipio de Santa Ana Magdalena.

Figura 5. Bocatoma en el Rio Magdalena.

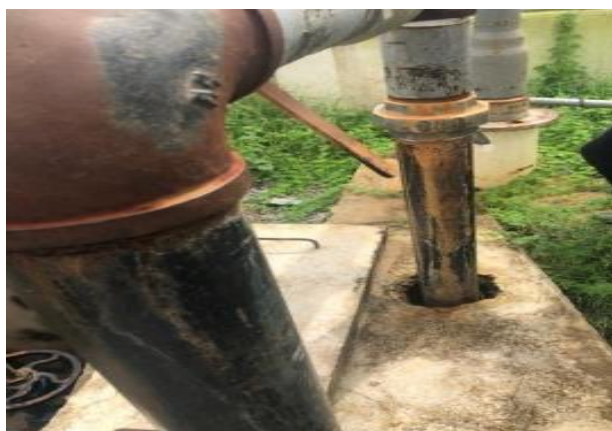


FUENTE: (PROPIA, 2021)

La segunda captación son los tres pozos subterráneos profundo, la captación en cada uno de ellos se realiza por medio de electrobombas ubicadas dentro de casas de estación de bombeo. Algunas especificaciones de las estaciones de bombeo. La estación principal (pozo N.º 1) tiene 50 metros de profundidad, motor de 30 hp y bombea 30 L/s, la estación (pozo N.º 2) (Mundo López) tiene 50 metros de profundidad, motor de 30 hp y bombea 30 L/s, y la última estación (pozo N.º 3) (Cristo Rey) tiene 72 metros de profundidad, motor de 40 caballos y bombea 50 litros por segundo.

Cada uno de los pozos profundos tiene más de 15 años de haber sido construidos, en tubería de acero al carbono y PVC, (Ver Figura 4).

Figura 6. Pozos Subterráneo Profundo.



FUENTE: (PROPIA, 2021).

Figura 7. Válvula de compuerta de los pozos subterráneos.



FUENTE: (PROPIA, 2021).

El mantenimiento de bocatoma: a la bocatoma del municipio de Santa Ana Magdalena, la cual queda ubicada en el Rio Magdalena, aguas abajo, se le realiza un mantenimiento cada dos meses, el cual consiste en limpiar las rejillas que retiene partículas de gran tamaño.

Aducción y Conducción de agua cruda: La aducción, desinfección y conducción una vez captada el agua cruda entra a la red de aducción, que, suministrado magnéticamente, está

compuesta por una tubería PVC- Galvanizada de 4” de diámetro se le hace el lavado cada dos meses. En esta red de aducción, justo al llegar a la estación de bombeo principal, se unen los caudales captados de los tres pozos y se unifican en una única tubería. Es en este punto donde se realiza la desinfección por medio de la inyección de cloro gaseoso. Se identificaron balas de cloro gaseoso. Se cuenta con equipo de dosificación en funcionamiento. Actualmente se encuentran aplicando la cantidad de cloro calculado por un ingeniero que instalo el sistema de cloración, pero presuntamente se desconoce el valor exacto inyectado (Magdalena, 2021).

El predio donde se encuentra la estación principal N.º 1 (Pozo Principal) se encuentra la dosificación de cloro, el predio es de propiedad del municipio, las vías de acceso se encuentran en mal estado. Es una vía pavimentada, no cuenta con adecuado cerramiento, valla informativa, locaciones internas, iluminación, ni unidad sanitaria. Luego de la cloración, el agua continúa en una red de conducción en PVC hasta el tanque elevado. Según lo afirmado por la empresa la red de conducción está estructurada de la siguiente manera:

- Del pozo principal al tanque elevado: 100 metros en PVC.
- Del segundo pozo al tanque elevado: 500 metros en PVC.
- Del tercer pozo al tanque elevado: 700 metros en PVC.

Planta potabilizadora: el municipio de Santa Ana Magdalena cuenta con una planta de tratamiento de agua potable de tipo convencional, que son sistema de tratamiento integrado que incluye todos los procesos para la obtención de agua potable, como los son: coagulación, mezcla rápida, floculación, sedimentación, clarificación, filtrado y desinfección. Durante las visitas de campo, en el recorrido por la planta de tratamiento observamos cada uno de sus componentes y la información recopilada se tienen las siguientes características:

Coagulación: Es el Proceso Físico - Químico dónde se dosifica al agua cruda una sustancia coagulante (Sulfato de Aluminio tipo B) que aísla las partículas contaminantes del Agua. Asimismo, se puede decir que el proceso de coagulación consiste en la adición de productos químicos coagulantes, que causan desestabilización de las partículas coloidales, produciendo partículas llamadas flóculos, reacción que se produce en fracciones de segundo y con una fuerte agitación. Posteriormente, es adicionado en agitación lenta, otro producto químico, un polímero, que actúa como floculante, el cual produce la agregación de los flóculos formando partículas de mayor peso y tamaño (macro flóculos).

Donde Ocurre la coagulación

Esta etapa donde inicialmente la coagulación es muy importante porque desestabiliza los coloides suspendidos mediante la agitación y la adición de un coagulante. Este proceso se realiza en el mezclado rápido que son estructuras con dichas dimensiones que pueden servir para el tratamiento del agua y para el proceso de coagulación. La canaleta Parshall es uno de los métodos que existen para iniciar el proceso coagulación en el salto hidráulico.

Tipos de Coagulantes

Los coagulantes son productos químicos que se le adiciona al agua para obtener una descarga de todas las partículas coloidales donde en el cual se dan el origen a la formación de varios medios más grandes (flóculos), donde se sedimenta rápidamente.

El coagulante que se utiliza en la planta de tratamiento de agua potable del Municipio de Santa Ana Magdalena es:

Sulfato de aluminio de tipo B.

Figura 8. Sulfato de Aluminio



FUENTE: (PROPIA, 2021).

Componente químico del Sulfato de aluminio

El producto es una sal inorgánica, compuesta por una mezcla de Sulfato de Aluminio y Sulfato Férrico en presencia de diferentes minerales inertes e insolubles en agua.

- Contenido de Aluminio: 8.2%
- Contenido de Hierro: 1.3%
- Contenido de Sulfatos: 47.1%

Efectos potenciales para la salud

- **Ojos:** Causa irritación.
- **Contacto Con La Piel:** Puede causar irritación.
- **Inhalación:** El material fino puede ser inhalado y producir irritaciones en mucosas.

Manejo y Almacenamiento

Precauciones: Almacenar sobre estibas, en un lugar protegido de la humedad. Evitar vertimientos a los cursos de agua (acuambiente., 2018).

Propiedades físicas y químicas del sulfato de aluminio

Tabla 9. Propiedades físicas y químicas del sulfato de Aluminio.	
Nombre(s) Alternativo(s)	Sulfato de Aluminio tipo B
Nombre químico	Sulfato de Aluminio
Color:	Café
Fórmula molecular:	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14.3 \text{ H}_2\text{O}$
Peso Molecular	g/mol
Apariencia	Granular o polvo. Blanco.
Olor	Ninguno.
Temperatura de fusión	ND

FUENTE: (acuambiente., 2018)

Factores Importantes que influyen en la coagulación

- El pH
- Temperatura
- Alcalinidad
- Agitación
- Dosis del Coagulante
- Tamaño de las partículas
- Turbiedad (Cabrerizo, 2015)

Sedimentación: La misión de la sedimentación es eliminar las partículas mediante sedimentación (con la ayuda de la acción de la gravedad) o flotación. Estas partículas pueden proceder de sustancias disueltas, que por vía de la oxidación han pasado a insolubles (es el caso del hierro y manganeso disueltos, que por oxidación pasan a su estado oxidado insoluble) o por las propias partículas coloidales en suspensión existentes en el agua a tratar, la mayoría de las cuales mediante el tratamiento anterior de coagulación-floculación han pasado a ser sedimentables. También existe la posibilidad de que otras sustancias puedan quedar adheridas o adsorbidas por los coágulos flóculos y sean eliminadas en esta etapa (Cabrerizo, 2015).

Filtración: es un proceso unitario de separación de sólidos en suspensión presentes en un líquido mediante la ayuda de un medio permeable con una porosidad definida en función del tamaño de las partículas sólidas a separar. Estas partículas quedaran retenidas en el medio filtrante, por lo que es necesaria la limpieza periódica del mismo, con el fin de evitar su colmatación (S.A.S, 2021).

Desinfección: En este paso es obligatorio la DESINFECCIÓN dónde se dosifica una solución de CLORO GASEOSO, para un tiempo de contacto de aproximadamente 30 minutos, se haya producido la inactivación de la mayoría de los gérmenes o partículas, para así garantizar que el agua sea apta para consumo humano y para que también permita el más óptimo nivel de calidad del Agua. Posterior al proceso de clarificación se realiza la filtración del agua para eliminar las partículas que no pudieron ser removidas en la decantación. Para la filtración del agua se emplean filtros de arena con lechos de grava.

El cloro que se utiliza en la planta de tratamiento para la desinfección es el cloro gaseoso porque es el más eficiente a la hora de la desinfección y entre las ventajas que ofrece se puede citar:

- Se obtiene fácilmente como líquido, gas o polvo.
- Es fácil de aplicar debido a su relativamente alta solubilidad.
- Es barato.
- Deja una concentración residual en el agua potable, que no es dañina para el hombre y protege el sistema de distribución.
- Es muy toxico para las mayorías de los microorganismos, ya que detienen las actividades metabólicas.

Componentes del cloro destinados para la desinfección del agua

Cloro Gas (Cl_2): Es el más utilizado. Se emplea en casi todos los tratamientos de potabilización de medianos y grandes núcleos. Se suministra en forma líquida, en depósitos. Para su dosificación se diluye primero en agua y posteriormente se mezcla en la corriente principal. Se suministra en botellas o bombonas de 50 a 100 kg, en contenedores de 500 a 1000 kg.

Hipoclorito De Sodio (NaClO): forma líquida, con 150 g de riqueza. Se usa en núcleos medios. La baja riqueza obliga a utilizar grandes cantidades de productos.

Hipoclorito Cálcico ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$): Se expende en pastillas, se utiliza sobre todo en piscina y las pastillas tienen un 70% de cloro activo.

Dióxido De Cloro (ClO_2): Es un producto inestable por lo que se debe producir en “in situ” y aplicar directamente al agua a desinfectar. Tiene un gran poder de desinfectante, y no produce olores ni subproductos olorosos.

Cloraminas: Se utiliza en la cloración de grandes conducciones, tiene una gran estabilidad en el agua, por lo que su presencia residual está asegurada, las cloraminas se producen como

combinación del cloro libre y amonio, son subproductos algo menos activo que el cloro (Torres., 2018).

Tabla 10. Algunos componentes de cloro destinados a la desinfección del agua.

Hipoclorito calcio (Ca (ClO)₂)	Cloraminas (NH₂CL)	Dióxido de cloro (ClO₂)	Hipoclorito Sódico (NaClO)	Cloro Molecular (Cl₂)
Es altamente estable y por lo tanto larga vida útil, fácil almacenamiento y manipulación.	Capacidad bactericida media, debido a la liberación de ácido hipocloroso	Capacidad bacteriana mayor al cloro, controla el olor y el sabor ya que actúa sobre el Mn y el Fe.	Eficacia y protección residual	Bajo costo, solubilidad en agua (3,10L/1L), facilidad de aplicación
Puede causar obstrucciones en las tuberías.	Son menos oxidantes que el ácido hipocloroso necesita mayor tiempo de contacto y concentración.	Genera algunos subproductos tales como los cloritos y cloratos, los cuales resultan nocivos	Inestabilidad debida a variables como la concentración, luz, pH, temperatura, entre otros	Es corrosivo y tóxico, debe manipularse, almacenarse y transportarse bajo adecuadas normas de seguridad

FUENTE: (Torres, 2018).

Estos compuestos para la desinfección del agua presentan una importante efectividad en el tratamiento del agua potable, teniendo en cuenta el efecto de oxidación y desinfección porque el comportamiento de estos efectos puede alterar el pH.

Asimismo, los compuestos de cloro descritos anteriormente presentan una importante garantía en el tratamiento del agua potable, sin embargo, es importante distinguir la diferencia entre el efecto desinfectante y el efecto oxidante que pueden tener, por lo que, aunque estos procesos suceden en paralelo, su procedimiento depende de la variable del pH. En general, un pH alto favorece su impacto oxidante y, un pH bajo favorece su impacto como desinfectante.

Técnicas de cloración

Tabla 11. Técnicas de Cloración.

CLORACIÓN SIMPLE	CLORACIÓN RESIDUAL LIBRE	CLORACION RESIDUAL COMBINADA	CLORO VS. COMPUESTOS ORGÁNICOS	CLORO VS. COMPUESTOS INORGÁNICOS
Indicada para aguas con poca materia orgánica, el cloro se constituye en el reactivo límite reaccionando rápidamente.	De manera controlada se adecuan dosis con exceso de cloro durante el proceso de desinfección, a la salida de la planta y a lo largo de la red.	Se basa en la generación de amoníaco y cloro residual (tipo cloraminas) por adición de cloro.	El hipoclorito reacciona actúa sobre las sustancias húmicas, dando lugar a productos orgánicos clorados y aromáticos.	Se generan reacciones del cloro con nitrógeno, hierro, magnesio y bromuro.

FUENTE: (Borda, 2020)

Por lo general, en un sistema de suministro de agua, la cloración suele realizarse al final del tratamiento, después de la etapa de filtración. Esto se denomina a menudo poscloración. A

veces, la cloración se realiza antes de cualquier otro tratamiento, lo que se denomina precloración (Borda, 2020).

Calculo Para La Dosificación

Para una buena dosificación es necesario hacer los cálculos en función del volumen de agua que consumirá la población, obviamente es la población que va a consumir el agua durante el tiempo de 24 horas.

Procedimiento que se lleva en la planta de tratamiento para la dosificación

Calculo para la cloración en el sistema de agua potable:

Se calcula el caudal del agua que debe ingresar al reservorio en función de la población usuaria.

Para esto se utilizó la ecuación con la cual se calculó el caudal máximo diario.

Pob: 26536,029 hab

$$Q_{md} = \frac{pob \times Dot \times 1.3}{(1 - \% pf) \times 86400} = \frac{26536,029 \times 80 \times 1.3}{(1 - 0.20) \times 86400} = \frac{275974}{69120} = 0.399 \text{ L/s}$$

Dónde:

Qmd: caudal máximo diario.

Pob: población (N.º de familia x 5 en promedio)

Dot: en L/p/d (50 l/p/d con saneamiento sin arrastre hidráulico) (80 l/p/d con saneamiento con arrastre hidráulico)

1.3: Coeficiente de variación diaria

1 - % pf: Porcentaje de pérdidas físicas

86400: son los segundos que tiene un día de 24 horas

NOTA: Para la población del municipio de Santa Ana Magdalena, se necesita un caudal de ingreso al reservorio de 0.399 L/s. Se tomó como dotación 80 l/p/d toda vez que el sistema de saneamiento es con arrastre hidráulico.

Cálculo Del Volumen Del Agua A Clorar

Se calcula el volumen del agua que debe clorarse en un día en relación al caudal que debe ingresar al reservorio para obtener ese volumen; usamos la siguiente formula:

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$V = Q \times T = 0.399 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times 86400 \text{ s} = 34.473 \text{ L}$$

Dónde:

Q: Caudal

V: Volumen

T: Tiempo.

NOTA: La población **necesita** un volumen de agua de **34.473 L** por día. Entonces ahora calculamos para 7 días que debe durar la concentración, se multiplica el volumen del día por los 7 días.

$$\text{Volumen para los 7 días} = 34.473 \text{ L} \times 7 = \mathbf{241.311 \text{ L}}$$

Cálculo Del Peso Del Hipoclorito De Calcio Para Clorar 241.311 L Para 7 Días

Se calcula el peso del hipoclorito de calcio necesario para la cloración del agua; utilizamos la siguiente formula:

$$pgr = \frac{V \times Cc}{10 \times \% HTH} = \frac{241.311 L \times 1.5 mg/l}{10 \times 70} = \frac{361.96 mg}{700} = 0.517mg \times 1000 gr = 517 gr$$

Pgr: peso del hipoclorito de calcio en gramo.

V: volumen

Cc: concentración del hipoclorito de calcio con el cual se debe trabajar.

10: constante factor de conversión

% HTH: Porcentaje del hipoclorito de calcio.

NOTA: Para clorar el volumen de 241.311 L por cada 7 días, se necesita 517 gr; la unidad se colocó en gramos teniendo en cuenta el factor de conversión de 10, que viene de la deducción de fórmulas anteriores para cloración de agua para el consumo humano.

Tanques De Almacenamientos

Ubicación Y Volumen: El tanque de almacenamiento del agua, que son sistema de acueducto cuenta con dos tanques de almacenamiento elevados de agua. Según la información suministrada por el coordinador de la unidad, el más grande lleva más de 15 años de construido, posee una capacidad de aproximadamente 368 m³ de volumen y tiene un tiempo de llenado de 2 horas y media aproximadamente. El otro, fue construido en el año 2019 y tiene una capacidad de 122 m³ de volumen. Ambos están hechos en concreto reforzado y se evidenciaron en buen estado

externo (Ver Figura 8). El tanque de almacenamiento se encuentra en el predio de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena.

Figura 9. Almacenamiento



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Diagnóstico De Aspecto Operacional De La Planta De Tratamiento De Agua Potable Del Municipio De Santa Ana Magdalena

Oficinas de administración y operación: la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena no cuenta con una oficina de administración y operación como tal solo que se tiene una oficina de servicios públicos en la alcaldía del municipio, pero como tal en la planta no hay oficina, solo se encuentran los equipos e insumo de la planta.

Cuartos de almacenamiento de productos químicos y cilindros de cloro: la planta solo cuenta con un solo cuarto para almacenar los bultos de sulfato de aluminio granulado tipo B y para los cilindros de cloro (Ver Figura 9).

Figura 10. Cuarto de Insumos Químicos



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Figura 11. Descargue de los Insumos Químicos



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Condiciones de seguridad: La planta de tratamiento de agua potable (PTAP) del municipio de Santa Ana Magdalena, no cumple del todo con condiciones de seguridad. Porque algunas paredes están un poco en mal estado, se le pueden observar grietas. Tampoco hay señalización,

que indique a que corresponde cada cuarto de la planta. Y por último los operarios no poseen la protección personal adecuada, como botas, casco, guantes etc.

Otro problema es que los operarios de la planta de tratamiento de agua del municipio de Santa Ana, no son certificados con alguna entidad, ellos son personas empíricas que saben del tema, y por eso se puede llevar el riesgo de que ellos le pueden estar agregando más coagulante o cloro a la planta y esto hace que se alteren los procesos del agua.

Personal para operar la planta: en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena, tienen trabajando tres operarios, dos operadores poseen turnos rotativos de 6:00 a.m. a 6:00 p.m. y 6:00 p.m. a 6:00 a.m. y ellos se encargan de abrir y cerrar las válvulas para el abastecimiento del agua a la comunidad, agregar los productos químicos como el sulfato de aluminio granular tipo B y el cloro gaseoso y un fontanero encargado de la bocatoma y todas las redes de tubería de conducción.

Laboratorio: la planta de tratamiento no cuenta con laboratorio adecuado para hacer la respectiva prueba físico-química de ningún parámetro. Solo ellos con la ayuda de la secretaria de salud del departamento del Magdalena toman las muestras y se las llevan para hacerle las pruebas. En la planta solo se hace una prueba que es conocida como el test de piscina, que no es tan confiable, pero es solo para verificar de que si se estén haciendo las cosas bien y que la planta pueda funcionar de la mejor manera posible.

Como no contamos con un laboratorio en la planta de tratamiento lo que hacemos es improvisar en la cocina en la casa de la familia Luna (Ver figura 11), como una especie de laboratorio que es donde se encuentra un punto de muestreo.

Figura 12. Toma de Muestra de Agua en el punto de muestreo del Barrio Mundo López



Fuente: (PROPIA, 2021)

Figura 13. Análisis del Agua



Fuente: (PROPIA, 2021)

Figura 14. Toma de Muestra de Agua



Fuente: (PROPIA, 2021)

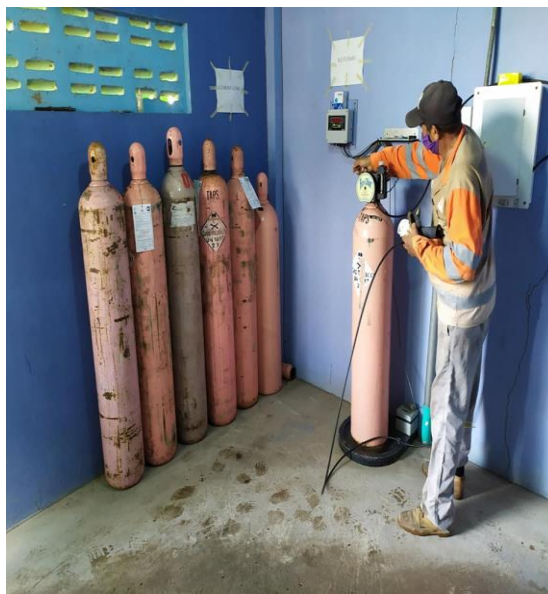
Suministro de productos químicos: para la potabilización del agua en la planta de tratamiento de agua potable, únicamente se hace la dosificación de sulfato de aluminio granulado tipo B como coagulante y cloro gaseoso en pastilla para la desinfección. El suministro del sulfato de aluminio granulado de tipo b se realiza por medio de un dosificador. La dosificación del cloro pastilla (Ver Figura 13) se realiza a partir de cilindros, el almacenamiento de este producto con tiene una duración de 18 a 20 días aproximada.

Figura 15. Equipos



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Figura 16. Equipos



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Etapla II. Análisis De Los Datos

Analizar todos los datos obtenidos, que se recolecten durante un periodo de tiempo.

Actividad 1. Análisis De Todos Los Datos

En este punto de esta etapa ya tenemos todas las informaciones recolectadas, ahora nos dirigimos a analizar todos los datos que obtuvimos. Para poder determinar el análisis de los datos primeros tenemos que tener en cuenta el nivel de complejidad, la dotación bruta y neta, periodo de diseño, caudal máximo diario, caudal máximo horario, entre otros.

Proyección Poblacional. Es necesario determinar la proyección poblacional del municipio de Santa Ana Magdalena, para poder comprobar la capacidad de carga que puede abastecer la planta de tratamiento de agua potable en este municipio y su vida útil, estableciendo un nivel de complejidad del sistema, para la cual se utilizan los métodos más conocidos como el método Aritmético, Exponencial, geométrico y wappus (Ver Tabla 5).

Tabla 12. Métodos

METODOS	DESCRIPCION	ECUACION
Método Aritmético	Para este método la tasa de crecimiento se calculó de la siguiente manera.	$K = \frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci}$ $Pf = Puc + k (Tf - Tuc)$
Método Geométrico	Para este método la tasa de crecimiento se calculó de la siguiente manera.	$r = \left(\frac{Puc}{Pci} \right)^{\frac{1}{Tuc - Tci}} - 1$ $Pf = Puc (1 + r)^{Tf - Tuc}$
Método Exponencial	Para este método la tasa de crecimiento se calculó de la siguiente manera.	$K = \frac{\ln Pcp - \ln Pca }{(Tcp - Tca)}$ $Pf = Pci e^{k(Tf - Tci)}$
Método wappus	Para este método la tasa de crecimiento se calculó de la siguiente manera.	$i = \frac{200 * (Puc - Pci)}{(Tuc - Tci) * (Puc + Pci)}$

FUENTE: (PROPIA, 2021)

DONDE: Para todas las ecuaciones:

PUC: Población (habitante) correspondiente al último año censado.

PCi: Población (habitante) correspondiente al año inicial censado.

m, k, r: Tasa de crecimiento anual habitante por años.

TUC: Año correspondiente al último año censado.

TCi: Año correspondiente al año inicial del censo.

Dotación Neta

La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un suscriptor o de un habitante, dependiendo de la forma de proyección de la demanda de agua, sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto (RAS, 2000)

Tabla 13. Dotación por suscriptor según el nivel de complejidad del sistema.

Nivel de complejidad del sistema	Dotación por suscriptor (m ³ /sus•mes) climas templado y frío	Dotación por suscriptor (m ³ /sus•mes) clima cálido
Bajo	10.8	12.0
Medio	13.8	15.0
Medio alto	15.0	16.2
Alto	16.8	18.0

FUENTE: (RAS, 2000)

Tabla 14. Dotación por habitante según el nivel de complejidad del sistema.

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta (L/hab•día) climas templado y frío	Dotación neta (L/hab•día) clima cálido
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

FUENTE: (RAS, 2000)

Dotación Neta: 150 L/habxdia

Dotación Bruta

El título B 2.7 de la (RAS, 2000), establece que la dotación bruta debe calcularse de la siguiente manera:

$$D_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \% P}$$

Dónde:

d_{bruta}: dotación bruta

d_{neta}: dotación neta

%p: pérdidas máximas admisibles. El porcentaje de pérdidas máximas admisibles no deberá superar el 25%.

$$D_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \% P} = \frac{150}{1 - 30 \%} = 171.58L/habxdia$$

Estimación De La Demanda

El caudal medio diario se calcula según la (RAS, 2000), para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada.

$$Qmd = \frac{dbruta \times P}{86400}$$

Donde:

Qmd: caudal medio diario

dbruta: dotación bruta, dada en metros cúbicos/suscriptor mes En esta ecuación 30 representa el número de días en el mes (Ver Anexo 1).

P: Población proyectada en números de habitantes.

$$Qmd = \frac{dbruta \times P}{86400} = \frac{\frac{171.58L}{habxdia} \times 26536,0299659681}{86400} = 58,354 \frac{L}{s}$$

Caudal Máximo Diario

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas a lo largo de un período de un año. Se calcula según la (RAS, 2000), multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario, k1, como se indica en la siguiente ecuación:

$$QMD = Qmd \times k1$$

Dónde:

QMD: caudal máximo diario.

Qmd: caudal medio diario.

k1: coeficiente de consumo máximo diario.

$$QMD = Qmd \times k1 = 58,354 \text{ L/s} \times 1.3 = 75.8602 \text{ L/s}$$

Tabla 15. Caudal máximo diario

CAUDAL MAXIMO DIARIO				
AÑO	POBLACION	Qprom(L/S)	K1	QMD(L/S)
2020	9.800	19,2824074	1,3	25,0671296
2025	11610,94	28,2210348	1,3	36,6873453
2030	13700,6574	31,7144848	1,3	41,2288302
2035	16137,3548	37,3549879	1,3	48,5614843
2040	19008,3397	41,800747	1,3	54,3409711
2045	22426,034	46,7209041	1,3	60,7371753
2025	26536,03	58,3546955	1,3	75,8611042

FUENTE: (PROPIA, 2021)

Caudal Máximo Horario

Según la (RAS, 2000). El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, k2, (Ver Anexo 2), que se muestra el Excel de todas las ecuaciones, según la siguiente ecuación:

$$QMH = QMD \times K2$$

Donde:

QMH: caudal máximo horario.

Qmd: caudal medio diario.

K2: coeficiente de consumo máximo horario.

$$QMH = QMD \times K2 = 75.8602 \frac{L}{s} \times 1.65 = 125.16933 \text{ l/s}$$

Tabla 16. Caudal máximo horario.

CAUDAL MAXIMO HORARIO				
AÑO	POBLACION	QMD(L/S)	K2	QMH(L/S)
2020	9.800	25,0671296	1,65	41,3607639
2025	11610,94	36,6873453	1,65	60,5341197
2030	13700,6574	41,2288302	1,65	68,0275699
2035	16137,3548	48,5614843	1,65	80,126449
2040	19008,3397	54,3409711	1,65	89,6626023
2045	22426,034	60,7371753	1,65	100,216339
2025	26536,03	75,8611042	1,65	125,170822

FUENTE: (PROPIA, 2021)

Caudal de diseño en L/s = 80.5331946 l/s

Caudal de diseño en m³/s = 0.08053319 m³/s (Ver Anexo 1).

Actividad 2. Comparación Con La Normativas Vigentes En Colombia

Aquí comparamos los datos obtenidos con la normatividad vigente en cuanto al control de calidad y consumo del agua, que es la resolución 2115 del 2007.

Para verificar si los datos obtenidos en la planta de tratamiento cumplían con la normativa vigente en Colombia lo que hicimos fue hacerle un seguimiento por tres meses cada mes se realizó el seguimiento por diez (10) días, en esos días se tomaron las muestras compuestas al agua para hacerle los análisis a los parámetros físico-químicos ya que se realizaron en dos puntos pero en tiempos diferentes y solo se hicieron la toma de muestra al barrio Mundo López y en la casa de la Familia Luna en Santa Ana y se realizaron dos tomas de muestras por días (mañana y tarde). Luego de ya analizadas las muestras se realizaron las respectivas comparaciones para ver si cumplen o no con la normativa (Ver Tabla 9 y 10) y nos basamos en la resolución 2115 del 2007 para el sector de agua potable.

Toma De Muestra

Para la toma de muestra se tomaron dos muestras diariamente durante diez días en dos puntos de muestreo y se iniciaron la toma de muestra en la fecha del 03 de abril hasta el 13 de junio, por tres meses, pero 10 días por mes y se realizó dos veces por día a las 8:30 am y las 4:30 pm, también se complementa en (Ver Anexo 3).

Tabla 17. Seguimiento de los parámetros de la muestra de agua.

GOBERNACION DEL MAGDALENA		LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA		LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA		LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA		LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA	
		LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA		MAGDALENA, Grupo de Ciudad 110275		MAGDALENA, Grupo de Ciudad 110275		MAGDALENA, Grupo de Ciudad 110275	
Orden R: 20211033100015		Código Interno: 0102		Código Interno: 0102		Código Interno: 0102		Código Interno: 0102	
Solicitante: SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL		Municipio: SANTA ANA		Municipio: SANTA ANA		Municipio: SANTA ANA		Municipio: SANTA ANA	
Departamento: MAGDALENA		Dirección Solicitante: CALLE 23 Nº 13ª-02		Dirección Solicitante: CALLE 23 Nº 13ª-02		Dirección Solicitante: CALLE 23 Nº 13ª-02		Dirección Solicitante: CALLE 23 Nº 13ª-02	
DATOS DEL PRESTADOR		Prestador: Alcaldía de Santa Ana		Prestador: Alcaldía de Santa Ana		Prestador: Alcaldía de Santa Ana		Prestador: Alcaldía de Santa Ana	
Dirección del prestador: CALLE 2 Nº 5-66		NIT Prestador: 891788056-0		NIT Prestador: 891788056-0		NIT Prestador: 891788056-0		NIT Prestador: 891788056-0	
Información de la muestra		Fuente de abastecimiento: Puna Profunda		Fuente de toma: Barrio Mundo López		Fuente de toma: Barrio Mundo López		Fuente de toma: Barrio Mundo López	
Dirección Solicitante: CALLE 23 Nº 13ª-02		Dirección toma de muestra: Vía Maradiva		Dirección toma de muestra: Vía Maradiva		Dirección toma de muestra: Vía Maradiva		Dirección toma de muestra: Vía Maradiva	
Hora de toma: 8:30 am y 4:30 pm		Desinfectante: Cloro Gasoso		Desinfectante: Cloro Gasoso		Desinfectante: Cloro Gasoso		Desinfectante: Cloro Gasoso	
TIPO DE MUESTRA: AGUAS MB									
PARAMETROS 8:30 am				PARAMETROS 4:30 pm					
	TV (NC)	pH	Turbiedad (UNT)	Cloro R (Mg)		TV (NC)	pH	Turbiedad (UNT)	Cloro R (Mg)
1	25	6.5	0.5	0.5	50	6.5	0.7	0.4	
2	30	6.5	0.5	0.5	55	6.5	1.0	0.5	
3	29	6.5	0.5	0.5	52	6.7	1.9	0.5	
4	30	6.5	0.5	0.4	52	6.5	0.5	0.5	
5	25	5.1	1.0	0.4	50	5.5	0.5	0.4	
6	25	6.5	1.9	0.5	55	5.5	0.9	0.4	
7	30	6.5	0.5	0.4	51	6.5	0.9	0.5	
8	29	7.4	1.4	0.5	50	6.5	0.6	0.4	
9	30	6.5	0.5	0.5	55	6.5	1.0	0.4	
10	30	6.5	0.5	0.5	55	7.5	0.9	0.4	

FUENTE: (PROPIA, 2021)

Procedimientos

Medición de pH:

Se utiliza el método que es conocido como un test de piscina se lava y se seca muy bien antes de utilizarlo. Esto se realiza en la planta, pero para verificar si son correctos los datos obtenidos la secretaria de salud del departamento se lleva la muestra y con ayuda del laboratorio de salud pública de la magdalena, nos dan los reportes de los resultados para ver si están bien con respecto al que hicimos en la planta.

Luego se le adiciona la muestra del agua hasta la marca que trae el medidor.

Se le agregan cuatro a cinco gotas del reactivo rojo que trae el kit (solution phenol red).

Luego se agita y se observa que color toma la muestra y se compara con los colores que están en la parte lateral derecha y se toma los datos por el color que toma la muestra (Ver Figura 15).

Figura 17. Toma de Muestra del pH



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Figura 18. Toma de muestra del pH.



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Medicion de Turbiedad

- Aquí en esta prueba no contamos con un turbidimetro nuestro, solo que la secretaria de salud del departamento nos lo facilita en este caso.
- Primero debemos encender el turbidimetro.
- Luego para calibrar el turbidimetro se utiliza primero la muestra de estandar o blanco, y se le da en el boton medir, y hay sabremos si esta bien clibrado porque nos tiene que dar un valor cercano a diez.
- Luego ya se introduce la muestra del agua que vayamos a medirle la tubidez, y cada vez que se introduzca una muestra hay que secarla y limpiarla cuidadosamente para que no se nos dañe el equipo.
- Se deja que unos minutos que el turbidimetro nos muestre la lectura y listo.

Figura 19. Turbidímetro



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Medición del cloro residual

- Para la prueba del cloro también se utiliza el test de piscina, pero esta vez se va a utilizar la parte lateral izquierda del medidor.
- Luego se le adiciona la muestra del agua hasta la marca que trae el medidor.
- Se le agregan cuatro a cinco gotas del reactivo amarillo que trae el kit (solution oto 1).
- Luego se agita y se espera unos minutos hasta que observemos que color toma la muestra y se compara con los colores que están en la parte lateral izquierda y se toma los datos por el color que toma la muestra.

Figura 20. Cloro Residual



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Figura 21. Toma y Ensayo del cloro Residual



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Figura 22. Análisis de la muestra del cloro Residual



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Medición de Temperatura, Coliforme fecales y Coliformes totales

Para estas mediciones o pruebas de estos parámetros ya lo realiza el laboratorio de salud pública de la magdalena y solo nos envían un reposte con todos los resultados de las pruebas, pero en este caso como estábamos realizando un seguimiento de diez días ellos nos colaboraron con hacerle el seguimiento también de estos parámetros (ver Anexo 1).

Seguimiento De La Normatividad Vigente En Colombia

Como se le hizo un seguimiento mañana y tarde al agua, para realizarle un análisis y compararlo con la resolución 2115 del 2007, se obtuvieron los siguientes datos como se aprecia en la tabla 9 y 10 y también se puede observar en (Ver Anexo 1).

Tabla 18. Comparación de los resultados Vs resolución 2115 del 2007 en un día. En un punto de muestreo (Barrio Mundo López).

PARAMETROS	SIMBOLO	RESULTADOS	UNIDADES	RANGOS ACEPTABLES POR LA RESOLUCION 2115 DEL 2007	DIAGNOSTICO
Temperatura	T°	31	°C	—	Aceptable
pH	pH	6,8	—	$\geq 6,5 \leq 9$	Aceptable
Turbiedad	—	1,8	UNT	$\geq 0 \leq 2$	Aceptable
Cloro Residual	—	0,3	mg CL ₂ /L	$> 0,3 < 2,0$	Aceptable

FUENTE: (PROPIA, 2021)

Nota: Según los parámetros analizados por la unidad de los servicios públicos y por el laboratorio de salud pública de la magdalena, la muestra de agua se califica en el nivel de riesgo medio, presenta valores aceptables desde el punto de vista fisicoquímico según la resolución 2115 del 2007.

Tabla 19. Comparación de los resultados Vs resolución 2115 del 2007 en un día. En un punto de muestreo (Casa de la familia Luna).

PARAMETROS	SIMBOLO	RESULTADOS	UNIDADES	RANGOS ACEPTABLES POR LA RESOLUCION 2115 DEL 2007	DIAGNOSTICO
Temperatura	T°	30	°C	—	Aceptable
pH	pH	6,8	—	$\geq 6,5 \leq 9$	Aceptable

Turbiedad	–	0,8	UNT	$\geq 0 \leq 2$	Aceptable
Cloro Residual	–	0,4	mg CL ₂ /L	$> 0,3 < 2,0$	Aceptable

FUENTE: (PROPIA, 2021)

Nota: Según los parámetros analizados por la empresa de la unidad de los servicios públicos con ayuda del laboratorio de salud pública del magdalena, la muestra de agua se califica en el nivel de riesgo medio, desde el punto de vista fisicoquímico según la resolución 2115 del 2007.

De esta manera, lo que se hizo fue comparar los resultados de los datos de un día de muestra de los dos punto de muestreo que son el barrio mundo López y en la casa de la familia luna y compararlos con la resolución 2115 del 2007, para saber si los resultados que nos dieron estaban entre los rango de la resolución y saber si eran aceptables o no aceptable en la normativa que nos rige en Colombia, por medio de la cual se señalan las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Pero en el Anexo 1, podemos observar todo el seguimiento completo de los dos puntos de muestreo, con sus respectivas horas.

Límites Máximos Permisibles Para Los Parámetros Fisicoquímicos Y Microbiológicos

Se realizó una comparación con la resolución 2115 de 2007 y el decreto 475 de 1998, para comparar cuales eran los rangos de cada uno de los límites máximos permisibles de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua.

Tabla 20. Límites máximos permisibles parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua.

Parámetro	Decreto 475 de 1998	Resolución 2115 de 2007
Turbiedad, UNT	5	2
Color aparente, UPC	15	15
Conductividad, $\mu\text{S}/\text{cm}$	50 - 1000	1000
pH	6,5 - 9	6,5 - 9
Alcalinidad, CaCO_3	100	200
Cloruro, Cl	250	250
Dureza total, CaCO_3	160	300
Hierro Total, Fe	0,3	0,3
Aluminio Residual, AL^{3+}	0,2	0,2

FUENTE: (Resolucion 2115, 2007)

Tabla 21. Límites máximos permisibles parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua.

Parámetro	Decreto 475 de 1998	Resolución 2115 de 2007
Cloro Residual Libre Cl_2	0,2 - 1	0,3 – 2
Cloro Residual Total	-	-
CL2	-	-
Cloro Residual Combinado		
Oxígeno Disuelto	-	-
Nitritos, NO_2^-	0,1	0,1
Nitratos, NO_3^-	10	10
Sulfatos, SO_4^{2-}	250	250
Coliformes totales, UFC/100 cm^3	0	0
E. Coli, UFC/ cm^3	0	0

FUENTE: (Resolucion 2115, 2007)

Nota: Todos los valores están expresados en mg/L a excepción de aquellos que indiquen lo contrario.

En las Tablas 17 y 18, podemos observar las comparaciones que se le realizó a los parámetros fisicoquímico y microbiológico con respecto a los rangos de la resolución 2115 y el decreto 475 una para observar las normas técnicas de calidad de agua potable, y la otra para señalar las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Etapas III. Implementación De Actividades

Actividad 1. Recomendaciones a los operarios de la planta en cuanto a los mejoramientos del proceso de desinfección y del tratamiento del cloro.

En este punto se les recomienda a los operarios de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena, para que se mejoren los procesos de desinfección se le debe adicionar la solución del cloro gaseoso, para eliminar los microorganismos que ocasionan las enfermedades y poder garantizar la calidad del agua en las redes de distribución. Para así poder ayudar a la oxidación del hierro, el manganeso y los sulfuros de hidrógeno y a la destrucción de algunos compuestos que producen olores y sabores.

Para una buena dosificación también se recomienda que se deban de realizar los respectivos cálculos para saber cuánto se le va a adicionar de hipoclorito de calcio, para la cloración del agua, para así saber cuánto producto le vamos a agregar para no tener ningún problema con la calidad del agua para el consumo humano. Por otra parte, también se le recomienda a los operarios de la planta que para la etapa de la coagulación el reactivo más eficiente a la hora de coagular es el sulfato de aluminio granular tipo B, porque causa desestabilización de las

partículas coloidales, produciendo partículas llamadas flóculos, reacción que se produce en fracciones de segundo y con una fuerte agitación.

Actividad 2. Acciones de las iniciativas que mejoren el proceso de tratamiento de agua potable en el municipio, superando de esta manera las falencias encontradas en el abastecimiento y consumo del agua.

Aquí se realizaron todas las iniciativas para los mejoramientos posibles en la planta de tratamiento de agua potable para así tener un mejor funcionamiento. Como ya se había hecho la visita en la planta y nos dimos cuenta los equipos que estaban en malas condiciones como cinco Cilindros de Cloro gaseoso y un equipo Comparativo de pH y Cloro, un transformador trifásico de 75Kva en la Bomba Principal y algunas tuberías que estaban adheridos, todo esto se realizó con la colaboración y gestión del alcalde del municipio, quien dono todos estos equipos y materiales para la planta.

Figura 23. Equipo para la bomba principal



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Figura 24. Cilindros de cloro gaseoso.



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Figura 25. Material (Sulfato de aluminio)



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Figura 26. Equipo Comparativo de pH



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Otro problema que tenemos en la planta de tratamiento de agua potable es que no contamos con un laboratorio para control diario de parámetros físico-químico de calidad de agua. Pero se está gestionando para que dentro de unos años podamos contar con un laboratorio en la planta de tratamiento, para que podamos realizar nuestras propias pruebas pertinentes al agua y para poder seguir mejorando nuestra calidad en el servicio.

Actividad 3. Implementación de actividades.

Se realizaron capacitaciones con el técnico que se encarga de agregarle los químicos al agua de la planta de tratamiento, para capacitarlo de cuánto debe de ser la dosificación del cloro, para poder clorificar el agua y sea apta para el consumo, ya que él no realizaba los respectivos cálculos antes, para la dosificación del cloro y el hipoclorito de calcio. Y ahora ya si realiza los cálculos cada vez que va agregarle los químicos al agua y así no tener problemas con el control de la dosificación. Asimismo, en cuanto a la calidad del agua como ahora si se está llevando un control sobre la dosificación exacta y se está haciendo seguimiento constante con la resolución 2115 del 2007 a los datos obtenidos en los reportes de los análisis de los parámetros, se puede

decir que estamos haciendo las cosas bien porque estamos cumpliendo con los rangos establecido por la normativa.

Capacitar al personal para que sepan lo que deben hacer en alguna situación fuera de control o no habitual en la planta como con respecto a la reducción del pH del agua, cuando en algunas veces sale demasiado acida, realizamos y utilizamos sustancias ácidas como el cloro o ácido muriático que pueden ser peligrosas. Pero siempre se debe agregar el ácido al agua lentamente, nunca agregar agua al ácido, y utilizar guantes, barbijo y gafas protectoras al manipular ácidos, para que así no tengamos ningún riesgo o daño en la planta.

Otro método que se hace consiste en la instalación de purificadores de agua combinados con filtros de carbón activado, de sedimentos descartables o sistema de ósmosis inversa. Los filtros de carbón activado combinan el poder filtrante con el efecto acidificante del carbón. Los de ósmosis inversa hacen fluir el agua a través de una membrana que retiene hasta partículas microscópicas.

Campaña de aseo en el municipio de Santa Ana Magdalena.

También se coordinaron diferentes actividades ambientales de limpieza en la planta de tratamiento de agua potable, y en diferentes lugares del municipio, con la ayuda y colaboración de los administrativos y la comunidad del municipio de Santa Ana, para limpiar todo el espacio donde se encuentra la planta de tratamiento, ya que se tenía mucho tiempo que no se le realizara una limpieza.

Figura 27. Campaña de Aseo



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Figura 28. Campaña de Aseo.



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Figura 29. Campaña de Aseo



FUENTE: (PROPIA, 2021)

Campaña de charlas y censo

También se realizaron charlas de concientización con la comunidad del municipio de Santa Ana Magdalena, para brindarle a la comunidad en general sobre la importancia del manejo y conservación del agua. Asimismo, se implementaron también la ejecución del proyecto del censo para la optimización y ampliación del acueducto del municipio de Santa Ana-Magdalena, porque la comunidad estaba inconforme con el servicio del agua potable por las enfermedades que se venían presentando en la comunidad. Este proyecto se emplea con el fin de saber si la comunidad se encuentra en este momento conforme con el servicio del agua potable y para saber si se ha mejorado la calidad en el servicio del agua (Ver Anexo 4)

Etapas IV. Entrega del informe y resultados finales de los ensayos realizados en la planta.

Actividad 1. Entrega de los resultados finales de los ensayos realizados en la planta.

En esta etapa se realizó la entrega de los resultados analizados por parte del laboratorio de Salud Pública del Magdalena, a la empresa prestadora del Servicio Publico del Municipio de Santa Ana Magdalena, con el fin de comprobar si se están realizando bien los procesos o etapas en la planta de tratamiento de agua potable, en cuanto a la calidad del agua como también con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua, para que sea apta para el consumo humano, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 22. Aceptabilidad de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua para consumo humano en Santa Ana Magdalena.

Parámetro		Aceptabilidad (%)	
		Urbano	Rural
Microbiológico	E. coli	98,36	65,43
	Coliformes	97,11	54,95
	Totales		
Fisicoquímico	Color	98,87	63,5
	Turbidez	96,12	68,6
	pH	98,64	87,71
	Cloro Residual Libre	95,46	30,45

FUENTE: (E.U.S.P., 2021)

NOTA: Podemos observar la aceptabilidad de los parámetros fisicoquímico y microbiológico del agua para el consumo humano en el municipio de Santa Ana Magdalena en la zona urbana y rural.

Tabla 23. Reporte de los resultados microbiológico del agua.

GOBERNACION DEL MAGDALENA		REPORTE DE RESULTADOS		Código: LSPM-FT-LSP-164		
LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA				Versión 00		
Elaboró: Equipo de Calidad 17025		Revisó: Facilitador Técnico		Página 1 de 1		
Fecha: 2016-01-29		Fecha: 2018-12-06		Aprobó: Coordinador LSPM		
Fecha: 2018-12-11						
Orden # :	2021033100014	Código Interno :	SAN 0191	Pais :	COLOMBIA	
Solicitante :	SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL	Municipio :	SANTA ANA	Telefono Solicitante :	4319542 EXT	
Departamento :	MAGDALENA	Email Solicitante :	ambientalsalud@magdalena.gov.co	Nombre Remitente		
Dirección Solicitante :	CALLE 23 N° 13A-02					
Entidad Remitente :						
Datos Prestador			NIT Prestador : 891780056-0			
Prestador : Alcaldia de Santa Ana			Localidad vereda Prestador :			
Dirección del Prestador : CALLE 2 N° 5-66						
Información de la muestra						
Referencia del solicitante :		Fuente de Abastecimiento: Pozo Profundo		PH in Situ : 6.8		
Fecha Recoleccion Muestra : 20210329		Punto De Toma : CASA FLIA LUNA		Cloro R In Situ : 0.4		
Fecha de Recepcion : 20210330		Hora de toma : 10:38		Codigo Concertado : 0004		
Dirección Toma De Muestra : CLL 2 PRINCIPAL		Hora de Recepcion : 8:20		Temperatura Recepcion : 5		
Coagulante : Sin Dato		Nombre de fuente :				
		Desinfectante : Cloro Gaseoso				
Tipo de Muestra : AGUAS MB						
Ensayo	Método / Documento Normativo	Resultado	Unidades	Valores aceptables de acuerdo a especificación vigente	Fecha de Procesamiento	Concepto
Determinación de Coliformes totales en aguas por sustrato Solido COLILERT	Enzima sustrato-multicelda. SM 9223 B 23th Edition (2017)	>2420	NMP/100mL	<1	2021-03-31	NO CUMPLE
Código Líder técnico responsable : 9027		Código del revisor : 9268		Fecha de Informe de Resultado : 2021-04-06		
Determinación de E. coli en aguas por sustrato definido COLILERT	Enzima sustrato-multicelda. SM 9223 B 23th Edition (2017)	<1	NMP/100mL	<1	2021-03-31	CUMPLE
Código Líder técnico responsable : 9027		Código del revisor : 9268		Fecha de Informe de Resultado : 2021-04-06		
Comentario:						
 BEATRIZ ELENA MAESTRE ARAUJO Coordinador LSPM						
Observaciones generales de la solicitud:						
FIN DEL INFORME						
El resultado emitido corresponde únicamente al obtenido por el análisis de la(s) muestra(s) allegada(s) para estudio, identificada(s) como se especifica en el contenedor de la(s) misma(s) y la solicitud de servicio respectiva. El laboratorio no puede responsabilizarse del cumplimiento de las condiciones pre-analíticas de pertinencia en identificación, almacenamiento y transporte. No está permitido reproducir parcialmente o totalmente el informe de resultados sin la aprobación escrita de la Coordinación del Grupo.						
Calle 23 No. 13A 02, Santa Marta, Colombia Consultador (S) 4319542 e-mail: laboratorio.salud@magdalena.gov.co						

FUENTE: (PROPIA, 2021)

Se presenta en este análisis realizado por el laboratorio de Salud Pública del Magdalena, los resultados de los parámetros microbiológico del agua en la planta de tratamiento en el punto de muestreo en la casa de la familia Luna del Municipio de Santa Ana Magdalena, se puede evidenciar que la determinación de coliformes totales en aguas por sustratos no cumple con el rango establecido por la normativa de Colombia (Ver Anexos 1 y 3).

Figura 20. Seguimiento a los parámetros fisicoquímico del agua en el barrio Mundo López.

GOBERNACIÓN DEL MAGDALENA		REPORTES DE RESULTADOS		Código: GPM-FI-GP-184				
				Versión: 00				
LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA DEL MAGDALENA				Página: 1 de 1				
Módulo: Registro de Calidad 17025		Ejemplar: Inicial/Revisión		Alcance: Coordinador GPM				
Fecha: 2021-05-01		Fecha: 2021-05-18		Fecha: 2021-05-20				
Orden R: 20211003100015		Código Interno: 0192						
Solitante: SECRETARÍA DE SALUD DEPARTAMENTAL		Municipio: SANTA ANA						
Departamento: MAGDALENA		Dirección Solitante: CALLE 23 Nº 13ª-02						
DATOS DEL PRESTADOR								
Prestador: Alcaldía de Santa Ana		NET Prestador: 891700054-0						
Dirección del prestador: CALLE 2 Nº 5-66								
Información de la muestra								
Fuente de abastecimiento: Pozo Profundo		Punto de toma: Barrio Mundo López						
Dirección Solitante: CALLE 23 Nº 13ª-02		Dirección toma de muestra: Vía Maradera						
Hora de toma: 8:30 am y 4:30 pm		Destinatario: Clara Guevara						
TIPO DE MUESTRA: AGUAS MB								
PARAMETROS 8:30 am				PARAMETROS 4:30 pm				
	TV (NC)	pH	Turbiedad (UNT)	Cloro R (Mg)	TV (NC)	pH	Turbiedad (UNT)	Cloro R (Mg)
1	28	6.8	0.8	0.5	50	6.8	0.7	0.4
2	30	6.8	0.5	0.5	53	6.8	1.0	0.5
3	29	6.5	0.8	0.5	52	6.7	1.9	0.5
4	30	6.5	0.8	0.4	52	6.8	0.8	0.5
5	28	8.1	1.0	0.4	30	8.5	0.8	0.4
6	28	6.8	1.9	0.5	53	8.5	0.9	0.4
7	30	6.8	0.5	0.4	51	6.5	0.9	0.5
8	29	7.4	1.4	0.5	50	6.5	0.6	0.4
9	30	6.5	0.8	0.5	53	6.5	1.0	0.4
10	30	6.8	0.8	0.5	53	7.3	0.9	0.4

FUENTE: (PROPIA, 2021)

Se presenta los análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua en el punto de muestreo del barrio mundo López, del municipio de Santa Ana Magdalena. Ahí se observa el seguimiento que se le realizó a los ensayos de los parámetros en la mañana a las 8:30 am y en la tarde a las 4:30 pm, para así compararlo con la resolución 2115 del 2007 y poder identificar si cumplía con la normatividad (Ver Anexo 3).

Actividad 2. Entrega del informe a la empresa y a la universidad.

Al finalizar la practica en la empresa de la Unidad de Servicios Públicos del Municipio de Santa Ana Magdalena, le tenía que sustentar o explicarle el informe final donde se explica los análisis de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas y ensayos realizados en la planta. También, asimismo las recomendaciones que se tenía que hacer para los posibles mejoramientos en la planta de tratamiento, fue el mejoramiento en las instalaciones de la planta como un transformador trifásico de 75Kva en la bomba principal para tener el servicio de luz estable en la planta, también se cambiaron cinco Cilindros de Cloro gaseoso y un equipo Comparativo de pH y Cloro.

Por otro lado, ellos también pidieron que se les explicara a los operarios de la planta como era mejor el método o el seguimiento que se tenía que hacer antes para realizar la dosificación correcta de todos los reactivos y químicos (Ver Anexo 2), porque en la planta estaban trabajando con un caudal de entrada que no era el adecuado para la planta y también no realizaban la prueba de jarra, solo que le agregaban los productos al agua a ojímetro, porque los operarios de la empresa son es empírico la mayoría de ellos no son certificado. Y para no tener problema con la falta de insumo ellos lo que venían haciendo era agregarle poco químicos al agua y esto lo que hacía era que el agua no quedaba bien tratada y traía problema a la salud por consumir el agua que les puede causar enfermedades por el mal procedimiento del agua.

También le hare una recomendación de lo que deben seguir mejorando para tener un buen control de calidad y consumo del agua potable para una posible solución ante la problemática que se venía presentando en la comunidad anteriormente, como se lo explique anteriormente que era el problema en la salud de sus habitantes por consumir el agua.

Con respecto a la universidad de pamplona, tengo que sustentar el informe y explicar todo lo que hice y aprendí en el tiempo de la práctica a mis jurado, para sí poderme graduar y ser una buena Ingeniera Ambiental que es un sueño muy anhelado para muchos jóvenes en el mundo.

Cronograma De Actividades

En este cronograma vamos a resaltar el desarrollo y la ejecución de las actividades que se realizaron durante los cuatros meses de las pasantías con la empresa de la unidad de servicios públicos del municipio de Santa Ana-Magdalena.

Tabla 24. Cronograma de Actividades.

ACTIVIDADES		MES 1					MES 2			MES 3					MES 4				
ETAPA I	Visita, revisión e identificación de los procesos del control de calidad del agua en la planta de tratamiento de agua potable en la empresa de la unidad de servicios públicos.	X	X	X	X	X													
ETAPA II	Analizar todos los datos obtenidos, que se recolecten durante un periodo de tiempo.						X	X	X	X	X								
ETAPA III	Implementación de actividades										X	X	X	X	X				
ETAPA IV	Entrega del informe y resultados finales de los ensayos realizados en la planta.															X	X	X	X

FUENTE: (PROPIA, 2021)

13. Resultados

Análisis recopilados de los datos de los ensayos del agua

Tabla 25. Análisis del seguimiento a los parámetros fisicoquímico del agua en el barrio Mundo López.

GOBERNACION DEL MAGDALENA		REPORT DE RESULTADOS		Código: LOPM-FI-OP-184				
				Versión: 00				
LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA				Página: 1 de 1				
Búlcio D. Riquelme, Dirección: 17025		Reneo, Paredón, Técnico		Alcaldía, Coordinador LOPM				
Fecha: 2021-05-04		Fecha: 2021-05-13		Fecha: 2021-05-20				
Orden #: 20211002100015		Código Interno: 0192						
Solicitante: SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL		Municipio: SANTA ANA						
Departamento: MAGDALENA		Dirección: Solicitante: CALLE 23 Nº 13ª-02						
DATOS DEL PRESTADOR								
Procedente: Alcaldía de Santa Ana		NET Procedente: 091700056-0						
Dirección del prestador: CALLE 2 Nº 5-66								
Información de la muestra								
Fuente de abastecimiento: Pozo Profundo		Punto de toma: Barrio Mundo López						
Dirección: Solicitante: CALLE 23 Nº 13ª-02		Dirección: toma de muestra: Vía Matadero						
Hora de toma: 8:30 am y 4:30 pm		Desinfectante: Cloro Gaseoso						
TIPO DE MUESTRA: AGUAS MB								
PARAMETROS 8:30 am				PARAMETROS 4:30 pm				
	TR (°C)	pH	Turbiedad (UNT)	Cloro R (Mg)	TR (°C)	pH	Turbiedad (UNT)	Cloro R (Mg)
1	28	6.5	0.5	0.5	50	6.5	0.7	0.4
2	50	6.5	0.5	0.5	55	6.5	1.0	0.5
3	29	6.5	0.5	0.5	52	6.7	1.9	0.5
4	50	6.5	0.5	0.4	52	6.5	0.5	0.5
5	28	5.1	1.0	0.4	50	5.5	0.5	0.4
6	28	6.5	1.9	0.5	55	5.5	0.9	0.4
7	50	6.5	0.5	0.4	51	6.5	0.9	0.5
8	29	7.4	1.4	0.5	50	6.5	0.6	0.4
9	50	6.5	0.5	0.5	55	6.5	1.0	0.4
10	50	6.5	0.5	0.5	55	7.5	0.9	0.4

FUENTE: (PROPIA, 2021)

En la Tabla 21, nos muestra nos análisis de los parámetros fisicoquímico del agua en el punto de muestreo del barrio mundo López, que queda por la vía del matadero del municipio de Santa Ana Magdalena. Ahí se presenta un seguimiento de los ensayos de los parámetros en la mañana a las 8:30 am y en la tarde a las 4:30 pm, para compararlo con la resolución 2115 del 2007 y poder identificar si cumplía con la normatividad que regula la calidad del agua para consumo humano. También podemos observar que en este seguimiento la temperatura en la mañana se mantiene en con una temperatura inferior de 39° C y en la tarde la temperatura es más alta por lo que estamos

en la costa, eso también influye en la planta de tratamiento. Asimismo, la turbiedad en ambos casos mañana y tarde se muestra estable en la planta de tratamiento de agua potable, estos datos fueron rectificado y aprobados por el laboratorio de salud pública del Magdalena.

Tabla 26. Análisis del seguimiento a los parámetros fisicoquímico del agua en la casa de la familia Luna.

		REPORTE DE RESULTADOS		Código: LOPM-FS-LSP-184 Versión: 00					
LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA DEL MAGDALENA				Página: 1 de 1					
Método: Grupo de calidad: 3 FE25		Método: Medición: 3000		Método: Controlador: LSPM					
Fecha: 2021-05-04		Fecha: 2021-05-18		Fecha: 2021-05-20					
Orden N°: 20211000100015		Código Interno: 0192							
Solicitante: SECRETARÍA DE SALUD DEPARTAMENTAL		Municipio: SANTA ANA							
Departamento: MAGDALENA		Dirección Solicitante: CALLE 23 Nº 13ª-02							
DATOS DEL PRESTADOR									
Prestador: Alcaldía de Santa Ana		NIT Prestador: 891780066-0							
Dirección del prestador: CALLE 2 Nº 5-66									
Información de la muestra									
Fuente de abastecimiento: Pozo Profundo		Punto de toma: Casa Familia Luna							
Dirección Solicitante: CALLE 23 Nº 13ª-02		Dirección toma de muestra: calle 2 principal							
Hora de toma: 8:30 am y 4:30 pm		Desinfectante: Cloro Gaseoso							
TIPO DE MUESTRA: AGUAS MB									
PARAMETROS 8:30 am					PARAMETROS 4:30 pm				
	TP (°C)	pH	Turbiedad (UNT)	Cloro R (Mg)		TP (°C)	pH	Turbiedad (UNT)	Cloro R (Mg)
1	30	6.5	0.5	0.5	33	7.3	0.9	0.4	
2	28	6.5	0.5	0.5	31	6.5	2.0	0.4	
3	30	7.4	1.4	0.3	33	6.5	0.6	0.4	
4	29	6.5	0.5	0.4	32	6.5	0.9	0.5	
5	28	6.5	1.9	0.5	30	5.5	0.9	0.4	
6	28	5.1	2.0	0.4	30	5.5	0.8	0.4	
7	30	6.5	0.8	0.4	33	6.5	0.8	0.3	
8	29	6.5	0.8	0.3	31	6.7	1.9	0.5	
9	30	6.5	0.5	0.5	32	6.5	1.0	0.5	
10	28	6.5	0.5	0.3	33	6.5	0.7	0.4	

FUENTE: (PROPIA, 2021)

En la Tabla 22, podemos observar el seguimiento de los parámetros fisicoquímico que se realizó en el punto de muestreo en la casa de la familia Luna en la calle 2 del municipio de Santa Ana Magdalena, analizamos solos los parámetros como el pH, la temperatura, la turbidez y el cloro en la mañana y en la tarde. También se comparó los resultados del seguimiento con la resolución 2115 del 2007.

Por otro lado, según los parámetros analizados por la unidad de los servicios públicos y por el laboratorio de salud pública del Magdalena, la muestra de agua se califica en el nivel de riesgo son aceptable porque los valores están en los rangos desde el punto de vista fisicoquímico según la resolución 2115 del 2007, Ósea que el agua es apta para el consumo humano.

Reporte de los análisis de los parámetros microbiológicos del agua.

Tabla 27. Reporte de los resultados microbiológico del agua.

GOBERNACIÓN DEL MAGDALENA		REPORTE DE RESULTADOS		Código: LSPM-FT-LSP-164		
LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA DEL MAGDALENA				Versión 00		
Elaboró: Equipo de Calidad 17025		Revisó: Facilitador Técnico		Página 1 de 1		
Fecha: 2016-01-29		Fecha: 2018-12-06		Aprobó: Coordinador LSPM		
Fecha: 2018-12-11						
Orden #:	2021033100014	Código Interno:	SAN 0191			
Solicitante:	SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL	Municipio:	SANTA ANA	Pais:	COLOMBIA	
Departamento:	MAGDALENA			Teléfono Solicitante:	4319542 EXT	
Dirección Solicitante:	CALLE 23 N° 13A-02	Email Solicitante:	ambientalsalud@magdalena.gov.co			
Entidad Remitente:		Nombre Remitente:				
Datos Prestador		NIT Prestador: 891780056-0				
Prestador: Alcaldía de Santa Ana		Localidad vereda Prestador:				
Dirección del Prestador: CALLE 2 N° 5-66						
Información de la muestra						
Referencia del solicitante:		Fuente de Abastecimiento: Pozo Profundo				
		Punto De Toma: CASA FLIA LUNA				
Fecha Recolección Muestra: 20210329		Hora de Toma: 10:38				
Fecha de Recepción: 20210330		Hora de Recepción: 8:20				
Dirección Toma De Muestra: CLL 2 PRINCIPAL		Nombre de fuente:				
Coagulante: Sin Dato		Desinfectante: Cloro Gaseoso				
		PH in Situ: 6.8				
		Cloro R In Situ: 0.4				
		Código Concertado: 0004				
		Temperatura Recepción: 5				
Tipo de Muestra: AGUAS MB						
Ensayo	Método / Documento Normativo	Resultado	Unidades	Valores aceptables de acuerdo a especificación vigente	Fecha de Procesamiento	Concepto
Determinación de Coliformes totales en aguas por sustrato SÍNDICO COLILERT	Enzima sustrato-multicelda, SM 9223 B 23th Edition (2017)	>2420	NMP/100mL	<1	2021-03-31	NO CUMPLE
Código Líder técnico responsable: 9027		Código del revisor: 9268		Fecha de Informe de Resultado: 2021-04-06		
Determinación de E. coli en aguas por sustrato definido COLILERT	Enzima sustrato-multicelda, SM 9223 B 23th Edition (2017)	<1	NMP/100mL	<1	2021-03-31	CUMPLE
Código Líder técnico responsable: 9027		Código del revisor: 9268		Fecha de Informe de Resultado: 2021-04-06		
Comentario:						
 BEATRIZ ELENA MAESTRE ARAUJO Coordinador LSPM						
Observaciones generales de la solicitud:						
FIN DEL INFORME						
El resultado emitido corresponde únicamente al obtenido por el análisis de la(s) muestra(s) allegada(s) para estudio, identificada(s) como se especifica en el contenido de la(s) misma(s) y la solicitud de servicio respectiva. El laboratorio no puede responsabilizarse del cumplimiento de las condiciones pre-analíticas de pertinencia en identificación, almacenamiento y transporte. No está permitido reproducir parcialmente o totalmente el informe de resultados sin la aprobación escrita de la Coordinación del Grupo.						
Calle 23 No. 13A-02, Santa Marta, Colombia Correo electrónico: e-mail: laboratorio.salud@magdalena.gov.co						

FUENTE: (PROPIA, 2021)

En la Tabla 23, podemos observar el reporte de los análisis microbiológicos del agua de la casa de la familia Luna del municipio de Santa Ana Magdalena, se puede evidenciar que la

determinación de coliformes totales en aguas por sustratos no cumple con el rango establecido por la normativa de Colombia.

Según los parámetros analizados por la empresa de la unidad de los servicios públicos con ayuda del laboratorio de salud pública del Magdalena, la muestra de agua se califica en el nivel de riesgo medio, pero presenta valores para coliformes totales son demasiado elevados, que lo rechazan de los valores aceptables, para estar en los no aceptable, desde el punto de vista fisicoquímico según la resolución 2115 del 2007, (Ver Anexo 1).

Tabla 28. Reporte de los resultados microbiológico del agua.

GOBERNACION DEL MAGDALENA		REPORTE DE RESULTADOS		Código: LSPM-FT-LSP-164		
LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA				Versión 00		
Elaboró: Equipo de Calidad 17025		Revisó: Facilitador Técnico		Página 1 de 1		
Fecha: 2016-01-29		Fecha: 2018-12-06		Aprobó: Coordinador LSPM		
				Fecha: 2018-12-11		
Orden # :	2021033100015	Código Interno :	SAN 0192			
Solicitante :	SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL	Municipio :	SANTA ANA	País :	COLOMBIA	
Departamento :	MAGDALENA			Teléfono Solicitante :	4319542 EXT	
Dirección Solicitante :	CALLE 23 N° 13A-02	Email Solicitante :	ambientalsalud@magdalena.gov.co			
Entidad Remitente :		Nombre Remitente				
Datos Prestador		NIT Prestador : 891780056-0				
Prestador : Alcaldía de Santa Ana		Localidad vereda Prestador :				
Dirección del Prestador : CALLE 2 N° 5-66						
Información de la muestra		Fuente de Abastecimiento: Pozo Profundo				
Referencia del solicitante :		Punto De Toma : BRR MUNDO LOPEZ				
Fecha Recolección Muestra : 20210329		Hora de toma : 10:50				
Fecha de Recepción : 20210330		Hora de Recepción : 8:20				
Dirección Toma De Muestra : VIA MATADERO		Nombre de fuente :				
Regulante : Sin Dato		Desinfectante : Cloro Gaseoso				
		PH in Situ : 6.8				
		Cloro R In Situ : 0.3				
		Código Concertado : 0003				
		Temperatura Recepción : 5				
Tipo de Muestra : AGUAS MB						
Ensayo	Método / Documento Normativo	Resultado	Unidades	Valores aceptables de acuerdo a especificación vigente	Fecha de Procesamiento	Concepto
Determinación de Coliformes totales en aguas por sustrato definido COLIBERT	Enzima sustrato-multicelda. SM 9223 B 23th Edition (2017)	<1	NMP/100mL	<1	2021-03-31	CUMPLE
Código Líder técnico responsable : 9027		Código del revisor : 9268		Fecha de Informe de Resultado : 2021-04-06		
Determinación de E. Coliformes en aguas por sustrato definido COLIBERT	Enzima sustrato-multicelda. SM 9223 B 23th Edition (2017)	<1	NMP/100mL	<1	2021-03-31	CUMPLE
Código Líder técnico responsable : 9027		Código del revisor : 9268		Fecha de Informe de Resultado : 2021-04-06		
Comentario:						
 BEATRIZ ELENA MAESTRE ARAUJO Coordinador LSPM						
Observaciones generales de la solicitud:						
FIN DEL INFORME						
El resultado emitido corresponde únicamente al obtenido por el análisis de la(s) muestra(s) allegada(s) para estudio, identificada(s) como se especifica en el contenedor de la(s) misma(s) y la solicitud de servicio respectiva. El laboratorio no puede responsabilizarse del cumplimiento de las condiciones pre-analíticas de pertinencia en identificación, almacenamiento y transporte. No está permitido reproducir parcialmente o totalmente el informe de resultados sin la aprobación escrita de la Coordinación del Grupo.						
Calle 23 No. 13A 02, Santa Marta, Colombia Conmutador (5) 4319542 e-mail: laboratoriosalud@magdalena.gov.co						

FUENTE: (PROPIA, 2021)

En la Tabla 24, observamos que en el punto de muestreo en el barrio Mundo López, los parámetros microbiológicos como la determinación de coliformes totales en agua y la

determinación de E. coli en aguas por sustrato definido. Pero según los parámetros analizados por la unidad de los servicios públicos y por el laboratorio de salud pública del Magdalena, la muestra de agua se califica en el nivel de riesgo medio, presenta valores aceptables desde el punto de vista fisicoquímico según la resolución 2115 del 2007.

Comparación de los resultados Vs resolución 2115 del 2007 en un día.

Tabla 29. Comparación de los resultados Vs resolución 2115 del 2007 en un día. En un punto de muestreo (Casa de la familia Luna).

PARAMETROS	SIMBOLO	RESULTADOS	UNIDADES	RANGOS ACEPTABLES POR LA RESOLUCION 2115 DEL 2007	DIAGNOSTICO
Temperatura	T°	31	°C	—	Aceptable
pH	pH	6,8	—	$\geq 6,5 \leq 9$	Aceptable
Turbiedad	—	0,8	UNT	$\geq 0 \leq 2$	Aceptable
Cloro R.	—	0,4	mg CL ₂ /L	$> 0,3 < 2,0$	Aceptable

FUENTE: (PROPIA, 2021)

En la Tabla 25, se hace una comparación con los resultados de los análisis fisicoquímico obtenidos en el punto de muestreo de la casa de la familia Luna, con la resolución 2115 del 2007. Se observa que los parámetros si se cumple con los parámetros establecidos porque se encuentran los valores constituidos por la resolución.

Tabla 30. Comparación de los resultados Vs resolución 2115 del 2007 en un día. En un punto de muestreo (Barrio Mundo López).

PARAMETROS	SIMBOLO	RESULTADOS	UNIDADES	RANGOS ACEPTABLES POR LA RESOLUCION 2115 DEL 2007	DIAGNOSTI CO
Temperatura	T°	30	°C	—	Aceptable
pH	pH	6,8	—	$\geq 6,5 \leq 9$	Aceptable
Turbiedad	—	1,8	UNT	$\geq 0 \leq 2$	Aceptable
Cloro Residual	—	0,3	mg CL ₂ /L	$> 0,3 < 2,0$	Aceptable

FUENTE: (PROPIA, 2021)

En la Tabla 26, se hace una comparación con los resultados de los análisis fisicoquímico obtenidos en el punto de muestreo del Barrio Mundo López, con la resolución 2115 del 2007. Se observa que los parámetros si se cumple con los parámetros establecidos porque se encuentran los valores constituidos por la resolución.

Asimismo, según los parámetros analizados por la unidad de los servicios públicos y por el laboratorio de salud pública del magdalena, la muestra de agua se califica en el nivel de riesgo medio, presenta valores aceptables desde el punto de vista fisicoquímico según la resolución 2115 del 2007.

Tabla 31. Cálculo del IRCA.

		CALCULO DEL IRCA: INDICE DE RIESGO DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO				 GOBERNACION DEL MAGDALENA LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA
Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	Notificaciones				
55,9	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD.				
	Resultado	Expresados como	¿Analizado? (Sí/ No)	Puntaje de Riesgo Considerado	Puntaje de Riesgo de la Muestra	
Aluminio	0	mg/l Al	No	0	0	
Cloro Residual Libre	0,30	mg/l Cl ₂	Sí	15	0	
Coliformes Totales	1,00	UFC/ 100 ml	Sí	15	15	
Magnesio	0,00	mg/l Mg	No	0	0	
Escherichia Coli	1,00	UFC/ 100 ml	Sí	25	25	
pH	6,80	pH	Sí	1,5	0	
Cloruros	0,00	mg/l Cl	No	0	0	
Turbiedad	1,40	UNT	Sí	15	0	
Puntaje Total de la Muestra	-----	-----	-----	71,5	40	

FUENTE: (PROPIA, 2021)

Podemos observar en la Tabla 30 los cálculos del índice de riesgo de calidad del agua para consumo humano, se demuestran que se clasifican según el IRCA en (%) de 55,9 y el nivel de riesgo es Alto, porque se encuentra entre 35,1 hasta 80%, con un puntaje total de la muestra de 71,5, en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos como lo son cloro residual libre, coliforme totales, E. coli. pH y turbiedad del agua. Se concluye que el agua no es apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.

Análisis de la pregunta problema

¿La planta de tratamiento de agua potable que está abasteciendo de agua a la comunidad del municipio de Santa Ana - Magdalena cumple o no con los parámetros de la ley en Colombia que es la resolución 0330 del 2017 de la calidad del agua?

Después de hacer un seguimiento exhaustivo en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena, por cuatro meses podemos decir con certeza que la planta cumple con los parámetros establecido por la resolución 0330 del 2017, solo que en algunos meses los parámetros fisicoquímicos si cumplen en la mayoría de tiempo y los parámetros microbiológico en un mes el valor se salió del rango establecido por la resolución (Ver Anexo 1).

14. Conclusiones

Se concluye que en el seguimiento que se le hace a los parámetros fisicoquímico y microbiológico del agua en los dos puntos de muestreos del Barrio Mundo López y en la Casa de la Familia luna del Municipio de Santa Ana Magdalena, se identificó que dichos parámetros no cumplen con el grado de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas-químicas y microbiológicas del agua para el consumo humano. Porque se encuentra con un nivel de riesgo Alto con una clasificación según el IRCA de 55,9 % y con un puntaje total de la muestra de 71,5. Por otra parte, se propone a los que ejecutan las leyes en hacer un modificación en la aprobación de los parámetros incluidos en el índice de riesgo de calidad del agua para consumo humano (IRCA), con el fin de dar un mayor peso a aquellos altamente relacionados con enfermedades por consumir agua contaminada, representar adecuadamente la calidad del agua y por ende demostrar un nivel de riesgo más conveniente para tomar decisiones en las comunidad y evitar problemas de salud humana y particularmente en la minimización en los casos de enfermedades por el consumo de agua contaminada.

El proceso de cloración que realizan en la planta es de dos tipos cloro gaseoso, con el fin de eliminar agentes patógenos, se determinó que el cloro gaseoso es eficaz en el proceso de desinfección del agua por tratarse de un oxidante capaz de reaccionar con diversas sustancias, sean orgánicas o inorgánicas. Esas dos ventajas hacen del cloro gaseoso uno de los productos más utilizados para la desinfección del agua para el consumo humano. Las principales ventajas del cloro son comprobadas eficiencias en el exterminio de microorganismos patogénicos en el agua, el bajo costo, el hecho de ser tolerado por la gran mayoría de la población y no ofrecer

riesgos a la salud humana desde que sea utilizado dentro de las normas establecidas por el decreto 475 del 1998 del Ministerio de la Salud.

Teniendo en cuenta la problemática que tenemos en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena es que no cuenta con un laboratorio para realizar todos los ensayos y pruebas pertinentes al agua, ya que esto nos impide a prestar un mejor servicio a la comunidad, porque nos toca esperar los resultados que nos los envían la secretaria de salud del departamento del magdalena, cada vez que ellos tomen las muestra que lo hacen una vez al mes. Y el último informe de la secretaria de Salud Departamental en conjunto con la Unidad de Servicios Públicos realizar seguimiento de Cloro y medición de PH en el Agua, los resultados son los siguientes el cloro con 1.5 y el pH = 6.5, eso quiere decir que vamos por un buen camino.

Se concluye que según los parámetros analizados por la empresa de la unidad de los servicios públicos con ayuda del laboratorio de salud pública del magdalena, la muestra de agua se califica en el nivel de riesgo medio, pero presenta valores para coliformes totales demasiado elevados, que lo rechazan de los valores aceptables, para estar en los no aceptable, al compararlos desde el punto de vista fisicoquímico según la resolución 2115 del 2007, no es aceptable en el punto de muestreo que queda en la casa de la familia luna. Pera a diferencia del otro punto de muestreo que queda en el barrio mundo López, la muestra de agua se califica en el nivel de riesgo medio, presenta valores aceptables desde el punto de vista fisicoquímico.

También se puede concluir con el seguimiento que se realizó al agua, durante los diez días en los dos puntos de muestreo que fue en la mañana y tarde, podemos apreciar que los parámetros son aceptables porque no se salen de los rangos establecidos por la normatividad vigente en

Colombia. Al compararlo con la resolución con la resolución 2115 del 2007, podemos dar cuenta que los parámetros están aceptados solo que en las tardes algunos parámetros como el pH y la turbiedad tienden a subir un poco más que en la mañana (Ver Anexo 3), porque en las tardes en el municipio de Santa Ana Magdalena hace mucho calor, por la temperatura es alta.

15. Recomendaciones

Se recomienda que para una buena dosificación también se deban de realizar los respectivos cálculos para saber cuánto se le va a adicionar de hipoclorito de calcio, para la cloración del agua, para así saber cuánto producto le vamos a agregar para no tener ningún problema con la calidad del agua para el consumo humano. Por otra parte, también se le recomienda a los operarios de la planta que para la etapa de la coagulación el reactivo más eficiente a la hora de coagular es el sulfato de aluminio granular tipo B, porque causa desestabilización de las partículas coloidales, produciendo partículas llamadas flóculos, reacción que se produce en fracciones de segundo y con una fuerte agitación.

Se les recomienda a los operarios de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena, para que se mejoren los procesos de desinfección se le debe adicionar la solución del cloro gaseoso, para eliminar los microorganismos que ocasionan las enfermedades y poder garantizar la calidad del agua en las redes de distribución. Para así poder ayudar a la oxidación del hierro, el manganeso y los sulfuros de hidrógeno y a la destrucción de algunos compuestos que producen olores y sabores.

Se recomienda manipular como dosis optima del coagulante de sulfato de aluminio granulado tipo B de 100 mg/L, para mejorar el proceso de potabilización y brindar agua de calidad para el consumo humano. Y realizar los cálculos pertinentes ante de la dosificación del cloro y el hipoclorito de calcio para poder ir a lo seguro con la dosificación. La planta de tratamiento de agua potable del municipio de Santa Ana Magdalena, cuenta con una estructura que cumple con los estándares de potabilización del agua cruda como lo exige la ley de Colombia que es la

Resolución 2115 del 2007. Sin embargo, se debe tener en cuenta la dosificación del coagulante del sulfato de aluminio granulado tipo B, manipulado con el fin de eliminar microorganismos presentes en el agua.

Se le hace también una invitación y se le recomienda a la unidad de servicios públicos del municipio a que gestionen un laboratorio donde se puedan realizar todos los ensayos o pruebas al agua, con el fin de mejorar la calidad del agua. También se le hace un llamado a la empresa prestadora de servicio, que se le haga mantenimiento a la planta y al sitio donde ella se encuentra para que no se llene de monte.

Se recomienda que la empresa de la Unidad de servicios públicos del Municipio de Santa Ana Magdalena que debe capacitar al personal que está operando en la planta de tratamiento, esto con el fin de certificarlo y poder competir a nivel local con la demás empresa prestadoras del servicio.

16. Bibliografía

- 2115, r. (2007). resolucion 2115. obtenido de resolucion 2115:
https://www.minambiente.gov.co/images/gestionintegraldelrecursohidrico/pdf/legislaci%C3%B3n_del_agua/resoluci%C3%B3n_2115.pdf
- acuambiente. (07 de 02 de 2018). acuambiente. obtenido de acuambiente.:
https://www.acuambiente.com.co/documentos/hoja_seguridad_sulfato_de_aluminio_tipo_b_sol.pdf
- agua, c. d. (2017). calidad del agua. obtenido de calidad del agua:
https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/sspd%20publicaciones/publicaciones/2018/oct/ebook_calidad_de_agua-26-12-2017-vbibiana1.pdf
- alcaldia. (2020). gov.co. obtenido de <http://www.santaana-magdalena.gov.co/>
- borda, .. &. (12 de 12 de 2020). caracterización de los niveles de subproductos mayoritarios de la cloración en muestras de agua potable. sena.edu., 1-16.
- bracho f., &. f. (2017). evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de san valentín, maracaibo. scielo., 1 - 13.
- cabrerizo, r. (2015). diseño e implantación de una estacion de tratamiento de agua potable (e. t.a. p.). universidad de cádiz, 1-323.
- camacho, &. c. (10 de 02 de 2020). uso de las cáscaras de papa (solanum tuberosum l) en la clarificación del agua de la ciénaga de malambo. unisimon.edu.co, 1-12.
- e.u.s.p. (2021). e.u.s.p. obtenido de <https://www.facebook.com/unidad-de-servicios-p%C3%BAblicos-de-santa-ana-132538470692154/>
- earth, g. (2021). earth, g. . obtenido de <https://www.google.com/intl/es/earth/>

- fonseca. (2018). propuesta para el mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable de la escuela de logística del ejército nacional. repository, 1 - 92.
- hernandez t., & c. (2017). diseño y construccion de una planta modelo de tratamiento para la potabilizacion de agua, se dispondra en el laboratorio de aguas de la universidad católica de colombia. repository, 1 - 82.
- ideam. (s.f.). guía ambiental para sistemas de acueducto. en ideam, guía ambiental para sistemas de acueducto (págs. 1-54). <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005574/cartillas/sistemasacueducto/sistemasacueducto2.pdf>.
- loaiza. (05 de 2018). diagnóstico del sistema operativo de la planta de tratamiento de agua potable (ptap) guacavía en el municipio de cumaral, departamento del meta. usta.edu.co, 1-77.
- lugo l, & l. (06 de 2018). beneficios socio ambientales por potabilización del agua en los pueblos palafíticos de la ciénaga grande de santa marta-colombia. udca.edu.co, 1-6.
- municipio. (2021). municipio. obtenido de <https://www.municipio.com.co/municipio-santana.html>
- oms. (2020). organizacion mundial de la salud. obtenido de <https://www.who.int/es>
- propia. (16 de 03 de 2021).
- ras. (2000). minvivienda.gov.co. obtenido de <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulob-030714.pdf>
- redondo e, & l. (2016). evaluación de la calidad del agua en la planta potabilizadora el dorado (bogotá d.c.) a través del análisis estadístico de series de tiempo. udistrital., 1-114.
- romero. (2015). calidad del agua. bogota: co.pinterest.

- s.a.s, f. y. (2021). fibras y normas de colombia s.a.s . obtenido de fibras y normas de colombia s.a.s : <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/coagulacion-floculacion-definicion/>
- sampayo c, &. f. (2017). determinación preliminar de productos secundarios de cloración (spd), en aguas crudas del rio magdalena tratadas con coagulantes naturales y sintéticos. unipamplona.edu.co, 15(2), 1-6.
- tecpa. (17 de 04 de 2018). tecpa.es. recuperado el 20 de 04 de 2021, de tecpa.es: <https://www.tecpa.es/cloracion-tratamiento-aguas/>
- torres, &. q. (2018). diseño de un sistema automatizado de dosificacion de cloro para mejorar la calidad de agua potable en el sistema de abastecimiento de la comunidad la planta-paijan-la libertad. universidad nacional de trujillo. trujillo-peru: dspace.unitru.edu.pe.
- torres., q. &. (2018). diseño de un sistema automatizado de dosificacion de cloro para mejorar la calidad de agua potable en el sistema de abastecimiento de la comunidad la planta-paijan-la libertad. universidad nacional de trujillo. trujillo-peru: dspace.unitru.edu.pe.
- triana m, &. h. (2017). evaluación técnica y operativa de la planta de tratamiento de agua potable- ptap del municipio de anolaima. udistrital.edu.co, 1-71.
- vargas l, &. b. (s.f.). desinfección. en &. b. vargas l, ingenieroambiental (págs. 1-61). <http://www.ingenieroambiental.com/4014/diez.pdf>.
- vergara. (2015). cloración frente a ozonización en el tratamiento de agua potable. ventajas y desventajas de ambos procesos. universidad complutense. madrid: eprints.ucm.es.

17. Anexos

Anexo 1. Reporte de Resultado del laboratorio.

GOBERNACION DEL MAGDALENA  LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA		REPORTE DE RESULTADOS	Código: LSPM-FT-LSP-164 Versión 00 Página 1 de 1
Elaboró: Equipo de Calidad 17025	Revisó: Facilitador Técnico	Aprobó: Coordinador LSPM	
Fecha: 2016-01-29	Fecha: 2018-12-06	Fecha: 2018-12-11	

Orden #: 2021033100015 Código Interno: SAN 0192
 Solicitante: SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL País: COLOMBIA
 Departamento: MAGDALENA Municipio: SANTA ANA Teléfono Solicitante: 4319542 EXT
 Dirección Solicitante: CALLE 23 N° 13A-02 Email Solicitante: ambientalesalud@magdalena.gov.co
 Entidad Remitente: Nombre Remitente

Datos Prestador

Prestador: Alcaldía de Santa Ana NIT Prestador: 891780056-0
 Dirección del Prestador: CALLE 2 N° 5-66 Localidad vereda Prestador:

Información de la muestra

Referencia del solicitante: Fuente de Abastecimiento: Pozo Profundo
 : Punto De Toma: BRR MUNDO LOPEZ
 Fecha Recolección Muestra: 20210329 Hora de toma: 10:50 PH in Situ: 6.8
 Fecha de Recepción: 20210330 Hora de Recepción: 8:20 Cloro R In Situ: 0.3
 Dirección Toma De Muestra: VIA MATADERO Nombre de fuente: Código Concertado: 0003
 Agulante: Sin Dato Desinfectante: Cloro Gaseoso Temperatura Recepción: 5

Tipo de Muestra: AGUAS MB

Ensayo	Método / Documento Normativo	Resultado	Unidades	Valores aceptables de acuerdo a especificación vigente	Fecha de Procesamiento	Concepto
Determinación de Coliformes totales en aguas por sustrato definido COLILERT	Enzima sustrato-multicelda, SM 9223 B 23th Edition (2017)	<1	NMP/100mL	<1	2021-03-31	CUMPLE
Código Líder técnico responsable: 9027		Código del revisor: 9268		Fecha de Informe de Resultado: 2021-04-06		

Determinación de E. coli en aguas por sustrato definido COLILERT	Enzima sustrato-multicelda, SM 9223 B 23th Edition (2017)	<1	NMP/100mL	<1	2021-03-31	CUMPLE
Código Líder técnico responsable: 9027		Código del revisor: 9268		Fecha de Informe de Resultado: 2021-04-06		

Comentario:


 BEATRIZ ELENA MAESTRE ARAUJO
 Coordinador LSPM

Observaciones generales de la solicitud:**FIN DEL INFORME**

El resultado emitido corresponde únicamente al obtenido por el análisis de la(s) muestra(s) allegada(s) para estudio, identificada(s) como se especifica en el contenedor de la(s) misma(s) y la solicitud de servicio respectiva. El laboratorio no puede responsabilizarse del cumplimiento de las condiciones pre-analíticas de pertinencia en identificación, almacenamiento y transporte. No está permitido reproducir parcialmente o totalmente el informe de resultados sin la aprobación escrita de la Coordinación del Grupo.

Calle 23 No. 13A 02, Santa Marta, Colombia
 Correo: 4319542
 e-mail: laboratoriosalud@magdalena.gov.co

Anexo 1. Reporte de Resultado del laboratorio

GOBERNACION DEL MAGDALENA		Código: LSPM-FT-LSP-154
LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA		Versión 00
Elaboró: Equipo de Calidad 17025		Página 1 de 1
Revisó: Facilitador Técnico		Aprobó: Coordinador LSPM
Fecha: 2016-01-29	Fecha: 2018-12-06	Fecha: 2018-12-11

Orden #: 2021033100014 Código Interno: SAN 0191
 Solicitante: SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL País: COLOMBIA
 Departamento: MAGDALENA Municipio: SANTA ANA Teléfono Solicitante: 4319542 EXT
 Dirección Solicitante: CALLE 23 N° 13A-02 Email Solicitante: ambientalesalud@magdalena.gov.co
 Entidad Remitente: Nombre Remitente

Datos Prestador

Prestador: Alcaldía de Santa Ana NIT Prestador: 891780056-0
 Dirección del Prestador: CALLE 2 N° 5-66 Localidad vereda Prestador:

Información de la muestra

Referencia del solicitante: Fuente de Abastecimiento: Pozo Profundo
 Punto De Toma: CASA FLIA LUNA
 Fecha Recolección Muestra: 20210329 Hora de toma: 10:38 PH in Situ: 6.8
 Fecha de Recepción: 20210330 Hora de Recepción: 8:20 Cloro R In Situ: 0.4
 Dirección Toma De Muestra: CLL 2 PRINCIPAL Nombre de fuente: Código Concertado: 0004
 Coagulante: Sin Dato Desinfectante: Cloro Gaseoso Temperatura Recepción: 5

Tipo de Muestra: AGUAS MB

Ensayo	Método / Documento Normativo	Resultado	Unidades	Valores aceptables de acuerdo a especificación vigente	Fecha de Procesamiento	Concepto
Determinación de Coliformes totales en aguas por sustrato definido COLILERT	Enzima sustrato-multicelda. SM 9223 B 23th Edition (2017)	>2420	NMP/100mL	<1	2021-03-31	NO CUMPLE
Código Líder técnico responsable: 9027 Código del revisor: 9268 Fecha de Informe de Resultado: 2021-04-06						
Determinación de E. coli en aguas por sustrato definido COLILERT	Enzima sustrato-multicelda. SM 9223 B 23th Edition (2017)	<1	NMP/100mL	<1	2021-03-31	CUMPLE
Código Líder técnico responsable: 9027 Código del revisor: 9268 Fecha de Informe de Resultado: 2021-04-06						

Comentario:

BEATRIZ ELENA MAESTRE ARAUJO
 Coordinador LSPM

Observaciones generales de la solicitud:

FIN DEL INFORME

El resultado emitido corresponde únicamente al obtenido por el análisis de la(s) muestra(s) allegada(s) para estudio, identificada(s) como se especifica en el contenedor de la(s) misma(s) y la solicitud de servicio respectiva. El laboratorio no puede responsabilizarse del cumplimiento de las condiciones pre-analíticas de pertinencia en identificación, almacenamiento y transporte. No está permitido reproducir parcialmente o totalmente el informe de resultados sin la aprobación escrita de la Coordinación del Grupo.

Calle 23 No. 13A 02, Santa Marta, Colombia
 Conmutador (5) 4319542.
 e-mail: laboratoriosalud@magdalena.gov.co

Anexo 2. Excel de los cálculos de la población

POBLACION SAN TANA (MAGDALENA)	
AÑO	POBLACION
1995	4501
2000	4800
2005	5670
2010	6893
2015	7122
2020	9800

poblacion del ultimo censo Puc	9.800
Año del Ultimo Censo tuc	2.020

La Población Cuenta con un mercado de 15 locales, una fabrica de calzado con con sumo de 0,15 (L/Hab' dia), colegios con consumo por estudiante de 20 (L/Est' dia), con 450 estudiantes.

Nivel de Complejidad	Medio
Periodo de Diseño	30 años
PERIODO	5AÑOs
T	28'c
Perdidas	30%

Aritmetico
Geometrico
Exponencial
wappus

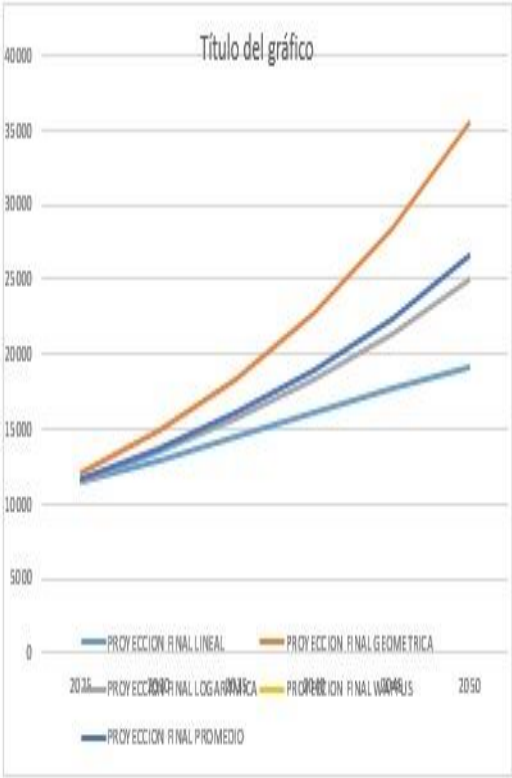
$$K = \frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci} \quad Pf = Puc + k (Tf - Tuc)$$

Aritmetico			TF1	TF2	TF3	TF4	TF5	TF6
Año	Poblacion	K	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1995	4501	211,96	10853,8	11919,6	12979,4	14039,2	15099	16158,8
2000	4800	250	11050	12300	13550	14800	16050	17300
2005	5670	275,3333	11176,67	12553,33	13930	15306,67	16683,33	18060
2010	6893	290,7	11253,5	12707	14160,5	15614	17067,5	18521
2015	7122	535,6	12478	15156	17834	20512	23190	25868
2020	9800	312,7187	11363,59	12927,19	14490,78	16054,37	17617,97	19181,56

$$r = \left(\frac{Puc}{Pci} \right)^{\frac{1}{Tuc - Tci}} - 1 \quad Pf = Puc (1 + r)^{Tf - Tuc}$$

Metodo Geometrico							
			TF1	TF2	TF3	TF4	TF5
Año	Poblacion	r	2025	2030	2035	2040	2045
1995	4501	0,031613	11450,11	13378,05	15630,62	18262,48	21337,48
2000	4800	0,036333	11714,46	14002,92	16738,43	20008,33	23917,02
2005	5670	0,037153	11760,9	14114,15	16938,27	20327,47	24394,83
2010	6893	0,035814	11685,17	13932,98	16613,18	19808,96	23619,49
2015	7122	0,065921	13484,98	18555,57	25532,8	35133,59	48344,45
2020	9800	0,041367	12019,12	14796,73	18290,66	22708,17	28322,65

Anexo 2. Excel de los cálculos de la población



Metodo Exponencial

$$K=\frac{\ln|Pcp|-\ln|Pca|}{(Tcp-Tca)}$$

$$Pf= Pci e^{k(Tf-Tci)}$$

Año	Poblacion	k	Año	
1995	4501	0,012863	2025	11450,11
2000	4800	0,033315	2030	13378,05
2005	5670	0,039063	2035	15630,62
2010	6893	0,006536	2040	18262,48
2015	7122	0,063839	2045	21337,48
2020	9800	0,031123	2050	24930,25

$$Pf= Pci \left(\frac{200+i*(Tf-Tci)}{200-i*(Tf-Tci)} \right)$$

Metodo de Waprus

Año	Poblacion	i	TF1	TF2	TF3	TF4	TF5	TF6
			2025	2030	2035	2040	2045	2050
1985	52.811	1,501345	-4839,27					
1990	55.051	1,621971						
1995	66.162	1,240714						
2000	74.844	0,944191						
2005	79.656	0,846134						
2010	83.504	0,798712						
2015	85.406	1,147523						
2020	90.451							

0

Anexo 2. Excel de la proyección final con todos los métodos

PROYECCION FINAL					
AÑO	LINEAL	GEOMETRICA	LOGARITMICA	WAPPUS	PROMEDIO
2025	11364	12019	11450		11611
2030	12927	14797	13378		13701
2035	14491	18291	15631		16137
2040	16054	22708	18262		19008
2045	17618	28323	21337		22426
2050	19182	35496	24930		26536

Anexo 2. Tabla de la población y consumo neto

AÑO	POBLACION
2020	9.800
2025	11610,94004
2030	13700,65743
2035	16137,35477
2040	19008,33969
2045	22426,03396
2050	26536,02997

consumo Neto	
Mercado	0,153061224
Industrial	0,15
Escolar	0,918367347
Residencial	125
	126,2214286

Anexo 2. Tabla de proyección del consumo de la población

PROYECCION DEL CONSUMO									
AÑO	POBLACION	INCREMENTO PORCENTUAL	INCREMENTO	incremento T		CONSUMO	%P	CONSUMO TOTAL	DOTACION BRUTA
						NETO			
2020	9.800		10%	20%		127	30%	165,1	170
		18,479	1,84790	20	21,84790	154,7	25%	206,3	210
2025	11610,94004								
		17,998	1,79978	20	21,79978	154,7	22%	198,3	200
2030	13700,65743								
		17,785	1,77853	20	21,77853	154,6	19%	190,9	200
2035	16137,35477								
		17,791	1,77909	20	21,77909	154,6	16%	184,1	190
2040	19008,33969								
		17,980	1,79800	20	21,79800	154,7	13%	177,8	180
2045	22426,03396								
		18,327	1,83269	20	21,83269	154,7	10%	171,9	180
2050	26536,02997								

Anexo 2. Tabla de Caudales

CAUDAL PROMEDIO DIARIO			
AÑO	POBLACION	C(L/hab*d)	Qprom(L/S)
2020	9.800	170	19,28240741
2025	11610,94	210	28,22103482
2030	13700,657	200	31,71448478
2035	16137,355	200	37,3549879
2040	19008,34	190	41,80074701
2045	22426,034	180	46,72090409
2025	26536,03	190	58,35469553

CAUDAL MAXIMO DIARIO				
AÑO	POBLACION	Qprom(L/S)	K1	QMD(L/S)
2020	9.800	19,282407	1,3	25,06713
2025	11610,94	28,221035	1,3	36,687345
2030	13700,657	31,714485	1,3	41,22883
2035	16137,355	37,354988	1,3	48,561484
2040	19008,34	41,800747	1,3	54,340971
2045	22426,034	46,720904	1,3	60,737175
2025	26536,03	58,354696	1,3	75,861104

Anexo 2. Tabla de caudal máximo horario

CAUDAL MAXIMO HORARIO				
AÑO	POBLACION	QMD(L/S)	K2	QMH(L/S)
2020	9.800	25,06713	1,65	41,360764
2025	11610,94	36,687345	1,65	60,53412
2030	13700,657	41,22883	1,65	68,02757
2035	16137,355	48,561484	1,65	80,126449
2040	19008,34	54,340971	1,65	89,662602
2045	22426,034	60,737175	1,65	100,21634
2050	26536,03	75,861104	1,65	125,17082

Anexo 2. Tabla de caudales de diseño

Caudal MD	75,861104
Caudal de Diseño (L/S)	80,533195
Caudal de Diseño (M3/S)	0,0805332
Caudal de Diseño	0,1610664

Anexo 3. Seguimiento de los parámetros

GOBERNACION DEL MAGDALENA		REPORT DE RESULTADOS	Código: LSPM-R-LSP-184
			Versión: 00
LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA			Página: 1 de 1
Número Equipo de Salud: 17025		Remite: Paciente Técnico	Almacén: Coordinador LSPM
Fecha: 2021-05-04		Fecha: 2021-05-18	Fecha: 2021-05-20

Código Interno: 0192

Solicitante: SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL

Municipio: SANTA ANA

Departamento: MAGDALENA

Dirección: Salomano, CALLE 23 Nº 134-02

DATOS DEL PRESTADOR

Prestador: Alcaldía de Santa Ana

NIT Prestador: 991799056-8

Dirección del prestador: CALLE 2 Nº 5-66

Información de la muestra

Fuente de abastecimiento: Pozo Profundo

Punto de toma: Barrio Mondo López

Dirección: Salomano, CALLE 23 Nº 134-02

Dirección: toma de muestra: Vía Maradero

Hora de toma: 8: 30 am y 4: 30 pm

Desinfectante: Cloro Gasosa

TIPO DE MUESTRA: AGUAS MB

PARAMETROS 8:30 am					PARAMETROS 4:30 pm			
	TP (°C)	pH	Turbiedad (UNT)	Cloro R (Mg)	TP (°C)	pH	Turbiedad (UNT)	Cloro R (Mg)
1	28	6.8	0.8	0.5	30	6.8	0.7	0.4
2	30	6.8	0.5	0.5	33	6.8	1.0	0.5
3	29	6.5	0.8	0.5	32	6.7	1.9	0.5
4	30	6.5	0.8	0.4	32	6.8	0.8	0.5
5	28	8.1	1.0	0.4	30	8.5	0.8	0.4
6	28	6.8	1.9	0.5	33	8.5	0.9	0.4
7	30	6.8	0.5	0.4	31	6.5	0.9	0.5
8	29	7.4	1.4	0.5	30	6.5	0.6	0.4
9	30	6.5	0.8	0.5	33	6.5	1.0	0.4
10	30	6.8	0.8	0.5	33	7.3	0.9	0.4

Anexo 4. Censo

ALCALDÍA MUNICIPAL DE SANTA ANA - MAGDALENA	CENSO POBLACIONAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA - MAGDALENA		N° 110 C. 18		
PROYECTO: OPTIMIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA ANA, MAGDALENA					
CONTROLES DE LA INFORMACIÓN					
FECHA: 1-00-2020 HORA:	Imagen de la vivienda: NÚMERO DE FOTOGRAFÍA:				
NOMBRE DEL ENCUESTADOR: Brian Jimenez G					
IDENTIFICACIÓN PERSONAL					
Nombres: Ana Victoria		Apellidos: Padilla Oro			
Documento de identidad: 208538736R		Género: Femenino ☒ Masculino ☐ Otro ☐ ¿Cuál?			
Edad: Menor a 18 años ☐ Entre 18 y 29 años ☐ Entre 30 y 59 años ☐ Mayor de 60 años ☐					
Lugar de nacimiento: Santa Ana		Origen: Hectárea			
Tiempo de Permanencia en la vivienda: 12 años		Origen: Año de construcción			
Código: 3023829833					
CONDICIONES DE LA VIVIENDA					
Dirección de vivienda: Calle 1a No. 45		Barrio: T. de Mayo			
Coordenadas Geográficas					
NÚMERO DPE					
Tipo de vivienda: Casa ☒ Casa Lito ☐ Finca ☐ Apartamento ☐ Otro ☐ ¿Cuál?					
Tipo de Tenencia de la Vivienda: Propia ☒ Fianza ☐ Arrendo ☐ Ocupación Hecho ☐ Otro ☐ ¿Cuál?					
El agua es destinada para uso: Residencial ☒ Comercial ☐ Agrícola ☐ Industrial ☐ Tipo de industria: Institucional ☐					
Tiempo de Permanencia: Menor a 1 año ☐ 1 a 5 años ☐ 6 a 10 años ☐ 11 a 15 años ☒ 16 a 20 años ☐ Más de 20 años ☐					
CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y ECONÓMICAS					
Tipo de Familia: Nuclear ☒ Monoparental ☐ Extensa ☐ Reconstituida ☐ Otro ☐ ¿Cuál?					
N. de integrantes de la familia: 4					
N. de personas que habitan la vivienda: 4					
PERSONAS QUE HABITAN LA VIVIENDA					
Nombres y Apellidos		Edad	Parentesco/relación	Tiempo de permanencia en vivienda	Ocupación
Ana Victoria Padilla Oro		30	Padre	12 años	22 doc
Ana Victoria Padilla Oro		27	Hijo	11 años	Estudiante
Ana Victoria Padilla Oro		9	Hijo	9 años	Estudiante
Ana Victoria Padilla Oro		34	Hijo	11 años	Estudiante
N. personas que cuentan el sueldo fijo o principal fuente de ingresos		Rango de ingresos mensuales: 800.000			
CONDICIONES DE HABITABILIDAD					
¿El agua para consumo la utilizan así?					
Filtro ☐		Agua hervida ☐	Refrigeradora ☐	Agua en botella ☒	Otro ☒ ¿Cuál?
¿Qué tipo de tratamiento le realizan al agua?					
Filtro ☐		Hervida ☐	Cloro ☐	Alguna ☒	Otro ☐ ¿Cuál?
¿Con qué frecuencia reciben agua en el sistema domiciliario?					
La vivienda cuenta con suministro de agua por semana		De 1 a 2 días ☒ De tres a cinco ☐ Los 7 días ☐			
La vivienda cuenta con suministro de agua, horas al día		2 horas ☒ Más ☐ Menos ☐ Sin saber ☐ Otro ☐ ¿Cuál?			
¿Cómo es la calidad del agua que consumen o usan?					
Presencia sulfuro: Sí ☐ No ☒		Presencia nitrato: Sí ☒ No ☐		Otro ☐ ¿Cuál?	
¿Con qué tipo de sanitario cuentan en el hogar?					
Presencia sanitario: Sí ☒ No ☐		Otro ☐ ¿Cuál?			
¿Identifica algún problema de salud asociado al consumo o uso del agua?					
¿Con cuáles servicios públicos cuenta en la vivienda?					
Si o No (Círculo (Bueno, regular o malo))		Presencia de...			
Acueducto: Si ☒ No ☐		Presencia de...			
Alcantarillado: Si ☒ No ☐		Presencia de...			
Energía Eléctrica: Si ☒ No ☐		Presencia de...			
T.V. cable: Si ☒ No ☐		Presencia de...			
Otro: Si ☒ No ☐		Presencia de...			
¿Cuál es su nivel de satisfacción con la construcción del acueducto?					
Sí ☐ No ☒		Por qué? Porque el servicio es deficiente.			
OBSERVACIONES ADICIONALES					
La información manifestada por el usuario es correcta y no se requiere de más información.					
Firma del encuestador: Brian Jimenez G					
Firma del representante: [Firma]					

[illegible]

Anexo 5. Cálculo del IRCA

 ACUEDUCTO ALCANTARILLADO AGUA MUNICIPIO DE SANTA ANA UNIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS USP		GOBERNACION DEL MAGDALENA  LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL MAGDALENA			
Clasificación IRCA (%)		Nivel de Riesgo	Notificaciones		
55,9		ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD.		
	Resultado	Expresados como	¿Analizado? (Sí/ No)	Puntaje de Riesgo Considerado	Puntaje de Riesgo de la Muestra
Aluminio	0	mg/l Al	No	0	0
Cloro Residual Libre	0,30	mg/l Cl ₂	Sí	15	0
Coliformes Totales	1,00	UFC/ 100 ml	Sí	15	15
Magnesio	0,00	mg/l Mg	No	0	0
Escherichia Coli	1,00	UFC/ 100 ml	Sí	25	25
pH	6,80	pH	Sí	1,5	0
Cloruros	0,00	mg/l Cl	No	0	0
Turbiedad	1,40	UNT	Sí	15	0
Puntaje Total de la Muestra	-----	-----	-----	71,5	40

Anexo 6. Análisis



Anexo 7. Localización de la regleta



Anexo 8. Regleta



Anexo 9. Rio Magdalena



Anexo 10. Tanque de Filtración



Anexo 11. Tanque de filtración

