

DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA EL ABASTECIMIENTO HIDRICO DEL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN DIEGO-CESAR



AUTORAS:

MARIA ALEJANDRA PERALTA SIMANCA

YERYS PAOLA MOLINA OTERO

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR

2024

DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA EL ABASTECIMIENTO HÍDRICO DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN DIEGO-CESAR

AUTORAS:

MARIA ALEJANDRA PERALTA SIMANCA

YERYS PAOLA MOLINA OTERO

DIRECTOR

FERNANDO ANAYA PAYARES

MSC. SALUD OCUPACIONAL

CODIRECTOR

NILSON JAVIER OCHOA RUEDA

ESP. GESTIÓN AMBIENTAL

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR

2024

DEDICATÓRIA

Este proyecto está dedicado, en primer lugar, a Dios, quien nos ha guiado y sostenido a lo largo de este camino, permitiéndonos llegar a esta etapa de nuestras vidas y cerrar un capítulo para comenzar uno nuevo como profesionales. Además, queremos dedicarlo a las personas que han sido fundamentales en nuestras vidas, quienes con su amor, apoyo y sacrificio han sido el pilar en cada paso que hemos dado. Este logro es un reflejo de su confianza en nosotras y de todo lo que han hecho para ayudarnos a alcanzar nuestras metas. Gracias por estar siempre a nuestro lado.

Yo, María Alejandra Peralta, dedico este proyecto de grado con todo mi amor y gratitud a mis padres, Mary Cruz Simanca y Javier Agustín Peralta. Sus sacrificios y apoyo incondicional han sido la base sólida sobre la que he construido cada uno de mis logros. Su amor constante ha sido la fuente de mi fortaleza y determinación, inspirándome a seguir adelante en cada paso que he dado. También quiero dedicarlo a mi hermana, María Camila Peralta, por ser mi compañera incansable y mi fuente de alegría y motivación. No puedo olvidar a mis padrinos, quienes han sido como padres para mí, ofreciéndome amor y guía a lo largo de mi vida. Este logro es tanto mío como de ustedes, quienes han sido el pilar firme y el faro luminoso en mi camino. Gracias por creer en mí y por estar siempre a mi lado.

Yo, Yerys Paola Molina Otero, dedico este proyecto de grado con todo mi cariño y gratitud a mis queridos padres. Su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio han sido el fundamento de cada uno de mis logros. Gracias por ser mi guía, mi fuente de fortaleza y mi mayor inspiración a lo largo de este camino. Este logro es un reflejo de su confianza en mí y de todo lo que han hecho para ayudarme a alcanzar mis sueños. Su presencia en mi vida ha sido un faro luminoso que me ha guiado en cada paso. Gracias por estar siempre a mi lado.

Con todo nuestro Cariño y Gratitud.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a quienes han sido fundamentales en mi vida y en la realización de este proyecto. A mis padres, Mary Cruz Simanca y Javier Agustín Peralta, les debo mi profundo reconocimiento y gratitud. Ustedes han sido el pilar inquebrantable en cada etapa de mi vida, brindándome no solo cariño e inspiración, sino también el soporte material y económico necesario para concentrarme en mis estudios y avanzar a pesar de las adversidades. Su fe en mí y su amor constante me han impulsado a seguir adelante y a nunca rendirme. A mi hermana, María Camila Peralta, gracias por ser mi confidente, mi amiga y mi fuente de alegría. Tu apoyo incondicional y tu amor me han dado la fortaleza necesaria para superar los momentos difíciles y celebrar los triunfos.

A mi novio, Mario Andrés Pérez, te agradezco con todo mi ser por ser mucho más que un compañero. Eres mi confidente, mi amigo más fiel, mi colega y la luz que ha guiado mis pasos en cada etapa de este viaje. Tu amor y apoyo han sido mi refugio en los momentos difíciles y la fuerza que me ha impulsado a seguir adelante. Cada página de este proyecto lleva el eco de tu apoyo y la profundidad de tu fe en mí, y no hay palabras suficientes para expresar lo agradecida que estoy por tenerte en mi vida.

A mis profesores, les estoy enormemente agradecida por su dedicación y esfuerzo en impartir sus conocimientos. Cada lección y cada consejo han sido cruciales en mi formación académica y personal.

A mi director, Fernando Anaya, le debo una gran gratitud por su guía experta y su apoyo constante a lo largo de este proceso. Su experiencia y orientación han sido fundamentales para dar forma a este proyecto y llevarlo a buen término.

A cada uno de ustedes, mi más sincero agradecimiento. Este proyecto es un reflejo de su amor, su apoyo y su fe en mí. Sin cada uno de ustedes, no habría alcanzado este logro, y cada paso dado es un testimonio de su influencia positiva en mi vida.

Con todo mi cariño y gratitud,

Maria Alejandra Peralta Simanca

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380
Valledupar Cesar Colombia

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, Su amor incondicional, apoyo constante y confianza en mí han sido la base de todo lo que he logrado. Su aliento y sacrificios han sido mi mayor motivación a lo largo de este proyecto y de toda mi trayectoria académica.

Quiero extender mi sincero agradecimiento a Fernando Anaya, mi director de proyecto, por su invaluable guía, consejos y apoyo durante todo este proceso. Su experiencia y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo y éxito de este proyecto, y no habría sido posible sin su constante aliento y sugerencias.

También me gustaría agradecer a Ronny Javier López y Jaime Luis Ariza, mis evaluadores, por sus observaciones perspicaces y el tiempo dedicado a revisar mi trabajo. Sus comentarios constructivos y sugerencias han sido cruciales para mejorar la calidad de este proyecto. Agradezco de corazón a mis compañeros, por su colaboración, comentarios constructivos y por los momentos compartidos durante esta etapa. Su compañía ha hecho este viaje mucho más enriquecedor y agradable.

A todos ustedes, gracias por haber sido parte de esta experiencia. Este logro es tanto mío como suyo.

Con todo mi cariño y gratitud,

Yerys Molina Paola Otero

RESUMEN

El presente estudio diseñó un plan de mejoramiento para el abastecimiento hídrico del área urbana de la cabecera municipal de San Diego, César, con el objetivo de optimizar la captación, tratamiento y distribución del agua. Se evaluaron las condiciones técnicas y operativas de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), implementando un sistema de monitoreo avanzado y técnicas de prueba de calidad del agua.

Se emplearon métodos de análisis técnico, encuestas operativas y monitoreo continuo. Los resultados revelaron que la PTAP avanzó significativamente hacia el cumplimiento de las normativas vigentes, logrando una clasificación de "bueno" en el Índice de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA). Sin embargo, se identificaron áreas que aún requerían ajustes para alcanzar una clasificación "muy bueno".

El proyecto mejoró la precisión de la información técnica mediante la actualización de sistemas de medición, aunque persistieron deficiencias en la precisión y actualización de datos. Se mantuvo un Índice de Riesgo Ambiental de Bajo a Regular (IRABA) y se implementaron medidas preventivas, con oportunidades de mejora en el control ambiental.

Las conclusiones destacaron que el plan tuvo un impacto positivo, mejorando la gestión y la calidad del agua, pero subrayaron la necesidad de continuar con la implementación de recomendaciones, el monitoreo riguroso y la inversión en infraestructura. Las limitaciones incluyeron restricciones presupuestarias y dificultades en la recolección de datos, que se deben abordar para asegurar un suministro hídrico sostenible y de alta calidad.

Palabras clave: Abastecimiento hídrico, calidad del agua, gestión del recurso, infraestructura, monitoreo.

ABSTRACT

This study designed an improvement plan for the water supply in the urban area of the municipal seat of San Diego, Cesar, aiming to optimize water intake, treatment, and distribution. The technical and operational conditions of the Drinking Water Treatment Plant (DWTP) were assessed, implementing an advanced monitoring system and water quality testing techniques.

Technical analysis methods, operational surveys, and continuous monitoring were employed. Results showed that the DWTP made significant progress towards meeting current regulations, achieving a "good" rating in the Water Quality Risk Index (IRCA). However, areas still required adjustments to reach an "excellent" rating.

The project improved the accuracy of technical information through updated measurement systems, though deficiencies in data precision and update persist. An Environmental Risk Index of Low to Moderate (IRABA) was maintained, with preventive measures implemented and opportunities for improvement in environmental control.

Conclusions highlighted that the plan positively impacted water management and quality, but stressed the need for ongoing implementation of recommendations, rigorous monitoring, and infrastructure investment. Limitations included budget constraints and data collection difficulties, which must be addressed to ensure a sustainable and high-quality water supply.

Keywords: Water supply, water quality, resource management, infrastructure, monitoring.



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN		14
1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
2	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	18
3	OBJETIVOS	20
3.1	OBJETIVO GENERAL	20
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
4	MARCO REFERENCIAL	21
4.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
4.2	MARCO TEÓRICO	24
4.2.1	Ciclo hidrológico.....	24
4.2.2	Uso eficiente de agua.	24
4.2.3	Distribución de la oferta hídrica y caudales por áreas hidrográficas	26
4.2.4	La demanda	26
4.2.5	Balance hídrico en Colombia	27
4.2.6	Índice de escasez	27
4.2.7	Índices De Calidad Del Tratamiento	28
4.3	MARCO CONCEPTUAL	33
4.4	MARCO CONTEXTUAL.....	35
4.5	MARCO LEGAL	36
5	MARCO METODOLÓGICO	39
5.1	LÍNEA, SUBLÍNEA Y ÁREA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN.....	39
5.2	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	39
5.3	ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	39
5.4	POBLACIÓN DE ESTUDIO	39

5.5	MUESTRA POBLACIONAL.....	40
5.6	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
5.7	DESARROLLO METODOLÓGICO.....	40
	Fase I: Analizar la capacidad de abastecimiento de agua del río Chiriamo para satisfacer la demanda municipal, así como los aspectos técnicos y operacionales de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de San Diego – Cesar.	40
	Fase II: Calcular Los Indicadores de Evaluación de la Calidad del Agua Para La Definición Del Concepto Sanitario En Los Atributos De Tratamiento, Distribución, Continuidad Y Calidad Del Servicio De La Planta De Tratamiento De Agua Potable De San Diego – Cesar.....	41
	Fase III: Formular un sistema de vigilancia y mejoramiento continuo para el suministro de agua de la planta de tratamiento de agua potable de San Diego – Cesar.	42
6	RESULTADOS Y ANÁLISIS	43
6.1	SE ANALIZÓ LA CAPACIDAD DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL RÍO CHIRIAIMO PARA SATISFACER LA DEMANDA MUNICIPAL, ASÍ COMO LOS ASPECTOS TÉCNICOS Y OPERACIONALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN DIEGO – CESAR.	43
6.1.1	Estudio Hidrológico de la Microcuenca del rio Chiriamo y Análisis Preliminar	43
6.1.2	Inspección Inicial	59
6.1.3	Cálculo de la Dotación Neta y Bruta Actual para la Población de San Diego.	73
6.2	SE CALCULÓ LOS INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA DEFINICIÓN DEL CONCEPTO SANITARIO EN LOS ATRIBUTOS DE TRATAMIENTO, DISTRIBUCIÓN, CONTINUIDAD Y CALIDAD DEL SERVICIO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN DIEGO – CESAR.....	76
6.2.1	Determinación del Índice IRCA.....	76
6.2.2	Determinación del índice IRABAm.....	79

6.2.3	Determinación del Índice IBP y Concepto Sanitario	85
6.3	SE FORMULO UN PLAN DE VIGILANCIA Y MEJORAMIENTO CONTINUO PARA EL SUMINISTRO DE AGUA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN DIEGO – CESAR.....	92
6.3.1	Programa De Prevención Hídrica.....	92
6.3.2	Programa De Corrección Hídrica.....	97
7	CONCLUSIONES.....	104
8	RECOMENDACIONES	107
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
10	ANEXOS.....	115



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo Hidrológico MAVDT 2002.....	24
Figura 2. División Político Administrativa del Municipio de San Diego.....	35
Figura 3. Área de PNRSP en Microcuenca Rio Chiriaimo.....	45
Figura 4. Localización General de la Microcuenca del Rio Chiriaimo.....	46
Figura 5. Microcuenca y Corriente del Rio Chiriaimo.....	47
Figura 6. Área de Trabajo en la Parte Media, Baja de la Corriente de Rio Chiriaimo .	48
Figura 7. Esquema De Procesos Unitarios De La Planta De Tratamiento De San Diego Cesar.	62
Figura 8. Diagrama de Entrada-Proceso- Salida de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de San Diego – Cesar.....	63
Figura 9. Rio Chiriaimo Llegada a la Captación.....	65
Figura 10. Desarenador/Presedimentador	66
Figura 11. Cámara de Aquietamiento	67
Figura 12. Almacenamiento de Químicos - Coagulantes.....	67
Figura 13. Tanque para Preparación de Solución de Coagulante	68
Figura 14. Tanque de Solución Coagulante (PAC) y Bomba Dosificadora.....	68
Figura 15. Dosificación - Punto de Inyección de Coagulante.....	69
Figura 16. Cámaras de Floculador Tipo Alabama	70
Figura 17. Cámara de Sedimentación	70
Figura 18. Cámara de Filtración.....	71
Figura 19. Caseta de Cloración	71
Figura 20. Dosificador de Cloro Gaseoso Con Calentador.....	72
Figura 21. Laboratorio Químico de la PTAP.....	72
Figura 22. Tanque de Almacenamiento	73

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Demanda y Uso del Recurso Hídrico.	25
Tabla 2.	Distribución de la Oferta Hídrica y Caudales por Áreas Hidrográficas	26
Tabla 3.	Usos del Agua a Nivel Nacional.....	26
Tabla 4.	Categoría y Características, Índice de Escasez	28
Tabla 5.	Índice de Buenas Prácticas	31
Tabla 6.	Concepto Sanitario	32
Tabla 7.	Marco Legal Del Proyecto.....	36
Tabla 8.	Coordenadas de nacimiento y desembocadura de la corriente del Rio Chiriaimo	46
Tabla 9.	Distribución de la población total estimada para la microcuenca	49
Tabla 10.	Áreas representativas de Cada Municipio Dentro de la Microcuenca del Rio Chiriaimo.	49
Tabla 11.	Tabla 11 Cálculo de Uso de Agua – valor de diseño (60 lps).....	52
Tabla 12.	Cálculo de Uso de Agua – Valor Concesionado (36 lps).....	52
Tabla 13.	Índice de Macromedición Efectiva Reporte 2023.....	56
Tabla 14.	Formato Diligenciado en la Inspección Inicial a la PTAP	60
Tabla 15.	Resultados de los Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos del Agua de la PTAP de San Diego.	77
Tabla 16.	Puntajes de Riesgo por Paramero Evaluado.....	78
Tabla 17.	Clasificación del Nivel de Riesgo del Agua.	79
Tabla 18.	Puntajes para el Índice de Tratamiento del Agua para el Consumo Humano	81
Tabla 19.	Puntaje para el Índice de Continuidad	83
Tabla 20.	Puntajes Asignados para Calificar cada Forma de Distribución	84

Tabla 21. Clasificación del Nivel del Riesgo en Salud.....	84
Tabla 22. Formato de Inspección para el cálculo de IBP Diligenciado	86
Tabla 23. Formato para Calculo de Concepto Sanitario Diligenciado.....	91
Tabla 24. Componentes Del Programa	93
Tabla 25. Plan de Implementación del Programa de Protección Hídrica.....	95
Tabla 26. Medidas Correctivas y Preventivas para el Programa de Corrección Hídrica	99
Tabla 27. Implementación Del Programa de Corrección Hídrica.....	101



INTRODUCCIÓN

El municipio de San Diego, Cesar, enfrenta una grave crisis hídrica, resultado del cambio climático, la variabilidad del fenómeno del Niño y el rápido crecimiento poblacional por tanto estos factores han incrementado la presión sobre los recursos hídricos, poniendo en riesgo la disponibilidad y calidad del agua potable para el consumo humano. Más del 20% del agua en el país se destina al sector agrícola, generando una alta demanda que aumenta la problemática hídrica local por lo que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha expedido la resolución 1256 de 2021, que reglamenta el uso de aguas residuales tratadas como alternativa de abastecimiento en zonas con escasez. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

En este contexto, el proyecto de grado titulado "Diseño de un Plan de Mejoramiento para el Abastecimiento Hídrico del Área Urbana del Municipio de San Diego-Cesar" se centró en evaluar y diagnosticar la capacidad del río Chiriamo para satisfacer la demanda actual y futura de agua potable en la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), así como la evaluación de la de esta, calculando los índices que le dan significancia en su operación. Dada la alta vulnerabilidad del recurso hídrico en la región, fue esencial implementar una gestión integrada y eficiente del agua, involucrando a diversos actores de la sociedad para garantizar su uso sostenible y de calidad.

La motivación para desarrollar este proyecto surgió tanto de una necesidad ambiental como de un interés académico y profesional. Desde una perspectiva ambiental, el proyecto ofrece soluciones prácticas y sostenibles a la crisis hídrica de San Diego. Académicamente, brindó una oportunidad para aplicar y expandir conocimientos en gestión de recursos hídricos y desarrollo sostenible. Profesionalmente, el proyecto contribuyó al desarrollo de competencias en planificación, implementación y monitoreo de proyectos ambientales, alineándose con la misión de formar ingenieros comprometidos con la sostenibilidad y la innovación.

Para abordar la problemática hídrica en San Diego, se empleó una metodología de investigación mixta, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos. La investigación se desarrolló mediante una revisión documental de estudios previos, informes técnicos y normativas relevantes. Además, se aplicaron encuestas a la población para conocer sus percepciones sobre la calidad y disponibilidad del agua potable. Los análisis de laboratorio determinaron la calidad del agua del río Chiriamo y del agua potable suministrada por la PTAP. Adicionalmente, se diseñaron

programas de prevención y corrección hídrica para la aplicación de actividades dentro y fuera de la operatividad de la PTAP para la continuidad y el abastecimiento óptimo de la población de San Diego.

Los objetivos de este proyecto se definieron claramente y se orientaron hacia la mejora del abastecimiento hídrico en San Diego. El objetivo general fue diseñar un plan de mejoramiento para el abastecimiento hídrico del área urbana de la cabecera municipal. Para lograrlo, se plantearon los siguientes objetivos específicos: Analizar la capacidad de abastecimiento de agua del río Chiriaimo para satisfacer la demanda municipal, así como los aspectos técnicos y operacionales de la PTAP, calcular los indicadores de evaluación de la calidad del agua para la definición del concepto Sanitario En Los Atributos de tratamiento, distribución, continuidad y calidad del servicio de la PTAP y formular un plan de vigilancia y mejoramiento continuo para el suministro de agua de la planta de tratamiento de agua potable de San Diego – Cesar. Estos objetivos estuvieron interrelacionados y contribuyeron de manera conjunta al éxito del proyecto.

La estructura del documento está organizada en cinco capítulos para facilitar su comprensión. La etapa 1 presenta el planteamiento del problema, la definición del problema, los objetivos del proyecto y la justificación de la investigación, La etapa 2 revisa los antecedentes teóricos y conceptuales relacionados con la gestión del agua, la seguridad hídrica y los modelos de gestión integrada del recurso hídrico, la etapa 3 describe la metodología de investigación, incluyendo las técnicas de recolección de datos, los instrumentos de análisis y el cronograma de actividades, la etapa 4 presenta los resultados obtenidos de la investigación, incluyendo el diagnóstico de la situación actual del abastecimiento hídrico en el municipio, el modelo de gestión sostenible del agua y el diseño del sistema de vigilancia y mejoramiento continuo. Finalmente, la etapa 5 expone las conclusiones del proyecto, las recomendaciones para la implementación del plan de mejoramiento y las líneas de investigación futuras.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la última década los fenómenos de variabilidad y cambio climático han adquirido una mayor visibilidad, impactando principalmente en la alteración de los patrones hidrológicos en varias regiones del país. La respuesta a estas alteraciones varía según la sensibilidad de las cuencas hidrográficas, que depende del estado de conservación de áreas cruciales como zonas de recarga, nacimientos de agua y riberas.

El municipio de San Diego, ubicado en la parte baja de la serranía del Perijá, enfrenta graves desafíos en su abastecimiento de agua, los cuales varían según la temporada. Durante la época de crecidas, los deslizamientos en las laderas de las montañas incrementan significativamente la turbidez del agua. En contraste, en las épocas de sequía, la disminución de los caudales se agrava debido a la deforestación en las zonas que alimentan los manantiales, lo que complica aún más la situación. Además, el problema se ve agravado por las conexiones ilegales a la red de acueducto realizadas por campesinos en la parte alta del municipio. La contaminación del agua también aumenta con el arrastre de productos químicos provenientes de los campos de cultivo, y a esto se suma la presencia de una población en la zona alta del sistema de captación, lo que genera contaminación adicional por aguas residuales.

Con el crecimiento constante de las comunidades, surgen demandas complejas que se satisfacen a través de la explotación de los recursos naturales, siendo el agua un recurso clave; La cantidad de agua consumida anualmente y su uso en diversas actividades se convierten en indicadores fundamentales, para demostrar que la disminución de la disponibilidad hídrica tiene un impacto inversamente proporcional en el desarrollo social y económico (OMS - UNICEF, 2018). En San Diego, la población ha experimentado un aumento significativo en los últimos 19 años, con un crecimiento superior al 44% durante este período.

Por lo tanto, es crucial evaluar los sistemas de suministro de agua con el fin de promover un uso eficiente y sostenible de este recurso. No obstante, en Colombia, estas premisas no se cumplen plenamente, ya que gran parte de la infraestructura civil y sanitaria no asegura un suministro adecuado de agua potable. Esto, a su vez, expone a la población a riesgos para la salud pública, agravados por el hecho de que muchas personas desconocen esta problemática y rara vez exigen su derecho a un entorno ambiental de calidad. (CRA, 1997).

A nivel general en el país, los esfuerzos principales se han centrado en la gestión de la oferta hídrica, mientras que la gestión de la demanda de agua en las comunidades ha recibido menos atención. Sin duda, los fenómenos climáticos como El Niño y el Cambio Climático Global han demostrado su capacidad para afectar a las comunidades.

Colombia se encuentra entre los países comprometidos con la implementación de estrategias que garanticen el acceso al agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos, tal como lo establece el ODS 6. Para alcanzar este objetivo, se han puesto en marcha proyectos orientados a la recuperación y restauración de los ecosistemas hídricos, incluyendo bosques, montañas, humedales, ríos, acuíferos y lagos.

Se plantean las siguientes preguntas a investigar:

¿Qué efectos tendrá sobre la estabilidad socioeconómica de la zona urbana del Municipio de San Diego no abordar el plan de mejoramiento para el abastecimiento hídrico?

¿Cuáles serán los beneficios para los habitantes, a obtener mediante la formulación de un plan para el mejoramiento del abastecimiento hídrico?



2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La importancia de haber diseñado un plan de mejoramiento para el abastecimiento hídrico radicó en la necesidad de asegurar que la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) operara conforme a las normativas vigentes y ofreciera un suministro seguro y adecuado de agua. Dado que el agua es un recurso esencial para la salud pública y el desarrollo económico, garantizar su calidad y disponibilidad fue vital para la comunidad de San Diego (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

El propósito principal de la investigación fue mejorar la eficiencia operativa de la PTAP y asegurar que el agua tratada cumpliera con los estándares de calidad. La pertinencia del proyecto se reflejó en su capacidad para abordar y solucionar problemas técnicos y operativos identificados en la planta. La implementación de mejoras y ajustes técnicos ayudó a optimizar el funcionamiento de la PTAP, contribuyendo así a una gestión hídrica más efectiva y sostenible.

Los beneficiarios directos de este proyecto fueron los directivos de la Empresa de Servicios Públicos de San Diego, ya que con cada una de las directrices establecidas en este proyecto les sirve como guía para poder mejorar la calidad de su servicio. Además, la población en general se ve beneficiada a la implementación de este proyecto ya que representa una reducción en los riesgos ambientales y una mayor eficiencia en el uso del recurso hídrico.

El proyecto aportó información técnica valiosa sobre el estado y las necesidades de la PTAP, ofreciendo una base sólida para futuras mejoras y políticas de gestión del agua. La identificación de deficiencias y la implementación de sistemas avanzados de monitoreo permitieron una mejor toma de decisiones y una gestión más eficaz del recurso hídrico (IDEAM, 2021).

El proyecto logró resolver deficiencias en la precisión de los datos técnicos y busca la optimización de los procesos operativos. Las mejoras propuestas dentro del plan, como la instalación de micromedidores y la actualización de sistemas de medición, permiten una gestión más efectiva del agua y una reducción en el riesgo ambiental. No obstante, algunos desafíos persistieron y requirieron atención continua para alcanzar los objetivos óptimos establecidos.

Finalmente, el Plan de Mejoramiento se alineó con el enfoque “Agua para el desarrollo” y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Las estrategias para mejorar la calidad del agua, garantizar su suministro para las futuras generaciones y promover el desarrollo económico local estuvieron en consonancia con estos objetivos. La inversión en infraestructura, la sostenibilidad de los proyectos y la generación de empleo fueron aspectos fundamentales que apoyaron el desarrollo equitativo y el bienestar general de la población (Jaramillo & Restrepo, 2019).

Este Plan de Mejoramiento no solo abordó las necesidades inmediatas de la comunidad, sino que también estableció un marco para una gestión hídrica sostenible a largo plazo. La implementación continua de recomendaciones, el monitoreo riguroso y la adaptación proactiva a nuevas necesidades aseguraran que el municipio estuviera mejor preparado para enfrentar futuros desafíos y garantizar un suministro adecuado de agua para sus habitantes.



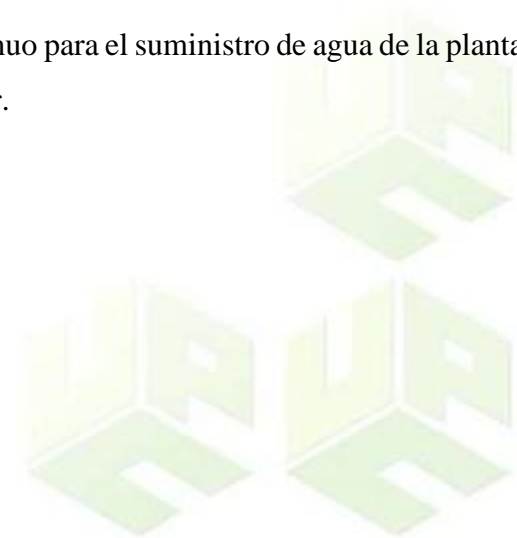
3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un plan de mejoramiento para el abastecimiento hídrico del área urbana de la cabecera municipal de San Diego – Cesar.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Analizar la capacidad de abastecimiento de agua del río Chiriaimo para satisfacer la demanda municipal, así como los aspectos técnicos y operacionales de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de San Diego – Cesar.
- ✓ Calcular Los Indicadores de Evaluación de la Calidad del Agua Para La Definición Del Concepto Sanitario En Los Atributos De Tratamiento, Distribución, Continuidad Y Calidad Del Servicio De La Planta De Tratamiento De Agua Potable De San Diego – Cesar.
- ✓ Formular un plan de vigilancia y mejoramiento continuo para el suministro de agua de la planta de tratamiento de agua potable de San Diego – Cesar.



4 MARCO REFERENCIAL

En este capítulo, se abordarán los elementos fundamentales que sustentan la comprensión del tema en cuestión, incluyendo los antecedentes, el marco legal, el contexto y los conceptos claves. Primero, se explorarán los antecedentes y estudios previos relevantes que han dado forma al panorama actual. Posteriormente, se detallará el marco legal aplicable, destacando las normativas y leyes pertinentes que influyen en el ámbito de estudio. El marco contextual proporcionará una visión general del entorno en el que se inserta el tema, mientras que el marco conceptual ofrecerá definiciones y fundamentos teóricos esenciales para la interpretación adecuada. Este enfoque integral permitirá una comprensión completa del tema y su relevancia en el contexto actual.

4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A nivel local se desconocen antecedentes de recuperación del río Chiriaimo, solo campañas esporádicas realizadas por grupos ambientalistas del municipio. Se destacan trabajos a nivel nacional en lo concerniente a descontaminación de cuencas y proyectos de optimización de sistemas de tratamiento:

Quintero (2016), en su estudio Evaluación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Municipio de Barbosa – Santander, para optar el título de Magister en Ingeniería Ambiental; desarrolló en cuatro fases: [1] establecer parámetros de diseño y de operación de la planta, conociendo que las proyecciones poblacionales (sobresaturación en la fluctuación población de un 61%), no eran concluyentes respecto a la vida útil del sistema de tratamiento y que ciertas unidades quedarían obsoletas si no se ajustan a condiciones muy por debajo del cumplimiento de la norma. [2] Verificar el cumplimiento de la normatividad vigente respecto a calidad de agua y condiciones de operación, identificando que alrededor de ocho parámetros que no cumplen con ciertas especificaciones técnicas. [3] Evaluación Operacional de la PTAP, la cual se hizo a partir de los costos implicados en el tratamiento de las aguas, definiendo que las tasas de cobro son bajas respecto a Municipios cercanos a Barbosa. Y por último [4] formular alternativas de control, concluyendo que variables como la dosis óptima de coagulante, producción de lodos y volumen de agua de lavado de filtros son intrínsecamente operacionales que deben ser muy controlados para mejorar la eficiencia del tratamiento.

Guerrero (2017), realizó el trabajo Evaluación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Sector La Loma del Cabí, para optar el título de Magister de Ingeniería Civil con énfasis en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente; en el Municipio de Quibdó, capital del Departamento del Choco Colombiano. Este trabajo, es basado bajo metodología comparativa, con la finalidad de explicar parámetro a parámetro las razones por las cuales la PTAP debe ser optimizada. Se pudo concluir que era necesario realizar mantenimiento de diseño a la unidad de mezcla rápida, así como al vertedero efluente del sedimentador por la no uniformidad del caudal de extracción, en su diagnosis las otras unidades cumplieron, sin embargo, al año 2015 la PTAP cumplía con las especificaciones técnicas, operativas y de calidad, al año de la investigación esto había cambiado por el cambio en la demanda poblacional.

Gómez et al. (2018). Evaluación de Indicadores de Calidad del Agua en Sistemas de Tratamiento Municipal: Un Enfoque Integral. La investigación de Gómez y colaboradores se enfocó en la necesidad de establecer criterios objetivos para evaluar la calidad del agua en sistemas de tratamiento municipal, con el fin de garantizar un suministro adecuado y seguro para la población. El estudio se desarrolló para optimizar los métodos de evaluación y mejorar la gestión del agua potable en diferentes localidades. Utilizando un enfoque metodológico basado en el análisis de indicadores clave de calidad, los investigadores aplicaron métodos estadísticos y técnicos para medir aspectos como el tratamiento, distribución y continuidad del servicio. Los resultados obtenidos proporcionaron un marco de referencia para la implementación de prácticas de control y mejora continua en las plantas de tratamiento. El impacto de esta investigación fue significativo en términos de proporcionar herramientas prácticas para la gestión y monitoreo de la calidad del agua. El aporte de este estudio es predominantemente metodológico, ya que ofrece un conjunto de procedimientos y herramientas para la evaluación de indicadores que son directamente aplicables a la investigación del sistema de tratamiento de agua en San Diego – Cesar.

Méndez et al. (2019). Implementación de Programas de Protección Hídrica en Colombia: Estrategias para el Mejoramiento del Abastecimiento de Agua Potable. El estudio de Méndez y su equipo se centró en desarrollar e implementar programas de protección hídrica para mejorar el abastecimiento de agua potable en Colombia. Se abordaron las fuentes de contaminación y se diseñaron estrategias para conservar las cuencas hídricas, integrando prácticas de manejo sostenible. Los resultados mostraron mejoras en la calidad del agua y la estabilidad del suministro,

proporcionando un modelo práctico para integrar la protección hídrica en los planes de mejoramiento del abastecimiento. Este antecedente es valioso por su enfoque metodológico y práctico, ofreciendo directrices útiles para la implementación de programas similares en San Diego – Cesar.

Restrepo et al. (2020). Plan de Mejoramiento para el Abastecimiento de Agua Potable en Zonas Rurales de Colombia: Un Enfoque Integral para la Sostenibilidad. La investigación realizada por Restrepo y su equipo surgió de la necesidad de enfrentar los desafíos en el abastecimiento de agua potable en áreas rurales colombianas, donde la infraestructura existente a menudo resulta insuficiente para satisfacer las demandas de las comunidades. El estudio se desarrolló con el objetivo de diseñar un plan integral que optimizara el abastecimiento y garantizara la sostenibilidad del suministro de agua. La metodología empleada incluyó la evaluación de la infraestructura actual, el análisis de los sistemas de distribución y el diseño de intervenciones específicas basadas en las necesidades locales. Los resultados del estudio incluyeron la formulación de estrategias de mejora para la infraestructura de abastecimiento, la capacitación de personal local y la implementación de tecnologías apropiadas para el contexto rural. El impacto principal de esta investigación fue proporcionar un modelo práctico y adaptable para mejorar la gestión del agua en zonas con limitaciones de recursos. El aporte de este antecedente es metodológico y práctico, ya que ofrece un enfoque concreto para la mejora de sistemas de abastecimiento de agua en contextos similares, proporcionando valiosas lecciones aplicables al caso de San Diego – Cesar.



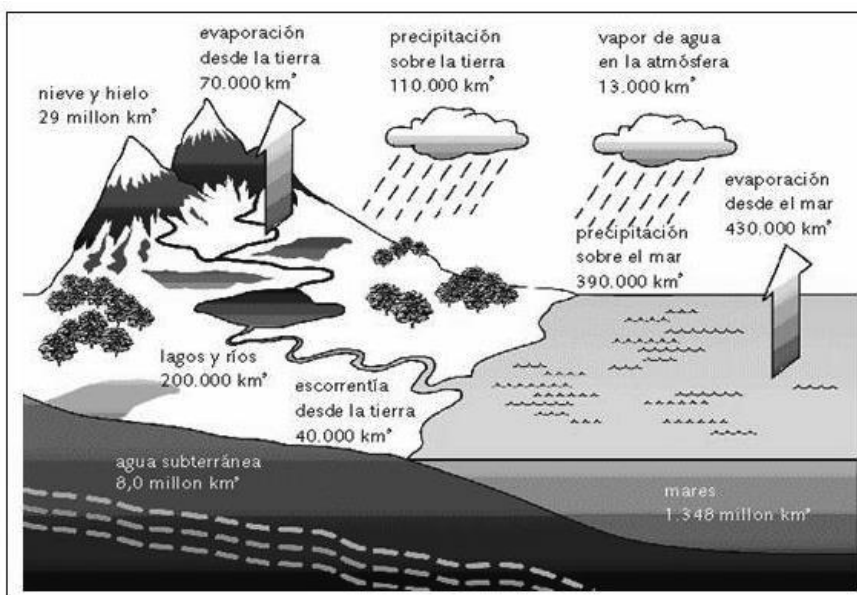
4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico de la tierra actúa como una bomba gigante que continuamente transfiere agua dulce a los océanos a la tierra y de vuelta al mar. En este ciclo de energía solar, el agua se evapora de la superficie de la tierra a la atmosfera, de donde cae en forma de lluvia o nieve. Parte de esta precipitación vuelve a evaporarse dentro de la atmosfera. Otra parte comienza el viaje de vuelta al mar a través de arroyo, ríos y lagos. Y aun otra parte se filtra dentro del suelo y se convierte en humedad del suelo o en agua de superficie. Las plantas incorporan la humedad del suelo en sus tejidos y la liberan en la atmosfera en el proceso de evapotranspiración. Gran parte del agua subterránea finalmente vuelve a pasar al caudal de las aguas de superficie como se muestra en la Ilustración 1. (MAVDT, 2002).

Figura 1.

Ciclo Hidrológico MAVDT 2002.



Nota: Obtenido de (MAVDT, 2002.)

4.2.2 Uso eficiente de agua.

El uso eficiente de agua a nivel mundial se ha convertido en una necesidad crucial para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, considerándolo como un “recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el ambiente”, teniendo en cuenta que su

“gestión debe basarse en un enfoque participativo, involucrando a usuarios, planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles” (Conferencia internacional sobre el agua y el medio ambiente, Dublín ,1992). De acuerdo a lo anterior, el uso eficiente del agua implica entre otros, caracterizar la demanda del agua (cualificar y cuantificar) por parte de los diferentes usuarios y analizar los hábitos de consumo para emprender acciones dirigidas hacia cambios que optimicen su uso, así como a la promoción de prácticas que permitan favorecer la sostenibilidad de los ecosistemas y la reducción de la contaminación (MADS, 2015).

En la cumbre del agua de 1998, se definió que la única manera de atenuar la crisis de agua y compensar los desequilibrios y competencias injustas, es creando conciencia de que el agua tiene un costo, pero no un precio. Organizaciones mundiales como la OMS, OPS, UNESCO, EPA lideran programas en beneficio del medio ambiente incluyendo la protección del recurso hídrico. A nivel nacional el ente rector es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y por intermedio de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) promueven programas para la sostenibilidad de los recursos naturales fomentando los buenos hábitos ambientales.

El sector agrícola consume cerca del 65% del recurso hídrico, seguido por el sector industrial con 24%, requerimientos municipales 7% y finalmente reservorios el 4%. En Colombia de acuerdo con el balance hídrico realizado por el IDEAM el sector agropecuario consumo el 63% del recurso hídrico en Colombia seguido por el sector energético 32%, consumo humano 5%.

Tabla 1.

Demanda y Uso del Recurso Hídrico.

DEMANDA	NIVEL URBANO D1		NIVEL MUNICIPAL D2	
	VOLUMEN (MILES DE M3)	PARTICIPACIÓN (%)	VOLUMEN (MILES M3)	PARTICIPACIÓN (%)
Habitantes Urbanos (DHU)	1.867.650	91.46	1.867.650	34.10
Habitantes Rurales (DHR)			534.638	9.80
Pecuaria			524.125	9.60
Riego Pequeño (DRP)			354.248	6.50
Servicios (DS)	64.678	3.17	64.678	1.20
Industria Urbana (DIU)	109.558	5.37	109.558	2.00

Gran Irrigación (DRG)			1.757.771	32.20
Gran Industria (DIG)			249.176	4.6
Demanda Total	2.041.886	100	5.461.574	100
Demanda 2015	7.823.314			
Demanda 2025	10.114.007			

Nota: Obtenido de IDEAM 2004

4.2.3 Distribución de la oferta hídrica y caudales por áreas hidrográficas

En la Tabla 2. Se presenta la distribución de la oferta y en general el volumen de agua superficial que fluye durante un año en el territorio nacional, en condiciones hidrológicas promedio por área hidrográfica.

Tabla 2

Distribución de la Oferta Hídrica y Caudales por Áreas Hidrográficas

ÁREA HIDROGRÁFICA	OFERTA TOTAL (MM ³)	CAUDAL (M ³ /S)	PORCENTAJE DE LA OFERTA
Caribe	182.865	5.799	9,1
Magdalena-Cauca	271.049	8.595	13.5
Orinoco	529.469	16.789	26,3
Amazonas	745.070	23.626	37,0
Pacífico	283.201	8.980	14,1
Total	2.011.655	63.789	100,0

Nota: Obtenido de (IDEAM, 2014)

4.2.4 La demanda

La demanda hídrica nacional alcanzó 35.987 millones de m³. En la Tabla 3. Se presentalos estimativos por sector, usuario del recurso y su participación porcentual. Se muestran en lamisma tabla los volúmenes que retornan y las pérdidas en el proceso de uso de agua. (IDEAM,2014).

Tabla 3.

Usos del Agua a Nivel Nacional

USOS DEL AGUA	USO TOTAL DEL AGUA 2012 (MM ³)	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL	FLUJOS DE RETORNO (MM ³)	PERDIDAS MM ³
Domestico	2963,4	8,2%	1670,5	921,6
Agrícola	16760.3	46.6%	Sin información	Sin información
Acuícola Industria	1654.1	4.6%	1654.1	Sin información
	2106.0	5.9%	2000.7	493.5
Energía	7738.6	21.5%	1273.6	364.4
Hidrocarburos	592.8	1.6%	Sin información	Sin información
Minería	640.6	1.8%	Sin información	Sin información
Servicios	481.8	1.3%	433.6	137.7
Total, Nacional	35987.1	100%	7032.6	2480.5

Nota: Obtenido de (IDEAM, 201)

4.2.5 Balance hídrico en Colombia

Según estimaciones del IDEAM, en promedio en Colombia la precipitación media anual es de 3000 mm con una evapotranspiración real de 1180 mm y una escorrentía medial anual de 1830 mm. Teniendo en cuenta lo anterior, del volumen de precipitación anual, 61% se convierte en escorrentía superficial generando un caudal medio de 67000 m³/seg, equivalente a un volumen anual de 2084 km³ que escurren por las cinco grandes regiones hidrológicas que caracterizan el territorio nacional continental, de la siguiente forma: 11% en la región Magdal- Cauca, 5% en la región del Caribe; 18% para la región del Pacífico; 34% en la región de la Amazonia y 32% en la región de la Orinoquia. (MADS, 2015)

4.2.6 Índice de escasez

Para evaluar la relación existente entre la oferta hídrica disponible y las condiciones de demanda predominantes en una unidad de análisis seleccionada, se consideró la clasificación citada por Naciones Unidas, que expresa la medida de escasez en relación con los aprovechamientos hídricos como un porcentaje de disponibilidad de agua. Esta relación, cuando los aprovechamientos representan más del 20% del agua disponible, indica que es necesario ordenar la oferta con la demanda para prevenir futuras crisis; si es menor de 10% supone menores

problemas de manejo y si está entre 10 y 20 % indica que la disponibilidad de agua se está limitando. En este contexto y para este estudio, el índice de escasez se agrupa en cinco categorías como lo muestra en la Tabla 4. (IDEAM, 2010).

Tabla 4.

Categoría y Características, Índice de Escasez

CATEGORÍA	ÍNDICE DE ESCASEZ	CARACTERÍSTICAS
No significativo	<1%	Demanda no significativa con relación a la oferta
Mínimo	1-10%	Demanda muy baja con respecto a la oferta
Medio	11-20%	Demanda baja con respecto a la oferta
Medio Alto	21-50%	Demanda apreciable
Alto	>50%	Demanda alta con respecto a la oferta

Nota: Obtenido de (IDEAM, 2010)

4.2.7 Índices De Calidad Del Tratamiento

Benito & Valbuena (2015), bajo los lineamientos del Decreto 1575 de 2007, por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano; existen tres instrumentos básicos los cuales sirven para dar garantías de la calidad del agua de consumo. Los indicadores son:

- ✓ el grado de riesgo de Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para el Consumo Humano – IRCA.
- ✓ Índice de Riesgo por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano – IRABA.
- ✓ Índice de Buenas Prácticas Sanitarias de PTAP – IBP

El IRCA, permite medir ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano. La ecuación 1, representa la formulación matemática de este índice por muestra de agua.

$$IRCA \% = \frac{\sum PRCNA}{\sum PRCA} \times 100$$

La ecuación 2, representa la formulación matemática de éste índice para un mes de estudio de las muestras.

$$IRCA (\%) = \frac{\sum IRCA \text{ muestra / mes}}{\sum N^{\circ} \text{ Total muestras / mes}}$$

Los puntajes de Riesgo se asignan a partir de la 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; en su artículo 14.

El IRABA, se obtiene de la ponderación de los siguientes factores: (1) tratamiento y continuidad del servicio de los sistemas de acueducto, y (2) distribución del agua en el área de jurisdicción del Municipio correspondiente, que pueden afectar indirectamente la calidad del agua para consumo humano y por ende la salud humana.

El IRABA, está dado por la siguiente formulación matemática:

$$IRABAm = \frac{\sum IRABApp}{tpp} \times 0,6 + (IRDm \times 0,4)$$

Dónde,

IRABApp: Índice de Riesgo por Abastecimiento de agua de la persona prestadora,

tpp: Total, de personas prestadoras calculadas por el IRABApp, y

IRD: Índice de Riesgo por Distribución. Es un indicador que tiene por objeto determinar el riesgo en la salud humana por la forma como se distribuye el agua. El máximo puntaje equivale a 100.

Como se observa el IRABA, se obtiene a partir de otros parámetros. El IRABApp, se obtiene a partir de la siguiente formulación matemática:

$$IRABApp = 100 - (IT + IC)$$

Dónde,

- 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 por 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.

Para calcular el IT, se tiene en cuenta el cuadro N°8, de la Resolución 2115 de 2007; el cual señala los puntajes para el índice de tratamiento del agua para consumo humano, los cuales se encuentran distribuidos en tres grupos: Procesos, Dotación Básica de Laboratorio en Planta de Tratamiento y Trabajadores Certificados. El cálculo del IT se hace mediante la suma de los puntajes del cuadro referenciado en la resolución en mención.

Para el cálculo del IC, está dado por la siguiente formulación matemática:

$$IC = \left(\frac{\sum (Nhs)_j \times (Ps)_j}{730 \times Pt} \right) \times \left(\frac{24 h}{Dias} \right)$$

Dónde,

(Nhs)_j: Número de horas prestadas en un mes en el sector j.

(Ps)_j: Población servida del sector j.

730: Número de horas que tiene un mes.

(Pt): Población total servida por la persona prestadora

La categoría de los puntajes para el índice de continuidad está dada por el Cuadro N°9, de la Resolución 2115 de 2007.

Otro componente del IRABA, es el IRD, el cual está dado por la formulación matemática de la ecuación 6.

$$IRD = 100 \cdot [(E1 * \%R) + (E2 * \%Pi) + (E3 * \%CT) + (E4 * \%otros) + (G * F)]$$

Dónde,

- R %Red (R). Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de una red de distribución.
- P_i %Pilas (P). Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de pilas públicas.
- CT %Carro tanque (CT). Fracción porcentual del total de la población en el Municipio que recibe agua para consumo humano por medio de carrotanques.
- otros: %Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recoge agua para consumo humano directamente de pozos, lluvias, fuentes superficiales, garrafas, baldes, etc.
- G: Número de total de conexiones / Número de viviendas.
- F Constante, valor de 10.

Los valores E1 a E4, son constantes que poseen los siguientes valores:

E1: 90 puntos

E2: 50 puntos

E3: 10 puntos

E4: 5 puntos

Realizados los cálculos de los índices, se es necesario verificar las inferencias a partir del cuadro N°10 de la Resolución 2115 de 2007.

El IBP, se calcula mediante formulario para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano que se pueden encontrar en el anexo 1, componente IV en la Resolución 082 de 2009.

Tabla 5.

Índice de Buenas Prácticas

Riesgo Muy Alto	71 – 100
Riesgo Alto	41 – 71

Riesgo Medio	25 – 40
Riesgo Bajo	11 – 24
Sin Riesgo	0 – 10

Nota: Adaptado de la Resolución 082 del 2009.

Con los índices, se puede realizar el cálculo del concepto sanitario, con esto se tiene panorama general. Una herramienta que sirve para la toma de decisiones. El concepto sanitario(CS) está dado por la siguiente formulación matemática

$$CS = (0,50 \times IRCA_{pp}) + (0,20 \times IRAB_{pp}) + (0,30 \times IBP)$$

El resultado del CS, obtiene sus inferencias a partir de la tabla 6.

Tabla 6.

Concepto Sanitario

PUNTAJE	CONCEPTO SANITARIO
0 – 10	Favorable
10.1 – 40	Favorable con Requerimiento
40.1 – 100	Desfavorable

Nota: Adaptado de la Resolución 082 del 2009.

El concepto favorable es el que se emite cuando el sistema de suministro de agua para consumo humano cumple con las Buenas Prácticas Sanitarias, las disposiciones del presente decreto y las demás reglamentaciones sanitarias vigentes.

Concepto favorable con requerimientos es el que se emite cuando el sistema de suministro de agua para consumo humano no cumple con la totalidad de las Buenas Prácticas Sanitarias, con las disposiciones del presente decreto y las demás reglamentaciones sanitarias vigentes, pero no conlleva un riesgo inminente para la salud humana.

Concepto desfavorable es el que se emite cuando existe riesgo inminente para la salud de los usuarios, o cuando no se haya dado cumplimiento a lo establecido en el concepto favorable con requerimiento.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Acuíferos litorales: Son acuíferos que por su ubicación están expuestos a la intrusión marina. (Decreto, 2004)

Agua Potable: Es el agua que cumple con los requisitos de calidad para el consumo humano, garantizando que esté libre de contaminantes, microorganismos patógenos y sustancias tóxicas que puedan afectar la salud. (Bartram, 2001).

Buenas Prácticas Sanitarias: son los principios básicos y prácticas operativas generales de higiene para el suministro y distribución del agua para consumo humano, con el objeto de identificar los riesgos que pueda presentar la infraestructura. (decreto, 2007)

Base Gravable: La tasa por utilización del agua se cobrará por el volumen de agua efectivamente captada, dentro de los límites y condiciones establecidos en la concesión de aguas. (ambiente, 2009)

Cuenca hidrográfica: Área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar. (Decreto 1729)

Calidad del Agua: se refiere a las características del agua que determinan su aptitud para diversos usos, tales como el consumo humano, la recreación, y la agricultura. Esta calidad se evalúa mediante parámetros físicos, químicos, biológicos y microbiológicos. (IDEAM, 2019)

Desarrollo Sostenible: Desarrollo sostenible es un enfoque que busca satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las de futuras generaciones, equilibrando el crecimiento económico, la inclusión social y la protección ambiental. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2020)

Fuente de Abastecimiento: es el origen o lugar de donde se extrae el agua para su distribución y uso, como ríos y acuíferos. Este recurso es esencial para asegurar la disponibilidad continua de agua para consumo, agricultura e industria (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Hecho Generador: Es el punto de partida que justifica el uso y gestión del recurso hídrico, y puede involucrar la extracción, distribución o tratamiento del agua para satisfacer las necesidades establecidas. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2021)

Índice de escasez para aguas subterráneas: Es la relación entre la sumatoria de los caudales captados en el acuífero y los caudales explotables del mismo. (Decreto 155 2004)

Indicadores: Son parámetros que se utilizan para medir y evaluar la calidad, cantidad y disponibilidad del recurso hídrico. (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2021).

Inspección Sanitaria: Es el proceso de evaluación y control de condiciones sanitarias en instalaciones y servicios para asegurar que cumplen con las normativas de salud pública. (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2021)

Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico-PORH: es un conjunto de directrices y estrategias diseñadas para gestionar de manera sostenible los recursos hídricos en una región específica. Su objetivo es garantizar el uso eficiente y equitativo del agua (García, 2016).

Sujeto activo: Las Corporaciones Autónomas Regionales, las Corporaciones para el Desarrollo Sostenible, las Autoridades Ambientales de los Grandes Centros Urbanos y las que se refiere el artículo 13 de la Ley 768 del 2002 y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales del Ministerio de Ambiente, son competentes para recaudar la tasa por utilización de agua reglamentada en este decreto. (IDEAM, 2021)

Sujeto pasivo: La tasa por utilización de aguas se cobrará a todos los usuarios del recurso hídrico, excluyendo a los que utilizan el agua por ministerio de ley, pero incluyendo aquellos que no cuentan con la concesión de aguas, sin perjuicio de la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar y sin que implique bajo ninguna circunstancia su legalización. (Ministerio de Salud y protección social, 2020)

Tasa por uso de agua: Esta tasa busca regular el uso del agua, asegurar la sostenibilidad del recurso y financiar su gestión y conservación. Es una herramienta de política ambiental que incentiva el uso eficiente y responsable del agua. (Restrepo, 2019)

4.4 MARCO CONTEXTUAL

El municipio de San Diego se encuentra ubicado en la región Caribe Colombiana, en la subregión norte del Departamento del Cesar, ocupa territorio en las ecorregiones Serranía del Perijá y Valle del Río Cesar. Tiene una población de 18.531 habitantes, El municipio cuenta con un sistema fluvial que lo baña; constituido por un conjunto de caudales, afluentes la mayoría del Río Cesar. Esta riqueza hídrica, aunque no está aprovechada racionalmente, ha facilitado los regadíos para la agricultura tecnificada y la ganadería en forma casi permanente. Entre los principales caudales están: El Chiriaimo, El Tocaimo, El Salado, El Perú, El Picito, El Ceras y una ramificación de Acequias afluentes de estos caudales; además del Río Mocho, que marca límites con el territorio de La Paz.

Figura 2

Político Administrativa del Municipio de San Diego.



Nota: Tomado de la Alcaldía de San Diego-Cesar 2020

La población que conforma el Municipio de San Diego Cesar fluctúa y se estima que aproximadamente hay 18.531 habitantes. La Planta de Tratamiento de Agua Potable Emdupar se encuentra localizada mediante la georreferencia: 10°30'42.7"N 73°15'09.3"W. que por su

Tecnología convencional se clasifica como un sistema de potabilización compacto integrado por las unidades: mezcla estática, unidad de coagulación, floculación y sedimentación, filtración y desinfección.

Esta fuente hídrica actualmente sufre fuertes desequilibrios hídricos debido al mal uso de sus aguas, lo que ocasiona que la mayor parte del año en la parte media y baja (principalmente en la parte baja), el cauce principal se seque completamente, generando impactos ambientales negativos sobre la biodiversidad, y muchos de los potenciales usuarios aguas abajo. (CORPOCESAR, 2021)

4.5 MARCO LEGAL

Tabla 7

Marco Legal Del Proyecto

NORAMTIVA	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Porque el uso del recurso agua debe ser sostenible y garantizar el uso futuro por parte de las generaciones venideras, por lo cual, se enmarca a la línea de acción de este trabajo.
Ley 09 de 1979	Código Sanitario Nacional.	Todos los procesos que se realicen deben cumplir con las medidas sanitarias necesarias con tal de prevenir la contaminación cruzada del agua.
Constitución Política de Colombia de 1991.	Artículo 78: La ley regulará el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos 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. Es deber del	Este proyecto busca y tiene como principio conseguir que se impacte la calidad de vida de los habitantes mediante el esclarecimiento de una problemática de calidad de agua, por lo cual, se debe regir por la cartamagna y principalmente para lograr crear medidas de mejoramiento que permita:

	<p>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: Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas. Artículo 365: Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Artículo 366: El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable.</p>	<p>Mejorar la oferta de los servicios (Art. 78) Proteger el medio ambiente y lograr que el ambiente sea sano (Art. 79) Estrategias de prevención ante el deterioro ambiental (Art. 80) Eficiencia en la prestación de los servicios (Art. 365) Estrategia para la solución de las necesidades básicas insatisfechas y en particular al saneamiento básico y agua potable.</p>
<p>Ley 99 de 1993</p>	<p>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.</p>	<p>Todos los institutos expiden métodos científicos de validez para los procesos del agua potable en la verificación de la calidad del medio ambiente para la conservación de los recursos naturales renovables.</p>
<p>Ley 142 de 1994</p>	<p>Servicios Públicos Domiciliarios: por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>Como se realizarán actividades en torno a un Servicio Público Domiciliario se debe acoger toda guía técnica científica y protocolos conforme a la Superintendencia de los Servicios Públicos Domiciliarios.</p>

<p>Decreto 1743. Del 1994 Se instituye la Educación Ambiental.</p>	<p>Se estima que este tipo de programas educativos puede llegara producir ahorros de un 4 al 5% de la producción total de agua.</p>	<p>Para que todo programa de uso eficiente del agua tenga éxito debe contar con la participación ciudadana, y para ello es indispensable establecer acciones de comunicación y educación.</p>
<p>Ley 373 de 1997 Programa de uso eficiente y ahorro del agua.</p>	<p>Se establece el programa para el uso eficiente y ahorro de agua. El objetivo general de la ley es propender por un adecuado uso del recurso hídrico en todo el país.</p>	<p>Establece los pasos a seguir para llevar a cabo un programa de ahorro y uso eficiente del agua.</p>
<p>Decreto 3102 de 1997 instalación de equipos ahorradores e implementación de bajo consumo de agua.</p>	<p>Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la 373 de 1997 en relaciones con la instalación de equipos de bajo consumo de agua</p>	<p>Se reglamenta la instalación de equipos y sistemas de bajo consumo de agua</p>
<p>Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, (MAVDT 2002).</p>	<p>Establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, en un horizonte de 12 años.</p>	<p>Surge de la necesidad de establecer directrices unificadas para el manejo agua en el país, que además de apuntar a resolver la actual problemática del recurso hídrico, permitan hacer uso eficiente del recurso y preservarlo como una riqueza natural para el bienestar de las generaciones futuras de colombianos.</p>
<p>Decreto 1076 del 2015</p>	<p>Decreto Único Reglamentario Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible</p>	<p>Porque el medio ambiente se ha regulado y estandarizado conforme al modelo de la OCDE, donde se priorizan los Objetivos del Desarrollo Sostenible y tiene un enfoque al manejo y gestión del recurso hídrico.</p>
<p>NTC- ISO 14001 2015</p>	<p>El objetivo global de esta norma internacional es apoyar la protección ambiental y la prevención de la contaminación en equilibrio con las necesidades socioeconómicas</p>	<p>Especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, que le permita a una organización desarrollar e implementar una política y unos objetivos que, tengan en cuenta los requisitos legales y la información sobre los aspectos ambientales.</p>

Nota: Elaboración Propia.

5 MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo, se proporciona una guía clara sobre el enfoque, técnicas y procedimientos a seguir, asegurando un enfoque estructurado y coherente. Definiendo los métodos de recolección y análisis de datos, se establecen los procedimientos para cada etapa del proyecto, y clarifica roles y responsabilidades. Facilita la evaluación del progreso y controla la calidad, al tiempo que identifica riesgos y problemas potenciales.

5.1 LÍNEA, SUBLÍNEA Y ÁREA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

El programa de Ingeniería Ambiental y Sanitario cuenta con una línea de investigación gruesa “Sostenibilidad y Gestión Ambiental” y sub línea, en la cual se considera: Gestión Integral del Recurso Hídrico. El área temática se denomina “Procesos de tratamiento de agua potable y tratamiento de aguas residuales”. (UNICESAR, 2021).

5.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con el libro “Metodología de la Investigación” de Hernández Sampieri, el enfoque de este proyecto investigativo es cuantitativo porque se realiza una secuencia de pasos y procedimientos, que van encaminados a responder una problemática por las dudas características de manejo y gestión de los recursos hídricos en el municipio de San Diego, Cesar. (Hernández S ,2018).

5.3 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con el libro “Metodología de la Investigación” de Hernández Sampieri, el alcance de este proyecto es descriptivo porque se trata de responder características y propiedades comunes del componente agua que se ve implicado en procesos unitarios de tratamiento y de distribución para satisfacer una de las necesidades de los pobladores urbanos del municipio de San Diego, Cesar. (Hernández S, 2014)

5.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Corresponde al número de habitantes del municipio de San Diego Cesar, proyectados al año 2023, que conforme al último censo practicado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para 2018 tenía, 18531 habitantes. Este procedimiento se llevará a cabo conforme a los métodos dispuestos en el Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) Título B versión 2012.

5.5 MUESTRA POBLACIONAL

Corresponde al volumen de agua de aducción por parte de la PTAP de Emposandiego, el cual, de acuerdo con cifras presentadas por la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR) en el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua de la Empresa (resolución No. 0456 del 27 de abril de 2015) se encuentra tasada en 36 litros por segundo.

5.6 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es no experimental del tipo longitudinal o evolutivo de tipo análisis evolutivo, ya que la información que se recolectará en campo se realizará en diferentes momentos del tiempo y no necesita probación estadística o chequeos de verificación y/o validación ya que muestra una realidad actual del Sistema de Tratamiento de Agua Potable de Emposandiego (Aneth, 2021)

5.7 DESARROLLO METODOLÓGICO

El desarrollo metodológico de este proyecto se estructura en tres fases interrelacionadas para abordar integralmente la gestión del suministro de agua en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de San Diego – Cesar. En la primera fase, se analizará la capacidad de abastecimiento del río Chiriaimo y los aspectos técnicos y operacionales de la planta para garantizar que satisfaga la demanda municipal. La segunda fase se enfocará en calcular los indicadores de evaluación de la calidad del agua, evaluando los atributos de tratamiento, distribución, continuidad y calidad del servicio. Finalmente, en la tercera fase, se formulará un sistema de vigilancia y mejoramiento continuo para optimizar el suministro y la gestión del agua, asegurando una operación eficiente y sostenible de la planta como se muestra a continuación.

Fase I: Analizar la capacidad de abastecimiento de agua del río Chiriaimo para satisfacer la demanda municipal, así como los aspectos técnicos y operacionales de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de San Diego – Cesar.

Actividad 1.1. Estudio Hidrológico de la Microcuenca del río Chiriaimo y Análisis Preliminar

Descripción: Con un breve estudio de material bibliográfico, buscamos comprender el comportamiento del agua en la microcuenca, identificando y evaluando las características clave

que afectaban el flujo y la distribución del agua dentro de la cuenca. Del mismo modo, se realizó un diagnóstico de la capacidad de abastecimiento de la fuente.

Actividad 1.2. Inspección Inicial.

Descripción: Se diseñó un formato de recolección de información. Este formato estuvo integrado con una parte de inspección técnica, que constituyó el análisis del funcionamiento y estado estructural de las unidades que componían el sistema; y, por otra parte, un componente para inspeccionar las operaciones que se realizaron en la planta, en el análisis de un diagrama de entrada-proceso-salida, para comprender los factores implicados en los procesos unitarios.

Actividad 1.3. Cálculo de la Dotación Neta y Bruta Actual para la Población de San Diego.

Descripción: Se procedió a estimar la cantidad total de agua necesaria para abastecer a la población local. La dotación bruta incluyó el consumo total requerido, considerando pérdidas y necesidades adicionales. La dotación neta se centró en calcular el agua disponible para el consumo efectivo, excluyendo pérdidas y reservas, optimizando así el uso del recurso. Este análisis permitió un enfoque alineado con las necesidades reales y futuras de la población.

Fase II: Calcular Los Indicadores de Evaluación de la Calidad del Agua Para La Definición Del Concepto Sanitario En Los Atributos De Tratamiento, Distribución, Continuidad Y Calidad Del Servicio De La Planta De Tratamiento De Agua Potable De San Diego – Cesar.

Actividad 2.1. Determinación del Índice IRCA

Descripción: Se realizó el cálculo respectivo para la construcción del índice IRCA, siguiendo las formulaciones matemáticas expuestas en el capítulo 4 del presente documento; así mismo, se expresaron las inferencias que estipulaban las normativas citadas.

Actividad 2.2. Determinación del Índice IRABAm

Descripción: Se realizó el cálculo respectivo para la construcción del índice IRABAm, siguiendo las formulaciones matemáticas expuestas en el capítulo 4 del presente documento; así mismo, se expresaron las inferencias que estipulaban las normativas citadas.

Actividad 2.3. Determinación del Índice IBP y Concepto Sanitario

Descripción: Se realizó el cálculo respectivo del IBP y el Concepto Sanitario, siguiendo las formulaciones expuestas en el capítulo 4 del presente documento; así, se obtuvo información pertinente que sirvió como insumo para la constitución del plan de contingencia y riesgos para la PTAP.

Fase III: Formular un sistema de vigilancia y mejoramiento continuo para el suministro de agua de la planta de tratamiento de agua potable de San Diego – Cesar.

Actividad 3.1. Programa De Prevención Hídrica.

Descripción: Se realizó el diseño de un programa que propuso medidas orientadas a prevenir la ocurrencia de sucesos que amenazaran o pusieran en riesgo la calidad y seguridad hídrica de los habitantes del municipio de San Diego. Estas medidas se construyeron conforme a los compromisos de las políticas nacionales para el cuidado del recurso hídrico, a los objetivos de conservación de CORPOCESAR y a los planes estratégicos y líneas de acción del Plan de Desarrollo Municipal del municipio.

Actividad 3.2. Programa De Corrección Hídrica.

Descripción: Se realizó el diseño de un programa que propuso medidas orientadas a corregir situaciones anormales, emergentes y accidentales debido a la posible ocurrencia de sucesos que amenazaran o pusieran en riesgo la calidad y seguridad hídrica de los habitantes del municipio de San Diego. Estas medidas se construyeron conforme a los compromisos de las políticas nacionales para el cuidado del recurso hídrico, a los objetivos de conservación de CORPOCESAR y a los planes estratégicos y líneas de acción del Plan de Desarrollo Municipal del municipio.

6 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para exponer los resultados que se obtuvieron en la realización de este proyecto, se presentaran de forma estructural resolviendo desde el primer objetivo específico hasta el tercero, mostrando el producto de cada una de las actividades propuestas.

6.1 SE ANALIZÓ LA CAPACIDAD DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL RÍO CHIRIAIMO PARA SATISFACER LA DEMANDA MUNICIPAL, ASÍ COMO LOS ASPECTOS TÉCNICOS Y OPERACIONALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN DIEGO – CESAR.

En la elaboración del diseño de un plan de mejoramiento para el abastecimiento hídrico, es preciso considerar los aspectos de oferta y demanda referidos, tanto a la fuente como a la dotación para uso doméstico en el acueducto municipal, diagnóstico de los sistemas de acuerdo según su capacidad para afrontar el suministro y consumo eficiente en la población abordando temas como la continuidad y calidad, considerar las externalidades con mayor influencia en las ineficiencias detectadas en las visitas y consultas preliminares, análisis de los sistemas desde el punto de vista de calidad del agua de la fuente, su implicaciones y alternativas de mejora en los procesos de tratamiento. Los aspectos considerados, se analizan en los apartes siguientes de este capítulo.

6.1.1 Estudio Hidrológico de la Microcuenca del rio Chiriaimo y Análisis Preliminar

Que la Constitución Política de Colombia en sus artículos 79 y 80 establece como deber del estado:

- ✓ Proteger la diversidad e integridad del ambiente.
- ✓ Conservar las áreas de especial importancia ecológica.
- ✓ Fomentar la educación ambiental.
- ✓ Garantizar el derecho de las personas a gozar de un ambiente sano.
- ✓ Planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
- ✓ Prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental.
- ✓ Imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

En cumplimiento de la normativa, El Director General de la Corporación Autónoma Regional del Cesar "CORPOCESAR", en uso de sus facultades legales conferidas por la Ley 99 de 1993, y el Decreto 1076 de 2015 por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible y en especial de las conferidas a través del acuerdo 010 del 05 de enero de 2018, Acuerdo No. 005 de 31 de mayo de 2016 plan de acción 2016 – 2019, emite la Resolución 1149 de 18 de octubre de 2018 “Por medio de la cual se declara en Ordenamiento del Recurso Hídrico el Río Chiriamo de los Municipios de Paz y San Diego, Departamento del Cesar”

La adopción de El Plan de Ordenación y manejo ambiental de la cuenca se materializa mediante resolución de comisión conjunta integrada por las corporaciones: Corpocesar y Corpoguajira: Resolución de comisión conjunta No. 0249 del 26 de agosto de 2020 Corpocesar y Resolución de comisión conjunta No. 1182 del 26 de agosto de 2020 Corpoguajira. “Por medio de la cual se adopta el Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la cuenca Hidrográfica de los ríos Chiriamo y Manaure (Código 2802-03)”, según acta 001 del 19 de febrero de 2019.

De acuerdo a la zonificación ambiental elaborada por la Corporación Autónoma Regional del Cesar –CORPOCESAR- incluida en su Plan de Gestión Ambiental Regional -PGAR- la Micro cuenca del río Chiriamo está en la Ecorregión Serranía de Perijá y en su parte alta según el acuerdo 021 de diciembre 16 de 2016 “POR EL CUAL SE RESERVA, DELIMITA, ALINDERA Y DECLARA EL PARQUE NATURAL REGIONAL SERRANÍA DEL PERIJÁ Y SE DICTAN NORMAS PARA SU ADMINISTRACIÓN Y MANEJO SOSTENIBLE” que se encuentra en la parte alta dentro del área de Parque Nacional Regional Serranía del Perijá del cual la microcuenca cuenta con un área de parque de 4573,09 Ha y la corriente principal queda se ubica dentro de este con un tramo de 2.343 Km repartidos en 1 Km dentro de la zona de restauración y 1.343 Km en zona preservación por lo cual como lo muestra el siguiente mapa:

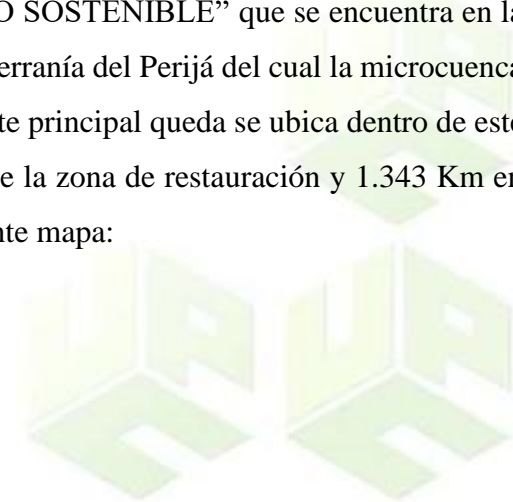
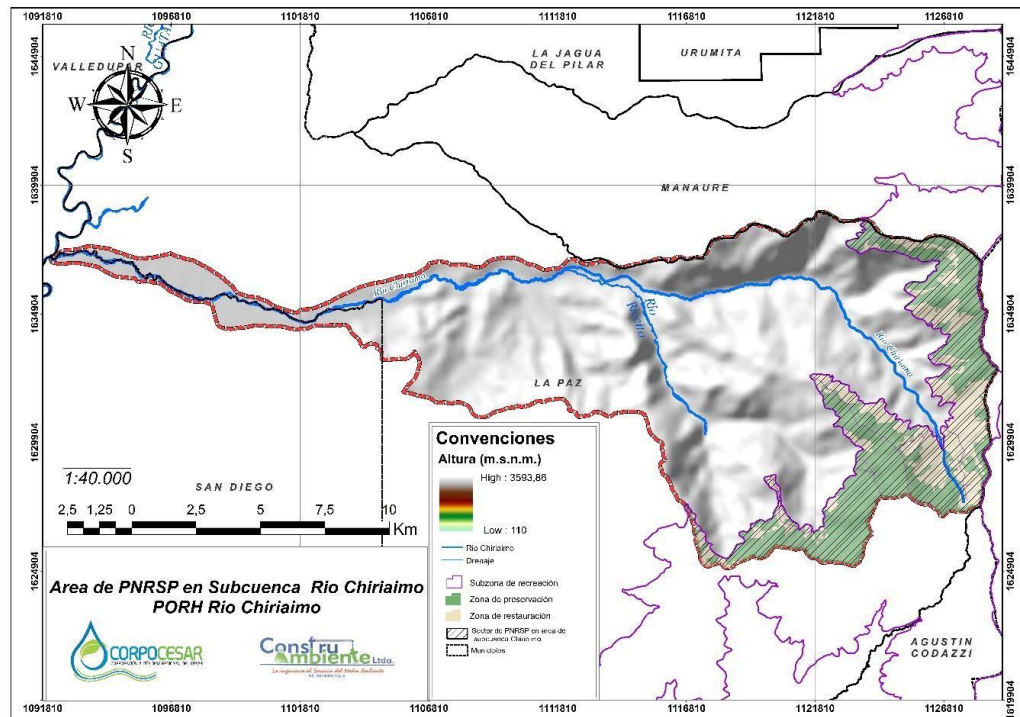


Figura 3

Área de PNRSP en Microcuenca Río Chiriaimo



Nota: Fuente POMCA.

Para el río Chiriaimo La Corporación Autónoma Regional del Cesar “CORPOCESAR” llevó a cabo el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico Río Chiriaimo mediante contratación ejecutada con CONSTRUAMBIENTE SAS. Estudio que se utiliza como base para la información consignada a continuación:

6.1.1.1 Cuerpo de Agua: Río Chiriaimo - Localización.

La corriente del río Chiriaimo es una fuente hídrica de uso público reglamentada mediante la resolución No. 674 del 28 de agosto de 1969, por el que hacia la veces como autoridad ambiental en su momento el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente conocido como INDERENA, la corriente se encuentra ubicada en la microcuenca que lleva su mismo nombre dentro de la subcuenca del nivel subsiguiente Manaure - Chiriaimo en el departamento del Cesar, localizado entre las coordenadas que presenta la Tabla No. 8, este nace en el municipio de La Paz en el Páramo de Sabana Rubia en el parque natural regional serranía del Perijá a una altura de 3200 m.s.n.m. aproximadamente y luego de un recorrido de 47.65 Km

desemboca en el río Cesar a una altura de 100 m.s.n.m. este sirve de límite territorial entre los municipios de La Paz, San Diego y Valledupar.

Tabla 8.

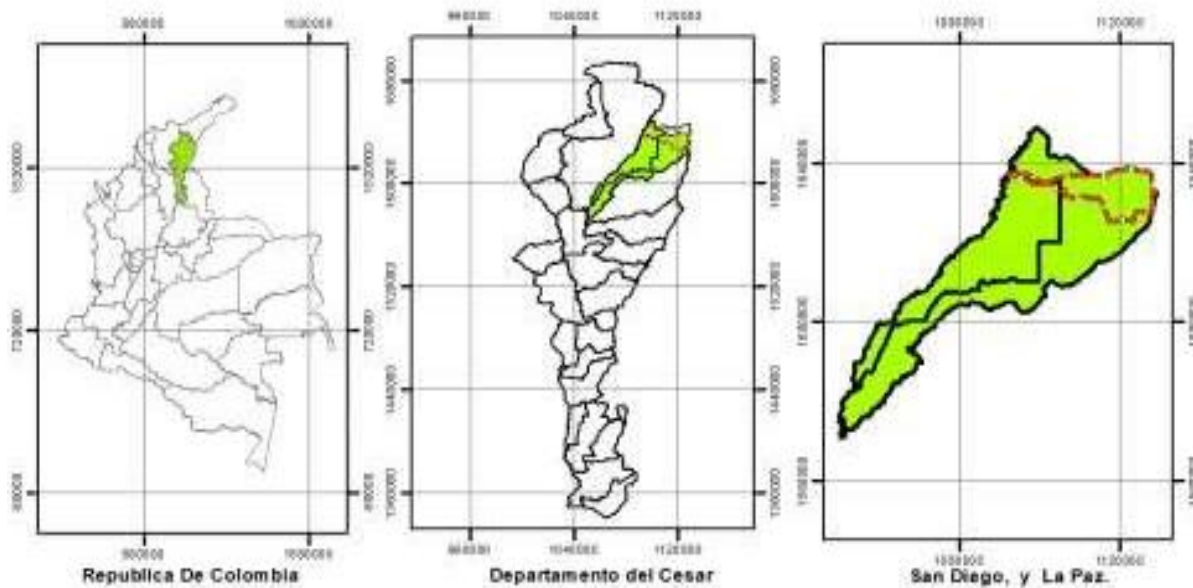
Coordenadas de nacimiento y desembocadura de la corriente del Río Chiriaimo

PUNTO	COORD_ESTE	COORD_NORTE	ALTURA
Nacimiento Cauce principal	1127576.9373	1627550.9126	3200 m.s.n.m
Desembocadura Cauce principal	1092173.6592	1637144.1417	100 m.s.n.m
LIMITES CORRIENTE RIO CHIRIAIMO			
PUNTO	COORDENADAS		
Norte	1637336,3502		
Sur	1627558,0729		
Este	1127584,3155		
Oeste	1092068,7752		

Nota: Construambiente & Corpocesar, 2019

Figura 4

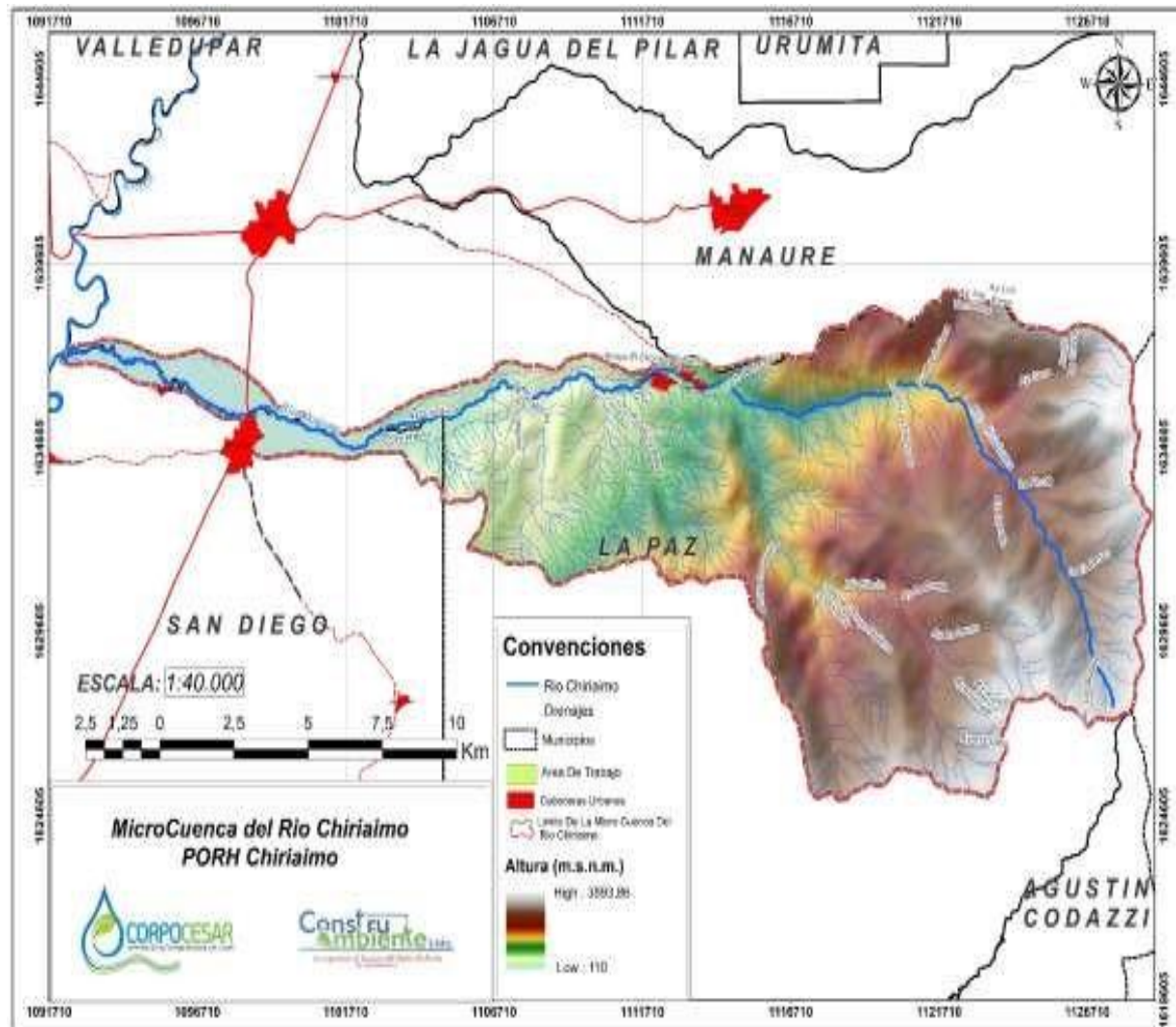
Localización General de la Microcuenca del Río Chiriaimo



Nota: Fuente: Construambiente & Corpocesar, 2019.

Figura 5

Microcuenca y Corriente del Rio Chiriaimo



Nota: Construambiente & Corpocesar, 2019.

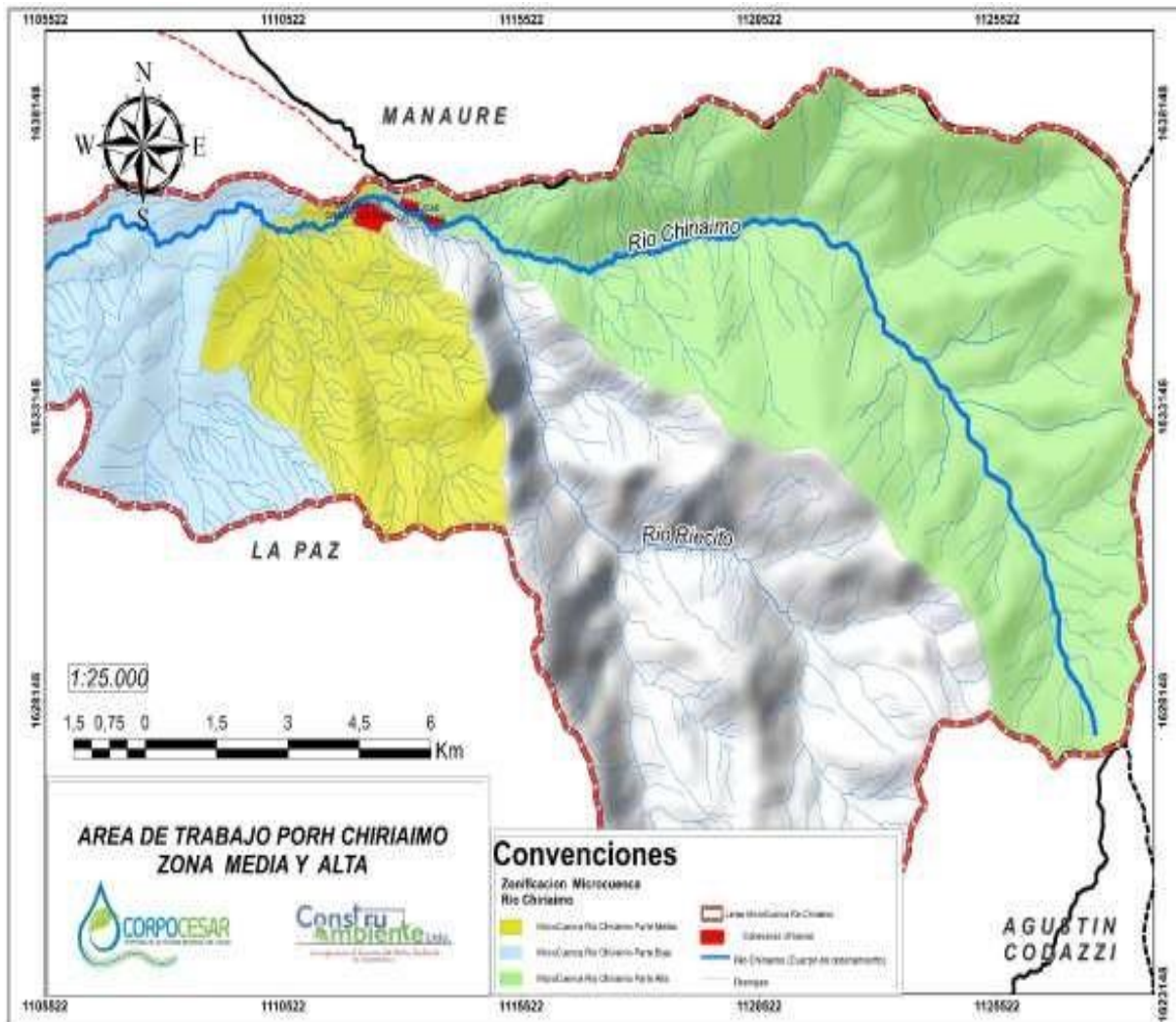
Las características geomorfológicas en la parte alta y media de la corriente del cuerpo de agua se caracterizan por poseer pendientes con cambios de alturas pronunciados sobre todo en sus inicios o muy cercanos al nacimiento que tienden a mantener una pendiente media a lo largo del cuerpo de agua hasta llegar a la parte baja que se ubica por debajo de los 500 m.s.n.m donde se homogenizan las pendientes y los cambios de altura son muy pocos.

La parte, alta, media, baja y el área formada por los divisorios de agua del rio Riecito se presentan en Mapa tomado de la zonificación realizada por el (POMCA, Chiriaimo, 2011). Estas

características altitudinales hacen de la cuenca una zona en la que se presentan todos los pisos térmicos, aunque el clima tiende a ser predominantemente frío y húmedo, en las zonas altas debido a su constitución de paramo y ya hacia las zonas bajas con una frecuencia mucho menor de precipitaciones y temperaturas promedio de 26 C°

Figura 6

Área de Trabajo en la Parte Media, Baja de la Corriente de Río Chiriaimo



Nota: Construambiente & Corpocesar, 2019 (base POMCA Chiriaimo, 2011).

El municipio que más área cubre dentro de la microcuenca es el municipio de La Paz (96%), mientras que el municipio de San Diego cubre la menor parte (menos del 5%). Desde el punto de vista poblacional, el municipio con mayor número de habitantes usuarios dentro de la microcuenca es el municipio de San Diego. Situación mostrada en las siguientes tablas:

Tabla 9

Distribución de la población total estimada para la microcuenca

LA PAZ		
Municipios, Corregimientos y Veredas	Población Estimada	% de la población
Corregimiento Betania, San José de Oriente	5488	73 %
Veredas	2036	27 %
TOTAL	7524	100 %
SAN DIEGO		
Municipios, Corregimientos y Veredas	Población Estimada	% de la población
Cabecera municipal	8532	95 %
Corregimiento Los Tupes	448	5 %
TOTAL	8980	100 %

Nota: Sisbén, municipio de la paz y san diego, 2011.

Tabla 10

Áreas representativas de Cada Municipio Dentro de la Microcuenca del Rio Chiriaimo.

MUNICIPIO	Área en la Subcuenca (ha)	Porcentaje de la cuenca	Área Urbana (ha)	Población Urbana (hab)	Área Rural (ha)	Población Rural (hab)
San Diego	766,62	4%	32,142	8532	734,478	448
La Paz	21009,59	96%	46,01	5202	20963,58	2300
TOTAL	21776,21	100%	78,152	13734	21698,058	2748

Nota: Sisbén, municipio de la paz y san diego, 2011.

6.1.1.2 Análisis de la información Suministrada por el POMCA de la Microcuenca del Rio Chiriaimo.

La capacidad del rio Chiriaimo para satisfacer la demanda actual y futura, de acuerdo a lo extractado del POMCA, indica que, en cuanto a promedio general anual proyectado, el rio tiene suficiente capacidad para sostener la demanda concesionada y no concesionada. Y, el caudal ecológico se mantiene en los niveles del 25% en forma adecuada. Sin embargo, existen aspecto que deben ser tenidos en cuenta y, que en definitiva muestran una situación muy crítica no predicha por los estudios. Al observar los aforos realizados por el estudio en la corriente rio Chiriaimo, para la época junio /julio, de la zona alta llega unos 0.50 lps a la zona correspondiente al corregimiento de San José. Está corriente es recargada en esta zona por el rio Riecito que se une al Chiriaimo. El

caudal aforado pasa a 0.865, manifestándose así la gran influencia del Riecito con un aporte de 0.365 lps, aporte clave pro la cantidad suplida y porque viene a diluir los vertimientos del corregimiento de San José y Betania. El caudal ecológico para esta corriente en la zonificación E4 sería de 0.22 lps.

Para este estudio es de interés las zonas E4, E5 y E6, que corresponde a la zona definida para captaciones de uso doméstico. Se está abordado el problema en la utilización de un recurso natural de uso colectivo que ha derivado en una sobreexplotación, con el riesgo de ser destruido o agotado. El problema es quién administra o debe administrar dicho recurso para evitar su agotamiento.

En el pasado, existía la figura de inspector de aguas que, con el campesino distribuían caudales y turnos en forma equitativa. Todo funcionó bien, inclusive se tenía caudal ecológico y el río era un sitio de esparcimiento y de actividades familiares. Hoy, el gobierno bajo esquemas regulados por normatividad, es el único encargado de administrar los recursos que lo hace a través de instituciones creadas como las corporaciones autónomas regionales. Bajo este esquema, para el caso de aguas, la corporación emite concesiones a partir de solicitudes motivadas, para todos los usos. Se observa, que bajo este esquema no se cumple la premisa de que la administración de recursos a través del gobierno pueda evitar el uso excesivo. Y es que la obligación de obtener concesiones no se cumple cabalmente y, los caudales concesionados no corresponden con los extraídos. Tal vez, se deba buscar formas de gobierno comunitarios con su experiencia de que las reglas son cambiantes y dependen de los tiempos, así, en tiempos normales los agricultores se organizan por turnos mientras que en épocas de sequía las reglas cambian, definiendo prioridades de acuerdo a las necesidades de los cultivos, tendrán más prioridad los agricultores cuyos cultivos estén más necesitados de agua. Indiscutiblemente, la prioridad es el consumo doméstico, pero es preciso que también sea controlado.

6.1.1.3 Diagnóstico de la Capacidad de Abastecimiento del Río Chiriamo para Satisfacer la Demanda Actual y Futura.

Está demostrado, que la capacidad de abastecimiento del río Chiriamo para satisfacer la demanda de todos los usos, es cambiante y depende de la época del año, crecidas o estajes. En épocas de invierno el río presenta frecuentes crecientes súbitas, con altos contenidos de lodos que

están asociadas a represamientos causados por movimientos en masa, originados de los erosionamientos de terrenos a los que se les ha afectado su capa vegetal, bien como consecuencia de talas indiscriminadas o labores de limpieza para cultivos, las aguas represadas rompen las barreras y se producen las altas corrientes. En ellas, también es preciso tener en cuenta los altos niveles de lluvias que drenan al río. Naturalmente, en este estado se satisface todo tipo de demandas y en lugar de regulaciones lo que se debe es proteger o protegerse del cauce, en especial en la zona baja. Antes de desembocar en el río Cesar, la corriente causa erosionamientos en su cauce con afectaciones a puentes, infraestructura y cultivos ribereños. Se han construido muros en los puntos más críticos, pero aún se presentan problemas que es preciso tener presentes para su mitigación. Este período se presenta con mayor intensidad en los meses de septiembre octubre, abril y mayo.

El otro extremo ocurre en épocas de estiaje intenso donde las empresas deben tomar acciones con construcción de barreras y vigilancia de las captaciones para usos agrícolas y pecuarios aguas arriba de la captación. En estas épocas el caudal ecológico en la parte baja del río es despreciable y a partir del cerro La estancia el río se seca completamente, pues cualquier remanente es extraído en la última acequia utilizada para labores agrícolas. Es de advertir que existe una marcada contaminación por vertidos domésticos en las poblaciones de San José de Oriente y Betania, que solo son contrarrestadas por el afluente correspondiente al río Riecito que vierte en la parte baja de las poblaciones. De allí, la importancia de gestionar la protección del nacedero ubicado en finca particular, precisamente, una solución podría la concertación de su protección mediante los pagos por servicios ambientales al propietario de la finca. Este período ocurre en los meses de diciembre, enero y febrero hasta la primavera que inicia en el mes de marzo.

Existe una época intermedia, precisamente la utilizada por la consultoría para el aforo de caudales y caracterizaciones de la fuente presentadas en dicho estudio, ello, corresponde a los meses de junio y julio, en la cual, los aforos para la zona de interés de este estudio indican caudales promedios de 865 lps, y para la distribución por usos corresponde a 645 lps, desface originado en el índice de utilización del recurso agua, IUA, que mide el volumen de agua que es captado de medios naturales para el suministro del servicio de acueducto con relación al caudal ambiental otorgado por la autoridad ambiental, evidenciando de esta forma, el posible estrés hídrico generado sobre la fuente de abastecimiento. Para el caso de San Diego, cuya concesión es de 36 lps, el IUA calculado es de 165.33 pero que EMPOSANDIEGO ESP reporta un valor de 99.20. La razón del

desface se debe a que los sistemas fueron diseñados, captación y desarenador común para los sistemas de La Paz y San Diego, con un caudal de diseño de 150 lps para la planta, correspondiendo el 60% para La Paz (90 lps) y el 40% para San Diego (60 lps), de donde se infiere que ese fue el caudal concesionado para el diseño y construcción y, que posteriormente se asigna una concesión individual para San Diego en 36 lps.

Tabla 11

Cálculo de Uso de Agua – valor de diseño (60 lps)

MESES EN LOS QUE SE PRESTO EL SERVICIO	VCMÍ - (M3) (VOLUMEN CAPTADO MES I)	VCAAI - (M3) (VOLUMEN CAUDAL CONCESIONADO)	UAI
1	154 276.67	155 520	99.20
2	154 276.67	155 520	99.20
3	154 276.67	155 520	99.20
4	154 276.67	155 520	99.20
5	154 276.67	155 520	99.20
6	154 276.67	155 520	99.20
7	154 276.67	155 520	99.20
8	154 276.67	155 520	99.20
9	154 276.67	155 520	99.20
10	154 276.67	155 520	99.20
11	154 276.67	155 520	99.20
12	154 276.67	155 520	99.20
Promedio			99.2

Nota: Reporte Emposandiego ESP al SUI.

Tabla 12

Cálculo de Uso de Agua – Valor Concesionado (36 lps)

MESES EN LOS QUE SE PRESTO EL SERVICIO	VCMÍ - (M3) (VOLUMEN CAPTADO MES I)	VCAAI - (M3) (VOLUMEN CAUDAL CONCESIONADO)	UAI
1	154 276.67	93 312	165.33
2	154 276.67	93 312	165.33
3	154 276.67	93 312	165.33
4	154 276.67	93 312	165.33
5	154 276.67	93 312	165.33

6	154 276.67	93 312	165.33
7	154 276.67	93 312	165.33
8	154 276.67	93 312	165.33
9	154 276.67	93 312	165.33
10	154 276.67	93 312	165.33
11	154 276.67	93 312	165.33
12	154 276.67	93 312	165.33
Promedio			165.33

Nota: Adaptación propia.

6.1.1.4 Análisis de Externalidades Que Hacen Ineficiente la Prestación del Servicio de Acueducto en San Diego Cesar.

La percepción de la comunidad, considera la calidad del agua como el principal problema, que a conducido a la generalización la compra de canecas de agua para consumo directo o en la preparación de bebidas. En realidad, es un problema cultural debido a los vertimientos de aguas residuales producidos en las poblaciones de San José de Oriente y Betania (municipio de La Paz) pues los resultados IRCA de salud departamental indican agua sin riesgo en la casi totalidad de los meses analizados en los últimos años, como se evidencia en los reportes al SIVICAP.

Contrario a esa percepción, los problemas principales se enmarcan en la baja continuidad, altas pérdidas y baja eficiencia de recaudo. En esa línea, se destacan las siguientes externalidades:

6.1.1.4.1 Consumos no contabilizados.

Las altas pérdidas tienen su origen principal en los consumos no contabilizados por la empresa lo que induce a la sectorización y la aparición de usuarios privilegiados, privilegio que les ha creado un estatus ficticio. Es así, como los usuarios que tienen privilegio son premiados con mayor cantidad de horas de suministro por parte de personal de la empresa encargados de la operación de sectorización, usuarios que por considerarse de estrato económico superior lo manifiestan mediante la construcción de albercas de grandes dimensiones para un almacenamiento que supera sus capacidades de consumo lo que se convierte en fuente de pérdidas por el recambio permanente del agua almacenada, usuarios con mayor capacidad para la adquisición de turbinas conectadas directamente a la red a cambio del deterioro del perfil de flujo. La competencia por el uso de turbinas es tal que se puede afirmar que su uso sobrepasa el 50% de los usuarios, unos con

turbinas de 1/2 o 3/4 Hp y los privilegiados usan turbinas de mayor caballaje. Se podría pensar que el consumo eléctrico sería una limitante, pero ello no es cierto porque un gran porcentaje tiene conexiones eléctricas fraudulentas o simplemente son usuarios morosos del servicio eléctrico que no les importa el consumo pues de todas formas no tienen la intención de pagarlo. Las fincas, las casa campo, lavaderos, piscinas construidas en los hogares, entre otras, son fuentes de altas pérdidas que tampoco tienen control.

El problema es tal, que su comparación se enmarca dentro de la "tragedia de los comunes" en la cual, los recursos naturales de uso colectivo inevitablemente derivan en una sobreexplotación y, a largo plazo, son destruidos o agotados. Es un concepto económico que se refiere a la explotación excesiva de recursos compartidos.

6.1.1.4.2 Macro y micro medición.

La medición de los consumos facturados es un derecho de los usuarios contemplado en la Ley 142 de 1994, que en su artículo 9, numeral 9.1 establece: *“Obtener de las empresas la medición de sus consumos reales mediante instrumentos tecnológicos apropiados, dentro de plazos y términos que para los efectos fije la comisión reguladora, con atención a la capacidad técnica y financiera de las empresas o las categorías de los municipios establecida por la ley”*

“En el Artículo 141, ARTÍCULO 141. INCUMPLIMIENTO, TERMINACIÓN Y CORTE DEL SERVICIO. Se establece que, La entidad prestadora podrá proceder igualmente al corte en el caso de acometidas fraudulentas. "ARTÍCULO 256. DEFRAUDACIÓN DE FLUÍDOS. El que mediante cualquier mecanismo clandestino o alterando los sistemas de control o aparatos contadores, se apropie de energía eléctrica, agua, gas natural, o señal de telecomunicaciones, en perjuicio ajeno, incurrirá en prisión de dieciséis (16) a setenta y dos (72) meses y en multa de uno punto treinta y tres (1.33) a ciento cincuenta (150) salarios mínimos legales mensuales vigentes". Artículo 144. DE LOS MEDIDORES INDIVIDUALES. Los contratos uniformes pueden exigir que los suscriptores o usuarios adquieran, instalen, mantengan y reparen los instrumentos necesarios para medir sus consumos. En tal caso, los suscriptores o usuarios podrán adquirir los bienes y servicios respectivos a quien a bien tengan; y la empresa deberá aceptarlos siempre que reúnan las características técnicas a las que se refiere el inciso siguiente. La empresa podrá establecer en las condiciones uniformes del contrato las características técnicas de los medidores,

y del mantenimiento que deba dárseles. No será obligación del suscriptor o usuario cerciorarse de que los medidores funcionen en forma adecuada; pero sí será obligación suya hacerlos reparar o reemplazarlos, a satisfacción de la empresa, cuando se establezca que el funcionamiento no permite determinar en forma adecuada los consumos, o cuando el desarrollo tecnológico ponga a su disposición instrumentos de medida más precisos. Cuando el usuario o suscriptor, pasado un período de facturación, no tome las acciones necesarias para reparar o reemplazar los medidores, la empresa podrá hacerlo por cuenta del usuario o suscriptor. **ARTÍCULO 145. CONTROL SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LOS MEDIDORES.** Las condiciones uniformes del contrato permitirán tanto a la empresa como al suscriptor o usuario verificar el estado de los instrumentos que se utilicen para medir el consumo; y obligarán a ambos a adoptar precauciones eficaces para que no se alteren. Se permitirá a la empresa, inclusive, retirar temporalmente los instrumentos de medida para verificar su estado.

DE LA DETERMINACIÓN DEL CONSUMO FACTURABLE ARTÍCULO 146. LA MEDICIÓN DEL CONSUMO, Y EL PRECIO EN EL CONTRATO. La empresa y el suscriptor o usuario tienen derecho a que los consumos se midan; a que se empleen para ello los instrumentos de medida que la técnica haya hecho disponibles; y a que el consumo sea el elemento principal del precio que se cobre al suscriptor o usuario. Cuando, sin acción u omisión de las partes, durante un período no sea posible medir razonablemente con instrumentos los consumos, su valor podrá establecerse, según dispongan los contratos uniformes, con base en consumos promedios de otros períodos del mismo suscriptor o usuario, o con base en los consumos promedios de suscriptores o usuarios que estén en circunstancias similares, o con base en aforos individuales. Habrá también lugar a determinar el consumo de un período con base en los períodos anteriores o en los de usuarios en circunstancias similares o en aforos individuales cuando se acredite la existencia de fugas imperceptibles de agua en el interior del inmueble. Las empresas están en la obligación de ayudar al usuario a detectar el sitio y la causa de las fugas. A partir de su detección el usuario tendrá un plazo de dos meses para remediarlas. Durante este tiempo la empresa cobrará el consumo promedio de los últimos seis meses. La falta de medición del consumo, por acción u omisión de la empresa, le hará perder el derecho a recibir el precio. La que tenga lugar por acción u omisión del suscriptor o usuario, justificará la suspensión del servicio o la terminación del contrato, sin perjuicio de que la empresa determine el consumo en las formas a las que se refiere el inciso

anterior. Se entenderá igualmente, que es omisión de la empresa la no colocación de medidores en un período superior a seis meses después de la conexión del suscriptor o usuario”

La macro y micromedición son dos herramientas importantes con que debe contar eficientemente la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado y, que son complementarias en el logro de objetivos de control de pérdidas y mejoras en la continuidad. Por un lado, la macromedición tienen especial aplicación en la elaboración de balances de materia en toda la infraestructura de acueducto, desde la captación hasta las redes, en razón a ello, la normativa sugiere los puntos donde debe instalarse los equipos de macromedición, así: Captación, aducción entrada a la planta, salida de la planta, en tanques de almacenamiento, llegada a la red y, según necesidades, a la entrada de sectores de acuerdo a la sectorización de las redes. Para el caso de EMPOSANDIEGO ESP, se ha reportado la necesidad de 5 macromedidores, de los cuales funcionan dos (2) para registro de producción en planta y llegada a la red. En la siguiente tabla, se indica el índice de macromedición reportado por EMPSOANDIEGO ESP al SUI:

Tabla 13

Índice de Macromedición Efectiva Reporte 2023

IMA = NTi *100/NTTi			
VARIABLES PARA EL IMA POR MES DE PRESTACIÓN			
MESES EN LOS QUE SE PRESTÓ EL SERVICIO	Nti	NTTi	IMAi
1	2	5	40
2	2	5	40
3	2	5	40
4	2	5	40
5	2	5	40
6	2	5	40
7	2	5	40
8	2	5	40
9	2	5	40
10	2	5	40
11	2	5	40
12	2	5	40
SUMA (IMA).....			480

Se obtiene el siguiente resultado para el APS A:

	m	12	
IMA =	$(\sum IMA_i / m)$		
	i=1		
IMA =	480/12 = 40 %		

Nota: EMPOSANDIEGO ESP.

Como se deduce, de cinco macromedidores requeridos solo se cuenta con dos para un valor de índice de macromedición del 40%.

De acuerdo a los resultados informados, no continuos, se observa que al sistema salen por reparto del desarenador 60 lps (concesionado a San Diego 36 lps), salen de la planta unos 50 lps y llegan a la red 45 lps. Lo que muestra pérdidas técnicas (planta, conducciones defectuosas, ventosas) del orden de los 10 lps y pérdidas comerciales (extracciones clandestinas para usos agrícolas y pecuarios) en la conducción planta – red del orden de los 5 lps.

A la red llegan 45 lps de los cuales se facturan a los usuarios 18 lps, para un nivel de pérdidas comerciales del orden del 60%.

Las estimaciones serían un poco más precisas si se implementa en forma continua la macro y micromedición, de tal forma que la gerencia pueda tomar decisiones para mejorar la continuidad que según reporte de EMPESOANDIEGO ESP es del orden del 75% pero que de acuerdo a los sondeos informales en la población está en el 40% muy por debajo de las exigencias normativas (Planes de Gestión y Resultados – Superservicios) que es del 97.3%.

Se espera que con la implementación de la micromedición se reduzcan las pérdidas comerciales y se mejore la continuidad al haber más control en el uso del agua por mayores valores facturados al sobrepasar la facturación actual no medida, 16 m3/usuario/mes, consumo básico base de facturación. De acuerdo a la dotación de 45 lps, el promedio de consumo mensual por usuario sería de 40 m3/mes para un consumo complementario de 16 m3/mes y suntuario de 4 m3/mes lo que incrementaría la factura en un valor promedio de \$100.000/mes, es decir, que un usuario estrato 2 que consuma el promedio de 40 m3/mes su valor facturado actual de \$25.000/mes sería de \$125.000/mes. De acuerdo a esto habrá usuarios con valores facturados por encima de los \$125.000/mes, beneficiando solo a los usuarios que consumen menos de los 16 m3/mes. Se infiere

que de aplicarse la micromedición se estaría generando un conflicto social que la empresa no ha querido enfrentar.

Puesto que esta es una solución para el control de pérdidas y mejoras en la continuidad, todos los consultores ven en la implementación una fuente de proyecto que a los constructores les genera grandes beneficios sin tener en cuenta que esta es una externalidad difícil de volver positiva. Los antecedentes se tienen en la misma población, pues en el pasado (unos 20 años atrás), en la población se instaló micromedición 100% y nunca se midió un solo medidor, menos se facturó en base a resultados. Han transcurrido 6 años desde que en un proyecto de optimización se instaló micromedición 100% y a la fecha, ni el contratista ha hecho entrega formal (al parecer por problemas de investigación contractual por parte de la Contraloría), ni la empresa cuenta con su registro, mucho menos lecturas. En su gran mayoría han sido vandalizados con la complacencia de los mismos usuarios cuyo derecho al contar con consumo medido no es sino letra muerta de la normatividad, la cual se citó en la parte inicial de este análisis.

Consumos para uso agropecuario (Fincas). Esta es una externalidad negativa que frente al derecho de suministro de agua potable para el consumo, los propietarios de finca solicitan el servicio para uso doméstico de sus trabajadores y de ellos mismos. Sin embargo, cobijados en este derecho y con la venia de la fontanería de la empresa, extienden su uso a jardinería, luego a bebederos de animales y finalmente a cultivos de poca extensión. Estos consumos no son controlados por lo que también son medios para justificar las altas pérdidas soportadas en los caudales de aguas residuales que corresponden a usos domésticos de la población, los cuales, están alrededor de los 15 a 20 lps.

Usos en lavaderos y piscinas domésticas. – En la población existen por lo menos cinco casas con piscinas internas y dos lavaderos que se alimentan con agua del sistema de acueducto, así lo disfracen con suministros de agua en bloque externas que en la práctica ello no es cierto.

No es arriesgado hacer extensivo el origen de la “tragedia de los comunes” a todos los aspectos aquí considerados por lo que ello amerita una decisión concertada y normativa sobre los consumos y sus controles. No es buscando soluciones en nuevas fuentes como la construcción de pozos profundos como algunos consultores han venido recomendando.

6.1.1.5 Diagnostico Procesos, Calidad e Indicadores Para El Suministro de Agua Potables en la Planta de Tratamiento del Municipio.

Para ofrecer agua potable a una comunidad, es preciso abordar los aspectos de calidad, por un lado, la que entrega la fuente y por el otro, la obtenida mediante la implementación de un sistema de tratamiento y potabilización.

La calidad de la fuente y su procedencia es determinante para la selección del mejor sistema de tratamiento. Es así, que para fuentes subterráneas donde los niveles de dureza y elementos iónicos presentes conducen a implementar sistemas con filtración, suavizado, utilización de zeolitas o carbón activado, es decir, sistemas cuyo objeto es la eliminación de elementos inorgánicos que afectan la salud por su acumulación en el organismo. Las fuentes superficiales están sometidas a continuas variaciones en los niveles de turbidez, color, pH, sustancias orgánicas y microorganismos dependiendo del contacto con el medio ambiente durante su recorrido desde el nacimiento.

En el desarrollo de este objetivo se parte de la inspección inicial llevada a cabo a los sistemas, la cual se describe y analiza a continuación.

6.1.2 Inspección Inicial

Para esta actividad se elaboró un formato para describir los principales aspectos técnicos, operativos e información general de la PTAP, Este documento abarca información sobre la ubicación, la captación de agua, la distribución y la disposición de las unidades dentro de la planta, proporcionando una visión completa de su funcionamiento. Dicho formato se diligencio completó con el apoyo del operario encargado de la planta durante tres visitas técnicas en el área de estudio, que combina una inspección técnica del estado estructural de las unidades y un análisis de las operaciones de entrada-proceso-salida. Esta actividad comenzó con una inspección inicial en diciembre para establecer una línea base, seguida de un monitoreo en febrero para actualizar la información y un análisis final en abril para evaluar cambios y tendencias. La combinación de estos enfoques permitió identificar factores críticos, evaluar la eficacia del sistema y optimizar los procesos operativos, garantizando así un análisis completo y detallado del funcionamiento de la planta.

El Rio Chiriaimo es una corriente reglamentada por el INDERENA mediante Res. No. 674 del 28 de agosto de 1969, en dicha resolución reglamentaria se otorgó concesión de aguas en beneficio del acueducto de San Diego, el término de la concesión es indefinido.

Desconociendo la existencia de la reglamentación indicada, mediante la Res. 864 del 18 de octubre de 2005 modificada parcialmente por No. 048 del 22 de enero de 2006, Corpocesar otorgó traspaso de concesión y aumento de caudal por 10 años, caudal de 30 lps aumentado en 6 lps para un total concesionado de 36 lps.

Mediante Res 1012 del 22 de septiembre Corpocesar se pronuncia sobre la vigencia del traspaso y concesión de aguas que sobre la corriente reglamentada “Rio Chiriaimo”, radicó Corpocesar a nombre de la empresa de servicios públicos de San Diego “EMPOSANDIEGO ESP” con NIT 824002284-3. En ella, se mantiene la vigencia de INDEFINIDA la concesión por ser incluida en la reglamentación de la corriente Rio Chiriaimo.

Tabla 14

Formato Diligenciado en la Inspección Inicial a la PTAP

A. UBICACIÓN		
NO.	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
1	País:	Colombia
2	Nombre de la Planta:	Planta de Tratamiento de Agua Potable San Diego y La Paz
3	Localidades Abastecidas:	La paz y San Diego
4	Departamento:	Cesar
5	Municipio:	San Diego
6	Dirección de la Planta:	Vereda El Tesoro
7	Distancia del punto de abastecimiento (km):	1.5
8	Altitud (msnm):	250
9	Institución Administradora:	EMPOSANDIEGO ESP
B. FUENTE DE ABASTECIMIENTO, CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO PREVIO		
NO.	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
10	Fuente de abastecimiento:	Rio Chiriaimo
11	Tipo de toma:	Toma de superficie
12	Conducción por:	Por gravedad
13	Desarenador:	Si

14	Presedimentador:	No
----	------------------	----

C. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA

NO.	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
15	Caudal Concesionado a San Diego (L/s):	36
16	Caudal máximo de operación (L/s):	60
17	Meses de operatividad a Caudal Máximo:	0
18	Año de diseño de la planta:	1982
19	Año de remodelación/ampliación/optimización:	2004
20	Medidor de caudal (indique el tipo):	No tiene
21	Mezcla rápida (indique el tipo y el punto de aplicación):	Vertedero rectangular
22	Floculadores (indique el tipo, número de unidades, número de tramos, dimensiones, entre otras):	Tipo Alabama, 2 unidades con 12 tramos cada una, 0.68 metros de largo, 1.17 metros de ancho y profundidad promedio de 3.0 metros (2.9, 3.0 y 3.07) m
23	Decantadores (indique el tipo, número de unidades, área de cada unidad, dimensiones, entre otras):	Tipo tasa acelerada, 2 unidades con dos módulos cada una y 3,85 m de largo, 2,5 metros de ancho y 4,52 m de profundidad.
24	Filtros (indique el tipo [tasa constante o declinante], número de unidades, tipo de lecho filtrantes [simple o doble, etc.], área de cada filtro, dimensiones, entre otras):	Tasa constante, 4 unidades, lecho filtrante mixto, 3,7 m de largo, 2,5 m de ancho y 4,40 m de profundidad.
25	Dosificación (coagulante, polímero, cal, cloro, entre otras [Para cada una su tipo de dosificador y número]):	cloro gaseoso, a través de un tubo de 1" que entra a la caseta de cloración y se regula por una válvula de cierre rápido, empleando un cilindro de 1 Tonelada

Nota: Anexo A – Capítulo I: Manual Evaluación CEPIS

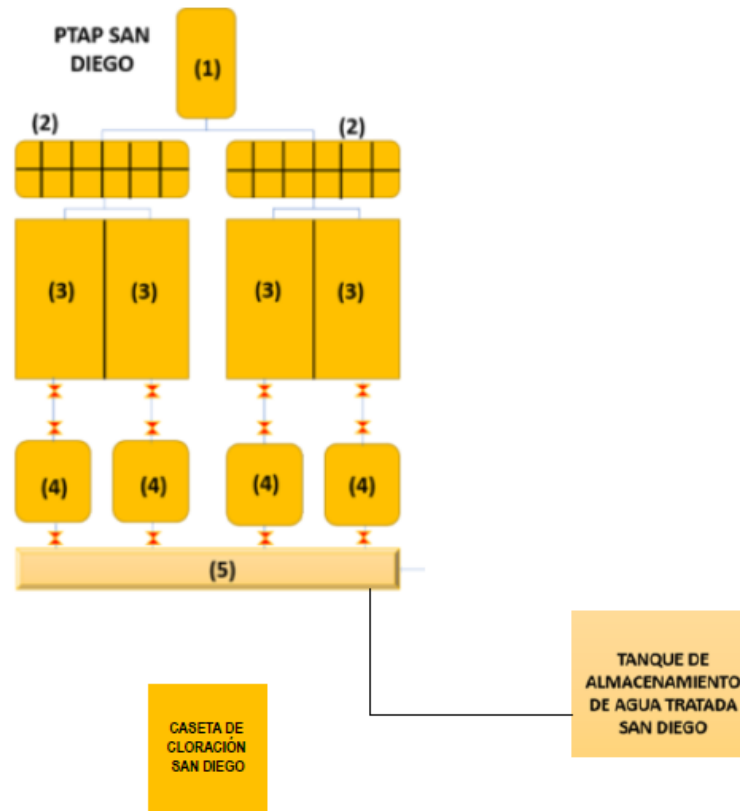
Luego de levantar la información anterior, se representó el funcionamiento de la planta de tratamiento en un diagrama de entrada-proceso-salida (EPS) que fue crucial para visualizar y entender toda la operación, desde la captación hasta la distribución del agua tratada. Este análisis ayudo a identificar los recursos necesarios para detectar las debilidades y fortalezas del proceso. Además, facilito la toma de decisiones informadas sirviendo como una herramienta que nos ilustra todos los aspectos técnicos que debemos saber de esta planta de tratamiento.

A continuación, se ilustra los procesos unitarios de la planta de tratamiento de San Diego – Cesar.

Figura 7

Esquema De Procesos Unitarios De La Planta De Tratamiento De San Diego Cesar.

Donde:



- (1) Cámara de llegada – zona de mezcla
- (2) Floculadores
- (3) clarificadores/sedimentadores
- (4) Filtros
- (5) Canal.

Por otra parte, el siguiente diagrama EPS da mayor claridad sobre la operatividad del sistema y su estado actual.

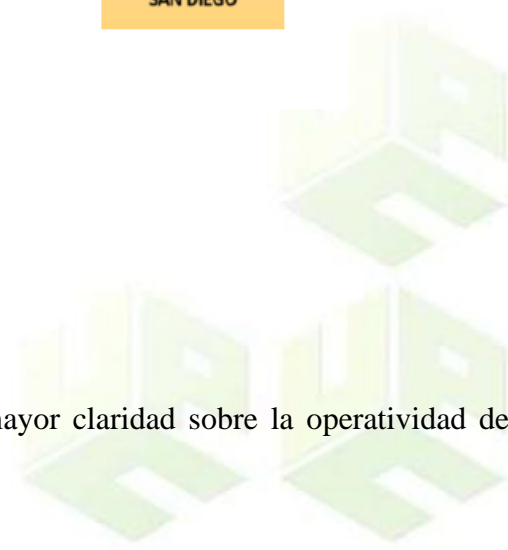
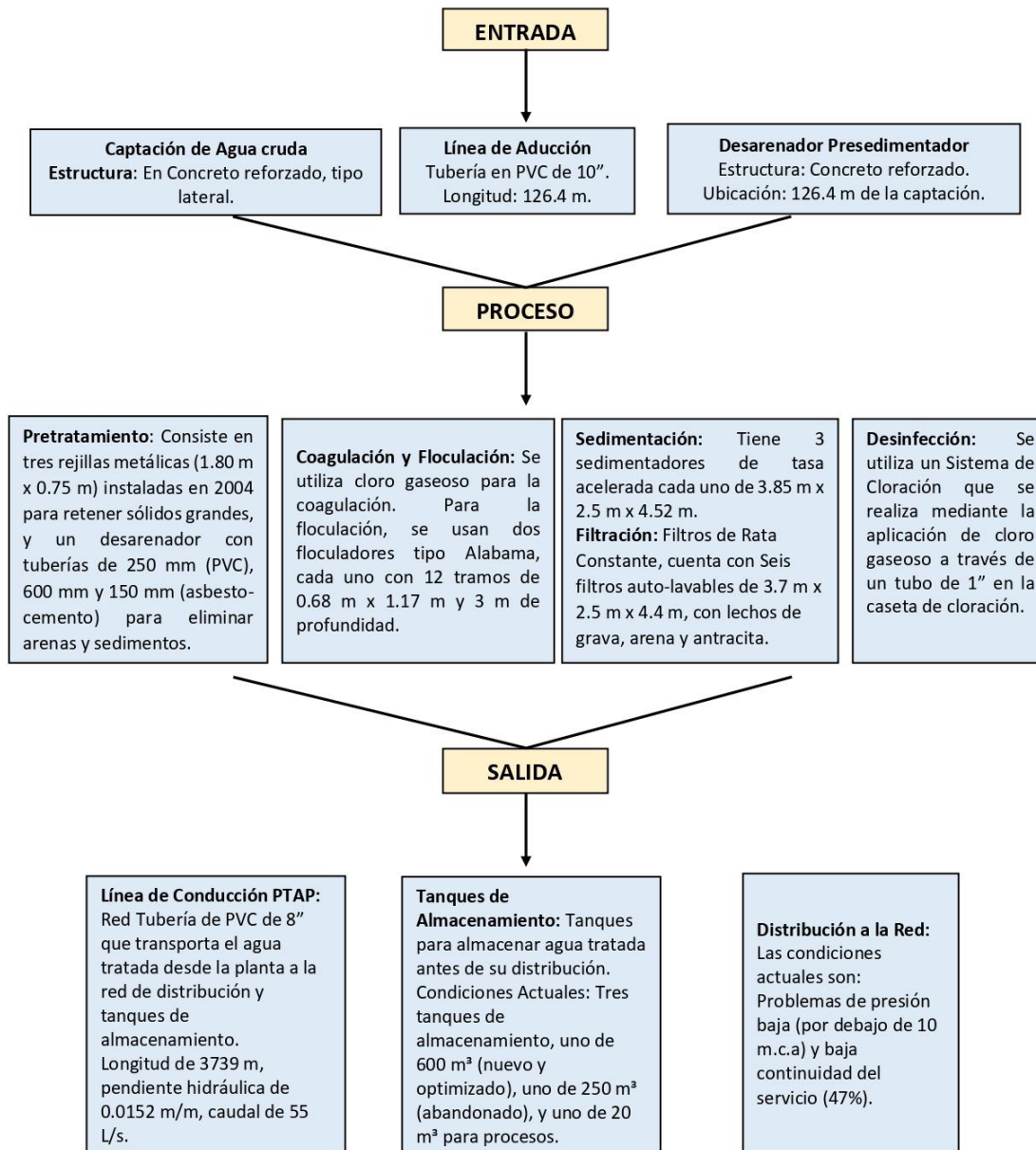


Figura 8

Diagrama de Entrada-Proceso- Salida de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de San Diego – Cesar.



6.1.2.1 Análisis de la Inspección Preliminar

Los resultados de esta visita indica que existen deficiencias o inexistencias en los siguientes factores:

- ✓ Buenas Prácticas Sanitarias

- ✓ Aseguramiento de la Calidad
- ✓ Levantamiento de información de campo

Con respecto a las Buenas Prácticas Sanitarias (BPS) se observa deficiencia en el orden y aseo en las instalaciones generales. Almacenamientos de elementos inadecuados, paredes con pintura deteriorada, zonas con aseo deficiente. Es decir, se requiere implementar y controlar programas de buenas prácticas sanitarias.

No existe un programa de aseguramiento de calidad definido e implementado, pero tampoco existen los elementos adecuados para su implementación. Es así, como las dosificaciones se realizan en forma rutinaria de acuerdo a la experiencia del operador, las pruebas de dosis óptima de coagulante y desinfectante no existen. Tampoco, tendría aplicación la determinación de dosis óptimas si no se cuenta con aforo de caudales, pesajes para preparación de soluciones en concentraciones definidas y medición de parámetros como la turbidez y cloro libre.

Referente a levantamiento de información, no existen registros de parámetros que posibiliten el análisis y control de los procesos. Se desconocen los errores sistémicos de los procesos ni la forma de identificar los aleatorios.

Mediante contratación de optimización de los sistemas de acueducto de San Diego, se cambió sistema de llegada a la planta mediante la construcción de nueva cámara de quietamiento y canal con resalto para conformar flujo turbulento para la mezcla rápida, no cuenta con sistema para aforo de caudales (el sistema abandonado si lo tenía para mezcla rápida y medida hidráulica de caudales de llegada) ni canal Parshall. Se observa problemas de acumulación de sedimentos en la cámara de caída recién construida.

Las placas aceleradoras del sedimentador, construidas en AC, no fueron cambiadas pese a su deterioro y a recomendaciones sanitarias. Ni tampoco el sistema recolector de agua sedimentada, tubo perforado.

No se realizan pruebas de planta para control de procesos, ni se cuenta con las dotaciones de laboratorio mínimas para realizar dichas pruebas (pruebas de jarras, pruebas de sedimentación, medida de turbidez y control de dosificaciones)

El análisis de la calidad que se presenta a continuación parte de la información suministrada por el POMCA, teniendo en cuenta los análisis realizados en la zona de influencia de la planta, que corresponde a la zona identificada como La Parrilla. Para el sistema de tratamiento se parte de los reportes de control realizados por la secretaría de salud departamental al sistema SIVICAP, pues la empresa incumple los requerimientos de análisis del prestador.

6.1.2.2 Registros Fotográficos de cada uno de los procesos unitarios de la PTAP

6.1.2.2.1 Procesos - Entrada

Figura 9

Rio Chiriaimo Llegada a la Captación

El río Chiriaimo, que abarca al municipio de San Diego y la Paz, enfrenta problemas importantes. Aunque se ha concesionado un caudal de 36 litros por segundo para San Diego, no hay datos recientes sobre su flujo. Además, el río sufre riesgos de socavamiento y desvío de cauce, afectando su estabilidad y disponibilidad.



Nota: Registro fotográfico propio.

Figura 10

Desarenador/Presedimentador

El desarenador presedimentador, situado a 126.4 metros de la captación, sirve a La Paz y San Diego. Con tres tolvas y sin placas de aceleración por problemas de lodos, reduce los sedimentos del agua antes de su tratamiento. Las estructuras están sin cerramiento y el mantenimiento es gestionado por dos bocatomeros, que se turnan para las tareas de limpieza.



Nota: Registro fotográfico propio.

6.1.2.2.2 Procesos – intermedios

En la siguiente imagen se muestra la cámara de aquietamiento en la llegada de la conducción al desarenador, ubicada en la PTAP. El canal de llegada, que presenta un resalto y el punto de dosificación de coagulante, está evidenciando signos de deterioro. El registro fotográfico destaca la necesidad de mantenimiento para mejorar las condiciones de estas instalaciones clave en el tratamiento del agua.

Figura 11

Cámara de Aquietamiento



Nota: Registro fotográfico propio.

La siguiente imagen muestra el área de almacenamiento de químicos y coagulantes en la planta de tratamiento de agua. Este espacio está diseñado para mantener los productos químicos esenciales en condiciones óptimas, asegurando su disponibilidad y eficacia en el proceso de tratamiento del agua.

Figura 12

Almacenamiento de Químicos – Coagulantes



Nota: Registro fotográfico propio.

La siguiente imagen ilustra el tanque destinado a la preparación de solución de coagulante. Esta actualmente en abandono y fuera de uso, estaba diseñado como alternativa al sistema de dosificación en seco.

Figura 13

Tanque para Preparación de Solución de Coagulante



Nota: Registro fotográfico propio.

La siguiente imagen muestra el tanque de solución coagulante (PAC) junto con la bomba dosificadora en la planta de tratamiento de agua. Este sistema es esencial para la correcta aplicación del coagulante en el proceso de tratamiento, asegurando una dosificación precisa y efectiva.

Figura 14

Tanque de Solución Coagulante (PAC) y Bomba Dosificadora



Nota: Registro fotográfico propio.

La siguiente imagen muestra la salida tubo encima de la estructura canal y resalto para mezcla rápida. Al fondo sistema abandonado de ingreso, canaleta Parshall inutilizada.

Figura 15

Dosificación - Punto de Inyección de Coagulante



Nota: Registro fotográfico propio.

Las cámaras de floculador tipo Alabama, fundamentales en el proceso de tratamiento de agua. Estas cámaras están diseñadas para promover la formación de flóculos mediante la mezcla y agitación del agua con coagulantes, facilitando la eliminación de partículas suspendidas.

Figura 16

Cámaras de Floculador Tipo Alabama

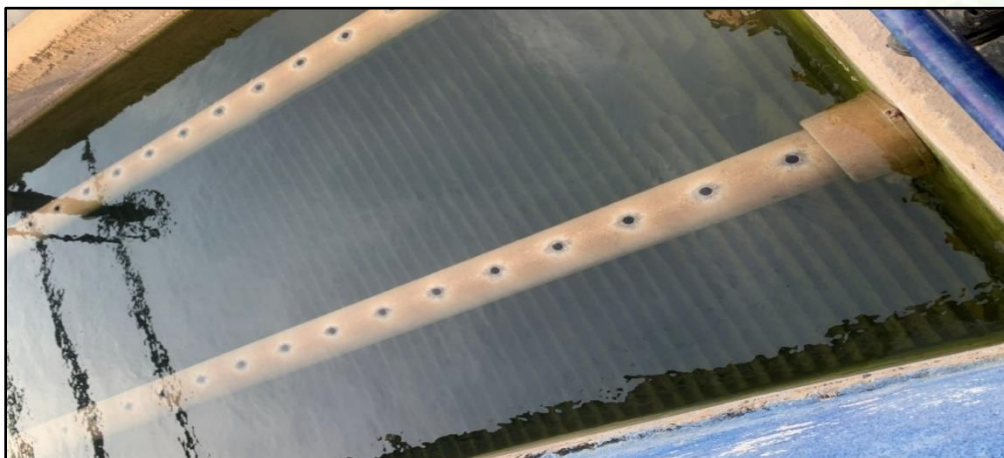


Nota: Registro fotográfico propio.

Vista al fondo de láminas aceleradoras en AC y tubo con orificios recolectores de agua sedimentada en AC, registro fotográfico propio.

Figura 17

Cámara de Sedimentación



Nota: Registro fotográfico propio.

Esta cámara está diseñada para remover impurezas y partículas suspendidas del agua a través de un proceso de filtración

Figura 18

Cámara de Filtración



Nota: Registro fotográfico propio.

Figura 19

Caseta de Cloración



Nota: cilindro con cloro gaseoso de 1 ton

Figura 20

Dosificador de Cloro Gaseoso Con Calentador



Nota: Registro fotográfico propio.

Las instalaciones del laboratorio están notablemente deterioradas y presentan un nivel elevado de suciedad. Además, el laboratorio está saturado de objetos personales y equipos no relacionados con el análisis de agua, lo que indica que el espacio se utiliza para fines distintos a los de su propósito original.

Figura 21

Laboratorio Químico de la PTAP



Nota: Registro fotográfico propio.

6.1.2.2.3 Procesos – Salida

San Diego cuenta con tres tanques de almacenamiento, uno en la planta de tratamiento de 600 m³, nuevo y optimizado pero la frecuencia de uso no ha sido continua; tanque de almacenamiento del sistema antiguo ubicado cerca a la captación abandonada, de 250 m³, sin uso y un tercero de 20 m³ para almacenamiento de agua tratada para procesos y usos domésticos en la planta de tratamiento.

Figura 22

Tanque de Almacenamiento



Nota: Registro fotográfico propio.

Redes de Distribución. En el municipio de San Diego se vienen haciendo reposiciones realizadas inicialmente por el municipio, luego por Aguas del Cesar y finalmente mediante contrato con recursos de préstamo se llevó a cabo reposiciones, instalación de ventosas, válvulas para sectorización en tres circuitos, estación reguladora de presión, hidrantes. Se cuenta con puntos de muestreo concertados con Salud Departamental. La empresa no cuenta con el catastro de redes de la cabecera municipal.

6.1.3 Cálculo de la Dotación Neta y Bruta Actual para la Población de San Diego.

Basados en consumos per cápita de la norma. De la Tabla 1, Res. 0330 de 2017 para poblaciones ubicadas a < 1000 msnm la Dotación Neta Máxima es de 140 l/hab*día. Siendo la

dotación bruta para el diseño de cada uno de los componentes que conforman el sistema de acueducto, la obtenida con la siguiente ecuación:

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

Siendo:

Dbruta: la dotación bruta

dneta: la dotación neta

%p: porcentaje de pérdidas técnicas máxima para diseño (no debe ser superior al 25%)

De tal forma que, para San Diego, la **Dbruta = 187 l/hab*día**. Para una población de 10.319 habitantes, el caudal de diseño sería:

$$QD = (187 \text{ l/hab*día}) * (10.319 \text{ hab}) * (\text{día}/86400 \text{ s}) = 22.40 \text{ lps}$$

Para la captación el caudal de diseño es $2 QD = 22.40 * 2 = 44.8 \text{ lps}$, que está de por encima del caudal concesionado por la corporación.

Si tenemos en cuenta, los estudios realizados a través del CORPES CA, Contrato de Consultoría No. CA-163-94, se tiene que para una dotación promedio obtenida para efectos del estudio de 200 l/hab*día, con la población proyectada a 2023 (8461 hab), la dotación de diseño (caudal proyectado) es de 24.5 lps. Que es un poco superior al calculado para 8500 hab aplicando la resolución 0330 de 2017. Lo cual, tiene sentido si se tiene en cuenta la tendencia normativa en controlar los consumos excesivos.

Lo anterior, deja en evidencia que existe una presión de la demanda de agua para uso de los sistemas de acueducto (consumo doméstico) que ha sido inducida desde los mismos diseños y construcciones de los sistemas, que fueron sobredimensionados para las necesidades futuras de la población, y que no han podido ser controladas por el prestador de los servicios, en este caso particular por EMPOSANDIEGO ESP. No existe claridad sobre los caudales concesionados y tampoco control sobre ellos, pues no se cuenta con aforos y sus registros y controles por parte de la autoridad ambiental. Para los usos diferentes al doméstico, agrícolas y pecuarios principalmente, el problema de concesiones es similar al doméstico, el índice de utilización del recurso es superior al 100% en los casos concesionados y el problema de las no concesiones muchas veces pasa

inadvertido pues, la corporación no ejerce control sobre ellos, lo cual incrementa la ilegalidad. Se puede decir que la solicitud de concesiones está ligada a problemas de egos y ocultamiento o justificación de mayores consumos como una muestra de mayor poder de unos consumidores sobre otros. Precisamente, es en este aspecto donde se añora las organizaciones comunitarias para la distribución y control del consumo solidario entre los usuarios.

Del análisis anterior es posible considerar que el deterioro de la fuente rio Chiriaimo, su incapacidad de mantener un caudal ecológico en beneficio de la biótica acuática y terrestre, presenta las siguientes externalidades negativas cuyos actores principales son: El prestador de los servicios de suministro de caudales domésticos, los usuarios de la fuente en labores agrícolas y pecuarias, las administraciones municipales y la corporación autónoma, ellas son:

- ✓ Por parte de los prestadores que, frente a sus ineficiencias que merecen consideraciones posteriores, mantiene una demanda superior a la oferta que reglamentariamente le corresponde
- ✓ Los usuarios agrícolas y pecuarios que extraen caudales superiores a los concesionados y los que se mantienen en la ilegalidad frente a la solicitud de concesiones
- ✓ Los municipios por no regular las relaciones comunitarias y prestador de los servicios frente al uso adecuado del agua
- ✓ La Corporación autónoma por no controlar sus propias concesiones y la falta de gestión para legalizar las extracciones ilegales.

Para el caso particular de San Diego, pese a que hace parte de los prestadores que utilizan caudales por encima de la oferta reglamentada por la Corporación y por el RAS 2000 (Resolución 0330 de 2017), presenta índice de continuidad por debajo del requerido por la reglamentación 97.3%, la cual, según reporte de EMPOSANDIEGO ESP al SUI es del 75%, por sondeos informativos en la población, cada usuario en promedio recibe el servicio de 3 a 4 días/semana y cada día de servicio éste lo recibe en un máximo de 13 horas, se tiene que la continuidad calculada está en un 40%, que para el caso es bastante ineficiente y lejos de la exigencia normativa pese a las grandes inversiones que se han realizado en redes, sistemas de tratamiento, macro y micromedición. En razón a ello, se analizará las externalidades negativas que ocasionan el deterioro y que pese a los esfuerzos de la administración municipal y el prestador no se han podido corregir.

6.2 SE CALCULÓ LOS INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA DEFINICIÓN DEL CONCEPTO SANITARIO EN LOS ATRIBUTOS DE TRATAMIENTO, DISTRIBUCIÓN, CONTINUIDAD Y CALIDAD DEL SERVICIO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN DIEGO – CESAR.

En esta fase, se calcularán indicadores clave para definir el concepto sanitario del sistema de tratamiento, distribución, continuidad y calidad del servicio. Estos indicadores permitirán medir y asegurar que los estándares de calidad y seguridad del agua se cumplan, garantizando un suministro adecuado y saludable para la población. El análisis detallado de estos atributos es esencial para optimizar el rendimiento de la planta y mejorar la confianza en el servicio de agua potable.

6.2.1 Determinación del Índice IRCA

Para evaluar el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA), se realizó un análisis de cada uno de los parámetros establecidos en la Resolución 2115 de 2007. Las muestras fueron cuidadosamente preservadas mediante refrigeración inmediata y transportadas en condiciones controladas al laboratorio de Nancy Flores. Allí, se llevaron a cabo los análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Se determinó el puntaje del IRCA asignando los valores establecidos por la norma, y se realizó la calificación del nivel de riesgo para determinar así las medidas de seguridad según la siguiente metodología:

$$IRCA \% = \frac{\sum PRCNA}{\sum PRCA} \times 100$$

Donde:

PRCNA: Puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables.

PRCA: Puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas.

Los puntajes de Riesgo se asignan a partir de la 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; en su artículo 14.

Los resultados del muestreo realizado el 27 de mayo del presente año fueron los siguientes:

Tabla 15

Resultados de los Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos del Agua de la PTAP de San Diego.

FISICOQUÍMICO			
ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO	CUMPLIMIENTO
Alcalinidad Total mg CaCO ₃ /L a pH 4,48	200	27	Cumple
Aluminio mg/L	0,2	<0,1000	Cumple
Cloro Libre Residual (Insitu) mg Cl ₂ /L	0,3-2,0	0,25	No Cumple
Cloruros mg Cl/L	250	13,2	Cumple
Color Aparente UPC	15	6,00	Cumple
Conductividad (Insitu) μS/cm	1000	119,2	Cumple
Dureza Calcica mg CaCO ₃ /L	N.R	17,2	No Aplica
Dureza Total (EDTA) mg CaCO ₃ /L	300	150,4	Cumple
Fosfatos mg PO ₄ /L	0,5	<0,153	Cumple
Hierro mg/L	0,3	0,1521	Cumple
Magnesio mg Mg/L	36	2,2938	Cumple
Nitratos mg NO ₃ /L	10	<0,886	Cumple
Nitritos mg NO ₂ /L	0,1	<0,020	Cumple
Olor y Sabor	Aceptable	Aceptable	Cumple
pH (Insitu) (29,5 °C) U de pH	6,5-9,0	7,78	Cumple
Sólidos Totales mg/L	N.R	69,0	No Aplica
Sulfatos mg SO ₄ /L	250	<10,0	Cumple
Temperatura (Insitu) °C	N.R	29,5	No Aplica
Turbiedad NTU	2	3	No Cumple
MICROBIOLÓGICO			
Aerobios mesófilos UFC/100mL	100	DNPSC	No Cumple
Coliformes Totales UFC/100mL	0	<1	Cumple
Escherichia coli UFC/100 mL	0	<1	Cumple

Nota: Examen de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua que sale de la PTAP del municipio de San Diego por medio del laboratorio Nancy Florez García SAS.

Se asignará el puntaje de riesgo contemplado en el cuadro N°.6, de la resolución, a cada característica física, química y microbiológica, por no cumplimiento de los valores aceptables establecidos en la presente Resolución:

Tabla 16

Puntajes de Riesgo por Paramero Evaluado.

CARACTERISTICA	PUNTAJE DE RISGO
Color Aparente	6
Turbiedad	15
pH	1,5
Color Libre Residual	15
Alcalinidad total	1
Fosfatos	1
Magnesio	1
Dureza Total	1
Sulfatos	1
Hierro Total	1,5
Cloruros	1
Nitratos	1
Nitritos	3
Aluminio	3
Fluoruros	1
Coliformes Totales	15
Escherichia Coli	25
Sumatoria de puntajes asignados	93

Nota: Fuente, Resolución 2115 de 2007.

El valor del IRCA es cero (0) puntos cuando cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas en la presente Resolución y cien puntos (100) para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos.

Se procede a calcular el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua:

$$IRCA \% = \frac{30}{93} \times 100 = 32,3$$

Tabla 17

Clasificación del Nivel de Riesgo del Agua.

CLASIFICACIÓN IRCA %	NIVEL DE RIESGO	IRCA por muestra	IRCA mensual
80.1 -100	INVARIABLE SANITARIA MENTE	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, Alcalde, Gobernador y a la SSPD.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.
14.1 – 35	MEDIO	Informar a la persona prestadora, COVE, alcalde y Gobernador.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
5.1 - 14	BAJO	Informar a la persona prestadora y al COVE.	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.
0 - 5	SIN RIESGO	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

Nota: Fuente, Resolución 2115 de 2007.

6.2.2 Determinación del índice IRABAm

Para el indicador de Riesgo por Abastecimiento de Agua, el cual se encuentra definido en la reglamentación como se indica:

Este indicador es calculado directamente en la SSPD con la información reportada por el Instituto Nacional de Salud.

El valor del IRABAm oscilará entre cero (0) y cien (100) puntos. Es cero (0) cuando cumple con las condiciones aceptables para cada uno de los criterios de tratamiento, distribución y continuidad del servicio y cien (100) puntos para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos.

El IRABAm, se obtiene de la ponderación de los siguientes factores: (1) tratamiento y continuidad del servicio de los sistemas de acueducto, y (2) distribución del agua en el área de jurisdicción del Municipio correspondiente, que pueden afectar indirectamente la calidad del agua para consumo humano y por ende la salud humana.

Para el cálculo del Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua IRABAm se tendrán en cuenta los procesos de tratamiento, distribución y continuidad del servicio y se realizará dando aplicación a la siguiente fórmula:

$$IRABAm = \frac{\sum IRABApp}{tpp} \times 0,6 + (IRDm \times 0,4)$$

Donde:

m = Municipio.

pp = Persona prestadora.

tpp = Total de personas prestadoras en el municipio que calcularon el IRABApp.

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

IRDm = Índice de riesgo por distribución en el municipio.

Es un indicador que tiene por objeto determinar el riesgo en salud humana por la forma como se distribuye el agua en el municipio. El máximo puntaje equivale a 100 puntos.

Para el cálculo del índice de riesgo por abastecimiento de agua por parte de la persona prestadora (IRABApp), se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$IRABApp = 100 - (IT + IC)$$

Donde:

pp = 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 por 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 18.

Puntajes para el Índice de Tratamiento del Agua para el Consumo Humano

CRITERIO DE ASIGNACIÓN DE PUNTOS PUNTAJE MAXIMO		PUNTAJE MÁXIMO
<p>PROCESOS: Corresponden a la existencia y funcionamiento de los procesos necesarios de tratamiento de agua para consumo humano, incluyendo los insumos requeridos para el cumplimiento de las exigencias de la presente Resolución, de acuerdo con la calidad de agua que alimenta el sistema y teniendo en cuenta la aplicación del Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico, Resolución 1096 de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico o la que lo adicione, modifique o sustituya, así como las demás normas vigentes establecidas.</p>		50
DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO	PUNTAJE ASIGNADO	
Si se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo	50	
Si se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente	25	
Si se realizan algunos procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	15	
Si se realizan algunos procesos requeridos 10 según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente	10	
Si sólo requiere desinfección y ésta se realiza	50	
Si solo realiza desinfección	15	
Si no hay ningún tipo de tratamiento	0	
<p>DOTACIÓN BÁSICA DE LABORATORIO EN PLANTA DE TRATAMIENTO: La persona prestadora debe contar con los equipos mínimos necesarios para realizar los siguientes ensayos:</p>		15

prueba de jarras, demanda de cloro, turbiedad, color y PH Se le asignará 3 puntos por cada equipo utilizado en los ensayos citados.

DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO	PUNTAJE ASIGNADO	
Se asignará 3 puntos por cada equipo utilizado en los ensayos citados.	0	
TRABAJADORES CERTIFICADOS: La persona prestadora deberá contar en la planta tratamiento con trabajadores certificados de conformidad con las Resoluciones N°.1076 de 2003 y 1570 de 2004 del MAVDT o las que las modifiquen, adicionen o sustituyan, que hacen referencia al Plan Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica para el sector de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental y sobre el plan de certificación de las competencias laborales de sus trabajadores.		25
DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO	PUNTAJE ASIGNADO	
Entre el 90% y el 100% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados	15	
Entre el 50% y menos de 90% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados	10	
Menos del 50% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados	0	
TOTAL ÍNDICE DE TRATAMIENTO (IT)		25

Nota: Fuente, Resolución 2115 de 2007

Para el cálculo del índice de continuidad - IC se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$IC = \left(\frac{\sum (Nhs)_j \times (Ps)_j}{730 \times Pt} \right) \times \left(\frac{24 h}{Dias} \right)$$

Donde:

(Nhs)_j = Número de horas prestadas en un mes en el sector j

(Ps)_j = población servida del sector j

730 = Número de horas que tiene un mes

(Pt) = población total servida por la persona prestadora.

Calculando para una población de 8.500 habitantes, cobertura de 99.84% y 60 horas/mes de prestación del servicio se obtiene:

$$IC = \left(\frac{60h \times 8.500}{730h \times 8.500} \right) \times \left(\frac{24 h}{Dias} \right)$$

IC= 2

Calificado como no satisfactorio como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 19.

Puntaje para el Índice de Continuidad

**PUNTAJE PARA EL ÍNDICE DE CONTINUIDAD DE LA PERSONA
PRESTADORA QUE SUMINISTRA O DISTRIBUYE AGUA PARA CONSUMO
HUMANO**

Continuidad del servicio - IC	Puntaje
0- 10 HORAS/DIA (INSUFICIENTE)	0
10.1- 18 HORAS/DIA (NO SATISFACTORIO)	10
18.1- 23 HORAS/DIA (SUFICIENTE)	15
23.1 - 24 HORAS/DIA (CONTINUO)	20

Nota: Fuente, Resolución 2115 de 2007.

Debido a lo anterior, el cálculo del IRABApp queda de la siguiente manera:

$$IRABApp = 100 - (25 + 2)$$

IRABApp = 73

Para el cálculo del índice de riesgo por distribución en el municipio – IRDm, se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$IRDm = 100 - [(E_1 \times \%R) + (E_2 \times \%Pi) + (E_3 \times \%CT) + (E_4 \times \%otros) + (G \times F)]$$

Los puntajes se asignarán al municipio con los siguientes criterios, donde:

% Red = Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de una red de distribución.

% Pilas = Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de pilas públicas.

% Carrotanques = Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de carrotanques.

% Otros = Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recoge agua para consumo humano directamente de pozos, lluvias, fuentes superficiales, garrafas, baldes, etc.

G = Número de total de conexiones domiciliarias/ Número de viviendas

F = Constante, valor de 10

Según la tabla mencionada en la actividad 1 donde muestra los porcentajes de distribución de agua para el municipio de san diego y la siguiente tabla se da el cálculo de IRDm.

Tabla 20

Puntajes Asignados para Calificar cada Forma de Distribución

No.	PUNTOS
E1 = 90 puntos	90
E2 = 50 puntos	50
E3 = 10 puntos	10
E4 = 5 puntos	5

Nota: Fuente, Resolución 2115 de 2007.

$$IRDm = 100 - \left[(90 \times 0,943) + (50 \times 0,001) + (10 \times 0) + (5 \times 0) + \left(\frac{5350}{5666} \times 10 \right) \right]$$

IRDm = 5,68

Se calcula IRABAm:

$$IRABAm = \frac{73}{1} \times 0,6 + (5,68 \times 0,4) = \mathbf{46,1}$$

ARTÍCULO 19° - RES 2115 de 2007.- CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO POR ABASTECIMIENTO DE AGUA. Teniendo en cuenta el promedio de los IRABApp e IRABAm, se define la siguiente clasificación del nivel de riesgo a la salud humana, las acciones según el tratamiento, la continuidad por parte de las personas prestadoras y la distribución a nivel municipal:

Tabla 21.

Clasificación del Nivel del Riesgo en Salud.

IRABA, %	NIVEL DE RIESGO A LA SALUD	ACCIONES	
		IRABApp	IRABAm
70.1 - 100	Muy Alto	Requiere la formulación inmediata de un plan de cumplimiento a corto, mediano y largo plazo por parte de la persona prestadora, bajo la verificación de la SSPD.	El alcalde con el apoyo del gobernador, propondrá un plan de cumplimiento a corto, mediano y largo plazo para disminuir el índice de riesgo por distribución bajo la

			verificación de las entidades de control y la SSPD
40.1 – 70	Alto	Requiere la formulación e implementación de un plan de acción a corto, mediano y largo plazo, bajo la verificación de la SSPD	El alcalde con el apoyo del gobernador, propondrá un plan de acción a corto, mediano y largo plazo, para disminuir el índice de riesgo por distribución, bajo la verificación de las entidades de control y la SSPD
25.1 – 40	Medio	La persona prestadora debe disminuir, mediante gestión directa, las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio.	El Alcalde propondrá y ejecutará Acciones correctivas a mediano y a largo plazo, para disminuir el índice de riesgo por distribución.
10.1 – 25	Bajo	La persona prestadora, debe eliminar mediante gestión directa las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio.	El Alcalde propondrá y ejecutará Acciones correctivas para eliminar el índice de riesgo por distribución.
0 – 10	Sin Riesgo	La persona prestadora cumple con las disposiciones legales vigentes en materia de agua para consumo humano. Continuar con la prestación del servicio.	El municipio con las disposiciones legales vigentes en materia de agua para consumo humano. Continuar con la prestación del servicio en toda el área de su Jurisdicción.

Nota: Fuente, Resolución 2115 de 2007.

6.2.3 Determinación del Índice IBP y Concepto Sanitario

Después de haber calculado los índices de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA) y el (IRABA), se procedió a utilizar la metodología establecida por las autoridades ambientales en la Resolución 000082 de 2009 para calcular el Índice (IBP) y el Concepto Sanitario. Este proceso requirió una recopilación de datos, obtenida a través de visitas técnicas detalladas a las instalaciones. La información obtenida durante estas visitas fue fundamental para asegurar la precisión en los cálculos y garantizar que los índices reflejen de manera efectiva la situación actual de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de San Diego-Cesar.

Tabla 22.

Formato de Inspección para el cálculo de IBP Diligenciado

BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS (BPS) - PERSONA PRESTADORA

ASPECTOS GENERALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Observaciones: se evidencia que las instalaciones presentan algunas deficiencias que no cumplen con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).		¿Cumple las BPS?			
Estado y pertinencia de las instalaciones.	Descripción de lo observado	SI	P	NO	N/A
1. Vía(s) de acceso está(n) en buen estado.	La vía de acceso principal está pavimentada y señalizada.	0			
2. Alrededores de las instalaciones de la planta libres de obstáculos.	Se observaron charcos de agua estancada en la zona de pretratamiento, potencial criadero de mosquitos. La vegetación alrededor de la planta no se ha podado en los últimos 3 meses, lo que podría favorecer la proliferación de roedores.			2	
3. Planta tiene cerramiento.	La planta cuenta con un cerramiento perimetral de malla ciclónica en buen estado, con puertas de acceso controladas.	0			
4. Aseo interior eficiente.	Se observó acumulación de polvo en las tuberías y equipos de la sala de bombas. Los pisos de las áreas de producción presentan manchas de óxido y pintura descascarada en las esquinas.			2	
5. Instalaciones de almacenamiento adecuadas.	El almacén de productos químicos cuenta con ventilación adecuada, las sustancias están almacenadas en recipientes correctamente identificados y separadas según su compatibilidad.	0			
6. Zonas para el descanso y consumo de alimentos.	Cuentan con un área de descanso, pero también es utilizada para consumir los alimentos ya que no cuentan con mesas en buen estado, No se encontró un lavamanos exclusivo para el lavado de manos ni dispensadores de jabón antibacterial.		1		
7. Servicios sanitarios en cantidad suficiente.	Los servicios sanitarios cuentan con inodoros. Sin embargo, los baños cuentan con lavamanos en mal estado y no cuentan con ventilación natural adecuada.		1		
8. Estado físico de las edificaciones.	La estructura principal de las edificaciones se encuentra en buen estado. Sin embargo, se observaron grietas en la losa de la planta de		1		

	tratamiento primario y filtraciones en el techo de la sala de control.				
Observaciones: se evidencia una clara deficiencia en la instrumentación de la planta de tratamiento de agua, lo que compromete la calidad y seguridad del agua producida.		¿Cumple las BPS?			
Instrumentación de la planta de tratamiento de agua para consumo humano	Descripción de lo observado	SI	P	NO	N/A
1. Medición de caudal de ingreso.	No se encontró un medidor de caudal instalado en la línea de ingreso.		1		
2. Medición de caudal de salida.	No se reporta la existencia de un medidor de caudal en la línea de salida.		1		
3. Medición o estimación de caudal para el lavado de filtros sedimentadores o de drenajes de sedimentadores y otros consumos.	No se realiza una medición precisa del caudal utilizado en los lavados de filtros. Se estima visualmente.		1		
4. Medición de niveles en los tanques.	Los tanques cuentan con sondas de nivel, pero su estado de conservación y precisión no están detallados.		1		
5. Control para determinar el momento del lavado de filtros.	El lavado de filtros se realiza de manera manual, sin un control automatizado basado en parámetros como la pérdida de carga o la turbidez del agua filtrada.		1		
Observaciones: se evidencia un grave incumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en materia de seguridad industrial y salud ocupacional.		¿Cumple las BPS?			
IV.1.3 Seguridad industrial y salud ocupacional	Descripción de lo observado	SI	P	NO	N/A
1. Manual o protocolo de higiene y seguridad industrial.	No se encontró evidencia de un documento formal que establezca las normas y procedimientos de seguridad.			2	
2. Programa de salud ocupacional.	No se evidenció un programa estructurado para la vigilancia de la salud de los trabajadores y la prevención de enfermedades laborales.			2	
3. Señalización y demarcación de las áreas de trabajo.	Las áreas de trabajo carecen de señalización adecuada para identificar peligros, rutas de evacuación y áreas restringidas.			2	
4. Operarios visten uniformes dotados para el trabajo.	Los trabajadores no utilizan uniformes ni equipos de protección personal específicos para sus labores.			2	
5. Elementos de protección y seguridad.	No se observaron elementos de protección personal como cascos, guantes, gafas de seguridad, etc., en las áreas de trabajo.			2	
6. Elementos de control local de emergencias.	No se identificaron extintores, botiquines de primeros auxilios ni otros elementos de control de emergencias en las áreas de trabajo.			2	

Observaciones: se evidencia una clara deficiencia en el manejo de la información y las comunicaciones dentro de la planta de tratamiento de agua.		¿Cumple las BPS?			
Manejo de la información y comunicaciones	Descripción de lo observado	SI	P	NO	N/A
1. Sistema de registro y archivo de la información.	Ausencia de un sistema estructurado para recolectar, almacenar y conservar datos relevantes como análisis de calidad del agua, registros de mantenimiento			2	
2. Reportes de autocontrol están disponibles para supervisión a cargo de la autoridad sanitaria.	No se encontraron evidencias de reportes periódicos de autocontrol que demuestren el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos.			2	
3. Manuales de operación y mantenimiento.	Falta de documentación detallada sobre los procedimientos operativos y de mantenimiento de los equipos y sistemas.			2	
4. Manual de funciones.	No se identificó un documento formal que defina las responsabilidades y competencias del personal.			2	
5. Supervisión y asesoría.	Ausencia de un programa de supervisión y asesoría técnica por parte de personal calificado.			2	
6. Sistema de comunicaciones.	El sistema de comunicación básico existente presenta deficiencias en cuanto a eficiencia, claridad y formalidad.		1		
Observaciones: es evidente que la planta de tratamiento de agua carece de un laboratorio propio para realizar los análisis físico-químicos y microbiológicos necesarios para garantizar la calidad del agua		¿Cumple las BPS?			
Laboratorio(s) para control de procesos y calidad del agua para consumo humano distribuida	Descripción de lo observado	SI	P	NO	N/A
1. Brinda(n) las condiciones de localización, espacio y distribución que deben cumplirse en estas instalaciones.	No aplica, ya que no se cuenta con un laboratorio.			2	
2. Equipos de seguridad propios de estas instalaciones.	No aplica, ya que no se cuenta con un laboratorio.			2	
3. Realizan todos los ensayos físicos, químicos y microbiológicos de control en la red de distribución, de acuerdo a las condiciones establecidas en el Capítulo V de la Resolución 2115 de 2007 o la norma que la modifique, adicione o sustituya.	No se realiza esta caracterización en la planta.			2	
4. Efectúan periódicamente la caracterización del agua cruda y su tratabilidad.	No se realizan estos controles en la planta.			2	

5. Hacen periódicamente el control de los procesos que llevan a cabo: floculación, sedimentación, filtración, desinfección y ajuste final de pH, etc., es decir, los que procedan.	No se generan reportes de control diarios en la planta.			2	
6. Llevan reportes de control al día.	No se generan reportes de control diarios en la planta.			2	
7. Sistema de gestión para el aseguramiento de la calidad de los resultados físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano.	No aplica, ya que no se realizan análisis en la planta.			2	
8. Instalaciones siguen técnicas de aseo y asepsia para los análisis.	No aplica, ya que no se realizan análisis en la planta.			2	

ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Observaciones: se evidencia una serie de deficiencias en el estado operativo del sistema de distribución de agua, lo que puede comprometer la calidad y continuidad del servicio.		¿Cumple las BPS?			
Estado operativo del sistema de distribución	Descripción de lo observado	SI	P	NO	N/A
1. Planos de la red de distribución detallados.	No existen planos actualizados y detallados de la red, lo que dificulta la localización de fugas y la planificación de mantenimientos.			2	
2. Red de distribución está sectorizada.	La red está parcialmente sectorizada, pero algunos sectores son demasiado grandes, lo que dificulta la localización de fugas y la realización de reparaciones.		1		
3. Zonas donde existe riesgo de contaminación de la red.	No se ha realizado un análisis de riesgo para identificar las zonas más vulnerables a la contaminación.			2	
4. Registro estadístico de las roturas de tubería y sus causas.	No se lleva un registro sistemático de las roturas de tubería, lo que impide identificar patrones y tomar medidas correctivas.			2	
5. Válvulas, purgas e hidrantes para drenar el agua de las tuberías están operables.	Algunas válvulas y purgas presentan dificultades para su operación, lo que puede complicar las labores de mantenimiento.		1		
6. Equipos y accesorios mínimos para el control de operación de la red.	Faltan equipos de medición y control, como medidores de presión y caudal, en algunos puntos estratégicos de la red.			2	
7. Red de distribución está instrumentada.	La red no cuenta con una instrumentación adecuada para monitorear en tiempo real la calidad y la presión del agua.			2	
Observaciones: se evidencia una serie de deficiencias en el mantenimiento de la red de distribución, lo que puede comprometer la calidad y continuidad del servicio.		¿Cumple las BPS?			

Mantenimiento de la red de distribución	Descripción de lo observado	SI	P	NO	N/A
1. Personal encargado de la operación y mantenimiento de la red de distribución está certificado en sus competencias laborales.	El personal no cuenta con la certificación necesaria para realizar las labores de mantenimiento de la red.			2	
2. Equipos y materiales apropiados para labores de mantenimiento.	Faltan herramientas y equipos especializados para realizar las reparaciones de manera eficiente y segura			2	
3. Equipos para detección de fugas no visibles.	No se cuenta con equipos como geófonos o correladores para detectar fugas subterráneas.			2	
4. Fugas y daños son atendidos oportunamente.	Las fugas y daños en la red no se atienden de manera oportuna, lo que puede generar pérdidas de agua y contaminación del suelo.			2	
5. Procedimientos para reparación de daños de tuberías y accesorios que eviten la contaminación hacia el interior de éstos.	No existen procedimientos estandarizados para la reparación de daños, lo que puede aumentar el riesgo de contaminación del agua.			2	
Observaciones: se evidencian varias deficiencias en el control de calidad del agua distribuida.		¿Cumple las BPS?			
Control de calidad del agua distribuida.	Descripción de lo observado	SI	P	NO	N/A
1. Tanques y otras estructuras del sistema de distribución se limpian y desinfectan periódicamente.	No existe un programa establecido para la limpieza y desinfección de los tanques de almacenamiento. La última limpieza se realizó hace más de un año.			2	
2. Dispositivos para toma de muestras de agua en la red de distribución.	Se cuenta con los dispositivos necesarios para la toma de muestras en los puntos estratégicos de la red.	0			
3. Quejas sobre mala calidad del agua se atienden oportunamente.	Las quejas de los usuarios no se registran de manera sistemática y no se realizan acciones correctivas de manera oportuna.			2	
4. Toma, preservación y transporte de muestras se hace de acuerdo al Manual de Instrucciones del Instituto Nacional de Salud - INS.	Si bien el personal está capacitado, el proceso de toma, preservación y transporte de muestras podría mejorarse para garantizar una mayor precisión en los resultados.		1		
5. Equipos portátiles para la toma de cloro residual y pH.	Se cuenta con equipos portátiles calibrados que permiten realizar análisis in situ de cloro residual y pH.	0			
CALIFICACIÓN PARA LA PERSONA PRESTADORA POR BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS - BPS: Sumar los valores de las columnas P y NO y anotarlos ----->		78			
		Puntos			

Nota: Fuente, Resolución 0082 de 2009

Este bajo puntaje indica que existe un incumplimiento significativo de las Buenas Prácticas Sanitarias. Las consecuencias de esta situación pueden incluir un mayor riesgo de contaminación,

un impacto negativo en la calidad del producto final y posibles sanciones por parte de las autoridades reguladoras.

Luego de calcular el índice IBP, se procede a calcular el Concepto Sanitario mediante la metodología adoptada por la misma resolución, 0082 de 2019. Vale aclarar que este tipo de procedimientos solo tiene validez alguna cuando es emitido por una Autoridad Sanitaria, pero para fines del desarrollo de los objetivos de este proyecto se realiza la metodología para la toma de decisiones ligadas a los resultados. A continuación, se calcula este concepto:

Tabla 23.

Formato para Calculo de Concepto Sanitario Diligenciado

RESULTADOS DE LOS ÍNDICES QUE EVALÚAN LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO POR PERSONA PRESTADORA		
IRCA_{pp}:	IRABA_{pp}:	BPS_{pp}:
Inviabile sanitariamente 80.1 – 100	Riesgo muy alto 70.1 - 100	Riesgo muy alto 71 - 100
Riesgo alto 35.1 - 80	Riesgo alto 40.1 - 70	Riesgo alto 41 - 70
Riesgo medio 14.1 - 35	Riesgo medio 25.1 - 40	Riesgo medio 25 - 40
Riesgo bajo 5.1 - 14	Riesgo bajo 10.1 - 25	Riesgo bajo 11 - 24
Sin riesgo 0 - 5.0	Sin riesgo 0 - 10	Sin riesgo 0 - 10
CONCEPTO SANITARIO POR PERSONA PRESTADORA		
Puntaje = 0.50 X IRCA _{pp} + 0.20 X IRABA _{pp} + 0.30 X BPS _{pp} 0.50 X 32,3 + 0.20 X 46,1 + 0.30 X 78 = 48,77 puntos		
Se expide concepto sanitario favorable cuando el puntaje ponderado está entre: 0 - 10		
Se expide concepto sanitario favorable con requerimiento cuando el puntaje ponderado está entre: 10.1 - 40		
Se expide concepto sanitario desfavorable cuando el puntaje ponderado está entre: 40.1 - 100		
SE EMITE CONCEPTO SANITARIO: DESFAVORABLE		
Nombre de la persona que diligenció el formulario en oficina	Firma	Fecha
Maria Peralta Simanca	Maria Peralta	15 de julio 2024

Nota: fuente, Resolución 0082 de 2019.

6.3 SE FORMULO UN PLAN DE VIGILANCIA Y MEJORAMIENTO CONTINUO PARA EL SUMINISTRO DE AGUA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN DIEGO – CESAR.

Este plan se desarrollará dos programas para asegurar la calidad constante del agua y la eficiencia operativa del sistema en su abastecimiento. Incluirá procedimientos de monitoreo regular, mecanismos de control de calidad, y estrategias para identificar y abordar áreas de mejora. El objetivo es mantener un suministro de agua confiable y seguro, optimizando los procesos y garantizando una respuesta efectiva a cualquier problema emergente.

6.3.1 Programa De Prevención Hídrica.

En el contexto actual, la gestión adecuada del recurso hídrico es crucial para garantizar no solo la calidad, sino especialmente el abastecimiento constante de agua para las comunidades. Esta actividad se centra en el diseño de un Programa de Prevención Hídrica para el municipio de San Diego, con el objetivo primordial de asegurar un suministro constante y seguro de agua para sus habitantes. El programa abordará medidas orientadas a prevenir situaciones que puedan poner en riesgo la disponibilidad del recurso hídrico, en línea con las políticas nacionales, los objetivos de conservación de CORPOCESAR y los planos estratégicos del Plan de Desarrollo Municipal.

6.3.1.1 Nombre del Programa.

"Protección Hídrica en el municipio de San Diego": Estrategia Integral de Prevención y Seguridad del Recurso"

En respuesta a los desafíos emergentes en la gestión del recurso hídrico y con el objetivo de garantizar la disponibilidad y calidad del agua potable para los habitantes de San Diego, presentamos el programa "Protección Hídrica San Diego". Este programa está diseñado para prevenir y mitigar los riesgos que puedan afectar el suministro de agua, alineándose con las políticas nacionales, los compromisos de conservación de CORPOCESAR y los planes estratégicos del Plan de Desarrollo Municipal.

El objetivo del programa **"Protección Hídrica en el municipio de San Diego"** es establecer un marco efectivo de prevención y control que minimice los riesgos asociados con los desvíos de agua y otros factores que puedan afectar la calidad y disponibilidad del recurso. Al adherirse a las políticas nacionales, los compromisos regionales de conservación y los planes

locales, el programa busca proteger el suministro de agua potable y asegurar una gestión sostenible y equitativa del recurso para todos los habitantes de San Diego.

6.3.1.2 Contexto y Problemática

San Diego enfrenta desafíos críticos en la gestión del agua, especialmente debido a los desvíos significativos de recursos hídricos para usos agrícolas. Estos desvíos, realizados mayormente por los campesinos, están afectando la disponibilidad y calidad del agua destinada al consumo humano y otros usos esenciales. La falta de regulación adecuada en estos desvíos no solo pone en riesgo la sostenibilidad del suministro de agua, sino que también puede generar conflictos entre distintos usuarios del recurso. Esta situación requiere una intervención estratégica para equilibrar las necesidades agrícolas con las demandas de agua potable, garantizando así una gestión equitativa y sostenible del recurso hídrico en la región.

6.3.1.3 Componentes Clave del Programa

Para abordar de manera integral la protección y gestión del recurso hídrico en San Diego, el programa "Protección Hídrica en el municipio de San Diego" se estructura en varios componentes fundamentales. Cada uno de estos componentes está diseñado para abordar específicamente los desafíos identificados, mejorar la eficacia de las medidas preventivas y garantizar una gestión sostenible del agua. A continuación, se detallan los componentes clave del programa, los cuales incluyen la evaluación de riesgos, el desarrollo de protocolos preventivos, la capacitación comunitaria, el monitoreo continuo, y la colaboración institucional.

Tabla 24.

Componentes Del Programa

COMPONENTE DEL PROGRAMA	DESCRIPCIÓN
Evaluación de Riesgos y Desvíos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis de Amenazas: Identificación de riesgos potenciales para la cantidad y calidad del agua, incluyendo desvíos para uso agrícola y otros factores que comprometan la disponibilidad del recurso. ✓ Mapeo de Desvíos: Monitoreo y evaluación de los desvíos de agua realizados por los campesinos y su impacto en la fuente hídrica.
Desarrollo de Protocolos Preventivos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Medidas de Control: Implementación de protocolos para regular los desvíos de agua, garantizando que se realicen de manera controlada y en conformidad con las normativas establecidas. ✓ Restauración de Ecosistemas: Aplicación de estrategias del Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) y Programas de Restauración

	Ecológica Integral de CORPOCESAR para la conservación de cuencas y protección de fuentes de agua.
Capacitación y Conciencia Comunitaria	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Educación: Desarrollo de programas de capacitación para los campesinos y la comunidad sobre la importancia de la gestión responsable del agua y las consecuencias de los desvíos no regulados. ✓ Participación Comunitaria: Fomento de la colaboración entre los usuarios del agua para asegurar un uso equitativo y sostenible del recurso.
Monitoreo y Evaluación Continua	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sistema de Vigilancia: Implementación de un sistema de monitoreo constante de la oferta hídrica, apoyado por el trabajo de Corpocesar en la supervisión de la disponibilidad de agua. ✓ Adaptación y Mejora: Evaluación continua del programa para ajustar las medidas preventivas y de control en función de los datos obtenidos y las condiciones cambiantes.
Colaboración Institucional	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Coordinación con CORPOCESAR: Alineación con los objetivos de conservación de CORPOCESAR y los lineamientos del PGAR para asegurar una gestión integrada y coherente del recurso hídrico. ✓ Sinergias Locales: Colaboración con entidades locales y nacionales para fortalecer la implementación y el seguimiento del programa.

Nota: Elaboración Propia.

6.3.1.4 Destinatarios Del Programa y Plan de Implementación.

El programa "Protección Hídrica en el municipio de San Diego" está diseñado para una variedad de grupos clave involucrados en la gestión y uso del recurso hídrico en la región:

1. **Comunidad Local:** Incluye a los residentes de San Diego, quienes dependen del suministro de agua potable para sus necesidades diarias y bienestar general. Este grupo es esencial para la implementación de prácticas responsables y sostenibles en el uso del agua.
2. **Agricultores y Campesinos:** Principalmente aquellos que utilizan recursos hídricos para actividades agrícolas. El programa buscará colaborar con ellos para regular y optimizar los desvíos de agua, equilibrando sus necesidades con las de la comunidad.
3. **Autoridades Locales:** Entidades gubernamentales y municipales responsables de la gestión del agua y la aplicación de regulaciones. Ellos jugarán un papel crucial en la supervisión, coordinación y ejecución de las políticas y medidas del programa.
4. **Organizaciones de Conservación:** Como CORPOCESAR, que participan en la protección y restauración de ecosistemas. Su colaboración es vital para la implementación de estrategias de conservación y restauración.
5. **Entidades de Monitoreo y Evaluación:** Organismos encargados del seguimiento constante de la oferta hídrica y la evaluación del impacto del programa.

6.3.1.5 Plan de Implementación Del Programa

Para abordar de manera efectiva los desafíos asociados con la gestión del recurso hídrico en San Diego, el programa "Protección Hídrica en el Municipio de San Diego" consta de 5 fases estratégicas. Este plan proporciona una hoja de ruta detallada para la ejecución de actividades clave, diseñadas para asegurar una gestión sostenible y equitativa del agua. A continuación, se presenta un desglose de las fases del programa, que incluyen la preparación y planificación, el desarrollo de protocolos y capacitación, la ejecución de actividades, la evaluación continua y el ajuste, la colaboración y coordinación. Cada fase está claramente definida con actividades específicas y expectativas, con el objetivo de garantizar un impacto positivo y duradero en la gestión del agua en la región.

Tabla 25

Plan de Implementación del Programa de Protección Hídrica.

FASE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	EXPECTATIVA
1. Preparación y Planificación	Evaluación Inicial	Diagnóstico detallado del recurso hídrico, incluyendo mapeo de desvíos y áreas críticas.	Identificar problemas clave, áreas de intervención, y establecer una línea base para el progreso.
	Diseño del Programa	Desarrollo de componentes, protocolos y estrategias de colaboración.	Crear un plan integral que aborde las necesidades identificadas y defina un camino claro para la implementación.
2. Desarrollo de Protocolos y Capacitación	Protocolos Preventivos	Programas educativos para agricultores, comunidades locales y autoridades sobre gestión del agua.	Mantener una supervisión constante del recurso hídrico y asegurar la aplicación efectiva de las regulaciones.
	Capacitación	Instalación de sistemas de vigilancia y realización de inspecciones periódicas.	Asegurar que todos los grupos comprendan y apliquen prácticas sostenibles y regulaciones establecidas.
	Monitoreo y Control	Instalación de sistemas de vigilancia y realización de inspecciones periódicas.	Mantener una supervisión constante del recurso hídrico y asegurar la aplicación efectiva de las regulaciones.

3. Ejecución de Actividades	Restauración Ecológica	Implementación de programas de restauración siguiendo las estrategias del PGAR y CORPOCESAR.	Recuperar y proteger las áreas afectadas, mejorando la calidad del agua y la salud ecológica de las cuencas.
4. Evaluación y Ajuste	Revisión Continua	Evaluación periódica del progreso del programa y ajuste de estrategias basadas en datos	Garantizar que el programa se mantenga efectivo y relevante, adaptándose a nuevos desafíos y necesidades.
	Informes y Retroalimentación	Generación de informes sobre el impacto y eficacia del programa; reuniones de retroalimentación.	Proveer informes claros y detallados, y utilizar la retroalimentación para mejorar continuamente el programa.
5. Colaboración y Coordinación	Alianzas Estratégicas	Coordinación con CORPOCESAR, autoridades locales y otras partes interesadas.	Establecer una red de colaboración efectiva que apoye la implementación y sostenibilidad del programa.
	Comunicación Continua	Mantener una comunicación abierta con todos los grupos destinatarios.	Asegurar que todos los participantes estén informados y comprometidos, facilitando la resolución de problemas y la integración de esfuerzos.

Nota: Elaboración Propia.

El programa "Protección Hídrica en el Municipio de San Diego" se visualiza como una respuesta integral a los serios desafíos que enfrenta el municipio de San Diego Cesar en la gestión de su recurso hídrico. Enfrentando problemas críticos derivados de los desvíos de agua para usos agrícolas y la falta de regulación, el programa tiene como objetivo principal asegurar tanto la disponibilidad como la calidad del agua potable para todos los habitantes de San Diego, Cesar.

Para lograr esto, el programa se enfoca en mitigar los riesgos asociados con los desvíos de agua. A través de una evaluación de amenazas y el mapeo de desvíos, se identificarán las áreas de mayor preocupación y se implementarán protocolos de control para regular estos desvíos de manera adecuada. Este enfoque preventivo no solo ayudará a preservar la cantidad de agua

disponible, sino también a mantener su calidad, cumpliendo con las normativas establecidas y fomentando la restauración de los ecosistemas afectados.

El programa también reconoce la importancia de la educación y la participación comunitaria. Se desarrollarán programas de capacitación dirigidos a agricultores, residentes y autoridades locales, para promover una gestión responsable y sostenible del agua. La participación activa de estos grupos es esencial para el éxito del programa, ya que garantiza que todos los actores comprendan la importancia de las regulaciones y colaboren en la implementación de prácticas efectivas.

Un componente clave del programa es el establecimiento de un sistema de monitoreo y evaluación continua. Este sistema permitirá una vigilancia constante de la oferta hídrica y una evaluación del impacto del programa, asegurando que las estrategias se ajusten a las condiciones cambiantes y a los desafíos emergentes. La capacidad de adaptar las medidas en función de los datos obtenidos es fundamental para mantener la efectividad del programa a largo plazo.

Además, el fortalecimiento de la colaboración institucional es crucial para el éxito del programa. La coordinación con CORPOCESAR y otras entidades locales y nacionales garantizará una gestión integrada del recurso hídrico. Esta colaboración facilitará la implementación de las estrategias y la consecución de los objetivos del programa, promoviendo una gestión coherente y eficaz.

El programa "Protección Hídrica en el Municipio de San Diego" busca resolver los problemas actuales de gestión del agua garantizando un suministro de agua potable confiable y de alta calidad. Al integrar la regulación de desvíos, la educación comunitaria, el monitoreo constante y la colaboración institucional, el programa impactará positivamente en la sostenibilidad del recurso hídrico y en la equidad en su uso. Con este enfoque integral, se contribuirá a un futuro más seguro y saludable para los habitantes de San Diego.

6.3.2 Programa De Corrección Hídrica.

Para diseñar un Programa de Corrección Hídrica para la planta de tratamiento de agua potable en San Diego, César, es importante enfocar el programa en medidas específicas que

garanticen la calidad y seguridad del agua, mitiguen riesgos, y respondan a situaciones emergentes. A continuación, te presento un esquema detallado para el programa:

6.3.2.1 Nombre del Programa.

Programa de Corrección Hídrica para la Planta de Tratamiento de Agua Potable de San Diego, César

6.3.2.2 Introducción

El acceso a agua potable de calidad es un derecho fundamental y una necesidad esencial para la salud y bienestar de cualquier comunidad. En el municipio de San Diego, César, la planta de tratamiento de agua potable desempeña un papel crucial en garantizar que el suministro de agua cumpla con los estándares de calidad y seguridad necesarios para proteger la salud pública. Sin embargo, diversas situaciones anormales, emergentes y accidentales pueden poner en riesgo la calidad y seguridad hídrica, afectando potencialmente la salud de los habitantes y el funcionamiento de la planta.

El Programa de Corrección Hídrica surge como una respuesta integral para enfrentar estos riesgos. Su diseño se basa en el compromiso con las políticas nacionales de gestión del recurso hídrico, los objetivos de conservación de CORPOCESAR, y las directrices del Plan de Desarrollo Municipal. Este programa tiene como objetivo identificar, mitigar y gestionar las amenazas que puedan surgir y que comprometan el suministro de agua potable, garantizando así un servicio continuo y seguro para la comunidad.

6.3.2.3 Objetivo del Programa

El objetivo del Programa de Corrección Hídrica es establecer medidas correctivas y preventivas para gestionar y mitigar situaciones anormales, emergentes y accidentales que puedan comprometer la calidad y seguridad del agua potable en el municipio de San Diego, César.

6.3.2.4 Alcance del Programa

El programa abarca todos los aspectos relacionados con la gestión del agua en la planta de tratamiento, desde la identificación de riesgos y la implementación de medidas correctivas, hasta el monitoreo y la evaluación continua de la efectividad de las acciones tomadas. El alcance incluye la preparación para eventos emergentes, la prevención de situaciones anormales y la respuesta a incidentes accidentales que puedan afectar la calidad del agua.

6.3.2.5 Contexto y Análisis de Situaciones

6.3.2.5.1 Identificación de Riesgos y Amenazas.

- ✓ Contaminación por sustancias químicas: Evaluar posibles fuentes de contaminación y los impactos en el proceso de tratamiento.
- ✓ Contaminación biológica: Identificar riesgos de patógenos y microorganismos.
- ✓ Fallos en el equipo: Identificar equipos críticos y su mantenimiento.
- ✓ Eventos meteorológicos extremos: Evaluar los impactos de inundaciones, sequías y tormentas.
- ✓ Emergencias sanitarias: Contingencias para brotes de enfermedades transmitidas por el agua.
- ✓ Evaluación de Impactos

6.3.2.5.2 Evaluación de Impactos

- ✓ Calidad del Agua: Impacto sobre parámetros de calidad como turbidez, pH, y presencia de contaminantes.
- ✓ Salud Pública: Riesgos para la salud de los habitantes.
- ✓ Operación de la Planta: Efectos en el funcionamiento continuo de la planta.
- ✓ Calidad del Agua: Impacto sobre parámetros de calidad como turbidez, pH, y presencia de contaminantes.
- ✓ Salud Pública: Riesgos para la salud de los habitantes.
- ✓ Operación de la Planta: Efectos en el funcionamiento continuo de la planta.

6.3.2.6 Medidas Correctivas y Preventivas

Para garantizar la calidad y seguridad del agua potable en la planta de tratamiento del municipio de San Diego, César, es esencial implementar un conjunto de medidas correctivas y preventivas que aborden de manera efectiva los posibles riesgos y amenazas. Estas medidas están diseñadas para prevenir, mitigar y responder a situaciones anormales, emergentes y accidentales que puedan afectar el suministro de agua. La implementación adecuada de estas acciones no solo asegura el cumplimiento de los estándares de calidad, sino que también protege la salud pública y asegura un funcionamiento continuo y confiable de la planta. A continuación, se detallan las medidas organizadas por categoría para enfrentar diversos tipos de riesgos:

Tabla 26.

Medidas Correctivas y Preventivas para el Programa de Corrección Hídrica

CATEGORÍA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN
	Monitoreo Continuo	Implementar sensores y sistemas de monitoreo para detectar contaminantes en tiempo real.

Medidas para Contaminación Química	Protocolos de Respuesta	Establecer procedimientos de emergencia para el tratamiento de contaminantes detectados.
	Almacenamiento Seguro	Garantizar el manejo y almacenamiento seguro de productos químicos.
Medidas para Contaminación Biológica	Tratamiento Adecuado	Asegurar el uso efectivo de desinfectantes y sistemas de filtración.
	Control de Calidad	Realizar pruebas regulares para detectar la presencia de patógenos.
	Mantenimiento de Infraestructuras	Mantener sistemas de distribución y almacenamiento limpios y en buen estado.
Medidas para Fallos en el Equipo	Mantenimiento Preventivo	Implementar un programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos críticos.
	Capacitación del Personal	Capacitar al personal en la operación y mantenimiento de equipos.
	Sistemas de Respaldo	Instalar sistemas de respaldo para asegurar la continuidad del servicio en caso de fallo.
Medidas para Eventos Meteorológicos Extremos	Diseño de Infraestructura	Asegurar que las infraestructuras sean resilientes a inundaciones y otras condiciones meteorológicas extremas.
	Plan de Contingencia	Desarrollar un plan para enfrentar situaciones de emergencia relacionadas con fenómenos meteorológicos.
	Almacenamiento de Recursos	Mantener reservas de recursos críticos como agua tratada y productos químicos.
Medidas para Emergencias Sanitarias	Protocolos de Respuesta Rápida	Establecer protocolos para la respuesta a brotes de enfermedades transmitidas por el agua.
	Comunicación con el Público	Desarrollar estrategias de comunicación para informar a la población sobre medidas preventivas y correctivas.
	Colaboración con Autoridades Sanitarias	Trabajar en conjunto con autoridades locales y regionales para gestionar emergencias sanitarias.

Nota: Elaboración Propia.

6.3.2.7 Implementación Del Programa.

La implementación efectiva del Programa de Corrección Hídrica es crucial para garantizar que las medidas correctivas y preventivas se lleven a cabo de manera sistemática y eficiente. Esta fase del programa se centra en asegurar que todos los aspectos del plan se ejecuten correctamente, desde la asignación de responsabilidades hasta la comunicación de los resultados obtenidos.

Para lograr una ejecución exitosa, es necesario establecer claramente las responsabilidades del personal, proporcionar capacitación continua, asegurar los recursos necesarios y definir un cronograma detallado. Además, el monitoreo y la evaluación constante son fundamentales para medir la efectividad de las acciones implementadas y realizar ajustes cuando sea necesario.

El proceso también incluye la documentación precisa de todas las actividades realizadas y una comunicación efectiva con la comunidad y las partes interesadas. A continuación, se detallan los componentes clave para la implementación del programa, con requisitos técnicos específicos para asegurar que cada fase del plan sea ejecutada con precisión y contribuya al objetivo general de mantener la calidad y seguridad del agua potable en San Diego, César.

Tabla 27.

Implementación Del Programa de Corrección Hídrica.

ASPECTO	DESCRIPCIÓN	REQUISITOS TÉCNICOS
Asignación de Responsabilidades	Definir claramente los roles y responsabilidades del personal en la implementación y gestión del programa.	Documentar y comunicar roles y responsabilidades mediante un organigrama y descripciones de puesto detalladas. Asegurar la disponibilidad de documentos de referencia y protocolos de actuación.
Capacitación	Proveer capacitación continua al personal sobre las medidas correctivas y preventivas establecidas.	Implementar un programa de formación técnica y operativa, incluyendo sesiones de capacitación regulares, materiales didácticos actualizados y evaluaciones periódicas del conocimiento adquirido.
Recursos Necesarios	Identificar y asegurar los recursos financieros, técnicos y humanos necesarios para la implementación efectiva del programa.	Elaborar un plan de recursos que incluya presupuestos detallados, especificaciones técnicas de equipos y una planificación de la contratación y asignación de personal cualificado.
Cronograma de Implementación	Establecer un cronograma detallado para la implementación de cada medida, con fechas y responsables asignados.	Desarrollar un cronograma de implementación utilizando herramientas de gestión de proyectos, especificando hitos clave, fechas de inicio y fin, y responsables de cada tarea para asegurar el cumplimiento en tiempo y forma
Indicadores de Desempeño	Definir indicadores para evaluar la efectividad de las medidas correctivas y preventivas.	Establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) específicos, cuantificables y medibles, utilizando herramientas de análisis de datos y sistemas de monitoreo

		para evaluar la eficacia de las medidas implementadas.
Auditorías Internas	Realizar auditorías internas periódicas para revisar el cumplimiento del programa y la efectividad de las medidas.	Diseñar un plan de auditoría interna con criterios y métodos de evaluación específicos, utilizando lista de chequeo de cumplimiento y herramientas de análisis para revisar y reportar el estado del programa.
Revisión y Ajustes	Revisar el programa regularmente y hacer ajustes según sea necesario para mejorar la eficacia y adaptarse a nuevas amenazas o condiciones.	Implementar un proceso de revisión continua que incluya la actualización de procedimientos y protocolos basados en análisis de desempeño, cambios en el entorno y nuevas normativas.
Documentación	Mantener un registro detallado de todas las actividades, medidas implementadas y resultados obtenidos.	Establecer un sistema de gestión documental para registrar de manera sistemática todas las actividades, medidas y resultados, asegurando la accesibilidad, integridad y confidencialidad de la información.
Comunicación	Informar a la comunidad y a las partes interesadas sobre el programa, sus objetivos y los resultados alcanzados.	Desarrollar un plan de comunicación que incluya canales y métodos específicos para la difusión de información, elaboración de informes técnicos y comunicados para mantener a la comunidad y partes interesadas informadas sobre el progreso y resultados del programa.

Nota: Elaboración Propia.

El Programa de Corrección Hídrica para la planta de tratamiento de agua potable del municipio de San Diego, César, es una iniciativa crucial para garantizar la calidad y seguridad del agua suministrada a la comunidad. Este programa se ha diseñado con un enfoque integral para enfrentar riesgos y amenazas que puedan comprometer el suministro de agua potable. Al centrarse en medidas correctivas y preventivas, el programa busca mitigar situaciones anormales, emergentes y accidentales, asegurando así que el agua tratada cumpla con los más altos estándares de calidad.

Uno de los impactos más significativos del programa es la mejora en la calidad del agua. Con la implementación de un monitoreo continuo y protocolos de respuesta rápida, se minimiza el riesgo de contaminación. Esto garantiza que el agua suministrada cumpla con los parámetros óptimos, protegiendo la salud pública y evitando problemas relacionados con la calidad del agua.

Además, el programa juega un papel fundamental en la protección de la salud pública. Al reducir los riesgos asociados con la contaminación y los fallos en el equipo, se previenen brotes de enfermedades transmitidas por el agua. Este enfoque proactivo asegura que el agua tratada sea segura para el consumo, salvaguardando la salud de los habitantes del municipio.

En términos de operación de la planta, el programa contribuye a su funcionamiento continuo y eficiente. La capacitación del personal, el mantenimiento preventivo y la preparación para emergencias garantizan que la planta pueda operar sin interrupciones significativas, incluso en condiciones adversas. Esta preparación asegura una respuesta adecuada ante cualquier incidente, manteniendo la planta en funcionamiento de manera óptima.

Finalmente, el programa fortalece la resiliencia de la planta frente a eventos inesperados y situaciones de emergencia. La planificación y preparación para eventos meteorológicos extremos, junto con la gestión de recursos y protocolos de respuesta, aseguran que la infraestructura esté preparada para enfrentar cualquier desafío. Esto no solo mejora la capacidad de respuesta de la planta, sino que también garantiza un suministro de agua potable seguro y confiable para la comunidad.



7 CONCLUSIONES

El Plan de Mejoramiento para el Abastecimiento del Recurso Hídrico en el Municipio de San Diego, César, ha abordado de manera integral diversas áreas críticas relacionadas con la captación, tratamiento, y distribución del agua. Las conclusiones que se presentan a continuación reflejan una evaluación detallada de los resultados obtenidos en comparación con los objetivos esperados, además de examinar los alcances y limitaciones del proyecto, y las causas de error encontradas a lo largo de su desarrollo.

Uno de los objetivos clave del proyecto era obtener una referencia detallada de las condiciones técnicas y operativas de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). Este objetivo buscaba asegurar que la PTAP cumpliera con las normativas vigentes en calidad del agua y operara con la eficiencia requerida. Los resultados obtenidos han demostrado avances significativos en la evaluación técnica de la planta. Se ha logrado identificar y documentar aspectos cruciales que afectan la operatividad de la PTAP. Sin embargo, algunos problemas persisten, y la planta aún requiere ajustes para alinearse completamente con las normativas vigentes. Esto resalta la importancia de continuar con la revisión y mejora continua de la infraestructura y los procesos operativos para asegurar una calidad del agua óptima.

Se esperaba alcanzar un Índice de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA) de bueno a muy bueno. La evaluación ha mostrado que el IRCA se encuentra en una clasificación de "bueno", lo cual representa un avance notable respecto a la situación previa. A pesar de estos avances, para alcanzar una clasificación de "muy bueno", es necesario implementar medidas adicionales. La integración de equipos de prueba avanzados, como tubímetros, pH metros, clorómetros y colorímetros, junto con un monitoreo constante, ha sido fundamental para mejorar la calidad del agua. Sin embargo, se requiere un esfuerzo continuo en la aplicación de controles adicionales y en el análisis de los datos recolectados para lograr el estándar deseado.

Se esperaba contar con información técnica y operativa completamente actualizada. Aunque se ha avanzado significativamente en la recopilación y análisis de datos, algunos aspectos aún presentan deficiencias en precisión y actualización. La implementación de micromedidores electromagnéticos y otros sistemas avanzados de medición ha mejorado la disponibilidad y exactitud de la información. No obstante, la necesidad de una actualización continua y de un

refinamiento en los procesos de recolección de datos persiste. Estos desafíos destacan la importancia de invertir en infraestructura adecuada y en el desarrollo de capacidades técnicas para garantizar la precisión y fiabilidad de la información disponible.

El proyecto esperaba un Índice de Riesgo Ambiental de Bajo a Regular (IRABA) y la no aplicación del concepto sanitario. Los resultados muestran que el IRABA se ha mantenido en niveles aceptables, aunque aún existen oportunidades para reducir el riesgo ambiental mediante medidas adicionales de control. La protección de áreas críticas y la implementación de programas de prevención hídrica han sido esenciales para mitigar el riesgo. Sin embargo, la continua evaluación de los riesgos y la adopción de estrategias correctivas son necesarias para mantener y mejorar el IRABA, así como para evitar problemas sanitarios asociados al abastecimiento.

Se esperaba formular al menos dos actividades por cada compromiso y objetivo de conservación de CORPOCESAR. El desarrollo e implementación de estas actividades han sido cruciales para mejorar la gestión del recurso hídrico y para cumplir con los compromisos establecidos. Aunque se han iniciado varias actividades relevantes, la efectividad de estas medidas dependerá de su ejecución continua y de la evaluación periódica de los resultados. La coordinación con CORPOCESAR y el cumplimiento de los compromisos ambientales son esenciales para alcanzar los objetivos de conservación y mejorar el estado general del recurso hídrico.

El proyecto ha logrado identificar y abordar diversas áreas críticas, mejorando significativamente la gestión del recurso hídrico y la calidad del agua en San Diego. Los alcances incluyen la implementación de sistemas de monitoreo avanzados, mejoras en la infraestructura y una mayor eficiencia operativa. Sin embargo, las limitaciones encontradas han sido principalmente relacionadas con restricciones presupuestarias y operativas, así como con la necesidad de una actualización continua y un monitoreo riguroso. Estas limitaciones han afectado algunos aspectos del proyecto, como la plena implementación de ciertas recomendaciones y la actualización de la información técnica.

Las principales causas de error identificadas incluyen dificultades en la recolección precisa de datos y en la implementación de algunas recomendaciones. Estos problemas han sido causados en parte por la falta de infraestructura adecuada y la insuficiencia en los sistemas de monitoreo existentes. Además, las desviaciones en la implementación de recomendaciones han retrasado la

consecución de algunos objetivos. Para mejorar estos aspectos, se recomienda reforzar los procesos de recolección de datos, actualizar la infraestructura y asegurar una implementación más efectiva de las recomendaciones.

El Plan de Mejoramiento ha tenido un impacto positivo en la gestión del recurso hídrico en el Municipio de San Diego, César. Los avances obtenidos reflejan una mejora en la calidad del agua y en la eficiencia operativa de la PTAP. Sin embargo, para alcanzar los resultados óptimos esperados, es necesario continuar con la implementación de las recomendaciones, mantener un monitoreo riguroso y ajustar las estrategias según sea necesario. La inversión en infraestructura, la actualización continua de la información y la adopción de medidas correctivas serán fundamentales para asegurar un suministro de agua sostenible y de alta calidad para la comunidad. Con un compromiso constante y una adaptación proactiva a las necesidades emergentes, el municipio estará mejor posicionado para enfrentar los desafíos futuros y garantizar un abastecimiento adecuado de agua para sus habitantes.



8 RECOMENDACIONES

En el marco del Plan de Mejoramiento para el Abastecimiento del Recurso Hídrico en el Municipio de San Diego, César, se presentan a continuación una serie de recomendaciones estratégicas que buscan optimizar la gestión y utilización del recurso hídrico en la región. Estas recomendaciones están orientadas a abordar de manera integral los desafíos actuales relacionados con la captación, distribución y calidad del agua, garantizando así un suministro sostenible y eficiente para la comunidad.

El objetivo principal de este plan es asegurar un abastecimiento adecuado y constante de agua, enfrentando los problemas identificados en la infraestructura actual, la gestión de caudales y el control ambiental. Las recomendaciones abarcan aspectos críticos como el monitoreo de caudales, la protección del cauce, la mejora de la infraestructura, y la implementación de tecnologías avanzadas para el control y evaluación del recurso hídrico.

Al adoptar estas recomendaciones, se pretende no solo mejorar la eficiencia operativa del sistema de abastecimiento, sino también proteger los recursos hídricos y garantizar la calidad del agua suministrada. Este enfoque integral está diseñado para abordar los desafíos inmediatos y preparar al municipio para un manejo más resiliente y adaptado a las necesidades futuras del recurso hídrico. A continuación, se presentan las recomendaciones:

1. Verificación de Prioridades del Uso del Agua y Control de Caudales

- ✓ Realizar un análisis periódico de las concesiones de agua y su impacto en los caudales aguas arriba de la captación. Establecer un protocolo de monitoreo continuo para asegurar el cumplimiento de las prioridades de uso del agua.
- ✓ Implementar un sistema de medición y registro de caudales captados y aforos en el río para mantener un control preciso y actualizado sobre el flujo de agua.

2. Medidas de Protección del Cauce y Encerramiento de Áreas de Captación

- ✓ Evaluar y reforzar las medidas de protección del cauce para prevenir la erosión y la contaminación. Considerar la instalación de barreras naturales o artificiales que protejan el cauce.
- ✓ Completar el cerramiento de las áreas de captación con cercas adecuadas y señalización clara para evitar accesos no autorizados y proteger las instalaciones.

3. Control de Desviaciones de Caudal Concesionado

- ✓ Establecer un sistema de alerta para detectar desviaciones del caudal concesionado y tomar acciones correctivas inmediatas. Realizar auditorías regulares para asegurar que el caudal captado esté dentro de los límites establecidos por la concesión.
- ✓ Recomendaciones Específicas de Requerimientos

4. Infraestructura y Seguridad

- ✓ Cerramiento de Zona e Infraestructura: Reforzar el cerramiento de la zona del desarenador con medidas de seguridad adicionales. Asegurar que las áreas cercanas al operador, como las zonas donde se mantienen animales, estén adecuadamente protegidas.
- ✓ Revisión de Compuertas y Válvulas: Realizar inspecciones periódicas para garantizar que todas las compuertas y válvulas funcionen correctamente. Implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo.
- ✓ Señalización de Áreas: Asegurar que todas las áreas críticas estén claramente señalizadas con indicaciones visibles y adecuadas para prevenir accidentes y orientar a los operadores.

5. Control Ambiental y Operaciones

- ✓ Equipos de Prueba de Control: Dotar a la planta con tubímetros, pH metros, cloró metros, colorímetros, kits de alcalinidad y dureza, vidriería y balanza para el control y monitoreo continuo de la calidad del agua.
- ✓ Revisión de Sedimentos: Monitorear y gestionar la acumulación de sedimentos en el canal de llegada para evitar obstrucciones y garantizar un flujo adecuado.

6. Macro medición y Manuales de Operación

- ✓ Implementación de Macro medición: Instalar micromedidores electromagnéticos con batería de larga duración o con suministro eléctrico para medir la captación, entrada y salida de la planta. Asegurarse de que la macro medición esté calibrada y operativa.
- ✓ Manual de Operación: Desarrollar manuales de operación detallados y proporcionar capacitación a los operadores para asegurar el manejo correcto de todos los equipos y procesos.

7. Control de Conexiones Fraudulentas y Actualización de Redes

- ✓ Control de Conexiones: Implementar medidas para detectar y controlar conexiones fraudulentas en la red. Realizar inspecciones regulares para identificar y corregir desviaciones en la red.
- ✓ Catastro de Redes: Verificar la obligatoriedad del suministro del catastro actualizado por parte del contratista. En caso de no estar contemplado, asegurar su realización y actualización continua con georreferenciación nacional.

8. Prevención y Corrección Hídrica

- ✓ Programa de Prevención Hídrica: Implementar el programa "Protección Hídrica en el municipio de San Diego" para abordar riesgos relacionados con desvíos de agua, fomentar la conservación y restauración de ecosistemas, y capacitar a la comunidad.
- ✓ Programa de Corrección Hídrica: Establecer medidas correctivas para manejar situaciones emergentes y anormales, como contaminación química o biológica, fallos en el equipo, y eventos meteorológicos extremos. Implementar un sistema de monitoreo continuo y mantener protocolos de respuesta rápida.

9. Planificación y Control de Operaciones

- ✓ Llenado y Vaciado: Planificar y controlar de manera eficiente el llenado y vaciado de los tanques y sistemas para asegurar su operatividad y evitar problemas operacionales.
- ✓ Calidad del Agua: Realizar seguimiento continuo a la calidad del agua en la entrada y salida del tanque de almacenamiento para asegurar que cumpla con los estándares requeridos.



9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benito Velásquez, a. c., & Valbuena pascuas, y. y. (2015). evaluación técnica y operativa de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de chocante, Cundinamarca. Bogotá D.C.: universidad distrital francisco José De Caldas.
- Castillo Gonzales, N. V. (2004). evaluación de planta tratamiento de agua potable del municipio valle de san juan (Tolima). Manizales: Universidad Nacional de Colombia
- Clavijo Angarita, y. a. (2013). evaluación de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de garzón - Huila. garzón: universidad militar nueva granada.
- Corto lima. (2014). fase de diagnóstico - capítulo 2.11. calidad del agua del río Coello - Tolima. recuperado el 20 de enero de 2019, de documentos plan de ordenamiento y manejo de cuencas ambientales del río Coello - Tolima:
https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_coello/diagnostico/1211.pdf
- CRA. (1997). análisis del sector de agua potable y saneamiento en Colombia. Bogotá D.C.:SSPD
- DAFP. (s.f.). gestor normativo del departamento administrativo de función pública. obtenido de departamento administrativo de función pública:
<https://www.funcionpublica.gov.co/web/eva/gestor-normativo>
- DANE. (2018). censo poblacional Colombia. Bogotá D.C.: departamento administrativo nacional de estadística.
- Vargas, I. (2004). procesos unitarios y tipos de plantas de tratamiento. en CEPIS/OPS, manual de plantas de tratamiento de agua potable de filtración rápida (págs. 105-150).lima: CEPIS/OPS
- Guerrero Chapal, ó. e. (2017). evaluación de la planta de tratamiento de agua potable del sector la loma del cabi, en el municipio de Quibdó. Bogotá D.C.: escuela colombiana de ingeniería julio Garavito.
- Hernández S., R., & Mendoza t., c. (2018). metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. ciudad de México D.F.: McGraw Hill.

- Hernández s., r., Fernández c., c., & baptista l., p. (2014). metodología de la investigación. ciudad de México D.F.: McGraw Hill.
- Noya romero, H. C., & pulgar anillo, j. l. (2016). diagnóstico rápido para evaluar el funcionamiento hidráulico de plantas potabilizadoras convencionales. Cartagena de indias d.t. y c.: universidad de Cartagena.
- MINAMBIENTE. (09 de junio de 2022). ministerio de desarrollo sostenible y medio ambiente. obtenido de sección normativa ministerio de desarrollo sostenible y medio ambiente: <https://www.minambiente.gov.co/normativa/>
- MINSALUD. (s.f.). normativa. obtenido de ministerio de salud y protección social: <https://www.minsalud.gov.co/normativa/paginas/normativa.aspx>
- MINVIVIENDA. (2012). reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. título b: del sistema de acueducto. Bogotá D.C.: ministerio de vivienda, ciudad y territorio.
- Quintero Sánchez, r. y. (2016). evaluación de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Barbosa - Santander. Bogotá D.C.: escuela colombiana de ingeniería julio Garavito.
- SENA. (1999). operación y mantenimiento de plantas de agua potable. recuperado el 20 de enero de 2019, de sistema de bibliotecas del Sena: https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/operacion_potabilizacion/index.ml
- Silva, M., & Núñez, a. (2016). américa latina y el caribe: agua y saneamiento. Washington: banco interamericano de desarrollo.
- UCHA. (2022). UCHA, F. (oct. 2022). definición de agua potable. definición ABC. desde <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/agua-potable.php>. definición ABC.
- UNICESAR. (2021). acuerdo n°003 del 08 de julio de 2021 “por medio del cual se adoptan las líneas de investigación de los programas de pregrado de la facultad de ingeniería y tecnológicas sede Valledupar, y se dictan otras disposiciones”. Valledupar, Cesar: universidad popular del cesar.

- UNICESAR. (2023). lineamientos y guía orientadora para la estructuración de informes de prácticas académicas en el programa de ingeniería ambiental y sanitaria de la universidad popular del cesar. Valledupar, cesar, Colombia: universidad popular del cesar.
- Jaramillo, J (2017) la educación como una estrategia de recuperación del río Medellín. fundación universitaria los libertadores
- Brenner, R. A., & Crousillat, G. (2012). Quality of Drinking Water: An Overview of Basic Concepts and Research. Journal of Water and Health, 10(4), 563-577.
<https://academic.oup.com/jwh/article/10/4/563/2932547>
- Fewtrell, L., & Bartram, J. (2001). Water Quality: Guidelines, Standards and Health. World Health Organization. <https://academic.oup.com/book/38024/chapter/311236089>
- García, A., & González, M. (2016). Planificación y Ordenación de Recursos Hídricos en el Contexto del Desarrollo Sostenible. Revista de Recursos Hídricos, 29(1), 85-101.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0187563616300056>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). Manual de Inspección Sanitaria para el Control de Calidad del Agua Potable. <https://www.who.int>
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2021). Manual de Inspección Sanitaria para Agua Potable. <https://www.minsalud.gov.co>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2021). Normas para la Calidad del Agua Potable. <https://www.paho.org>
- Decreto 1594 de 1984 - Régimen de tasas por utilización de recursos naturales renovables. <https://www.minambiente.gov.co>
- Jaramillo, F., & Restrepo, J. (2019). Economía del Agua y Política de Gestión. Revista de Ciencias Ambientales, 32(2), 45-59.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187563618300027>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2016) REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS-SECCIÓN II

TITULO D Sistema de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales domésticas y aguas lluvias. RAS – SECCION II TITULO E: Tratamiento de aguas potable. Bogotá

Gómez, J., Pérez, A., & Martínez, R. (2018). Evaluación de indicadores de calidad del agua en sistemas de tratamiento municipal: Un enfoque integral. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 45(3), 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.ria.2018.02.004>

Restrepo, M., García, L., & Sánchez, V. (2020). Plan de mejoramiento para el abastecimiento de agua potable en zonas rurales de Colombia: Un enfoque integral para la sostenibilidad. *Journal of Water Resource Management*, 32(7), 789-804. <https://doi.org/10.1080/13605048.2020.1774821>

Méndez, A., Castro, E., & Rodríguez, P. (2019). Implementación de programas de protección hídrica para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable en Colombia: Estrategias y resultados. *Boletín de Recursos Hídricos*, 28(4), 456-470. <https://doi.org/10.1016/j.brh.2019.06.012>

INFORME TÉCNICO SOBRE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN COLOMBIA. LÍNEA BASE 2010. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. República de Colombia. BOGOTÁ, D. C., octubre de 2012

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Lineamientos de Política para el manejo integral del agua, Acuerdo del Consejo Nacional Ambiental, Bogotá, 1996.

Ingeniería ambiental. J. Glynn Henry y Gary W. Heinke. Segunda edición. Pearson Education. México. 1999.

Informe técnico sobre sistema de tratamiento de aguas residuales en Colombia línea de base 2010. Superintendencia delegada para acueducto, alcantarillado y aseo; dirección técnica de gestión de acueducto y alcantarillado. BOGOTÁ, D.C., Octubre de 2012.

Castro Garzón, H., Rubio Cruz, M. A., & Rodríguez Miranda, J. P. (2012). Análisis de las coberturas de acueducto en el departamento del Meta. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89640734010>

Eduardoño. (s.f). Plantas de potabilización. Procesos convencionales. Recuperado de:
<https://www.eduardono.com/ambiental/fichas/PTAP>

Hidritec. (2016). Plantas Compactas para tratamiento de agua potable. Recuperado de:
<http://www.hidritec.com/hidritec/plantas-compactas>

Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas. (s.f). Desinfección y métodos de desinfección del agua. Recuperado de:
<http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/desinfeccion5.pdf>

Maldonado, V. (s.f). Capítulo 9 - Filtración. p. 83. Recuperado de:
<http://www.ingenieroambiental.com/4014/nueve.pdf>

Ministerio de la Protección Social. (2007). Decreto 1575 del 9 de mayo de 2007. República de Colombia, Bogotá.

Molina, F. Sistemas de tratamiento de aguas residuales. [Diapositivas de PowerPoint]. Universidad de Antioquia - Medellín, 2018

Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Resolución 2115 del 22 de junio de 2007. República de Colombia, Bogotá.

Vargas, L. (s.f). Capítulo 3 - Procesos unitarios y plantas de tratamiento. p. 105. Recuperado de:
<http://www.ingenieroambiental.com/4014/tres.pdf>

Acuatecnica. (2016). Características de una planta compacta de tratamiento de agua. Recuperado de: <https://acuatecnica.com/caracteristicas-una-planta-compactatratamiento-agua/>

Aguasistec. (2016). Solución en Tratamientos de agua. Planta de Tratamiento de Agua Potable – PTAP. Lima, Peru. Recuperado de: <https://www.aguasistec.com>

Planeación Ecológica Ltda, «Elaboración del Diagnostico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá,» 2005.

10 ANEXOS

ANEXO 1 Formato diligenciado en inspección inicial.

Ficha Técnica para la Inspección Inicial para PTAP		
A. UBICACIÓN		
No.	Concepto	Descripción
1	País:	Colombia
2	Nombre de la Planta:	Planta de tratamiento de agua potable
3	Localidades Abastecidas:	San Diego y la Paz
4	Departamento:	Cesar
5	Municipio:	San Diego
6	Dirección de la Planta:	Vereda el Tesoro
7	Distancia del punto de abastecimiento (km):	1,5 km
8	Altitud (msnm):	250 msnm
9	Institución Administradora:	EMPOSANDIEGO
B. FUENTE DE ABASTECIMIENTO, CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO PREVIO		
No.	Concepto	Descripción
10	Fuente de abastecimiento:	Pio Chiricamo
11	Tipo de toma:	Toma de superficie
12	Conducción por:	Por gravedad
13	Desarenador:	Si
14	Presedimentador:	No
C. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA		
No.	Concepto	Descripción
15	Caudal Concesionado a San Diego (L/s):	36 L/s
16	Caudal máximo de operación (L/s):	60 L/s
17	Meses de operatividad a Caudal Máximo:	0
18	Año de diseño de la planta:	1982
19	Año de remodelación/ampliación/optimización:	2004
20	Medidor de caudal (indique el tipo):	No tiene
21	Mezcla rápida (indique el tipo y el punto de aplicación):	Vertedero Rectangular
22	Floculadores (indique el tipo, número de unidades, número de tramos, dimensiones, entre otras):	Tipo alabam, 2 unidades con 12 tramos cada uno, 0.68m de largo, 1.17m de ancho y profundidad promedio de 3.0 m (29,30 y 3.07)
23	Decantadores (indique el tipo, número de unidades, área de cada unidad, dimensiones, entre otras):	Tipo tasa acelerado, 2 unidades con dos módulos cada uno y 3.25m de largo, 2.5m de ancho y 4.52m de profundidad
24	Filtros (indique el tipo [tasa constante o declinante], número de unidades, tipo de lecho filtrantes [simple o doble, etc.], área de cada filtro, dimensiones, entre otras):	Tasa constante, 4 unidades, lecho filtrante mixto, 3.7m de largo, 2.5m de ancho y 4.52m de profundidad
25	Dosificación (coagulante, polímero, cal, cloro, entre otras [Para cada una su tipo de dosificador y número]):	Cloro gaseoso, a través de un tubo de 1" que entra a la caseta de cloración y se regula por una válvula de cierre rápido, empleando un cilindro de 900 kg

ANEXO 2 – Resultado de Muestreo Fisicoquímico y Microbiológico del Agua en la PTAP



COD: RO-104 Ver:14 del 08 de Marzo de 2024

INFORME DE ENSAYOS N° 1035127

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE SAN DIEGO E.S.P.
DIRECCIÓN : VEREDA EL TESORO
CONTACTO : MARIA ALEJANDRA PERALTA SIMANCA
CARGO :

NIT : 824002284
CIUDAD : LA PAZ
TELÉFONO : 3016366168

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA POTABLE
LUGAR DE MUESTREO : PTAP SAN DIEGO
PUNTO DE MUESTREO : GRIFO DE MUESTREO
COORDENADAS: N: 1111121 E: 1635405
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : 24-07464
PROC DE MUESTREO : PO-31

CÓDIGO : 24051352111
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

HORA MUESTRA : 10:26
MUESTREO : 2024/05/27
RECEPCIÓN : 2024/05/27
INICIO ENSAYOS : 2024/05/27
FINAL ENSAYOS : 2024/06/11
INFORME : 2024/06/11

Fisicoquímico							
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO	INCERTIDUMBRE DEL ENSAYO	CUMPLIMIENTO
Alcalinidad Total mg CaCO ₃ /L a pH 4,48	SM 2320 B - Volumétrico	0,500	2024/05/27	200	27,0	-	CUMPLE
Aluminio mg/L	SM 3030 E / SM 3111 D - Espectrométrico	0,1000	2024/06/04	0,2	<0,1000	-	CUMPLE
Cloro Libre Residual (Insitu) mg Cl ₂ /L	HACH DPD - Fotométrico	-	2024/05/27	0,3-2,0	0,25	-	NO CUMPLE
Cloruros mg Cl/L	SM 4500-Cl B - Argentométrico	2,00	2024/05/30	250	13,2	-	CUMPLE
Color Aparente UPC	SM 2120 B - Comparación visual	5	2024/05/27	15	6,00	-	CUMPLE
Conductividad (Insitu) µs/cm	SM 2510 B - Electrométrico	-	2024/05/27	1000	119,2	-	CUMPLE
Dureza Calcica mg CaCO ₃ /L	SM 3500-Ca B - Volumétrico - EDTA	0,500	2024/05/29	N.R	17,2	-	NO APLICA
Dureza Total (EDTA) mg CaCO ₃ /L	SM 2340 C - Volumétrico - EDTA	0,500	2024/05/30	300	150,4	-	CUMPLE
Fosfatos mg PO ₄ /L ***	SM 4500-P E - Fotométrico	0,153	2024/05/28	0,5	<0,153	-	CUMPLE
Hierro mg/L	SM 3030 K / SM 3111 B - Espectrométrico	0,1000	2024/05/29	0,3	0,1521	-	CUMPLE
Magnesio mg Mg/L	SM 3030 K / SM 3111 B - Espectrométrico	0,1000	2024/05/30	36	2,2938	-	CUMPLE
Nitratos mg NO ₃ /L	J Rodier, 9 Ed. 2011 - Fotométrico	0,886	2024/05/28	10	<0,886	-	CUMPLE
Nitritos mg NO ₂ /L	SM 4500-NO ₂ B - Colorimétrico	0,020	2024/05/27	0,1	<0,020	-	CUMPLE
Olor y Sabor	Organoléptico - Organoléptico	-	2024/05/27	Acceptable	Acceptable	-	CUMPLE
pH (Insitu) (29,5 °C) U de pH	SM 4500-H+ B - Electrométrico	1,0	2024/05/27	6,5-9,0	7,78	-	CUMPLE
Sólidos Totales mg/L	SM 2540 B - Gravimétrico	10,0	2024/05/28	N.R	69,0	-	NO APLICA
Sulfatos mg SO ₄ /L	SM 4500-SO ₄ E - Turbidimétrico	10,0	2024/05/29	250	<10,0	-	CUMPLE
Temperatura (Insitu) °C	SM 2550 B - Electrométrico	-	2024/05/27	N.R	29,5	-	NO APLICA
Turbiedad NTU	SM 2130 B - Nefelométrico	0,500	2024/05/27	2	3	-	NO CUMPLE
Microbiológico							
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO	INCERTIDUMBRE DEL ENSAYO	CUMPLIMIENTO
Aerobios mesófilos UFC/100mL	SM 9215 D - Filtración por Membrana	1	2024/05/27	100	DNPSC	-	NO CUMPLE
Coliformes Totales UFC/100mL	SM 9222 B - Filtración por Membrana	1	2024/05/27	0	<1	-	CUMPLE
Escherichia coli UFC/100 mL	SM 9222 D - Filtración por Membrana	1	2024/05/27	0	<1	-	CUMPLE

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

NOTA :

La fecha de muestreo fue concretada y programada con el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado N.R: Parametro no requerido por la especificación (SNA) Subcontratado No Acreditado NC: NO cuantificable
(A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Limite de cuantificación del método DNPS: crecimiento demasiado numeroso para ser contado.

No se puede dar un criterio de cumplimiento.



COD: RO-104 Ver: 14 del 08 de Marzo de 2024

INFORME DE ENSAYOS
N° 1035127

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE SAN DIEGO CESAR
DIRECCIÓN : VEREDA EL TESORO
CONTACTO : MARIA ALEJANDRA PERALTA SIMANCA
CARGO :

NIT : 824002284
CIUDAD : LA PAZ
TELÉFONO : 3016366168

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA POTABLE
LUGAR DE MUESTREO : PTAP SAN DIEGO
PUNTO DE MUESTREO : GRIFO DE MUESTREO
COORDENADAS: N: 1111121 E: 1635405
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : 24-07464
PROC DE MUESTREO : PO-31

CÓDIGO : 24051352111
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

HORA MUESTRA : 10:26
MUESTREO : 2024/05/27
RECEPCIÓN : 2024/05/27
INICIO ENSAYOS : 2024/05/27
FINAL ENSAYOS : 2024/06/11
INFORME : 2024/06/11

***Acreditado como Fosforo Reactivo Total de acuerdo a la Resolución 0744 de 2023
**Acreditado como Nitrógeno Amoniacal de acuerdo a la Resolución 0744 de 2023.
**Acreditado como Nitrógeno Amoniacal de acuerdo a la Resolución 0744 de 2023
****Acreditado como Fosforo Reactivo Total de acuerdo a la Resolución 0744 de 2023.
*****Acreditado como Surfactante aniónico de acuerdo a la Resolución 0744 de 2023.

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 para los parámetros indicados con (A) según Resolución N° 0744 del 07 de junio de 2023 " 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 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.

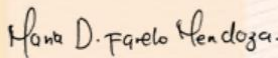
La información consignando en los campos de Información del Cliente e Información de la Muestra (Lugar de Muestreo, Punto de Muestreo, Tipo de Muestra y Fecha de Muestreo) es definida por el cliente. Adicionalmente para la matriz agua envasada además los campos Lote y Registro Sanitario.

Para los informes de ensayo que conlleven declaración de conformidad, esta será realizada basado en la regla de decisión "Declaración Binaria para una Regla de Aceptación Simple" conforme a lo descrito en la Guía para Establecer Reglas de Decisión en la Declaración de Conformidad ILAC-G8:09/2019.

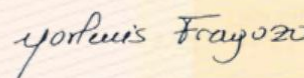
Autorizó Informe de Ensayos



DANIEL ANTONIO GÓMEZ GALINDO
PQ-07031
Coordinador Técnico de Laboratorio



MARIA D. FARELO
Jefe de Microbiología
Fin de Informe



YORLENIS FRAGOZO CASTILLA
Jefe de Informes