

**INSPECCION SEGUIMIENTO Y RECOMENDACIONES EN LA OPTIMIZACIÓN  
DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN  
DIEGO**



**AUTOR:**

**IVAN ALEJANDRO MUÑOZ ZULETA**

**ANDRES DAVID PEREZ LOBATO**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR – CESAR  
2020**

**INSPECCION SEGUIMIENTO Y RECOMENDACIONES EN LA OPTIMIZACIÓN  
DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN  
DIEGO - CESAR**

**IVAN ALEJANDRO MUÑOZ ZULETA  
ANDRES DAVID PEREZ LOBATO**

**Proyecto de trabajo de grado producto de prácticas empresariales para  
obtener el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario**

**DIRECTOR:  
ING CALEB POSADA**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR – CESAR  
2020**

**NOTA DE ACEPTACION**

---

---

---

---

---

**FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

## CONTENIDO

INTRODUCCION .....	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
FORMULACION.....	11
2. JUSTIFICACIÓN.....	12
3. OBJETIVOS.....	14
3.1. OBJETIVO GENERAL:.....	14
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	14
4. MARCO REFERENCIAL .....	15
4.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION .....	15
4.2. MARCO TEÓRICO .....	19
4.3. MARCO CONCEPTUAL.....	27
4.4. MARCO CONTEXTUAL .....	30
4.5. MARCO LEGAL.....	38
_Toc38934499	
4.6. MARCO INSTITUCIONAL .....	41
5. MARCO METODOLÓGICO.....	42
5.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	42
5.3. POBLACIÓN.....	42
5.5. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	43
6. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION .....	45
6.1. FASE 1. RECONOCIMIENTO Y DOCUMENTACIÓN PRELIMINAR.....	45
6.2. FASE 2. CORTE, DEMOLICION DE PAVIMENTO, EXCAVACION, INSTALACION Y RECUBRIMIENTO DE TUBERIAS .....	48

6.3. FASE 3. INSTALACION DE ACCESORIOS, PRUEBAS DE PRESION HIDROSTATICA Y DENSIDAD DEL TERRENO .....	57
6.4. FASE 4. ADECUACIONES EN LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PTAP Y LINEA CONDUCCION.....	68
7. CRONOGRAMA .....	73
8. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	74
9. CONCLUSIONES .....	75
10. RECOMENDACIONES .....	77
Bibliografía.....	78
Anexo 1. Especificaciones técnicas .....	82
Anexo 2. Plano Municipio de San Diego-Cesar .....	96

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Localización geográfica de San Diego en el Departamento del Cesar .....	30
Ilustración 2 División Territorial .....	31
Ilustración 3 Barrios San Diego- Cesar.....	32
Ilustración 4 Fotografía del Corregimiento El Rincón, San Diego. ....	33
Ilustración 5 Fotografía Corregimiento Las Pitillas, Cesar. ....	33
Ilustración 6 Fotografía corregimiento Los Brasiles, San Diego.....	34
Ilustración 7 Fotografía Corregimiento Los Tupes, San Diego, Cesar. ....	35
Ilustración 8 Fotografía Corregimiento de Media Luna, Cesar.....	36
Ilustración 9 Estructura organizacional de la alcaldía municipal de san diego.....	41
Ilustración 10 y 11 Corte de Pavimentos .....	49
Ilustración 12 Demolición para instalación de redes de distribución .....	50
Ilustración 13 y 14 Demoliciones y Excavación Manual.....	51
Ilustración 15 y 16 Excavaciones.....	52
Ilustración 17 y 18 Redes de distribución .....	53
Ilustración 19 y 20 Instalación tubería Madre .....	54
Ilustración 21 Instalación tubería madre .....	54
Ilustración 22 Afectaciones .....	55
Ilustración 23 Afectaciones .....	55
Ilustración 24 Limpieza .....	56
Ilustración 25 Limpieza .....	57
Ilustración 26 y 27 Instalación de accesorios.....	58
Ilustración 28 y 29 Válvulas utilizadas .....	58
Ilustración 30 Instalaciones de codos y uniones.....	59
Ilustración 31 Apoyos de tuberías.....	60
Ilustración 32 Medidor.....	60
Ilustración 33 y 34 Pruebas de presión.....	61
Ilustración 35 y 36 Adecuación del terreno .....	62
Ilustración 37 y 38 Densidad del terreno.....	63

Ilustración 39 y 40 Asfalto .....	64
Ilustración 41 Asfalto.....	64
Ilustración 42 y 43 Pavimentación .....	65
Ilustración 44 Pavimentación .....	66
<i>Ilustración 45 Construcción de estación reguladora de presión.....</i>	<i>66</i>
Ilustración 46 y 47 Estación Reguladora de presión .....	67
Ilustración 48 Ventosa línea de conducción.....	68
Ilustración 49 Ventosa línea de conducción.....	68
Ilustración 50 Conducción.....	69
Ilustración 51 y 52 Adecuaciones en la PTAP .....	69
Ilustración 53 Capacitaciones al personal.....	70
Ilustración 54 Capacitaciones al personal.....	71

### **Lista de Tablas**

Tabla 1 Normatividad Vigente.....	38
Tabla 2 Información General Contractual .....	46
Tabla 5 Cronograma de actividades .....	73
Tabla 6 Costos directos e indirecto estimados del proyecto. ....	74

## INTRODUCCION

El servicio público de abastecimiento de agua potable constituye un elemento esencial para el bienestar, la calidad de vida y el desarrollo de las colectividades humanas. Las ciudades, los pueblos y sus habitantes, necesitan el agua como elemento imprescindible para su progreso. Su distribución domiciliaria mediante procesos complejos de captación, tratamiento, elevación, almacenamiento, transporte y control continuo de su calidad constituye hoy en día en los países de desarrollo avanzado un suceso imperceptible y rutinario.

Solamente las incidencias esporádicas de su interrupción hacen percibir al usuario su verdadera importancia. La Constitución Política de Colombia establece como uno de los fines principales de la actividad del Estado, la solución de las necesidades básicas insatisfechas, entre las que está el acceso al servicio de agua potable, que es fundamental para la vida humana.

Con el proceso de descentralización que se inició en Colombia a mediados de los 80s, los municipios comenzaron a asumir la responsabilidad por la prestación de los servicios públicos domiciliarios. En el sector de agua potable y saneamiento básico se han logrado avances significativos en términos de cobertura en los grandes centros urbanos. Sin embargo, el nuevo esquema no ha respondido a cabalidad con las expectativas de amplios sectores de la sociedad. Quedan enormes desafíos por superar, principalmente en las ciudades intermedias y menores, y en las áreas rurales: Las coberturas son bajas y los usuarios enfrentan permanentes racionamientos.

El sector rural del Departamento del Cesar como en otros departamentos de la Región, se encuentra en una situación deficiente especialmente en cuanto a las condiciones sanitarias que requiere para preservar la salud de sus habitantes. Las enfermedades diarreicas que afectan a los pobladores y principalmente a los niños empeoran cada día más la situación de sus habitantes, impidiendo el normal desarrollo de sus actividades y por ende su subsistencia. El abastecimiento

adecuado de agua de calidad para el consumo humano es necesario para evitar casos de mortalidad por enfermedades de origen hídrico.

El problema no es sólo la calidad del agua; también es importante que la población tenga acceso a una cantidad mínima de agua potable al día. Por esto es importante que el servicio de acueducto no sólo tenga cobertura, sino que sea continuo.

Por lo anterior el departamento del Cesar, en el cumplimiento de su misión, propone el **“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA FORMULACION DEL PLAN MAESTRO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR”** con el propósito de crear la plataforma de obras e inversiones requeridas para la optimización del servicio de acueducto.

El propósito de la consultoría en el contexto de lo anterior es la evaluación y diagnóstico de las condiciones actuales en que se está prestando el servicio de acueducto, estudios de alternativas para su optimización y elaboración de los diseños definitivos que garanticen el buen funcionamiento del sistema de acueducto del Municipio de San Diego.

El presente documento, contiene los resultados de las actividades ejecutadas: en la recopilación de información, entrevistas sostenidas con funcionarios locales, diagnóstico del sistema de acueducto existente, análisis de proyecciones de población y demanda, la determinación de las necesidades insatisfechas u obras que se requieren en los sistemas de acueducto y costos para su rehabilitación, optimización y/o ampliación.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el proceso de optimización de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) y las redes de distribución de un sistema de acueducto, se hace necesario contar con un estudio base de reconocimiento de las actuales condiciones físicas, administrativas, técnicas y operativas, para identificar mejoras en su sistema, con ello ser la más eficiente, eficaz y económicamente sostenible, y posteriormente tomar las decisiones con base en lo evaluado, actualizando la planta y las redes de distribución en los nuevos requerimientos normativos (RAS).

Partiendo de lo anterior, la PTAP y redes de distribución de San Diego no cuenta con estos estudios, no permitiendo adelantar las acciones de optimización. Sin tener los estudios, se evidencian los distintos problemas de calidad, cantidad y continuidad en la entrega de los recursos hídricos potabilizados al municipio, como también las fallas en los distintos procesos técnicos, operativos, administrativos y otros.

Adicional a esto, la planta no cuenta con un laboratorio adecuado ni con los equipos necesarios para la ejecución de un test de jarras, el cual es muy importante para calcular las cantidades de coagulantes a utilizar de acuerdo con las características físico-químicas de la calidad del agua, sin este se crea un descontrol en la dosificación de los químicos. igualmente, en la red de distribución se encuentra en algunos tramos con fugas y tramos obsoletos de material antiguo como asbesto cemento y sin contar con accesorios que ayuden al mejoramiento y funcionamiento del sistema y por ende la calidad del servicio es mala.

No se tiene en cuenta el abastecimiento a futuro, siendo un deber tanto del gobierno municipal como también del ciudadano del común, la protección, conservación y buena utilización de los recursos naturales, en donde la infraestructura de la PTAP, la red de distribución y muchos de los procedimientos técnico-operativos se ven comprometidos en gran parte del problema y se evidencia tanto en la entrega del recurso en regular calidad al usuario, como también el origen de grandes pérdidas técnicas dentro del proceso de potabilización de agua.

## FORMULACION

Con la realización del estudio, diseño y optimización del sistema de acueducto, se obtendrán los lineamientos técnicos necesarios para el mejoramiento ambiental técnico y operacional del sistema de acueducto del municipio de san diego cesar.

¿Cuáles son las condiciones ambientales, técnicas y operacionales en la que se encuentra actualmente el sistema de acueducto (red de distribución y planta de tratamiento) del municipio de San Diego en el departamento del Cesar?

## 2. JUSTIFICACIÓN

Una de las principales consecuencias que se podría presentar en un futuro, es la afectación en la salud pública, si no se llegan a realizar los procesos pertinentes para el tratamiento de agua para consumo humano, como también los arreglos y mejoras de la infraestructura del Sistema de Acueducto San Diego y la red de distribución, porque un grave problema de salud pública puede darse en gran porcentaje por consumo de agua de mala calidad, generando enfermedades diarreicas agudas en la mayoría de ocasiones, otras de tipo sanguíneo como anemia, virales como malaria o hepatitis, o de envenenamiento como contaminación por plomo, entre muchas otras más.

De mayor frecuencia, según la Secretaría de Salud del municipio de San Diego (Cesar), el número de casos de enfermedades de salud pública en los últimos dos (2) años, tiende a ser mínimo con respecto a la cantidad de personas que se reportan enfermas mensualmente por diarrea, vómito, las enfermedades por agua contaminada no son directamente relacionadas con la misma, ya que la misma población en un caso de enfermedad la relacionan directamente con la comida o con alcoholismo.

Dentro de los procesos de captación, conducción y potabilización del agua para consumo humano, se denotan pérdidas técnicas, las cuales se deben minimizar al máximo para preservar de una mejor manera la materia prima en este caso como lo es el agua, generando un impacto ambiental de tendencia positiva.

La cabecera del municipio de San Diego (Cesar) tiene una tendencia a aumentar su centro urbano, en los últimos años ha crecido el número de viviendas como también su población, lo que quiere decir es que aun mayor será la responsabilidad del municipio al momento de prestar el servicio público de agua para consumo humano ya que tiene que hacerse las respectivas adecuaciones de la red interna de distribución.

Al presentarse un episodio de afectación a la salud pública, falta de suministro de agua potable, como también un daño leve o severo en la infraestructura del Sistema de Acueducto, los costos que tendría que llevar el municipio de San Diego podrían ser elevados al momento de la toma de medidas de corrección, ya que toda la comunidad se vería afectada por alguno de los anteriores motivos, en donde el suministro de agua a la comunidad es de principal importancia. Lo que se busca con este trabajo es prevenir cualquier acontecimiento de carácter negativo para la comunidad sandiegana.

El Sistema de Acueducto de San Diego (Cesar), debe cumplir con los requisitos establecidos en la Resolución 0330 de 2017 (Reglamento Técnico RAS), donde se establecen los parámetros que deben tenerse en cuenta para su diseño y construcción.

A su vez, el Decreto 1076 del 2015 exige la óptima utilización de los recursos naturales y la protección al medio ambiente, por lo tanto, es necesario conservación de la cuenca hidrográfica y uso eficiente del agua.

Las funciones de un Ingeniero Ambiental y Sanitario, se justifican y se hacen necesarias dentro de las actividades varias de la PTAP y el sistema de Acueducto, ya que está en la capacidad de planificar, administrar, dirigir y operar sistemas ambientales como también de los servicios públicos, identificando las necesidades y ajustes o cambios necesarios para la ejecución de proyectos, de planes de desarrollo, de equipamiento regional, municipal y de gestión ambiental entre otros.

De tal manera que la optimización de la prestación de este servicio, significará una mejora en la calidad de vida para los habitantes de la cabecera municipal de San Diego, puesto que se podrá garantizar el abastecimiento de agua potable.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL:

Inspeccionar, seguir y proponer recomendaciones en la optimización del sistema de acueducto en la cabecera del municipio de San diego – Cesar.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Verificar la implementación a realizar en cada uno de los procesos unitarios de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) en el municipio de San Diego- Cesar.
- ✓ Seguir el proceso de la optimización de la red de distribución del sistema de acueducto de la cabecera municipal de San Diego- Cesar.
- ✓ Supervisar normativamente el desarrollo de la optimización del sistema de acueducto por medio de la resolución 0330 del 8 de julio 2017(reglamento sanitario).
- ✓ Formular recomendaciones para fortalecer la ejecución de las actividades a realizar.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

#### **MODELACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE TIBANÁ-BOYACÁ**

Tibaná se encuentra ubicado en el departamento Boyacá, aunque el municipio presenta poca dimensión urbana, posee problemas en la distribución de agua potable a sus habitantes. Debido a esto el municipio requiere una mejora en la red de acueducto urbano donde se solucione los problemas que se presentan actualmente en la prestación del servicio, generando así una mejor calidad de vida y un mejor servicio del acueducto urbano. Para este fin se propone optimizar el servicio realizando una nueva modelación de la red de distribución en base a una evaluación de la red actual, en la cual se garantice un continuo servicio a lo largo del día, teniendo como referencia a mejorar la distribución de presiones. (Sarmiento, 2017)

#### **PLAN DE EXPANSIÓN Y OPTIMIZACION PARA ACUEDUCTO COMUNITARIO (CASO BARRIO LA PAZ – SIBATÉ “ACOPAZ”)**

El acueducto comunitario del barrio La Paz (Acopaz), se encuentra ubicado en el municipio de Sibaté, Cundinamarca. Aproximadamente a 27 km de la ciudad de Bogotá, dentro del municipio se localiza en la zona sur, en inmediaciones al casco urbano y a la vereda de Perico. Pese a que los registros generados en la actualidad muestran que el acueducto cuenta con un buen suministro de agua potable para la población existente, se prevé un crecimiento del barrio la Paz, en los diferentes ámbitos como lo son el social, económico y demográfico; contribuyendo así al desarrollo de diferentes tipos de infraestructura. Incitados también por su cercanía a la capital de la república, la demanda de turistas que arriba al corredor gastronómico que posee el barrio y a las diversas actividades que se pueden desarrollar en él es significativa, adicionalmente la vía conecta con el municipio de

Fusagasugá esto conlleva a generar un crecimiento de población flotante considerable.

Debido a esto se tendría que ampliar la capacidad y cobertura del acueducto para el eficiente suministro de agua. Para poder llevar a cabo lo anterior se pretende realizar un plan de mejoramiento para evaluar la posibilidad de cumplir con la demanda necesaria para abastecer de agua al barrio, incluyendo en el análisis las siguientes variables o posibles limitantes del sistema: caudal de la fuente abastecedora, capacidad de la planta de tratamiento, presiones en la red de distribución, existencia de fuentes alternas para el abastecimiento, antigüedad de las tuberías, entre otros.

El presente proyecto tiene como objetivo realizar, por medio de elementos técnicos, un plan de expansión y optimización del acueducto comunitario del barrio La Paz. Inicialmente se caracterizó la demanda actual y futura, teniendo en cuenta los caudales, las pérdidas, la dotación per cápita, áreas de expansión y los registros de cada usuario; luego se procedió a evaluar la capacidad actual con la que cuenta el acueducto analizando las condiciones de operación de la red de distribución y las especificaciones de la planta de tratamiento. Con el fin de establecer las presiones que tiene la red, se realizó el modelamiento en el programa EPANET, el cual analiza sistemas de distribución de agua potable. Se evidenció algunos aspectos técnicos en las redes que componen el acueducto. (Rodríguez, 2017)

## **EVALUACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE AGUACHICA, CESAR**

La propuesta investigativa de este proyecto, tiene el propósito de evaluar el abastecimiento del recurso hídrico mediante la elaboración de un diagnóstico situacional, que permita formular alternativas de mejoramiento; las cuales, pueden contribuir a optimizar la continuidad en el servicio de agua potable en el casco urbano del municipio de Aguachica Cesar, prestado por la Empresa de Servicios

Públicos de Aguachica, ESPA, El interés surge en realizar una evaluación con la información pertinente que contemple todo el sistema de abastecimiento de agua potable de Aguachica Cesar, empezando desde la captación, tratamiento y distribución del agua con objeto de conocer la oferta hídrica de la fuente de abastecimiento, verificar la calidad del servicio prestado y de esta manera formular las alternativas de mejoramiento en la continuidad del servicio de agua potable (Torres, 2016).

### **PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LOS HABITANTES DE LA VEREDA “EL TABLÓN” DEL MUNICIPIO DE CHOCONTÁ**

Este proyecto está enfocado diseño para mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la vereda “el tablón” municipio de Chocontá (Cundinamarca). El proyecto está enfocado a mejorar el sistema de captación tratamiento y distribución del acueducto, con el fin de brindar agua potable en condiciones de calidad y continuidad óptimas para el consumo humano y de esta manera mejorar las condiciones de salubridad.

Actualmente el acueducto veredal no cuenta con la infraestructura adecuada para realizar los procesos de potabilización, entregando agua de mala calidad a la población y desarrollando múltiples problemáticas de economía y salud. Por esta razón este proyecto está enfocado a ofrecer una solución a la problemática anteriormente expuesta. En esta propuesta se incluyen opciones de diseño de captación y distribución, oportunidades de mejora para el tratamiento de agua cruda y sensibilización de la población. La metodología utilizada se caracteriza por identificar la problemática desde los puntos de vista social económica y ambiental basándonos en datos recolectados en bases de datos entes de control y visitas de campo que incluye reuniones con la comunidad afectada. Luego se realiza un listado de prioridades donde se aclaren los puntos para darle fin a esa problemática (Cabrera, 2015).

## **DISEÑO DE ACUEDUCTO PARA LA VEREDA LA MINA UBICADA EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MIRANDA CAUCA.**

A continuación, se describe de manera general la importancia de esta propuesta para la comunidad de la vereda La Mina, quienes debido a diferentes factores ha sido una población muy vulnerable y con poca atención estatal, debido a la distancia que se encuentra del casco urbano.

Es así como podemos encontrar que a lo largo de la historia esta zona ha sido corredor de grupos armados como el M-19, Movimiento Jaime Batemán Cayón, y en la parte más reciente el 6 frente de la FARC-Ep. Debido a estas condiciones, hoy en día es esta una comunidad que se viene fortaleciendo cambiando así cultivos ilícitos por proyectos productivos de diversa índole, contando con apoyo de diversas fuentes como lo son la Federación Nacional de Cafeteros, el Ministerio de Agricultura con su proyecto Capacidades Empresariales, Unidad Administrativa Especial de Consolidación, la Alcaldía Municipal, entre otros que han aunado esfuerzos en pro del mejoramiento de sus condiciones de vida.

La comunidad tiene identificada dentro de una de sus prioridades el mejoramiento o implementación de un acueducto que logre abastecer a la totalidad de sus habitantes con agua potable, de buena calidad y cumpliendo con las normas establecidas para tal fin. Esta necesidad ha tenido poco eco en las administraciones del municipio quienes han enfocado sus inversiones en otros sectores.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y la preocupación de los miembros de la Junta de Acción Comunal de la vereda, es que decido realizar esta propuesta, con el fin de que los conocimientos adquiridos a lo largo de mi formación académica como Ingeniero Civil al servicio de una comunidad como esta, que no es más que una réplica de las muchas que hay nuestro país en condiciones similares. (Velazco, 2016).



## 4.2. MARCO TEÓRICO

### 4.2.1. Planta de tratamiento de agua potable “PTAP”

Una Planta de tratamiento de agua potable (PTAP) es una tecnología para purificar el agua para consumo humano, compuesta por un conjunto de unidades y operaciones de tipo hidráulico, químico o biológico cuyo fin es eliminar o reducir la contaminación y las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales. Debido a que las mayores exigencias en la calidad del agua se centran para el consumo humano y animal estos se organizan en tratamientos de potabilización.

### 4.2.2. Planta de tratamiento de agua para consumo humano

- ✓ **Cámaras de quietamiento:** Estructura hidráulica diseñada para disminuir la velocidad de llegada del agua a la planta, reduciendo su carga de energía cinética.
- ✓ **Unidad Mezcla rápida:** La mezcla rápida tiene el propósito de dispersar en forma uniforme e instantánea los productos químicos en el agua que se va a tratar. Los tipos más comunes son los siguientes:
  - **Cámaras con deflectores:** deflectores para introducir movimiento horizontal al agua, deflectores con movimiento vertical del agua (son más comunes).
  - **Resalto hidráulico:** medidores Parshall, vertederos rectangulares, rampas, etcétera.
  - **Difusores en canales o en tuberías.**
- ✓ **Unidad Mezcla lenta:** La mezcla lenta va a permitir el desarrollo de los flóculos. Está destinado a promover una agitación moderada, para que los flóculos se formen bien. Las cámaras de mezcla lenta pueden ser mecanizadas o hidráulicas:
  - Floculación Mecánica:** pueden ser de eje vertical u horizontal
  - Floculación Hidráulica:**
    - Cámaras con deflectores o pantallas con movimiento horizontal del agua



- Cámaras con deflectores o pantallas con movimiento vertical del agua (son más comunes).
  - Cámaras del tipo Alabama, conformadas por compartimientos donde el agua realiza un movimiento ascendente-descendente. Estas unidades son poco comunes por su alta sensibilidad a las variaciones del caudal de operación. Con caudales muy bajos, puede anularse el trabajo de la unidad.
- ✓ **Unidad Sedimentación:** Es el proceso mediante el cual se promueve el depósito del material en suspensión por acción de la gravedad. La remoción de materiales en suspensión se obtiene al reducir la velocidad del agua, hasta lograr que las partículas en suspensión se depositen en determinado tiempo de retención
- ✓ **Filtración:** Se considera la filtración como el paso de un fluido a través de un medio poroso que retiene la materia que se encuentra en suspensión. En las principales instalaciones de filtración, los filtros suelen ser abiertos, mientras los filtros cerrados suelen utilizarse para instalaciones pequeñas (menor de 40m<sup>3</sup>/h).

En las instalaciones de filtración de las estaciones de tratamiento de agua, el medio poroso suele ser generalmente arena, arena + antracita o bien carbón activo en grano, y la materia en suspensión está constituida por flóculos o microflóculos procedentes de la etapa anterior de decantación o bien formados expresamente cuando se sigue el proceso conocido como “microfloculación sobre filtro” o filtración directa”.

Los filtros de estas instalaciones, generalmente son abiertos, con velocidades de filtración entre 6 y 15 m/h, empleándose los filtros cerrados a presión en instalaciones pequeñas (menores de 50 m<sup>3</sup> /h).

El espesor de la capa de arena suele oscilar entre 0,7 y 1 m. y la talla efectiva entre 0.8 y 1mm con un coeficiente de uniformidad entre 1,5 y 1,7. En el caso de lechos bicapa, el espesor de arena es 1/3 del total y sobre ella una capa de antracita de 2/3 del espesor total y talla efectiva entre 1,2 y 2,5mm. Realmente,



el espesor y granulometría depende de la velocidad de filtración, del tamaño y naturaleza de las partículas que van a ser retenidas y de la pérdida de carga disponible.” (Ramírez F, 2017, El Agua Potable, recuperado de <http://www.elaguapotable.com/filtracion.htm>).

#### 4.2.3. Tipos de PTAP

- ✓ **Convencionales:** De menor calidad del agua de la fuente. Es un sistema de tratamiento integrado que incluye todos los procesos para la obtención de agua potable, como los son: coagulación, mezcla rápida, floculación, sedimentación, clarificación, filtrado y desinfección. Dependiendo de las características del agua podemos obtener un sistema de filtración simple o doble el cual es recomendable cuando el agua tiene alto color o contenidos altos de hierro y manganeso. Cada planta se debe diseñar de acuerdo al análisis de agua y trazabilidad y se debe hacer con sistema modular que incorpore las etapas del tratamiento. Estas deben tener su tanque en acero o fibra de vidrio y contener lechos filtrantes para la grava, arena, antracita, carbón activado y/o resinas especializadas. Si el agua tiene alto contenido de hierro se requiere un tratamiento de oxidación previo hecho mediante torres de aireación o pre-cloración.
- ✓ **Compactas:** De mejor calidad del agua de la fuente. Estas incorporan mejoras tecnológicas para todo el sistema de distribución de flujo y para el lavado de filtros el cual es hecho a través de agitación de aire. También cuenta con un sistema de floculación en medios porosos, innovaciones que mejoran la eficiencia de las plantas y reducen el consumo de productos químicos. Es un sistema de potabilización integrado fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) que se compone de un clarificador central (floculador – sedimentador por manto de lodos) y cuatro filtros de flujo ascendente de lavado mutuo, donde se incluyen en una sola unidad los procesos convencionales para la potabilización de agua (coagulación, floculación, sedimentación, filtración, retro lavado y desinfección). Este



producto es fabricado por personal de producción altamente capacitado y cumpliendo con todas las normas de salud y de seguridad laboral.” (Manrique H, Roa M, 2014, Evaluación Técnica y Operativa del Proceso de Tratamiento de Agua Potable en la Empresa de Acueducto del Municipio Yopal, Casanare, (Tesis de Pregrado) recuperado de (<http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/2818/1/7232279.pdf>)).

- ✓ **De filtros lentos (PFL):** Con baja carga superficial, dependiendo de la calidad de la fuente de agua que va a abastecer al sistema de tratamiento, la PFL podría estar constituida por un sistema de filtración simple o doble el cual es recomendable cuando el agua tiene alto color o contenidos altos de hierro y manganeso o bien por una serie de procesos previos, cuyo propósito es acondicionar la calidad física del agua cruda para que el filtro lento pueda operar adecuadamente. Estos procesos son:
  - Pre-sedimentador.
  - Sedimentador.
  - Pre filtro de grava d. Filtro lento La desinfección está sobreentendida en todos los casos.
- ✓ **De Tratamiento Modular:** La planta modular es un sistema integrado de tratamientos en varias etapas que incluye todos los procesos requeridos para obtener agua potable. Ocupan poco espacio y se pueden ampliar fácilmente añadiendo módulos de calcificación y de filtración. Adecuadas para: aguas de pozo profundo con alto contenido de color, hierro y manganeso; y muy eficientes con aguas de quebradas de montaña con parámetros que van de mediano a bajo contenido de sólidos en suspensión (SST) y con contenidos de color, que presentan picos pasajeros de alta turbiedad y color cuando hay lluvias fuertes. De acuerdo con las características del agua a tratar, se incorpora procesos de pre aireación y oxidación, arenas especiales para eliminar hierro y manganeso o pos tratamiento con carbón activado cuando hay elementos orgánicos. Pueden operar por gravedad, sin necesidad de



tener energía eléctrica disponible o pueden ser automatizadas para operación virtualmente autónoma.

#### **4.2.4. Ensayo de trazabilidad para potabilización de agua**

El ensayo de jarras es utilizado en las plantas de tratamiento de agua potable para hallar la dosificación del agente coagulante. Este ensayo es de bastante simplicidad y verifica solamente la variación del pH y la relaciona con la formación del floc, debido a que en el proceso de coagulación influyen muchas variables el proceso no ha podido estandarizarse; en este también influye el tipo de floculado y las características propias de cada uno de los mezcladores, pero para efectos prácticos el ensayo se hace a determinado número de revoluciones por minuto y se asumen los valores más óptimos de floculante en la jarra en la que se note como se formó más rápido y son de mayor tamaño las partículas de floc, el ensayo de test de jarras sirve para proyectar presupuestos a futuro.

#### **4.2.5. Red de distribución**

Una red de distribución de agua potable es el conjunto de instalaciones que la empresa de abastecimiento tiene para transportar desde el punto o puntos de captación y tratamiento hasta hacer llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades. Este grado de satisfacción tiene un elevadísimo número de componentes, unos medibles y otros no, y entre los que podemos destacar la calidad, el caudal, la presión, la continuidad del suministro y el precio. Naturalmente todos estos componentes tienen unos antecedentes a la red de distribución, por lo que los parámetros iniciales vienen prefijados. Por tanto, debemos crear es una red de distribución que altere lo menos posible las características de los componentes, minimizando la variación de satisfacción de las necesidades de los clientes.

- ✓ **Estructura jerárquica.** Las redes de distribución de agua se estructuran según el tipo de función que desempeñan y que tienen una relación directa



con la serie decreciente de los diámetros con el fin de ajustarse a la distribución de consumos, a la reducción de pérdidas de carga, hacer frente a situaciones imprevistas y a reducir el coste. Los niveles en los que se clasifican son: Aducción, Distribución Urbana y acometidas. Las conducciones de aducción son las grandes arterias de transporte que recogen el agua desde los puntos de captación o tratamiento y llegan hasta la zona urbana. La red de distribución urbana es la que toma el agua de la aducción directamente o de los diferentes depósitos reguladores (cabecera, intermedio o cola) y la distribuye entre todos los puntos de consumo. Dentro de esta red se ha de distinguir las redes de transporte interzonales. Existen redes sin transporte interzonal, en las que el modelo es del tipo homogéneo, siendo su funcionamiento equivalente al de un gran acuífero y que puede ser útil e incluso más económico en aquellos abastecimientos que tengan una escasa variación altimétrica, una trama urbana muy cerrada y un elevado número de puntos de unión con la red de aducción. Esta red de distribución urbana ha de tener una capacidad suficiente para suministrar los caudales contra incendios y de emergencias. Por último, las acometidas son las que partiendo de la derivación de la tubería general suministran al cliente. La elección del tipo de acometida así como la exigencia de una ejecución correcta tiene una importancia considerable, pues es en este nivel de la red en el que se acumulan entre el 70 y el 80% de las intervenciones directas de una red de distribución.

- ✓ **Tipologías.** Las redes de distribución en general o bien según su función o localización por áreas pueden ser de dos grandes tipos: Ramificada y Mallada.
  - Una red Ramificada es aquella que va uniendo los diferentes puntos de consumo con una única tubería.
  - Una red Mallada es la que va formando cuadrículas, consiguiéndose que cada punto de consumo tenga más de una vía de flujo. Las diferencias



más notables entre ambas son el coste y la calidad, teniendo que sopesar ambas a la hora de declinar la elección.

-

#### **4.2.6. Elementos que integran una red.**

Toda red de distribución de agua está formada por los siguientes elementos:

- Tuberías.
  - Depósitos.
  - Estaciones de bombeo elevadoras.
  - Otros elementos singulares.
- ✓ **Tuberías:** Es el elemento de transporte de fluidos por excelencia. Las tuberías vienen definidas por su diámetro, material de constitución y tipo de junta. El diámetro viene definido del cálculo hidráulico de la red y tanto el material como los tipos de juntas se recogen en otra exposición de este curso.
- ✓ **Depósitos:** Los depósitos dentro de una red de distribución tienen las funciones de almacenamiento y de regulación de caudales y presiones. La mayor parte de los tratados aconsejan que el volumen de los depósitos sea equivalente al consumo del día punta (24 horas). Ahora bien, conforme sean las características de las fuentes de suministro esta premisa puede ser excesiva o escasa. Por ejemplo, en grandes conducciones en las que se establezca un régimen de conservación, puede que se requiera tenerla fuera de servicio un tiempo mayor, con la consiguiente necesidad de almacenamiento.

La circulación del agua en el depósito debe estudiarse para evitar zonas muertas, siendo recomendable que la entrada y la salida del mismo se realice en puntos hidráulicamente opuestos. La creación de cámaras aisladas depende tanto de la capacidad total del mismo, como de la posibilidad de ser solapado o no por otro depósito de la red. No debe olvidarse que se ha de disponer de una capacidad de almacenamiento para el abastecimiento puntual en casos de emergencia. Los aspectos de seguridad requieren de



una atención especial tanto para la protección a terceros como de nuestras instalaciones frente a ellos.

La relación de funciones sobre las que debe actuar un depósito son:

- Corte o regulación de la entrada.
- Corte o regulación de la salida.
- Desagüe.
- Alivio de excesos.
- Conexión y aislamiento de cada compartimento.
- Control de drenaje.
- Rotura de carga de la entrada. Para cada una de estas funciones existen en el mercado válvulas específicas que se han diseñado para cada cometido.
- Otros elementos singulares

A continuación, se hace una enumeración del resto de elementos singulares que se ubican en una red de distribución:

- Enlaces entre alineaciones (codos, te, reducción, etc.).
- Válvulas de corte.
- Ventosas y purgadores.
- Desagües y purgas manuales.
- Válvulas de retención.
- Válvulas reguladoras de presión y caudal.
- Válvulas de sobrevelocidad o sobrepresión.
- Hidrantes.
- Dispositivos de riego y baldeo.
- Fuentes públicas.
- Cámaras de descarga.
- Estaciones de toma de muestras.
- Estaciones de adición de aditivos.



- Entradas de hombre y registros.
- Caudalímetros y contadores.

✓ **Criterios de diseño.** El diseño de redes debe basarse en la funcionalidad del servicio que se ha de prestar al futuro usuario y en la racionalidad del uso del recurso. En este sentido la red debe llevar el agua desde las fuentes de suministro y tratamiento, en cantidad suficiente, a los puntos de consumo, pero también tiene que cumplir otra serie de objetivos.

- Mantener la garantía de potabilidad.
- Limitar las pérdidas de agua.
- Asegurar una presión en el punto de destino.
- Evitar las erosiones en las tuberías y limitar las pérdidas de carga.
- Economía de instalación y conservación.
- Tener el mínimo posible de interrupciones del servicio a lo largo de la vida útil de la red.
- Poder medir y controlar todos los consumos que se deriven de la red y las posibles fugas.
- Maniobrar la red con facilidad, para corregir anomalías.

(Título B del RAS 2017 teoría y diseño)

### 4.3. MARCO CONCEPTUAL

- ✓ **Acueducto:** Sistema de abastecimiento de agua para una población. (Garavito, 1975).
- ✓ **Agua potable:** Agua que, por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud. (Ruiz, 2008).
- ✓ **Aducción:** Proceso de llevar el agua desde su captación hasta la planta de tratamiento, los sistemas de aducción pueden ser desarrollados por gravedad, por bombeo o ambas. (Corcho & Duque, 2005).
- ✓ **Aforo:** Conjunto de actividades hidrométricas conducentes a la determinación del caudal de una corriente de agua. Una de las principales

actividades comúnmente realizadas en un aforo, se cuentan el levantamiento del flujo en distintos puntos de la selección transversal. (Manual de prácticas de laboratorio de hidráulica. Universidad Nacional de Colombia).

✓ **Bocatoma:** Estructura hidráulica también llamada captación está destinada a emanar desde unos cursos de agua, ya sean ríos, arroyos o canales, también desde un lago o incluso desde el mar, una cantidad considerable del agua que está disponible para que la misma sea utilizada para una finalidad específica. (ARQHYS. 2012, 12. Bocatoma – Estructura hidráulica. Revista ARQHYS.com. Obtenido 04, 2017).

✓ **Capacidad hidráulica:** Caudal que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación. (Ferro, 2008) 1.6.2.4 Catastro de redes. Inventario de las tuberías y accesorios existentes incluidas su localización, diámetro, profundidad, material y año de instalación. (Garavito, 1975).

✓ **Captación:** Recolección y almacenamiento de agua proveniente de diferentes fuentes para su uso benéfico. Esta agua captada es conducida a estanques reservorios para aumentar el suministro e esta para el riego, bebederos de animales y usos domésticos. (Introducción a la captación de agua).

✓ **Caudal:** Es la medida del volumen de líquido que fluye o pasa a través de la sección transversal del cauce de una corriente, en la unidad de tiempo. (Manual de prácticas de laboratorio de hidráulica. Universidad Nacional de Colombia)  
Concesión: Distribución de caudales entre los usuarios (concesiones de agua) de una cuenca o micro cuenca, teniendo como base técnica un balance hídrico que contemple el respeto del caudal ecológico y ambiental en función de la oferta y demanda. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2016).

✓ **Caudal de diseño.** Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado. (Garavito, 1975) 8 1.6.2.6 Colectores secundarios. Tuberías que recogen las aguas de los colectores terciarios y los conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, en las vías públicas. (Ruiz, 2008).



✓ **Conducción:** Instalación cuyo fin es transportar agua desde el sitio de captación hasta el centro de consumo. Generalmente es conducida por tuberías a presión, ya sea por gravedad o por bombeo (Álvaro Palacios Ruiz, 2008).

✓ **Consumo per cápita:** Demanda de agua por persona se expresa en l/hab-día; existen dos maneras para su determinación: por registro de consumo o mediante la norma que establece que el consumo per cápita es la suma de los consumos domésticos, industriales, públicos y pérdidas. (Corcho & Duque, 2005).

✓ **Consumo medio:** Promedio aritmético de los consumos día a día del periodo de un año. Se determina mediante registros de consumo. (Corcho & Duque, 2005).

✓ **Consumo máximo diario:** El día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año es definido como el de consumo máximo diario. (Corcho & Duque, 2005).

✓ **Consumo máximo horario:** La hora de máximo consumo en el día de máximo consumo se define como el consumo máximo horario. (Freddy Corcho Romero, José Ignacio Duque Serna, 2005). Cota: Distancia vertical que existe entre un punto del terreno y un plano de referencia horizontal determinado. Si el plano de referencia en el nivel del mar la cota es la misma altitud o altura sobre el nivel del mar. (Ingeniero Efraín Solano).

✓ **Demanda:** Extracción hídrica del sistema natural destinada a suplir las necesidades o requerimientos del consumo humano, la producción sectorial. (González, Saldarriaga & Jaramillo, 2010) EPANET: Programa que realiza simulaciones en periodo extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión (Instagua).

✓ **Fuente de abastecimiento:** Es un espacio natural de donde se derivan los caudales para que una población sea abastecida, sin embargo, existen varios tipos de fuentes de abastecimiento de agua como son: aguas superficiales, aguas subterráneas, aguas de lluvia o aguas de mar; en la mayoría de los casos se utilizan aguas superficiales y aguas subterráneas si no se llegara a contar con ninguna de estas dos se puede recurrir a la explotación del agua de lluvia o agua de mar. (François G. Brière, 2005).

✓ **Optimización.** Es la manera en cómo se puede lograr que un proceso llegue al punto que se requiere no de cualquier forma si no utilizando la capacidad máxima de los recursos y logrando incrementar su capacidad y rendimiento, es decir, lograr un objetivo de la mejor manera posible y siempre en el mejor de los casos en el tiempo requerido. (Giles, y otros, 1994).

✓ **Población de diseño.** Población que se espera atender por el proyecto, considerando el índice de cubrimiento, crecimiento y proyección de la demanda para el período de diseño. (Garavito, 1975).

✓ **Planta de tratamiento de agua potable (PTAP).** Instalación destinada al tratamiento del agua procedente de la fuente de suministro, que mediante procesos físicos y químicos entrega agua potable a la población. (Heras, 2011).

✓ **Población flotante.** Población de alguna localidad que no reside permanentemente en ella y que la habita por un espacio de tiempo limitado por razones de trabajo, turismo o alguna otra actividad temporal. (Ruiz, 2008).

✓ **Red de distribución:** Serie de tuberías que se instalan generalmente por las vías y a partir de las cuales se abastecen directamente los diferentes usuarios del acueducto. (Álvaro Palacios Ruiz, 2004).

#### 4.4. MARCO CONTEXTUAL

##### 4.4.1. Ubicación geográfica de San Diego en el departamento del Cesar



*Ilustración 1 Localización geográfica de San Diego en el Departamento del Cesar  
 Fuente: Google Maps (2019)*

El municipio de San Diego pertenece a la zona Nororiental del Departamento del Cesar. Se encuentra localizada a los N- 10° 20' 15" de latitud norte y W - 73° 10' 57" de longitud oeste. a 180 metros de altura sobre el nivel del mar, siendo su temperatura promedio de 27°C en la cabecera municipal y en las estribaciones de la Serranía del Perijá oscila entre 15° y 20°C.

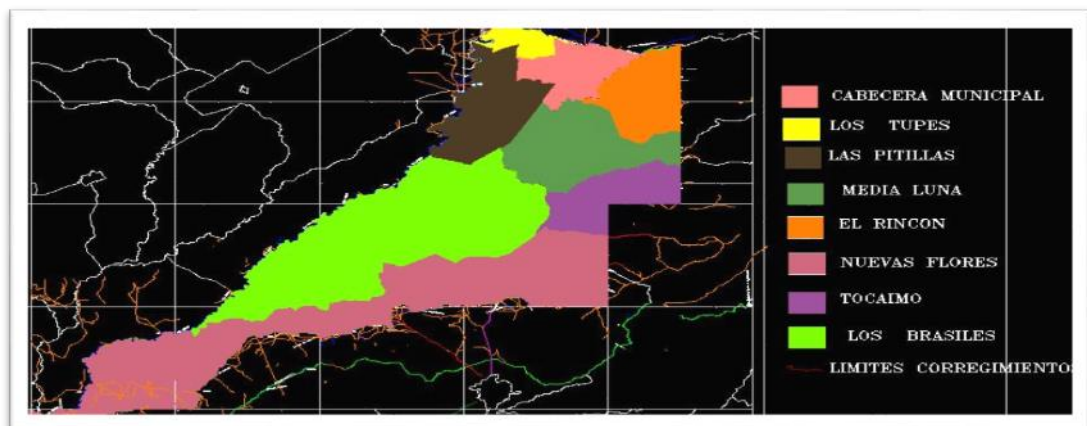
**Límites del municipio** El municipio de San Diego limita:

- Al norte con la capital Valledupar.
- Al Sur con el municipio de Agustín Codazzi.
- Al Nororiente con el municipio de la Paz.
- Al occidente con la capital del cesar.

✓ **Extensión total:** El municipio tiene una extensión territorial de 670 kilómetros cuadrados, los cuales equivalen al 1.05% del territorio municipal, distribuidas en 3 corregimientos y 7 caseríos.

Distancia de referencia: Distancia de Valledupar en 20 minutos de recorrido por carretera pavimentada en asfalto, en una longitud de 22 Kilómetros aproximadamente.

✓ **División Territorial**



*Ilustración 2 División Territorial*  
*Fuente: (Google Maps,2018)*



*Ilustración 3 Barrios San Diego- Cesar  
Fuente: (Google Maps,2018)*

#### 4.4.2. Generalidades del municipio de San Diego en el departamento del Cesar

San Diego está conformado por 7 Corregimientos así:

##### ✓ Corregimiento - El Rincón

Fue fundado a mediados del año 1.930 por los señores José Rosario Arzuaga, Maximiliano Rosado, Tobías Murgas y Juan de Dios Socarras, quienes plantaron allí sus viviendas cerca de sus fincas serranas abastecedoras de yuca, plátano, malanga, etc., a la población de San Diego, como también sus plantados de ganado.

Está ubicado en la zona Nororiental del municipio en el eje de las coordenadas geográficas X: 1.626.000, y Y: 1.102.000, distante de la cabecera municipal a 13 KM.

Tiene una topografía mixta, por encontrarse ubicado en las estribaciones que forma la serranía del Perijá y los valles que forma el río Salado, sus tierras son muy fértiles y en su mayoría son aptas para la agricultura y la ganadería.

Posee un clima con una temperatura promedio que oscila entre los 24 a 27°C.



*Ilustración 4 Fotografía del Corregimiento El Rincón, San Diego.  
Fuente: Pág. web Alcaldía de San Diego.*

#### ✓ **Corregimiento - Las Pitillas**

Se encuentra ubicado en la zona Noroccidental del municipio en el eje de las coordenadas geográficas X: 1.634.000 y Y: 1.093.000; dista de la cabecera municipal 5 kilómetros.

Presenta una topografía netamente plana, por encontrarse ubicado en las sabanas que forma el río Cesar.



*Ilustración 5 Fotografía Corregimiento Las Pitillas, Cesar.  
Fuente: Pág. web Alcaldía de San Diego.*

El corregimiento de las Pitillas, posee un clima caliente con una temperatura promedio que oscila entre los 32 a 34°C. Las Pitillas están surcadas al occidente

por el río Cesar a 300 metros de la población. Este proporciona a los habitantes la pesca, arena y en verano es utilizado como sitio de baño y paseos.

✓ **Corregimiento - Los Brasiles**

Fue fundado por los señores Miguel Iseda, Antonio Mejía Alvarado y Cayetano Guerra, a mediados de los años 1.910, donde plantaron sus viviendas para estar más cerca de sus plantaciones agrícolas y ganaderas.



*Ilustración 6 Fotografía corregimiento Los Brasiles, San Diego.  
Fuente: <http://www.verdadabierta.com/images/brasiles2.jpg>*

Se encuentra ubicado en la zona central de municipio, hacia la parte occidental del mismo, en las coordenadas geográficas X: 1.617.000, Y: 1.089.000 distante a la cabecera municipal 20 kilómetros.

Presenta una topografía mixta, en su mayor extensión es plana, por estar ubicado en los valles que forma el río Cesar hacia la zona occidental. Buscando la parte oriental del corregimiento a escasos kilómetros.

✓ **Corregimiento - Los Tupes**

Se encuentra ubicado en la zona Noroccidental del municipio, en el eje de las coordenadas geográficas X: 1.637.000, Y: 1.094.000, distante de la cabecera municipal a 3 kilómetros.

Presenta una topografía netamente plana por encontrarse ubicado en las sabanas que forman el río Chiriamo y el río Cesar. Las tierras que conforman el corregimiento de los Tupes son muy fértiles y en su mayoría poseen regadío, los que las hace bastante aptas para la agricultura y la ganadería.

Posee un clima caliente, con una temperatura promedio que oscila entre los 30 a 32°C.



*Ilustración 7 Fotografía Corregimiento Los Tupes, San Diego, Cesar.*

✓ **Corregimiento - Media Luna**

Se encuentra ubicado en la zona centro-oriental del municipio, en el eje de las coordenadas geográficas X: 1.624.000, Y: 1.103.000 distante de la cabecera

municipal a 14 kilómetros. La población se enmarca geográficamente en las estribaciones de la Serranía del Perijá. Presenta una topografía quebrada.



*Ilustración 8 Fotografía Corregimiento de Media Luna, Cesar.  
Fuente: Gob. del Cesar.*

Presenta una temperatura promedio de 24° C en el centro poblado, pero a medida que se asciende su temperatura disminuye. El corregimiento de Media Luna es el centro de mayor actividad comercial del municipio. El 90% de su población gira o fundamenta su modo de vida en la agricultura, bien sea como productor, comercializador o trabajador asalariado, el resto, el 10% se dedica a la enseñanza y a la administración de las entidades existentes.

#### ✓ **Corregimiento - Nuevas Flores**

Fue fundado por los señores Manuel de Jesús Orozco, Andrés Guerra y Hugues Murgas, quienes plantaron allí sus primeras viviendas cerca de sus fincas a mediados del año 1.910. Está ubicado en la zona suroriental del municipio en el eje de las coordenadas geográficas X: 1.614.000 y Y: 1.093.000, distante de la cabecera municipal a 28 kilómetros y del municipio de Codazzi a solo 6 kilómetros.

El clima en su centro poblado tiene una temperatura promedio de 30 a 32°C, pero a medida que se asciende hacia la serranía su temperatura oscila entre los 12 a 14°C, aproximadamente.

### ✓ **Corregimiento – Tocaimo**

El centro poblado de Tocaimo fue fundado por los señores José Manuel Zeledón, Abraham Daza, Trina Araujo, Atilio, Marcelo y Alejandro Guerra, Julio Cuadros y Miguel Guerra, a mediados de los años 1.910.

Allí plantaron sus viviendas cerca a sus fincas avícolas y ganaderas donde el río Tocaimo les brindara todas las garantías para vivir y mantener sus bienes en propiedad.

Se encuentra ubicado en la zona Nororiental del municipio en el eje de las coordenadas geográficas X: 1.623.000, y Y: 1.098.000, distante de la cabecera municipal a 35 kilómetros, por la vía que conduce a esta población por el corregimiento de Nuevas Flores. Por vía del corregimiento de Media Luna dista a la cabecera municipal 20 kilómetros.

Tiene una topografía mixta por encontrarse ubicado en las estribaciones que forma la serranía del Perijá. Sus tierras son muy Fértiles y aptas para la agricultura y la ganadería. El corregimiento presenta un clima con una temperatura media de 26°C y con una altura sobre el nivel del mar de 700 metros.

Posee unas vertientes formadas por el majestuoso río Tocaimo, que nace en la serranía del Perijá y desemboca en el río Cesar con el nombre de Hobo. El río Tocaimo dista del centro poblado a 100 metros, les proporciona a los habitantes ser fuente del acueducto, la pesca, ser utilizado como sitio de baño, paseos y como sistema de regadío para la agricultura y la ganadería.

#### 4.5. MARCO LEGAL

Este marco legal se centra en el control a la calidad y la prestación del servicio de abastecimiento de agua potable más que en procedimientos y criterios de diseño, con énfasis en los acueductos municipales, dejando de lado las condiciones propias de los acueductos comunitarios.

*Tabla 1 Normatividad Vigente*

<b>Norma</b>	<b>Contenido</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Leyes</b>		
<b>Ley 142 de 1994</b>	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones	Se aplica a los servicios públicos domiciliarios, garantizar la calidad del bien objeto del servicio público y la ampliación permanente de la cobertura
<b>Decretos</b>		
<b>Decreto 1575 de 2007</b>	Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.	Se aplica para establecer el sistema para la protección y control de la calidad de agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo.

<b>Decreto 3102 de 1997</b>	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua	Conocer el consumo mensual promedio de cada usuario medido en condiciones normales.
<b>Decreto 302 de 2000</b>	Por el cual se reglamente la ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado	Conjunto de normas que regulan las relaciones entre la entidad prestadora de servicios públicos de acueducto y alcantarillado y los suscriptores y usuarios actuales y potenciales.
<b>Decreto 552 de 2011</b>	Por el cual se dictan medidas para mejorar las condiciones de prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico por parte de comunidades	Mejorar las condiciones del servicio del acueducto prestado a las comunidades, en acueductos comunitarios
<b>Decreto 1077 de 2015 libro 1 parte 2 titulo 1 articulo 1.2.1.1</b>	Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio. Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico	Comisión de regulación tiene la función de regular los monopolios en la prestación de los servicios públicos, cuando la competencia no sea, de hecho, posible y en los demás casos la de promover la competencia entre

		quienes presten los servicios públicos, para que las operaciones sean económicamente eficientes.
<b>Ley 1753 de 2015</b> título III capítulo 1 artículo 18	Competitividad de infraestructura estratégicas Condiciones especiales de prestación de servicio en zonas de difícil acceso	La comisión de regulación de agua y saneamiento básico regula los esquemas diferenciales de prestación de servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.
<b>Resolución 0330 de 2017</b>	Expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS	Requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de diseño construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento de la infraestructura relacionada con acueducto, alcantarillado y aseo
<b>Resolución 622 del 2020</b>	Por la cual se adopta el protocolo de inspección, vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano suministrada por personas prestadoras del servicio público domiciliario de	En esta se encuentran todas las regulaciones del control del calidad de agua para el consumo humano, para las autoridades sanitarias.

	acueducto en zona rural y se dicta otras disposiciones	
--	--	--

Fuente: (Autores,2020)

#### 4.6. MARCO INSTITUCIONAL

##### Misión

Nuestra filosofía de trabajo está enmarcada en el buen Gobierno, en hacer sentir al sandiegano como un socio ideal para transformar nuestra tierra, mirándolos a los ojos, hablando con la gente, generando motivos para creer que es posible vivir en una Tierra de Paz. En este sentido nos encontramos la realidad de nuestra gente, conocemos sus rostros, sus anhelos: el mayor de todos SER EFICIENTES

##### Visión

En el año 2019, el municipio de San Diego será un municipio líder en la región, De la mano de un desarrollo en infraestructura abriremos la puerta de las oportunidades a través de la optimización de los servicios y el empleo digno para la gente. Daremos identidad y sentido de pertenencia aquellos que no lo tienen, despertando el Amor y el sentimiento Sandiegano.



Ilustración 9 Estructura organizacional de la alcaldía municipal de san diego

Fuente: (<http://www.sandiego-cesar.gov.co/NuestraAlcaldia/Paginas/Organigrama.aspx>, 2017)

## 5. MARCO METODOLÓGICO

### 5.2. Tipo de investigación

La investigación que se llevó a cabo es de tipo descriptiva y explicativa, debido a que se realiza una descripción precisa de los hechos tal como suceden, y se buscó explicar el por qué en una relación de sus causas y efectos en las condiciones ambientales, técnicas y operacionales en el sistema de acueducto, velando por que se diera el cumplimiento de la normas aplicables en cuanto al saneamiento básico y medio ambiente, así como el adecuado desarrollo de las actividades desarrolladas en el proyecto.

### 5.3. Población

La población objeto de estudio fue la cabecera municipal de San Diego está formado por 1.668 viviendas y 7.494 habitantes. Según el censo realizado por el DANE en el año 2005, el tipo de vivienda dentro del municipio es en su mayoría la casa con el 90,2% del total.

### 5.4. Muestra

La muestra de estudio utilizada se representó por la cantidad de personas beneficiadas en el periodo del desarrollo del proyecto proyectados hasta el año 2040 sería un total 14.498 habitantes.



## **5.5. Desarrollo metodológico**

Las actividades desarrolladas en el presente proyecto se cumplieron en las siguientes fases.

✓ **FASE 1. Reconocimiento y documentación preliminar.**

Se realizó una lectura del proyecto planteado por la alcaldía municipal, con la finalidad de conocer e identificar cada una de las actividades programadas realizadas en la optimización del sistema de acueducto de la cabecera municipal de San Diego, lo cual brindo soportes para inspeccionar, seguir y verificar el cumplimiento de dichas actividades.

✓ **FASE 2. Corte, demolición de pavimento, excavación, instalación y recubrimiento de tuberías.**

En esta etapa se realizaron los seguimientos en cada actividad desarrollada, donde se llevó a cabo los parámetros establecidos por la resolución 0330 del 2017, donde nos dieron las especificaciones necesarias.

✓ **FASE 3. Instalación de accesorios, pruebas de presión hidrostática y densidad del terreno.**

En esta etapa se verifico cada una de las conexiones (empalmes) en tuberías, siguiendo los requisitos y parámetros técnicos aportados por la resolución 0330 de 2017, para que no se presentaran roturas o fugas al momento de realizarse las pruebas de presión hidrostática y así constatar la eficiencia del sistema de tuberías. Se comprobó las condiciones del terreno al momento de fundir el concreto y en otros tramos de asfalto realizando estudios especiales para su cumplimiento con la norma.

✓ **FASE 4. Adecuaciones en los procesos unitarios de la PTAP y sistema de acueducto.**

En esta etapa se realizaron mejoras a los procesos unitarios de la PTAP donde se llevó un seguimiento estricto para constatar los resultados planteados por el proyecto para que el sistema de acueducto tuviera una mejora notable.



## **6. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION**

### **6.1. FASE 1. Reconocimiento y documentación preliminar.**

En el desarrollo de la inspección de seguimiento a través de las Pasantías con la Alcaldía del Municipio San Diego y la Oficina de planeación, se realizó el seguimiento al proyecto de la optimización del sistema de acueducto de la cabecera del Municipio de San Diego en el departamento del Cesar, realizado a través de la contratista CONSORCIO HIDRAULICO SAN DIEGO identificados con el NIT. 901.267.130-4; siendo como contratante el MUNICIPIO DE SAN DIEGO-CESAR, a través del CONTRATO DE OBRA PUBLICA N°070-2019.

#### **6.1.1. Descripción del proyecto**

Esta obra surge de acuerdo a la necesidad de la cabecera municipal de San Diego-Cesar, por el gran deterioro de la Planta de Tratamiento de agua Potable (PTAP) y las redes de distribución (conducción y aducción), de tal manera que mejore la calidad del servicio brindado; esto a través de las siguientes obras:

- ✓ Optimización de la captación fija de toma
- ✓ Optimización Aducción-Captación-Desarenador
- ✓ Optimización Planta de Tratamiento
  - Cámara de aquietamiento y canal rectangular con vertedero
  - Floculadores
  - Sedimentadores
  - Filtros
  - Construcción de Losa de transito
  - Suministro de Tuberías
- ✓ Tanque deflectores para tanque de Agua potable existente en PTAP
- ✓ Construcción Manholes
- ✓ Adecuación Conducción PTAP-Municipio en Tubería de 8" PVC RDE 32.5

- ✓ Optimización de Redes de distribución
  - Instalación de tuberías PVC 3" y 6" 160 PSI
  - Suministro e instalación de Macromedidores
  - Construcción de estación de control

El contrato celebrado fue por un valor de \$ 5.797.593.373 proveniente de un proceso de LICITACION PUBLICA, en la fecha de los 26 días de marzo del 2019.

*Tabla 2 Información General Contractual*

<b>CONTRATISTA</b>	CONSORCIO HIDRAULICO SAN DIEGO
<b>NIT</b>	901.267.130-4
<b>REPRESENTANTE LEGAL</b>	HERNÁN ANIBAL MOTTA DÍAZ
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	C.C. Nº 77.190.942 de Valledupar- Cesar
<b>DIRECCIÓN</b>	Urbanización Rosario Norte 1 Manzana A Casa 14. Valledupar - Cesar
<b>TELÉFONOS</b>	583873 - 3114105435
<b>CONTRATANTE</b>	MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	NIT: 800096623-2
<b>REPRESENTANTE LEGAL Y ORDENADOR DE GASTOS</b>	ELVIA MILENA SANJUÁN DÁVILA
<b>DIRECCIÓN</b>	Carrera 9 No 2C – 71
<b>TELÉFONO</b>	5798008
<b>OBJETO:</b>	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN DIEGO- DEPARTAMENTO DEL CESAR.
<b>VALOR:</b>	CINCO MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SIETE MILLONES QUINIENTOS NOVENTA Y TRES MIL TRECIENTOS SETENTA Y TRES PESOS M/C (\$5.797.593.373).
<b>PLAZO:</b>	DIEZ (10) MESES.

Fuente: (Alcaldía de San Diego, 2019)



### **6.1.2. Plazo de ejecución del contrato**

Teniendo en cuenta el documento expuesto, el Pliego de condiciones, por parte de la Alcaldía de San Diego, el Plazo de ejecución del contrato será de DIEZ (10) MESES, contados a partir de la fecha de firma del acta de inicio, previo cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento y ejecución.

El término de que disponen las partes para liquidar el contrato de mutuo acuerdo, será de cuatro (4) meses, contados a partir de la finalización del plazo de ejecución señalado en el mismo, de no realizarse dentro del término previsto se aplicará lo dispuesto en el artículo 11 de la Ley 1150 de 2007.

### **6.1.3. Interventoría de los trabajos**

Principales funciones de la interventoría: (Alcaldía de San Diego, 2019).

- El Municipio de San Diego Departamento del Cesar, ejercerá el control y vigilancia de la ejecución de los trabajos objeto del contrato a través de un INTERVENTOR, quien tendrá como función verificar el cumplimiento general de las obligaciones adquiridas por el Contratista.
- El Interventor ejercerá un control integral sobre el desarrollo del proyecto, para lo cual podrá en cualquier momento, exigir al Contratista la adopción de medidas para mantener durante la ejecución del contrato, las condiciones técnicas, económicas y financieras existentes al momento de la celebración del mismo.
- Así mismo, el Interventor está autorizado para ordenar al Contratista la corrección, en el menor tiempo posible, de los desajustes que pudieren presentarse y determinar los mecanismos y procedimientos pertinentes para prever o solucionar rápida y eficazmente las diferencias que llegaren a surgir durante la ejecución del contrato.
- El Contratista deberá acatar las órdenes que le imparta por escrito la Interventoría; no obstante, si no estuviese de acuerdo con las mismas, deberá manifestarlo por escrito, antes de proceder a ejecutarlas; en caso



contrario, responderá solidariamente con el Interventor, si del cumplimiento de dichas órdenes se derivaran perjuicios para el Contratante.

- El Municipio de San Diego Departamento del Cesar, podrá en cualquier momento, ordenarla suspensión de la obra, si por parte del Contratista existe un incumplimiento sistemático de las instrucciones impartidas por el Interventor, sin que el Contratista tenga derecho a reclamos o ampliación del plazo.

#### **6.1.4. Especificaciones técnicas**

De acuerdo a los procesos constructivos, se determinaron las especificaciones técnicas de la obra tal como se muestra en el ANEXO 1.

#### **6.1.5. Planos**

En el anexo 2 encontramos el Plano de la cabecera municipal de San Diego-Cesar, junto con las rutas de las redes de distribución, de tal manera que se especifica cuáles son las tuberías a instalar a lo largo de la zona.

### **6.2. FASE 2. Corte, demolición de pavimento, excavación, instalación y recubrimiento de tuberías**

En el desarrollo de la segunda etapa del seguimiento e inspección, las primeras actividades correspondieron al corte, demolición de pavimento, excavación e instalación y recubrimiento de las tuberías.



*Ilustración 10 y 11 Corte de Pavimentos  
Fuente: (Autores,2020)*

Dentro de dichas actividades se tienen: localización y replanteo, de la red de distribución, se realizó en áreas públicas, teniendo en cuenta los estudios previos de topografía y se buscó generar el menor número posible de afectaciones y de tal manera disminuir costos de reconstrucción.

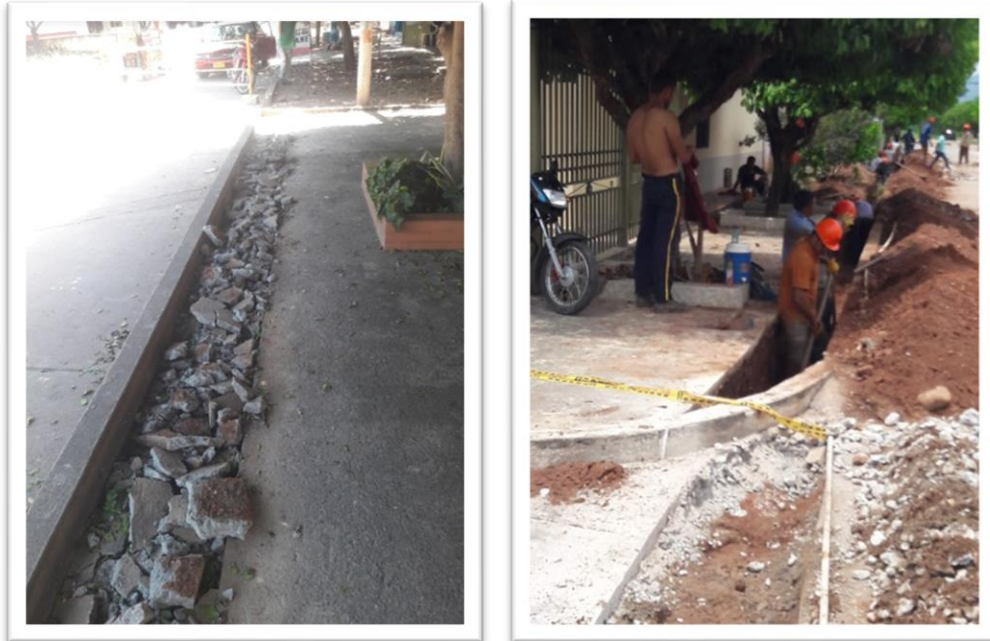
El corte de pavimentos, siendo el primer paso para la demolición de pavimentos, se realizó dentro de los trazos establecidos y desarrollados dentro del Plano de la cabecera municipal de San Diego.



*Ilustración 12 Demolición para instalación de redes de distribución  
Fuente: (Autores,2020)*

Entre otras especificaciones que se verificaron en el cumplimiento de nuestra labor se encuentran el retiro de materiales sobrantes, señalizaciones, manejo de maquinaria y ensayos de laboratorios; que mediante el seguimiento se confirmó que se realizaban correctamente.

Las visitas de inspección se realizaron de manera periódica, donde se tuvo en cuenta que no interrumpiera equipos que trabajen con respecto a la prestación de otros servicios públicos, posteriormente se realizó la excavación manual en material común.



*Ilustración 13 y 14 Demoliciones y Excavación Manual*

*Fuente: (Autores,2020)*

En los procesos de demolición se realizó rotura por bloques, dando cumplimiento a las especificaciones de la norma técnica; los sobrantes de estas actividades se retiraron mediante equipos de cargue, teniendo en cuenta que en este trayecto estuvieran protegidos las áreas de acumulación de escombros y no exista ningún tipo de accidente; siendo esta actividad de sumo cuidado.

El manejo de los residuos que no pudieran ser reutilizados en la obra se llevaban a los sitios de disposición ya aprobados en las actividades del contratista y el restante estaban expuesto y no cumplían con un sitio de almacenamiento que permitiera protegerlos.

Ae localizaron en los costados norte oriente, de acuerdo a las especificaciones técnicas exigidas; de igual manera se evaluó el tipo de red secundaria o primaria, para identificar las condiciones de ubicación.



*Ilustración 15 y 16 Excavaciones  
Fuente: (Autores,2020)*

El personal que realizaba los procesos de excavacion contaban con los equipos de proteccion ersonal (EPP), pero en algunas ocasiones, debido a las altas temperaturas, algunos recurrían a retirarse algunos elementos, tambien se encontraban las señalizaciones que demarcaban que era un area donde se encontraban laborando, de igual manera y en coordinacion con el ingeniero de la obra.



*Ilustración 17 y 18 Redes de distribución  
Fuente: (Autores,2020)*

Al terminar las actividades de demolición y excavación se procedió a la instalación de la tubería para la red de distribución, la cual debería tener una profundidad mínima de 1.0 m y máxima de 1.5 m, de acuerdo con el flujo vehicular que pudiera existir; la tubería instalada era de PVC, de diámetros entre 3" y 6" con una presión mínima de trabajo de 160 psi.

Entre el desarrollo de este tipo de obras hidráulicas, es inevitable que se presenten afectaciones al momento de los procesos de excavación y demolición en el terreno del desarrollo del proyecto, tal como se muestra en las ilustraciones 11 y 12, donde la contratista, de acuerdo con sus compromisos era responsable de minimizarlas y adicional si se encuentran en predios privados deben recuperar o reconstruir, de acuerdo al impacto generado.



*Ilustración 19 y 20 Instalación tubería Madre  
Fuente: (Autores,2020)*

Al momento de la instalación de las tuberías se hizo una inspección cuidadosa, si se encontraban en estas zonas obras de otro tipo de servicios, con el apoyo de los estudios realizados anteriormente; como alcantarillado, Gas y/u otro tipo de infraestructura.

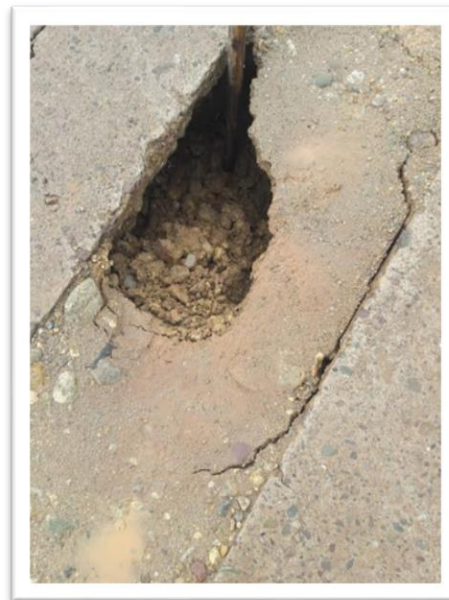


*Ilustración 21 Instalación tubería madre  
Fuente: (Autores,2020)*



*Ilustración 22 Afectaciones*  
*Fuente: (Autores,2020)*

Las superficies afectadas se reconstruyeron de acuerdo al estado en que se encontraban antes del desarrollo de la obra, utilizando los materiales con especificaciones similares a los anteriores.



*Ilustración 23 Afectaciones*  
*Fuente: (Autores,2020)*

En el desarrollo de esta fase donde se desarrollaron todos estos procesos de demolición y excavación existieron impactos ambientales, se tuvo un especial cuidado a las emisiones de polvo, esto con medidas de un barrido constante y los sobrantes de excavación siendo el principal relleno para el recubrimiento de las tuberías; de igual manera de proteger la biodiversidad de la zona y generar la menor cantidad de impactos.



*Ilustración 24 Limpieza*  
*Fuente: (Autores,2020)*

En el desarrollo y finalización de la obra la limpieza es una de las especificaciones por la cual la legislación determina algunos aspectos, se observó que se mantuvo limpia las zonas de trabajo, de igual manera se mantuvo una zona despejada que permitió el paso de equipos para el transporte y limpieza de materiales.



*Ilustración 25 Limpieza  
Fuente: (Autores,2020)*

No se contó con un centro de acopio de materiales que permitieran mantener protegidos los sobrantes, ya como se había citado anteriormente, lo que trajo como consecuencia que algunos materiales se mantuvieran en zona pública y estuvieran expuestos a cambios climáticos y pudieran traer alguna afectación ambiental y hacia la comunidad.

### **6.3. FASE 3. Instalación de accesorios, pruebas de presión hidrostática y densidad del terreno**

En la tercera fase de ejecución del proyecto se procedió a la instalación de accesorios en las conexiones domiciliarias, pruebas de presión hidrostática, densidad del terreno y adecuación y pavimentación del terreno.



*Ilustración 26 y 27 Instalación de accesorios  
Fuente: (Autores,2020)*

Los accesorios son elementos adicionales, pero de gran importancia para el desarrollo del proyecto y se realizó al momento de la instalación de la red de distribución, las válvulas utilizadas en este caso son del tipo Mariposa.



*Ilustración 28 y 29 Válvulas utilizadas  
Fuente: (Autores,2020)*

Las cajas de las válvulas se construyeron en concreto cumpliendo con los espesores mínimos de 0,15 m exigidos y adicionalmente tapa de seguridad para impedir que exista algún manejo sin autorización.



*Ilustración 30 Instalaciones de codos y uniones*  
*Fuente: (Autores,2020)*

Entre otros tipos de accesorios se encuentran los codos y las uniones, las instaladas se encuentran del tipo de expansión tal como se muestra en la ilustración 30, donde, la ubicación de las acometidas domiciliarias y que se dé el cumplimiento de los accesorios necesarios.



*Ilustración 31 Apoyos de tuberías*  
*Fuente: (Autores,2020)*

Teniendo en cuenta el tipo de terreno se hizo necesario la utilización de apoyos para las tuberías que garanticen la estabilidad del sistema.



*Ilustración 32 Medidor*  
*Fuente: (Autores,2020)*

Los medidores son obligatorios cumplimiento a cada suscriptor, de tal manera que en el seguimiento se supervisó la instalación de medidores domiciliarios, de igual

manera permitirá a la empresa prestadora del servicio llevar un seguimiento de consumos.



*Ilustración 33 y 34 Pruebas de presión*

*Fuente: (Autores,2020)*

Al momento de terminar las instalaciones de la red de distribución se realizaron las pruebas de presión en todas las tuberías nuevas, la cual corresponde 1,5 veces la presión máxima a la cual estará sometida estas tuberías; todo esto antes de cubrir o rellenar los sitios de construcción de la red.



*Ilustración 35 y 36 Adecuación del terreno  
Fuente: (Autores,2020)*

El cumplimiento de las pruebas desarrolladas a lo largo de la red se procedió a rellenar de las tuberías lo más pronto posible y evitar que pudiera entrar en contacto con algún elemento extraño.

En zonas verdes el material de relleno era el mismo, teniendo en cuenta que no tuviera ni basuras, raíces u otros elementos productos de diferentes excavaciones, al momento de que tuviera una altura de 40 cm, se utilizaba material rocoso que ayudara a la compactación del terreno.

Al momento de que se encontraran tuberías de gas en el proceso de relleno, se hicieron colchones de arenas de 10cm de acuerdo con el cumplimiento de la norma y se procedía al mismo proceso anterior.

En casos donde la tubería estaba en andenes o vías, el relleno a utilizar era sub-base granular que no permitiera el hundimiento del terreno y por medio de un vibrocompactador y apisonamiento manual se buscó la densidad deseada en el terreno



*Ilustración 37 y 38 Densidad del terreno  
Fuente: (Autores,2020)*

Para comprobar los grados de compactación se hicieron pruebas de densidad del terreno, a diferentes capas de terrenos.

Estas pruebas son de vital importancia en el desarrollo del proyecto ya que nos permite identificar el cumplimiento de las especificaciones y adicional la calidad de los materiales con los cuales se están trabajando, de acuerdo, al numeral 6.1.4.



*Ilustración 39 y 40 Asfalto  
Fuente: (Autores,2020)*

Al momento de confirmar que el terreno tenía la compactación deseada se procedió a un barrido y se procedió a la aplicación del asfalto en los tramos de la red de distribución que necesitaran de procesos de pavimentación, el proceso se pudo realizar efectivamente debido a que no hubo presencia de lluvia que pudieran retrasarlo.



*Ilustración 41 Asfalto  
Fuente: (Autores,2020)*



*Ilustración 42 y 43 Pavimentación  
Fuente: (Autores,2020)*

Finalmente se realizó la actividad de pavimentación en concreto rígido, se hizo de manera continua y la distribución fue de manera manual para ayudar a la compactación y alisado de la superficie, para la reconstrucción de andenes, se hizo siguiendo los modelos antes de la obra y de tal manera que se pudiera mantener la uniformidad.



*Ilustración 44 Pavimentación*  
*Fuente: (Autores,2020)*

La densidad de la mezcla fue supervisada por el laboratorio de V Y O INGENIERIA S.A.S. y de igual manera se verifico que no existiera al momento de terminada la pavimentación hundimiento de las placas o el terreno y por lo tanto provocar algún tipo de afectaciones.



*Ilustración 45 Construcción de estación reguladora de presión*  
*Fuente: (Autores,2020)*



*Ilustración 46 y 47 Estación Reguladora de presión  
Fuente: (Autores,2020)*

De acuerdo al desarrollo de la optimización de todo el sistema de acueducto, se construyó una estación reguladora de presión, donde incluye pasamuro, niples, válvulas reductoras de presión, válvulas de compuerta, filtro tipo y, válvula de ventosa, manómetros, macromedidores, caja en concreto de 3000 psi y acero de refuerzo de acuerdo con diseños determinados.

Con la ayuda de estos equipos de control, antes de la puesta en marcha de la red, se pudo verificar el estado de las diferentes válvulas instaladas, medición de caudal, medición de presión; lo cual fue de vital importancia para monitorear las condiciones de funcionamiento de la distribución del servicio de agua potable en el municipio.

#### 6.4. FASE 4. Adecuaciones en los procesos unitarios de la PTAP y línea conducción

En la última fase de seguimiento dentro de las obras de proyecto, se inspeccionaron el estado de la línea de conducción y para su optimización se instaló una ventosa triple función de 3", esto con el fin de evitar acumulación de aire en la tubería.



*Ilustración 48 Ventosa línea de conducción  
Fuente: (Autores,2020)*



*Ilustración 49 Ventosa línea de conducción  
Fuente: (Autores,2020)*

También se realizó la construcción de una caja de protección 1,20 m x 1,20 m x 1,50 m en concreto de 3000 PSI impermeabilizado, con espesor de  $e=0,20$  m, la cual se observa en la ilustración 49.



*Ilustración 50 Conducción*  
*Fuente: (Autores,2020)*



*Ilustración 51 y 52 Adecuaciones en la PTAP*  
*Fuente: (Autores,2020)*

Cabe destacar que la obra al momento de terminarse el proceso de prácticas no había culminado, adicionalmente que hubo cambio de mandatarios locales que interrumpieron su ejecución y que un gran grupo de actividades para la optimización dentro de la PTAP, no fueron realizadas.

Las adecuaciones que se desarrollarse se encuentra la excavación para instalación del canal de llegada de la planta y la cámara de aquietamiento, donde se hicieron las actividades de localización, replanteo y demolición pero que no se llegó a terminar.



*Ilustración 53 Capacitaciones al personal  
Fuente: (Autores,2020)*

Se desarrollaron un grupo de capacitaciones al personal que laboro de la obra, con respecto al uso adecuado de EPP, de igual manera recomendaciones al momento del desarrollo de las diferentes actividades, con el fin de concientizarlos de la importancia del uso de estos mismos.



*Ilustración 54 Capacitaciones al personal  
Fuente: (Autores,2020)*

## **6.5. FASE 5: PRESENTACION DE RECOMENDACIONES**

Finalmente se formularon un conjunto de recomendaciones para el correcto desarrollo de la obra, teniendo en cuenta los procesos de inspección y seguimiento a lo largo de su ejecución:

- A pesar de que la comunidad no presento repuestas negativas en la ejecución del proyecto, es necesario que existan campañas donde los habitantes puedan conocer las diferentes actividades que se realizaran dentro de este tipo de obras y las afectaciones posibles, de tal forma que exista un mejor manejo social.
- La empresa que realiza la interventoría no presentaba informes periódicamente acerca de los procesos de inspección de la obra, por lo tanto, es necesario se exija el cumplimiento por parte de la entidad encargada, en este caso el Municipio de San Diego.

- Se deben formular programas de mantenimientos preventivos en las redes instaladas y en la construcción de los nuevos tramos.
- Es recomendable diseñar acciones correctivas para el manejo de escombros y residuos sólidos, de actividades como demolición y corte, ya que al estar desprotegidos representa un peligro para la comunidad y el medio ambiente.

## 7. CRONOGRAMA

Tabla 3 Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES		TIEMPO EN SEMANAS																			
ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Inspección en excavación, instalación, y recubrimiento de tuberías.	en	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Cortes y demoliciones en el concreto.	y en			█			█		█		█			█		█		█			
Replanteo y pavimentación.	y	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Instalación de accesorios y estaciones reguladoras de presión.	de y de			█		█		█		█					█		█		█		
Trabajos realizados en planta	en	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Elaboración de documento final	de					█						█			█				█		█

Fuente: Autores

## 8. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

Tabla 4 Costos directos e indirecto estimados del proyecto.

<b>COSTO HUMANO</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>	<b>TOTAL</b>
1	Tesista	6	2	700.000	8.400.000
2	Director	6	1	1.150.000	6.900.000
<b>Sub-Total</b>					<b>15.300.000</b>
<b>MATERIAL Y TRANSPORTE</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
1	Internet móvil	Mes	6	60.000	360.000
2	Resma de papel	U	1	8.500	8.500
3	Esferos	U	8	1.000	8.000
4	Cartuchos de impresora	U	2	50.000	100.000
5	Transporte	Mes	-	-	350.000
6	Cascos	U	2	20.000	40.000
7	Botas	U	2	120.000	240.000
8	Cinta métrica	U	1	50.000	50.000
<b>Sub-Total</b>					<b>1.156.500</b>
<b>TOTAL</b>					<b>16.456.500</b>
<b>IMPREVISTOS (10%)</b>					<b>1'645.650</b>
<b>TOTAL PROYECTO</b>					<b>18.102.105</b>

Fuente: Autores.

## 9. CONCLUSIONES

Los procesos de seguimientos e inspección realizados en la obra de OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN DIEGO – CESAR, a través de la alcaldía del municipio, como resultado de pasantías como opción de grado dentro de la Universidad Popular del Cesar, permitió identificar en primera parte las condiciones contractuales del este proyecto, junto con las especificaciones técnicas y actividades a desarrollar.

Para este proceso se realizaron visitas periódicas y diarias en todas las obras de construcción, tales como el mejoramiento de las redes de distribución, como primera medida; la cual permitió reemplazar y a la vez ampliar las redes; para mejorar la calidad del servicio prestado.

En las actividades de corte, demolición y excavación, se hicieron seguimientos exhaustivos, para verificar el cumplimiento otorgado por Aguas de Manizales, lo cual nos permitió identificar si se estaban cumpliendo o no, teniendo en cuenta las especificaciones dadas.

A lo largo del proyecto se vio un cumplimiento en procesos como demolición y el relleno y soporte de tuberías; pero de igual manera se observaron inconsistencias con respecto al manejo de los restos de este tipo de actividades, ya que en la obra no se encontraba un centro de acopio para el manejo del mismo.

Entre otras observaciones vistas existieron buenas prácticas con respecto al manejo de equipos de protección personal por parte de los trabajadores, se utilizaron adecuadamente el suministro de los accesorios necesarios para el funcionamiento de las redes, se contó con la ayuda y apoyo de laboratorios especializados para supervisar las densidades de mezclas, al momento de pavimentar lo que le permitió que no existieron en el terreno algún tipo de falla.

Aun así, al momento del inicio de las adecuaciones en la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), si existieron inconvenientes; lo que dejó a estas obras inconclusa, ya que hubo factores externos como el cambio de gobierno, la situación

en el país con la pandemia del COVID-19, que atraso todas estas construcciones y no permitió el desarrollo del proyecto en su totalidad.

Se destaca el gran apoyo por parte de la comunidad de acoger este tipo de obras públicas, desarrolladas para el bien de la misma y mejorar su calidad de vida.

Este tipo de seguimientos e inspección son fundamentales para garantizar la calidad de materiales y equipos utilizados de tal manera que la comunidad cuenta con una obra que presente resultados duraderos. Fue una experiencia que nos permitió poner en práctica, el gran número de conocimientos adquiridos y adicionalmente conocer de primera mano el desarrollo de proyectos que generan tantos impactos hacia la sociedad y por lo tanto es satisfactorio promover las practicas adecuadas dentro de este.



## **10. RECOMENDACIONES**

- Se debe destinar un centro de acopio o de almacenamiento de los residuos y restos de la construcción que permitan protegerlos de factores externo y de igual manera impedir que afecten a la comunidad en el área de estudio.
- Se recomienda crear actas de seguimiento para cada una de las obras y las actividades dentro de ella, para que los procesos de interventoría sean mucho más eficaces y ágiles.
- Debe la contratista dar a conocer el Plan de Manejo Ambiental, donde se encuentren los diferentes impactos generados por el desarrollo de esta obra.
- Se recomienda realizar capacitaciones y campañas dentro del personal que trabaja de manera más seguida y constante que permita reforzar la importancia de las buenas prácticas de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- En los procesos de interventoría se debe dar un seguimiento exhaustivo al tipo de materiales, tales como tipos de cemento, agregados, entre otro; utilizados en las diferentes obras.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J. (2019). *PASANTÍA EN LA OFICINA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA ALCALDÍA MUNICIPAL DE VILLAPINZÓN – CUNDINAMARCA*. Tunja. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/21102/2019jennyferacosta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ACUEDUCTO, PLAN DE EXPANSIÓN Y OPTIMIZACION PARA. (s.f.).  
Acueductos teoría y diseño. Freddy Corcho Romero, J. I. (s.f.).
- Adames, C. (2019). *PASANTIA EN CONSTRUCCIÓN DE RED DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO*. Bogota D.C. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/16148/1/AdamesPardoCristianLeonardo2019.pdf>
- alcantarillado, E. d. (2006). *PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO*. Bogota D.C.
- Armenta, D. (2014). *SEGUIMIENTO Y CONTROL A LOS DISTINTOS PROYECTOS BAJO LA SUPERVISIÓN DE LA SECRETARIA PLANEACION DEL MUNICIPIO DE HACARI*. Ocaña.
- Asociacion Colombiana de Ingenieria Sismica. (s.f.). *NSR-98.Titulo C : Concreto estructural*. Bogota D.C.
- Cabrera. (2015).
- E.P.M., E. P. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO EPM*. Medellin.
- Figueroa, A. (2016). *APOYO EN EL SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGÍA "GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO" -GIRH- EN EL MARCO DEL PROYECTO "CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS*. Bogota D.C.
- Gomez, A. (2007). *Mantenimiento correctivo de las redes de conduccion y distribucion de agua potable en la ciudad de Sincelejo*. Sincelejo. Obtenido de

<https://repositorio.unisucre.edu.co/jspui/bitstream/001/326/2/T628.15%20G633.pdf>

Hernandez, R. (2014). *Metodologia de la investigacion* . Mexico D.F.: MC GRAW HILL.

<http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/2818/1/7232279.pdf>. (s.f.).

<http://www.sandiego-cesar.gov.co/NuestraAlcaldia/Paginas/Organigrama.aspx>. (2017).

*INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS SOCIALES*. (2006). Buenos aires.

Lopez, R. (2010). *ELEMENTOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS*. Bogota D.C.: Nuevas Ediciones Ltda.

Mayorca, R. (2011). *Informe final de la practica empresarial realizada en GOMEZ CAJIA ASOCIADO S.A.* Bucaramanga. Obtenido de [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1587/digital\\_21623.pdf?sequence=1](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1587/digital_21623.pdf?sequence=1)

MINISTERIO DE DESARROLLO. (2000). *Reglamento de Agua*.

Pachon, Y. (2018). *Informe final correspondiente a la pasantía realizada en la Cooperativa de Usuarios del Acueducto Comunal de las Veredas del Sur*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/24371/4/%20%09ympachons.pdf>

Pinilla, Y. (2018). *INFORME DE PASANTIA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ACACÍAS, META ESPA E.S.P.* Acacias. Obtenido de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/17752/1/1030596191.pdf>

Plan de gestión del proyecto para la remodelación y ampliación del acueducto rural de pijije. (s.f.).

Rodríguez. (2017).

Romero, F. C. (2005). *Acueductos teoría y diseño*.

Sanchez, J. (2018). *PASANTÍA COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA DE OBRAS CIVILES (ALCANTARILLADO PLUVIAL) EN SM.* Bogota D.C.

Sarmiento. (2017).

Torres, A. (2016). *EVALUACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE AGUACHICA, CESAR.*

Velazco. (2016).

# ANEXOS

## Anexo 1. Especificaciones técnicas

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
<b>1</b>	<b>OPTIMIZACION CAPTACION FIJA DE TOMA LATERAL</b>				
1.1	Placa en concreto de 4000 PSI, H=0.1 M, sobre losa de fondo existente en captación para optimización	m2	232,20		
1.2	Pendientes al 2%, en Mortero 1:2 impermeabilizado sobre losa de fondo de captación para dirigir el flujo a las rejillas, según plano.	m2	39,10		
1.3	Acero de refuerzo en placa de concreto para la optimización del fondo de la captación	Kg	100,00		
1.4	Anclaje en acero #5, L=0.325 m. @0.5 m. para anclar losa de fondo de optimización a existente	Und	847,00		
<b>SUBTOTAL</b>					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
<b>2</b>	<b>OPTIMIZACION ADUCCION CAPTACION - DESARENADOR</b>				
2.1	Excavación a mano en material común, a cualquier profundidad y bajo cualquier condición de humedad	m3	3,73		
2.2	Retiro de material sobrante Incluye cargue, acarreo, permiso de botadero, adecuada disposición final a cualquier distancia y todos los costos directos e indirectos necesarios para esta actividad. <=10km	m3	4,67		
2.3	Suministro e instalación de ventosa triple función de 3" (incluye accesorios)	Und	1,00		
2.4	Construcción de caja de protección de ventosa de 1,20M x 1,20M x 1,50M en concreto de 3000 PSI impermeabilizado, con espesor de e=0,20M.	Und	1,00		
2.5	Suministro e instalación de válvula de purga de 3" (incluye accesorios)	Und	1,00		
2.6	Construcción de caja de protección de purga de 1,10M x 1,10M x 1,20M en concreto de 3000 PSI impermeabilizado, con espesor de e=0,150M.	Und	1,00		
<b>SUBTOTAL</b>					

3.1.3	Retiro de material sobrante Incluye cargue, acarreo, permiso de botadero, adecuada disposición final a cualquier distancia y todos los costos directos e indirectos necesarios para esta actividad. <-10km	m3	5,92		
3.1.4	Excavación a mano en material común, a cualquier profundidad y bajo cualquier condición de humedad	m3	12,71		
3.1.5	Construcción de cámara de quietamiento y canal con vertedero rectangular en concreto de 3500 PSI impermeabilizado.	m3	7,28		
3.1.6	Escarificación de muros	m2	10,75		
3.1.7	Pañete para muros 1:4 impermeabilizado	m2	10,75		
<b>3.2</b>	<b>FLOCULADORES</b>				
3.2.3	Escarificación de muros	m2	344,79		
3.2.4	Pañete para muros 1:4 impermeabilizado	m2	344,79		
3.2.5	Obras de perforación de orificios para instalación de niples.	Und	22,00		
3.2.6	Instalación de tubería de 10" PVC	MI	11,40		
3.2.7	Instalación de tubería de 12" PVC	MI	14,48		
3.2.8	Instalación de tubería de 16" PVC	MI	13,52		
3.2.9	Suministro e instalación de Codo en HD de 90°x10" J.R. para PVC.	Und	6,00		
3.2.10	Suministro e instalación de Codo en HD de 90°x12" J.R. para PVC.	Und	8,00		
3.2.11	Suministro e instalación de Codo en HD de 90°x16" J.R. para PVC.	Und	8,00		
3.2.12	Suministro e instalación de compuerta tipo chapaleta o charnela de 4" en HD	Und	24,00		
3.2.13	Suministro e instalación de niple en HD de 10" L=0,50m z=0,15m	Und	6,00		
3.2.14	Suministro e instalación de niple en HD de 12" L=0,50m Z=0,15m	Und	8,00		
3.2.15	Suministro e instalación de niple en HD de 16" L=0,50m Z=0,15m	Und	8,00		
3.2.16	Suministro e instalación de pantallas en PRFV de 1,10m x 2,00m	Und	2,00		
3.2.17	Suministro e instalación de pantallas en PRFV de 1,12m x 2,00m	Und	2,00		
<b>3.3</b>	<b>SEDIMENTADORES</b>				
3.3.1	Retiro de placas de Fibro Cemento sedimentadores	Und	228,00		

3.3.3	Suministro e instalación de viga I de 3" X 1/4 en acero al carbón recubierto en PRFV para soporte central de módulos tubulares según especificaciones y planos, L= 2.38 Mts, incluye platina (flancho) de 0.2 x 0.2 Mts en acero al carbón recubierto de PRFV en ambos extremos, con anclajes al concreto	Und	16,00		
3.3.4	Suministro e instalación de angulo de 3" X 1/4 en acero al carbón recubierto de PRFV para soporte laterale de módulos tubulares según especificaciones y planos, incluye andajes	MI	19,04		
3.3.5	Desmante de tubos recolectores de aguas sedimentadas en Fibro Cemento de longitud de 3.82 MI	Und	4,00		
3.3.6	Resane de orificios de antiguos tubos recolectores en concreto de 3500 PSI impermeabilizado	Und	4,00		
3.3.7	Perforación de orificios para salida de canaletas de 0.3 x 0.15 Mts.	Und	4,00		
3.3.8	Suministro e instalación de canaleta en PRFV de a=0,30m y h=0,14m, incluye soportes	MI	24,39		
3.3.9	Suministro e instalación de canaleta en PRFV de a=0,30m y h=0,16m, , incluye soportes	MI	16,20		
3.3.10	Suministro e instalación de compuerta en HD de 10" para manejo de lodos	Und	2,00		
<b>3.4</b>	<b>FILTROS</b>				
3.4.1	Retiro de material sobrante Incluye cargue, acarreo, permiso de botadero, adecuada disposición final a cualquier distancia y todos los costos directos e indirectos necesarios para está actividad. <=10km	m3	30,40		
3.4.2	Demolición canales de recolección existentes en concreto e=0,28 m	m2	3,17		
3.4.3	Suministro e instalación de canaletas recolectoras en concreto de 3000 psi impermeabilizado a=0,30m y h=0,35m	Und	8,00		
3.4.4	Construcción e instalación de viguetas triangulares h=0,30 y b=0,50m en concreto de 3500 PSI	Und	28,00		
3.4.5	Suministro e instalación de antracita T.E=0,55mm	m3	16,74		
3.4.6	Suministro e instalación de arena T.E=0,55mm	m3	14,35		
3.4.7	Suministro e instalación de grava	m3	11,77		

3.4.9	Resane de orificios de antiguas compuertas en concreto de 3500 psi impermeabilizado	un	12,00		
3.4.10	Obras de perforación de orificios para pasamuros nuevos	un	4,00		
3.4.11	Suministro e instalación de pasamuro de 10" brida-brida en HD L=1 m	un	4,00		
3.4.12	Suministro e instalación de compuerta lateral deslizante en HD de 10" con vástago ascendente y torre de manejo y demás accesorios para el correcto funcionamiento	Und	8,00		
3.4.13	Suministro e instalación de compuerta lateral deslizante en HD de 12" con vástago ascendente y torre de manejo y demás accesorios para el correcto funcionamiento	Und	4,00		
<b>3.5</b>	<b>CONSTRUCCIÓN LOSA DE TRANSITO</b>				
3.5.1	Concreto de 3500 PSI para construcción de losa de tránsito	m3	4,19		
3.5.2	Instalación de malla electrosoldada de 8,0 mm (0,15m x 0,15m) incluye anticorrosivo y aditivo	Kg	277,63		
3.5.3	Suministro e Instalación de anclajes en acero de 3/8" según planos, para fijar pasarela a estructura existente, incluye adhesivo epóxico y todo lo necesario para su correcta fijación	Und	129,00		
3.5.4	Suministro e Instalación de puente de adherencia epoxico entre concreto fresco y endurecido (pasarela y estructura existente)	m2	11,59		
<b>3.6</b>	<b>SUMINISTRO DE TUBERÍAS FLOCULADORES</b>				
3.6.1	Suministro de tubería de 10" PVC RDE 41	MI	11,40		
3.6.2	Suministro de tubería de 12" PVC RDE 41	MI	14,48		
3.6.3	Suministro de tubería de 16" PVC RDE 41	MI	13,52		
<b>SUBTOTAL</b>					
<b>SUBTOTAL SUMINISTROS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V/UNITARIO</b>	<b>V/TOTAL</b>
<b>4</b>	<b>TABIQUES DEFLECTORES PARA TANQUE DE AGUA POTABLE EXISTENTE EN PTAP</b>				
4.1	Escarificación de muros del tanque de almacenamiento	m2	179,76		
4.2	Obras de perforación de orificios para fijado de estructura	un	48,00		



4.3	Concreto de 3500 PSI para vigas y columnas de confinamiento de tabiques en tanque enterrado	m3	2,78		
4.4	Suministro e instalación de acero de refuerzo flejado 60000 PSI	kg	404,60		
4.5	Levante de muro en bloque estructural #15 14x19x39cm	m2	162,00		
4.6	Pañete para muros 1:4 impermeabilizado para tabiques	m2	324,00		
<b>SUBTOTAL</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V/UNITARIO</b>	<b>V/TOTAL</b>
<b>5</b>	<b>MANHOLES PROYECTADOS</b>				
5.1	Excavación a mano en material común, a cualquier profundidad y bajo cualquier condición de humedad	m3	29,59		
5.2	Relleno con material seleccionado de excavación	m3	30,89		
5.3	Instalación de tubería de 8" PVC alcantarillado	ml	25,97		
5.4	Excavación en roca con maquinaria a cualquier profundidad y bajo cualquier condición de humedad	m3	13,19		
5.5	Concreto de 3500 PSI para construcción de manholes	m3	6,09		
5.6	Suministro e instalación de acero de refuerzo flejado 60000 PSI	kg	220,00		
5.7	Demolición de muro en concreto	m2	2,00		
5.8	Suministro de tubería de 8" PVC para alcantarillado	ml	25,97		
<b>SUBTOTAL</b>					
<b>APU</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V/UNITARIO</b>	<b>V/TOTAL</b>
<b>ADECUACIÓN CONDUCCIÓN PTAP - MUNICIPIO PVC 8" RDE 32.5</b>					
<b>6</b>	<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN PTAP - MUNICIPIO EN TUBERÍA DE 8" PVC RDE 32.5</b>				
6.1	Excavación a mano en material común, a cualquier profundidad y bajo cualquier condición de humedad	m3	39,46		
6.2	Retiro de material sobrante Incluye cargue, acarreo, permiso de botadero, adecuada disposición final a cualquier distancia y todos los costos directos e indirectos necesarios para esta actividad. <=10km	m3	34,62		
6.3	Suministro e instalación de ventosa triple función de 3" (incluye accesorios)	un	9,00		



6.6	Construcción de caja de protección de purga de 1,10M x 1,10M x 1,20M en concreto de 3000 PSI impermeabilizado, con espesor de e=0,150M.	un	1,00		
6.7	Construcción estación de control de acuerdo con los planos, incluye Pasa muro, Niples, Válvulas reductoras de presión, Válvulas de compuerta, Filtro tipo Y, Válvula de ventosa, Manómetros, Macromedidores, caja en concreto de 3000 psi y acero de refuerzo de acuerdo con diseños.	un	1,00		
<b>SUBTOTAL ADECUACIÓN CONDUCCIÓN PTAP - MUNICIPIO PVC 8" RDE 32.5</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V/UNITARIO</b>	<b>V/TOTAL</b>
<b>OPTIMIZACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>					
<b>7</b>	<b>OPTIMIZACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO SECTOR 1</b>				
<b>7.1</b>	<b>LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO.</b>				
7.1.1	Localización y replanteo	ML	4.882,02		
<b>7.2</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA.</b>				
7.2.1	Excavación manual en material común	M3	1.975,57		
7.2.2	Rellenos de excavación con material seleccionado proveniente de excavación compactado C/15 Cms.	M3	296,95		
7.2.3	Suministro e instalación de material de Sub base Granular B400 compactada mecánicamente según norma INVIAS e= 0.35m. (Ver planos. Detalles de instalación)	M3	987,78		
7.2.4	Suministro e instalación de material de base Granular B600 compactada mecánicamente según norma INVIAS e=0.3m. (Ver planos. Detalles de instalación)	M3	592,67		
7.2.5	Retiro de material sobrante Incluye cargue, acarreo, permiso de botadero, adecuada disposición final a cualquier distancia y todos los costos directos e indirectos necesarios para esta actividad.	M3	1.580,45		
<b>7.3</b>	<b>TUBERIAS EN PVC, ACCESORIOS EN PVC Y HD. Incluye (bodegaje, transporte al sitio de la obra, bajada de la tubería al fondo de la zanja, instalación de tubos, limpieza de las tuberías y demás costos que se puedan presentar).</b>				
7.3.1	Instalación de Tubería PVC 3" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	3.912,64		



7.3.3	Suministro e Instalación de Uniones reparación PVC (Union Platino) Ø3"	UN	26		
7.3.4	Suministro e Instalación de Uniones reparación PVC (Union Platino) Ø4"	UN	2		
7.3.5	Suministro e Instalación de Uniones reparación PVC (Union Platino) Ø6"	UN	7		
7.3.6	Suministro e Instalación de Uniones reparación PVC (Union Platino) Ø8"	UN	1		
7.3.7	Suministro e Instalación de Tee HD E.J.H 3"	UN	38		
7.3.8	Suministro e Instalación de Tapón soldado Ø3" en PVC	UN	2		
7.3.9	Suministro e Instalación de Tapón soldado Ø6" en PVC	UN	1		
7.3.10	Suministro e Instalación de Tee HD E.J.H 4x4x4	UN	4		
7.3.11	Suministro e Instalación de Tee HD E.J.H 8x8	UN	1		
7.3.12	Suministro e Instalación de Tee HD E.J.H 6x6x6	UN	11		
7.3.13	Codo 90° en HD Diametro 3"	UN	6		
7.3.14	Codo 90° en HD Diametro 6"	UN	8		
7.3.15	Codo 45° en HD Diametro 6"	UN	2		
7.3.16	Codo 90° en HD Diametro 8"	UN	1		
7.3.17	Suministro e instalación de válvula de compuerta de diámetro 3", incluye caja en concreto de 3000 psi y accesorios	UN	1		
10.3.18	Suministro e instalación de válvula de compuerta de diámetro 4", incluye caja en concreto de 3000 psi	UN	1		
7.3.19	Suministro e instalación de válvula de compuerta de diámetro 6", incluye caja en concreto de 3000 psi	UN	1		
7.3.20	Suministro e Instalación de reducción HD E.J.H 4"x3"	UN	10		
7.3.21	Suministro e Instalación de reducción HD E.J.H 6x2	UN	2		
7.3.22	Suministro e Instalación de reducción HD E.J.H 6x4	UN	3		
7.3.23	Suministro e Instalación de reducción HD E.J.H 8x6	UN	1		
7.3.24	Suministro e Instalación de cruz HD 3"	UN	14		
7.3.25	Suministro e Instalación de cruz HD 4"	UN	1		
<b>7.4</b>	<b>ROTURA Y RECONSTRUCCION PAVIMENTOS.</b>				

7.4.1	Rotura y retiro de pavimento de concreto, incluye equipos, mano de obra, herramientas y todos los costos necesarios para efectuar la demolición, retiro, cargue, transporte y botada de escombros a cualquier distancia e=0,2 m	M2	1.975,57		
7.4.2	Pavimento en Concreto Hidraulico MR 43 kg/cm2 o 4.3 Mpa, Incluye Pasadores. (Ver planos. Detalles de instalación)	M3	395,11		
7.4.3	Demolición de andenes	M2	700,00		
7.4.4	Construcción de andenes en concreto de 3000 PSI	M2	700,00		
7.4.5	Corte de pavimento en concreto e=0,2	ML	9.764,04		
<b>7.5</b>	<b>ESTRUCTURAS DE FIJACION Y ATRAQUES</b>				
7.5.1	Atraques de concreto de 3000 PSI	M3	7,2		
<b>7.6</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DECONEXIONES DOMICILIARIAS Y MICROMEDIDORES</b>				
7.6.1	Medidores de velocidad cuerpo en polimero sintético, chorro unico ,relación R=Q3/Q1,R100, transmisión magnetica, accesorios, valvula antifraude en nylon y fibra de vidrio de 1/2" resistentes a rayos ultravioleta con presión nominal de 1.6 Mpa.Norma ISO 228; incluye kits de acoples a cajilla. incluye conexión a la instalación intra domiciliaria.	UN	700,00		
7.6.2	Conexiones domiciliarias (incluye collar de derivación, tubería PF+UAD, caja de andén de seguridad para micromedidores en nylon reforzado con fibra de vidrio resistente a rayos ultravioletas con su correspondiente base, según ISO 226 , registro de incorporación, adaptador macho y registro de corte)	UN	239,00		
<b>7.7</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MACROMEDIDORES</b>				
7.7.1	Macromedidor de 6" con sus accesorios, incluye caja en concreto de 1,20 m x1,20mx1,20m	UN	1,00		
<b>7.8</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HIDRANTES</b>				
7.8.1	Hidrante tipo trafico de 4" con sus accesorios.	UN	3,00		
<b>7.9</b>	<b>ESTACIÓN DE CONTROL</b>				

SUBTOTAL OPTIMIZACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO SECTOR 1				
<b>8</b>	<b>OPTIMIZACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO SECTOR 2</b>			
<b>8.1</b>	<b>LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO.</b>			
8.1.1	Localización y replanteo	ML	9.146,80	
<b>8.2</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA.</b>			
8.2.1	Excavación manual en material común	M3	3.634,89	
8.2.2	Rellenos de excavación con material seleccionado proveniente de excavación compactado C/15 Cms.	M3	466,36	
8.2.3	Suministro e instalación de material de Sub base Granular B400 compactada mecánicamente según norma INVIAS e= 0.35m. (Ver planos. Detalles de instalación)	M3	1.817,44	
8.2.4	Suministro e instalación de material de base Granular B600 compactada mecánicamente según norma INVIAS e=0.3m. (Ver planos. Detalles de instalación)	M3	1.090,47	
8.2.5	Retiro de material sobrante Incluye cargue, acarreo, permiso de botadero, adecuada disposición final a cualquier distancia y todos los costos directos e indirectos necesarios para esta actividad.	M3	2.907,91	
<b>8.3</b>	<b>TUBERIAS EN PVC, ACCESORIOS EN PVC Y HD. Incluye (bodegaje, transporte al sitio de la obra, bajada de la tubería al fondo de la zanja, instalación de tubos, limpieza de las tuberías y demás costos que se puedan presentar).</b>			
8.3.1	Instalación de Tubería PVC 3" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	7.460,82	
8.3.2	Instalación de Tubería PVC 4" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	383,55	
8.3.3	Instalación de Tubería PVC 6" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	527,93	
8.3.4	Instalación de Tubería PVC 8" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	266,37	
8.3.5	Suministro e Instalación de Uniones reparación PVC (Union Platino) Ø2"	UN	3	
8.3.6	Suministro e Instalación de Uniones reparación PVC (Union Platino) Ø3"	UN	29	

B.3.9	Suministro e Instalación de Tee HD E.J.H 3"	UN	49		
B.3.10	Suministro e Instalación de Tee HD E.J.H 4"	UN	6		
B.3.11	Suministro e Instalación de Tapón soldado Ø3" en PVC	UN	15		
B.3.12	Suministro e Instalación de Tapón soldado Ø4" en PVC	UN	9		
B.3.13	Codo 90° en HD Diametro 3"	UN	12		
B.3.14	Codo 22.5° en HD Diametro 3"	UN	3		
B.3.15	Codo 45° en HD Diametro 3"	UN	7		
B.3.16	Codo 90° en HD Diametro 4"	UN	2		
B.3.17	Codo 45° en HD Diametro 4"	UN	1		
B.3.18	Suministro e Instalación de reducción HD E.J.H 3"x2"	UN	5		
B.3.19	Suministro e Instalación de reducción HD E.J.H 4"x3"	UN	31		
B.3.20	Suministro e Instalación de reducción HD E.J.H 6x4	UN	1		
B.3.21	Suministro e Instalación de cruz HD 2"	UN	1		
B.3.22	Suministro e Instalación de cruz HD 3"	UN	17		
B.3.23	Suministro e Instalación de cruz HD 4"	UN	9		
<b>B.4</b>	<b>ROTURA Y RECONSTRUCCION PAVIMENTOS.</b>				
B.4.1	Rotura y retiro de pavimento de concreto, incluye equipos, mano de obra, herramientas y todos los costos necesarios para efectuar la demolición, retiro, cargue, transporte y botada de escombros a cualquier distancia e=0,15 m	M2	3.634,89		
B.4.2	Pavimento en Concreto Hidraulico MR 43 kg/cm2 o 4.3 Mpa, Incluye Pasadores. (Ver planos. Detalles de instalación)	M3	726,98		
B.4.3	Demolición de andenes	M2	1.099,00		
B.4.4	Construcción de andenes en concreto de 3000 PSI	M2	1.099,00		
B.4.5	Corte de pavimento en concreto e=0,2	ML	466,36		
B.4.6	Cruce de vía principal con perforación horizontal dirigida e instalación de tubería de d= 6" PEAD. Incluye suministro e instalación de tubería, accesorios, transporte de herramientas, materiales y equipos. Mano de obra de personal especializado para operar la maquinaria.	ML	35,00		
<b>B.5</b>	<b>ESTRUCTURAS DE FIJACION Y ATRAQUES</b>				
B.5.1	Atraques de concreto	M3	16,58		



<b>8.6</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DECONEXIONES DOMICILIARIAS Y MICROMEDIDORES</b>				
8.6.1	Medidores de velocidad cuerpo en polimero sintético, chorro unico ,relación R=Q3/Q1,R100, transmisión magnetica, accesorios, valvula antifraude en nylon y fibra de vidrio de 1/2" resistentes a rayos ultravioleta con presión nominal de 1.6 Mpa.Norma ISO 228; incluye kits de acoples a cajilla. incluye conexión a la instalación intra domiciliaria.	UN	1.099,00		
8.6.2	Conexiones domiciliarias (incluye collar de derivación, tubería PF+UAD, caja de andén de seguridad para micromedidores en nylon reforzado con fibra de vidrio resistente a rayos ultravioletas con su correspondiente base, según ISO 226 , registro de incorporación, adaptador macho y registro de corte)	UN	525,00		
<b>8.7</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MACROMEDIDORES</b>				
8.7.1	Macromedidor de 6" con sus accesorios, incluye registro de 1,20 m x1,20mx1,20m	UN	1,00		
<b>8.8</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HIDRANTES</b>				
8.8.1	Hidrante tipo trafico de 4" con sus accesorios.	UN	7,00		
<b>8.9</b>	<b>ESTACIÓN DE CONTROL</b>				
8.9.1	Construcción estación de control de acuerdo con los planos, incluye Pasa muro, Niples, Válvulas reductoras de presión, Válvulas de compuerta, Filtro tipo Y, Válvula de ventosa, Manómetros, Macromedidores, caja en concreto de 3000 psi y acero de refuerzo de acuerdo con diseños.	UN	1,00		
<b>SUBTOTAL OPTIMIZACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO SECTOR 2</b>					
<b>9</b>	<b>OPTIMIZACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO SECTOR 3</b>				
<b>9.1</b>	<b>LOCALIZACION Y REPLANTEO.</b>				
9.1.1	Localización y replanteo	ML	2.286,00		
<b>9.2</b>	<b>MÓVIMIENTOS DE TIERRA.</b>				
9.2.1	Excavación a mano en material común, a cualquier profundidad y bajo cualquier condición de humedad	M3	2.261,02		
9.2.2	Rellenos de excavación con material seleccionado proveniente de excavación compactado C/15 Cms.	M3	406,24		

		M3			
9.2.4	Suministro e instalación de material de Sub base Granular B400 compactada mecánicamente según norma INVIAS e= 0.35m. (Ver planos. Detalles de instalación)	M3	297,76		
9.2.5	Suministro e instalación de material de base Granular B600 compactada mecánicamente según norma INVIAS e=0.3m. (Ver planos. Detalles de instalación)	M3	496,26		
9.2.6	Retiro de material sobrante Incluye cargue, acarreo, permiso de botadero, adecuada disposición final a cualquier distancia y todos los costos directos e indirectos necesarios para esta actividad.	M3	1.808,82		
<b>9.3</b>	<b>TUBERIAS EN PVC, ACCESORIOS EN PVC Y HD. Incluye (bodegaje, transporte al sitio de la obra, bajada de la tubería al fondo de la zanja, instalación de tubos, limpieza de las tuberías y demás costos que se puedan presentar).</b>				
9.3.1	Instalación de Tubería PVC 3" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	1.673,00		
9.3.2	Instalación de Tubería PVC 6" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	613,00		
9.3.3	Suministro e Instalación de Uniones reparación PVC (Union Platino) Ø3"	UN	20		
9.3.4	Suministro e Instalación de Uniones reparación PVC (Union Platino) Ø4"	UN	5		
9.3.5	Suministro e Instalación de Uniones reparación PVC (Union Platino) Ø6"	UN	2		
9.3.6	Suministro e Instalación de Tee HD E.J.H 3"	UN	16		
9.3.7	Suministro e Instalación de Tapón soldado Ø3" en PVC	UN	13		
9.3.8	Suministro e Instalación de Tapón soldado Ø4" en PVC	UN	5		
9.3.9	Suministro e Instalación de Tee Tee HD E.J.H 4x4x4	UN	4		
9.3.10	Codo 90° en HD Diametro 3"	UN	3		
9.3.11	Codo 22.5° en HD Diametro 3"	UN	2		
9.3.12	Codo 45° en HD Diametro 3"	UN	1		
9.3.13	Codo 90° en HD Diametro 4"	UN	1		
9.3.14	Codo 22.5° en HD Diametro 4"	UN	2		
9.3.15	Codo 45° en HD Diametro 6"	UN	2		
9.3.16	Suministro e Instalación de reducción HD E.J.H 4"x3"	UN	3		

<b>9.4</b>	<b>ROTURA Y RECONSTRUCCION PAVIMENTOS.</b>				
9.4.1	Rotura y retiro de pavimento de concreto, incluye equipos, mano de obra, herramientas y todos los costos necesarios para efectuar el corte, retiro, cargue, transporte y botada de escombros a cualquier distancia e=0,15 m	M2	937,69		
9.4.2	Pavimento en Concreto Hidraulico MR 43 kg/cm2 o 4.3 Mpa, Incluye Pasadores. (Ver planos. Detalles de instalación)	M3	187,54		
9.4.3	Demolición de andenes	M2	489,00		
9.4.4	Construcción de andenes en concreto de 2500 PSI	M2	489,00		
9.4.5	Corte de pavimento en concreto e=0,2	ML	4.572,00		
<b>9.5</b>	<b>ESTRUCTURAS DE FIJACION Y ATRAQUES</b>				
9.5.1	Atraques de concreto	M3	6,38		
<b>9.6</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DECONEXIONES DOMICILIARIAS Y MICROMEDIDORES</b>				
9.6.1	Medidores de velocidad cuerpo en polímero sintético, chorro único, relación $R=Q3/Q1, R100$ , transmisión magnética, accesorios, válvula antifraude en nylon y fibra de vidrio de 1/2" resistentes a rayos ultravioleta con presión nominal de 1.6 Mpa. Norma ISO 228; incluye kits de acoples a cajilla. Incluye conexión a la instalación intra domiciliaria.	UN	489,00		
9.6.2	Conexiones domiciliarias (incluye collar de derivación, tubería PF+UAD, caja de andén de seguridad para micromedidores en nylon reforzado con fibra de vidrio resistente a rayos ultravioletas con su correspondiente base, según ISO 226, registro de incorporación, adaptador macho y registro de corte)	UN	170		
<b>9.7</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MACROMEDIDORES</b>				
9.7.1	Macromedidor de 6" con sus accesorios, incluye registro de 1,20 m x1,20mx1,20m	UN	1,00		
<b>9.8</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HIDRANTES</b>				

9.8.1	Hidrante tipo tráfico de 4" con sus accesorios.	UN	3,00		
<b>SUBTOTAL OPTIMIZACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO SECTOR 3</b>					
<b>10</b>	<b>SUMINISTRO DE TUBERÍAS PARA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>				
<b>10.1</b>	<b>SECTOR 1</b>				
10.1.1	Suministro de Tubería PVC 3" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	3.912,64		
10.1.2	Suministro de Tubería PVC 6" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	363,15		
<b>10.2</b>	<b>SECTOR 2</b>				
10.2.1	Suministro de Tubería PVC 3" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	7.460,82		
10.2.2	Suministro de Tubería PVC 4" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	383,55		
10.2.3	Suministro de Tubería PVC 6" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	527,93		
10.2.4	Suministro de Tubería PVC 8" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	266,37		
<b>10.3</b>	<b>SECTOR 3</b>				
10.3.1	Suministro de Tubería PVC 3" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	1.673,00		
10.3.2	Suministro de Tubería PVC 6" Presión mínima de trabajo de 160 PSI	ML	613,00		
<b>SUBTOTAL SUMINISTRO DE TUBERÍAS</b>					
<b>SUBTOTAL OPTIMIZACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>					
<b>TOTAL DIRECTO OBRAS CIVILES</b>					
<b>AIU</b>					
ADMINISTRACION 20%					
IMPREVISTOS 5%					
UTILIDAD					
<b>TOTAL OBRAS CIVILES</b>					
<b>TOTAL DIRECTO SUMINISTRO</b>					
ADMINISTRACION 18%					
<b>TOTAL SUMINISTRO</b>					
<b>TOTAL OPTIMIZACION</b>					



