

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia		Aprobado	Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA		SUBDIRECTOR ACADEMICO	i(119)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	KAREN LORENA MELO COLLANTES		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	RAY CARLOS RAMIREZ RINCON		
TITULO DE LA TESIS	FORMULACION DE ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO DE CURUMANI- CESAR		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>ESTE TRABAJO TUVO COMO FINALIDAD FORMULAR ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO DE CURUMANI-CESAR, VALORANDO DE ESTA MANERA EL ACTUAL ESTADO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO, ADEMAS DE REALIZAR ALGUNOS MUESTREOS DE AGUA POTABLE Y DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO, PARTIENDO DE LA NECESIDAD DE ANALIZAR LOS INDICES DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO (IRCA) E INDICES DE CONTAMINACION (ICA).</p>			
CARACTERISTICAS			
PAGINAS: 119	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 17	CD-ROM: 1



SC-CER102673

Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO DEL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO DE CURUMANÍ- CESAR

AUTOR:

KAREN LORENA MELO COLLANTES

Trabajo de grado en modalidad de pasantías, para optar el título de Ingeniera Ambiental

Director

Ing. RAY CARLOS RAMIREZ RINCÓN

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERIA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

febrero de 2021

Índice

Capítulo 1. Formulación de estrategias para el mejoramiento continuo del sistema de abastecimiento del municipio de Curumaní- Cesar	1
1.1 Descripción de la empresa.....	1
1.1.1 Misión.....	2
1.1.2 Visión.....	2
1.1.3 Objetivo de la empresa.	3
1.1.4 Estructura Organizacional.	3
1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado.	4
1.2 Diagnóstico de la dependencia.	5
1.2.1 Planteamiento del problema.	6
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo General.....	8
1.3.2 Objetivos Específicos.	9
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la misma.	9
1.5 Cronograma de actividades.	11
Capítulo 2. Enfoque Referencial.....	12
2.1. Enfoque Conceptual	12
2.1.1. Aducción.....	12
2.1.2. Agua Potable.....	12
2.1.3. Bocatoma.	12
2.1.4. Calidad de agua.	12
2.1.5. Coagulación.	13
2.1.6. Conducción	13
2.1.7. Desinfección.	13
2.1.8. Diagnostico.....	14
2.1.9. Dosificación.....	14
2.1.10 Filtración.....	14
2.1.11 Floculación	14
2.1.12. Índice de calidad del agua (ICA).....	15

2.1.13. Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA).....	15
2.1.14. Muestreo	15
2.1.15. Muestra simple.	16
2.1.16. Muestra Compuesta.	16
2.1.17. Parámetros físico-químicos	16
2.1.18. Parámetros microbiológicos	16
2.1.19. Planta de tratamiento	17
2.1.20. Redes de distribución.....	17
2.2. Enfoque legal.....	17
2.2.1. Constitución política de Colombia 1991	17
2.2.2. Ley 99 de 1993.	19
2.2.3. Ley 142 de 1994.	19
2.2.4. Decreto 2811 de 1974.....	21
2.2.5. Decreto 1541 de 1978.....	21
2.2.6. Decreto 1575 de 2007.....	21
2.6.5. Resolución 2115 de 2007	21
2.6.6. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico - RAS 2000 título B “Sistemas de acueducto”	21
2.6.7. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico - RAS 2000 título C “Sistemas de acueducto”	22
2.6.8. Resolución 811 de 2008	22
Capítulo 3. Informe de Cumplimiento del Trabajo.....	23
3.1. Presentación de resultados	23
3.1.1. Objetivo 1. Realizar un diagnóstico inicial que permita observar y determinar las condiciones actuales del sistema de potabilización del agua del municipio de Curumani- Cesar.	23
3.1.1.1 <i>Realizar visitas continuas al sistema de acueducto del municipio de Curumani- Cesar.</i>	23
3.1.1.2. <i>Describir cada uno de los procesos que se realizan para el tratamiento de agua potable del municipio de Curumani-Cesar.</i>	25
3.1.1.3. <i>Realizar encuestas (entrevista estructurada) al gerente de la empresa y los diferentes operarios del sistema de acueducto.</i>	38
3.1.1.4. <i>Elaborar una matriz DOFA para identificar los factores que influye directa o indirectamente en el sistema de abastecimiento.</i>	43

3.1.2 Analizar la calidad del agua de la fuente de abastecimiento y de consumo humano del municipio de Curumani-Cesar, teniendo en cuenta los indicadores máximos permisibles de riesgos establecidos en la legislación colombiana.....	45
3.1.2.1 Identificar puntos estratégicos para la toma de muestras (agua cruda y agua potable).....	45
3.1.2.2 Efectuar toma, preservación y transporte al laboratorio para la identificación de parámetros físicos-químicos y microbiológicos.....	47
3.1.2.3 Realizar los cálculos de índice de calidad e índices de contaminación.....	55
3.1.2.4 Comparar y analizar los resultados obtenidos con la normatividad ambiental vigente (resolución 2115 de 2007).....	72
3.1.3 Plantear estrategias que permitan controlar y reducir las problemáticas técnicas - operativas presentes en el sistema de acueducto de ACUACUR E.S.P en el municipio de Curumani- Cesar.....	74
3.1.3.1 Analizar las falencias encontradas en los diferentes procesos aplicados al sistema de acueducto.....	74
3.1.3.2 Formular estrategias que contribuyan a mejorar los procesos en el sistema de acueducto ubicado en el municipio de Curumaní – Cesar.....	78
3.1.3.3 Realizar un informe final de la prestación del servicio de agua potable suministrado por la empresa prestadora.....	83
Capítulo 4. Diagnostico final	86
Capítulo 5. Conclusiones	88
Capítulo 6. Recomendaciones.....	90
Referencias.....	92
Apéndices.....	93

Lista de apéndices

Apéndice A. Resultados de pruebas físico químicas y microbiológicas.	94
Apéndice B. Formato de encuesta al gerente y operarios de la empresa.	101
Apéndice C. Encuestas diligenciadas al gerente y operarios de la planta.	103
Apéndice D. Evidencias fotográficas.....	107

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz DOFA.....	5
Tabla 2. Descripción de las actividades a desarrollar.....	9
Tabla 3. Cronograma de actividades.....	11
Tabla 4. Caracterización de la captación.....	27
Tabla 5. Aducción.....	28
Tabla 6. Caracterización de los desarenadores.....	29
Tabla 7. Aducción desarenador -PTAP.....	30
Tabla 8. Floculador de flujo horizontal.....	33
Tabla 9. Sedimentador rectangular lamelar.....	34
Tabla 10. Características filtros.....	35
Tabla 11. Sectorización del sistema de acueducto.....	38
Tabla 12. Matriz DOFA de los factores directos e indirectos del sistema de potabilización.....	44
Tabla 13. Resultados físicos-químicos de la fuente abastecedora en un primer muestreo.....	48
Tabla 14. Resultados Microbiológicos de la fuente abastecedora en un primer muestreo.....	49
Tabla 15. Resultados fisicoquímicos de la fuente abastecedora en un segundo muestreo.....	50
Tabla 16. Resultados Microbiológicos de la fuente abastecedora en un primer muestreo.....	51
Tabla 17. Resultados físicos-químicos del tanque de almacenamiento (PTAP).....	51
Tabla 18. Resultados Microbiológicos del tanque de almacenamiento (PTAP).....	53
Tabla 19. Resultados físicos-químicos hidrante #3 Barrio El Centro.....	53
Tabla 20. Resultados Microbiológicos hidrante #3 Barrio El Centro.....	55
Tabla 21. Clasificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA.....	57
Tabla 22. Clasificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA.....	57
Tabla 23. Resultados del cálculo del ICA.....	58
Tabla 24. Escala de color según el valor ICOMI.....	60
Tabla 25. Resultados del cálculo de ICOMI.....	60
Tabla 26. Escala de color según el valor ICOMO.....	62
Tabla 27. Resultados del cálculo del ICOMO.....	63
Tabla 28. Escala de color según el valor ICOSUS.....	65
Tabla 29. Resultados del cálculo del ICOSUS.....	65
Tabla 30. Clasificación del nivel de riesgo según el IRCA.....	67
Tabla 31. Determinación del puntaje de riesgo asignado.....	68
Tabla 32. Resultado IRCA por muestra.....	69
Tabla 33. Cálculo del índice de tratamiento.....	70
Tabla 34. Cálculo del índice de continuidad.....	71
Tabla 35. Comparación de los resultados con la resolución 2115 de 2007.....	72
Tabla 36. Informe de la prestación del servicio de ACUACUR E.S.P.....	72

Lista de figuras

Figura 1. Organigrama de la estructura organizacional de la empresa ACUACUR E.S.P.....	3
Figura 2. Bocatoma de la planta de tratamiento de agua potable Curumani - Cesar	27
Figura 3. Desarenadores de la planta de tratamiento de agua potable Curumaní-Cesar.....	29
Figura 4. medición de caudal	30
Figura 5. Tanque de dosificación.....	31
Figura 6. Mezcla rápida	32
Figura 7. Floculadores de la planta de tratamiento de agua potable Curumaní-Cesar	33
Figura 8. Sedimentador de la planta de tratamiento de agua potable Curumaní-Cesar	34
Figura 9. Sistema de filtración de la planta de tratamiento de agua potable Curumaní-Cesar	35
Figura 10. Material Filtrante	36
Figura 11. Proceso de cloración de la planta de tratamiento de agua potable Curumaní-Cesar... ..	36
Figura 12. Tanque de almacenamiento	37
Figura 13. Identificación de los puntos de muestreo en el municipio de Curumani – Cesar.....	46
Figura 14. Grafica del ICOMI Quebrada San Pedro.....	61
Figura 15. Grafica del ICOMO Quebrada San Pedro	63
Figura 16. Grafica del ICOSUS Quebrada San Pedro	66
Figura 17. Solicitud aumento del caudal concesionado.....	82

Introducción

La calidad del agua a nivel mundial se ha convertido en una necesidad fundamental para el desarrollo de la generación y subsistencia de la vida, esto se evidencia debido a las grandes amenazas naturales y antrópicas a los que se enfrenta el recurso hídrico, así mismo la escasez de este preciado líquido empieza a alarmar a las diferentes comunidades al pasar de los años, tanto así, que en diferentes localidades no se está suministrando un servicio continuo, eficiente y de calidad a la población; además es importante hacer énfasis que este recurso es indispensable para la evolución de los seres vivos y sostenibilidad de los ecosistemas.

Esta propuesta investigativa tuvo como finalidad observar, conocer y estudiar las falencias técnico-operativa del sistema de acueducto del municipio de Curumaní-Cesar con el objetivo de valorar el estado actual de la planta de tratamiento y de esta manera en últimas instancias obtener como resultado la planeación de estrategias para mejorar la calidad en la prestación de servicio del agua potable.

Así mismo, a lo largo de este trabajo se llevan a cabo diferentes muestreos de agua potable y de la fuente de abastecimiento surgiendo de la necesidad de analizar los índices de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA) e índices de contaminación (ICA) con el propósito fundamental de disminuir los riesgos directos que afectan la salud pública y la contaminación ambiental.

Capítulo 1. Formulación de estrategias para el mejoramiento continuo del sistema de abastecimiento del municipio de Curumaní- Cesar

1.1 Descripción de la empresa

La empresa de servicios públicos de Curumaní – ACUACUR E.S.P., es una entidad descentralizada de la rama ejecutiva del poder público de orden municipal perteneciente al sector de agua potable y saneamiento básico, sometida al régimen jurídico de las empresas industriales y comerciales del estado, desde su creación como empresa de servicios públicos de acueducto y alcantarillado del municipio de Curumaní bajo la sigla ACUACUR E.S.P., mediante el acuerdo N° 41 de septiembre 25 de 1993, emanado por el honorable concejo municipal, hasta la fecha ha prestado los servicios de acueducto y alcantarillado al municipio de CURUMANÍ en forma independiente e ininterrumpida. (Palma, 2016)

Por ser una empresa industrial y comercial del estado, desarrolla actividades de naturaleza industrial o comercial y de gestión económica conforme a las reglas del derecho privado, salvo las excepciones que consagra la ley, y que reúnen las siguientes características: a. Personería jurídica, b. Autonomía administrativa y financiera, c. Capital independiente, constituido totalmente con bienes o fondos públicos comunes, los productos de ellos o el rendimiento de tasas que perciban por las funciones o servicios, y contribuciones de destinación especial en los dos casos autorizados por la constitución. (Palma, 2016)

La Empresa de Servicios Públicos de Curumaní ACUACUR E.S.P cuenta en su estadística con un total de cinco mil trece (5.013) suscriptores de acueducto y cuatro mil quinientos

veintidós (4.522) de alcantarillado, la prestación del servicio se da las 24 horas del día en épocas de lluvia, y cuando el verano está muy fuerte se da un suministro de día por medio y se divide el municipio en dos sectores. Su primera planta de tratamiento data del año 1975 pero no sea así ningún tratamiento y solo hasta 1993 se empieza a potabilizar el agua tomada de la fuente hídrica san pedro perteneciente a la serranía del Perijá. (Palma, 2016)

1.1.1 Misión.

Somos una empresa prestadora de servicios públicos domiciliarios, de carácter oficial; que contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de la población de Curumaní prestando los servicios de ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO en termino de calidad, oportunidad, continuidad y excelencia en la gestión empresarial, usando de manera racional los recursos, garantizando la competencia de su talento humano y el mejoramiento continuo de sus procesos ajustados a la normatividad vigente.

1.1.2 Visión.

“En 2025 el municipio será un territorio reconocido a nivel nacional como pionero en la reducción de brechas sociales, transparente, participativo y que sustenta su sostenibilidad en la innovación constante de sus procesos de producción agrícola, minero, turístico, de dialogo permanente y abierto entre la ciudadanía y la administración, y recuperación del tejido social para la búsqueda de una paz duradera”.

1.1.3 Objetivo de la empresa.

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

1.1.4 Estructura Organizacional.

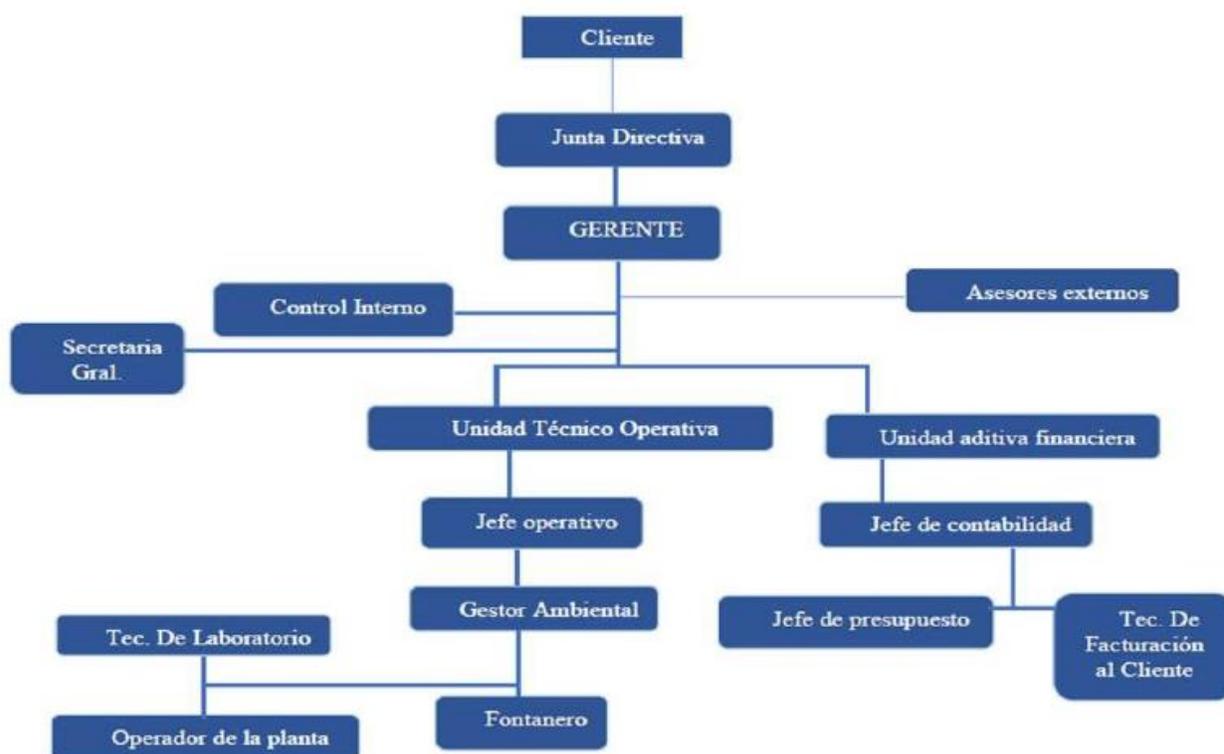


Figura 1. Organigrama de la estructura organizacional de la empresa ACUACUR E.S.P. Control interno ACUACUR E.S.P

1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado.

La Empresa de Servicios Públicos Acuacur E.S.P Dentro de su estructura organizacional no cuenta con un Departamento de Gestión Ambiental, sin embargo, se encuentran delegadas funciones bajo el cargo de gestor ambiental como parte del proceso de control ambiental de la E.S.P Curumaní Cesar. (Palma, 2016).

El área de gestión ambiental dentro de la empresa ACUACUR E.S.P cumple un papel fundamental dentro de las diferentes comunidades que se encuentran en el municipio de Curumaní – Cesar. Debido a que esta se encarga de la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, brindando una distribución de calidad y continua del servicio de agua potable en los meses de altas precipitaciones; correspondiente a junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre; a diferencia de los meses de bajas precipitaciones como lo son: diciembre, enero, febrero, marzo y parte de abril.

Dentro de las dos estaciones climáticas, la empresa ACUACUR E.S.P se enfrenta a diferentes problemáticas alrededor del recurso hídrico, como lo es la disminución del caudal que genera el desabastecimiento de la fuente de suministro y a partir de ahí se desglosa un problema de vital importancia como es la calidad del agua; que conlleva a la necesidad continua de monitorear, evaluar, controlar y vigilar las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del agua. Principalmente fui asignada en la empresa ACUACUR E.S.P en funciones de gestión ambiental en la cual desarrollare el objetivo principal dentro de la pasantía formulación de estrategias para el mejoramiento continuo del sistema de abastecimiento del municipio de

Curumaní – Cesar y, dentro del Proceso Operativo Misional que lidera esta empresa lleva a cabo los procedimientos relacionados con el Recurso Hídrico como son:

Seguimiento y monitoreo de la calidad del agua.

Conservación y protección de la fuente de suministro (Quebrada San Pedro).

Verificación de la calidad del agua y sus posibles afectaciones en relación al recurso hídrico.

Sensibilización ambiental por medio de jornadas pedagógicas que permita reforzar los conocimientos hacia el uso y ahorro eficiente del agua.

1.2 Diagnóstico de la dependencia.

Con el fin de identificar las oportunidades, debilidades, fortalezas y amenazas de la empresa de servicios públicos de acueducto y alcantarillado de Curumaní ACUACUR E.S.P., se realizó la matriz DOFA la cual nos arroja el estado actual de la empresa y las diferentes estrategias para contribuir a la mejora continua.

Tabla 1

Matriz DOFA

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ No hay implementación del programa de uso y ahorro eficiente del agua. ➤ No cuenta con datos históricos reales del caudal máximo y mínimo de la Quebrada San Pedro. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mejoramiento técnico-operativo a mediano plazo del sistema de acueducto de Curumaní-Cesar ➤ Apoyo por parte de la alcaldía municipal.

- No existe un manual de procedimientos para la aplicación del sulfato de aluminio.
- No cuenta con fuente alterna de abastecimiento.
- Acuerdo con el hospital Cristian Moreno Pallares con el fin de proteger y conservar la Quebrada San Pedro.
- Presencia de guardabosques en la parte alta de la fuente abastecedora.

FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ El tratamiento actual es convencional (coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección). ➤ La empresa ACUACUR E.S.P promueve la conservación y protección de la Quebrada San Pedro. ➤ Cobertura urbana del 95% de la población. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ausencia de un plan de manejo ambiental. ➤ Intervención antrópica y falta de cultura ambiental. ➤ Pérdida constante de datos históricos dentro de la empresa para la evaluación de la calidad del agua.

Nota: La presente tabla describe las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de ejecución de la pasantía. Autor del proyecto.

1.2.1 Planteamiento del problema.

El agua potable y el saneamiento están reconocidos como derechos humanos fundamentales, ya que son indispensables para asegurar el sustento saludable de los hogares y fundamentales para mantener la dignidad de todos los seres humanos. El derecho internacional en materia de derechos humanos obliga a los estados a trabajar para conseguir el acceso universal al agua y al saneamiento para todo el mundo sin discriminación alguna, dándoles la prioridad a los más necesitados. El cumplimiento de los derechos humanos al agua y al saneamiento requiere que los servicios estén disponibles, que sean físicamente accesibles,

equitativamente asequibles, seguros y culturalmente aceptables. (Organización de las Naciones Unidas, 2019) .

Teniendo en cuenta lo anterior, la mala calidad del agua afecta directamente a las personas que dependen de estas fuentes como su principal suministro, limitando aún más su acceso al agua (es decir, la disponibilidad de agua) y aumentando los riesgos para la salud relacionados con el agua (sin mencionar su calidad de vida en general). Varias enfermedades relacionadas con el agua, incluyendo el cólera y la esquistosomiasis, siguen siendo frecuentes en muchos países en desarrollo, donde solo una fracción muy pequeña (en algunos casos menos del 5%) de las aguas residuales domésticas y urbanas se tratan antes de su liberación al medio ambiente. (UNESCO, 2017).

Colombia es un país con 32 departamentos y 1.123 municipios registrados en el DANE, en los cuales habita una cifra de habitantes que necesitan ser suplidos con los servicios públicos domiciliarios, dentro de los más importantes se encuentra acueducto y saneamiento básico. Curumani, un municipio situado en el centro del departamento del Cesar que cuenta con una masa poblacional aproximada de 42.353 habitantes; según el Atlas Ambiental del departamento del Cesar, el municipio se encuentra ubicado en la zona de los Valles de los ríos Cesar y Magdalena, donde la precipitación oscila entre 900 y 1500 mm; presenta una temperatura promedio anual de 28°C, con máxima de 39°C y mínima de 22°C, dependiendo del régimen de lluvia anual. Los periodos de lluvias que se presentan en este municipio registra un estado bimodal teniendo en cuenta datos pluviométricos, es decir, existen dos (2) períodos lluviosos con una precipitación media anual de 1.700 m; y dos (2) períodos secos al año. El atlas ambiental nos

indica que el comportamiento de los Índices de aridez es deficitario, es decir, mayor a 0.3, lo cual significa que se presenta déficit de agua en el suelo durante más de seis (6) meses al año.

Dentro del ciclo de bajas precipitaciones ACUACUR E.S.P se enfrenta a diferentes retos ambientales con la comunidad en general, es decir; al presentarse bajas precipitaciones influye directamente en los bajos caudales de la fuente de suministro Quebrada San Pedro y por ende en el desabastecimiento y la calidad del recurso hídrico; la empresa prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado se ve obligada a que en este periodo exista un servicio de baja cobertura urbana y que disminuya la continuidad normal del preciado líquido.

En la actualidad el sistema de Acueducto del municipio de Curumani- Cesar presenta múltiples falencias técnico-operativa del sistema, de allí surge la necesidad de evaluar la calidad actual del agua que está siendo consumida por los diferentes usuarios del municipio de Curumani- Cesar; al mismo tiempo se hace necesario conocer y valorar el estado actual del sistema de potabilización del agua del municipio con la finalidad de formular estrategias para mejorar la calidad, continuidad y cobertura del servicio.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General.

Formular estrategias para el mejoramiento continuo del sistema de abastecimiento del municipio de Curumaní – Cesar.

1.3.2 Objetivos Específicos.

Realizar un diagnóstico inicial que permita observar y determinar las condiciones actuales del sistema de potabilización del agua en el municipio de Curumani- Cesar.

Analizar la calidad del agua de la fuente de abastecimiento y de consumo humano del municipio de Curumani-Cesar, teniendo en cuenta los indicadores máximos permisibles de riesgos establecidos en la legislación colombiana.

Plantear estrategias que permitan controlar y reducir las problemáticas técnicas – operativas presentes en el sistema de acueducto de ACUACUR E.S.P en el municipio de Curumani- Cesar.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la misma.

Tabla 2

Descripción de las actividades a desarrollar

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades a desarrollar
Formular estrategias para el mejoramiento continuo del sistema de abastecimiento del municipio de Curumani – Cesar.	Realizar un diagnóstico inicial que permita observar y determinar las condiciones actuales del sistema de potabilización del agua del municipio de Curumani- Cesar.	✓ Realizar visitas continuas al sistema de acueducto del municipio de Curumani-Cesar.
		✓ Describir cada uno de los procesos que se realizan para el tratamiento de agua potable del municipio de Curumani-Cesar.
		✓ Realizar encuestas (entrevista estructurada) al gerente de la empresa y los diferentes operarios del sistema de acueducto.

	✓ Elaborar una matriz DOFA para identificar los factores que influye directa o indirectamente en el sistema de abastecimiento.
Analizar la calidad del agua de la fuente de abastecimiento y de consumo humano del municipio de Curumani-Cesar, teniendo en cuenta los indicadores máximos permisibles de riesgos establecidos en la legislación colombiana.	✓ Identificar puntos estratégicos para la toma de muestras (agua cruda y agua potable).
	✓ Efectuar toma, preservación y transporte al laboratorio para la identificación de parámetros físicos-químicos y microbiológicos.
	✓ Realizar los cálculos de índice de calidad e índices de contaminación.
	✓ Comparar y analizar los resultados obtenidos con la normatividad ambiental vigente (resolución 2115 de 2007).
Plantear estrategias que permitan controlar y reducir las problemáticas técnicas - operativas presentes en el sistema de acueducto de ACUACUR E.S.P en el municipio de Curumani- Cesar.	✓ Analizar las falencias encontradas en los diferentes procesos aplicados al sistema de acueducto.
	✓ Identificar los procesos del sistema de acueducto que requieren mejorar y formular estrategias de mejora.
	✓ Realizar un informe final de la prestación del servicio de agua potable suministrado por la empresa prestadora.

Nota: la tabla presenta las actividades a desarrollar en el transcurso de la ejecución de la pasantía. Autor del proyecto.

1.5 Cronograma de actividades.

Tabla 3

Cronograma de actividades

No. AC T	ACTIVIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Realizar visitas continuas al sistema de acueducto del municipio de Curumani-Cesar.	■															
2	Describir cada uno de los procesos que se realizan para el tratamiento de agua potable del municipio de Curumani-Cesar.		■														
3	Realizar encuestas (entrevista estructurada) al gerente de la empresa y los diferentes operarios del sistema de acueducto.			■													
4	Elaborar una matriz de impactos al sistema de abastecimiento para determinar las condiciones técnicas-operativas actuales.				■												
5	Identificar puntos estratégicos para la toma de muestras (agua cruda y agua potable). Efectuar toma, preservación y transporte al laboratorio para la identificación de					■											
6	parámetros físicos-químicos y microbiológicos.						■										
7	Realizar los cálculos de índice de calidad e índices de contaminación.							■									
8	Comparar y analizar los resultados obtenidos con la normatividad ambiental vigente (resolución 2115 de 2007).								■								
9	Analizar las falencias encontradas en los diferentes procesos aplicados al sistema de acueducto.									■							
10	Identificar los procesos del sistema de acueducto que requieren mejorar y formular estrategias de mejora.										■						
11	Realizar un informe final de la prestación del servicio de agua potable suministrado por la empresa prestadora.															■	

Fuente. Autor del proyecto.

Capítulo 2. Enfoque Referencial

2.1. Enfoque Conceptual

2.1.1. Aducción.

“Son los conductos destinados a transportar por gravedad o por bombeo las aguas crudas desde los sitios de captación hasta las plantas de tratamiento, prestando un buen servicio de suministro a lo largo de su longitud” (Cubillos, Naranjo, 2018).

2.1.2. Agua Potable.

“Es aquella que cumple las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en la Resolución 2115 de 2007” (Instituto Nacional de Salud, 2011).

2.1.3. Bocatoma.

“Es la obra destinada a captar cierto caudal líquido de un río, lago o Embalse, puede ser superficial o profunda” (Ramos, 2016).

2.1.4. Calidad de agua.

“Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia” (Instituto Nacional de Salud, 2011).

2.1.5. Coagulación.

“Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado, no solo elimina la turbiedad sino también la concentración de las materias orgánicas y los microorganismos” (Andía, 2000).

2.1.6. Conducción.

“Se refiere a la conducción de agua potable (tratada), dependiendo de las condiciones topográficas y el tipo de agua se realiza el transporte por gravedad, tuberías, presión o canales abiertos” (Cubillos, Naranjo, 2018).

2.1.7. 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 superficiales como en aguas subterráneas expuestas a la contaminación fecal” (Organización Mundial de la Salud, 2006).

2.1.8. Diagnostico.

El diagnóstico es un estudio previo a toda planificación o proyecto y que consiste en la recopilación de información, su ordenamiento, su interpretación y la obtención de conclusiones e hipótesis. Consiste en analizar un sistema y comprender su funcionamiento, de tal manera de poder proponer cambios en el mismo y cuyos resultados sean previsibles (Rodríguez, 2007).

2.1.9. Dosificación.

El RAS 2000 lo define como la acción mediante la cual se suministra una sustancia química al agua.

2.1.10 Filtración.

Según el RAS 2000 lo puntualiza como el proceso mediante el cual se remueven las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso.

2.1.11 Floculación.

Es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad. “Estos flóculos

inicialmente pequeños, crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de sedimentar” (Andía, 2000).

2.1.12. Índice de calidad del agua (ICA).

“Es un indicador que me determina las condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua y en alguna medida permite reconocer problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico” (IDEAM, 2015).

2.1.13. Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA).

“Es el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano” (MINSALUD, 2018).

2.1.14. Muestreo.

“Proceso de toma de muestras que son analizadas en laboratorios para obtener información sobre la calidad del agua del sitio concertado en que fueron tomadas” (Instituto Nacional de Salud, 2011).

2.1.15. Muestra simple.

“Definidas como aquellas que se toman en un momento determinado y resultan apropiadas para garantizar la calidad del agua en un momento dado” (Instituto Nacional de Salud, 2011).

2.1.16. Muestra Compuesta.

El decreto 3930 de 2010 define muestra compuesta como la mezcla de varias muestras puntuales de una misma fuente, tomadas a intervalos programados y por periodos determinados, las cuales pueden tener volúmenes iguales o ser proporcionales al caudal durante el periodo de muestras.

2.1.17. Parámetros físico-químicos.

Dadas las propiedades físico-químicas del agua, esta se comporta como un “magnífico disolvente tanto de compuestos orgánicos como inorgánicos, ya sean de naturaleza polar o apolar; de forma que podemos encontrarnos en su seno una gran cantidad de sustancias sólidas, líquidas y gaseosas diferentes que modifican sus propiedades” (Londoño, S,F).

2.1.18. Parámetros microbiológicos.

“Es la presencia microbiana presente en el agua y es relacionado con el consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales, aunque puede haber otras fuentes y vías de exposición significativas” (Londoño, S,F).

2.1.19. Planta de tratamiento.

El decreto 1575 de 2007 define planta de tratamiento o potabilización como “el conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable”.

2.1.20. Redes de distribución.

El decreto 1575 de 2007 define red de distribución o red publica conjunto de tuberías, accesorios, estructura y equipos que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta las acometidas domiciliarias.

“Eliminar materia decantable, pero, además, deben permitir recoger y descargar los lodos que se crean, así como concentrarlos, de manera que se eliminen con el menor contenido de humedad posible para facilitar su manejo, tratamiento y disposición” (Comisión Nacional del Agua, 2007).

2.2. Enfoque legal

2.2.1. Constitución política de Colombia 1991. En sus artículos:

Artículo 78: La ley regulará el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad, así como la información que debe suministrarse al público en su comercialización.

Serán responsables, de acuerdo con la ley, quienes en la producción y en la comercialización de bienes y servicios, atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios.

El Estado garantizará la participación de las organizaciones de consumidores y usuarios en el estudio de las disposiciones que les conciernen. Para gozar de este derecho las organizaciones deben ser representativas y observar procedimientos democráticos internos.

Artículo 79: Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Artículo 80: El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

2.2.2. Ley 99 de 1993.

Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

2.2.3. Ley 142 de 1994.

Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.

Artículo 2: El Estado intervendrá en los servicios públicos, conforme a las reglas de competencia de que trata esta Ley, en el marco de lo dispuesto en los artículos 334, 336, y 365 a 370 de la Constitución Política, para los siguientes fines:

Garantizar la calidad del bien objeto del servicio público y su disposición final para asegurar el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios.

Ampliación permanente de la cobertura mediante sistemas que compensen la insuficiencia de la capacidad de pago de los usuarios.

Atención prioritaria de las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico.

Prestación continua e ininterrumpida, sin excepción alguna, salvo cuando existan razones de fuerza mayor o caso fortuito o de orden técnico o económico que así lo exijan.

Prestación eficiente.

Libertad de competencia y no utilización abusiva de la posición dominante.

Obtención de economías de escala comprobables.

Mecanismos que garanticen a los usuarios el acceso a los servicios y su participación en la gestión y fiscalización de su prestación.

Establecer un régimen tarifario proporcional para los sectores de bajos ingresos de acuerdo con los preceptos de equidad y solidaridad.

Artículo 5. Es competencia de los municipios en relación con los servicios públicos, que ejercerán en los términos de la ley, y de los reglamentos que con sujeción a ella expidan los concejos:

Asegurar que se presten a sus habitantes, de manera eficiente, los servicios domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, y telefonía pública básica conmutada, por empresas de servicios públicos de carácter oficial, privado o mixto, o directamente por la administración central del respectivo municipio en los casos previstos en el artículo siguiente.

2.2.4. Decreto 2811 de 1974.

Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

2.2.5. Decreto 1541 de 1978.

Por el cual se establece el uso y dominio de las aguas no marítimas.

2.2.6. Decreto 1575 de 2007.

Por la cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.

2.6.5. Resolución 2115 de 2007.

Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

2.6.6. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico - RAS 2000 título B “Sistemas de acueducto”.

El propósito de este capítulo es fijar los criterios básicos, los requisitos mínimos y los valores específicos y límites que deben tenerse en cuenta en los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de acueducto que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad técnica, eficiencia de operación, sostenibilidad y redundancia, dentro de un nivel de complejidad del sistema determinado.

2.6.7. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico - RAS 2000 título C “Sistemas de acueducto”.

El presente título está dirigido al desarrollo de estudios y diseño de todos los componentes de un sistema de potabilización del agua, en sus etapas de conceptualización, diseño, puesta en marcha, operación y mantenimiento que se desarrolle en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado.

2.6.8. Resolución 811 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.

Capítulo 3. Informe de Cumplimiento del Trabajo

3.1. Presentación de resultados

3.1.1. Objetivo 1. Realizar un diagnóstico inicial que permita observar y determinar las condiciones actuales del sistema de potabilización del agua del municipio de Curumani-Cesar.

3.1.1.1 Realizar visitas continuas al sistema de acueducto del municipio de Curumani-Cesar.

La Microcuenca la Quebrada San Pedro es la única fuente que abastece al sistema de acueducto del municipio, la cual tiene una concesión de aguas superficiales otorgada por la corporación autónoma regional del cesar (CORPOCESAR) mediante la resolución 0865 del 21 de julio de 2014 con caudal otorgado de 92 l/s con fecha vigente hasta el 30 de enero de 2026, cabe resaltar que en la actualidad la empresa ACUACUR E.S.P. se encuentra en proceso de incremento del caudal debido a la expansión urbana y crecimiento poblacional del municipio que se viene presentando por medio de barrios informales y el sistema de agua potable no logra abastecer toda la cobertura municipal.

Dentro de las visitas técnicas realizadas se ejecutó recorridos por la fuente de abastecimiento, punto de captación, desarenadores y la planta de tratamiento de agua potable en compañía del coordinador de la pasantía William Leyva Salazar y los planteros que se encontraban realizando las actividades diarias estandarizadas de la planta.

El estado actual de la fuente de abastecimiento es intermitente debido a que en épocas de sequía en la parte alta de la microcuenca no se evidencia presencia del recurso hídrico resaltando que es después de la captación del sistema de acueducto debido a los diferentes procesos de explotación por cantera provocando un deterioro progresivo de la misma, a diferencia de períodos de altas precipitación donde se recupera la oferta hídrica de la fuente de abastecimiento; es importante hacer énfasis que se evidencia diferentes usos como son la ganadería intensiva, producción agrícola y la minería legal e ilegal.

En los meses de octubre y noviembre donde las altas precipitaciones fueron continuas se presentaron problemas técnicos – operativos en el proceso de la captación debido a las seguidas avalanchas presentadas en la Microcuenca Quebrada San Pedro, la cual ocasiono el colapso del sistema por que la capacidad en la cámara de aquietamiento no es capaz de almacenar el exceso de material de arrastre presente en la misma; cabe resaltar que el proceso de extracción se realiza de manera manual con herramientas básicas (palas y baldes), la cual es realizada por los operarios de la planta y está se encuentra dividida por tres compartimientos, una cámara de aquietamiento que ayuda a disipar la energía del agua, una de evacuación del sistema y la otra que conduce hacia los desarenadores. En cuanto a los desarenadores no presentan anomalías técnicas – operativas continuas, pero en épocas de invierno el sistema colapsa porque falta de capacidad de almacenamiento.

La planta de tratamiento de agua potable está ubicada en las veredas las galaxias en las siguientes coordenadas: latitud $9^{\circ} 10' 47,72''$ N, longitud $73^{\circ} 30,6' 23,0''$ W y es de tipo convencional. La PTAP está a cargo de tres operarios denominados planteros, dentro de sus

funciones esta darles solución a las anomalías presentadas y realizar los mantenimientos previstos que se llevan a cabo mensualmente en el sistema de acueducto del municipio; los planteros actualmente están certificados por el Sena trabajando 12 horas diarias por turno y cumpliendo las diferentes actividades las 24 horas del día.

La capacidad total del diseño de la planta de tratamiento se desconoce, pero actualmente se tratan caudales diarios entre 80 y 90 L/S, así mismo la continuidad del servicio en la actualidad depende de las épocas de verano e invierno porque en periodos secos la fuente de abastecimiento no es capaz de suministrar el agua necesaria para aprovisionar toda la población por ende el servicio es intermitente donde se proporciona cada 2 o 3 días el recurso hídrico, a diferencias de periodos de altas precipitaciones donde se abastece a la población las 24 horas del día.

La planta de tratamiento no se encuentra señalizada y la estructura del encerramiento o cerca perimetral está deteriorada por lo que se evidencia en algunos casos la presencia de fauna.

3.1.1.2. Describir cada uno de los procesos que se realizan para el tratamiento de agua potable del municipio de Curumani-Cesar.

El proceso de tratamiento de agua potable de la empresa de servicio público de acueducto y alcantarillado de Curumaní (ACUACUR E.S.P.) es de tipo convencional y se detalla desde la fuente de abastecimiento hasta la red de distribución.

A continuación, se describirá cada uno de los procesos del sistema:

Fuente de abastecimiento. La fuente de abastecimiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Curumaní – Cesar es la Microcuenca “Quebrada San Pedro” con una extensión aproximadamente de 21.087 hectáreas, la cual tiene una concesión de aguas superficiales que es otorgada por la corporación autónoma regional del cesar (CORPOCESAR), mediante la resolución 0865 del 21 de julio de 2014 con caudal otorgado de 92 l/s con fecha vigente hasta el 30 de enero de 2026.

Para garantizar la calidad en el servicio de agua potable es de vital importancia el equilibrio de las precipitaciones y la conservación de los atributos ecosistémicos en la zona de descarga ubicadas en la parte alta de la Microcuenca, de igual forma la empresa no cuenta con fuentes alternas de abastecimiento que subsane los meses de sequía en los que la Microcuenca San Pedro no puede suministrar el recurso hídrico en su totalidad a la comunidad en general, por lo tanto la entidad cuenta con un plan de contingencia sectorizando por distritos como alternativa para mejorar la continuidad del servicio y suplir las necesidades diarias de la población.

Captación. La Bocatoma está ubicada a 1003,52 metros hasta la planta de tratamiento de agua potable, con las siguientes coordenadas: latitud 9° 10' 41,4" N, longitud 73° 29' 35,2" W y se realiza la captación de agua de la Microcuenca Quebrada San Pedro, mediante dos estructuras, una rejilla lateral y una de fondo.

La instalación de la bocatoma tiene 3 compartimientos donde el agua que ingresa por la rejilla tiene una cámara de aquietamiento para disipar el flujo de agua que ingresa por una

compuerta que tiene una separación que dirige hacia los desarenadores y otra compuerta de evacuación del sistema. En este mismo contexto posee las siguientes particularidades:

Tabla 4

Caracterización de la captación

Captación	Material	Tipo	Dimensiones		Estado
			Largo (m)	Ancho (m)	
Quebrada San Pedro	Concreto reforzado	Rejilla lateral	2,54	0,40	Bueno
Quebrada San Pedro	Concreto reforzado	Rejilla Fondo	3,0	0,50	Bueno

Nota: La tabla presenta la estructura y dimensiones de la captación de la Microcuenca Quebrada San Pedro. Autor del proyecto.



Figura 2. Bocatoma de la planta de tratamiento de agua potable Curumani – Cesar. Empresa de servicios públicos de Curumaní ACUACUR E.S.P., 2020.

Aducción. El agua captada se conduce por dos líneas de aducción en tubería de PVC por gravedad que se transporta hasta los desarenadores. Cabe resaltar que se realizó la reposición de esta tubería por obsolescencia y material inadecuado (asbesto-cemento).

Tabla 5

Aducción

Captación	Tubería	Diámetro	Longitud (m)	Caudal promedio (L/S)	Estado
Quebrada San Pedro	PVC	12"	300	150	Bueno
Quebrada San Pedro	PVC	12"	300	150	Bueno

Nota: La tabla presenta la estructura y dimensiones de la aducción del sistema de acueducto del municipio de Curumaní. Autor del proyecto.

Desarenador. Los desarenadores fueron construidos hace 40 años aproximadamente de forma cónica y funcionan longitudinalmente reduciendo la velocidad del agua y turbulencia, permitiendo que los sedimentos se depositen en el fondo y los mantenimientos del mismo se realizan de acuerdo al nivel de colmatación de los lodos con la finalidad de mantener la operación del sistema en óptimas condiciones. Estructuralmente cuentan con las siguientes dimensiones:

Tabla 6

Caracterización de los desarenadores

Captación	Material	Tipo	Dimensiones			Caudal (L/S)	Estado
			Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)		
Quebrada San Pedro	Concreto reforzado	Convencional	13,85	5,56	2,34	140	Regular
Quebrada San Pedro	Concreto reforzado	Convencional	14,59	6,82	2,10	150	Regular

Nota: La tabla muestra las dimensiones, el tipo y el material de los desarenadores del sistema de acueducto del municipio de Curumaní. Autor del proyecto.

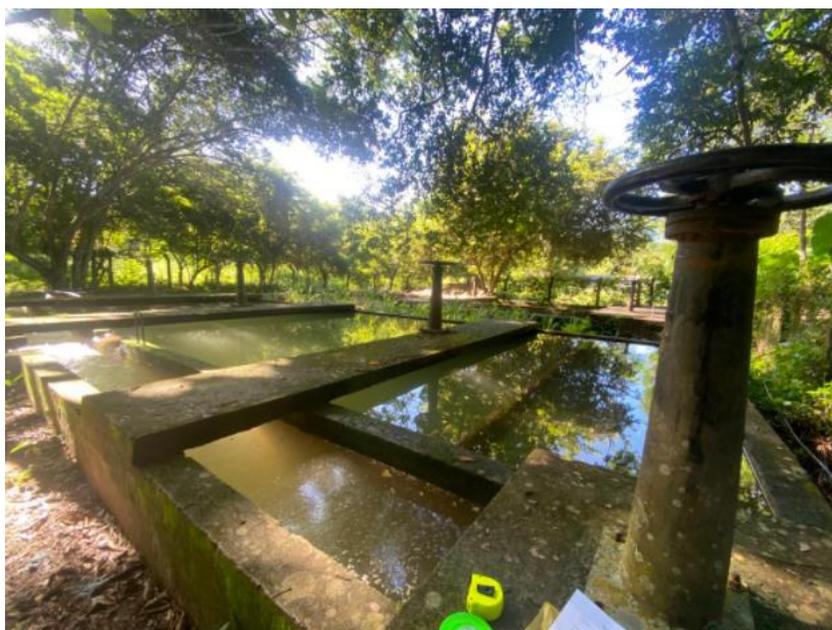


Figura 3. Desarenadores de la planta de tratamiento de agua potable Curumaní-Cesar. Empresa de servicios públicos de Curumaní ACUACUR E.S.P., 2021.

Aducción – Desarenador - PTAP. El agua captada se conduce desde los desarenadores en tubería compartida 50% (asbesto-cemento) y el otro 50% (PVC), el sistema transporta el agua hasta la planta de tratamiento por gravedad y posee las siguientes características:

Tabla 7

Aducción desarenador -PTAP

Captación	Tubería	Diámetro	Longitud (m)	Caudal promedio	Estado
Quebrada San Pedro	Asbesto cemento	8"	737	150	Regular
Quebrada San Pedro	PVC	8"	730	150	Bueno
Quebrada San Pedro	Hierro Dúctil	16" - 14"	780	150	Regular

Nota: La tabla presenta el tipo de tubería, diámetro y longitud de aducción desarenador – PTAP del sistema de acueducto del municipio de Curumaní. Autor del proyecto.

Medición de caudal. Se inicia con el primer proceso del sistema mediante la llegada del agua a la cámara de quietamiento donde se disipa la energía del recurso hídrico, ingresando al canal de aireación de manera ascendente e ingresa a la bolla de medición para la toma del caudal respectivo. Se muestran aforos de caudales en promedio entre 80 – 90 l/s.



Figura 4. Medición de caudal. Empresa de servicios públicos de Curumaní ACUACUR E.S.P., 2020.

Dosificación. En esta fase se realiza la aplicación del coagulante (sulfato de Aluminio), el cual se realiza de manera manual en una estructura rectangular ejecutado por los operarios del sistema y la cantidad se lleva a cabo empíricamente por la experiencia de los años en el proceso y la dinámica cambiante de la turbiedad en la quebrada, cumple la función de dar inicio a la formación de floc's y este se realiza por medio de una tubería 3" mediante un sistema de goteo continuo en el canal de aireación. Cabe resaltar que la planta de tratamiento cuenta con un dosificador mecánico, pero no está en uso por falta de mantenimiento operativo y no hay control en la cantidad de sulfato de aluminio a aplicar.



Figura 5. Tanque de dosificación. Empresa de servicios públicos de Curumaní ACUACUR E.S.P., 2021.

Mezcla rápida. Su función es la distribución uniforme del sulfato de aluminio que sirve como coagulante para la formación del floc, disipa el flujo de energía a través de la cámara de aquietamiento donde hace la mezcla continua del sulfato de aluminio. Es de sección rectangular con dimensiones 6,18 m de largo, 0,59 m de ancho y una profundidad de 1.08 m.



Figura 6. Mezcla rápida. Empresa de servicios públicos de Curumaní ACUACUR E.S.P., 2021.

Floculación. Su función es permitir el choque entre las partículas con la finalidad de permitir el aglutinamiento de las mismas, se formen de mayor peso y tamaño para que se sedimenten con mayor eficacia. Este proceso está conformado por dos floculadores, hidráulico de flujo horizontal con el objetivo principal de permitir que el agua circule en todo el tramo con un movimiento de ida y vuelta.

Consta de las siguientes características:

Tabla 8

Floculador de flujo horizontal

Captación	Estructura /Material	Dimensiones				Estado
		Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Tiempo aprox. retención (min)	
Quebrada San Pedro	Concreto reforzado	14,86	2,96	1,03	20	Bueno

Nota: La tabla muestra las dimensiones, el material, tiempo de retencion y el estado de los floculadores del sistema de acueducto del municipio de Curumaní. Autor del proyecto.

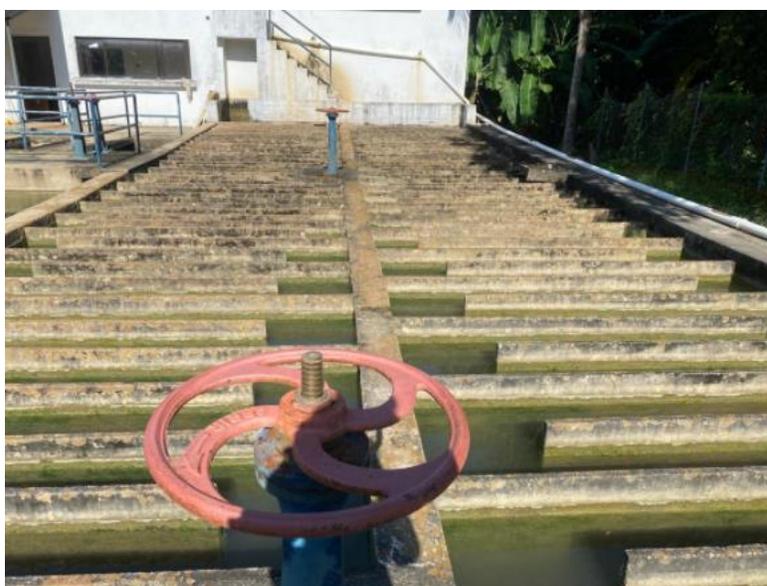


Figura 7. Floculadores de la planta de tratamiento de agua potable Curumaní-Cesar. Empresa de servicios públicos de Curumaní ACUACUR E.S.P., 2020.

Sedimentación. Su finalidad es la retención de las partículas coaguladas bajo la acción de la gravedad, detención de la turbiedad y disminución microbiana presente en el agua. El sistema se encuentra compuesto por dos sedimentadores rectangulares de tipo lamelar y contiene las siguientes características:

Tabla 9

Sedimentador rectangular lamelar

Captación	Estructura /Material	Dimensiones				Estado
		Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Tiempo aprox. retención (min)	
Quebrada San Pedro	Concreto reforzado	8,00	4,40	3,60	120	Regular

Nota: La tabla muestra las dimensiones, el material, tiempo de retención y el estado de los sedimentadores del sistema de acueducto del municipio de Curumaní. Autor del proyecto.



Figura 8. Sedimentador de la planta de tratamiento de agua potable Curumaní-Cesar. Empresa de servicios públicos de Curumaní ACUACUR E.S.P., 2020.

Filtración. Este proceso consta de 6 filtros construidos en concreto reforzado, su función es remover las partículas suspendidas y es el primer ataque hacia los microorganismos presentes en el agua, el lecho filtrante está compuesto por 5 capas de grava, una capa de piedra industrial, una capa de antracita y es de flujo descendente. Es importante enfatizar que el material filtrante tiene aproximadamente 20 años de uso, es decir que ya cumplió su ciclo de vida útil y tiene las siguientes características:

Tabla 10

Características filtros

Captación	Estructura /Material	Dimensiones			Numero de filtros	Estado
		Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)		
Quebrada San Pedro	Concreto reforzado	3,08	1,43	4,26	6	Regular

Nota: La tabla muestra las dimensiones, el material, y el estado de los filtros del sistema de acueducto del municipio de Curumaní. Autor del proyecto.



Figura 9. Sistema de filtración de la planta de tratamiento de agua potable Curumaní-Cesar. Empresa de servicios públicos de Curumaní ACUACUR E.S.P., 2020.

El presente esquema dará a conocer como está conformado el material filtrante del sistema de tratamiento de agua potable.



Figura 10. Material Filtrante. Autor del proyecto.

Cloración. Es la fase más trascendental de todo el proceso de tratamiento de agua potable por que cumple la función de eliminar todos los microorganismos patógenos presentes en el agua, la cual se realiza por inyección de cloro gaseoso en la cabina de cloración del sistema.



Figura 11. Proceso de cloración de la planta de tratamiento de agua potable Curumaní-Cesar. Empresa de servicios públicos de Curumaní ACUACUR E.S.P., 2020.

Almacenamiento. El sistema de acueducto cuenta con un tanque de almacenamiento con una capacidad de 1000 m³, finalmente el agua es conducida hasta este punto por medio de dos tuberías, asbesto - cemento de 8" y una de PVC de 10" con la finalidad de empezar la red de distribución. Es importante resaltar que los macro medidores de la salida del tanque de almacenamiento están en estado obsoleto y no funcionan, así mismo que la limpieza y mantenimiento del sistema se realiza una vez al año.



Figura 12. Tanque de almacenamiento. Empresa de servicios públicos de Curumaní ACUACUR E.S.P., 2020.

Redes de distribución. El proceso de distribución de agua potable se realiza por gravedad, la cual tiene una longitud aproximada 3750 metros desde el tanque de almacenamiento hasta la red de distribución inicial, con la finalidad de abastecer el 95% de la cobertura total de la población servida; el casco urbano presenta redes de distribución dividido en 21 sectores conducido por tubería de PVC de 3", 4", 6", 8" y 10" siendo estas dos últimas las redes principales del municipio.

Tabla 11

Sectorización del sistema de acueducto

DISTRITO 1	DISTRITO 2
Sara lucia	La Cruz
Alto prado	Simón Bolívar
Villa Andres	Los Corazones
San isidro	El Paraíso
San Vicente	Ciudadela
El centro	20de Julio
El Carmen	San José
Santísima trinidad	Las Palmas
Olaya Herrera	
El Silencio	
Buenos Aires	
La Feria	Santa Elena
11 de Noviembre	
25 de Octubre	

Nota: La tabla presenta la red de distribución de los barrios del municipio de Curumani –Cesar. Autor del proyecto.

Actualmente la empresa de servicios públicos de acueducto y alcantarillado ACUACUR E.S.P. tiene 6549 suscriptores abasteciendo aproximadamente 31.520 personas dentro del casco urbano del municipio.

3.1.1.3. Realizar encuestas (entrevista estructurada) al gerente de la empresa y los diferentes operarios del sistema de acueducto.

Se estableció una encuesta estructurada al gerente de la empresa quien lleva por nombre Fabián Andrés Jácome Pallares con la finalidad de conocer aspectos importantes de la prestación del servicio de la empresa ACUACUR E.S.P. Dentro de las preguntas realizadas se obtuvo que la entidad empezó su funcionamiento desde los años de 1978 con tratamiento de tipo convencional y su cobertura municipal abarca actualmente el 95% de la población a la cual se le presta el servicio teniendo en cuenta que tienen 6549 suscriptores ; así mismo debido al desabastecimiento por causa de la sequía existe déficit para suministrar de manera eficiente el recurso hídrico a toda la población, por lo que se toman acciones preventivas ejecutando el plan de contingencia en la entidad con el objetivo de minimizar, mitigar y compensar estos impactos socio-ambientales.

En términos generales a la planta de tratamiento de agua potable se le efectúan mantenimientos de limpieza una vez al mes que incluye los siguientes procesos: floculadores, sedimentadores y a los filtros se les lleva a cabo un procedimiento adicional que incluye un retro lavado semanal; a diferencia de los tanques de almacenamiento que se realizan los mantenimientos una vez al año.

La frecuencia empleada para el monitoreo de la calidad de la fuente de abastecimiento de la microcuenca Quebrada San Pedro se realiza dos veces al año que incluye los análisis fisicoquímicos - microbiológicos que indican la normatividad colombiana y el monitoreo de agua potable es empleado por un muestreo diario microbiológico que engloba los análisis Aerobios mesófilos, coliformes totales y Escherichia Coli en los diferentes puntos concertados por la

empresa; en continuidad a esto se efectúa su respectiva toma, preservación y transporte al laboratorio Nancy Flores García situado en la ciudad de Valledupar – Cesar.

En relación a las preguntas formuladas y ejecutadas a los operarios (Rodolfo Padilla Gómez, Erenias Mena León y Emilio Antonio Yance) que son los planteros activos durante 18 años en los procesos operativos en la planta de tratamiento de agua potable del municipio, se les efectuó una encuesta estructurada y se determinó los resultados arrojados con el fin de unificar criterios y analizar las condiciones actuales en el que se encuentran el funcionamiento del sistema acueducto municipal.

Se hace énfasis que para el periodo transcurrido en la entidad por parte de los operarios ellos manifiestan que han recibido pocas capacitaciones que ayuden a mejorar sus habilidades y sobre todo intensificar sus conocimientos para el manejo del agua potable en el acueducto ya que la normatividad en lo relacionado con el manejo de agua potable es cambiante.

A continuación, se describen los resultados arrojados de la encuesta ejecutada a los operarios dándose a conocer sus requerimientos y sus ideas en pro de una mayor eficiencia en la calidad del recurso hídrico y optimización del servicio.

1. ¿Cuáles son los riesgos técnicos-operativos que se evidencian a lo largo de los años en el sistema de acueducto?

Riesgos físicos: (falta iluminación en la bocatoma y acueducto, deterioro en el encerramiento perimetral en la PTAP.

Riesgos biológicos: Presencia de reptiles y anfibios en los procesos de potabilización por el mal estado del encerramiento.

Condiciones de seguridad: Trabajo en alturas sin las herramientas adecuadas, manipulación de químicos sin los EPP y trabajo en espacio confinado sin el acompañamiento respectivo.

2. ¿Cuáles son los procesos dentro de la planta de tratamiento que han presentado más fallas técnicas?

Los procesos que han presentado más fallas técnicas se evidencian a través del deterioro continuo de la planta de tratamiento como lo son: válvulas y compuertas en mal estado, láminas de los sedimentadores en asbesto- cemento, Lecho o material filtrante obsoleto, tapas de cubierta de los filtros y cloración deteriorado y la dosificación del sulfato de aluminio se realiza de manera manual.

3. ¿Con que regularidad se realizan mantenimientos de limpieza al sistema de acueducto?

Los mantenimientos de limpieza se efectúan una vez al mes con una continuidad de (03) tres días.

4. ¿En términos generales cual es el estado actual de las válvulas de cierre y salida de la planta?

El estado actual de las válvulas en la planta de tratamiento de agua potable actualmente se encuentran en buen estado, a diferencia de los desarenadores que no funcionan a su cabalidad.

5. ¿Dentro de todo el proceso de potabilización cuales requieren mejoras en reparación de infraestructura?

El procedimiento ejecutado para el tratamiento de agua potable del municipio de Curumaní actualmente tiene procesos en los cuales se necesita mejoras de infraestructura y se nombraran a continuación:

Lecho o material filtrante de los filtros

Mejoramiento en la captación

Cambio de la tubería para la adición del sulfato de aluminio

Cambio e instalación de las láminas de los sedimentadores (rectangular lamelar)

Válvulas de los filtros

Mejora en la toma de caudal

Tapas de cubierta nuevas para los procesos de cloración y filtración.

6. ¿Usted cree que requiera de más recurso humano para mejorar el proceso de operación de la planta de tratamiento?

Los tres operarios del sistema de acueducto manifiestan que requieren más recurso humano capacitado para realizar con mayor eficiencia cada una de las actividades.

Es importante aclarar que este instrumento es ideal para conocer y escuchar las conformidades e inconformidades de los trabajadores con la finalidad de mejorar los diferentes procesos operativos y administrativos desde diferentes puntos de vista con la capacidad de reformar y optimizar la prestación del servicio de la empresa.

3.1.1.4. Elaborar una matriz DOFA para identificar los factores que influye directa o indirectamente en el sistema de abastecimiento.

Para el cumplimiento de esta actividad se ejecutaron visitas periódicas de inspección a la planta de tratamiento de agua potable del municipio con la finalidad de identificar las condiciones técnicas- operativas del sistema. Con esta alternativa se podrá identificar los factores directos del sistema, así mismo cuales pueden ser las oportunidades más pertinentes a las problemáticas y afectaciones de los diferentes procesos de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Curumani –Cesar (Véase la tabla 12).

Tabla 12

Matriz DOFA de los factores directos e indirectos del sistema de potabilización

MATRIZ DOFA			
Debilidades	Oportunidades	Fortalezas	Amenazas
No cuenta con fuentes alternas de suministro a la PTAP	Implementación de programas ambientales por parte de la empresa	Cuenta con un plan de contingencia para mitigar los meses de intermitencia del servicio	Riesgos físicos, químicos y condiciones de seguridad (riesgos en altura y espacios confinados) en el manejo adecuado de la planta de tratamiento
Deterioro de algunos procesos (láminas de los sedimentadores, filtros, compuertas de cierre y entrada hacia los procesos, válvulas de los filtros, cubierta de la cabina de cloración).	Apoyo por parte de la alcaldía municipal en el proceso operativo de la entidad	Cobertura del 95% del casco urbano de Curumaní	Intervenciones antrópicas en la parte alta y media de la microcuenca
Los macromedidores del sistema se encuentran dañados.	Generación de empleo en la remodelación de puntos de muestreo de agua potable.	Plan de uso y ahorro eficiente del agua	Captaciones ilegales
Servicio intermitente del servicio, en meses secos (cada 2 o 3 días), y meses de invierno (18,1 -23 horas /día).	Proyecto en formulación del plan maestro de acueducto alcantarillado		Falta de sentido de pertenencia por parte de la comunidad sobre el uso eficiente y ahorro del agua.
Ausencia de los elementos de protección personal SST.	Estudios ambientales por parte de la alcaldía municipal para la formulación de alternativas de mejora del sistema de acueducto		Deterioro de las escaleras de acceso a las cabinas de los filtros y el proceso de cloración.
Mal estado de la tubería del sulfato de aluminio que llega al canal de aireación.			No hay iluminación en la captación.
No hay manual de procedimientos de la aplicación exacta del coagulante (sulfato de aluminio tipo B).			
Los equipos (Espectrofotómetro DR			

2700, Turbidimétrico 2100Q y Pocket Colorimeter TM) se encuentran en mal estado(dañados).

La tubería de la aducción desarenador – PTAP está conformada por Asbesto - Cemento.

Falta de recurso humano en la administración técnica- operativa de la planta.

Nota: La tabla muestra las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de las condiciones técnicas-operativas de la planta de tratamiento del municipio de Curumani - Cesar. Autor del proyecto.

Finalmente se realizó esta matriz DOFA con la finalidad de demostrar las principales adecuaciones que se deben contemplar dentro de la prestación del servicio de agua potable con el propósito de optimizar y perfeccionar las inconformidades del sistema.

3.1.2 Analizar la calidad del agua de la fuente de abastecimiento y de consumo humano del municipio de Curumani-Cesar, teniendo en cuenta los indicadores máximos permisibles de riesgos establecidos en la legislación colombiana.

3.1.2.1 Identificar puntos estratégicos para la toma de muestras (agua cruda y agua potable).

Para la identificación del punto de muestreo para la toma de agua cruda en la Microcuenca Quebrada San Pedro se ejecutó en un punto concertado por parte de la empresa efectuada 10 metros antes de la captación. De igual manera para la identificación de la toma de agua potable del municipio de Curumani se realizó a los puntos concertados por la empresa ubicados en la planta de tratamiento de agua potable y el casco urbano con la finalidad de realizar un análisis

físico-químico y microbiológico. A continuación, se muestra los puntos estratégicos para la toma de muestra de agua cruda y agua potable:

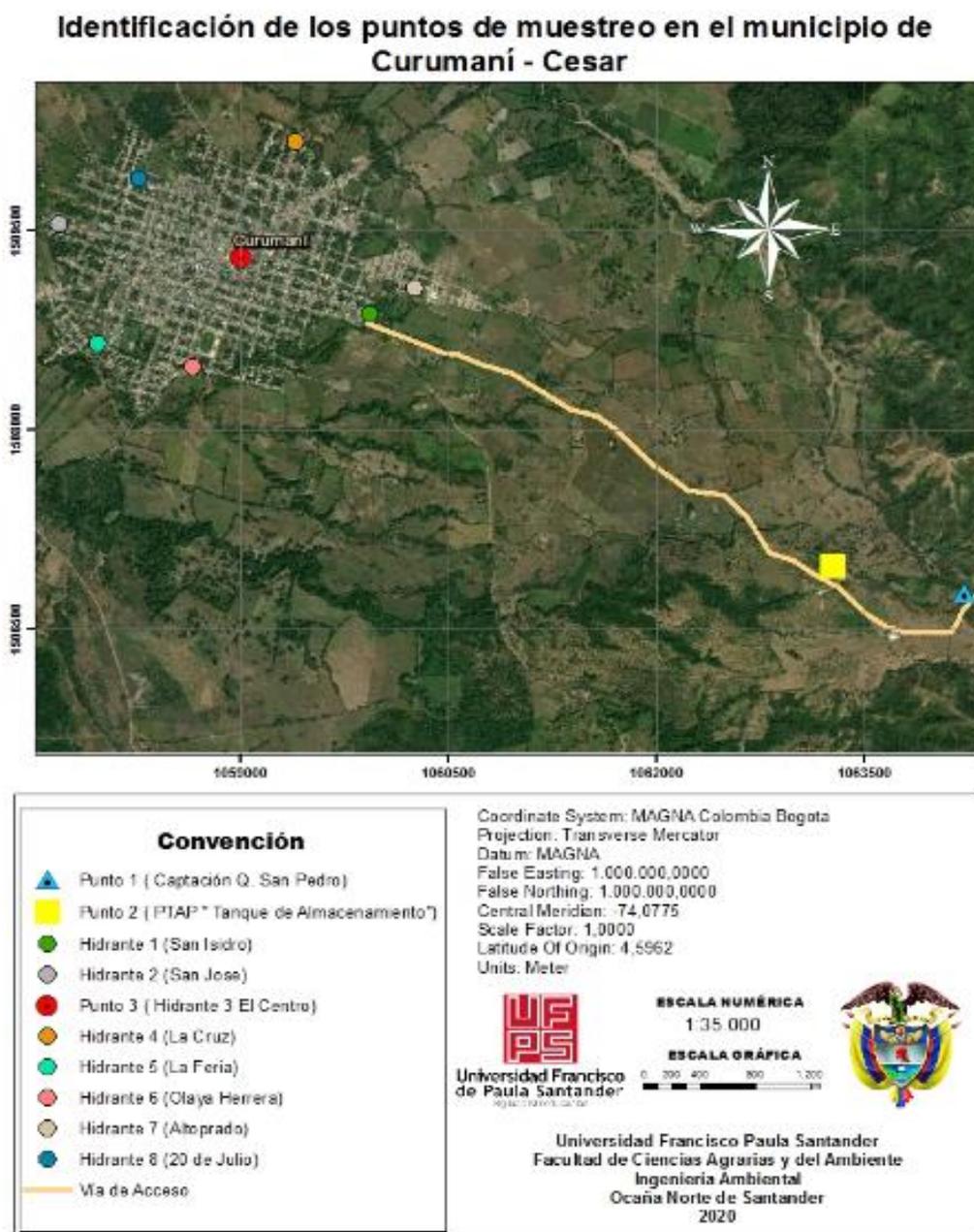


Figura 13. Identificación de los puntos de muestreo en el municipio de Curumaní – Cesar.

Nota: la figura muestra los puntos de muestreos concertados por la empresa ACUACUR E.S.P. Autor del proyecto.

3.1.2.2 Efectuar toma, preservación y transporte al laboratorio para la identificación de parámetros físicos-químicos y microbiológicos.

Se llevaron a cabo dos muestreos de agua cruda, el primero se realizó el día 09 de septiembre de 2020 y el segundo muestreo se ejecutó el día 17 de octubre de 2020, cada una de las muestras se le aplicó técnica de refrigeración y fueron transportadas hacia la ciudad de Valledupar – Cesar específicamente al laboratorio Nancy Flores García, con la finalidad de comparar los resultados con la resolución 2115 de 2007; además llevar a cabo los cálculos correspondientes a los indicadores de calidad (ICA) y de contaminación ICOMO, ICOMI, e ICOSUS.

La toma de muestras de agua potable se llevó a cabo el día 26 de octubre de 2020, la cual fue realizada en dos puntos diferentes con el propósito principal de evaluar la calidad del agua en los tanques de almacenamientos y otro punto de muestreo correspondiente a los hidrantes concertados por la empresa, específicamente en el hidrante # 3 denominado El Centro; el mismo día se efectuó la toma, preservación de la muestra y fueron conducidos hacia el laboratorio Nancy Flores García de la ciudad de Valledupar- Cesar, a fin de determinar los cálculos de los índices de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) e índice de riesgo por abastecimiento de agua de la persona prestadora (IRABApp).

Es importante aclarar que no se consiguió enviar las muestras de agua superficial de la Quebrada San Pedro el mismo día debido a la falta de presupuesto de la empresa.

Resultados de los parámetros físico –químico y microbiológicos del agua cruda de la Microcuenca Quebrada San Pedro.

A continuación, se detallan cada uno de los resultados obtenidos de las tomas de muestra de cada uno de los parámetros evaluados:

Tabla 13

Resultados físicos-químicos de la fuente abastecedora en un primer muestreo

Fecha de muestreo: 09/09/2020		Lugar de toma de muestra: 10 metros antes de la Captación		
Parámetros Fisicoquímico				
Análisis	Método - Técnica	LMC	Unidades	Resultado
Alcalinidad	SM 2320 B-Volumétrico	0,500	Mg CaCo3/ L	110
Aluminio	SM 3030 E/ SM 3111D- Espectrométrico	0,1000	Mg/L	< 0,1000
Calcio	SM 3030 K/ SM 3111D- Espectrométrico	0,5000	Mg Ca/L	27,6767
Carbono orgánico total	EPA 415.1 – Combustible infrarrojo	2,00	Mg/L	<2,00
Cloro libre residual	HACH DPD - Fotométrico	-	Mg Cl2/L	0,00
Cloruros	SM 4500-CI B - Argentométrico	2,00	Mg Cl/L	3,09
Color aparente	AQM 114421 – Comparación visual	5,00	UPC	10,0
Dureza total	SM 2340 C-Volumétrico – EDTA	0,500	Mg CaCO3/ L	121
Fluoruros	SM 4110-B--- Cromatografía Iónica	0,100	Mg F-/ L	0,171
Fosfatos	SM 4500-P E- Fotométrico	0,075	Mg PO4/ L	0,087
Hierro	SM 3030 K/ SM 3111 B- Espectrométrico	0,1000	Mg/L	0,7787
Magnesio	SM 3030 K/ SM 3111 B- Espectrométrico	0,1000	Mg/L	7,2857

Manganeso	SM 3030 K/ SM 3111 B- Espectrométrico	0,1000	Mg/L	<0,1000
Molibdeno	SM 3030 E/ SM 3111 D- Espectrométrico	0,0200	Mg/L	<0,0200
Nitratos	J Rodier, 9 Ed.2011- Fotométrico	0,886	Mg NO ₃ /L	<0,886
Nitritos	SM 4500-NO ₂ B – Fotométrico	0,020	Mg NO ₂ /L	<0,020
PH	SM 4500-H + B- Electrométrico	-	U de PH	8,48
Sulfatos	SM 4500-SO ₄ E – Turbidimétrico	10,0	Mg SO ₄ /L	26,2
Temperatura	SM 2550 B – Electrométrico	-	°C	24,4
Turbiedad	SM 2130 B – Nefelométrico	0,500	NTU	1,43
Zinc	SM 3030 K/ SM 3111 B- Espectrométrico	0,0500	Mg/L	<0,0500

Nota: La presente tabla muestra los resultados de los parámetros fisicoquímico tomados 10 metros antes de la captación de la fuente de abastecimiento Quebrada San Pedro. Empresa de servicio público de acueducto y alcantarillado, ACUACUR E.S.P., 2020.

Tabla 14

Resultados Microbiológicos de la fuente abastecedora en un primer muestreo

Fecha de muestreo: 09/09/2020		Lugar de toma de muestra: 10 metros antes de la Captación		
Parámetros Microbiológicos				
Análisis	Método - Técnica	LMC	Unidades	Resultado
Coliformes Totales	SM 9222 B-Filtración por membrana	1	UFC/100 mL	DNPSC
Escherichia Coli	SM 9222 D-Filtración por membrana	1	UFC/100 mL	6x10 ¹

Nota: La presente tabla muestra los resultados de los parámetros microbiológicos 10 metros antes de la captación de la fuente de abastecimiento Quebrada San Pedro. Cabe aclarar que DNPSC significa: Crecimiento demasiado numeroso para ser contado. Empresa de servicio público de acueducto y alcantarillado, ACUACUR E.S.P., 2020.

Tabla 15

Resultados fisicoquímicos de la fuente abastecedora en un segundo muestreo

Fecha de muestreo: 17/10/2020		Lugar de toma de muestra: 10 metros antes de la Captación		
Parámetros Fisicoquímico				
Análisis	Método - Técnica	LMC	Unidades	Resultado
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SM 5210 B / EPA 360.3 – Incubación 5 días	2,00	Mg O2/L	<2,00
Demanda Química de Oxígeno	SM 5220 C – Reflujo cerrado – Volumétrico	20,0	Mg O2/L	< 20,0
Oxígeno disuelto	2500 B- Electrométrico	>4,00	Mg/L	7,52
Nitratos	J Rodier,9 Ed.2011- Fotométrico	0,886	Mg/L	0,898
Nitritos	SM 4500-NO2 B - Fotométrico	0,020	Mg Cl2/L	<0,020
Conductividad eléctrica	SM 2340-C- Volumétrico EDTA	-	μS/cm	122,7
PH	SM 4500-H + B- Electrométrico	-	U de PH	8,56
Solidos Suspendidos Totales	SM 2540 D- Gravimétrico	0,500	Mg/L	<5,00
Solidos Totales	SM 2540 B- Gravimétrico	10,0	Mg/L	248
Temperatura	SM 2550 B- Electrométrico	-	°C	23,2

Nota: La presente tabla muestra los resultados de los parámetros fisicoquímico tomados 10 metros antes de la captación de la fuente de abastecimiento Quebrada San Pedro. Empresa de servicio público de acueducto y alcantarillado, ACUACUR E.S.P., 2020.

Tabla 16

Microbiológicos de la fuente abastecedora en un primer muestreo

Fecha de muestreo: 17/10/2020		Lugar de toma de muestra: 10 metros antes de la Captación		
Parámetros Microbiológicos				
Análisis	Método - Técnica	LMC	Unidades	Resultado
Coliformes Totales	SM 9223 B-Sustrato enzimático multicelda	1	NMP/100 mL	1299,7x10 ¹
Coliformes fecales	SM 9223 B-Sustrato enzimático multicelda	1	NMP/100 mL	14,5 x10 ¹

Nota: La presente tabla muestra los resultados de los parámetros microbiológicos 10 metros antes de la captación de la fuente de abastecimiento Quebrada San Pedro. Empresa de servicio público de acueducto y alcantarillado, ACUACUR E.S.P., 2020.

Resultados de los parámetros físico –químico y microbiológicos de agua potable del tanque de almacenamiento del sistema de acueducto del municipio de Curumani - Cesar.

A continuación, se detallan cada uno de los resultados obtenidos de las tomas de muestra de cada uno de los parámetros evaluados:

Tabla 17

Resultados físicos-químicos del tanque de almacenamiento (PTAP)

Fecha de muestreo: 26/10/2020		Lugar de toma de muestra: Tanque de almacenamiento		
Parámetros Fisicoquímico				
Análisis	Método - Técnica	LMC	Unidades	Resultado
Alcalinidad total	SM 2320 B-Volumétrico	0,500	Mg CaCo3/ L	114
Aluminio	SM 3030 K/ SM 3111D- Espectrométrico	0,10000	Mg/L	<0,1000
Calcio	SM 3030 K/ SM 3111D- Espectrométrico	0,5000	Mg Ca/L	29,6319
Cloro libre residual	HACH DPD - Fotométrico	-	Mg Cl2/L	0,52

Cloruros	SM 4500-CI B - Argentométrico	2,00	Mg Cl/L	5,05
Color aparente	AQM 114421 – Comparación visual	5,00	UPC	<5,00
Conductividad	SM 2510 B- Electrométrico	-	µS/cm	289,0
Dureza total	SM 2340 C-Volumétrico – EDTA	0,500	Mg CaCO ₃ / L	126
Fluoruros	SM 4110-B- Cromatografía Iónica	0,100	Mg F-/ L	<0,100
Fosfatos	SM 4500-P E- Fotométrico	0,075	Mg PO ₄ / L	0,090
Hierro	SM 3030 K/ SM 3111 B- Espectrométrico	0,1000	Mg/L	<0,1000
Magnesio	SM 3030 K/ SM 3111 B- Espectrométrico	0,1000	Mg/L	8,7558
Nitratos	J Rodier, 9 Ed.2011- Fotométrico	0,886	Mg NO ₃ /L	1,20
Nitritos	SM 4500-NO ₂ B – Fotométrico	0,020	Mg NO ₂ /L	<0,020
PH	SM 4500-H + B- Electrométrico	-	U de PH	8,00
Sólidos totales	SM 2540 B – Gravimétrico	10,0	Mg/L	171
Sulfatos	SM 4500-SO ₄ E - Turbidimétrico	10,0	Mg SO ₄ /L	35,4
Temperatura	SM 2550 B – Electrométrico	-	°C	21,7
Turbiedad	SM 2130 B – Nefelométrico	0,500	NTU	<0,500

Nota: La presente tabla muestra los resultados de los parámetros fisicoquímico tomados en el tanque de almacenamiento de la PTAP. Empresa de servicio público de acueducto y alcantarillado, ACUACUR E.S.P., 2020.

Tabla 18

Resultados Microbiológicos del tanque de almacenamiento (PTAP)

Fecha de muestreo: 26/10/2020		Lugar de toma de muestra: Tanque de almacenamiento PTAP		
Parámetros Microbiológicos				
Análisis	Método - Técnica	LMC	Unidades	Resultado
Aerobios mesófilos	SM 9215 B-Filtración por membrana	1	UFC/100 mL	<1
Coliformes Totales	SM 9222 B-Filtración por membrana	1	UFC/100 mL	<1
Escherichia Coli	SM 9222 D-Filtración por membrana	1	UFC/100 mL	<1

Nota: La presente tabla muestra los resultados de los parámetros microbiológicos tomados en el tanque de almacenamiento de la PTAP; es importante aclarar que <1 adaptado por el laboratorio Nancy Flores García indica ausencia de crecimiento del parámetro analizado. Empresa de servicio público de acueducto y alcantarillado, ACUACUR E.S.P., 2020.

Resultados de los parámetros físico –químico y microbiológicos del agua potable del hidrante # 3 Barrio el Centro del municipio de Curumani - Cesar.

A continuación, se puntualizan cada uno de los resultados obtenidos de las tomas de muestra de cada uno de los parámetros evaluados:

Tabla 19

Resultados físicos-químicos hidrante #3 Barrio El Centro

Fecha de muestreo: 26/10/2020		Lugar de toma de muestra: Hidrante #3 (B. El Centro)		
Parámetros Fisicoquímico				
Análisis	Método - Técnica	LMC	Unidades	Resultado
Alcalinidad total	SM 2320 B-Volumétrico	0,500	Mg CaCo3/ L	112
Aluminio	SM 3030 K/ SM 3111D- Espectrométrico	0,10000	Mg/L	<0,1000
Calcio	SM 3030 K/ SM 3111D- Espectrométrico	0,5000	Mg Ca/L	29,4708
Cloro libre residual	HACH DPD - Fotométrico	-	Mg Cl2/L	0,88

Cloruros	SM 4500-CI B - Argentométrico	2,00	Mg Cl/L	4,86
Color aparente	AQM 114421 – Comparación visual	5,00	UPC	<0,50
Conductividad	SM 2510 B- Electrométrico	-	µS/cm	287,0
Dureza total	SM 2340 C-Volumétrico – EDTA	0,500	Mg CaCO ₃ / L	147
Fluoruros	SM 4110-B- Cromatografía Iónica	0,100	Mg F-/ L	0,116
Fosfatos	SM 4500-P E- Fotométrico	0,075	Mg PO ₄ / L	0,083
Hierro	SM 3030 K/ SM 3111 B- Espectrométrico	0,1000	Mg/L	<0,1000
Magnesio	SM 3030 K/ SM 3111 B- Espectrométrico	0,1000	Mg/L	8,3550
Nitratos	J Rodier, 9 Ed.2011- Fotométrico	0,886	Mg NO ₃ /L	<0,886
Nitritos	SM 4500-NO ₂ B – Fotométrico	0,020	Mg NO ₂ /L	<0,020
PH	SM 4500-H + B- Electrométrico	-	U de PH	8,00
Sólidos totales	SM 2540 B – Gravimétrico	10,0	Mg/L	159
Sulfatos	SM 4500-SO ₄ E - Turbidimétrico	10,0	Mg SO ₄ /L	33,9
Temperatura	SM 2550 B – Electrométrico	-	°C	21,9
Turbiedad	SM 2130 B – Nefelométrico	0,500	NTU	<0,500

Nota: La presente tabla muestra los resultados de los parámetros fisicoquímico tomados en el barrio El Centro (Hidrante #3) en el municipio de Curumaní, Cesar. Empresa de servicio público de acueducto y alcantarillado, ACUACUR E.S.P., 2020.

Tabla 20

Resultados Microbiológicos hidrante #3 Barrio El Centro

Fecha de muestreo: 26/10/2020		Lugar de toma de muestra: Hidrante #3 (B. El Centro)		
Parámetros Microbiológicos				
Análisis	Método - Técnica	LMC	Unidades	Resultado
Aerobios mesófilos	SM 9215 B-Filtración por membrana	1	UFC/100 mL	<1
Coliformes Totales	SM 9222 B-Filtración por membrana	1	UFC/100 mL	<1
Escherichia Coli	SM 9222 D-Filtración por membrana	1	UFC/100 mL	<1

Nota: La presente tabla muestra los resultados de los parámetros microbiológico tomados en el barrio El Centro (Hidrante #3); es importante aclarar que <1 adaptado por el laboratorio Nancy Flores García indica ausencia de crecimiento del parámetro analizado.

3.1.2.3 Realizar los cálculos de índice de calidad e índices de contaminación.

Para determinar la calidad de la fuente hídrica abastecedora (agua cruda) y el agua de consumo humano se tendrán en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, así mismo el Software ICATest v 1.0, para el ICA se tendrá en cuenta: oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, conductividad y pH.

Determinar los índices de contaminación clasificados en:

ICOMO demanda bioquímica de oxígeno y coliformes totales.

ICOSUS los sólidos suspendidos

ICOMI la conductividad, dureza y alcalinidad.

Estos cálculos se efectuarán a fin de determinar la calidad de la fuente hídrica en este caso de la microcuenca Quebrada San Pedro.

Para el agua potable se efectuarán los cálculos de los índices de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano en dos puntos de muestreo denominados: PTAP (tanque de almacenamiento) y el otro punto identificado en el casco urbano del municipio de Curumani-Cesar denominado Hidrante # 3 (El Centro).

Índice de calidad del agua (ICA).

Para determinar el ICA y el ICOMI, ICOSUS, ICOMO, se obtuvo mediante el software ICATEST v 1.0, el cual los resultados fueron los siguientes:

$$ICA = \sum_{i=1}^n W_i * I$$

Dónde:

I= cada uno de los cinco parámetros que requiere el cálculo del ICA

I= subíndices correspondientes a cada variable

W= peso asignado a cada variable.

Tabla 21

Clasificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA.

Escala de color contacto primario		
Excelente	75,1 - 100	
Buena	50,1 - 75	
Mala	25,1 - 50	
Regular	0 - 25	

Fuente: ICATest v 1.0, 2016.

Tabla 22

Clasificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA.

Escala de color contacto secundario		
Excelente	75,1 - 100	
Mala	50,1 - 75	

Fuente: ICATest v 1.0, 2016.

A continuación, en desarrollo a lo anterior se evidencia el índice de calidad del agua de la Microcuenca Quebrada San Pedro teniendo en cuenta el índice mencionado que engloba una de las categorías establecida por el IDEAM.

Tabla 23

Resultados del cálculo del ICA.

Resultados	
Valor del índice	76,7086
Contacto primario	
Rango	75.1 - 100
Escala de color	Verde
Contacto secundario	
Rango	4.1 - 100
Escala de color	Verde

Nota: En la tabla 21 se puede evidenciar los resultados obtenidos por el Software ICATest v 1.0 y su respectiva clasificación detallado por el rango de color que indica la calidad de la fuente de abastecimiento. Autor del proyecto.

A continuación, se observa la representación gráfica del valor del índice del ICA que tiene la fuente hídrica de la Quebrada San Pedro:

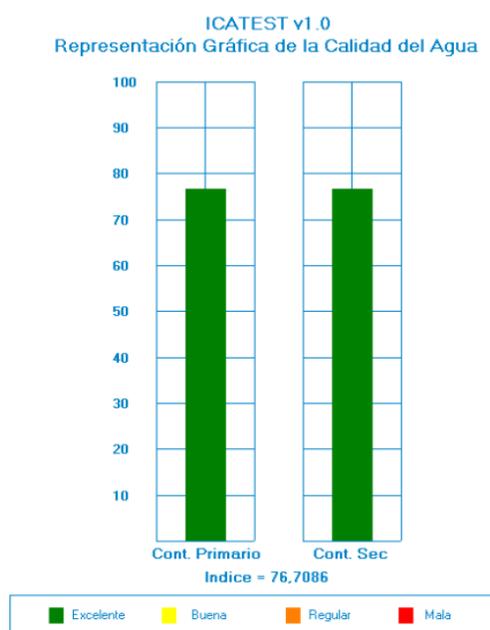


Figura 3. Grafica del ICA Quebrada San Pedro. ICATest v1.0.

Según el resultado reflejado en la gráfica del ICA, el valor obtenido se ubica en la escala de color verde lo cual evidencia un grado excelente en la calidad del agua comparándolo con la clasificación en la tabla 21 y 22, esto indica que la fuente de abastecimiento de la Quebrada San Pedro es proporcionalmente buena para suministrar el recurso hídrico a la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Curumaní; porque se encuentra dentro de los rangos admisibles de calidad para el servicio a la comunidad.

Además, los resultados arrojados presentan un nivel bajo de contaminación por coliformes fecales, siendo esto favorable debido a que las presencias de estos en los cuerpos de aguas pueden provocar alteraciones en la salud y es un riesgo microbiológico sanitario; así mismo indica que las actividades agropecuarias presentes aguas arriba de donde fue tomada la muestra de agua superficial emplean buenas prácticas ambientales siendo consientes con la calidad del recurso hídrico.

Índice de contaminación por mineralización (ICOMI).

Se obtiene mediante la integración de la conductividad, dureza y alcalinidad; se define entre un rango que oscila entre (0) reflejando muy baja contaminación e índices cercanos a 1 presentando lo contrario.

$$\text{ICOMI} = \frac{1}{3} (\text{Conductividad} + 1 \text{ dureza} + 1 \text{ alcalinidad})$$

Tabla 24

Escala de color según el valor ICOMI.

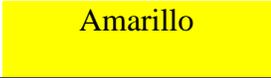
Escala de color		
Ninguno	0 – 0,2	
Bajo	0,2 – 0,4	
Medio	0,4 – 0,6	
Alto	0,6 – 0,8	
Muy Alto	0,8 - 1	

Fuente: ICATest v 1.0, 2016.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos mediante el software ICATest v 1.0 que determino el nivel de contaminación por mineralización de la fuente de abastecimiento Quebrada San Pedro:

Tabla 25

Resultados del cálculo de ICOMI.

Resultados	
Valor del índice	0,549
Grado de contaminación	Medio
Rango	0,4 – 0,6
Escala de color	

Nota. El resultado indicado en la presente tabla muestra el grado de contaminación por mineralización de la Microcuenca Quebrada San Pedro, este fue determinado mediante el software ICATest v 1.0. Autor del proyecto.

Seguidamente, se observa la representación gráfica del valor del índice de contaminación por mineralización:

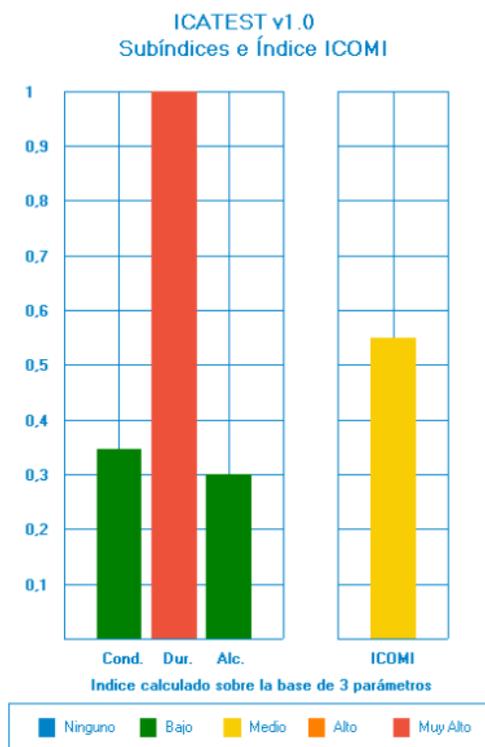


Figura 14. Grafica del ICOMI Quebrada San Pedro. ICATest v1.0, s.f.

Según el resultado obtenido anteriormente, el cual abarca tres (3) parámetros principales que son la Conductividad, Dureza y Alcalinidad que ayudan a evaluar la calidad de la fuente hídrica permitiendo conocer la presencia de minerales existente en un cuerpo de agua, siguiendo el contexto de los resultados arrojados en la figura 4, la contaminación por mineralización se ubica en un punto medio mostrando un color amarillo que oscila entre 0,4 – 0,6; esto es indicativo para concluir que hay una alteración en el recurso hídrico que está siendo ocasionado por la erosión y las fuertes avalanchas que se presentan en época de invierno ocasionado por el desprendimiento o la fragmentación del material rocoso que a su vez por escorrentía superficial llega a la Quebrada San Pedro.

Por otra parte, la dureza fue el parámetro que obtuvo un valor elevado a diferencia de los otros dos parámetros analizados por el software, esto quiere decir que la fuente hídrica reúne mayor cantidad de sales de calcio y magnesio.

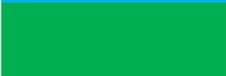
Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO).

Se obtiene a través del valor promedio de tres variables, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno (%).

$$\text{ICOMO} = \frac{1}{3} (1 \text{ DBO} + 1 \text{ coliformes totales} + 1 \text{ Oxígeno disuelto } \%).$$

Tabla 26

Escala de color según el valor ICOMO

Escala de color		
Ninguno	0 – 0,2	
Bajo	0,2 – 0,4	
Medio	0,4 – 0,6	
Alto	0,6 – 0,8	
Muy Alto	0,8 - 1	

Fuente: ICATest v 1.0, 2016.

Dándole cumplimiento al desarrollo de la determinación del índice de contaminación por materia orgánica se describen los resultados obtenidos mediante el software ICATest v 1.0:

Tabla 27

Resultados del cálculo del ICOMO.

Resultados	
Valor del índice	0,38
Grado de contaminación	Bajo
Rango	0,2 – 0,4
Escala de color	Verde

Nota. El resultado indicado en la presente tabla muestra el grado de contaminación por materia orgánica de la Microcuenca Quebrada San Pedro, este fue determinado mediante el software ICATest v 1.0. Autor del proyecto.

A continuación, se observa la representación gráfica del valor del índice que tiene la Quebrada San Pedro por materia orgánica presente en el cuerpo de agua:

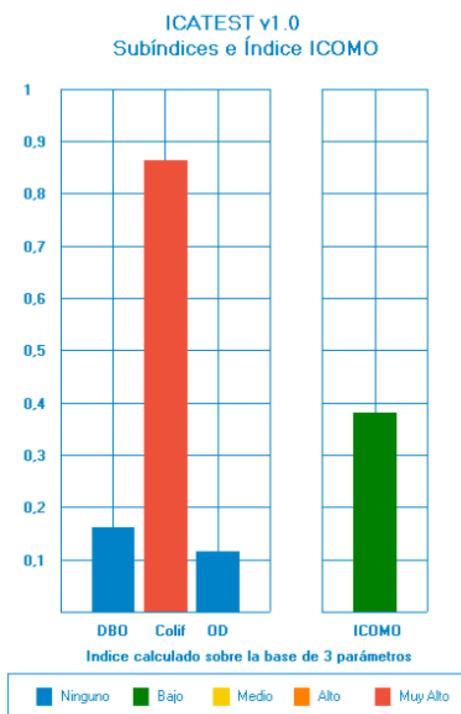


Figura 15. Grafica del ICOMO Quebrada San Pedro. ICATest v1.0, s.f.

El resultado obtenido en este índice se expresó mediante la agrupación de los parámetros DBO₅, coliformes totales y porcentaje de saturación; el cual indico que la contaminación por materia orgánica se clasifica en un nivel bajo a pesar de que los coliformes totales se encuentran elevados en la muestra analizada, a pesar del valor elevado de coliformes este índice es proporcionalmente inadecuado ya que se encuentra categorizado dentro del color rojo e indica que aguas arribas de la Quebrada San Pedro hay poca presencia de materia fecal animal, desechos en descomposición o aguas domesticas contaminadas provenientes de los predios aleñadas a la fuente hídrica.

Sin embargo, este índice demuestra un nivel positivo e idóneo que facilita los bajos costos en operación para realizar la respectiva potabilización del agua.

Índice de contaminación por solidos suspendidos (ICOSUS).

Se obtiene mediante la concentración de solidos suspendidos presentes en un cuerpo de agua con la finalidad de conocer la presencia de partículas sólidas orgánicas e inorgánicas.

$$\text{ICOSUS} = - 0,02 + 0,0003 \text{ solidos suspendidos (mg/L)}$$

Solidos suspendidos mayores a 340 mg/L tienen un ICOSUS igual a 1.

Solidos suspendidos menor a 10 mg/L tienen un ICOSUS igual a 0.

Tabla 28

Escala de color según el valor ICOSUS.

Escala de color		
Ninguno	0 – 0,2	
Bajo	0,2 – 0,4	
Medio	0,4 – 0,6	
Alto	0,6 – 0,8	
Muy Alto	0,8 - 1	

Fuente: ICA Test v 1.0, 2016.

A continuación, se puntualizan los resultados obtenidos mediante el software ICATest v 1.0 que determino el nivel de contaminación por solidos suspendidos presente en la fuente hídrica Quebrada San Pedro:

Tabla 29

Resultados del cálculo del ICOSUS.

Resultados	
Valor del índice	0
Grado de contaminación	Ninguno
Rango	0,2 – 0,4
Escala de color	

Nota. La presente tabla indica los resultados del índice de contaminación por solidos Suspendidos y su respectiva interpretación por el software ICATest 1.0. Autor del proyecto.

Los datos expuestos anteriormente se pueden apreciar detalladamente en la figura 6, expuesta a continuación.

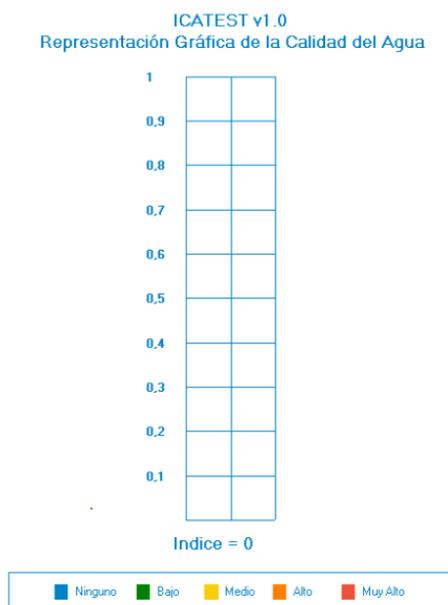


Figura 16. Grafica del ICOSUS Quebrada San Pedro. ICATest v1.0, s.f.

Este índice se obtiene mediante el análisis únicamente de los sólidos suspendidos totales presente en la fuente hídrica que indican la presencia de partículas de los materiales de arrastre del lecho incluyendo organismos microscópicos como el plancton; es importante hacer énfasis que este parámetro proporcionó como resultado menor a 10 Mg/L y en consecuencia el ICOSUS indico un rango de 0. Al respecto conviene decir que el día de la toma de muestra y meses anteriores no se habían presentado altas precipitaciones, el cual puede incidir directamente en este parámetro porque esta fuente hídrica presenta seguidas avalanchas en los meses de invierno incluyendo los diferentes procesos erosivos del suelo.

Cabe resaltar que el resultado de los sólidos totales en la muestra indico un valor de 248 Mg/L, lo que quiere decir que los sólidos disueltos son mayores que los sólidos suspendidos ya que este resultado nos indica la sumatoria de ambos.

Calculo del IRCA e IRABApp.

Calculo del IRCA.

El cálculo del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano se realizara utilizando la siguiente formula:

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

Tabla 30

Clasificación del nivel de riesgo según el IRCA.

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (Notificaciones que adelantara 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 General.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
35.1 – 80	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE,	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los

14.1 – 35	ALTO	Alcalde , Gobernador y a la SSPD.	alcaldes y gobernadores respectivos.
5.1 – 14	MEDIO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde , Gobernador.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
0 - 5	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 la vigilancia.	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

Nota: La tabla presenta la descripción de los niveles de riesgos según el IRCA en cuanto a la calidad del agua para consumo humano. Resolución 2115 de 2007.

En continuidad a lo anterior utilizando el IRCA con el objetivo de determinar el nivel de riesgo del agua potable que está suministrando la empresa ACUACUR E.S.P. a través de la planta de tratamiento municipal.

Tabla 31

Determinación del puntaje de riesgo asignado.

Parámetro	Puntaje de riesgo	Puntaje de riesgo asignado PTAP (Tanque de almacenamiento)	Puntaje de riesgo asignado Hidrante #3 (Barrio el centro)
Alcalinidad total mg CaCO ₃ /L	1	0	0
Aluminio mg/L	3	0	0
Calcio mg Ca/L	1	0	0
Cloro libre residual mg Cl ₂ /L	15	0	0
Cloruros mg Cl/L	1	0	0
Color aparente UPC	6	0	0
Dureza total mg CaCO ₃ /L	1	0	0
Fluoruros mg F-/L	1	0	0
Fosfatos mg PO ₄ /L	1	0	0
Hierro mg/L	1.5	0	0
Magnesio mg Mg/L	1	0	0
Nitratos mg NO ₃ /L	1	0	0
Nitritos mg NO ₂ /L	3	0	0

PH U de PH	1.5	0	0
Sulfatos mg SO ₄ / L	1	0	0
Turbiedad NTU	15	0	0
Coliformes totales NPM/100 mL	15	0	0
Escherichia Coli NPM/100 mL	25	0	0

Nota: La tabla presenta el puntaje de riesgo asignado por la resolución 2115 de 2007 y el puntaje asignado en relación a la tabla 15, 16, 17 y 18 en cuanto a los límites permisibles para el consumo humano de agua potable. Resolución 2115 de 2007.

Tabla 32

Resultado IRCA por muestra.

Índice de riesgo de la calidad del agua “ IRCA ”		
Puntos de muestreo	IRCA (%) por Muestra	Nivel de riesgo
PTAP (Tanque de almacenamiento)	0	Sin riesgo
Hidrante #3 Barrio El Centro	0	Sin riesgo

Nota. Los resultados pertenecen a un muestreo ejecutado el día 26 de octubre de 2020 tomando como referencia el tanque de almacenamiento y otro de la red de distribución. Autor del proyecto.

El resultado obtenido mediante el IRCA demuestra un porcentaje de 0% el cual indica un nivel sin riesgo, que al respecto conviene decir que la población del municipio de Curumani – cesar consume un agua potable apta para el consumo humano cumpliendo satisfactoriamente lo establecido en la resolución 2115 de 2007; dentro de este contexto ha de considerarse que la empresa ACUACUR E.S.P. continúe ejecutando control y vigilancia de la calidad del agua suministrada a la comunidad.

Calculo del IRABApp.

Para el cálculo del índice de riesgo por abastecimiento de agua de la persona prestadora (IRABApp), se ejecutará mediante la siguiente formula:

$$\text{IRABApp} = 100 - (\text{IT} + \text{IC})$$

Donde:

IRABApp = Índice de riesgo por abastecimiento de agua de la persona prestadora.

IT = Índice de tratamiento: es el puntaje que se asigna al evaluar los procesos de tratamiento, ensayos básicos de laboratorio en planta de tratamiento y trabajadores certificados de la persona prestadora. El máximo puntaje equivale a ochenta (80) puntos.

IC = índice de continuidad: Es el puntaje que se asigna a la persona prestadora, con la información de continuidad de su área de influencia. El máximo puntaje equivale a veinte (20) puntos.

Tabla 33

Cálculo del índice de tratamiento

Índice de tratamiento	
Descripción del tratamiento	Puntaje asignado
Si se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	50
Dotación básica de laboratorio en la planta de tratamiento	Puntaje asignado
PH.	3
Trabajadores certificados	Puntaje asignado
Entre 90% y 100% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral.	15
$\sum 68$	

Nota. En la presente tabla se determinó el índice de tratamiento de acuerdo a los criterios establecidos por la resolución 2115 de 2007; la cual se basa en un conjunto de condiciones dirigidas a analizar los procesos de tratamiento, dotación del laboratorio y certificación de los trabajadores. Autor del proyecto.

Tabla 34

Cálculo del índice de continuidad

Índice de continuidad	
$IC = \frac{600 \text{ horas} * 31520 \text{ habitantes}}{730 \text{ horas} * 31520 \text{ habitantes}} * 24 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} = 19,7 \frac{\text{Horas}}{\text{dia}}$	Puntaje asignado
IC= 18.1 -23 Horas/día (Suficiente)	15

Nota. El cálculo del índice de continuidad estima el número de horas mensuales en relación al número de habitantes suministrado por la persona prestadora el cual indica un puntaje asignado de acuerdo al IC obtenido. Autor del proyecto.

En este mismo orden, una vez obtenido los resultados del índice de tratamiento y el índice de continuidad del servicio por la persona prestadora, se procede a emplear la siguiente formula:

$$IRABApp = 100 - (68 + 15)$$

$$IRABApp = 17$$

Según este resultado puede afirmarse que la empresa de servicios públicos del municipio de Curumani – Cesar se encuentra en un rango bajo categorizado entre 10.1 a 25.0 (%) según la clasificación del nivel de riesgo en salud establecido por la resolución 2115 de 2007; así mismo dentro de las acciones a tener en cuenta es la eliminación progresiva de las inconformidades en la prestación de la entidad que engloban el tratamiento y continuidad del servicio.

En este punto se puede destacar que dentro de los criterios del índice de tratamiento los puntajes asignados de las cuales se presentan más fallas técnicas es en la dotación básica del laboratorio, ya que no cuenta con ensayos de prueba de jarras, demanda de cloro, turbiedad ni color aparente ín-situ, dado a que esto se debe a la falta de recursos económicos para realizarles

los mantenimientos previos y no hay disposición de la gerencia de manera oportuna para la adquisición de los equipos faltantes que mejoren la calidad en la prestación del servicio. Es importante resaltar que los resultados de la toma de muestras ejecutadas en el tanque de almacenamiento e hidrante # 3 Barrio El Centro cumple a cabalidad con los límites permisibles según la normatividad colombiana y por ende el IRCA arrojó 0% en riesgos en la salud verificando que es agua potable apta para consumo humano.

3.1.2.4 Comparar y analizar los resultados obtenidos con la normatividad ambiental vigente (resolución 2115 de 2007).

Para el cumplimiento de esta actividad se tuvo en cuenta la resolución 2115 de 2007 con la finalidad de comparar y analizar los resultados obtenidos de la toma de muestra de agua potable suministrado por la empresa prestadora del servicio público.

A continuación, veamos la tabla 35 que plasma los límites permisibles y los resultados obtenidos por los parámetros evaluados por la empresa prestadora del servicio público de agua potable:

Tabla 35

Comparación de los resultados con la resolución 2115 de 2007

Parámetro	Parámetros analizados en agua potable				
	Resolución 2115 -2007	PTAP (Tanque de almacenamiento)	Barrio el Centro (Hidrante #3)	Cumple	
				SI	NO
Alcalinidad total (mg/L)	200	114	112	X	
Aluminio (mg/L)	0,2	<0,1000	<0,1000	X	
Calcio (mg/L)	60	29,6319	29,4708	X	

Cloro libre residual (mg/L)	0,3 – 2,0	0,52	0,88	X
Cloruros(mg/L)	250	5,05	4,86	X
Color aparente (UPC)	15	<5,00	<0,50	X
Conductividad (µS/cm)	1000	289,0	287,0	X
Dureza total(mg/L)	300	126	147	X
Fluoruros(mg/L)	1,0	<0,100	0,116	X
Fosfatos(mg/L)	0,5	0,090	0,083	X
Hierro(mg/L)	0,3	<0,1000	<0,1000	X
Magnesio(mg/L)	36	8,7558	8,3550	X
Nitratos(mg/L)	10	1,20	<0,886	X
Nitritos(mg/L)	0,1	<0,020	<0,020	X
PH	6,5-9,0	8,00	8,00	X
Solidos totales (mg/L)	N.R	171	159	X
Sulfatos(mg/L)	250	35,4	33,9	X
Temperatura °C	N.R	21,7	21,9	X
Turbiedad (UNT)	2	<0,500	<0,500	X
Aerobios mesófilos UFC/100 mL	100	<1	<1	X
Coliformes Totales UFC/100 mL	0	<1	<1	X
Escherichia Coli UFC/100 mL	0	<1	<1	X

Nota. Los resultados <1 indica ausencia de crecimiento del parámetro analizado según la especificación referenciada por el laboratorio Nancy Flores García. Autor del proyecto.

De acuerdo a la tabla presentada anteriormente y en relación a la resolución 2115 del 2007 por medio de la cual se realizó la comparación de los parámetros tomados por la empresa ACUACUR E.S.P. con el objetivo de verificar el cumplimiento en control y vigilancia de la calidad del agua potable. Debe quedar bastante claro que la empresa de servicios públicos cumple satisfactoriamente a cabalidad en todos los parámetros evaluados por la resolución siendo impredecible decir que no hay riesgos en la salud de la población curumanilense.

3.1.3 Plantear estrategias que permitan controlar y reducir las problemáticas técnicas - operativas presentes en el sistema de acueducto de ACUACUR E.S.P en el municipio de Curumani- Cesar.

3.1.3.1 Analizar las falencias encontradas en los diferentes procesos aplicados al sistema de acueducto.

Mediante el análisis efectuado al sistema de acueducto del municipio de Curumaní se darán a conocer los procesos evaluados de manera descriptiva con la finalidad de evidenciar las falencias técnicas – operativas en la prestación del servicio:

Captación

Las válvulas de entrada, salida y evacuación del sistema se encuentran en mal estado debido a la falta de mantenimiento dificultando la operación correcta al momento de maniobrarlas.

En el proceso de la captación del preciado líquido se evidencia la falta de capacidad en el área hidráulica del sistema afectando las actividades del mantenimiento por parte de los operarios y lo que acontece realmente es que este proceso estructuralmente no cumple en el transporte continuo hacia los desarenadores ya que colapsa por el exceso de arena y solidos de gran tamaño.

La bocatoma no cuenta con luminosidad ni garita de seguridad para resguardar a los trabajadores y velar por su integridad física.

Desarenador

Se evidencio tubería no adecuada con respecto a las dimensiones y presencia de material de asbesto – cemento en el proceso de aducción que conduce hacia la PTAP por gravedad, no cumpliendo con la normatividad vigente en temas de calidad del recurso hídrico.

Medición de caudal

Se realiza por medio de boya con la finalidad de llevar a cabo un control y seguimiento al caudal de entrada a la planta de tratamiento. Se observa deterioro y falta de mantenimiento al equipo de medición puesto a que los caudales que se registran no varían al momento de su toma.

Dosificación

Cuenta con una tubería 3” en PVC la cual facilita la aplicación del sulfato de aluminio tipo B que se denomina difusor en donde se aplica el insumo al vertedero llamado canal de aireación. Actualmente la tubería está agrietada y no hay una solución uniforme en toda la sección; además la infraestructura donde se realiza la mezcla del coagulante denominada pileta de dosificación se encuentra en estado obsoleto debido a que el material de la estructura ha cumplido su ciclo útil y

las instalaciones no cumplen con las medidas de seguridad al momento de ejecutar las actividades en este proceso.

Dentro de este mismo contexto es importante resaltar que no hay un manual de procedimientos para la aplicación eficiente del sulfato de aluminio tipo B.

Sedimentadores

Las láminas de los sedimentadores se encuentran en mal estado debido a que no se han cambiado desde hace aproximadamente 40 años y por consiguiente ya ha cumplido su ciclo de vida útil; además actualmente el material del que están elaboradas las láminas es en asbesto – cemento evidenciándose grietas de gran tamaño que impiden el normal y eficiente funcionamiento de este proceso.

De la misma manera se debe contemplar que la falta de mantenimiento causa progresivamente el deterioro de los sedimentadores.

Filtros

El material de los filtros del sistema de acueducto tiene aproximadamente 17 años de uso, esto puede definir y contemplar que este proceso no esté siendo efectivo a la hora de eliminar o remover las partículas coloidales cuando se filtran por el este medio poroso.

La tapa y las escaleras de acceso a la cabina de los filtros se encuentra compuesto por hierro obsoleto, el cual presenta un riesgo latente a los operarios del sistema ya que pueden ocasionar un accidente laboral.

Cloración

En el área donde se encuentran ubicado los contenedores de cloro gaseoso presentemente generan un riesgo eléctrico a los operarios del sistema debido a la falta de recubrimiento aislante en el cableado evitando el contacto directo y fugas de corrientes.

Además, actualmente existe la carencia de un tanque elevado con la finalidad de inyectar cloro gaseoso aumentando la presión y homogenización del mismo ejecutándose este procedimiento de la mejor manera.

Red de distribución

Presenta problemas de suministro porque no abastece al 100% de la población, a esto se le suma la cantidad de acometidas ilegales dentro del casco urbano del municipio de Curumaní representando el desabastecimiento en la prestación del servicio a los usuarios suscriptores del sistema. Dentro de este mismo contexto no se cuenta con fuentes alternas de suministro para contrarrestar los meses de sequía en la que la Quebrada San Pedro no es capaz de brindar las condiciones óptimas para la prestación eficiente del servicio.

Aquí ha de resaltar que los barrios donde se presenta continuamente esta problemática es en algunas zonas del distrito 2 (El Paraíso, San José y La Cruz) y dentro del distrito 1 solamente el barrio Santísima trinidad; esto se debe al mal diseño en la instalación de la tubería para la prestación del servicio.

Los macromedidores se encuentran dañados y diferentes tramos en la red de distribución están en tubería de asbesto – cemento, el cual no cuenta con las especificaciones adecuadas para el uso empleado.

3.1.3.2 Formular estrategias que contribuyan a mejorar los procesos en el sistema de acueducto ubicado en el municipio de Curumaní – Cesar.

En relación a lo anterior donde se identificaron los procesos del sistema de acueducto que requieren mejoras de acuerdo a las diferentes fallas técnicas – operativas que presentan en la prestación eficaz del suministro de agua potable; de esta manera nace el hecho de que se formulen estrategias para mejorar la calidad del servicio.

Ampliación de la bocatoma. Se recomienda la adecuación estructural de la bocatoma en la ampliación de la misma y a su vez en el número de compartimentos que posee con la finalidad de que el agua tenga un mayor recorrido y pueda disipar la energía del agua acumulando la arena en su infraestructura; así mismo brindarle al operario del sistema mayor tiempo de retención de los sólidos de gran tamaño y arena que se asientan en el fondo de la estructura para su respectivo mantenimiento; además esto ayudara a disminuir los riesgos a los que se encuentran expuestos

los trabajadores para operar de manera adecuada en esta actividad. Dentro de este mismo contexto se recomienda la ampliación de la rejilla lateral con el propósito de captar más cantidad del preciado líquido y así abastecer de manera efectiva a la población.

Además, se debe contemplar que actualmente la tubería de aducción-desarenador que es la que conduce el agua cruda por gravedad hacia la planta de tratamiento, el 50% de la tubería no cumple las especificaciones vigentes que promueve el proyecto de ley 97 del 19 de noviembre de 2015. Cabe concluir que para cumplir este proceso a cabalidad es importante que se gestione un proyecto dentro de la entidad con el propósito principal de realizar el cambio de la tubería en ese tramo para mejorar la prestación del servicio y disminuir las falencias directas del sistema.

Laboratorio. La instalación de la planta de tratamiento de agua potable de Curumaní actualmente cuenta con un laboratorio ineficiente ya que no contiene las herramientas necesarias y efectivas para cumplir a cabalidad con los procedimientos realizados en el mismo. Es importante resaltar que los equipos de medición de cloro, turbiedad, prueba de jarras y color aparente si están dentro de las instalaciones, pero se encuentran dañados debido al deterioro de los años; seguidamente se deben implementar capacitaciones al personal de la planta para la manipulación adecuada de estos equipos con el objetivo de mejorar cada uno de los procesos.

De estas circunstancias nace el hecho de que se programe y se ejecute la adecuación estructural del laboratorio incluyendo la adquisición de equipos, herramientas y materiales que disminuyan las falencias directas e indirectas de la prestación eficaz del servicio.

Dosificación. Estructuralmente el área donde se realiza el proceso de la aplicación del sulfato de aluminio tipo B, se encuentra en condiciones vulnerables e inadecuadas por que no representa la adecuación integra del espacio; se recomienda la rehabilitación de la estructura de la pileta dosificadora donde se realiza la mezcla homogénea manual del mismo.

En este punto se debe agregar que existe un dosificador gravimétrico que no se encuentra en uso y cabe solicitar la implementación de capacitaciones a los operarios del sistema por parte de la empresa con la finalidad de conocer y operar este valioso equipo que tiene como función principal la adición exacta de sulfato de aluminio necesaria para el cumplimiento en esta actividad.

La tubería de PVC encargada para transportar el sulfato de aluminio presenta agrietamiento y por ende no se aplica de manera uniforme al canal de aireación es por eso que se requiere cambio de la tubería de 3” con el propósito de suministrar adecuadamente evitando la interrupción en el proceso.

Alternativas a los procesos de sedimentación, filtración y cloración. Seguidamente se describirá las alternativas de mejora a los procesos que presentan más falencias técnicas – operativas del sistema de acueducto con el propósito de proporcionar soluciones eficaces en pro de mejorar la calidad en la prestación del servicio.

Sedimentación. Este proceso requiere el cambio de las láminas denominadas clarificadores lamelares que cumplen una función muy importante en este sistema, se

recomienda el uso de material como PP (Polipropileno) reforzado por talco y en PVC estabilizado ya que estos materiales cumplen con exigencias de alta calidad que nos aseguran la calidad ambiental y sostenible del proceso.

Filtración. Actualmente en apoyo de la alta gerencia de la empresa ACUACUR E.S.P. se empleó en gestión de solicitud el cambio del material de los filtros debido a la cantidad de años que llevan de uso con la finalidad de fortalecer este proceso y se mejore la calidad del mismo. De otro lado se debe efectuar la sustitución de la cubierta (tapa) y escaleras de acceso de la cabina de los filtros para que facilite el mantenimiento y evacuación del lavado; así disminuir los riesgos físicos a los que se encuentran expuestos los trabajadores.

Cloración. Se requiere la construcción de un tanque elevado con la finalidad de aumentar la presión y en consecuente que sea eficaz la homogenización requerida en la cabina de cloración; dado que se pueda efectuar de manera eficiente este proceso que es uno de los más importantes en términos de potabilización del agua.

De lo anterior se debe agregar al cambio oportuno de la tapa de la cabina ya que este se encuentra en condiciones inadecuadas que pueden producir lesiones a los operarios del sistema.

Red de distribución. La empresa de servicios públicos en los últimos años ha venido presentando problemas continuos en suministrar el servicio de agua potable a toda la población es por eso que en el mes de junio de 2020 presento ante la corporación autónoma regional del cesar la solicitud en concepto de aumento de la concesión otorgada con la finalidad de captar

más caudal de la fuente de abastecimiento; seguidamente se observa en la figura 3 el oficio radicado y recibido ante la autoridad competente:

ACUACUR
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CESAR
CORPOCESAR
Ventilable Unico de Trámites de Correspondencia Externa

EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO
ALCANTARILLADO Y ASEO DE CURUMANI
"ACUACUR E.S.P."
NIT 800.238.728 - 4 NUIR: 1-20228099-4

02673

Curumaní-Cesar, 05 de junio de 2020

Sr. JOHN VALLE CUELLO
DIRECTOR DE CORPOCESAR

Fecha: 05 JUN 2020
Hora: 10:52
Por: *[Signature]*

ASUNTO: Ampliación de la concesión para la obtención de litros en el acueducto de la Empresa ACUACUR E.S.P.

Cordial Saludo

La presente es para solicitarle muy respetuosamente el aumento de caudal de la concesión otorgada mediante la **resolución No 844 de fecha 18 de octubre de 2005**, sobre la Quebrada San Pedro con identificación tributaria No 800239720-4. Se planteó la necesidad de la ampliación debido a que se determinó con el método aritmético la proyección a 10 años teniendo en cuenta la expansión demográfica por los barrios formales e informales, por lo que necesitamos suplir las necesidades básicas y no afectar las actividades cotidianas y afectar la salud de nuestros habitantes por causa al déficit de agua que hemos tenido en los últimos años, resaltando que ya habido antecedentes exigiéndole a la corporación el aumento de la concesión mediante el **Auto No 078 del 20 de mayo de 2013**. El aproximado proyectado **54,137 Habitantes**, para lo cual se solicita la ampliación de caudal con **55 litros/ seg**, como se eruncia a continuación en los datos, cálculos y resultados arrojados teniendo en cuenta la base normativa pertinente. (Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000 y Resolución 0330 de 2017 RAS).

Muchas gracias por atención y quedamos atentos, trabajando siempre en pro de la comunidad.

Atentamente:

[Signature]
FABIAN ANDRES COMAE PALLARES
GERENTE DE ACUACUR E.S.P.

[Signature]
WILLIAM SALAZAR LEYVA
GESTOR AMBIENTAL DE ACUACUR E.S.P.

Carrera 16 N.º 7 - 32. Teléfono 5751-251
¡DAMOS VIDA A CURUMANI!

Figura 17. Solicitud aumento del caudal concesionado. Empresa de servicios públicos de acueducto y alcantarillado ACUACUR E.S.P., 2020.

En definitiva, se realizó este procedimiento teniendo en cuenta que la expansión demográfica ha aumentado por los barrios formales e informales del municipio, ya que se necesita suplir las necesidades básicas y no afectar las actividades cotidianas que pueden incidir directamente en la salud de los habitantes originado por causa al déficit de agua que se ha tenido

en los últimos años. Se espera que la respuesta concedida por CORPOCESAR se realice en términos positivos y pueda otorgar el caudal requerido por la empresa ACUACUR E.S.P. con el propósito de abastecer de manera continua y eficiente en el suministro de agua potable a toda la población.

Los macromedidores requieren un mantenimiento con la finalidad de que su uso sea eficiente ya que actualmente no se encuentran en funcionamiento haciendo imposible identificar el porcentaje de pérdidas a la entrada y salida de la planta de tratamiento de agua potable.

Capacitaciones e implementación de EPP. La empresa ACUACUR E.S.P. tiene poca o nula implementación de capacitaciones a los operarios directos de la planta de tratamiento es por eso que se debe implementar dentro del programa de control interno la ejecución de capacitaciones que refuercen los conocimientos y cuidados integrales de protección personal con la finalidad de disminuir los riesgos directos a los que se encuentran expuestos a la hora de realizar cada una de sus actividades diarias. Así mismo se requiere implementar un plan de capacitación de la importancia de los EPP que incluya riesgos físicos, planes de contingencia y emergencia con el propósito directo de reducir accidentes laborales efectuándose control y vigilancia para el uso adecuado de las herramientas necesarias de protección.

3.1.3.3 Realizar un informe final de la prestación del servicio de agua potable suministrado por la empresa prestadora.

Para el cumplimiento efectivo de esta actividad se tuvo en cuenta cada una de los criterios de todo el cuerpo de trabajo con la finalidad de ser puntual y realizar especificaciones adecuadas

a la entidad; a continuación, se describe en la tabla 36 en relación a las determinaciones generadas a la empresa ACUACUR E.S.P.

Tabla 36

Informe de la prestación del servicio de agua potable de la empresa ACUACUR E.S.P

**INFORME DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO ACUACUR E.S.P. DEL
MUNICIPIO DE CURUMANI CESAR**



Introducción

La empresa de servicios públicos de acueducto y alcantarillado ACUACUR E.S.P. del municipio de Curumaní – cesar es una entidad industrial y comercial encargada de la prestación del sector de agua potable y saneamiento básico. Está dotada en su autonomía administrativa y patrimonio municipal ya que es una empresa 100% publica.

Funciones

Dentro de sus funciones principales establecen criterios de seguimiento y monitoreo de la calidad del agua a través de la toma de muestras, conservación y protección de la microcuenca Quebrada San Pedro por medio de reforestaciones en la parte alta y media, así mismo campañas de sensibilización ambiental por medio de jornadas pedagógicas que permite reforzar los conocimientos hacia el uso y ahorro eficiente del agua.

En relación a la divulgación de sucesos inoportunos y estrategias de concientización ambiental se ejecutan programas radiales con el propósito de mantener a la comunidad informada y generar cambios positivos en las personas.

Resultados

La empresa de servicios públicos se encuentra en un proceso de formulación del plan maestro de acueducto y alcantarillado con el objetivo de mejorar las falencias presentes en el suministro, tratamiento e infraestructura técnica operativa. De acuerdo a toda la ejecución de la pasantía se propone mejoras y orientaciones a perfeccionar cada uno de los procesos implementados en el sistema de acueducto, dentro de ellos encontramos:

- Intervención inmediata de la captación
- Mejoramiento estructural del proceso de dosificación
- Filtros, sedimentadores y cloración
- Censo para conocer los usuarios ilegales del sistema
- Mejoramiento de las redes de distribución

Recomendaciones

Promover y gestionar apoyo municipal con la finalidad de formular proyectos e iniciativas que empiecen a mejorar los procesos teniendo en cuenta todas las inconformidades del usuario; de esta misma manera comprender que el agua es un recurso vital para mejorar las necesidades básicas de una población.

Conclusiones

ACUACUR E.S.P. cumple adecuadamente en muchos procesos técnicos-operativos, pero debe fortalecer las falencias encontradas en el sistema; así mismo implementar un plan de capacitaciones para que los trabajadores aumenten sus conocimientos y puedan realizar con mayor eficiencia cada una de sus actividades.

Capítulo 4. Diagnostico final

La empresa de servicios públicos de acueducto y alcantarillado del municipio de Curumaní cuenta con instrumentos esenciales para conservar, mitigar, compensar y concientizar a la población al manejo adecuado de los recursos naturales renovables, en la cual se evidencia un plan de saneamiento y manejo de vertimientos, un plan de contingencia que se ejecuta para atenuar el déficit de agua en los meses de sequía, plan de uso eficiente y ahorro del agua incluyendo comparendera por desperdicios en domicilio. Además, tiene programas socio-ambientales implementados de manera directa con la comunidad con el propósito de salvaguardar la prestación del servicio hacia las generaciones futuras.

Mis aportes como profesional se integraron de manera eficiente a la implementación del registro de parámetros esenciales para determinar el análisis de la calidad del agua (IRCA%) e índices de contaminación (ICA, ICOMO, ICOMI y ICOSUS) de la microcuenca Quebrada San Pedro, ya que en el área de laboratorio no reposan estos datos que fortalecen la prestación de la calidad del agua suministrada por la empresa ACUACUR E.S.P. Aquí vale la pena enfatizar que las aportaciones tuvieron un logro muy importante en la entidad porque se trabajó en la evaluación de las falencias técnicas-operativas actualmente latentes en cada uno de los procesos del sistema de acueducto con el objetivo de darle soluciones eficientes y se gestionen proyectos por parte de la alta gerencia que aporten directamente al mejoramiento de estructural de la planta de tratamiento.

En mi experiencia como pasante aporte a mi labor como profesional al crecimiento integro de manera satisfactoria para cumplir este reto con mucha entrega y recibimiento por parte de la entidad, brindándome todas las herramientas necesarias para el desarrollo de mi pasantía. Así mismo el apoyo continuo a las actividades complementarias del área ambiental con la finalidad de mejorar los procesos y apuntar de manera efectiva a alcanzar los resultados planificados por la dependencia.

Capítulo 5. Conclusiones

El diagnóstico situacional del sistema de tratamiento de agua potable que suministra la empresa ACUACUR E.S.P. del municipio de Curumaní presenta condiciones apropiadas y pertinentes al buen manejo técnico-operativo de la entidad, pero se evidencian falencias que colocan en riesgo la salud de las personas debido a la ejecución de técnicas empíricamente por parte de los operarios del sistema.

La captación de la PTAP es la más vulnerable ya que requiere la rehabilitación inmediata de la misma debido al deterioro estructural que deja ingresar fácilmente arenas y sólidos de gran tamaño, señalando que la infraestructura se encuentra en malas condiciones impidiendo el buen funcionamiento de este proceso.

Los resultados del análisis de los índices de contaminación (ICOSUS, ICOMO y ICOMI) de la fuente de abastecimiento Quebrada San Pedro indica resultados positivos en la categoría de ninguno por sólidos suspendidos; en el índice de materia orgánica resulta un nivel bajo y el ICOMI representa un valor intermedio arrojando un color amarillo que indica alta presencia de sales de calcio y magnesio; sin embargo, esta microcuenca es apta y con un grado de contaminación mínimo que facilita el proceso de potabilización.

En cuanto a la evaluación de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA), la cual fue ejecutado en primera instancia en el tanque de almacenamiento y un segundo punto de muestreo en el barrio El Centro denominado “Hidrante #3” arrojando como derivación final un

nivel sin riesgo contemplado por la resolución 2115 de 2007, así mismo reafirma un compromiso de gestión sobre la salud pública por parte de la empresa.

Por otro lado, el IRABApp se encuentra en un nivel bajo ya que el índice de dotación básica del laboratorio en la planta de tratamiento es ineficiente porque no emplea el manejo de herramientas y equipos como la medición de turbiedad, cloro, color aparente ni implementación de la prueba de jarras, razón por la cual se debe gestionar lo enunciado anteriormente en pro de mejorar la prestación del servicio de la calidad del agua potable.

Con respecto al análisis comparativo con la resolución 2115 de 2007 presento resultados positivos porque todos los parámetros físicos-químicos y microbiológicos evaluados se encuentran dentro de los límites permisibles para la calidad del agua para consumo humano.

En relación al trabajo ejecutado en cuanto al análisis de las falencias de los procesos técnico-operativo se evidencian riesgos hacia la integridad física de los trabajadores como riesgos químicos, físicos, condiciones de seguridad (riesgos en altura y espacios confinados), razón por la cual se deben emplear capacitaciones para el uso adecuado de EPP, plan de contingencia y emergencias con el propósito de disminuir los altos riesgos a los que se encuentran expuestos en el cumplimiento de sus actividades.

Capítulo 6. Recomendaciones

Según lo evidenciado a lo largo de la pasantía, la PTAP del municipio de Curumaní debe gestionar soluciones apropiadas y continuar mejorando estructuralmente los procesos operativos del sistema de acueducto con la finalidad de fortalecer la prestación del servicio.

Realizar un diagnóstico evaluativo de todo el proceso de la PTAP teniendo en cuenta las falencias encontradas en el sistema de acueducto con el objetivo de optimizar la prestación del servicio de agua potable.

Mejorar la estructura externa de la PTAP adecuando la cerca perimetral, instalando señalización en los procesos y reparación de las barandas de acceso a la planta con el propósito de evitar accidentes laborales.

Colocar en funcionamiento el instrumento empleado para la medición de la prueba de jarras y adquisición de equipos especiales para el registro de datos de cloro, turbiedad y color aparente.

Fortalecer y colocar en marcha el plan de capacitaciones dirigido a los operarios del sistema con la finalidad de brindarles conocimiento y actualización de la normatividad vigente en correspondencia a la potabilización.

Incluir en el área de laboratorio la toma de parámetros físicos-químicos y microbiológicos del análisis de la calidad del agua potable, ya que esta no se realiza por parte de la empresa.

Realizar un manual de procedimientos para implementar mantenimientos periódicos a cada uno del proceso de la PTAP mejorando la prestación del servicio del agua potable.

Gestionar por parte de la alta gerencia recurso humano y económico con el propósito de asumir actividades que mejoren la eficiencia en la prestación del servicio y a la misma vez se proporcione la conservación de la Microcuenca Quebrada San Pedro salvaguardando la salud pública del municipio Curumaní.

Referencias

- Andía. (Abril de 2000). Obtenido de https://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154
- Comisión Nacional del Agua. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Coyoacán, México, D.F: Edición 2007.
- Cubillos, Naranjo. (2018). *diseño hidráulico de obras civiles para la captación y tratamiento de agua cruda del sistema de acueducto centro poblado la magdalena municipio de Quebradanegra, Cundinamarca*. Bogota D.C.
- IDEAM. (2015). *Estudio Nacional del Agua* . Bogota, D.C.
- Instituto Nacional de Salud. (2011). *Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio* . Bogota D.C.
- Londoño. (S,F). Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10961/CARACTERI...pdf;jseccionid=C7F8AF6422AE6CC84A9609BAFDAAC892?sequence=1>
- MINSALUD. (2018). *Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano*. Bogota D.C.
- Organizacion de las Naciones Unidas. (2019). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hidricos 2019*.
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Obtenido de https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Palma. (2016). INFORME EJECUTIVO CUATRIMESTRAL - MODELO ESTANDAR DE CONTROL INTERNO. Curumaní: Acuacur E.S.P.
- Ramos. (junio de 2016). *Criterios de diseño para la captación de aguas por medio de obra tipo coanda lateral en rios de montaña*. Obtenido de http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2279/1/Ramos_Salinas_Wilfredo_Alexis.pdf
- Rodríguez. (Mayo de 2007). *Guia de elaboración de diagnostico*. Obtenido de <http://www.cauqueva.org.ar/archivos/gu%EDa-de-diagn%F3stico.pdf>
- UNESCO. (2017). *Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos 2017*. unesdoc.unesco.org/images/0024/002471/247153e.pdf .

Apéndices

Apéndice A. Resultados de pruebas físico químicas y microbiológicas.

Laboratorios Nancy Flórez García S.A.S
Confiables e independientes

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

CERTIFICADO DE ANALISIS
N° 37140

REEMPLAZA EL CERTIFICADO N° 36357

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
EMPRESA : EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DEL MUNICIPIO DE CURUMANI ACUACUR E.S.P
DIRECCIÓN : Cr 16 N° 7-32 NIT : 800239720
CONTACTO : NIXON LOPEZ CIUDAD : CURUMANI
CARGO : TECNICO EN LABORATORIO TELÉFONO : 3003867731

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA
NOMBRE : AGUA POTABLE HORA MUESTRA : 17:30
LUGAR DE MUESTREO : BARRIO EL CENTRO MUESTREO : 2020/10/26
PUNTO DE MUESTREO : HIDRANTE 3 RECEPCIÓN : 2020/10/27
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE CODIGO : 201061357 INICIO ENSAYOS : 2020/10/27
PLAN DE MUESTREO : N.S LOTE : N.A FINAL ENSAYOS : 2020/12/02
PROC. DE MUESTREO : N.S REGISTRO INVIMA : N.A INFORME : 2020/12/02

Fisicoquímico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Alcalinidad Total mg CaCO ₃ /L	SM 2320 B - Volumétrico	0,500	2020/10/27	200	112
Nitratos mg/L	SM 3030 E / SM 3111 D - Espectrométrica	0,1000	2020/10/29	0,2	<0,1000
Calcio mg Ca/L	SM 3030 K / SM 3111 D - Espectrométrica	0,5000	2020/11/06	60	29,4708
Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L	HACH DPD - Fotométrico	-	2020/10/27	0,3-2,0	0,88
Dureza mg Cl/L	SM 4500-Cl B - Argentométrico	2,00	2020/11/04	250	4,86
Color Aparente UPC	AQM 114421 - Comparación visual	5,00	2020/10/27	15	<5,00
Conductividad µS/cm	SM 2510 B - Electrométrica	-	2020/11/03	1000	287,0
Dureza Total mg CaCO ₃ /L	SM 2340 C - Volumétrico - EDTA	0,500	2020/10/30	300	147
Fluoruro mg F-/L	SM 4110-B - Orniatografía Iónica	0,100	2020/11/11	1,0	0,116
Fosfatos mg PO ₄ -P ***	SM 4500-P E - Fotométrico	0,075	2020/10/27	0,5	0,083
Hierro mg/L	SM 3030 K / SM 3111 B - Espectrométrica	0,1000	2020/11/04	0,3	<0,1000
Magnesio mg Mg/L	SM 3030 K / SM 3111 B - Espectrométrica	0,1000	2020/11/03	36	8,3550
Nitrato mg NO ₃ /L	J Rodier, 9 Ed. 2011 - Fotométrico	0,886	2020/10/27	10	<0,886
Nitrato mg NO ₂ /L	SM 4500-NO ₂ B - Fotométrico	0,020	2020/10/27	0,1	<0,020
pH (21,9 °C) U de pH	SM 4500-H+ B - Electrométrico	-	2020/10/27	6,5-9,0	8,00
Sólidos Totales mg/L	SM 2540 B - Gravimétrico	10,0	2020/10/31	N.R.	159
Sulfato mg SO ₄ /L	SM 4500-SO ₄ E - Turbidimétrico	10,0	2020/11/03	250	33,9
Temperatura °C	SM 2550 B - Electrométrica	-	2020/10/27	N.R.	21,9
Turbiedad NTU	SM 2130 B - Nefelométrico	0,500	2020/10/27	2	<0,500

Microbiológico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Bacterias mesófilas UFC/100ml.	SM 9215 D - Filtración por Membrana	1	2020/10/27	100	<1
Coliformes Totales UFC/100ml.	SM 9222 B - Filtración por Membrana	1	2020/10/27	0	<1
Escherichia coli UFC/100 ml.	SM 9222 D - Filtración por Membrana	1	2020/10/27	0	<1

Especificación: RESOLUCIÓN 2113/07 CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO (MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL)

NOTA :
Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.
***Acreditado como Fósforo Reactivo Total de acuerdo a la Resolución 0398 de 2019.
La muestra cumple con los parámetros de la especificación.
Este informe de resultado reemplaza el Certificado de Análisis N° 36357 para realizar reporte de resultados de parámetros microbiológicos.

N.A.: No Aplica N.S.: No Suministrado N.R.: Parametro no requerido por la especificación
(A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Límite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.
El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado

Página 1 de 2

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co
Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar


Laboratorios
Nancy Flórez García S.A.S
 Dirección e identificación
 N°: B04.C06.598-O

COD: RD-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

CERTIFICADO DE ANALISIS
 N° 37140
REEMPLAZA EL CERTIFICADO N° 36357

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
 EMPRESA : EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DEL MUNICIPIO DE CURUMANI ACTUADOR E.S.P
 DIRECCIÓN : C-16 N° 7-32
 CONTACTO : NIXON LÓPEZ
 CARGO : TECNICO EN LABORATORIO

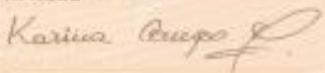
NIT : 800239720
 CIUDAD : CURUMANI
 TELÉFONO : 3003867731

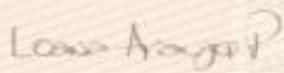
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA
 NOMBRE : Agua POTABLE
 LUGAR DE MUESTREO : BARRIO EL CENTRO
 PUNTO DE MUESTREO : HIDRANTE 3
 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
 PLAN DE MUESTREO : N.S
 PROC. DE MUESTREO : N.S

CÓDIGO : 201061357
 LOTE : N.A
 REGISTRO INVIMA : N.A

HORA MUESTRA : 17:30
 MUESTREO : 2020/10/26
 RECEPCIÓN : 2020/10/27
 INICIO ENSAYOS : 2020/10/27
 FINAL ENSAYOS : 2020/12/02
 INFORME : 2020/12/02

Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los ensayos. La fecha de finalización cumple en cada caso los tiempos establecidos en el método.
 Laboratorio Acreditado por el SICAM según Resolución N° 0398 de 02 de mayo 2018 * por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLÓREZ GARCÍA de la SOCIEDAD LABORATORIO DE NANCY FLÓREZ GARCÍA S.A.S., para producir información cuantitativa, física, química y biológica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionados con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

APROBÓ

KARINA CAMPO
 TP: 80-3809
 Coordinador Técnico de Laboratorio


LOANA ARAUJO PUMAREJO
 Directora del Laboratorio

Fin de Informe

Página 2 de 2

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labnancyflorez.com.co
 Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valle de Upar



Nancy Flórez García S.A.S.

Confiable en toda prueba

Nº: 824.005.938-0

COD.: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

CERTIFICADO DE ANALISIS

Nº 37139

REEMPLAZA EL CERTIFICADO Nº 36356

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DEL MUNICIPIO DE CURUMANI ACUACUR E.S.P
 DIRECCIÓN : Cr 16 Nº 7-32
 CONTACTO : NIXÓN LOPEZ
 CARGO : TÉCNICO EN LABORATORIO

NIT : 800239720
 CIUDAD : CURUMANI
 TELÉFONO : 3003867731

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA POTABLE
 LUGAR DE MUESTREO : PLANTA DE TRATAMIENTO
 PUNTO DE MUESTREO : TANQUE # 1
 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
 PLAN DE MUESTREO : N.S
 PRDC. DE MUESTREO : N.S

CODIGO : 201061356
 LOTE : N.A
 REGISTRO INVIMA : N.A

HORA MUESTRA : 17:00
 MUESTREO : 2020/10/26
 RECEPCIÓN : 2020/10/27
 INICIO ENSAYOS : 2020/10/27
 FINAL ENSAYOS : 2020/11/12
 INFORME : 2020/12/02

Fisicoquímico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Nitritos Total mg CaCO ₃ /L	SM 2320 B - Volumétrica	0,500	2020/10/27	200	114
Aluminio mg/L	SM 3030 E / SM 3111 D - Espectrométrica	0,1000	2020/10/29	0,2	<0,1000
Calcio mg Ca/L	SM 3030 K / SM 3111 D - Espectrométrica	0,5000	2020/11/06	60	29,6319
Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L	HACH DPD - Fotométrico	-	2020/10/27	0,3-2,0	0,52
Cloruros mg Cl/L	SM 4500-Cl B - Argentométrico	3,00	2020/10/30	250	5,05
Color Aparente UPC	AQM 114421 - Comparación visual	5,00	2020/10/27	15	<5,00
Conductividad µS/cm	SM 2510 B - Electrométrica	-	2020/11/03	1000	289,0
Dureza Total mg CaCO ₃ /L	SM 2340 C - Volumétrica - EDTA	0,500	2020/10/30	300	126
Fosforo mg P/L	SM 4110-B - Cromatografía Iónica	0,100	2020/11/11	1,0	<0,100
Fosfatos mg PO ₄ /L ***	SM 4500-P E - Fotométrico	0,075	2020/10/27	0,5	0,090
Hierro mg/L	SM 3030 K / SM 3111 B - Espectrométrica	0,1000	2020/11/04	0,3	<0,1000
Magnesio mg Mg/L	SM 3030 K / SM 3111 B - Espectrométrica	0,1000	2020/11/03	36	8,7558
Nitratos mg NO ₃ /L	J Rodar, 9 Ed. 2011 - Fotométrico	0,886	2020/10/27	10	1,20
Nitros mg NO ₂ /L	SM 4500-NO ₂ B - Fotométrico	0,020	2020/10/27	0,1	<0,020
pH (21,7 °C) U de pH	SM 4500-N+ B - Electrométrico	-	2020/10/27	6,5-9,0	8,00
Sólidos Totales mg/L	SM 2540 B - Gravimétrico	10,0	2020/10/31	N.R.	171
Sulfatos mg SO ₄ /L	SM 4500-SO ₄ E - Turbidimétrico	10,0	2020/10/31	250	35,4
Temperatura °C	SM 2550 B - Electrométrica	-	2020/10/27	N.R.	21,7
Turbiedad NTU	SM 2130 B - Nefelométrico	0,500	2020/10/27	2	<0,500
Microbiológico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Aerobios mesófilos UFC/100mL	SM 9215 D - Filtración por Membrana	1	2020/10/27	100	<1
Coliformos Totales UFC/100mL	SM 9222 B - Filtración por Membrana	1	2020/10/27	0	<1
Escherichia coli UFC/100 mL	SM 9222 D - Filtración por Membrana	1	2020/10/27	0	<1

Especificación: RESOLUCIÓN 3115/07 CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO (MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL)

NOTA :

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

***Acreditado como Fosforo Reactivo Total de acuerdo a la Resolución 0398 de 2019

En los análisis de parámetros microbiológicos <1 indica ausencia de crecimiento del parámetro analizado.

La muestra cumple con los parámetros de la especificación.

Este informe de resultado reemplaza el Certificado de Análisis Nº 36356 para realizar reporte de resultados de parámetros microbiológicos.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado N.R: Parametro no requerido por la especificación

(A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Limite de cuantificación del método

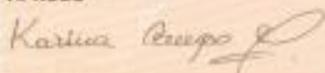
Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado

 Nancy Flórez García S.A.S Dirección: Calle 15 No. 7-32, Curumaní, Esmeraldas NIT: B24005958-0		Laboratorios Nancy Flórez García S.A.S	
CDD: RD-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018			
CERTIFICADO DE ANALISIS N° 37139 REPLAZA EL CERTIFICADO N° 36356			
INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
EMPRESA :	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DEL MUNICIPIO DE CURUMANI ACUACUM E.S.P	NET :	800290720
DIRECCION :	C/ 15 N° 7-32	CIUDAD :	CURUMANI
CONTACTO :	NIXON LÓPEZ	TELEFONO :	3003867731
CARGO :	TECNICO EN LABORATORIO		
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
NOMBRE :	AGUA POTABLE	HORA MUESTRA :	17:00
LUGAR DE MUESTREO :	PLANTA DE TRATAMIENTO	MUESTREO :	2020/10/26
PUNTO DE MUESTREO :	TANQUE # 1	RECEPCIÓN :	2020/10/27
TIPO DE MUESTRA :	SIMPLE	INICIO ENSAYOS :	2020/10/27
PLAN DE MUESTREO :	N.S	FINAL ENSAYOS :	2020/11/12
PROC. DE MUESTREO :	N.S	INFORME :	2020/12/02
	CODIGO : 201061356		
	LOTE : N.A		
	REGISTRO INVOMA : N.A		
<p>Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.</p> <p>Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución N° 0396 de 02 de mayo 2019 * por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLOREZ GARCÍA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCÍA S.A.S., para producir información cuantitativa, física, química y biológica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionado con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.</p>			
APROBÓ  <hr/> KARINA CAMPO TP: 90-2859 Coordinador Técnico de Laboratorio		 <hr/> LOANA ARAUJO PUNAREJO Directora del Laboratorio	
Fin de Informe			
Página 2 de 2			
Telefonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: curstad.amb@labnancyflorez.com.co Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar			


Nancy Flórez García S.A.S
 Confiable y transparente
 NIT: 804.005.699-0

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO
IDEAM
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA Y UNIDADES DE MEDIDA

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018
CERTIFICADO DE ANALISIS
 N° 36109

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
 EMPRESA : EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DEL MUNICIPIO DE CURUMANI ACUACUR E.S.P.
 DIRECCIÓN : Cr 16 N° 7-32 NIT : 800239720
 CONTACTO : NIXON LOPEZ CIUDAD : CURUMANI
 CARGO : TECNICO EN LABORATORIO TELÉFONO : 3003867731

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA
 NOMBRE : AGUA SUPERFICIAL HORA MUESTRA : 18:00
 LUGAR DE MUESTREO : QUEBRADA SAN PEDRO MUESTREO : 2020/09/30
 PUNTO DE MUESTREO : 10 m ANTES DEL PUNTO DE CAPTACION RECEPCIÓN : 2020/10/01
 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE CODIGO : 201060516 INICIO ENSAYOS : 2020/10/01
 PLAN DE MUESTREO : N.S LOTE : N.A FINAL ENSAYOS : 2020/11/03
 PROC. DE MUESTREO : N.S REGISTRO INVIMA : N.A INFORME : 2020/11/04

Fisicoquímico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Alcalinidad Total mg CaCO ₃ /L (A)	SM 2320 B - Volumétrica	0,500	2020/10/01	200	119
Aluminio mg/L	SM 3030 E / SM 3111 D - Espectrométrico	0,1000	2020/10/08	0,2	<0,1000
Calcio mg Ca/L (A)	SM 3030 K / SM 3111 D - Espectrométrico	0,5000	2020/10/16	90	27,6767
Carbono Orgánico Total mg/L (S)	SPA 415 3 - Combustión infrarroja	2,00	2020/10/24	5,0	<2,00
Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L	HACH DPD - Fotométrico	-	2020/10/01	0,3-2,0	0,00
Cloruro mg Cl ₂ /L (A)	SM 4500-Cl B - Argentometría	2,00	2020/10/10	250	3,09
Color Aparente UPC	AQM 134421 - Comparación visual	5,00	2020/10/01	15	10,0
Dureza Total mg CaCO ₃ /L (A)	SM 2340 C - Volumétrica - EDTA	0,500	2020/10/15	300	121
Fluoruro mg F ₂ /L (A)	SM 4110-B - Cromatografía iónica	0,100	2020/10/28	1,0	0,171
Fosfato mg PO ₄ /L ***	SM 4500-P E - Fotométrico	0,075	2020/10/02	0,5	0,087
Hierro mg/L (A)	SM 3030 K / SM 3111 B - Espectrométrico	0,1000	2020/10/14	0,3	0,7787
Magnesio mg Mg/L (A)	SM 3030 K / SM 3111 B - Espectrométrico	0,1000	2020/10/19	36	7,2857
Manganeso mg/L (A)	SM 3030 K / SM 3111 B - Espectrométrico	0,1000	2020/10/10	0,1	<0,1000
Molibdeno mg/L	SM 3030 E / SM 3111 D - Espectrométrico	0,0200	2020/10/20	0,07	<0,0200
Nitrato mg NO ₃ /L (A)	J Radler, 9 Ed. 2011 - Fotométrico	0,886	2020/10/01	10	<0,886
Nitrito mg NO ₂ /L (A)	SM 4500-NO ₂ B - Fotométrico	0,020	2020/10/01	0,1	<0,020
pH (24,4 °C) U de pH	SM 4500-H+ B - Electrométrico	-	2020/10/01	6,5-9,0	8,48
Sulfato mg SO ₄ /L (A)	SM 4500-SO ₄ E - Turbidimétrico	10,0	2020/10/13	250	28,2
Temperatura °C	SM 2350 B - Electrométrico	-	2020/10/01	N.R.	24,4
Turbiedad NTU (A)	SM 2130 B - Nefelométrica	0,500	2020/10/01	2	1,43
Zinc mg/L (A)	SM 3030 K / SM 3111 B - Espectrométrico	0,0500	2020/10/19	3	<0,0500

Microbiológico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Coliformos Totales UFC/100ml	SM 9222 B - Filtración por Membrana	1	2020/10/01	0	DNFSC
Escherichia coli UFC/100 ml	SM 9222 D - Filtración por Membrana	1	2020/10/01	0	6x10 ⁻¹

Especificación: RESOLUCIÓN 2115/07 CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO (MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL)

NOTA :
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.
 DNPSIC: Crecimiento demasiado numeroso para ser contado.
 ***Acreditado como Fosforo Reactivo Total de acuerdo a la Resolución 0398 de 2019.
 La muestra no cumple con los parámetros de la especificación para: Cloro Libre Residual, Hierro, Coliformos Totales y E. Coli.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado N.R: Parametro no requerido por la especificación
 (A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Límite de cuantificación del método
 Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.
 El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.
 No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.
 Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado.

Página 1 de 2

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co
 Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar


Laboratorios
Nancy Flórez García S.A.S
 Dirección Privada
 N°: B04.005.999-0

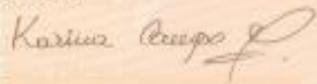
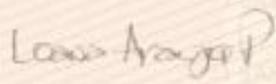

IDEAM
 INSTITUTO NACIONAL
 DE METEOROLOGÍA Y
 HIDROGRAFÍA

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018
CERTIFICADO DE ANALISIS
 N° 36109

INFORMACIÓN DEL CLIENTE	
EMPRESA : EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DEL MUNICIPIO DE CURUMANI ACUACUR E.S.P	NIT : 800239720
DIRECCIÓN : Cr 16 N° 7-32	CIUDAD : CURUMANI
CONTACTO : NIXON LÓPEZ	TELÉFONO : 3003867734
CARGO : TÉCNICO EN LABORATORIO	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
NOMBRE : AGUA SUPERFICIAL	HORA MUESTRA : 18:00
LUGAR DE MUESTREO : QUEBRADA SAN PEDRO	MUESTREO : 2020/09/30
PLANTO DE MUESTREO : 10 m ANTES DEL PUNTO DE CAPTACION	RECEPCIÓN : 2020/10/01
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE	INICIO ENSAYOS : 2020/10/01
PLAN DE MUESTREO : N.S	FINAL ENSAYOS : 2020/11/03
PROC. DE MUESTREO : N.S	INFORME : 2020/11/04
CODIGO : 201060515	
LOTE : N.A	
REGISTRO INVIMA : N.A	

Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumple en cada caso los tiempos establecidos en el método.

Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución N° 0796 de 02 de mayo 2019 " por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLOREZ GARCIA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCIA SAS., para producir información cuantitativa, física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

<p>APROBÓ</p>  <hr/> <p style="text-align: center;"> KARINA CAMPO TP: PQ-2839 Coordinador Técnico de Laboratorio </p>	 <hr/> <p style="text-align: center;"> LOANA ARAUJO PUMAREJO Directora del Laboratorio </p>
---	--

Fin de Informe



COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

CERTIFICADO DE ANALISIS
 N° 31427
INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DEL MUNICIPIO DE CURUMANI ACUACUR E.S.P.
 DIRECCIÓN : Cr 16 N° 7-32 NIT : 800239720
 CONTACTO : NIXÓN LÓPEZ CIUDAD : CURUMANI
 CARGO : TECNICO EN LABORATORIO TELÉFONO : 3003867731

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA SUPERFICIAL HORA MUESTRA : 16:15
 LUGAR DE MUESTREO : QUEBRADA SAN PEDRO MUESTREO : 2020/10/17
 PUNTO DE MUESTREO : 10 m DEL PUNTO DE ENTRADA A LA BOCATOMA RECEPCIÓN : 2020/10/18
 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE CODIGO : 200356598 INICIO ENSAYOS : 2020/10/18
 PLAN DE MUESTREO : N.S. LOTE : N.A. FINAL ENSAYOS : 2020/10/26
 PROC. DE MUESTREO : N.S. REGISTRO INVIMA : N.A. INFORME : 2020/10/27

Fisicoquímico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5) mg O ₂ /L (A)	SM 5210 B - EPA 360.3 - Incubación 5 días	3,00	2020/10/18	135,00	<3,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O ₂ /L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	30,0	2020/10/21	370,00	<30,0
Oxígeno disuelto mg/L (A)	SM 2500 B - Electrométrico	> 4,00	2020/10/20	> 4,00	7,52
Nitrato mg NO ₃ /L (A)	J Rodar, 9 Ed. 2011 - Fotométrico	0,850	2020/10/18	Análisis y Reporte	0,598
Nitrato mg NO ₂ /L (A)	SM 4500-NO ₂ B - Fotométrico	0,020	2020/10/18	Análisis y Reporte	<0,020
Conductividad Eléctrica uS/cm	SM 2540 C - volumétrico EDTA	-	2020/10/21	N.R.	127,7
pH (23,2 °C) U de pH	SM 4500-H+ B - Electrométrico	-	2020/10/18	5,00 a 9,00	8,56
Sólidos Suspendedos Totales mg/L (A)	SM 2540 D - Gravimétrico	5,00	2020/10/19	135,00	<5,00
Sólidos Totales mg/L (A)	SM 2540 B - Gravimétrico	10,0	2020/10/19	N.R.	348
Temperatura °C	SM 2550 B - Electrométrica	-	2020/10/18	40,00	23,2
Microbiológico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Coliformes totales NMP/100 mL (A)	SM 9223 B - Sustrato enzimático multicalda	1	2020/10/18	N.R.	1299,7x10 ⁻¹
Coliformes fecales NMP / 100 mL (A)	SM 9223 B - Sustrato enzimático multicalda	1	2020/10/18	N.R.	14,5x10 ⁻¹

Especificación: RESOLUCIÓN 0631 DEL 2015 ART 8 Y 16 (CARGA MENOR O IGUAL A 625,00 Kg/día DBO5) - (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE)

NOTA :

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.
 La muestra cumple con los parámetros de la especificación.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado N.R: Parametro no requerido por la especificación
 (A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado.

Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.

Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución N° 0398 de 02 de mayo 2019 * por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLOREZ GARCIA DE LA SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCIA SAS., para producir información cuantitativa, física, química y biológica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

APROBÓ

MANUEL PEÑA
 TP: 16987
 Jefe Físicoquímica

Valeria Tres Palacios
 Jefe de Microbiología

Página 1 de 2

Teléfonos: (5)5842072 Fax: 5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co
 Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar

Apéndice B. Formato de encuesta al gerente y operarios de la empresa.



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

**ENCUESTA DE RECONOCIMIENTO DE LA INFORMACIÓN NECESARIA
PARA LLEVAR A CABO EL DIAGNOSTICO TÉCNICO- OPERATIVO DEL
SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE CURUMANÍ - CESAR.**

Fecha _____ **Gerente de la empresa** _____

1. ¿Qué tipo de tratamiento se aplica en el sistema de acueducto del municipio de Curumani?

2. ¿Cuántos suscriptores tiene actualmente la empresa ACUACUR E.S.P.?

3. ¿Cuántos años lleva operando el sistema de acueducto del municipio de Curumani?

4. ¿Con que regularidad son ejecutados mantenimientos al sistema de acueducto?

5. ¿Cuál es la cobertura municipal total del sistema de acueducto del municipio de Curumani?

6. ¿Cómo ha sido la continuidad del servicio de agua potable prestado por la empresa ACUACUR E.S.P. en los últimos años?

7. ¿La empresa ACUACUR E.S.P. cuenta con un plan de contingencia cuando hay discontinuidad del servicio?

8. ¿Con que frecuencia se efectúan monitoreo a la calidad de la fuente de abastecimiento y de consumo humano?



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

ENCUESTA A LOS OPERARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE CURUMANÍ – CESAR EN PRO DE CONOCER EL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO.

Fecha _____

Nombre del Operario de la Planta: _____

1. ¿Cuántos años lleva operando la planta de tratamiento de agua potable?

2. ¿Cuáles son los riesgos técnicos –operativos que se evidencian a lo largo de los años en el sistema de Acueducto?

3. ¿Cuáles son los procesos dentro de la planta de tratamiento que han presentado más fallas técnicas?

4. ¿Con que regularidad se realizan mantenimientos de limpieza al sistema de acueducto?

5. ¿En términos generales cual es el estado actual de las válvulas de cierre y salida de la Planta?

6. ¿Dentro de todo el proceso de potabilización cuales requieren mejoras en reparación de infraestructura?

7. ¿Usted cree que requiera de más recurso humano para mejorar el proceso de operación de la planta de tratamiento?

Apéndice C. Encuestas diligenciadas al gerente y operarios de la planta.



Universidad Francisco
de Paula Santander
Ocaña - Colombia
Fundada 1960

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

ENCUESTA DE RECONOCIMIENTO DE LA INFORMACIÓN NECESARIA PARA LLEVAR A CABO EL DIAGNOSTICO TÉCNICO- OPERATIVO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE CURUMANÍ - CESAR.

Fecha 06-10-2020 Gerente de la empresa Fabian Andres Jacome P

1. ¿Qué tipo de tratamiento se aplica en el sistema de acueducto del municipio de Curumani? Convencional
2. ¿Cuántos suscriptores tiene actualmente la empresa ACUACUR E.S.P.? 6549 Suscriptores total.
3. ¿Cuántos años lleva operando el sistema de acueducto del municipio de Curumani? Desde 1978 Aproximadamente.
4. ¿Con que regularidad son ejecutados mantenimientos al sistema de acueducto? Una vez al mes.
5. ¿Cuál es la cobertura municipal total del sistema de acueducto del municipio de Curumani? 95%
6. ¿Cómo ha sido la continuidad del servicio de agua potable prestado por la empresa ACUACUR E.S.P. en los últimos años? La continuidad del servicio de agua potable depende de los meses de sequía (q. de la fuente de suministro).
7. ¿La empresa ACUACUR E.S.P. cuenta con un plan de contingencia cuando hay discontinuidad del servicio? Si cuenta con plan de contingencia del servicio de A.P.
8. ¿Con que frecuencia se efectúan monitoreo a la calidad de la fuente de abastecimiento y de consumo humano?
 - Fuente de abastecimiento → 2 veces (Ano).
 - Agua Potable → Microbiológico Diario.

Elaborado por: Karen Lorena Melo Collantes – Pasante

ENCUESTA A LOS OPERARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE CURUMANÍ - CESAR EN PRO DE CONOCER EL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO.

Fecha 07-10-2020

Nombre del Operario de la Planta: Frenias Noya Leon.

1. ¿Cuántos años lleva operando la planta de tratamiento de agua potable?

18 años

2. ¿Cuáles son los riesgos técnicos-operativos que se evidencian a lo largo de los años en el sistema de Acueducto? Riesgos en la Boratama (leada de la Q), No hay luz en la Boratama, Fugas de agua, riesgos de altura, animales peligrosos en los tanques, válvulas mal instaladas

3. ¿Cuáles son los procesos dentro de la planta de tratamiento que han presentado más fallas técnicas? Válvulas operativas, Componentes en mal estado, Sedimentadores, laminas (asbesto-cemento) inadecuado, Operación de sulfato manual, escalera de algunos procesos dañadas (impiden el mantenimiento) y los filtros no se han cambiado

4. ¿Con que regularidad se realizan mantenimientos de limpieza al sistema de acueducto?

Una vez al mes.

5. ¿En términos generales cual es el estado actual de las válvulas de cierre y salida de la Planta?

PTAP -> Buen estado. Operadores -> mal estado.

6. ¿Dentro de todo el proceso de potabilización cuales requieren mejoras en reparación de infraestructura?

• Tanque de almacenamiento
• Filtros
• Cambio de la tubería de sulfato de aluminio
• Válvulas
• Sedimentadores (laminas)
• Escalera de procesos de PMP

7. ¿Usted cree que requiera de más recurso humano para mejorar el proceso de operación de la planta de tratamiento?

Si se requiere más recurso humano para la operación de la PTAP (cada persona 6m-6m).

ENCUESTA A LOS OPERARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE CURUMANÍ - CESAR EN PRO DE
CONOCER EL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO.

Fecha 08-10-2020

Nombre del Operario de la Planta: Emilio Antonio Vare B.

1. ¿Cuántos años lleva operando la planta de tratamiento de agua potable?
18 años.
2. ¿Cuáles son los riesgos técnicos -operativos que se evidencian a lo largo de los años en el sistema de Acueducto? Válvulas dañadas, NO hay mantenimiento PMP, NO hay luz en la Secretaría, riesgo en altura
3. ¿Cuáles son los procesos dentro de la planta de tratamiento que han presentado más fallas técnicas? Fallas de equipos de laboratorio (aguados), laminas de los sedimentadores en mal estado, filtros deteriorados, válvulas de filtros (dañadas), Tapas de las cabinas de almacenamiento mal estado.
4. ¿Con que regularidad se realizan mantenimientos de limpieza al sistema de acueducto?
Una vez al mes
5. ¿En términos generales cual es el estado actual de las válvulas de cierre y salida de la Planta?
Buen estado.
6. ¿Dentro de todo el proceso de potabilización cuales requieren mejoras en reparación de infraestructura?
lecho filtrante, Sedimentadores, válvulas, Oxigenación.
7. ¿Usted cree que requiera de más recurso humano para mejorar el proceso de operación de la planta de tratamiento?
Se requiere mas recurso humano en la PMP

ENCUESTA A LOS OPERARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE CURUMANÍ - CESAR EN PRO DE
CONOCER EL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO.

Fecha 06-10-2020

Nombre del Operario de la Planta: Rodrigo Padilla Gomez

1. ¿Cuántos años lleva operando la planta de tratamiento de agua potable?
18 años
2. ¿Cuáles son los riesgos técnicos-operativos que se evidencian a lo largo de los años en el sistema de Acueducto? Riesgos altura, rayos (altos presión), falta de excomiiento, manejo de químicos, bio-seguridad, falta de equipos, equipos mal estado, ualulas etc.
3. ¿Cuáles son los procesos dentro de la planta de tratamiento que han presentado más fallas técnicas? Válvulas y compuertas en mal estado (abiertas), laminas de S de Asbesto, cemento, clasificadores y agitador de mezcla abriadas, Filtros absojato, tapas en mal estado etc.
4. ¿Con que regularidad se realizan mantenimientos de limpieza al sistema de acueducto?
Una vez al mes
5. ¿En términos generales cual es el estado actual de las válvulas de cierre y salida de la Planta?
PPA -> Buen estado, Operaciones no Regular.
6. ¿Dentro de todo el proceso de potabilización cuales requieren mejoras en reparación de infraestructura?
Filtros, Dosificación de Sulfato de Aluminio, Mejora de forma de caudal de boya, Medición de caudal, Deficiencia de generación de vacío en sistema de clarificación.
7. ¿Usted cree que requiera de más recurso humano para mejorar el proceso de operación de la planta de tratamiento?
Se requiere más recurso humano para la operación de la PPA.

Apéndice D. Evidencias fotográficas.



Nota: En las imágenes mostradas anteriormente se evidencian las visitas ejecutadas, toma de datos y registros en cada uno de los procesos del sistema de tratamiento de agua potable desde la captación hasta la PTAP. Fuente: Autor de la pasantía.





Nota: en las imágenes expuestas anteriormente se evidencia la ejecución de las encuestas a los 3 operarios del sistema de acueducto municipal. Fuente: Autor del proyecto.



Nota: en las imágenes anteriores se observa la toma de muestra de agua cruda y agua potable (tanque de almacenamiento y Barrio el centro “Hidrante #3”).