

**FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA
MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS HABITANTES DE
LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS, CAUCA**



**JULIETTA ROMO BEDOYA
DANIELA JIMENEZ**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYÁN – CAUCA
2019**

**FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA
MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS HABITANTES DE
LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS, CAUCA.**



**JULIETTA ROMO BEDOYA
DANIELA JIMENEZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de: Profesional en Ingeniería Ambiental
y Sanitaria**

**Director de trabajo de grado modalidad trabajo de investigación
M.S.c Arnol Arias Hoyos**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYAN – CAUCA
2019**

NOTA DE ACEPTACIÓN

El Director y los Jurados del trabajo de grado:
**FORMULACION DE DIFERENTES
ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA
MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA
SUMINISTRADA A LOS HABITANTES DE LA
VEREDA EL CEFIRO DEL MUNICIPIO DE
ROSAS, CAUCA. Realizado por: JULIETTA
ROMO BEDOYA Y DANIELA JIMENEZ.** Una vez
revisado el informe final y aprobado la
sustentación del mismo, autorizan para que se
realicen los trámites concernientes para optar el
título de: Profesional en **Ingeniería Ambiental y
Sanitaria**

Firma del Director de Trabajo de Grado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

DEDICATORIAS

A Dios por darme salud, sabiduría y fortaleza para cumplir este logro tan anhelado en mi vida, a mi madre **Luz Ángela Jiménez** por ser ese pilar fundamental y mi ejemplo a seguir, ella que sin importar los obstáculos que la vida le ha deparado siempre ha luchado por sacarme adelante y ayudado a cumplir mis metas, pasando por alto los malos momentos que hemos vivido siempre ha estado ahí para brindarme su comprensión y cariño. A mi hermana **Laura Sofía Paz Jiménez** por compartir momentos tan significativos conmigo y por estar siempre dispuesta a escucharme y aconsejarme en todo momento. A mi familia por porque con sus palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Finalmente a todas esas personas que nos han apoyado a lo largo de la carrera y hecho que este trabajo de grado se realice con éxito.

DANIELA JIMENEZ

A Dios que siempre me dio fortaleza, sabiduría y coraje en estos cinco años culminados de aprendizaje y con ello pueda ser una gran profesional a beneficio de la comunidad. A mi **Madre Sandra Rocio Bedoya** que ha sido mi mayor inspiración en la vida para salir adelante y realizar mis metas. A **Edgar Rojas** que ha sido un gran apoyo en mi vida e hizo todo para que pudiera ser Ingeniera Ambiental y Sanitaria. A los dos que han luchado con su máximo esfuerzo por siempre darme lo mejor en cada momento que se presentó; y a todas las demás personas que hicieron parte de este arduo camino.

JULIETTA ROMO BEDOYA

AGRADECIMIENTOS

Agradecerle a Dios porque en este largo camino nos permitió a mis padres y a mí seguir con vida para que todo fuera posible de manera satisfactoria.

A mi madre Sandra Bedoya y Edgar Rojas que siempre hicieron todo y su máximo esfuerzo para que no me faltara nada durante mi proceso de aprendizaje en la Universidad con su gran apoyo amoroso, moral y educativo.

Quiero agradecer a mi familia y amigos que hicieron parte durante este proceso y siempre estuvieron en momentos buenos y malos.

A la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca por hacer parte de esta educación académica, a los profesores que nos compartieron sus conocimientos y en especial aquellos que contribuyeron a la realización de este proyecto de grado.

Julietta Romo Bedoya

Agradecerle a Dios por la vida, por permitirme poder disfrutar cada día de mi vida a mi familia, amigos y todas aquellas personas que me rodean y quieren lo mejor para mí.

A mi madre Luz Angela Jiménez por ser la principal promotora de mis sueños, gracias a ella por confiar y creer en mí, en mis expectativas, por estar dispuesta a acompañarme durante estos años y ser ese apoyo para poder llegar a cumplir esta meta.

Agradecer a mis familiares, amigos y compañeros de estudio, que estuvieron acompañándome durante este proceso.

A la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca por permitirme ser parte de ella y abrirme las puertas para poder estudiar mi carrera, a todos los docentes por sus conocimientos, consejos, confianza y formación en especial al profesor Arnol Arias Hoyos quien siempre nos apoyó, tuvo paciencia y fue pieza fundamental en la realización de este trabajo.

Daniela Jiménez

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	11
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I: PROBLEMA	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2 JUSTIFICACIÓN	17
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 Objetivo general	18
1.3.2 Objetivos específicos	18
2. CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL	19
2.1 ESTADO DEL ARTE	19
2.1.1 Antecedentes	19
2.2 MARCO GEOGRÁFICO	20
2.2.1 Localización.	20
2.2.2 Hidrografía.	21
2.2.3 Clima.	21
2.2.4 Población	21
2.2.5 Economía	22
2.3 MARCO TEÓRICO	22
2.3.1 Manejo integrado de los recursos hídricos	22
2.3.2 Índice de Riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano-IRCA Resolución 2115 de 2007.	23
2.3.3 Parámetros fisicoquímicos del agua	25
2.3.4 Características microbiológicas	27
2.3.5 Abastecimiento de agua	28
2.3.6 Plantas de tratamiento de agua potable (PTAP)	29
2.3.6.1 Coagulación	29
2.3.6.2 Floculación	30
2.3.6.3 Desinfección	31

2.4 MARCO NORMATIVO	31
3. CAPITULO III: METODOLOGÍA	33
3.1 FASE I: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA Y DETERMINACIÓN DEL IRCA.	33
3.2 FASE II: CONDICIONES ÓPTIMAS DE TRATABILIDAD	36
3.3 FASE III: Formulación de alternativas	37
4. CAPITULO IV: RESULTADOS	38
4.1 RECOLECCION DE INFORMACION PRIMARIA	38
4.1.1 Descripción del sistema de abastecimiento de la vereda el céfiro del municipio de Rosas, Cauca	38
4.1.2 Análisis de las encuestas realizadas a la comunidad de la vereda el céfiro del municipio de rosas, cauca.	40
4.2 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	42
4.2.1 Turbiedad	44
4.2.2 Color aparente	45
4.2.3 PH	46
4.2.4 Alcalinidad	46
4.2.5 Dureza total	47
4.2.6 Hierro Total	47
4.2.7 Nitritos y nitratos	48
4.2.8 Sulfatos	48
4.2.9 Cloruros y Aluminio	48
4.2.10 Conductividad	49
4.2.11 Parámetros Microbiológicos	49
4.3 CÁLCULO Y ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE RIESGO DE CALIDAD DE AGUA (IRCA) EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA VEREDA EL CÉFIRO MUNICIPIO DE ROSAS –CAUCA	49
4.4 CONDICIONES ÓPTIMAS DE TRATABILIDAD DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA EL CÉFIRO ROSAS, CAUCA	55
4.4.1 Determinación de los parámetros óptimos de tratabilidad coagulación y floculación	55

4.4.2 Determinación del Proceso de Desinfección	57
4.5 ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DE LA VEREDA EL CÉFIRO	59
4.5.1 Programa para el Mejoramiento en el Diseño del Sistema de Abastecimiento de la Vereda el Céfiro.	59
4.5.2 Programa de Aislamiento y Reforestación de la Bocatoma	63
4.5.3 Programa de Concientización y Capacitación ambiental a los habitantes de la vereda el céfiro, municipio de Rosas-Cauca.	66
5. CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1 CONCLUSIONES	68
5.2 RECOMENDACIONES	70
6. BIBLIOGRAFIA	71
7. ANEXOS	75
7.1 ANEXO 1: Reconocimiento del lugar de estudio y socialización a la comunidad el Céfiro	75
7.1.1. Primer encuentro con la comunidad de la vereda el Céfiro municipio de Rosas, Cauca	76
7.1.2 Encuestas realizadas a la comunidad vereda el Céfiro municipio Rosas, Cauca	77
7.1.3 listas de chequeo de campo	88
7.1.4 partes del sistema de abastecimiento vereda el Céfiro	91
7.2. ANEXO 2: PUNTOS DE MUESTREO	92
7.2.1. Primer muestreo	92
7.2.2. segundo muestreo	93
7.3. ANEXO 3: ANALISIS PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS “ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYAN S.A. E.S.P.”	94
7.3.1. Análisis bacteriológico agua de grifo vivienda vereda elCéfiro	94
7.3.2. Análisis fisicoquímico grifo de una vivienda vereda el Céfiro	95
7.3.3 Analisis fisicoquimico bocatoma vereda el Céfiro	96
7.3.4. Analisis fisicoquimico desarenador vereda el Céfiro	97
7.3.5. Analisis fisicoquimico tanque de distribucion vereda el Céfiro	98

7.3.7. Análisis fisicoquímico grifo vivienda vereda el Céfiro	100
7.3.8. ANALISIS BACTERIOLOGICO BOCATOMA VEREDA EL CEFIRO	101
7.3.9. ANALISIS FISICO QUIMICO BOCATOMA	102
7.4.0. Análisis fisicoquímico desarenador vereda el Céfiro	103
7.4.1. Análisis fisicoquímico tanque de distribución	104

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Puntaje De Riesgo “IRCA”	23
Tabla 2. Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA	24
Tabla 3. Características <i>físicas</i>	27
Tabla 4. Características Químicas con implicaciones sobre la salud humana	27
Tabla 5. Características microbiológicas	28
Tabla 6. Normatividad Colombiana para agua potable	32
Tabla 7. Método empleado para cada parámetro fisicoquímico	34
Tabla 8. Pregunta 1	40
Tabla 9. Pregunta 2	40
Tabla 10. Pregunta 3	41
Tabla 11. Pregunta 4	41
Tabla 12. Pregunta 5	42
Tabla 13. Parámetros Físico - Químicos Y Microbiológicos Junio y Agosto del 2018	42
Tabla 14. Puntaje de riesgo (IRCA) en bocatoma Junio y Agosto	50
Tabla 15. Puntaje de riesgo (IRCA) en desarenador Junio y Agosto	51
Tabla 16. Puntaje de riesgo (IRCA) en el Tanque de distribución Junio y Agosto	51
Tabla 17. Puntaje de riesgo (IRCA) en el grifo de una vivienda Junio y Agosto	52
Tabla 18. . IRCA Acueducto Veredal EL Céfiro Junio 2018	53
Tabla 19. IRCA Acueducto Veredal EL Céfiro Agosto 2018	54
Tabla 20. Prueba de Jarras – Determinación de la dosis optima	56
Tabla 21. Prueba de Jarras – Determinación del tiempo de mezcla	56
Tabla 22. Demanda de Cloro	58
Tabla 23. Población Futura y Caudal de Diseño	61
Tabla 24. Cálculos para el mejoramiento de la rejilla.	61
Tabla 25. Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de la Vereda El Céfiro	62
Tabla 26. Cronograma de actividades para el programa de Aislamiento y Reforestación de la Bocatoma	65
Tabla 27. Cronograma de actividades para el programa Concientización y Capacitación ambiental a los habitantes de la vereda el céfiro, municipio de Rosas-Cauca.	67

TABLA DE IISTRACIONES

- Ilustración 1. Ubicación de la vereda el Céfiro en el Municipio De Rosas Cauca 20
- Ilustración 2. Vista panorámica de la vereda el Céfiro desde cerro de Broncazo 20

TABLA DE GRAFICAS

Grafica 1. Turbiedad	44
Grafica 2. Color aparente	45
Grafica 3. pH	46
Grafica 4. Hierro total	47
Grafica 5. Turbiedad vs tiempo de mezcla	57
Grafica 6. Curva Demanda de Cloro	58

RESUMEN

Se realizó un diagnóstico al sistema de abastecimiento de la vereda El Céfiro ubicada en el Municipio de Rosas, donde se tomaron muestras para determinar la calidad y tratabilidad del agua para consumo humano, mediante el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano IRCA, establecido en la Resolución 2115 de 2007. También se llevaron a cabo procesos de coagulación (sulfato de aluminio), floculación, sedimentación y desinfección, en este último proceso se halló la dosis óptima de cloro sólido al 70%, de 2,2 mg/l, siendo esta suficiente para remover coliformes totales y fecales.

Se evaluaron cuatro puntos de muestreo (bocatoma, tanque de distribución, desarenador y grifo de vivienda), se encuentran en riesgo alto no apta para consumo humano; por lo que se requiere tomar medidas inmediatas por las personas encargadas del sistema de acueducto. Además, se encontró presencia de coliformes totales y fecales, las cuales pueden causar enfermedades a los pobladores de esta vereda.

Se propuso alternativas para mejorar la calidad y tratamiento del agua suministrada a los pobladores de la vereda el Céfiro, como programas de aislamiento y reforestación de la bocATOMA, programa de concientización y capacitación ambiental, programa para el mejoramiento en el diseño del Sistema de Abastecimiento.

Palabras clave: IRCA, coagulación, floculación, sedimentación, desinfección.

ABSTRACT

A diagnosis was run in the water supply system at the neighborhood El Cefiro located in the town of Rosas. Samples were studied to determine the quality and treatability of water for human consumption, through the risk index of water quality for human consumption IRCA, as established by the Resolution 2115 of 2007. In four places of sampling (intake, distribution tank, sand trap, and house faucet), water was found not potable; thus water supply responsible people should take necessary measures. Total and fecal coliforms were also found that can cause illness to the population.

Coagulation processes (aluminum sulphate), flocculation, sedimentation and disinfection were also carried out, in this last process the optimum dose of 70% solid chlorine, 2.2 mg / l, was found, being enough to remove coliforms total and fecal.

Alternatives are proposed to improve the quality and treatment of the water supplied to the residents of the village of Céfiro, such as isolation and reforestation programs for the intake, environmental awareness and training program, and program for improving the design of the Supply System.

INTRODUCCIÓN

El agua para consumo humano se ha convertido en un indicador importante para determinar el nivel de calidad de vida y explicar su comportamiento contemporáneo en los diferentes entornos territoriales. En el año 2015 se estima que 6600 millones de personas en todo el mundo tienen acceso a fuentes de agua potable, frente a 663 millones el total de personas sin acceso a este recurso [1].

En las zonas rurales de América Latina, un 14% de los hogares rurales no poseen acceso a agua apta para consumo humano y un 50% carecen de saneamiento básico. Los servicios de agua potable en las zonas rurales, es normalmente otorgada por las organizaciones comunitarias, pero muchas comunidades pequeñas no pueden mantener plantas de tratamiento de agua potable o que se garantice un suministro continuo del mismo, como lo tienen las grandes regiones urbanizadas. La cobertura de servicios de Agua Potable y Saneamiento básico en las zonas rurales de Colombia no es ajena a la situación que se vive en Latinoamérica. Se tiene cerca de 11'541.000 personas viviendo en las comunidades rurales, de los cuales el 72% posee acceso al agua en condiciones aptas para consumo, mientras que el 28% restante aún no posee este privilegio, es decir, cerca de tres millones de colombianos [2].

En Colombia las comunidades rurales presentan ineficiencia en la infraestructura de los sistemas de abastecimiento con una baja cobertura de agua apta para consumo humano debido a la falta de implementación de alternativas sostenibles desde el punto de vista social, técnico, político, ambiental y económico [3].

El suministro de agua potable en la vereda El Céfiro del municipio de Rosas del departamento del Cauca, se viene presentando en condiciones inapropiadas tanto en calidad como en cantidad. En cuanto a calidad, actualmente no existe una planta de tratamiento que garantice las condiciones de agua para consumo y en cuanto a cantidad se presentan problemas de infraestructura debido a esto no se garantiza el suministro constante para la población actual.

Por ello, la necesidad de formular un estudio de factibilidad en donde se evidencien las deficiencias y las posibles soluciones que permitan mejorar la calidad del agua suministrada a los habitantes de la vereda.

CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de agua potable en países subdesarrollados presenta cada día un grave problema a nivel mundial, por lo que se hace necesario buscar nuevas y eficientes alternativas que brinden la posibilidad de mejorar la calidad del agua para el consumo humano. La mayoría de enfermedades a nivel global podrían prevenirse mejorando el abastecimiento de agua y la gestión de los recursos hídricos, asegurando así el acceso de poblaciones pobres a un agua con un saneamiento adecuado mejorando la calidad de vida de millones de personas [4].

En Colombia aproximadamente 11 millones de personas habitan en el campo, una tercera parte de esta población no tiene acceso a agua potable ni a soluciones adecuadas de saneamiento [5]. A nivel regional, el departamento del Cauca la cobertura del servicio de acueducto en las cabeceras municipales es apenas del 66%. Algunas presentan problemas tanto en la continuidad del servicio como en la calidad del agua suministrada y tienen condiciones de saneamiento insuficientes [6]. Este es el caso del municipio de Rosas, ubicado en el Departamento del Cauca, con una temperatura de 19°C, cuenta en su territorio con dos importantes ríos, el río Quilcacé y Esmita. [7].

El municipio cuenta solamente con sistemas de abastecimiento, en la vereda El Céfiro, captada del cerro de Broncazo, localizado a 500 m de la vereda, este sistema presenta problemas de infraestructura en sus partes, ocasionando la distribución de un agua aparentemente turbia a las viviendas.

Además del problema de infraestructura del sistema de abastecimiento, se evidencian otros problemas por actividades antrópicas debido a que la zona donde se capta el agua, no está aislada y facilita el ingreso de personas y animales de fincas cercanas que contribuyen a la contaminación del agua por sus heces fecales y orina; esto trae como consecuencia aumento de enfermedades hídricas causando problemas en la salud, como por ejemplo enfermedades gastrointestinales a los 449 habitantes aproximadamente de la vereda, lo que hace necesario que se tomen acciones para el mejoramiento del servicio prestado y la calidad del agua suministrada por el sistema de abastecimiento de la vereda el Céfiro

1.2 JUSTIFICACIÓN

El suministro de agua apta para consumo humano ha pasado de ser un propósito prioritario de las comunidades y del Gobierno. La realidad de las comunidades marginadas ha sido puesta en evidencia, ya no como un evento aislado, sino como la suma de las demandas de aquellos que parecen destinados a no recibir agua potable como derecho mínimo vital [8].

Actualmente en Colombia, el suministro de agua potable en zonas rurales es una problemática sin solución que afecta la calidad de vida de las personas, debido a la falta de recursos económicos, voluntad política e interés de la comunidad por conocer los beneficios de implementar un sistema de potabilización adecuado [9].

Dada la problemática en la vereda El Céfiro del municipio de Rosas-Cauca, al no contar con un adecuado suministro de agua potable ocasionado por los problemas de infraestructura en el sistema, que han traído como consecuencias presuntivas principalmente enfermedades gastrointestinales en la población; siendo necesario desarrollar alternativas de solución mediante el análisis de parámetros, fisicoquímicos y microbiológicos que contribuyan a formular técnicas para el mejoramiento de la calidad, tratabilidad, y abastecimiento de agua suministrada a los 449 habitantes aproximadamente de esta vereda.

Esta investigación pretende orientar la formulación de alternativas para el mejoramiento de la calidad del agua suministrada a los habitantes de la vereda El Céfiro, que contribuyan al beneficio técnico y social de la población; incentivando y facilitando que las entidades gubernamentales competentes avancen en el proceso de mejorar la calidad del agua y prestación del servicio de la comunidad del Céfiro, Rosas. El desarrollo de esta investigación permite sentar alternativas y bases conceptuales referentes a los problemas de suministro de agua potable, relacionados con el manejo inadecuado y la deficiente calidad del agua en el Céfiro de Rosas-Cauca, contribuyendo con ello a la transformación social, económica y ambiental de las mismas; además de fortalecer el ámbito investigativo del tema en cuestión.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Formular diferentes alternativas de solución que mejoren la calidad del agua suministrada a los habitantes de la vereda El Céfiro del municipio de Rosas, Cauca.

1.3.2 Objetivos específicos

- Calcular y analizar el IRCA para el sistema de abastecimiento de la vereda el Céfiro municipio de Rosas –Cauca.
- Determinar las condiciones óptimas de tratabilidad para el sistema de abastecimiento de la vereda El Céfiro.
- Proponer diferentes alternativas de solución que contribuyan a mejorar la calidad del agua y mejoren el nivel de vida de la población.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1 ESTADO DEL ARTE

2.1.1 Antecedentes

Es importante la recopilación de información acerca del manejo integrado de los recursos hídricos, para esto, se investigaron documentos relacionados a los temas ligados al objeto de estudio, que permitieron la obtención de los resultados para la investigación fue la fuente y el área de los diferentes casos tanto Nacionales, departamentales y local, es por eso que cabe mencionar:

En observancia a los graves problemas del sistema hídrico, se han realizado estudios tanto Nacionales, departamentales, y locales los cuales son base importante para esta investigación, las alternativas que se plantean sirven de base de estudio a la investigación:

A nivel Nacional, se ha realizado un estudio para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la vereda el proyecto está enfocado a mejorar el sistema de captación tratamiento y distribución del acueducto, con el fin de brindar agua potable en condiciones de calidad y continuidad, óptimas para el consumo humano y de esta manera mejorar las condiciones de salubridad. Para ello se implementó un sistema de micro medición, ensayos de tratabilidad, dosificación, planes de mejoramiento de la calidad del agua [10].

A nivel departamental, en el Municipio de Totoró del departamento del Cauca, de acuerdo a los estudios de la calidad y tratabilidad del agua suministrada a los habitantes de la vereda Palace alto por parte del acueducto veredal, donde se determinó parámetros de tratabilidad (coagulación, floculación, sedimentación) y parámetros fisicoquímicos [11].

En cuanto a nivel local, en el municipio de Rosas – Cauca no se encuentra en la literatura investigaciones relacionadas en cuanto al recurso hídrico, lo que realmente existe es un diagnóstico general del municipio presentado en el EOT(Esquema de Ordenamiento Territorial).

2.2 MARCO GEOGRÁFICO

2.2.1 Localización.

El municipio de Rosas se encuentra en la parte centro oriental del Departamento del Cauca y al suroccidente de Colombia, en una latitud N de 2°15'2'' y 2°20'15'' y Longitud Occidental de 76°36'32'' y 76°50'40'', su extensión es de 42091 Km², la altura sobre el nivel del mar es de 1900 metros, limita por el norte con el municipio de Timbío, al nororiente con Sotará, al occidente con El Tambo, al sur con el municipio de la Sierra, y está a 41 km de Popayán la capital del Cauca, [12]. En la (Ilustración 1) se observa la ubicación en el mapa de la vereda El Céfiro en el Municipio de Rosas – Cauca, la cual está ubicada sobre la vía panamericana que comunica la ciudad de Popayán con Pasto, esta vereda se encuentra aledaña al cerro de Broncazo y en este se encuentra el nacimiento de agua “Quebrada Negra” del cual se abastece la población de la vereda.

Ilustración 1. Ubicación de la vereda el Céfiro en el Municipio De Rosas Cauca



Fuente *Modificada de Google Maps*

Ilustración 2. Vista panorámica de la vereda el Céfiro desde el cerro de Broncazo



Fuente *propia*

2.2.2 Hidrografía.

El municipio de Rosas Cauca presenta al interior de su territorio la sub cuenca del río Quilcacé y la microcuenca del río Esmita; las corrientes que generan estas fuentes de agua descienden de la cordillera central para desembocar al Patía. Debido a las características del clima y el relieve, la red hidrográfica es muy diversificada. En el occidente del municipio abundan las quebradas que generalmente se unen entre sí para conformar la cuenca del Patía que finalmente desemboca al Océano Pacífico [13].

Pero no todas las veredas se abastecen de estos ríos, de las 37 veredas de Rosas 20 se surten de agua del cerro del Broncazo como es el caso de La vereda El Céfiro que capta el agua de uno de los nacimientos llamado “Quebrada Negra” por la comunidad, este cerro cuenta con diferentes fuentes hídricas que no solamente abastece a veredas de Rosas sino a veredas de otros municipios como Timbío, Patía, El Tambo y la Sierra.

2.2.3 Clima.

Por su localización geográfica el municipio de Rosas se encuentra vecino a la línea del Ecuador sobre la Cordillera Central, por esta razón le corresponde un clima ecuatorial de montaña con variedad de pisos térmicos, como: cálido, templado y frío; áreas correspondiente a los pisos bioclimáticos, ecuatorial, subandino y andino. La temperatura promedio del municipio oscila entre los 15 y 24°C [14].

La temperatura a lo largo del año tiene un comportamiento más o menos constante, siendo la menor 15°C y la mayor 24°C. La parte baja del municipio pertenece al enclave seco del Patía, resultante de una evapotranspiración–por encima de la potencial (ETP), lo cual genera déficit hídrico durante la temporada seca, cuando los volúmenes almacenados en la superficie no alcanzan a cubrir la demanda de agua para la agricultura y el consumo humano [14].

2.2.4 Población

El municipio de Rosas, Cauca tiene una población total de 13.302 habitantes según el censo hasta el año 2015, 1.731 habitantes pertenecen a la zona urbana y el resto a la zona rural. La población rural está conformada por personas campesinas quienes desarrollan una agricultura de subsistencia, que determina bajos ingresos y baja calidad de vida [14].

La vereda el Céfiro del municipio de Rosas, Cauca tiene aproximadamente 449 habitantes usuarios de la red de abastecimiento, de los cuales 116 son niños, 82 jóvenes, 217 adultos y 34 de la tercera edad.

2.2.5 Economía

La economía del municipio de Rosas se basa en el desarrollo de cultivos como: frijol, maíz, yuca, y cultivos permanentes como el café, plátano y caña panelera. Las condiciones de vida de la población son regulares, debido a los bajos niveles de ingresos de las familias y pocas oportunidades de trabajo, por ello hay un alto nivel de necesidades bajas insatisfechas [14].

2.3 MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de la investigación fue necesario tener en cuenta algunos conceptos y generalidades referentes al recurso hídrico, haciendo énfasis en los más utilizados en el abastecimiento de las comunidades. A su vez, se hace alusión a los diferentes conceptos que integran a los sistemas de suministro de agua.

2.3.1 Manejo integrado de los recursos hídricos

El Manejo Integrado de Recursos Hídricos (MIRH) es un proceso que puede asistir a los países en sus esfuerzos por tratar los asuntos del agua de una manera sustentable y con efectividad de costos. El manejo integral de los recursos hídricos es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos naturales relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales [15].

El manejo integral de los recursos hídricos supone una mayor coordinación en el desarrollo y gestión de tierras, aguas superficiales y subterráneas, cuencas fluviales y entornos costeros y marinos adyacentes, e intereses aguas arriba y aguas abajo. No obstante, este concepto no se limita a la gestión de los recursos físicos, también se involucra en la reforma de los sistemas sociales, con el fin de habilitar a la población para que los beneficios derivados de dichos recursos reviertan equitativamente en ella [16].

2.3.2 Índice de Riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano- IRCA Resolución 2115 de 2007.

El Índice de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA), mide el grado de riesgo de ocurrencia con el cual se pueden presentar enfermedades a causa de el no cumplimiento de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos presentes en el agua para consumo humano como se observa en la (Tabla 1) según la Resolución No. 2115 de 2007 [17].

Tabla 1. Puntaje De Riesgo “IRCA”

<i>Características</i>	<i>Puntaje de Riesgo</i>
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	3
Fluoruros	1
COT	3
Coliformes Totales	15
Escherichia Coli	25
Sumatoria de puntajes asignados	100

Fuente: Resolución 2115 del 2007

“El valor del IRCA es cero (0) puntos cuando cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas en la presente Resolución y cien puntos (100) para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos. Según la Resolución No. 2115 de 2007, si los resultados de los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos, contemplados en los artículos 5° y 8° de la presente Resolución, excedan los valores máximos aceptables, al valor del IRCA se le asignará el puntaje máximo de 100 puntos independientemente de los otros

resultados. Igualmente, se le asignará el valor de 100 puntos si hay presencia de *Giardia* y *Cryptosporidium*, teniendo en cuenta los plazos estipulados en el artículo 34° de esta Resolución” [17].

Teniendo en cuenta los resultados del IRCA por muestra y del IRCA mensual, en la tabla 2 se define la clasificación del nivel de riesgo del agua suministrada para el consumo humano por la persona prestadora y se señalan las acciones que debe realizar la autoridad sanitaria competente.

Tabla 2. Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA mensual (Acciones)
80.1 - 100	INVIABLE SANITARIAMENTE	Informar a la persona prestadora al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de q/a persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades de orden nacional
35.1 – 80	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador, y a la SSPD	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	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
5.1 – 14	BAJO	Informar a la persona prestadora y al COVE	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.
0 - 5	SIN RIESGO	Continuar el control y vigilancia.	Agua apta para consumo humano, Continuar la vigilancia

Fuente: Resolución 2115 del 2007

El cálculo del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano IRCA, se realizará utilizando las siguientes fórmulas:

IRCA por muestra

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

IRCA promedio de sistema de acueducto

$$\text{Promedio IRCA en sistema de acueducto} = \frac{\sum IRCA (\%) \text{ en puntos de muestra}}{\# \text{ de puntos de muestra}}$$

IRCA mensual

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

2.3.3 Parámetros fisicoquímicos del agua

El suministro de agua de consumo, además de ser inocua, debe tener un aspecto, sabor y olor aceptable.

- **El Color** Se debe a la presencia de minerales como hierro y manganeso y materia orgánica. Las pruebas se llevan a cabo por comparación con un conjunto estándar de concentraciones de una sustancia química que produce un color similar al que presenta el agua, de acuerdo a la resolución 2115 del 2007 el valor debe ser máximo de 15 [18].
- **La Turbiedad** ha sido una característica ampliamente aplicada como criterio de calidad de agua, tanto en las fuentes de abastecimiento como en los procesos de potabilización y sistemas de distribución, de acuerdo a la resolución 2115 del 2007 el valor debe ser máximo de 2. [19].

- **El Potencial de hidrógeno** en el agua el pH indica si el medio es ácido, alcalino o neutro. Se determina como la concentración de protones. en rangos específicos de pH se llevan a cabo todos los procesos biológicos. En aplicaciones municipales e industriales el control del pH es siempre importante, para el control de la eficiencia de las plantas depuradoras de agua o para el control de la acción corrosiva de las tuberías de agua potable [19].
- **Los Nitritos** son un indicador importante de la calidad del agua, se utilizan como indicador de contaminación fecal en aguas naturales, de acuerdo a la resolución 2115 del 2007 el valor máximo aceptable es 0,1 (mg/L). [20].
- **Aluminio:** Es un elemento muy abundante en el planeta, es liberado al medio por procesos naturales, procesos de erosión del suelo, erupciones volcánicas, y por actividades del hombre. En el ser humano la mayor parte de ingesta de aluminio proviene de los alimentos, y el agua está ocasionando riesgos en la salud, de acuerdo a la resolución 2115 del 2007 el valor máximo aceptable es 0,2 (mg/L). [21].
- **Oxígeno disuelto:** los seres vivos dependen del oxígeno para mantener el proceso metabólico que produce la energía que necesitan para su crecimiento y reproducción. es uno de los factores más asociados a la vida acuática, al incidir en casi todos los procesos químicos y biológicos; las condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno) favorecen la diversidad de especies deseables como los peces [22].
- **Cloruros:** es uno de los iones inorgánicos encontrados en mayor proporción en aguas naturales, residuales y residuales tratadas que se encuentran en mayor cantidad en aguas naturales, su presencia es necesaria en aguas potables. Un alto contenido de cloruros podría evitar el crecimiento de plantas y dañar tuberías [23].
- **Sulfatos:** El sulfato se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y puede estar presente en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos miligramos por litro hasta algunos gramos por litro [24].

En las tablas 3 y 4 se muestran las características químicas y físicas y los valores máximos aceptables según la Resolución 2115 de 2007

Tabla 3. Características físicas

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

Fuente: Resolución 2115 De 2007

Tabla 4. Características Químicas con implicaciones sobre la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana	expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono orgánico total	COT	5,0
Nitritos	NO_2^-	0,1
Nitratos	NO_3^-	10
Fluoruros	F^-	1,0

Fuente: Resolución 2115 De 2007

2.3.4 Características microbiológicas

El mayor riesgo microbiológico del agua es el relacionado con el consumo de agua contaminada por heces fecales de humanos o animales, aunque puede haber otras fuentes y vías de exposición. La deficiencia en el mantenimiento, operación de un sistema de abastecimiento de agua potable podría causar graves problemas como contaminación a gran escala y problemas en la salud generando enfermedades principalmente gastrointestinales. En la mayoría de los casos, conlleva el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal, pero también puede incluir, en algunas circunstancias, la determinación de las concentraciones de patógenos específicos [25].

La resolución 2115 de 2007 muestra los valores máximos aceptables desde el punto de vista microbiológico, los cuales son establecidos teniendo en cuenta los límites de confianza del 95% y para técnicas con habilidad de detección desde 1

Unidad Formadora de Colonia (UFC) ó 1 microorganismo en 100 cm³ de muestra, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Características microbiológicas

Técnicas Utilizadas	Coliformes totales	Escherichia coli
Filtración por membrana	0 UFC/100	0 UFC/100
Enzima sustrato	< de 1 microorganismo en 100	< de 1 microorganismo en 100
Sustrato definido	0 microorganismos 100	0 microorganismos 100
Presencia – Ausencia	Ausencia en 100	Ausencia en 100

Fuente: Resolución 2115 De 2007

2.3.5 Abastecimiento de agua

Para suministrar agua potable a una comunidad, se necesita llevar a cabo una serie de obras hidráulicas para la captación, purificación, la conducción, el almacenamiento y la distribución. Cualquier sistema de abastecimiento de agua a una comunidad, por muy rudimentario que sea, consta de los siguientes elementos:

- **Fuente de abastecimiento:** estas pueden ser superficiales (lagos, ríos, embalses), la elección del tipo de abastecimiento depende de factores tales como localización, calidad y cantidad. De acuerdo a las características del proyecto, tales como disponibilidad de fuentes de agua, tamaño de la población, caudal requerido y recursos económicos se puede adoptar un sistema de captación primario o principal.
- **Obras de Captación:** La obra de captación a utilizar depende mucho del tipo de fuente de abastecimiento utilizado. En general, en los casos de captación de agua superficial se habla de bocatomas, mientras que en la captación de aguas subterráneas se habla de pozos.
- **Obras para el transporte del agua:** el diseño del transporte de agua dependerán del tipo de fluido; en este sentido se puede transportar agua cruda (sin tratamiento), en cuyo caso el término usado para para referirse a este tipo de transporte es **aducción**, o se puede transportar agua tratada, evento en el que se usa el termino de **conducción**.

Dependiendo de las condiciones topográficas y la distancia, el transporte del agua puede efectuarse en tuberías o conductos a presión o por gravedad.

- **Tratamiento del agua:** en la actualidad ningún agua en su estado natural es apta para consumo humano; además, siempre se requerirá un tratamiento mínimo de cloración, con el fin de prevenir organismos patógenos.
- **Almacenamiento:** debido a que el caudal de captación no es siempre constante y que el caudal demandado por la comunidad tampoco lo es, se requiere almacenar el agua en tanques durante los periodos en los que la demandada es menor que el suministro y utilizarla en los periodos en que la comunidad necesite gran cantidad del líquido [26].

2.3.6 Plantas de tratamiento de agua potable (PTAP)

Las plantas de tratamiento de agua (PTAP) han sido diseñadas con el fin de mejorar la calidad y eficiencia de sus procesos antes de ser distribuida a la población. Las etapas de coagulación y floculación presentes en el tratamiento de potabilización del agua se centran en disminuir la turbidez con la remoción de sólidos, coloides y material particulado con lo que aumenta la eficiencia de las etapas en la clarificación y purificación del agua para beneficio de la planta como de los consumidores [27].

2.3.6.1 Coagulación

La coagulación puede entenderse como la desestabilización eléctrica de algunas partículas mediante la adición de sustancia químicas que son los coagulantes. Esta operación se efectúa en unidades y tanques de mezcla rápida, en los cuales el agua se somete a agitación muy intensa para formar una solución homogénea de los coagulantes con el agua en el menor tiempo posible [28].

Este proceso se usa para:

- Remoción de turbiedad orgánica o inorgánica que no se puede sedimentar rápidamente.
- Remoción de color verdadero y aparente.
- Eliminación de bacteria, virus y organismos patógenos susceptibles de ser separados por coagulación.
- Destrucción de algas y plancton en general.
- Eliminación de sustancias productoras de sabor y olor, en algunos casos de precipitados químicos suspendidos en otros.

Para obtener un proceso de desestabilización de partículas y coloides con buena eficacia se deben tener en cuenta varios factores que están en función de la etapa y del proceso en general; algunos ya mencionados anteriormente en las propiedades tanto físicas como químicas de los cuerpos de agua que se estén tratando [27].

Las siguientes son características para tener en cuenta en este proceso.

- **Tamaño de las partículas.** Las partículas deben poseer un diámetro inferior a una micra. Las partículas con diámetros entre una y cinco micras (μm), sirven como núcleos de floc, en cambio el diámetros superiores a cinco micras son demasiado grandes para ser incorporadas en el floc.
- **Temperatura.** La temperatura cambia el tiempo de formación del floc, entre más fría este el agua, la reacción química de desestabilización de las partículas es más lenta y el tiempo de formación del floc es mayor.
- **Relación cantidad-tiempo.** Es una relación de cantidad de coagulante es inversamente proporcional al tiempo de formación del floc.
- **Alcalinidad.** Para este factor la alcalinidad guarda la relación con el pH y por lo tanto el contenido de alcalinidad en el agua es uno de los factores por considerar en la coagulación. [28]

2.3.6.2 Floculación

Es el proceso por el cual las partículas desestabilizadas y los pequeños sólidos en suspensión son capturados por el hidróxido metálico, formando un flóculo, para facilitar su remoción del agua por medio de los procesos de sedimentación y de filtración. Cuando las partículas pequeñas en un líquido colisionan, se agregan naturalmente para formar otras de mayor tamaño. Conforme éstas sedimentan, alcanzan a las pequeñas que lo hacen a una velocidad más lenta y que se unen al hacer contacto entre sí [29]

La probabilidad del choque se puede incrementar significativamente efectuando una mezcla moderada y prolongada, que transforma a las partículas coaguladas submicroscópicas, en otras suspendidas, discretas y visibles de tamaño suficiente como para sedimentar por la acción de la gravedad.

En el proceso de tratamiento de agua superficial, la floculación sigue a la adición química (coagulación), que es requerida para desestabilizar las partículas coloidales presentes. Durante esta mezcla se forman flóculos mayores que son fácilmente eliminados en la clarificación.[30].

Para obtener un proceso de aglomeración de los microflóculos con buena eficacia se deben tener en cuenta varios factores que están en función de la etapa y del proceso en general [30].

La coagulación química y dosificación apropiada de reactivos deben ser seleccionadas por la simulación del paso de clarificación en un laboratorio a escala. Donde esta prueba es la que mejor simula estas dos etapas (coagulación-floculación) para la clarificación y operación llevadas a cabo en la planta.

Consta de un simple arreglo de vasos de precipitado y paletas de agitación que permiten comparar varias dosificaciones de los coagulantes y floculantes las cuales están sujetas a condiciones hidráulicas similares. Esta prueba se realiza con el fin de determinar la concentración más adecuada de reactivos necesaria para obtener un floc de las mejores características [31].

2.3.6.3 Desinfección

La desinfección es una operación de importancia incuestionable para el suministro de agua potable. La destrucción de microorganismos patógenos es una operación fundamental que muy frecuentemente se realiza mediante productos químicos reactivos como el cloro.

La desinfección constituye una barrera eficaz para numerosos patógenos (especialmente las bacterias) durante el tratamiento del agua de consumo y debe utilizarse tanto en aguas de origen superficial como en aguas subterráneas. El cloro residual se utiliza como protección parcial contra la contaminación con concentraciones bajas de microorganismos y su proliferación en el sistema de distribución [32].

2.4 MARCO NORMATIVO

A continuación, en la tabla 6 se listarán las diferentes normas relacionadas con calidad y tratabilidad del agua, con el fin de proveer las herramientas necesarias para entender la problemática y las diferentes formas para su respectiva solución. Además contendrá una breve descripción de estas.

Tabla 6. Normatividad Colombiana para agua potable

NORMA	DESCRIPCIÓN
Decreto ley 2811 de 1974 – CNRN	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
Decreto 2105 del 26 de Julio de 1983	Potabilización y suministro del agua según normas y criterios de calidad.
Constitución política de Colombia 1991	Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
Ley 99 del 1993 del Medio Ambiente	Del concepto del sistema hídrico, de las fuentes y recursos para el manejo y la recuperación de las fuentes hídricas. En la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso.
Decreto 475 del 10 de Marzo de 1998	Decreto del Ministerio de Desarrollo Económico por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable
Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básicas – 2000	Por el cual se establece el sistema de almacenamiento de agua potable para el consumo humano
Decreto 1575 del 09 de Mayo de 2007	Decreto del Ministerio de Protección Social por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.
Resolución 2115 del 22 de Junio de 2007	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.
NTC 813 2007/06/20	Norma oficial para la calidad del agua en Colombia.
Resolución 0811 del 05 de Marzo de 2008	Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución.
Resolución 0330 del 2017, Reglamento Técnico- RAS.	Por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico,

Fuente: Fuquene Yate, Diana Marcela

CAPITULO III: METODOLOGÍA

En este capítulo se describe la metodología aplicada para formular las diferentes alternativas de tratamiento y mejorar la calidad del agua suministrada a los habitantes de la vereda El Céfiro del municipio de Rosas, Cauca.

El estudio se realizó en tres fases, donde la fase uno consistió en recolección de información del sitio de estudio, la fase dos en trabajo de campo y la última fase en el análisis y resultados de la toma de muestras de agua.

2.5 FASE I: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA Y DETERMINACIÓN DEL IRCA.

Actividad 1: Recolección de Información Primaria

Se realizó una visita de campo a la vereda el Céfiro del Municipio de Rosas en el mes de noviembre del año 2017 para conocer e identificar la problemática que presenta esta vereda sobre el recurso hídrico que los abastece desde su punto de captación hasta su aprovechamiento, como también los problemas ambientales alrededor de este, todo lo anterior se realizó con base en listas de chequeo para identificar características climatológicas y del paisaje **(Ver anexo 7.1.3)**

En una segunda visita en el mes de febrero del año 2018 se reunió a la comunidad de la vereda para tener información de primera mano sobre los problemas que vivencian acerca del agua suministrada, además, se realizaron encuestas **(ver Anexo 7.1.2)** a las veintiún (21) personas asistentes a la reunión convocada por el presidente de la Junta de Acción Comunal para determinar el nivel de satisfacción de los usuarios con el servicio de agua.

Actividad 2: Recolección y análisis de muestras.

- **Primer muestreo:**

Teniendo en cuenta la normatividad colombiana, resolución 2115 del 2007, la cual establece que para poblaciones menores a 2.500 habitantes, como es el caso de la vereda el Céfiro, se debe realizar mínimo 1 muestreo de agua mensual adecuado, de acuerdo a esto se desarrollaron 3 muestreos en el transcurso de los meses junio y agosto del 2018, tratando de cubrir épocas de alta y baja

pluviosidad, donde solo se recolectaron muestras para el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos necesarios para la determinación del IRCA (Índice de riesgo de la Calidad del Agua) en el Sistema de Abastecimiento de la vereda El Céfiro.

El primer muestreo se realizó en el mes de Junio en cuatro puntos (bocatoma, desarenador, tanque de distribución y agua de grifo de una de las viviendas de la vereda), para la toma de muestras se utilizaron tarros plásticos de un litro previamente esterilizados, una vez colectadas las muestras fueron transportadas al laboratorio de química de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca en una nevera de icopor a 4°C logrando así conservar las condiciones naturales; los parámetros determinados fueron fisicoquímicos (Turbiedad, color, pH, dureza total, sólidos disueltos totales, cloro residual libre, fosfatos, nitritos, nitrato y amonio,). siguiendo la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 5667-5, la cual estipula directrices para el muestreo de agua potable de instalaciones de tratamiento y sistemas de distribución por tubería [20].

En la tabla 7 se muestra los parámetros fisicoquímicos tomados en: (bocatoma, desarenador, tanque de distribución y agua de grifo) y el método empleado para el análisis de cada parámetro en las instalaciones del laboratorio de química de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.

Tabla 7. Método empleado para cada parámetro fisicoquímico

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
Conductividad	us/cm	Electrométrico
Turbiedad	NTU	Nefelométrico
Color aparente	UPC	Colorímetro
pH	U.pH	Potenciométrico
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$	Valoración complexométrica
Sulfatos	mg/L SO_4^{2-}	Colorimétrico
Cloruros	mg/L Cl^-	Fotométrico
Temperatura	°C	Termómetro
Nitratos	mg/L NO_3^-	Fotométrico
Nitritos	mg/L NO_2^-	Fotométrico

Fuente: Elaboración Propia

Para determinación de parámetros como el hierro total y alcalinidad, el agua fue transportada en recipientes plásticos de 1 litro previamente esterilizados. Para el análisis microbiológico de *E. Coli* y Coliformes Totales la muestra de agua fue recolectada en un recipiente de vidrio de 800 ml del grifo de una vivienda de la vereda El Céfiro; Todas las anteriores muestras fueron transportadas en una nevera de icopor a 4°C, en un tiempo aproximado de 5 horas hasta llegar a las instalaciones del laboratorio certificado de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A.E.S.P para su respectivo análisis mediante metodologías estandarizadas en este.

- **Segundo Muestreo:**

Para la determinación de los parámetros fisicoquímicos de las muestras recolectadas en el mes de agosto en los 4 puntos de muestreo (bocatoma, desarenador, tanque de distribución y agua de grifo de una de las viviendas de la vereda), en este segundo muestreo también se siguió la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 5667-5, los parámetros determinados fueron fisicoquímicos (Turbiedad, color, pH, dureza total, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto, cloro residual libre, fosfatos, nitritos, nitratos, y amonio). También se colectaron muestras de agua en la bocatoma y grifo de vivienda para un análisis microbiológico, a diferencia del primer muestreo en este todas estas muestras fueron transportadas y analizadas en las instalaciones del laboratorio certificado de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A.E.S.P para su respectivo análisis mediante metodologías estandarizadas en este.

Actividad 3: Cálculo y análisis del IRCA

Para el cálculo y análisis del Índice de Riesgo de la Calidad del agua (IRCA), se tomó como referencia los análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos en los cuatro puntos de muestreo (bocatoma, desarenador, tanque de distribución y grifo de una vivienda) durante los meses de junio y agosto, permitiendo de esta manera analizar el grado de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de la Resolución 2115 del 2007.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del IRCA por muestra y del IRCA mensual, se compararon con la Tabla 2 donde se define la clasificación del nivel

de riesgo del agua suministrada para el consumo humano por la persona prestadora y se señalan las acciones que debe realizar la autoridad sanitaria competente.

2.6 FASE II: CONDICIONES ÓPTIMAS DE TRATABILIDAD

Actividad 1: Determinación de los Parámetros Óptimos de tratabilidad

Para la determinación de los Parámetros Óptimos de Floculación y coagulación, fue necesario hacer una tercera visita al sitio de estudio, donde se recolectó en el tanque de distribución una muestra de 24 L de agua en un recipiente plástico, limpio y rotulado, el cual fue transportado al Laboratorio de química de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, donde se utilizó el equipo para prueba de jarras.

Los parámetros óptimos referentes al proceso de coagulación que se midieron por medio de prueba de jarras fueron: Turbiedad, color y pH. Para la dosis óptima del coagulante Sulfato de Aluminio grado A, de agua muestreada en jarras con dosis de (10 mg/L, 20 mg/L, 30 mg/L y 40 mg/L). m-

- **Sedimentación**

Una vez realizado el proceso de Coagulación y Floculación, se agrega el contenido de las jarras 1, 2,3 y 4 a 4 conos IMHOFF respectivamente, donde se deja sedimentar durante un tiempo de 3 horas, midiendo la cantidad de sedimentos en mg/L cada 15 min.

- **Determinación de la dosis óptima de cloro**

Una vez realizado el proceso de coagulación, floculación y sedimentación se procede a determinar la dosis óptima de cloro mediante el método colorimétrico para “determinación de Cloro libre residual, mediante el Kit rápido VISOCOLOR – ECO para análisis de aguas, MACHEREY – NANGEL. el cual se hizo a nivel de laboratorio en las instalaciones de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, con el fin de obtener la dosis de cloro libre residual; para este ensayo se utilizó 1 litro de agua destilada, 1 litro de agua de muestra problema (agua del tanque de distribución del sistema de abastecimiento de la Vereda El Céfiro), Kit rápido VISOCOLOR – ECO para análisis de aguas, MACHEREY – NANGEL

(Juego para la determinación de Cloro Libre Residual), varilla de agitación, beakers de 1000 ml, cajas de Petri, agar, plancha de calentamiento, Hipoclorito de sodio granulado al 70%.

Se prepara una solución con agua destilada a la cual se le agregan 200 mg de Hipoclorito de Sodio granulado al 70%, luego se toma 1 litro de la muestra problema adicionando con una jeringa 1ml de la solución; después se procede a medir el Cloro Residual de ésta, con el Kit rápido VISOCOLOR – ECO para análisis de aguas, MACHEREY – NANGEL (Juego para la determinación de Cloro Libre Residual), de esta manera se repite el procedimiento hasta terminar agregando 15 ml de la solución, donde se determinó la muestra con la dosis óptima de cloro, la cual fue llevada a las instalaciones del Laboratorio de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A.E.S.P para su respectivo análisis microbiológico.

2.7FASE III: Formulación de alternativas

De acuerdo a los resultados obtenidos en las anteriores fases se formularon diferentes programas para contribuir a mejorar la calidad del agua del sistema de abastecimiento de la vereda el Céfiro en el municipio de Rosas, Cauca.

CAPITULO IV: RESULTADOS

3.1 RECOLECCION DE INFORMACION PRIMARIA

En la visita de campo en el mes de noviembre del año 2017 al cerro de Broncazo en la vereda El Céfiro, en compañía de 5 habitantes de esta comunidad interesados en algún tipo de proyecto que logre mejorar la calidad del agua que consumen; al recorrer la zona se logró evidenciar mediante las listas de chequeo de campo (**ver anexo 7.1.2**) el uso indiscriminado de los recursos forestales, cultivos de mora – café – plátano y cebolla, además se observó que mediante procesos de escorrentía todo material sedimentable es transportado hasta el fondo de la fuente hídrica contaminando así el agua y ayudando a la proliferación de vectores como mosquitos, zancudos, entre otros; otro problema es el paso de ganado debido a la construcción de bebederos en el nacimiento de agua “Quebrada Negra”; en cuanto a la parte estructural del sistema de abastecimiento se logró observar que algunos de los componentes de éste se encuentran deteriorados debido al transcurso de los años y falta de un adecuado mantenimiento. (**Anexo 7.1**).

4.1.1 Descripción del sistema de abastecimiento de la vereda el céfiro del municipio de Rosas, Cauca

El sistema de abastecimiento de la vereda el Céfiro tiene aproximadamente más de 45 años de construido por la comunidad sin apoyo gubernamental. Este sistema de abastecimiento veredal capta el agua directamente de un nacimiento llamado “Quebrada Negra” ubicada en el cerro de Broncazo del municipio de Rosas, Cauca; este sistema consta principalmente de una bocatoma, sistema de conducción, desarenador y un tanque de distribución, el cual suministra agua a aproximadamente 449 habitantes.

- **Bocatoma:** El tipo de bocatoma que tiene la vereda es de fondo, ubicada a una altura de 1980 msnm. Toda el agua del nacimiento es captada por esta presa que tiene un ancho de 1,60 m, también cuenta con muros laterales que encauzan el agua hacia la rejilla y protegen los taludes, el ancho de estos es de 1,5 m; el agua se capta través de una rejilla ubicada a 1,35 m de altura en la parte superior de la presa, con un ancho de 0,20 m x 0,27 m de largo y 11 barrotes de forma horizontal en sentido de la

corriente del agua en hierro, con diámetros y separaciones variadas irregulares que oscilan entre 2, 2.5 y 0,3 cm , el caudal sólo es captado por esta rejilla cuando el nivel del agua es alto, por lo general esto se presenta en épocas de alta precipitación; por esto la comunidad optó por colocar un tubo de 4" en pvc, a 0,40 m de alto sobre el fondo del nacimiento para captar el agua sin importar el paso directo de sedimentos a la cámara, y de esta manera minimizar el problema de racionamiento del agua en la población. El agua recibida a través de la rejilla llega a la cámara de recolección con medidas irregulares de 1,27m y 1.45 m de ancho x 2.30 m de largo y con una profundidad de 1.75 m, cuenta con muros en concreto reforzado cuyo espesor es de 0.25 m, esta cámara no cuenta con una tubería de excesos que regrese el agua al cauce natural, también tiene en la placa superior una tapa de 0,80 m x 0,80 m para el acceso al personal de mantenimiento y operación (**ver anexo 7.1.4**).

- **Línea de aducción:** La línea de aducción consta de tubo en pvc de 4", el cual transporta el agua por gravedad desde la bocatoma hasta el desarenador con una longitud de 112 m aproximadamente(**ver anexo 7.1.4**)..
- **Desarenador:** El desarenador presenta un tratamiento físico, en este caso utilizando el peso de las partículas y consta de la **cámara de *aquietamiento*** es en esta unidad es donde llega el agua desde la bocatoma y se disipa la velocidad para pasar a la **zona de *sedimentación***, es aquí donde se sedimentan las partículas restantes por gravedad y por ultimo pasa a la salida del desarenador; el desarenador es un tanque principal que consta de 1,50 m de ancho, 3,60 m de largo y con una profundidad de 1,90 m. una vez sedimentadas las partículas el agua pasa por un tubo de 4" en pvc hasta llegar al tanque de distribución(**ver anexo 7.1.4**)..
- **Tanque de distribución:** En este tanque se almacena el agua que va a ser distribuida a las viviendas de la vereda el céfiro; consta de un ancho de 5.4 m, 7.18 m de largo y una profundidad de 2 m (**ver anexo 7.1.4**).
-

4.1.2 Análisis de las encuestas realizadas a la comunidad de la vereda el céfiro del municipio de rosas, cauca.

Se convocó a la comunidad de la Vereda El Céfiro y a la Junta de Acción Comunal a una reunión el día 8 de junio del 2018, hora 7 pm, para llevar a cabo la socialización del proyecto “Formulación de Diferentes Alternativas de tratamiento para mejorar la calidad del agua suministrada a los habitantes de la vereda El Céfiro del municipio de Rosas Cauca”, donde se realizó unas encuestas con cinco preguntas para determinar el nivel de satisfacción de los usuarios con el servicio de agua la cual los abastece (**ver anexo 7.1.2**). La cantidad de personas que asistieron a la reunión fue de 21, siendo este el 15,6% del total de usuarios beneficiados de la vereda. Durante esta actividad fue necesario ayudar a leer y analizar las preguntas de las encuestas realizadas a las personas asistentes puesto que la mayoría pertenecía a la tercera edad y presentaban dificultad para resolverlas. La encuesta realizada fue de tipo “Cerrada”, pues las posibles respuestas fueron concretas sin necesidad de escribir un criterio propio. Siendo 5 el total de las preguntas realizadas, teniendo en cuenta factores importantes que involucran el agua potable y la comunidad del Céfiro.

Tabla 8. Pregunta 1

¿Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro?	
SI	NO
95%	5%

Fuente: Elaboración propia

De las 21 personas encuestadas, 20 con un porcentaje considerable del 95% respondieron saber esta pregunta, y tan solo una persona desconocía saber que el agua se capta del nacimiento llamado “Quebrada Negra” en el cerro de Broncazo de la vereda El Céfiro; según los resultados obtenidos se puede deducir que la mayoría de las personas conocen la fuente hídrica de abastecimiento debido a que siempre han demostrado interés por preservar y cuidar el agua, mientras que la minoría pueden ser población flotante que desconoce del tema.

Tabla 9. Pregunta 2

¿Con que frecuencia tiene usted el servicio de agua en su vivienda?			
a. 7 días de la semana	b. 5-6 días a la semana	c. 3-4 días a la semana	d. 1-2 días a la semana
95%	5%		

Fuente: Elaboración propia

En esta pregunta 20 personas encuestadas respondieron la opción a. 7 días de la semana y solo 1 respondió b. 5-6 días a la semana. Hay que tener en cuenta que cuando se realizó la encuesta se estaban presentando precipitaciones o sea que posiblemente si había servicio de agua durante esos días, pero quizá en épocas de verano esto varíe debido a que el caudal que se capta puede disminuir y por ende haber racionamiento de agua en la población.

Tabla 10. Pregunta 3

¿Considera usted que el agua que llega a su vivienda es?	
MALA	BUENA
33%	67%

Fuente: Elaboración propia

En la actual pregunta, solo 7 personas es decir, el 33% de los encuestados respondieron que el agua que consumen es mala y 14 personas dijeron que el agua es buena, esto se debe a que las personas suponen que el agua al ser captada desde un nacimiento esta es potable y por ende puede ser consumida sin ningún tipo de problema. Pero teniendo en cuenta las visitas previas al sitio de estudio se observó una gran cantidad de materia orgánica sedimentada en la bocatoma y aumentando cada vez más, sumándole a esto animales que visitan esta fuente hídrica haciendo sus necesidades fisiológicas y afectando la calidad del agua del nacimiento, y la población al ignorar esto o no tener conocimiento del tema optan por decir que el agua es de buena calidad.

Tabla 11. Pregunta 4

¿Dentro de su familia han sufrido enfermedades producto del consumo del agua que abastece a la vereda El Céfiro?	
SI	NO
33%	67%

Fuente: Elaboración propia

En esta pregunta, 14 personas respondieron que no han sufrido enfermedades por el agua que consumen y el resto de los encuestados afirman haber presentado problemas gastrointestinales y de piel, según ellos a causa del agua y las condiciones inapropiadas en las que llega a sus viviendas. Se consultó en gerencia del Hospital (E.S.E Centro II de Rosas Cauca) y en la Alcaldía de Rosas,

sobre registros de enfermedades a causa del agua de la vereda El Céfiro, pero en ninguna de estas entidades tienen datos estadísticos organizados por veredas de las personas afectadas.

Tabla 12. Pregunta 5

¿Le gustaría que se implementara soluciones para mejorar la calidad y tratamiento del agua?	
SI	NO
100%	0%

Fuente: Elaboración propia

En la pregunta ¿le gustaría que se formulara soluciones para mejorar la calidad y tratamiento del agua?, el 100% de los encuestados están interesados en que se realicen soluciones de tratamiento, para así poder tener el servicio de agua en todas las épocas del año y además un agua de buena calidad y cantidad.

4.2 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

La tabla 8 muestra los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados y comparados con la resolución 2115 del 2007.

Tabla 13. Parámetros Físico - Químicos Y Microbiológicos Junio y Agosto del 2018

PARAMETRO	PUNTOS DE MUESTRAS								VALOR MÁXIMO SEGÚN RESOLUCIÓN 2115-2007
	BOCATOMA		DESARENADOR		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN		GRIFO-VIVIENDA		
	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	
Turbiedad (NTU)	5	1,48	7	1,22	4	0,79	6	0,86	2
Conductividad (us/cm)	-	15,2	-	43,8	-	42,7	-	39	1000
Color Aparente (UPC)	10	11	10	6	11	3,8	10	4.4	15
pH (unidades de pH)	5,81	5,6	6,74	6,6	6,63	6,8	6,83	6,9	6,5-9

Fuente: Elaboración Propia

**Continuación Tabla 13. Parámetros Físico - Químicos Y Microbiológicos
Junio y Agosto del 2018**

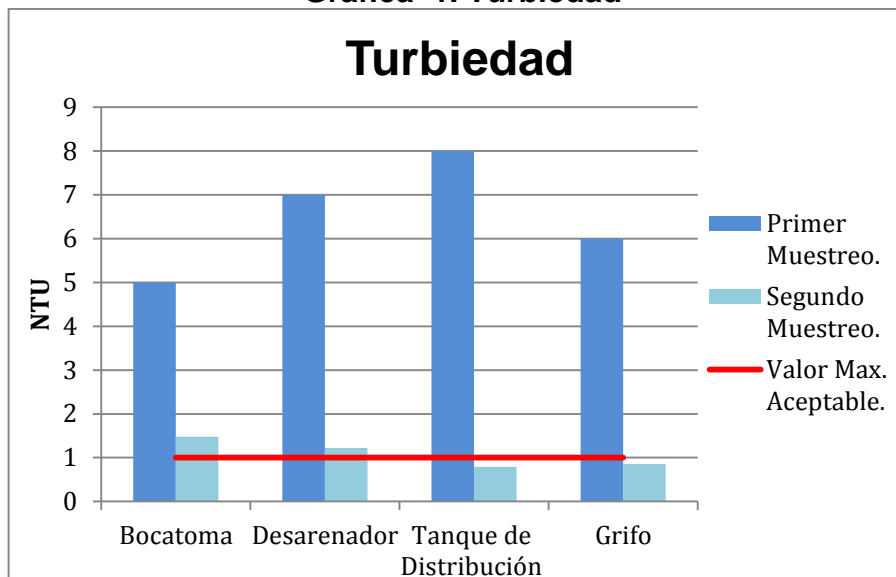
PARAMETRO	PUNTOS DE MUESTRAS								VALOR MÁXIMO SEGÚN RESOLUCIÓN 2115-2007
	BOCATOMA		DESARENADOR		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN		GRIFO-VIVIENDA		
	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	
Alcalinidad Total (mg/L CaCO₃)	8,8	9	22,5	22,7	22,1	22,9	17,2	22,1	200
Dureza Total (mg/L CaCO₃)	36	9,8	72	18,9	72	13,2	72	17,3	300
Hierro Total (mg/Fe (II))	0,28	0,98	0,38	0,24	0,43	0,18	0,34	0,09	0,3
Sulfatos (mg/L SO₄)	-	2,47	-	1,9	-	1,71	-	1,75	250
Cloruros (mg/L Cl)	-	2,6	-	1,2	-	2	-	1,9	250
Aluminio (mg/L Al (III))	-	0,003	-	0,03	-	0,02	-	0,02	0,2
Nitratos (mg/L NO₃)	4	2,3	4	2,28	4	2,14	4	1,93	10
Nitritos (mg/L NO₂)	0,02	0,002	0,02	0,003	0,03	0,001	0,03	0,001	0,1
Coliformes Totales UFC EN 100 ml	-	3873	-	-	-	-	2419,6	12997	0
E. Coli UFC en 100 ml	-	63	-	-	-	-	290,9	538	0

Fuente: Elaboración propia

Las siguientes gráficas muestran los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados y comparados con la resolución 2115 del 2007, donde se establece los valores permitidos para cada uno.

4.2.1 Turbiedad

Grafica 1. Turbiedad



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al parámetro de Turbiedad tomado a la salida del desarenador, se logró evidenciar que en el primer muestreo realizado en el mes de junio del año 2018, los valores de turbiedad sobrepasaron el límite máximo permisible 2NTU, según lo establece la resolución 2115 del 2007, en los cuatro puntos de muestreo.

Lo anterior se pudo presentar porque días anteriores a la recolección de muestras hubo fuertes precipitaciones las cuales erosionan más fácilmente el suelo debido a que la zona ha sido afectada por la deforestación logrando así gran pérdida de la capa vegetal lo cual facilita el aumento de los niveles de escorrentía y el transporte de sedimentos, haciendo que el agua sea más turbia, además el paso del ganado de un lado al otro de la fuente hídrica también contribuye al aumento del nivel de turbiedad al momento de llegar a la bocatoma.

En el desarenador aumento la turbiedad con un valor de 7NTU, debido a que se observó una gran turbidez en el agua posiblemente porque no se le está realizando un buen mantenimiento y extracción de sedimentos como lo recomienda la RAS Título B numeral 4.9.5.3 para un sistema de nivel de complejidad bajo como es el de la Vereda El Céforo, el cual se le debe realizar un mantenimiento al menos una vez al año.

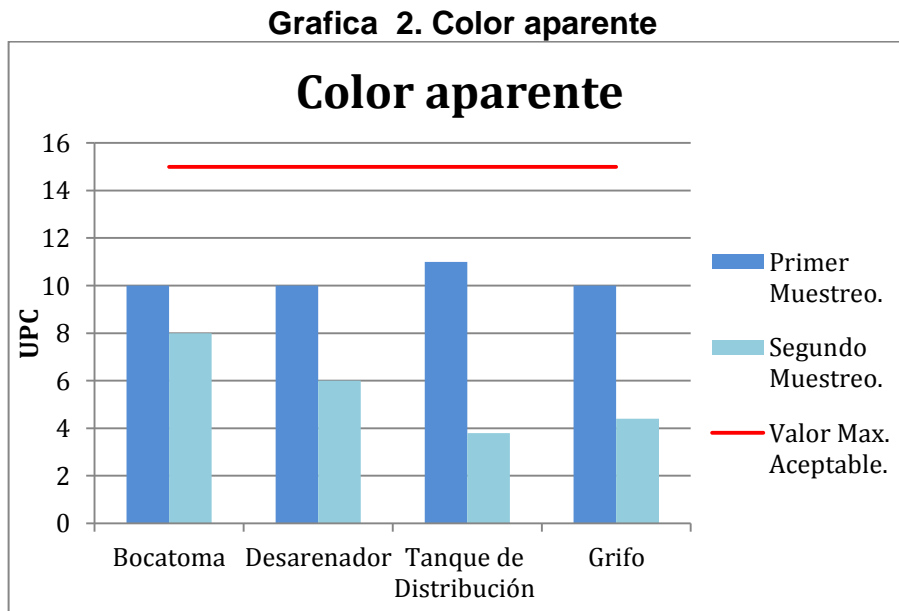
Concluyendo entonces que el desarenador no está cumpliendo con su respectiva función que es disminuir los niveles de turbiedad.

En el tanque de distribución del sistema de abastecimiento aumentó la turbiedad con 8 NTU lo cual indica que en el desarenador no se cumplió con el debido proceso, pasando así con igual carga de sedimentos a esta unidad.

Para la recolección de muestra de agua se escogió aleatoriamente una vivienda para tomar agua de un grifo, el cual muestra en la gráfica 1 que el nivel de turbiedad disminuyó respecto al tanque de distribución, esto pudo ser porque en éste se sedimentó gran cantidad de partículas permitiendo así que el agua fuera conducida menos turbia.

En cuanto al segundo muestreo realizado en el mes de agosto del año 2018 se logra observar en la gráfica 1 que los valores de turbiedad disminuyen considerablemente al ser comparados con el primer muestreo, cumpliendo así con la resolución establecida, Esto se pudo dar porque días anteriores no se presentaron precipitaciones y por lo tanto el arrastre de sedimentos disminuye permitiendo que el agua fuera conducida por todas las unidades del sistema de una manera menos turbia.

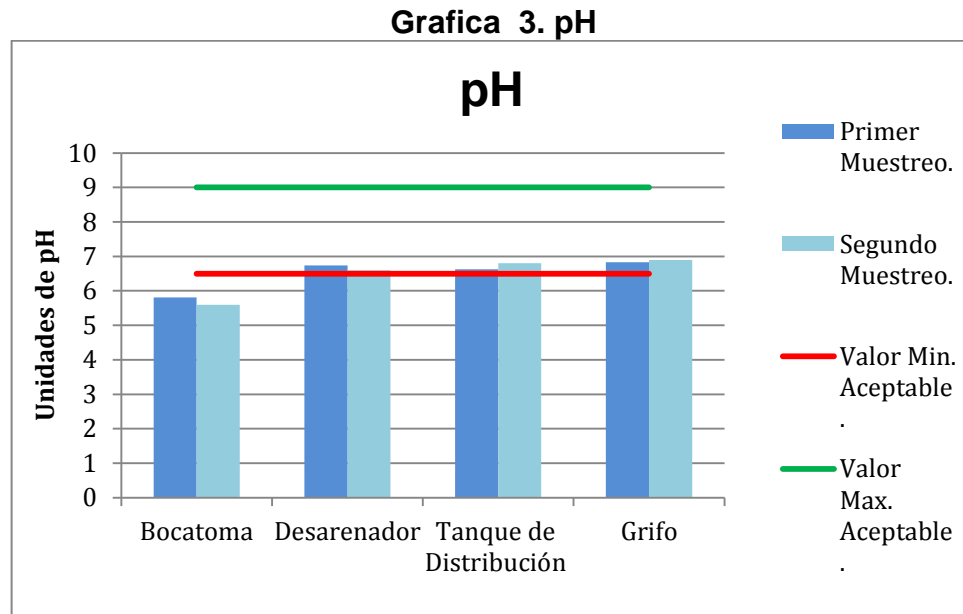
4.2.2 Color aparente



Fuente: Elaboración propia

El parámetro de color en las muestras tomadas en los meses de Junio y agosto del año 2018 cumplieron con la resolución 2115 de 2007 no sobrepasando los 15 UPC siendo el límite máximo permisible, debido a la baja cantidad de sustancias húmicas y ferrosas [33].

4.2.3 PH



En la Gráfica 3 se observa que la barra correspondiente a Bocatoma para las muestras uno y dos se encuentran por debajo del rango permitido (6,5-9), con valores de 5.81 y 5.6 respectivamente, incumpliendo así la Resolución, mientras que en el Desarenador, Tanque de Distribución y agua del grifo de una vivienda en el primero y segundo muestreo se encuentran entre los valores establecidos por la norma colombiana.

4.2.4 Alcalinidad

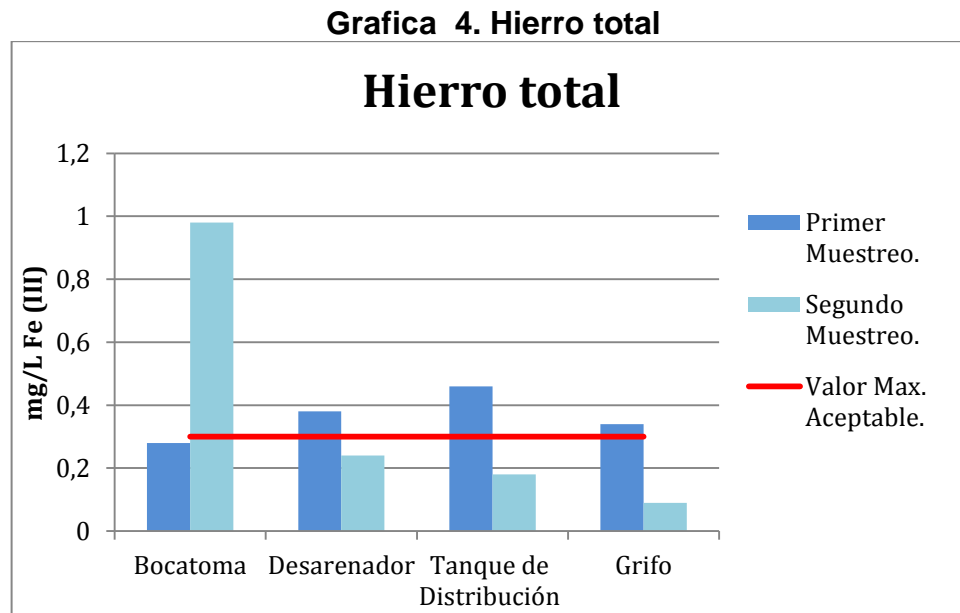
Para el parámetro de alcalinidad se obtuvieron valores muy por debajo de lo que admite la norma 200 mg/L CaCO₃, esto se puede dar porque los contenidos de carbonatos y bicarbonatos en solución son pocos en el nacimiento de agua y por ende en todas las partes del sistema de abastecimiento son bajos los niveles de este parámetro, y al ser así el agua es más propensa a la contaminación porque

no tiene la capacidad de oponerse a las modificaciones que generen disminuciones del pH.

4.2.5 Dureza total

La Dureza Total para Bocatoma, Desarenador y tanque de Distribución y grifo de una vivienda evidencia bajos niveles de este parámetro, posiblemente porque el agua captada es superficial y no subterránea debido que esta última presenta mayor cantidad de sales como hierro manganeso, aluminio y minerales lo cual hace que sea un agua más dura, mientras que la subterránea es blanda debido a la escasez de los anteriores compuestos, también esto se puede dar porque en la zona del nacimiento no hay actividades industriales, lavado de ropas etc., que contaminan esta fuente hídrica.

4.2.6 Hierro Total



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 4 se puede observar que para el primer muestreo el nivel de hierro en la Bocatoma con 0.28 mg/L cumplió los límites permisibles 0.3 mg/L el cual establece la resolución 2115 del 2007, este resultado se pudo deber a que la muestra de agua fue tomada en época de alta pluviosidad lo cual favorece que el agua tenga mayor fluidez, y la materia orgánica acumulada en la fuente hídrica

disminuyan los procesos de oxidación con el hierro, por ende este será menos soluble en el agua. En cuanto al desarenador el parámetro hierro cumplió con 0.3 mg/L siendo este un valor permisible; en el Tanque de Distribución y agua de grifo los valores sobrepasaron la norma. Todos los anteriores datos variaron posiblemente porque el sistema de abastecimiento está compuesto por tuberías en hierro galvanizado el cual oxida hierro y es transportado por el agua aumentando en algunas unidades los niveles de este parámetro. Contrario a lo que pasó en el segundo muestreo, en época seca donde el agua tomada en la Bocatoma se encontraba estancada y el nivel de hierro aumentó con 0.98 mg/L, no cumpliendo con lo que establece la resolución, también se puede deducir que las estructuras incrustadas dentro de esta pueden oxidarse y aumentar el hierro en el agua, mientras que en el Desarenador, Tanque de Distribución y agua de Grifo cumplieron al no sobrepasar el valor que exige la norma para Hierro en aguas naturales.

4.2.7 Nitritos y nitratos

Los Nitritos (NO₂) y Nitratos (NO₃) tomados en la primera y segunda muestra para ser analizados, cumplieron con la norma colombiana al no sobrepasar los valores máximos permisibles 0.1 y 10 mg/L respectivamente en todas las unidades del sistema de abastecimiento (Bocatoma, Desarenador, Tanque de Distribución y agua de Grifo), esto se puede dar porque en la zona de estudio no se presentan actividades humanas excesivas como agricultura, ganadería y / o procesos industriales los cuales usan químicos altos en estos compuestos, logrando así incrementar los niveles, principalmente en el suelo, y por infiltración o escorrentía ser conducidos hasta la fuente de abastecimiento.

4.2.8 Sulfatos

Los valores de Sulfatos estuvieron muy por debajo de lo permitido puesto que no se encuentran residuos industriales que contengan sulfatos y además en el momento que se recolectó la muestra no se presentaron precipitaciones en los últimos días ya que estas contienen sulfatos los cuales pueden contribuir a que se aumentara el nivel de este parámetro.

4.2.9 Cloruros y Aluminio

Los parámetros de Cloruros y aluminio fueron tomados en el mes de agosto del año 2018 cumplieron con la norma colombiana 250 y 0.2 mg/L respectivamente al no sobrepasar los valores máximos permisibles, estando muy por debajo los

resultados, esto es posible porque en el nacimiento de agua no se desecha ningún tipo de residuo industrial.

4.2.10 Conductividad

En este parámetro de conductividad los valores estuvieron muy por debajo de lo permitido por la resolución 2115 principalmente en la Bocatoma, estos resultados se pueden deber a que el agua del nacimiento no presenta compuestos metálicos, pues la fuente hídrica no es contaminada por residuos de procedencia industrial o semejantes los cuales presentan aumentando la conductividad por los electrones libres, y también por la poca presencia de sales disueltas en el agua. En puntos de muestreo como el desarenador, tanque de distribución y agua de Grifo aumentaron los valores en conductividad, posiblemente porque la tubería en su mayoría es en hierro galvanizado el cual cumple la función de proteger la superficie del metal, en este caso el tubo por el que se conduce el agua que con el paso del tiempo este galvanizado se puede deteriorar y permitir el paso de metales en el agua transportada.

4.2.11 Parámetros Microbiológicos

Los parámetros microbiológicos tomados en el mes de junio y agosto de agua muestra del grifo de una vivienda, en las cuales se muestra que en el mes de junio las Coliformes Totales y *Escherichia Coli* fueron menores en comparación con el mes de agosto que se incrementó significativamente, *Escherichia Coli* 290. Mientras que en el mes de Agosto aumentaron significativamente, esto es posible porque en el segundo muestreo fue época seca y debido a una mayor exposición a un ambiente cálido en donde hay sedimento de materia orgánica presentes por procesos acumulativos y de sedimentación, favoreciendo la proliferación de microorganismos patógenos en el agua los cuales pueden causar daños en la salud de la comunidad de la Vereda El Céfiro

4.3 CÁLCULO Y ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE RIESGO DE CALIDAD DE AGUA (IRCA) EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA VEREDA EL CÉFIRO MUNICIPIO DE ROSAS –CAUCA

La evaluación del Índice de Riesgo de Calidad de Agua (IRCA), en el sistema de abastecimiento de la vereda el Céfiro en los meses de Junio y Agosto, se hace

necesario debido a que en la zona de estudio el agua que consumen sus habitantes presentan muchos problemas, debido al mal estado del sistema de abastecimiento haciendo necesario el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, a los cuales se les da un puntaje según su relevancia y según el grado de afectación a la calidad del agua para consumo; en conformidad a lo establecido por la resolución 2115 de 2007 como se muestra en la tabla 1.

En las tablas 14, 15 y 16 se muestra el puntaje de riesgo correspondiente a cada parámetro fisicoquímico y microbiológico, que no cumple con los valores aceptables consignados en la Resolución 2115 de 2007 en cada uno de los puntos de muestreo (Bocatoma, desarenador, tanque de distribución y grifo de una vivienda) realizado en el mes de Junio de 2018.

Tabla 14. Puntaje de riesgo (IRCA) en bocatoma Junio y Agosto
PUNTAJE DE RIESGO IRCA EN BOCATOMA JUNIO Y AGOSTO

PARAMETRO	JUNIO 2018			AGOSTO 2018		
	Valor laboratorio	Valor máx. Aceptable Res. 2115	Puntaje de riesgo IRCA	Valor laboratorio	Valor máx. Aceptable Res. 2115	Puntaje de riesgo IRCA
Turbiedad (NTU)	5	2	15	1,48	2	0
Color Aparente (UPC)	10	15	0	11	15	0
pH (unidades de pH)	5.81	6,5 – 9	1.5	5.6	6,5 – 9	1.5
Alcalinidad Total (mg/L CaCO ₃)	8.8	200	0	9	200	0
Dureza Total (mg/L CaCO ₃)	36.036	300	0	9,8	300	0
Hierro Total (mg/Fe (II))	0.28	0,3	0	0.98	0,3	1,5
Nitratos (mg/L NO ₃)	4	10	0	2,3	10	0
Nitritos (mg/L NO ₂)	0,02	0,1	0	0,002	0,1	0
Aluminio (mg/L Al)	-	-	-	0,003	0,2	0
Cloruros (mg/L Cl)	-	-	-	2,6	250	0
Coliformes Totales UFC en 100 ml	-	-	-	3873,0	0	15
<i>Escherichia Coli</i> UFC en 100 ml	-	-	-	63,0	0	25

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. Puntaje de riesgo (IRCA) en desarenador Junio y Agosto

PUNTAJE DE RIESGO IRCA EN DESARENADOR JUNIO Y AGOSTO						
PARAMETRO	JUNIO 2018			AGOSTO 2018		
	Valor laboratorio	Valor máx. Aceptable Res. 2115	Puntaje de riesgo IRCA	Valor laboratorio	Valor máx. Aceptable Res. 2115	Puntaje de riesgo IRCA
Turbiedad (NTU)	7	2	15	1,22	2	0
Color Aparente (UPC)	10	15	0	6	15	0
pH (unidades de pH)	6,74	6,5 – 9	0	6,6	6,5 – 9	0
Alcalinidad Total (mg/L CaCO ₃)	22,5	200	0	22,7	200	0
Dureza Total (mg/L CaCO ₃)	72,064	300	0	18,9	300	0
Hierro Total (mg/Fe (II))	0,38	0,3	1.5	0,24	0,3	0
Nitratos (mg/L NO ₃)	4	10	0	2,28	10	0
Nitritos (mg/L NO ₂)	0,02	0,1	0	0,003	0,1	0
Aluminio (mg/L Al)	-	-	-	0,03	0,2	0
Cloruros (mg/L Cl)	-	-	-	1,2	250	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. Puntaje de riesgo (IRCA) en el Tanque de distribución Junio y Agosto

PUNTAJE DE RIESGO IRCA EN TANQUE DE DISTRIBUCION JUNIO Y AGOSTO						
PARAMETRO	JUNIO 2018			AGOSTO 2018		
	Valor laboratorio	Valor máx. Aceptable Res. 2115	Puntaje de riesgo IRCA	Valor laboratorio	Valor máx. Aceptable Res. 2115	Puntaje de riesgo IRCA
Turbiedad (NTU)	4	2	15	0,79	2	0
Color Aparente (UPC)	11	15	0	3,8	15	0
pH (unidades de pH)	6,63	6,5 – 9	0	6,8	6,5 – 9	0

Fuente: Elaboración Propia

Continuación Tabla 16 Puntaje (IRCA) en el Tan. de distribución Junio y Agosto

PUNTAJE DE RIESGO IRCA EN TANQUE DE DISTRIBUCION JUNIO Y AGOSTO						
PARAMETRO	JUNIO 2018			AGOSTO 2018		
	Valor laboratorio	Valor máx. Aceptable Res. 2115	Puntaje de riesgo IRCA	Valor laboratorio	Valor máx. Aceptable Res. 2115	Puntaje de riesgo IRCA
Alcalinidad Total (mg/L CaCO ₃)	22,1	200	0	22,9	200	0
Dureza Total (mg/L CaCO ₃)	72,064	300	0	13,2	300	0
Hierro Total (mg/Fe (II))	0,43	0,3	1,5	0,18	0,3	0
Nitratos (mg/L NO ₃)	4	10	0	0,02	10	0
Nitritos (mg/L NO ₂)	0,03	0,1	0	0,001	0,1	0
Aluminio (mg/L Al)	-	-	-	0,02	0,2	0
Cloruros (mg/L Cl)	-	-	-	2	250	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Puntaje de riesgo (IRCA) en el grifo de una vivienda Junio y Agosto

PUNTAJE DE RIESGO IRCA EN EL GRIFO DE UNA VIVIENDA JUNIO Y AGOSTO						
PARAMETRO	JUNIO 2018			AGOSTO 2018		
	Valor laboratorio	Valor máx. Aceptable Res. 2115	Puntaje de riesgo IRCA	Valor laboratorio	Valor Aceptable Res. 2115	Puntaje de riesgo IRCA
Turbiedad (NTU)	6	2	15	0,86	2	-
Color Aparente (UPC)	10	15	0	4,4	15	-
pH (unidades de pH)	6,83	6,5 – 9	0	6,9	6,5 – 9	-
Alcalinidad Total (mg/L CaCO ₃)	17,2	200	0	22,1	200	-
Dureza Total (mg/L CaCO ₃)	72,06	300	0	17,3	300	-
Hierro Total (mg/Fe (II))	0,34	0,3	1,5	0,09	0,3	1,5
Nitratos (mg/L NO ₃)	4	10	0	1,93	10	-
Nitritos (mg/L NO ₂)	0,03	0,1	0	0,001	0,1	-

Continuación Tabla 17. Puntaje de riesgo (IRCA) en el grifo de una vivienda Junio y Agosto

PUNTAJE DE RIESGO IRCA EN EL GRIFO DE UNA VIVIENDA JUNIO Y AGOSTO						
PARAMETRO	JUNIO 2018			AGOSTO 2018		
	Valor laboratorio	Valor máx. Aceptable Res. 2115	Puntaje de riesgo IRCA	Valor laboratorio	Valor Aceptable Res. 2115	Puntaje de riesgo IRCA
Aluminio (mg/L Al)	-	-	-	0,02	0,2	-
Cloruros (mg/L Cl)	-	-	-	1,9	250	-
Coliformes Totales UFC en 100 ml	2419,6	0	15	12997,0	0	15
Escherichia Coli UFC en 100 ml	290,9	0	25	538,0	0	25

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 18 y 19 muestran los resultados obtenidos del puntaje de riesgo IRCA para cada uno de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en cada uno de los puntos de muestreo (Bocatoma, desarenador, tanque de distribución y grifo de una vivienda), se reemplazan en las formulas planteadas en la Resolución 2115 de 2007 para la determinación del **IRCA por muestra, IRCA promedio de sistema de acueducto e IRCA mensual** de los meses Junio y Agosto de 2018.

Tabla 18. . IRCA Acueducto Veredal EL Céfiro Junio 2018

IRCA ACUEDUCTO VEREDAL EL CÉFIRO			
PUNTO DE MUESTRA	PUNTAJE DE IRCA POR MUESTRA (%)	PUNTAJE PROMEDIO IRCA (%)	PUNTAJE MENSUAL IRCA (%)
BOCATOMA	55	61,5	61,5
DESARENADOR	55		
TANQUE DE DISTRIBUCION	55		
GRIFO-VIVIENDA	81		

Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia en la tabla 18, el Índice de Riesgo de la Calidad del agua IRCA en los tres primeros puntos de muestreo (bocatoma, desarenador y tanque de distribución), presentan un mismo puntaje de riesgo, el cual es alto, teniendo en cuenta la valoración de este indicador.

Por otra parte, el punto de muestreo 4 de grifo de vivienda presenta un puntaje de IRCA del 81%, indicando un nivel de riesgo inviable sanitariamente y el agua que llega a cada una de las viviendas no es apta para consumo humano ya que se incumplen parámetros que tienen una alta puntuación en la evaluación del IRCA como lo son la turbiedad, *E. Coli* y coliformes Totales; el cual es ocasionado posiblemente porque la zona donde se encuentra la fuente de abastecimiento no está aislada logrando el paso del ganado de fincas cercanas que llegan allí con el fin de beber agua ya sea en los bebederos instalados por la comunidad o sobre la obra de captación, contaminándola, causando la transmisión de enfermedades a las personas que la consuman sin ningún tratamiento.

Tabla 19. IRCA Acueducto Veredal EL Céfiro Agosto 2018

IRCA ACUEDUCTO VEREDAL EL CÉFIRO			
PUNTO DE MUESTRA	PUNTAJE DE IRCA POR MUESTRA (%)	PUNTAJE PROMEDIO IRCA (%)	PUNTAJE MENSUAL IRCA (%)
BOCATOMA	57	28	28
DESARENADOR	0		
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	0		
GRIFO-VIVIENDA	55,3		

Fuente: Elaboración propia.

Como se evidencia en la tabla 19 el porcentaje del IRCA en los puntos de muestreo Bocatoma y grifo de una vivienda obtuvieron un puntaje de 57 y 55,3% lo que representa un nivel de riesgo alto, determinando así que el agua que consumen los habitantes de la vereda el Céfiro no es apta para consumo humano y se requiere que se haga una vigilancia especial de esta.

A pesar que el punto de muestreo desarenador y tanque de distribución presentan un puntaje de IRCA del 0% el cual indica que el agua se encuentra sin ningún riesgo y es apta para el consumo humano, se puede decir que este porcentaje es tan bajo debido a que en estos puntos no se realizaron análisis microbiológicos los cuales hubieran podido alterar los resultados.

En cuanto a los resultados encontrados la norma indica que se debe informar de inmediato a las personas prestadoras del servicio, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría General, para que se tomen acciones que permitan el mejoramiento de la calidad del agua como la aplicación de procesos de desinfección y limpieza del sistema.

4.4 CONDICIONES ÓPTIMAS DE TRATABILIDAD DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA EL CÉFIRO ROSAS, CAUCA

Para el sistema de distribución de agua a los habitantes de la vereda el Céfiro con el fin de mejorar la calidad del líquido se propone un sistema de tratamiento compuesto por: coagulación, floculación, sedimentación y desinfección. La muestra evaluada corresponde al tanque de distribución del sistema de acueducto.

4.4.1 Determinación de los parámetros óptimos de tratabilidad coagulación y floculación

En la tabla 18 se muestran los resultados correspondientes de los parámetros (Temperatura, Color, pH, Turbiedad, y Alcalinidad) de cada jarra según la dosis aplicada, donde se determinó que la jarra 1 con dosificación de 10 mg/L $Al_2(SO_4)_3$ obtuvo la menor turbiedad 4 NTU, siendo esta la Dosis Óptima del Coagulante para el Sistema de Abastecimiento de La Vereda El Céfiro.

En cuanto al color en la jarra 1 siguió teniendo el mismo valor de 15 UPC al igual que el inicial, en la jarra 2 y 4 hubo disminución de este parámetro a 5 UPC y en la jarra 3 se obtuvo un valor de 10 UPC, mientras que el pH al aplicar mayor dosificación de Sulfato de Aluminio fue disminuyendo los valores y de esta manera incumpliendo con la resolución la cual exige valores entre 6.5 a 9 , en cuanto al parámetro de Alcalinidad se mantuvo en cero para todas las jarras cumpliendo con el valor establecido.

Tabla 20. Prueba de Jarras – Determinación de la dosis optima

PRUEBA DE JARRAS					
PARÁMETRO	CONDICIONES INICIALES	JARRA 1 10 mg/L Al ₂ (SO ₄) ₃	JARRA 2 20 mg/L Al ₂ (SO ₄) ₃	JARRA 3 30 mg/L Al ₂ (SO ₄) ₃	JARRA 4 40 mg/L Al ₂ (SO ₄) ₃
TEMPERATURA (°C)	20°C	21,5	20	19	20
COLOR (UPC)	15	15	5	10	5
pH	6,47	3,33	3,21	3,12	3,05
TURBIEDAD (NTU)	5	4	5	7	7
ALCALINIDAD mg/L CaCO ₃	0,1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Prueba de Jarras – Determinación del tiempo de mezcla

PRUEBA DE JARRAS					
PARÁMETRO	CONDICIONES INICIALES	15 sg	30 sg	45 sg	60 sg
TEMPERATURA (°C)	20°C	21,5	20	19	20
COLOR (UPC)	15	5	10	15	5
pH	6,47	3,40	3,42	3,39	3,36
TURBIEDAD (NTU)	5	4	3	9	3.4
ALCALINIDAD mg/L CaCO ₃	0,1	0	0	0	0

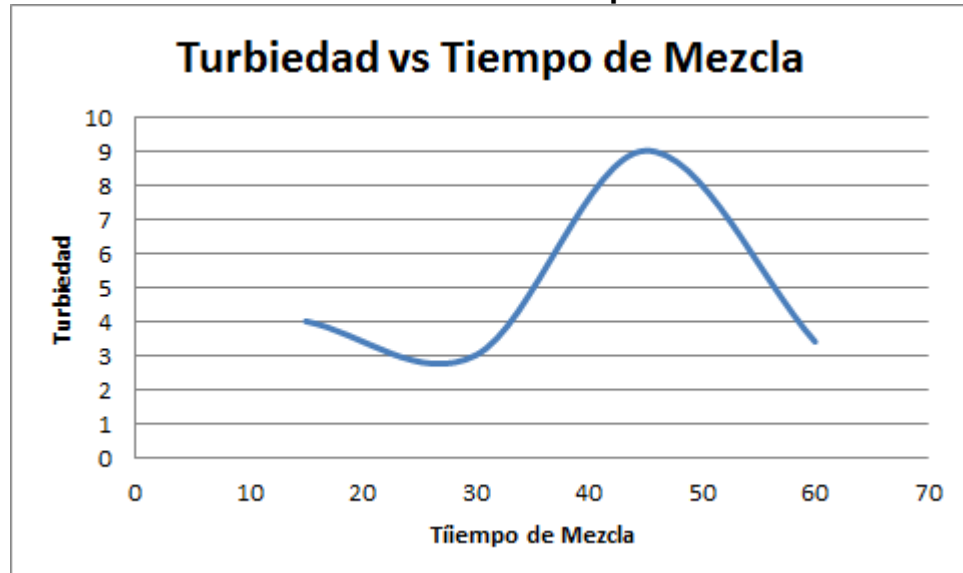
Fuente: Elaboración Propia

Al observar los resultados de la tabla 21 y gráfica 5, donde se compara el tiempo de mezcla Rápida y la turbiedad, cabe denotar que el segundo tiempo de mezcla la turbiedad es la más baja con 30 Segundos en la jarra 2; siendo este el tiempo ideal, a pesar de que este parámetro disminuyó el valor de 5 NTU (valor inicial) a 3 NTU, no cumple con el máximo aceptable de 2 NTU el cual exige la resolución 2115,

En la jarra 1 la Turbiedad fue de 4 NTU y en las jarras 3 y 4 con valores de 9 y 4 NTU respectivamente, en cuanto al pH pasó de 6.47 (valor inicial) a 3.40, 3.42, 3.39 y 3.36 para las jarras 1, 2,3 y 4, el cual al aplicar el coagulante disminuyó los valores incumpliendo con la norma y la Alcalinidad se mantuvo en cero para todas las jarras.

De acuerdo a los resultados mencionados en Coagulación y Floculación se determinó que la dosis óptima aplicada es de 10 mg/l, con un tiempo de mezcla de 30 s. En la gráfica 5 se evidencian algunos picos que indican el punto máximo de remoción en turbiedad lo cual es muy significativo, pero a pesar de esto no cumple con la resolución en disminuir los valores hasta el máximo permisible de 2 NTU. Al aplicar el coagulante el pH se alteró modificando su valor por debajo de lo permitido por la norma, concluyendo así que la aplicación de sulfato de aluminio como coagulante en el sistema de Abastecimiento de la vereda El Céfiro no es necesaria por las razones anteriormente mencionadas; lo cual indica que el sistema solo requiere del proceso de desinfección para la eliminación de Coliformes totales y Coliformes fecales (*Escherichia coli*).

Grafica 5. Turbiedad vs tiempo de mezcla



Fuente: Elaboración Propia

4.4.2 Determinación del Proceso de Desinfección

Según los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos, donde se evidencia que los valores de coliformes totales y presencia de *Escherichia Coli* están por fuera del valor máximo permitido en agua para consumo humano; por lo cual se determinó un proceso de desinfección en la red de distribución de agua para la vereda el Céfiro, con el fin de reducir los valores que se encontraron en dichos análisis. Después de realizados los procesos de coagulación, floculación y sedimentación se continua con la prueba para la determinación del Cloro libre residual en las instalaciones del laboratorio de química de la Corporación

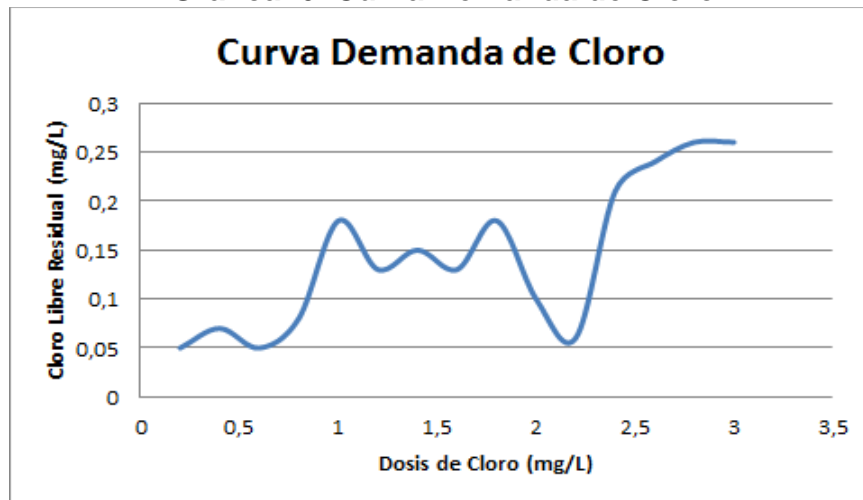
Universitaria Autónoma del Cauca; en la tabla 22 se muestran las dosis de cloro aplicadas a la muestra problema en diferentes dosis.

Tabla 22. Demanda de Cloro

DOSIS DE CLORO (mg/l)	CLORO LIBRE RESIDUAL (mg/l)
0,2	0,05
0,4	0,07
0,6	0,05
0,8	0,08
1	0,18
1,2	0,13
1,4	0,15
1,6	0,13
1,8	0,18
2	0,1
2,2	0,06
2,4	0,21
2,6	0,24
2,8	0,26
3	0,26

Fuente: Elaboración Propia

Grafica 6. Curva Demanda de Cloro



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 6 se observa un incremento inicial de los residuales de Cloro con respecto a la dosis de cloro aplicada de 0.2 a 0.6mg/L, llegando al primer punto de quiebre; al incrementar la dosis de Cloro de 0.8 a 1.8 mg/L se observa 3 picos los cuales corresponden al consumo de cloro que se ha dado para la eliminación del

amoníaco y destrucción parcial de las cloraminas y compuestos orgánicos que pudieron haberse formado en la etapa anterior; al agregar más cloro de 2.2 a 2.4 mg/L se observa una caída hasta el punto de quiebre, indicando este la Dosis Óptima de Cloro para la muestra problema con un valor de 2,2 mg/L, que marca el final de la demanda de cloro del agua y posteriormente el cloro que se añade se puede medir como cloro libre Residual y es en ese instante donde se puede garantizar una desinfección eficaz y un efecto residual adecuado, el cual corresponde al mínimo sabor a cloro del agua, y es a partir de ese momento donde se empiezan a cumplir las condiciones adecuadas exigidas por la norma Colombiana la cual dice que el valor aceptable del cloro residual libre en cualquier punto de la red de distribución del agua para consumo humano deberá estar comprendido entre 0,3 y 2,0 mg/L.

Según los resultados obtenidos en el laboratorio, la dosis óptima 2,2 mg/L es la adecuada para la eliminación de microorganismos tales como coliformes Totales y *Escherichia Coli*, cumpliendo así con < 1 MNP lo cual establece la resolución 2115 del 2007. **(Ver Anexo 7.3.8)**

4.5 ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DE LA VEREDA EL CÉFIRO

Después de analizados los resultados obtenidos de las pruebas físicas, químicas y microbiológicas a las muestras de los diferentes puntos del sistema de distribución de agua para la vereda el Céfiro, se plantean algunas alternativas que permitan a las personas encargadas del sistema de distribución de agua tomar decisiones para mejorar la calidad del agua para el consumo y la participación activa de la comunidad.

4.5.1 Programa para el Mejoramiento en el Diseño del Sistema de Abastecimiento de la Vereda el Céfiro.

Objetivo

Mejorar las estructuras del Sistema de Abastecimiento de la Vereda El Céfiro.

Descripción del Programa: Para la realización de este programa es necesario como primera instancia convocar a una reunión con toda la comunidad de la vereda El Céfiro, para dar a conocer el estado actual del Sistema de Abastecimiento y así poder realizar un trabajo conjunto y lograr satisfactoriamente el mejoramiento de éste.

Para mejorar las estructuras del Sistema de Abastecimiento de la Vereda El Céfiro se deben realizar estudios de campo necesarios que permitan conocer el estado actual del sistema, para luego proceder a realizar su mejoramiento, teniendo en cuenta la Resolución NO. 1096 del año 2000 “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.”

Población Beneficiada:

182 familias de la vereda El Céfiro las cuales se abastecen del recurso hídrico del nacimiento a recuperar.

Cálculos de diseño:

En los siguientes datos son importantes para el diseño del Sistema de Abastecimiento de la Vereda El Céfiro.

Datos:

- **Población Actual:** 449 habitantes.
- **Tipo de Captación:** Captación de Fondo.
- **Rata de Crecimiento:** 2% (Según DANE).
- **Periodo de Diseño:** 25 años.
- **Consumo Residencial o Dotación:** $\frac{90 L}{hab.día}$ (Según RAS).
- **Calculo Dotación Bruta:** 15% de Perdidas (Según RAS).
- **Rata de crecimiento:** 2%.
- **Dotación Bruta:** $db = 106 l \frac{hab.}{dia}$

A continuación en la tabla 23 se presentan los cálculos de población Futura, Caudal Medio Diario (Q.m.d), Caudal Máximo Diario(Q.M.D) y Caudal Máximo Horario (Q.M.H).

Tabla 23. Población Futura y Caudal de Diseño

	FÓRMULA EMPLEADA	RESULTADO
Población Futura	$Pf: Pa(1 + r)^{25}$	La proyección de diseño a 25 años de la vereda El Céfiro será aprox. 736 habitantes.
Caudal Medio Diario (Q.m.d).	$Q.m.d = \frac{pf*db}{86.400}$	Q.m.d: $0.55085 \frac{L}{seg}$. Es el promedio de consumo diario de caudal en un período de un año.
Caudal Máximo Diario(Q.M.D)	$Q.M.D= Q.m.d * k1$	Q.M.D= 0.716105 $\frac{L}{seg}$ Es el consumo máximo registrado durante 24 horas a lo largo de un período en un año.
Caudal Maximo Horario (Q.M.H)	$Q.M.H= Q.M.D * K2$	Q.M.H= 1.1457 $\frac{L}{seg}$. Es el consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año.

Fuente: Elaboración Propia

A continuación en la tabla 24 se presentan los cálculos necesarios para el mejoramiento de la rejilla en la Bocatoma.

Tabla 24. Cálculos para el mejoramiento de la rejilla.

REJILLA	FÓRMULA EMPLEADA	RESULTADO
Eficiencia de la rejilla	$Ef = \frac{sb}{(Ab+sb)}$	0.55 m Sería la cantidad de agua que se capta frente al espacio que ocupa cada una de las varillas.
Área Útil	$\frac{sb}{(Ab + Sb)}$	$0.004774 m^2$
Área Total	$\frac{Q.M.D}{vel * Ef}$	$0.00868 m^2$.
Velocidad Útil	$Q.M.D= Vel * Útil$	$Vel = 0.15 \frac{m^2}{s}$.
Numero de Barrotes	$Nb = \frac{L}{(Sb+Ab)+1}$	7 Barrotes.

Fuente: Elaboración Propia

A continuación en la tabla 25 se presenta el estado actual de las estructuras principales del sistema de abastecimiento y su mejoramiento.

Tabla 25. Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de la Vereda El Céforo

ESTRUCTURA	ELEMENTO	ESTADO ACTUAL	MEJORAMIENTO
Bocatoma	Rejilla	-Ancho 20 cm x 27 cm de largo. -Barrotes Deteriorados. -Mala posición y diseño. -Mala posición de los barrotes.	-El ancho de la rejilla depende del ancho de captación. -Cambio de barrotes en mejor estado. -Cambio de Posición Y mejoramiento en el diseño de la rejilla. -Cambio de barrotes a una posición vertical, según la "RAS" con el espacio permitido entre estos.
	Nacimiento "Quebrada Negra".	-Acumulación de materia orgánica en exceso, en el fondo del nacimiento.	-Implementación de una poli-sombra que recubra el nacimiento y así evitar la caída de hojas en el agua. -Mejorar estructura con medidas precisas y exactas.
	Cámara de Recolección	-Medidas irregulares en el ancho de esta unidad.	
Línea de Aducci	Tubería	-Deterioro de la línea de aducción.	-Cambio de la línea de aducción.
Desarenador	Tanque Desarenador	-Acumulación excesiva de sedimentos por falta de limpieza y operación.	-Limpieza y operación al menos una vez por año según exige la "RAS".
Tanque de Distribución		-Acumulación excesiva de sedimentos por falta de limpieza y operación.	-Limpieza y operación al menos una vez por año según exige la "RAS".

Fuente: Elaboración Propia

4.5.2 Programa de Aislamiento y Reforestación de la Bocatoma

Objetivo general

Aislar la zona correspondiente a la bocatoma y aumentar en esta la cobertura vegetal y así mejorar la calidad y aumentar la cantidad del recurso hídrico para el consumo humano y otros usos, que contribuyan al desarrollo de la vereda el Céfiro del municipio de Rosas, Cauca.

Objetivos específicos

- Establecer especies nativas características de la zona para garantizar su establecimiento y el cumplimiento de su función.
- Integrar a la comunidad de la vereda al programa de reforestación por medio de un programa de conciencia y cultura ambiental.

Descripción del programa

Para llevar a cabo la reforestación se debe tener en cuenta actividades que conlleven a la planeación, la operación, el control y el seguimiento de la plantación de árboles para que esta sea satisfactoria.

Para que la reforestación sea objetiva se deben realizar los estudios de campo necesarios, que permitan conocer las condiciones del sitio a reforestar y definir las especies a establecer, el medio de transporte, las herramientas a utilizar, la preparación del suelo, el diseño, los métodos, los puntos críticos de supervisión durante las actividades de campo, la protección, el mantenimiento y los parámetros con los cuales se pretende garantizar la plantación.

También se debe realizar un análisis de suelo correspondiente al predio del nacimiento de agua para que de acuerdo a los resultados contribuya a escoger correctamente las especies forestales a trabajar.

Especificaciones técnicas del programa.

1. Selección de especies vegetales a trabajar.

2. Se propone utilizar especies presentes en la zona teniendo en cuenta el análisis del suelo.
3. Determinar de dónde se van a transportar las especies vegetales escogidas.
4. La plantación se debe realizar recomendablemente al comenzar el invierno para una mejor proliferación de estas. El tamaño de la planta deberá ser superior a 25 cm de altura. El material vegetal debe reunir las condiciones adecuadas de sanidad, resistencia y tamaño, para un buen crecimiento de esta.
5. Mantenimiento: para el buen mantenimiento y conservación de las plántulas se debe tener en cuenta los siguientes procesos:
 - **Fertilización:** La fertilización se realizará con abono compuesto, esta se debe basar en el análisis de suelos realizado antes de la plantación y teniendo en cuenta las observaciones de campo y el comportamiento de la plantación, se utiliza este proceso para realizar el cálculo de los costos en el mantenimiento de la siembra.
 - **Limpieza:** esta se llevará a cabo durante los tres primeros años únicamente, con diferentes instrumentos como azadones, palas etc. que ayuden a eliminar el material orgánico como hojas u otro que se encuentre alrededor de cada plántula impidiendo su proceso de desarrollo y así dejando descubierto el suelo. No se hará limpieza en los sitios en donde se hayan identificado especies que tengan un gran valor ecológico de conservación. Este proceso se recomienda realizar dos veces al año durante un periodo de tres años.

Los árboles deben ser protegidos de forma individual o con cerca de alambre para evitar daños ocasionados por los animales y personas, hasta cuando se crea conveniente que no habrá pérdidas de las especies vegetales.

Población beneficiada

182 familias de la vereda El Céfiro las cuales se abastecen del recurso hídrico del nacimiento a recuperar.

A continuación en la tabla 26 se presenta las actividades para aislar y reforestar la zona de la Bocatoma.

Tabla 26. Cronograma de actividades para el Aislamiento y Reforestación de la Bocatoma

ACTIVIDAD	Responsable(s)	TIEMPO DE EJECUCIÓN.	INDICADOR
Análisis de Suelo	-Alcaldía Municipal de Rosas	Corto Plazo (1-6 meses)	1 Análisis
Adecuación del terreno.	-Comunidad Vereda El Céfiro.	Corto Plazo (1-6 meses)	1 Minga Comunitaria
Adquisición de las especies vegetales.	-Alcaldía Municipal de Rosas	Corto Plazo (1-6 meses)	
Plantación y fertilización	-Comunidad Vereda El Céfiro -Junta de Acción Comunal.	Corto Plazo (1-6 meses)	
Primera etapa de limpieza, segunda fertilización y siembra.	-Comunidad Vereda El Céfiro -Junta de Acción Comunal.	Corto Plazo (1-6 meses)	
Segunda limpia y tercera fertilización	-Comunidad Vereda El Céfiro -Junta de Acción Comunal.	Corto Plazo (1-6 meses)	
Tercera limpia y cuarta fertilización	-Comunidad Vereda El Céfiro -Junta de Acción Comunal.	Corto Plazo (1-6 meses)	
Cuarta Limpia y quinta fertilización	-Comunidad Vereda El Céfiro -Junta de Acción Comunal.	Corto Plazo (1-6 meses)	
Quinta limpia y sexta fertilización	-Comunidad Vereda El Céfiro -Junta de Acción Comunal.	Corto Plazo (1-6 meses)	

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3 Programa de Concientización y Capacitación ambiental a los habitantes de la vereda el céfiro, municipio de Rosas-Cauca.

Objetivos

- Construir estrategias de educación ambiental con el fin de comprometer a la comunidad a dar un buen uso y ahorro eficiente del agua.
- Realizar charlas de concientización ambiental sobre el ahorro y uso eficiente del agua y la conservación de los recursos naturales.
- Diseñar medios didácticos de educación y sensibilización ambiental donde sea muy práctica la comprensión de la teoría a tratar tanto para niños como adultos.

Descripción del programa

Para la realización de este programa es necesario como primera instancia convocar a una reunión de toda la comunidad de la vereda El Céfiro del municipio de Rosas para darles a conocer que se pretende hacer para lograr objetivamente el buen uso del agua y no tener problemas de racionamiento como se ha venido presentando y además no seguir explotando los recursos naturales en especial las especies vegetales que se encuentran aledañas a el nacimiento de agua el cual abastece a las familias de esta comunidad.

Población beneficiada

182 familias de la vereda El Céfiro las cuales se abastecen del recurso hídrico del nacimiento a recuperar.

Actividades Uso Eficiente, Ahorro del agua y Protección de los Recursos Naturales.

Teniendo en cuenta que las personas que habitan esta zona, no se sienten comprometidas con la conservación y preservación de este sitio (nacimiento de agua), por lo contrario buscan establecer un medio de sobrevivencia sin importar el impacto que le están causando a este espacio por eso es de vital importancia concientizar y educar a esta comunidad, puesto que sin el compromiso de esta no es posible la realización de este programa. A continuación en la tabla 27 se describen las actividades, el tiempo de ejecución, y los responsables para realizar el Programa de Concientización y Capacitación ambiental a los habitantes de la vereda el céfiro, municipio de Rosas-Cauca.

**Tabla 27. Cronograma de actividades para el desarrollo del programa
Concientización y Capacitación ambiental a los habitantes de la vereda el
céfiro, municipio de Rosas-Cauca.**

ACTIVIDAD	RESPONSABLE(S)	TIEMPO	INDICADOR
Socialización del Programa	-Presidente JAC. -Personal Capacitado.	Corto Plazo (1-6 meses)	Lista de Asistencia.
Capacitación Mediante Charlas, videos etc.	-Junta de Acción Comunal. -Personal capacitado.	Mediano Plazo (1-3 años).	3 por año
Concientización a la comunidad mediante carteleras educativas en las calles.	-Junta de Acción Comunal de la Vereda El Céfiro.	Corto Plazo (1-6 meses)	5 carteleras cada 2 meses.
Promocionar las actividades con la comunidad en los días de celebración, relacionados con el calendario ambiental.	-Comunidad Vereda El Céfiro --Junta de Acción Comunal.	Mediano Plazo (1-3 años).	Lista de Asistencia.
Dentro de las facturas de pago crear conciencia con mensajes alusivos al ahorro del agua y la deforestación.	-Junta de Acción Comunal.	Largo Plazo (5 años)	1 mensaje por mes.
Realizar visitas de seguimiento a las viviendas para supervisar el buen estado en el sistema de red de tuberías, grifos, tanques.	-Junta de Acción Comunal -Fontanero.	Largo Plazo (5 años)	1 visita por año
Ejecutar actividades ambientales con la comunidad como por ejemplo jornadas de arborización, campañas educativas ambientales	-Junta de Acción Comunal. -Comunidad de la Vereda. -Personal capacitado.	Largo Plazo (5 años)	2 actividades por año.
Realizar un cronograma de actividades con todos los pasos nombrados anteriormente.	-Junta de Acción Comunal.	Corto Plazo (1-6 meses)	Cronograma de actividades.
Proponer un sistema de aprovechamiento de agua lluvia	-Comunidad Vereda El Céfiro - Personal Capacitado.	Corto Plazo (1-6 meses)	Propuesta.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Con el desarrollo de la investigación se pudo establecer que la vereda El Céfiro en estudio, se observa que no cuenta con un sistema de abastecimiento óptimo que garantice el suministro de agua apta para el consumo humano; problemática que la misma comunidad trato de solucionar construyendo el sistema de manera empírica, sin tener en cuenta las especificaciones técnicas estipuladas en las diferentes normas que existen en Colombia para este tipo de infraestructuras, lo que indica un se mal servicio, consumo de agua de mala calidad, escasez en el suministro, entre otras cosas.

A partir del diagnóstico del Índice del Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA), se infiere que en los puntos de muestreo Bocatoma y grifo de una vivienda obtuvieron un puntajes que representa un nivel de riesgo alto, determinando así que el agua que consumen los habitantes de la vereda el Céfiro no es apta para consumo humano y se requiere que se haga una vigilancia especial de esta.

Los puntos de muestreo desarenador y tanque de distribución presentan un puntaje del IRCA sin riesgo, siendo apta para el consumo humano, indicando que este porcentaje es tan bajo debido a que en estos puntos no se realizaron análisis microbiológicos los cuales hubieran podido alterar los resultados.

Se determinó que la aplicación del coagulante sulfato de aluminio en el sistema de Abastecimiento de la vereda El Céfiro no es necesaria debido a que altera el parámetro de Ph modificando su valor por debajo de lo permitido por la norma, lo cual indica que el sistema solo requiere del proceso de desinfección para la eliminación de Coliformes totales y Coliformes fecales (*Escherichia coli*).

Al realizar la prueba de jarras se determinó que el coagulante sulfato de aluminio no disminuyó considerablemente los valores de turbiedad en el agua hasta 2 NTU valor máximo exigido por la resolución 2115 del 2007.

La dosis óptima en el proceso de desinfección con hipoclorito de Sodio granulado al 70% es de 2.2mg/L, para ser aplicado en el Tanque de Distribución de la Vereda El Céfiro, y así eliminar microorganismos patógenos que pueden provocar daños en la salud de los habitantes.

Según los resultados obtenidos en el diagnóstico de la Bocatoma se determinó que la rejilla actual no cumple con los parámetros propuestos en la norma RAS.

Los programas de: Aislamiento y Reforestación de la bocatoma, concientización y capacitación ambiental y el programa para el Mejoramiento en el Diseño del Sistema de Abastecimiento de la Vereda El Céfiro son importantes alternativas para contribuir con la calidad del agua del Sistema de Abastecimiento.

5.2 RECOMENDACIONES

Para un mejor análisis se recomienda hacer pruebas microbiológicas en todos los puntos de muestreo (bocatoma, desarenador, tanque de distribución y grifo de una vivienda) para determinar el Índice de Riesgo de la Calidad del agua IRCA.

En cuanto a los resultados encontrados la norma indica que se debe informar de inmediato a la persona prestadora, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría General, para que se tomen acciones que permitan el mejoramiento de la calidad del agua como la aplicación de procesos de desinfección y limpieza del sistema.

Se recomienda realizar más ensayos de prueba de jarras debido a que la realizada no es suficiente para demostrar si la aplicación del coagulante sulfato de aluminio es necesaria para mejorar los parámetros de turbiedad, color y pH, en el sistema de abastecimiento de la vereda El Céfiro.

Es importante la implementación del proceso de desinfección para la eliminación de microorganismos como coliformes totales y *E coli*.

Implementar el programa de diseño del sistema de abastecimiento de la vereda El Céfiro para el mejoramiento del sistema de aducción.

Realizar mantenimiento mensual a la bocatoma con el fin de disminuir la cantidad de solidos que se desplazan por la aducción y llegan al desarenador.

Se recomienda realizar un adecuado mantenimiento al desarenador y tanque de distribución del sistema de abastecimiento, al menos una vez por año según lo recomiende la norma RAS 2000.

Gestionar recursos financieros mediante entes gubernamentales para el mejoramiento del sistema de Abastecimiento de la Vereda El Céfiro.

Llevar a cabo los programas planteados en el proyecto para el mejoramiento de la calidad del agua del sistema de Abastecimiento.

BIBLIOGRAFIA

- [1] OMS. Organización Mundial de la Salud. “Informe 2015 del PCM sobre el acceso a agua potable y saneamiento”. 2015 Disponible en : https://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp-2015-key-facts/es/
- [2] S, Brown, &C, Roa, “Relaciones entre disponibilidad del agua, múltiples usos del agua y usos del suelo en la microcuenca Los Sainos, Municipio de El Dovio, Valle del Cauca”. Tesis M.S en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia, 2005.
- [3] J, Visscher, R, Paramasivan, Filtración Lenta en Arena. “Tratamiento de Agua para Comunidades” Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Lima, Perú, Colombia IRC, 2003.
- [4] H. Ramírez and J. Jaramillo, “Agentes Naturales como Alternativa para el Tratamiento del Agua,” Rev. Fac. Ciencias Básicas, vol. 11, no. 2, p. 136, 2016.
- [5] W. C. Mantilla, “Estado Del Arte Del Agua Y Saneamiento Rural En Colombia, no. 44, pp. 46–53, 2016.
- [6] MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. 2010.
- [7] ALCALDÍA DE ROSAS CAUCA, (2016). Geografía. Rosas – Cauca. Disponible en: <http://www.rosascauca.gov.co/>
- [8] A. Bernal, “Elementos para la formulación de planes de mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano”, Tesis M.S en Dirección y gerencia de Empresas, Facultad de Administración, Universidad Del Rosario Bogotá D.C., 2009.
- [9] M.A. Jiménez, M.V.Vélez, “Análisis comparativo de indicadores de la calidad de agua superficial”, . Universidad Nacional de Colombia Medellín, 2006.
- [10] N.Cabrera Ramirez, “Propuesta para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua para los habitantes de la vereda “El Tablón” del municipio de Chocontá”, Universidad nacional abierta y a distancia UNAD, 2015. Disponible en: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/3835/7/80394877.pdf>

[11] J.P Castro, L.M Pérez, “Estudio de calidad y tratabilidad del agua suministrada a los habitantes de la vereda Palace alto por el acueducto veredal ambiental Palace del municipio de Totoró - Cauca.” Corporación Universitaria Autónoma del Cauca. Popayán - Cauca, 2014.

[12] ALCALDÍA DE ROSAS CAUCA, (2016). Geografía. Rosas – Cauca. Disponible en: <http://www.rosas-cauca.gov.co/>

[13] Alcaldía de Rosas, Cauca. (2003). “Plan de Desarrollo Municipal”, Sistema de Documentación e Información Municipal. Disponible en: <http://cdim.esap.edu.co>

[14] Alcaldía Municipal Rosas – Cauca. (2005) Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Rosas, Cauca. Sistema de Documentación e Información Municipal, Disponible en : [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/eot_esquema_de_ordenamiento_territorial_rosas-cauca_antecedentes_\(233_p%C3%A1g_847_kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/eot_esquema_de_ordenamiento_territorial_rosas-cauca_antecedentes_(233_p%C3%A1g_847_kb).pdf)

[15] GWP. Asociación mundial para el agua. “Manejo integrado de los recursos hídricos” Comité de consejo técnico No. 4, (2009). Disponible en: <https://www.gwp.org>

[16] Global Water Partnership. (2008). “Principios de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos”. Estocolmo: Secretariado del GWP.

[17] Ministerio de la protección social, ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, resolución número 2115, 22 de junio de 2007; art. 13.

[18] M. L. Mcfarland and M. C. Dozier, “Problemas del agua potable : El hierro y el manganeso, El Sistema Universitario de Texas A&M.”

[19] J. E., Lopez “Caracterización de la Calidad del agua en la Planta de Tratamiento de Agua Potable y en la red de distribución de la ciudad de Yopal”, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, (2010).

[20] J. Murrell, M. Badía, Bacterias Indicadoras de Contaminación fecal en la Evaluación de la Calidad de las aguas: Revisión de la literatura”, Revista CENIC Ciencias Biológicas, La Habana, 2013.

[21] R. Trejo, V. Hernández. Universidad Autónoma del Estado de México Sistema de Información Científica Redalyc. “Riesgos a la salud por presencia del aluminio en el agua potable”. Mexico, 2004. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94402508>

[22] COMUNIDAD ANDINA. Manual de Estadísticas Ambientales. CAN: Santa Cruz de la Sierra, 2005. p 31-45.

[23] M. Aguilar. "WATER ANALYSIS - Determination of total chlorine in natural water, wastewaters and wastewaters treated - test method" México. 200. p 2-13

[24] IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. "Sulfatos en agua por el método nefelométrico". 2007. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Sulfato+en+agua+por+Nefelometr%C3%ADa.pdf/f65867a2-079f-420c-9067-b1c4c3139e89>

[25] World Health organization, "Guide: framework for drinking water safety," Drinking Water Quality, 2008 [online] Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_2_fig.pdf

[26]

[27] Guzmán, J. (2017). Evaluación De La Etapa Coagulación-Floculación Para El Mejoramiento En El Proceso De Potabilización De La Planta Galán De La EAAAZ. Fundación Universidad De América Facultad De Ingenierías, programa de química; Bogotá.

[28] Restrepo, H. (2009). *evaluación del proceso de coagulación-floculación de una planta de tratamiento de agua potable*. Recuperado el 16 de agosto 2018 de http://www.bdigital.unal.edu.co/877/1/15372239_2009.pdf

[29] Zerbato, M. (2012). *coagulación optimizada en el tratamiento de potabilización de agua: su efecto sobre la remoción de enteroparasitos*. Recuperado el 26 de agosto de 2018 de <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/tesis/handle/11185/461>.

[30] Pradillo, B. (2016). *parámetros de control del agua potable*. Recuperado el 25 de agosto de 2018 de <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>

[31] Barajas, C. Leon, A. (2015). *determinación de la dosis óptima de sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) en el proceso de coagulación - floculación para el tratamiento de agua potable por medio del uso de una red neuronal artificial*. universidad santo Tomás división de ingenierías ingeniería ambiental Bogotá.

[32] Guía para la selección de sistema de desinfección. (2016).organización panamericana de la salud. Lima Perú.

ANEXOS

7.1 ANEXO 1: reconocimiento del lugar de estudio y socialización a la comunidad



Bebadero de ganado en la bocatoma



Bocatoma



Nacimiento de agua



Desarenador



Tanque de distribución



Putrefacción de material vegetal

7.1.1. Primer encuentro con la comunidad de la vereda el cefiro municipio de rosas, cauca



Socialización trabajo de investigación



Encuestas a la comunidad vereda el céfiro

7.1.2 Encuestas realizadas a la comunidad vereda el cefiro municipio rosas, cauca

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CÉFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
 - a. Siete días a la semana
 - b. 5-6 días a la semana
 - c. 3-4 días a la semana
 - d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
 - a. Mala
 - b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CÉFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
 - a. Siete días a la semana
 - b. 5-6 días a la semana
 - c. 3-4 días a la semana
 - d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
 - a. Mala
 - b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO .
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
 - a. Siete días a la semana
 - b. 5-6 días a la semana
 - c. 3-4 días a la semana
 - d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
 - a. Mala
 - b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo del agua que abastece a la vereda del Céfiro.

SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.

SI NO

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO .
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
 - a. Siete días a la semana
 - b. 5-6 días a la semana
 - c. 3-4 días a la semana
 - d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
 - a. Mala
 - b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo del agua que abastece a la vereda del Céfiro.

SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.

SI NO

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
/ SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
a. Siete días a la semana
b. 5-6 días a la semana
c. 3-4 días a la semana
d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
a. Mala
b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo
del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y
tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
a. Siete días a la semana
b. 5-6 días a la semana
c. 3-4 días a la semana
d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
a. Mala
b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo
del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y
tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
 - a. Siete días a la semana
 - b. 5-6 días a la semana
 - c. 3-4 días a la semana
 - d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
 - a. Mala
 - b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo del agua que abastece a la vereda del Céfiro.

SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.

SI NO

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
 - a. Siete días a la semana
 - b. 5-6 días a la semana
 - c. 3-4 días a la semana
 - d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
 - a. Mala
 - b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo del agua que abastece a la vereda del Céfiro.

SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.

SI NO

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
 - a. Siete días a la semana
 - b. 5-6 días a la semana
 - c. 3-4 días a la semana
 - d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
 - a. Mala
 - b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO

Elaborado por:
Julieta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
 - a. Siete días a la semana
 - b. 5-6 días a la semana
 - c. 3-4 días a la semana
 - d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
 - a. Mala
 - b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO

Elaborado por:
Julieta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
 - a. Siete días a la semana
 - b. 5-6 días a la semana
 - c. 3-4 días a la semana
 - d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
 - a. Mala
 - b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo del agua que abastece a la vereda del Céfiro.

SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.

SI NO

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
 - a. Siete días a la semana
 - b. 5-6 días a la semana
 - c. 3-4 días a la semana
 - d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
 - a. Mala
 - b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo del agua que abastece a la vereda del Céfiro.

SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.

SI NO

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
a. Siete días a la semana
b. 5-6 días a la semana
c. 3-4 días a la semana
d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
a. Mala
b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo
del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y
tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO

Elaborado por:
Julieta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
a. Siete días a la semana
b. 5-6 días a la semana
c. 3-4 días a la semana
d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
a. Mala
b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo
del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y
tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO

Elaborado por:
Julieta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI ___ NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
a. Siete días a la semana
b. 5-6 días a la semana ___
c. 3-4 días a la semana ___
d. 1-2 días a la semana ___
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
a. Mala ___
b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo
del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI ___ NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y
tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO ___

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO ___
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
a. Siete días a la semana
b. 5-6 días a la semana ___
c. 3-4 días a la semana ___
d. 1-2 días a la semana ___
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
a. Mala ___
b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo
del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI ___ NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y
tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO ___

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
a. Siete días a la semana
b. 5-6 días a la semana
c. 3-4 días a la semana
d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
a. Mala
b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo
del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y
tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
a. Siete días a la semana
b. 5-6 días a la semana
c. 3-4 días a la semana
d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
a. Mala
b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo
del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y
tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO

Elaborado por:
Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
a. Siete días a la semana
b. 5-6 días a la semana
c. 3-4 días a la semana
d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
a. Mala
b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo
del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y
tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO

Elaborado por:

Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
a. Siete días a la semana
b. 5-6 días a la semana
c. 3-4 días a la semana
d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
a. Mala
b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo
del agua que abastece a la vereda del Céfiro.
SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y
tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.
SI NO

Elaborado por:

Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
"FORMULACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA A LOS
HABITANTES DE LA VEREDA EL CÉFIRO DEL MUNICIPIO DE ROSAS,
CAUCA".

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL CEFIRO, ROSAS- CAUCA.
SOBRE EL NIVEL DE SATISFACCION DEL AGUA SUMINISTRADA POR EL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Marque con una "X" la respuesta que considere.

1. Conoce usted de que fuente hídrica se abastece la vereda El Céfiro.
SI NO
2. Con que frecuencia usted tiene el servicio de agua en su vivienda
 - a. Siete días a la semana
 - b. 5-6 días a la semana
 - c. 3-4 días a la semana
 - d. 1-2 días a la semana
3. Considera usted que el agua que llega a su vivienda es:
 - a. Mala
 - b. Buena
4. Dentro de su familia ha sufrido enfermedades producto del consumo del agua que abastece a la vereda del Céfiro.

SI NO
5. Le gustaría que se formulen soluciones para mejorar la calidad y tratamiento del agua que abastece a la Vereda El Céfiro.

SI NO

Elaborado por:

Julietta Romo Bedoya y Daniela Jiménez.
Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

7.1.3 listas de chequeo de campo

ESTACION Desagrenador
 FECHA 20 / noviembre / 2017

DATOS DE GEOPOSICIONAMIENTO			
Altitud	Temperatura Ambiente	Longitud	Latitud
1862 msnm	17°C	N 2° 17' 5"	W 76° 44' 31"

TIPO DE COBERTURA	
Herbácea o Rastrojo:	
Arbustiva:	<input checked="" type="checkbox"/>
Boscosa:	
Sin vegetación:	
Antropica:	
Pastos:	
Otra:	Cultivos café, maíz

IMPACTO ANTROPICO	
Directo:	<input checked="" type="checkbox"/>
Indirecto:	
Recursos involucrados:	Suelo, Agua
Responsables:	Agricultores.

EROSION DE LA ZONA	
No visible:	
Poco erosionado:	
Erosionado:	
Muy erosionado:	<input checked="" type="checkbox"/>
Suelo con prácticas agrícolas:	Café, maíz, Platano
Suelo con prácticas pecuarias:	
Suelo con prácticas ganadera:	
Causante de la Degradación del suelo:	
Otras:	

VARIABLES CLIMATICAS
Humedad relativa: 90%
Precipitación promedio: 209 mm
Temperatura promedio día: 17°C
Presión atmosférica: 87.55 kPa

ESTACION Tanque de Distribución

FECHA 20 de noviembre del 2017

DATOS DE GEOPOSICIONAMIENTO			
Altitud	Temperatura Ambiente	Longitud	Latitud
1800 MSNM	17°C	N 2°15'14"	W 76°44'30"

EROSION DE LA ZONA	
No visible:	
Poco erosionado:	X
Erosionado:	
Muy erosionado:	
Suelo con prácticas agrícolas:	
Suelo con prácticas pecuarias:	
Suelo con prácticas ganadera:	X
Causante de la Degradación del suelo:	- Construcción de carreteras - Viviendas - Ganado
Otras:	

TIPO DE COBERTURA	
Herbácea o Rastrojo:	
Arbustiva:	
Boscosa:	
Sin vegetación:	X
Antropica:	X
Pastos:	
Otra:	

IMPACTO ANTROPICO	
Directo:	X
Indirecto:	
Recursos involucrados:	Suelo, Vegetación
Responsables:	Comunidad El Cetro

VARIABLES CLIMATICAS
Humedad relativa: 90%
Precipitación promedio: 2299 mm
Temperatura promedio día: 17°C
Presión atmosférica: 90.3 kPa

ESTACION Bocatorma
 FECHA 20 de Noviembre del 2017

DATOS DE GEOPOSICIONAMIENTO			
Altitud	Temperatura Ambiente	Longitud	Latitud
2010 msnm	18°C	N 2°16'16"	W 76°44'40"

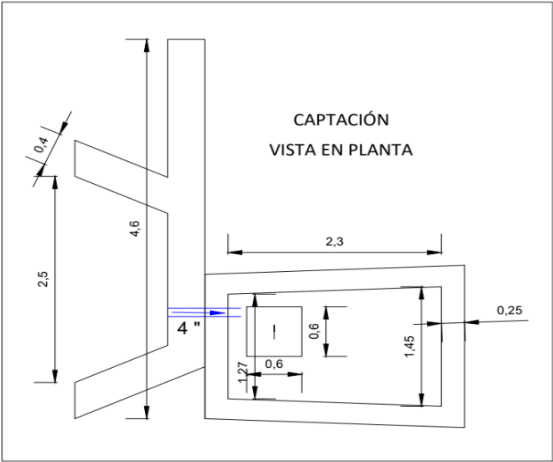
EROSION DE LA ZONA	
No visible:	
Poco erosionado:	X
Erosionado:	
Muy erosionado:	
Suelo con prácticas agrícolas:	Cultivos de Maíz, Cebolla
Suelo con prácticas pecuarias:	
Suelo con prácticas ganadera:	SI
Causante de la Degradación del suelo:	Deforestación Ganadera
Otras:	

TIPO DE COBERTURA	
Herbácea o Rastrojo:	
Arbustiva:	
Boscosa:	X
Sin vegetación:	
Antropica:	
Pastos:	
Otra:	

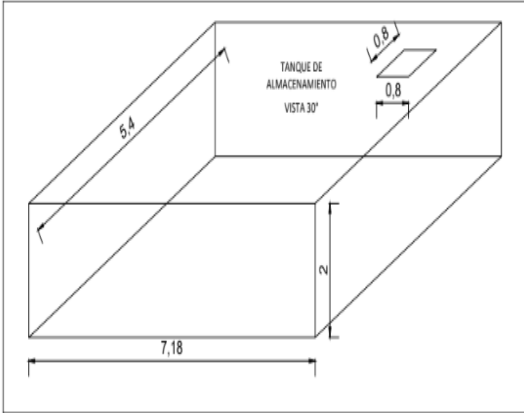
IMPACTO ANTROPICO	
Directo:	X
Indirecto:	
Recursos involucrados:	Agua, suelo
Responsables:	Comunidad

VARIABLES CLIMATICAS
Humedad relativa: 70%
Precipitación promedio: 2299 mm
Temperatura promedio día: 18°C
Presión atmosférica: 80.9 kPa

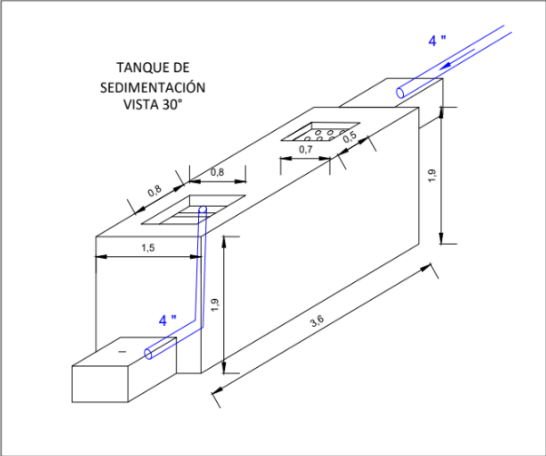
7.1.4 partes del sistema de abastecimiento vereda el céfiro



Bocatoma



Tanque de Distribucion



Desarenador

7.2. ANEXO 2: PUNTOS DE MUESTREO

7.2.1. Primer muestreo

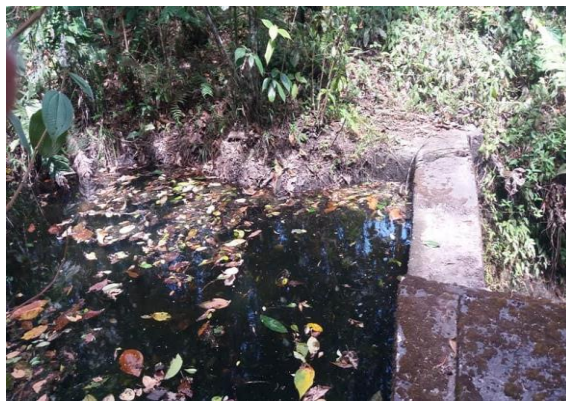
- Fecha: 14 de junio de 2018



Bocatoma



**Recolección de muestra análisis
fisicoquímico – bocatoma**



Bocatoma



**Recolección de muestra análisis
fisicoquímico – bocatoma**



Medición componentes del sistema de abastecimiento



Rejilla

7.2.2. segundo muestreo

- **Fecha:** 22 de agosto de 2018



Bocatoma




Desarenador




Muestreo parámetros fisicoquímicos

7.3.2. Análisis fisicoquímico grifo de una vivienda vereda el Céfiro



F.CEP.004

ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A E.S.P.
 NIT 891.500.117-1
 NUIR 1-19001000 -1 SSPD
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARTICULARES
AGUA TRATADA
 REGISTRO N°. R 2976



V 5.0

PROCEDENCIA	ROSAS
FUENTE	NACIMIENTO DE AGUA
ANÁLISIS SOLICITADO	FÍSICO - QUÍMICO
PUNTO DE CAPTACION	GRIFO DE UNA VIVIENDA / VEREDA EL CEFIRO
ORDENADO POR	EDGAR ROJAS
RECOLECTADO POR	JULIETTA ROMO
FECHA DE TOMA	14 de junio de 2018
HORA DE TOMA	
FECHA DE ANALISIS	14 de junio de 2018

ANÁLISIS	CONCENTRACIÓN	DATOS EXPRESADOS EN	NORMAS M.S.P. Decreto 1575 de Mayo 9 /2007 Resol. 2115 de Junio 22 /2007 H ₂ O Tratada
Alcalinidad Total	17,2	mg/L CaCO ₃	Hasta 200
Hierro Total	0,34	mg/L Fe (II)	Hasta 0.3
DQO	0,00		

NOTA: LA MUESTRA ANALIZADA TIENE EL PARÁMETRO DE HIERRO POR FUERA DE LA NORMA DE AGUA TRATADA.

Carmen Lucía López Solís


CARMEN LUCÍA LOPEZ SOLIS

Química

Laboratorio autorizado para la realización de análisis según Resolución No 1615 del 15 de Mayo de 2015 "Planta de Tratamiento Tablazo" (26) 32 64 08 Conmutador: (26) 24 15 53 FAX: 24 20 14 - 24 04 66
www.acueductopopayan.com

7.3.3 Analisis fisicoquimico bocatoma vereda el cefiro


ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A E.S.P.
 NIT 891.500.117-1
 NUIR 1-19001000 -1 SSPD



F.CEP.003

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARTICULARES
 AGUA CRUDA**

REGISTRO N°. R 2977




V 5.0

PROCEDENCIA **ROSAS**
 FUENTE **NACIMIENTO DE AGUA**
 ANÁLISIS SOLICITADO **FÍSICO - QUÍMICO**
 PUNTO DE CAPTACIÓN **BOCATOMA / VEREDA EL CEFIRO**
 ORDENADO POR **EDGAR ROJAS**
 RECOLECTADO POR **DANIELA JIMENEZ**
 FECHA DE TOMA **14 de junio de 2018**
 HORA DE TOMA
 FECHA DE ANÁLISIS **14 de junio de 2018**

ANÁLISIS	CONCENTRACIÓN	DATOS EXPRESADOS EN	NORMAS M.S.P. Dcto. 1594 de 1984 H ₂ O Cruda
Alcalinidad Total	8,8	mg/L CaCO ₃	Hasta 200
Hierro Total	0,28	mg/L Fe (II)	Hasta 5.0
DQO	0,0	mg/L O ₂	

NOTA: LA MUESTRA TIENE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS DENTRO DE LA NORMA DE AGUA CRUDA.



CARMEN LUCÍA LÓPEZ SOLÍS
Química

Laboratorio autorizado para la realización de análisis según Resolución No 1615 del 15 de Mayo de 2015 "Planta de Tratamiento Tablazo" (28) 32 84 08 Conmutador: (28) 24 15 53 FAX: 24 20 14 - 24 04 66
www.acueductopopayan.com

7.3.4. Analisis fisicoquimico desarenador vereda el cefiro



F.CEP.003

ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A E.S.P.
NIT 891.500.117-1
NUIR 1-19001000 -1 SSPD



V 5.0

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARTICULARES
AGUA CRUDA

REGISTRO N°. R 2878

PROCEDENCIA	ROSAS
FUENTE	NACIMIENTO DE AGUA
ANÁLISIS SOLICITADO	FÍSICO - QUÍMICO
PUNTO DE CAPTACIÓN	DESARENADOR / VEREDA EL CEFIRO
ORDENADO POR	EDGAR ROJAS
RECOLECTADO POR	JULIETTA ROMO
FECHA DE TOMA	14 de junio de 2018
HORA DE TOMA	
FECHA DE ANÁLISIS	14 de junio de 2018

ANÁLISIS	CONCENTRACIÓN	DATOS EXPRESADOS EN	NORMAS M.S.P. Dcto. 1594 de 1984 H ₂ O Cruda
Alcalinidad Total	22,5	mg/L CaCO ₃	Hasta 200
Hierro Total	0,38	mg/L Fe (II)	Hasta 5,0
ODO	0,0	mg/L O ₂	

NOTA: LA MUESTRA TIENE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS DENTRO DE LA NORMA DE AGUA CRUDA.

Carmen Lucia Lopez Solis
CARMEN LUCIA LÓPEZ SOLIS
Química

Laboratorio autorizado para la realización de análisis según Resolución No 1815 del 15 de Mayo de 2015 "Planta de Tratamiento Tablazo" (28) 32 64 08 Conmutador. (28) 24 15 53 FAX: 24 20 14 - 24 04 68
www.acueductopopayan.com

7.3.5. Analisis fisicoquimico tanque de distribucion vereda el cefiro



ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A E.S.P.
 NIT 891.500.117-1
 NUIR 1-19001000 -1 SSPD
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARTICULARES
AGUA TRATADA



V 5.0

REGISTRO N°. R 2979

PROCEDENCIA ROSAS
 FUENTE NACIMIENTO DE AGUA
 ANALISIS SOLICITADO FÍSICO - QUÍMICO
 PUNTO DE CAPTACION TANQUE DE DISTRIBUCIÓN / VEREDA EL CEFIRO
 ORDENADO POR EDGAR ROJAS
 RECOLECTADO POR DANIELA JIMENEZ
 FECHA DE TOMA 14 de junio de 2018
 HORA DE TOMA
 FECHA DE ANALISIS 14 de junio de 2018

NORMAS M.S.P.
 Decreto 1575 de Mayo 9 /2007
 Resol. 2115 de Junio 22 /2007
 H₂O Tratada

ANÁLISIS	CONCENTRACIÓN	DATOS EXPRESADOS EN	NORMAS M.S.P.
Alcalinidad Total	22,1	mg/L CaCO ₃	Hasta 200
Hierro Total	0,43	mg/L Fe (II)	Hasta 0.3
DQO	0,00		

NOTA: LA MUESTRA TIENE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS DENTRO DE LA NORMA DE AGUA TRATADA.

Carmen Lucía López S.
CARMEN LUCÍA LOPEZ SOLIS
 Química

Laboratorio autorizado para la realización de análisis según Resolución No 1615 del 15 de Mayo de 2015 "Planta de Tratamiento Tablazo" (28) 32 64 08 Conmutador: (28) 24 15 53 FAX: 24 20 14 - 24 04 66
www.acueductopopayan.com



ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A. E.S.P

NIT 891.500.117-1
NUIR 1-19001000 -1 SSPD



F.CEP.016

ANALISIS BACTERIOLOGICOS (PARTICULARES)

V 4.0

REGISTRO No 4286

DEPARTAMENTO	CAUCA
MUNICIPIO	ROSAS
REMITENTE	DANIELA JIMENEZ
FECHA DE TOMA	AGOSTO 22 DE 2018
FECHA DE ANALISIS	AGOSTO 22-23 DE 2018
RECOLECTADO POR	JULIETA ROMO
FUENTE	NACIMIENTO
PUNTO DE CAPTACION	GRIFO VIVIENDA VEREDA EL CEFIRO
HORA	11:12 a.m.

AGUA TRATADA
FILTRACION/MEMBRANA
SUSTRATO DEFINIDO NORMA
I.N.S. DCTO N° 1575 - 05/2007
RESOL. 2115/06/2007

INFORME DE LABORATORIO


COLIFORMES TOTALES EN 100 ml.	12997.0	<1 NMP
ENSAYO CONFIRMATIVO PARA E. COLI EN 100 ml.	538.0	<1 NMP

NOTA: LA MUESTRA ANALIZADA PRESENTA CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS DE AGUA CRUDA.
PARA CONSUMO HUMANO REQUIERE DESINFECCION.


NATALY GUZMAN ESCOBAR
Bacterióloga

Laboratorio autorizado para la realización de análisis según Resolución No1615 del 15 de Mayo de 2015 Ministerio
Tel:(28) 32 64 08 FAX:(2) 824 20 14 - 824 04 66 www.acueductopopayan.com.co

7.3.7. Análisis fisicoquímico grifo vivienda vereda el céfiro


ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A. E.S.P.
 NIT 891.500.117-1
 TRUP 1-16001000 - 1 SSPD

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARTICULARES
AGUA CRUDA

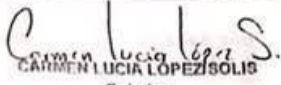

 V 5.0

REGISTRO N°. R 4286

PROCEDENCIA: ROSAS
FUENTE: NACIMIENTO
ANÁLISIS SOLICITADO: FÍSICO - QUÍMICO
PUNTO DE CAPTACIÓN: GRIFO VIVIENDA / VEREDA EL CÉFIRO
ORDENADO POR: DANIELA JIMENEZ
RECOLECTADO POR: DANIELA JIMENEZ
FECHA DE TOMA: 22 de agosto de 2018
HORA DE TOMA: 11:10 A.M.
FECHA DE ANÁLISIS: 22 de agosto de 2018

ANÁLISIS	CONCENTRACIÓN	DATOS EXPRESADOS EN	NORMAS M.S.P. Octo. 1694 de 1994 H ₂ O Cruda
Conductividad	39,0	µS/cm (Microsiemens / cm)	Hasta 1000
Turbiedad	0,86	N.T.U.	<= 10
Color Aparente	4,4	Unidades Platino Cobalto, UPC	<= 75
pH	6,9	Unidades de pH	Entre 5,0 – 9,0
Alcalinidad Total	22,1	mg/L CaCO ₃	Hasta 200
Dureza Total	17,3	mg/L CaCO ₃	Hasta 300
Hierro Total	0,09	mg/L Fe (II)	Hasta 5,0
Sulfatos	1,75	mg/L SO ₄ ²⁻	Hasta 400
Cloruros	1,9	mg/L Cl ⁻	Hasta 250
Aluminio	0,02	mg/L Al (III)	Hasta 5,0
Temperatura	17,6	Grados Centígrados (°C)	
Nitratos	1,93	mg/L NO ₃ ⁻	Hasta 10,0
DGO	8,0	mg/L O ₂	
Oxígeno disuelto	8,5	mg/L O ₂	
Nitritos	0,001	mg/L NO ₂ ⁻	Hasta 0,10
SOT	19,5	mg/L	

NOTA: LA MUESTRA TIENE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS DENTRO DE LA NORMA DE AGUA CRUDA. SE DEBE TENER EN CUENTA QUE PARAMETROS COMO EL pH Y EL OXIGENO DISUELTO DEBEN TOMARSE DIRECTAMENTE EN LA FUENTE, POR LO TANTO LOS VALORES AQUI REPORTADOS SON APROXIMADOS.


CARMEN LUCÍA LOPEZ SOLÍS
 Química

Laboratorio autorizado para la realización de análisis según Resolución No 1615 del 15 de Mayo de 2015 "Planta de Tratamiento Tablazo" (26) 32 64 88 Comutador, (26) 24 15 53 FAX, 24 20 14 - 24 04 66
www.acueductopopayan.com

7.3.8. ANALISIS BACTERIOLOGICO BOCATOMA VEREDA EL CEFIRO



ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A. E.S.P

NIT 891.500.117-1
NUIR 1-19001000 -1 SSPD



F.CEP.016

ANALISIS BACTERIOLOGICOS (PARTICULARES)

V 4.0

REGISTRO No 4287


DEPARTAMENTO	CAUCA
MUNICIPIO	ROSAS
REMITENTE	DANIELA JIMENEZ
FECHA DE TOMA	AGOSTO 22 DE 2018
FECHA DE ANALISIS	AGOSTO 22-23 DE 2018
RECOLECTADO POR	JULIETA ROMO
FUENTE	NACIMIENTO
PUNTO DE CAPTACION	BOCATOMA VEREDA EL CEFIRO
HORA	10:10 a.m.

AGUA TRATADA
FILTRACIÓN/MEMBRANA
SUSTRATO DEFINIDO NORMA
I.N.S. DCTO N° 1575 - 05/2007
RESOL. 2115/08/2007

INFORME DE LABORATORIO

COLIFORMES TOTALES EN 100 ml.	3873.0	<1 NMP
ENSAYO CONFIRMATIVO PARA E. COLI EN 100 ml.	63.0	<1 NMP

NOTA: LA MUESTRA ANALIZADA PRESENTA CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS DE AGUA CRUDA.
PARA CONSUMO HUMANO REQUIERE DESINFECCION.


NATALY GUZMAN ESCOBAR
Bacteriologa

Laboratorio autorizado para la realización de análisis según Resolución No1615 del 15 de Mayo de 2015 Ministerio
Tel:(28) 32 64 08 FAX:(2) 824 20 14 - 824 04 66 www.acueductopopayan.com.co

7.3.9. ANALISIS FISICO QUIMICO BOCATOMA

ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A E.S.P.
 NIT 891.500.117-1
 NUIR 1-19001000 -1 SSPD



F.CEP 003

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARTICULARES
 AGUA CRUDA



V 5 0

REGISTRO N°. R 4287

PROCEDENCIA **ROSAS**
 FUENTE **NACIMIENTO**
 ANÁLISIS SOLICITADO **FÍSICO - QUÍMICO**
 PUNTO DE CAPTACIÓN **BOCATOMA**
 ORDENADO POR **DANIELA JIMENEZ**
 RECOLECTADO POR **JULIETTA ROMO**
 FECHA DE TOMA **22 de agosto de 2018**
 HORA DE TOMA **10:03 A.M**
 FECHA DE ANÁLISIS **22 de agosto de 2018**

ANÁLISIS	CONCENTRACIÓN	DATOS EXPRESADOS EN	NORMAS M.S.P. Dcto. 1594 de 1984 H ₂ O Cruda
Conductividad	15,2	µS/cm (Microsiemens / cm)	Hasta 1000
Turbiedad	1,48	N.T.U.	≤ 10
Color Aparente	11,0	Unidades Platino Cobalto, UPC	≤ 75
pH	5,6	Unidades de pH	Entre 5,0 - 9,0
Alcalinidad Total	9,0	mg/L CaCO ₃	Hasta 200
Dureza Total	9,8	mg/L CaCO ₃	Hasta 300
Hierro Total	0,98	mg/L Fe (II)	Hasta 5,0
Sulfatos	2,47	mg/L SO ₄ ²⁻	Hasta 400
Cloruros	2,6	mg/L Cl ⁻	Hasta 250
Aluminio	0,03	mg/L Al (III)	Hasta 5,0
Temperatura	17,4	Grados Centígrados (°C)	
Nitratos	2,3	mg/L NO ₃ ⁻	Hasta 10,0
DOO	17,0	mg/L O ₂	
Oxígeno disuelto	9,5	mg/L O ₂	
Nitritos	0,002	mg/L NO ₂ ⁻	Hasta 0,10
SDT	7,6	mg/L	

NOTA: LA MUESTRA TIENE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS DENTRO DE LA NORMA DE AGUA CRUDA. SE DEBE TENER EN CUENTA QUE PARAMETROS COMO EL pH Y EL OXIGENO DISUELTO DEBEN TOMARSE DIRECTAMENTE EN LA FUENTE, POR LO TANTO LOS VALORES AQUÍ REPORTADOS SON APROXIMADOS.

Carmen Lucia Lopez S.
CARMEN LUCIA LÓPEZ SÓLIS
 Química

Laboratorio autorizado para la realización de análisis según Resolución No 1615 del 15 de Mayo de 2015 "Planta de Tratamiento Tablazo" (28) 32 64 08 Conmutador, (28) 24 15 53 FAX: 24 20 14 - 24 04 66
 www.acueductopopayan.com

7.4.0. Análisis fisicoquímico desarenador vereda el Cefiro



ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A. E.S.P.
NIT 891.500.117-1
NUIR 1-19001000-1 SSPD



F.CEP.003

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARTICULARES
AGUA CRUDA

V 5 0

REGISTRO N°. R 4285

PROCEDENCIA	ROSAS
FUENTE	NACIMIENTO
ANÁLISIS SOLICITADO	FÍSICO - QUÍMICO
PUNTO DE CAPTACIÓN	DESARENADOR / VEREDA EL CEFIRO
ORDENADO POR	DANIELA JIMENEZ
RECOLECTADO POR	JULIATTA ROMO
FECHA DE TOMA	22 de agosto de 2018
HORA DE TOMA	10:48 A.M
FECHA DE ANÁLISIS	22 de agosto de 2018

ANÁLISIS	CONCENTRACIÓN	DATOS EXPRESADOS EN	NORMAS M.S.P. Dcto. 1594 de 1984 H ₂ O Cruda
Conductividad	43,8	µS/cm (Microsiemens / cm)	Hasta 1000
Turbiedad	1,22	N.T.U.	≤ 10
Color Aparante	6,0	Unidades Platino Cobalto, UPC	≤ 75
pH	6,6	Unidades de pH	Entre 5,0 - 9,0
Alcalinidad Total	22,7	mg/L CaCO ₃	Hasta 200
Dureza Total	18,9	mg/L CaCO ₃	Hasta 300
Hierro Total	0,24	mg/L Fe (II)	Hasta 5,0
Sulfatos	1,90	mg/L SO ₄ ²⁻	Hasta 400
Cloruros	1,2	mg/L Cl ⁻	Hasta 250
Aluminio	0,03	mg/L Al (III)	Hasta 5,0
Temperatura	17,7	Grados Centígrados (°C)	
Nitratos	2,28	mg/L NO ₃ ⁻	Hasta 10,0
DQO	12,0	mg/L O ₂	
Oxigeno disuelto	9,3	mg/L O ₂	
Nitritos	0,003	mg/L NO ₂ ⁻	Hasta 0,10
SDT	21,9	mg/L	

NOTA: LA MUESTRA TIENE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS DENTRO DE LA NORMA DE AGUA CRUDA. SE DEBE TENER EN CUENTA QUE PARÁMETROS COMO EL pH Y EL OXIGENO DISUELTO DEBEN TOMARSE DIRECTAMENTE EN LA FUENTE. POR LO TANTO LOS VALORES AQUÍ REPORTADOS SON APROXIMADOS.

Carmen Lucía López Solís
CARMEN LUCÍA LÓPEZ SOLÍS
Química

Laboratorio autorizado para la realización de análisis según Resolución No 1815 del 15 de Mayo de 2015 "Planta de Tratamiento Tablazo" (28) 32 84 08 Conmutador (28) 24 15 53 FAX: 24 20 14 - 24 04 66
www.acueductopopayan.com

7.4.1. Análisis fisicoquímico tanque de distribución

Segunda Toma.

ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A E.S.P.
 NIT 891.500.117-1
 NUIR 1-19001000 -1 SSPD



F.CEP.003

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARTICULARES
 AGUA CRUDA



V.5.0

REGISTRO N°. R 4288

PROCEDENCIA FUENTE ROSAS
 ANÁLISIS SOLICITADO NACIMIENTO FÍSICO - QUÍMICO
 PUNTO DE CAPTACIÓN TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
 ORDENADO POR DANIELA JIMENEZ
 RECOLECTADO POR DANIELA JIMENEZ
 FECHA DE TOMA 22 de agosto de 2018
 HORA DE TOMA 11:00 A.M
 FECHA DE ANÁLISIS 22 de agosto de 2018

ANÁLISIS	CONCENTRACIÓN	DATOS EXPRESADOS EN	NORMAS M.S.P. Dcto. 1694 de 1984 H ₂ O Cruda
Conductividad	42,7	µS/cm (Microsiemens / cm)	Hasta 1000
Turbiedad	0,79	N.T.U.	<= 10
Color Aparente	3,8	Unidades Platino Cobalto, UPC	<= 75
pH	6,8	Unidades de pH	Entre 5.0 - 9.0
Alcalinidad Total	22,9	mg/L CaCO ₃	Hasta 200
Dureza Total	13,2	mg/L CaCO ₃	Hasta 300
Hierro Total	0,18	mg/L Fe (II)	Hasta 5.0
Sulfatos	1,71	mg/L SO ₄ ²⁻	Hasta 400
Cloruros	2,0	mg/L Cl ⁻	Hasta 250
Aluminio	0,02	mg/L Al (III)	Hasta 5.0
Temperatura	17,7	Grados Centígrados (°C)	
Nitratos	2,14	mg/L NO ₃ ⁻	Hasta 10.0
DGO	9,0	mg/L O ₂	
Oxígeno disuelto	9,0	mg/L O ₂	
Nitritos	0,001	mg/L NO ₂ ⁻	Hasta 0,10
SDT	21,4	mg/L	

NOTA: LA MUESTRA TIENE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS DENTRO DE LA NORMA DE AGUA CRUDA. SE DEBE TENER EN CUENTA QUE PARÁMETROS COMO EL pH Y EL OXIGENO DISUELTO DEBEN TOMARSE DIRECTAMENTE EN LA FUENTE, POR LO TANTO LOS VALORES AQUÍ REPORTADOS SON APROXIMADOS.

Carmen Lucía López Solís
 CARMEN LUCÍA LÓPEZ SOLÍS
 Química

Laboratorio autorizado para la realización de análisis según Resolución No 1615 del 15 de Mayo de 2015 "Planta de Tratamiento Tablazo" (28) 32 64 08 Conmutador: (28) 24 15 53 FAX: 24 20 14 - 24 04 66
 www.acueductopopayan.com