



**Diseño complementario de la planta de tratamiento de agua potable para el municipio de pulí  
Cundinamarca Colombia**

**PRESENTADO POR:**  
**MANUEL ORLANDO BERNAL GONZÁLEZ**  
**ID: 000603943**  
**EFRAÍN ESTEBAN VALERO URBANO**  
**ID: 000607242**  
**MIGUEL MARTIN MARTÍNEZ VILLEGAS**  
**ID: 000674999**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS**  
**Rectoría Cundinamarca**  
**SEDE Girardot (Cundinamarca)**  
**PROGRAMA Ingeniería Civil**  
**MAYO DE 2023**

**DISEÑO COMPLEMENTARIO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
POTABLE PARA EL MUNICIPIO DE PULÍ CUNDINAMARCA-COLOMBIA**

**PRESENTADO POR:**  
**MANUEL ORLANDO BERNAL GONZALEZ**  
**ID: 000603943**  
**EFRAÍN ESTEBAN VALERO URBANO**  
**ID: 000607242**  
**MIGUEL MARTIN MARTÍNEZ VILLEGAS**  
**ID: 000674999**

**Trabajo de Grado PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE**  
**Ingeniero Civil**  
**ASESOR(A)**  
**TÍTULO CESAR ALFONSO DEFRANCISCO LARRAÑAGA**  
**INGENIERA CIVIL**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS**  
**Rectoría Cundinamarca**  
**SEDE Girardot (Cundinamarca)**  
**PROGRAMA Ingeniería Civil**  
**MAYO DE 2023**

## DEDICATORIA

Este logro es dedicado a mi madre Ana Lucia González Garzón, mujer de carácter, noble y de gran corazón a la vez, gran ejemplo de perseverancia, gracias por darme la vida, su apoyo, todo su amor y buenos consejos, a mi amada esposa María Alejandra Cotamo Samper, gran compañera de vida, gracias por caminar a mi lado, y contribuir a ser quien soy y como profesional, por sostenerme en momentos de debilidad y sobre todo por su amor incondicional, a mi hijo y gran amor de mi vida Manuel Alejandro Bernal Cotamo, hijo mío eres lo mejor que tengo, mi fuente de inspiración, mi fuerza, llenas mi vida de alegría y del amor más puro que pueda existir. A estas tres bellas personas debo quien soy y quien llegue a ser, los amo. También dedico esto a mis hermanas, Diana y Claudia, desde pequeño los he admirado y amado, han sido un ejemplo por seguir, cómplices y amigos de aventuras y vivencias, a veces duras, pero siempre justas y comprensivas. A mi amigo Manuel Zarate que nunca dejaron de apoyarme para seguir adelante y de creer en mí, y a mi Padre que a pesar de todo lo sucedido, me quedan los mejores recuerdos de infancia, aprendí mucho de ellos y me aportaron muchas cosas positivas.

A todos los que he nombrado muchas gracias.

Manuel Orlando Bernal González.

Este logro en mi Vida va dedicado especialmente a mi Madre Ana Mercedes urbano, tu amor incondicional, resiliencia y fe en mí han hecho que hoy después de mucho esfuerzo y de superar tantas adversidades que aparecieron en el camino, concluya de manera éxitos este proceso de formación profesional para mí, a mí padre Efraín Valero Leguizamón por enseñarme en la Vida el valor de la perseverancia y el trabajo, hombre de carácter fuerte y de nunca rendirse, me has enseñado lo mejor que un padre puede enseñarle a su hijo el amor a trabajar, a mis hermanas

Jennifer y Sofía que incondicionalmente estuvieron para mí en diferentes etapas de este proceso, pero principalmente a nuestro padre Celestial por darme la fuerza en los momentos que ya sentía decaer por llenarme de salud y por ponerme en mi camino compañeros excepcionales y docentes que más que formadores se convirtieron en amigos. A todos muchas gracias y que Dios nos bendiga.

Esteban Valero

Este trabajo lo dedico a mi madre Rosa Villegas Requena y a mi padre Manuel Francisco Martínez Ceberiche, por sus esfuerzo y dedicación, me han servido como ejemplo para sortear cada obstáculo que ha aparecido en este recorrido que llamamos vida, doy gracias a nuestro padre celestial por los momentos vividos en la carrera de la vida a mis hermanos y mis hijos por ser ese grano de arena que cada día construye con sus palabras en mi vida y en la carrera que emprendo. A todos muchas gracias por estar presentes.

Martin Miguel Martínez Villegas

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, agradecemos al todo poderoso por tener esta oportunidad, a nuestros seres queridos, familias por ser un apoyo constante e incansable y por creer cada día en nosotros, sus palabras de aliento en momentos difíciles nos ayudaron a superar todos los obstáculos, nuestro esfuerzo es por ellos y para ellos; a todos los docentes que nos formaron durante este proceso. En especial al ingeniero: Cesar Alfonso Defrancisco Larrañaga, quienes con su dedicación y acompañamiento nos aportaron grandes y valiosos conocimientos en diversas áreas, a la comunidad universitaria minuto de Dios y la facultad de ingeniería por ser una gran fuente de conocimiento, a todos muchas gracias, sus aportes fueron parte fundamental para llegar hasta este punto de nuestras vidas

## CONTENIDO

LISTA DE TABLAS .....	9
LISTA DE FIGURAS .....	11
LISTA DE ANEXOS .....	12
RESUMEN .....	13
ABSTRACT .....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	16
1.1 Descripción del problema .....	16
1.2 Definición del problema.....	16
2 JUSTIFICACIÓN .....	18
3 OBJETIVOS .....	19
3.1 Objetivo General .....	19
3.2 Objetivos Específicos .....	19
4 MARCO METODOLÓGICO.....	20
4.1. Fase 1 exploratoria: caracterización del agua .....	21
4.1 Fase 2 investigación: determinación de población actual y proyección de la población futura	21
4.2 Fase 3 trabajo de campo: verificación del estado de las estructuras actuales y diagnóstico de mejoramiento.....	21
4.3 Fase 4 trabajo técnico y diseño: Se realizó el diseño técnico de los elementos de la PTAP con la ayuda softwares. ....	21
5 MARCO REFERENCIAL.....	22
5.1 Marco Legal.....	22
5.2 Marco Conceptual.....	23
5.3 Marco Antecedentes.....	25
5.4 <i>Marco Teórico</i> .....	26
5.4.1 potabilización y calidad del agua .....	26
5.4.2 Calidad del agua .....	30

5.4.3	Método de cálculo de población.....	31
5.4.4	Método por proceso exponencial.....	32
5.4.5	Método por proceso aritmético.....	34
5.4.6	Ecuación por proceso geométrico .....	34
5.4.7	Elementos de diseño de la PTAP .....	34
	A continuación, se calcula la totalidad de los orificios .....	46
5.4.8	Hidrología Cerro del tabor: .....	53
5.5	Población de diseño.....	54
5.5.1	Caracterización de la población .....	57
5.5.2	Caudales de diseño.....	58
5.5.3	Dotación Bruta .....	58
5.5.4	Diseño para un Caudal (Qmd) medio.....	58
5.5.5	Diseño del caudal Máximo Diario (QMD).....	59
5.	RESULTADOS.....	62
5.1.	Establecer la caracterizaron de la calidad del agua de la fuente de diseño de la planta de agua potable .....	62
5.1.1.	Muestra de caracterización.....	62
5.1.2.	población de diseño y caudal .....	62
5.2.	Diagnosticar las condiciones actuales del sistema de agua potable existentes en el municipio de Pulí- Cundinamarca .....	65
5.2.1.	Diagnóstico de las unidades.....	65
5.2.2.	Bocatoma .....	65
5.5.6	Desarenador .....	67
5.5.7	Canaleta parshall.....	67
5.5.8	Floculación.....	68
5.5.9	Sedimentador .....	71
5.5.10	Filtro .....	74
5.5.11	Cloración y Almacenamiento .....	75

5.6	Proponer y calcular las modificaciones en el sistema de tratamiento existente en el municipio de Pulí Cundinamarca .....	76
5.6.1	Costos y presupuestos de diseño y factibilidad de la planta de tratamiento de agua potable	77
6.	CONCLUSIONES.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.	BIBLIOGRAFÍA .....	81
8.	ANEXOS.....	84
9.	DIARIO DE CAMPO.....	98

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1 Resultados de laboratorio .....	27
Tabla 2 Tecnología de tratamiento de potabilización .....	28
Tabla 3 parámetros fisicoquímicos del agua .....	30
Tabla 4 Parámetros de diseño mezcla rápida res 0330 .....	37
Tabla 5 Tiempos .....	41
Tabla 6 Ficha Técnica .....	42
Tabla 7 Calculo del caudal.....	49
Tabla 8 caudales y concentración.....	51
Tabla 9 capacidad de almacenamiento .....	52
Tabla 10 Cerro Del Tabor del Municipio de Pulí 22° .....	54
Tabla 11 cálculo de población Geométrico .....	56
Tabla 12 Datos población servipuli .....	57
Tabla 13 Dotación neta máxima sobre nivel del mar .....	58
Tabla 14 Caudales de diseño.....	59
Tabla 15 Tecnología de tratamiento de potabilización .....	60
Tabla 16 Población servipuli .....	63
Tabla 17 Diseño canaleta parshall .....	66
Tabla 18 Tabla gradiente velocidad .....	70
Tabla 19 Tabla de diseño floculación .....	71
Tabla 20 Calculo de sedimentación .....	72
Tabla 21 Tabla de caudal.....	74

Tabla 22 resultados del caudal .....	75
Tabla 23 clorado y almacenamiento.....	76
Tabla 24 Análisis de administración y imprevistos- utilidades.....	77

## LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Diagrama de Procesos.....	28
Ilustración 2 Reporte de resultados de laboratorio .....	61
Ilustración 3 poblacion por sexo .....	63
Ilustración 4 estructura or sexo y grupos de edad .....	64
Ilustración 5 Proyeccion de la poblacion.....	64
Ilustración 6 evidencias del caudal .....	66
Ilustración 7 Desarenador.....	67
Ilustración 8 Canaleta parshall.....	68
Ilustración 9 diseño canaleta parshall .....	68
Ilustración 10 Floculacion	Ilustración 11 floculacion prueba 2 .. 69
Ilustración 12 Parámetros del diseño .....	69
Ilustración 13 Mapa de recolección de agua sedimentada .....	71
Ilustración 14 canal de aguas sedimentadas .....	72

## LISTA DE ANEXOS

<i>Anexos 1 caracterización del agua cruda.....</i>	86
<i>Anexos 2 ubicación de la planta .....</i>	87
<i>Anexos 3 ubicación de la planta en la parte más alta en el barrio villa Martha .....</i>	88
<i>Anexos 4 casco urbano pulí Cundinamarca .....</i>	89
<i>Anexos 5 canaleta Parshall .....</i>	90
<i>Anexos 6 tanque de floculación .....</i>	91
<i>Anexos 7 tanque sedimentador .....</i>	92
<i>Anexos 8 módulos de sedimentación.....</i>	93
<i>Anexos 9 válvula compuerta .....</i>	94
<i>Anexos 10 vista en planta floculación y sedimentador .....</i>	95
<i>Anexos 11 distribución en 3" RDE21 .....</i>	96
<i>Anexos 12 vista en planta .....</i>	97
<i>Anexos 13 Tanque de almacenamiento .....</i>	98
<i>Anexos 14 vista en planta .....</i>	99

**RESUMEN**

De todos los recursos existentes el agua es uno de los recursos de mayor relevancia, todos los seres vivos dependemos de su consumo, ya sea porque el cuerpo no puede vivir sin una ración mínima de agua para vivir, sino porque también hace parte de todos los procesos que lo rodea, desde la transformación de alimentos , conductas de higiene y confort , desde que el hombre nace, lo hace con la imperiosa necesidad de mejorar sus circunstancias , su calidad de vida y este recurso es parte fundamental para el logro de este objetivo y de todos los procesos productivos que realiza.

Siendo un recurso vital y un derecho de todo hombre, no siempre cumple con los estándares establecidos según la normatividad, aun en pleno siglo XXI , ya sea porque no cuentan con acceso a este, o simplemente carece de un modelo con características especiales y que sea apta para el uso domiciliario, falta de mejoras para eliminar las turbiedades existentes con procesos completos como los que genera una Ptap, para el suministro de la población de la zona urbana ( cabecera Municipal) de Pulí Cundinamarca, y evitar enfermedades ocasionadas por los malos manejos y debe hacer un seguimiento, se requiere hacer el seguimiento y el diagnóstico de la planta para buscar donde está fallando para hacer las mejoras de la mano de las fórmulas y parámetros que se requiere para mejorar el diseño cuidando los recursos del Municipio y con óptimos detalles técnicos de la mano con la actualización de normas (RAS 2000). (RES 0330)

*Palabras clave:* Población, saneamiento básico, agua potable, potabilización, abastecimiento

**ABSTRACT**

Of all the existing resources, water is one of the most relevant resources, all living beings depend on its consumption, either because the body cannot live without a minimum ration of water to live, but also because it is part of all the processes that surround him, from the transformation of food, hygiene and comfort behaviors, since man is born, he does so with the urgent need to improve his circumstances, his quality of life and this resource is a fundamental part for the achievement of this objective and of all the productive processes that it carries out.

Being a vital resource and a right of every man, it does not always meet the standards established according to regulations, even in the middle of the 21st century, either because they do not have access to it, or simply because it lacks a model with special characteristics and that is record for home use, lack of improvements to eliminate existing turbidities with complete processes such as those generated by a Ptap, for the supply of the population of the urban area (municipal seat) of Pulí Cundinamarca, and avoid diseases caused by mismanagement and it must be followed up, it is required to follow up and diagnose the plant to find where it is failing to make the improvements hand in hand with the formulas and parameters that are required to improve the design taking care of the Municipality's resources and with optimal details technicians hand in hand with the update of standards (RAS 2000). (RES 0330)

*Keywords:* Population, basic sanitation, potable water, potabilization, supply.

## INTRODUCCIÓN

El agua una sustancia en estado líquido que no presenta, color, sabor ni olor, está compuesta por su fórmula química ( $H_2O$ ), hidrogeno y oxígeno y es aportada por la naturaleza a través de sus mares, ríos, lagunas, y acuíferos, es un recurso necesario para la supervivencia de todo ser vivo.

El agua es considerada fuente de vida porque ningún cuerpo es capaz de vivir sin consumirla al menos no después de 120 horas, básicamente nuestro cuerpo en su mayoría está conformado por ella y por ende dependemos del acceso y consumo de este recurso.

Proteger y garantizar la calidad del agua, como la constante investigación de nuevas tecnologías que faciliten el proceso de potabilización y hacer llegar este recurso a toda comunidad tratándolo como es debido, es una tarea de todos, existen comunidades que deben recorrer kilómetros para tener acceso a este y aun nos encontramos con que carecen de los estándares mínimos para el consumo , y es que el mal manejo de los desechos de las ciudades , de las empresas , el sector industrial en si, como la explotación de recursos naturales como las minas de oro, han contribuido al deterioro del medio ambiente y por ende la contaminación de este recurso.

otro ejemplo de esto es el vertimiento de las agua no potables directamente a las fuentes hídricas sin pasarlas previamente por PTAR, para lograr cubrir la demanda de un municipio es indispensable que el tratamiento de este recurso , cuente con una infraestructura adecuada , la planta de tratamiento de agua potable física debe contar estructuras , diseño de calidad, tecnología ,pues será donde se realizaran los procesos para así poderla consumir, por eso para llevar a cabo esa tarea se debe identificar uno la población a impactar , la zona geográfica de donde se va a tomar el recurso, la calidad de la fuente hídrica y el caudal de diseño.

## **1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción del problema**

Con respecto a la problemática observada de la falta de potabilización de recurso hídrico para los habitantes del Municipio de Pulí Cundinamarca, como el aumento del caudal de consumo, específicamente para los habitantes del casco urbano, se requiere generar una solución pronta que permita establecer criterios de mejora de la calidad de vida de esta población en referencia al agua, para ello se realiza la caracterización del agua y del municipio. Con la ayuda del personal profesional de la universidad y realizando la recopilación de información, surge la siguiente pregunta ¿Cómo solventar la necesidad de garantizar el consumo necesario para la población del Municipio de Pulí Cundinamarca, para un mejor suministro en los habitantes?

### **1.2 Definición del problema**

El principal problema radica en la falta de una mejora y la solución para el buen funcionamiento de la Ptap que nos garantice el buen desempeño y que cumpla con los parámetros de la 0330 y abastezca el Municipio de Pulí Cundinamarca, si bien es cierto es un municipio rico en fauna , flora, y cuenta con una fuente natural ubicada en el cerro del tabor , la falta de recursos asignados para la aportación de alternativas que cubran la demanda por parte del municipio han sido insuficientes e ineficientes , a través de los años el municipio ha tenido una expansión paulatina del 2% y un retorno de habitantes que se había ido del municipio y por motivos de clima , y edad han vuelto y se han reubicado en nuevas construcciones en el perímetro urbano, lo cual ha generado un aumento en el consumo de este recurso.

Al ser una zona en su mayoría rural, esta parte de la población cuenta con nacederos de agua y tanques subterráneos, que no son debidamente tratados. Para suplir la función de despacho y potabilización del recurso el municipio cuenta con procesos obsoletos que no cumplen con la

debida normatividad, en épocas de temporada alta, como en sus ferias y fiestas, la población aumenta debido a la migración de zonas aledañas como Bogotá, Girardot y demás generando que el municipio, se quede por semanas sin servicio, Lo cual obliga a las entidades dirigentes a abastecerlo por medio de carro tanques, apoyados por la gobernación de Cundinamarca.

## 2 JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta que la población objeto de diseño, es la del casco urbano, el caudal máximo de diseño será proyectado a una población futura de 25 años, con 6 litros sobre segundo, mediante un diseño moderno, con todas las estructuras y características de potabilización, según la norma (0330 del 2017) Para llevar a cabo este diseño se toma en cuenta los resultados arrojados del estudio de la muestra de agua (caracterización del agua) del cerro del tabor, y se realiza el caudal de diseño, se consulta al centro médico para identificarla los casos más frecuentes de enfermedades producidas por el consumo de agua, dicha información, evidencia que efectivamente es las gastroenteritis bacterianas, rotas virus gastroenteritis viral entre otras enfermedades las más comunes derivadas del consumo de agua sin tratar. (ministerio, 2017)

Durante este trabajo nos encontramos con una comunidad cansada de esta situación que la a aquejado por varios años, Colombia cuenta con zonas que no gozan de acceso al agua potable, y que en invierno usan principalmente el agua de lluvia para sus tareas domésticas incluyendo la alimentación, en época de sequía, recurren a las fuentes de agua lenticos y loticos que están en la periferia de sus asentamientos. Aunque Colombia cuenta con diversas fuentes hídricas, que muchas veces en su recorrido se ven afectadas por elementos externos que alteran su calidad, lo cual tiende hacerla no apta para su consumo de forma potable, ya que se puede generar enfermedades (Rey Pinilla, 2020)

El municipio necesita una PTAP que cumpla con las características técnicas para la potabilización del agua, de calidad para el consumo humano a nivel del casco urbano, generando a sus habitantes la seguridad del abastecimiento de suficiente agua para cubrir sus demandas y necesidades, el diseño de la planta de tratamiento de aguas potable se realizó cumpliendo con todos los estándares de calidad y estudio del RAS 2000, RES0330, RES 0799 (RAS 2000 Ministerio, 2000)

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Diseñar las estructuras hidráulicas para mejoramiento de la planta de tratamiento existente del Municipio de Pulí Cundinamarca

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Establecer la caracterización de la calidad del agua de la fuente de diseño de la planta de agua potable
- Establecer la Población y el caudal de diseño para la planta de agua potable
- Diagnosticar las condiciones actuales del sistema de agua potable existentes en el municipio de Pulí- Cundinamarca
- Proponer y calcular las modificaciones en el sistema de tratamiento existente en el municipio de Pulí Cundinamarca

## 4 MARCO METODOLÓGICO

	FASES	DESCRIPCIÓN	CRONOGRAMA	RECURSOS	RESPONSABLES	
4,1	FASE 1	Exploratoria: caracterización del agua,	Se toman las muestras de agua en quebrada del Tabor, nacedero de agua del municipio, de Pulí fuente hídrica protegida por la CAR, con el fin de realizar los estudios fisicoquímicos del estado del agua para su consumo y posterior diseño de PTAP	SEMANA 1	toma de muestras para estudio laboratorio AGUASLAB	estudiantes investigadores , docentes
4,2	FASE 2	Investigación: determinación de población actual y proyección de la población futura	a través de los datos suministrados por los siguientes entes territoriales, el Dane, la oficina de Servipuli, (servicios públicos del municipio de Pulí) y la Alcaldía Municipal por intermedio de la oficina del Sisbén, se tiene la población actual, través del Dane y la oficina servipuli, se obtiene la población de la zona urbana (casco urbano). Para la proyección de la población futura a 25 años con los métodos correspondientes a la (RES 0330)	SEMANA 2	verificación de plataformas DANE , SISBEN y empresas de servicios publicos de Puli	estudiantes investigadores y encargados de servipuli
4,3	FASE 3	Trabajo de campo: verificación del estado de las estructuras actuales y diagnóstico de mejoramiento	mediante la visita técnica efectuada con el equipo de trabajo al municipio de Pulí Cundinamarca, se lleva a cabo una inspección y posterior identificación del estado actual de las estructuras de forma visual y por medidas, para verificar sus condiciones físicas, como trabaja el caudal de diseño y si lo establecido es decir si todas las estructuras diseñadas cumplen la res 0330 de 2017	SEMANA 3	Evaluación del diseño actual ,equipos filmografico vehiculos para el tralado , visita tecnica y comparaticos	estudiantes investigadores
4,4	FASE 4	Trabajo técnico y diseño: Se realizo el diseño técnico de los elementos de la PTAP con la ayuda softwares	De acuerdo a la fase anterior por medio del diagnóstico se determinan que elementos están funcionando bien y cumplen con la capacidad de manejar los caudales de diseño, según la información realizada se propone hacer unas estructuras nuevas como lo son la canaleta Marshall, el floculador, y el sedimentador para mejorar las condiciones del proceso según el diagnóstico, se debe realizar mantenimiento preventivo algunas de las otros elementos, Para el desarrollo de esta investigación se usaron los paquetes de office, el AUTOCAD, el AUTODESK, SAP2000 para llevar a cabo procesos como la tabulación de datos, la realización de los planos y los cálculos de acero para algunas estructuras analizadas con las características del agua a tratar y la demanda de consumo de la población, que dentro de ellos se encuentran la mezcla rápida, canaleta parshall, floculador, sedimentador, filtro, desinfección cloración,	SEMANA 4	SOFWARE (AUTOCAD , AUTODESK ETC)	estudiantes investigadores

#### **4.1. Fase 1 exploratoria: caracterización del agua**

Se toman las muestras de agua en quebrada del Tabor, nacedero de agua del municipio, de Pulí fuente hídrica protegida por la CAR, con el fin de realizar los estudios fisicoquímicos del estado del agua para su consumo y posterior diseño de PTAP

#### **4.1 Fase 2 investigación: determinación de población actual y proyección de la población futura**

a través de los datos suministrados por los siguientes entes territoriales, el Dane, la oficina de Servipuli, (servicios públicos del municipio de Pulí) y la Alcaldía Municipal por intermedio de la oficina del Sisbén, se tiene la población actual, través del Dane y la oficina Servipuli, se obtiene la población de la zona urbana (casco urbano). Para la proyección de la población futura a 25 años con los métodos correspondientes a la (RES 0330)

#### **4.2 Fase 3 trabajo de campo: verificación del estado de las estructuras actuales y diagnóstico de mejoramiento**

mediante la visita técnica efectuada con el equipo de trabajo al municipio de Pulí Cundinamarca, se lleva a cabo una inspección y posterior identificación del estado actual de las estructuras de forma visual y por medidas, para verificar sus condiciones físicas, como trabaja el caudal de diseño y si lo establecido es decir si todas las estructuras diseñadas cumplen la res 0330 de 2017

#### **4.3 Fase 4 trabajo técnico y diseño: Se realizo el diseño técnico de los elementos de la PTAP con la ayuda softwares.**

De acuerdo a la fase anterior por medio del diagnóstico se determinan que elementos están funcionando bien y cumplen con la capacidad de manejar los caudales de diseño, según la

información realizada se propone hacer unas estructuras nuevas como lo son la canaleta Marshall, el floculador, y el sedimentador para mejorar las condiciones del proceso según el diagnóstico, se debe realizar mantenimiento preventivo algunas de las otros elementos, Para el desarrollo de esta investigación se usaron los paquetes de office, el AUTOCAD, el AUTODESK, SAP2000 para llevar a cabo procesos como la tabulación de datos, la realización de los planos y los cálculos de acero para algunas estructuras analizadas con las características del agua a tratar y la demanda de consumo de la población, que dentro de ellos se encuentran la mezcla rápida, canaleta parshall, floculador, sedimentador, filtro, desinfección cloración, tanque de almacenamiento.

## **5 MARCO REFERENCIAL**

El agua Hace parte de los procesos más importes en la vida , sin ella es imposible subsistir es un recurso preciado y vital sin ella no se podría llevar acabo muchos de los procesos cotidianos que realizamos y aún más lo es la potabilización de la misma prueba de ello se evidencia por parte de los usuarios del municipio de pulí quienes se quejan por el mal servicio del agua potable, más allá del su porcentaje de turbiedad y color del agua ,lo cual nos impulsa y genera la necesidad de esta investigación y el planteamiento para mejorar esas características del agua para llevar a los habitantes del Casco Urbano un mejor servicio , se inicia el proceso de investigación

### **5.1 Marco Legal**

Los trabajos realizados con estudios y diseños se deben tener encuentra de Los reglamentos que se utilizan para el diseño de plantas de aguas potable y saneamiento Básico se encuentra los siguientes reglamentos el RAS 2000 es el manual amigo del ingeniero siendo uno de los más completos de la rama, de ahí han salido complementarios como son RES 0330 2017 que hacen la complementación al anterior pero también tenemos la última que salió RES 0799

2021 todas aportan mejoras para los diseños de las plantas de agua potable con las tablas para la diseño, mejoras, e información de manejo de químicos etc.

la resolución 0672 del 21 de agosto del 2015 que es muy importante regula los procesos técnicos realizados de los proyectos presentados por ventanilla para la aprobación de los entes gubernamentales para la destinación de presupuestos para el proyecto

Decreto 1575 del 2007 agua potable para el consumo humano

Resolucion 2115 del 2007 agua potable

## 5.2 Marco Conceptual

Ptap

Significa Planta de tratamiento de agua potable

Canaleta parshall

Dentro del sistema de la planta es utilizada para como una unidad de medida que se hace a través del caudal máximo para poder hacer la medición tipo aforo ya reglamentado por la tabla

en esta, me indica que maneja una canaleta parshall lámina de poliéster reforzado en fibra de

vidrio y realiza una mezcla rápida a través de un resalto hidráulico

Floculador:

Tanque con medidas técnicas que tiene como función y dosificación del coagulante Dentro del diseño del floculador se tiene en cuenta la caracterización del agua y la cantidad de litros por segundo para hacer el diseño

### Sedimentador

Estructura con proceso que su función es retirar las partículas más pequeñas sedimentadas  
rápido proceso de lodos tiene un volumen

### Filtro

Hace parte del proceso de la planta de agua potable por medio de partículas pequeñas de  
grabas y arenas y carbón que la función es retirar las micropartículas

### Dosificador de cloro

Equipo pequeño encargado de La dosificación del cloro es muy importante para la  
potabilización esta se utiliza 1 ml por cada litro, la mezcla se realiza con cloro

### Tanque de almacenamiento

Estructura realizada con el cálculo de caudal máximo para manejar un stop de agua potable  
para reparación mantenimiento para este diseño se maneja unas medidas técnicas según el cálculo  
(RES 0330)

### Plantas de potabilización

Son diferentes procesos que utilizan para mejorar las características de un agua que cumpla  
con la RES 0330

### Definición

Por medio de ingeniería es llamada Ptap planta de tratamiento de agua potable es un  
conjunto de estructuras que llevan a mejorar las condiciones fisicoquímicas del agua

### Proceso de potabilización

Es un tratamiento el cual es sometido un líquido durante un tiempo en varias estructuras y diferentes operaciones para mejorar los aspectos físico-químico o biológico es reducir características e impurezas de agua

### **5.3 Marco Antecedentes**

El Informe Mundial Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos se centra en el tema “No dejar a nadie atrás”, es muy enfático en que el acceso al consumo de agua de calidad y el saneamiento es un derecho humano el cual debe garantizar. Esto contribuye al logro de un conjunto de objetivos de la agenda 2030 donde se ve el desarrollo Sostenible desde la perspectiva de la seguridad alimentaria y energética, como resultado del cumplimiento del desarrollo económico, la sostenibilidad ambiental, día a día a logrado abrirse paso en la academia, concientizando a los futuros profesionales sobre la necesidad de ir más allá del cumplimiento del objetivo de su razón social, es decir obtener beneficios pero dejando huella y un mundo para los que quedan (Banco-Mundial, 2015).

Según las Naciones Unidas Naciones (2020) son muchas las personas sin acceso a servicios de agua potable, lo cual conlleva a enfermedades y hambruna, escasos dos tercios de la población mundial disfrutan de este servicio en sus hogares, aun cuando están fundamental para el ser humano, Unicef tiene diverso pro entre ellos al cuidado del agua en más de 90 países para sí crear instalaciones sanitarias y crear buenas prácticas de higiene (Naciones, 2020).

A partir de la investigación realizada por Carrillo y Pulido (2016), titulada “Diseño hidráulico de una planta de potabilización de agua en la Vereda de San Antonio de Anapoima”, el cual tuvo como objetivo general el diseño de una planta de potabilización de agua en la vereda San Antonio, ubicada en el municipio de Anapoima (Cundinamarca), a partir del análisis físico –

químico del agua, para satisfacer las necesidades de la comunidad. Para ello, se basó el diseño en lo establecido por el RAS 2000 en sus títulos a, b, y c, ya que estos indican los parámetros de diseño de una PTAP. Para el diseño de la planta, la información base se dio por parte del municipio, como lo fue la población específicamente. La planta se diseñó con los siguientes pasos: captación, conducción, desarenador, bombeo a tanque de almacenamiento, almacenamiento y, conducción por canaleta parshall para mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración, cloración, conduciendo el agua a la salida del sistema por medio de un canal (Carrillo y Pulido 2016).

Desde la construcción de la planta del municipio de Pulí en el año 1990 no le han hecho muchas mejoras porque las administraciones actuales y pasadas no les han dedicado recursos monetarios para mejorar las condiciones de la planta de agua potable para el municipio y de esa necesidad nace la idea de mejorarlas condiciones técnicas de los diseños de las estructuras sometidas a valoraciones y diagnósticos para poder tener resultados y aprovechar lo importante que es la investigación de los estudiantes de una universidad para mejorar las condiciones de vida de los habitantes de este municipio

#### **5.4 Marco Teórico**

##### **5.4.1 potabilización y calidad del agua**

Se inicia, desde el ingreso del agua que viene de la fuente quebrada el tabor del municipio de Pulí, a la PTAP, para ello se debe tener en cuenta el resultado arrojado por la caracterización del agua, este resultado fue analizado por el laboratorio AGUASLAB, determinando el grado de impurezas del agua a tratar en la planta, Posterior a ello, se iniciando el proceso en la bocatoma y retiro de arenas se transporta en una tubería de 3" con una distancia de 12,8 km con una pendiente de 2% ya que la topografía me lo permite hasta la canaleta parshall que inicia dos funciones, una que es la de medir el caudal que está ingresando para el debido proceso y por otro lado realizar la

mezcla rápida, para que continúe con el proceso en el tanque de floculación, se retira la turbiedad existente trabajo conjunto con el tanque sedimentado, por medio de sedimentación, filtro, que hace el proceso de filtrado por medio de unas arenas de diferentes granulométricas, y así sale para el proceso Cloración o desinfección, con un dosificador de cloro conectado al sistema que lleva al siguiente elemento, el tanque de almacenamiento, Cuando hablamos de parámetros establecidos para indicar que el agua es potable es por que cumple con la norma y las características o estandarización que la hace apta para su uso como servicio domiciliario, la norma 03 res 330 del 2017.

El Proceso potabilización de agua se realiza con el fin de garantizar la calidad de la misma, se retira todos los sólidos, a través de unos procesos en una planta de agua potable, se le brindan unas características fisicoquímicas para que este recurso vital sea apto para el consumo humano, limpio de impureza o agentes externos, estos procesos se realizan bajo la reglamentación de la Norma RAS 2000 que debe cumplir la potabilización (RAS 2000 Ministerio, 2000)

**Tabla Resultados caracterización**

**Tabla 1 Resultados de laboratorio**

REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO					
CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGUA	METODO ANALITICO	fecha de analisis	valor de Ref. Resol. 2115/2007	UNIDADES	RESULTADOS
PH	Electrometrico	25/09/2022	6,5 a 9,0		7,3
COLOR	Espectofotometrico	25/09/2022	Menor o igual a 15	UPC	28
TURBIEDAD	Nefelometrico	25/09/2022	Menor o igual a 2	NTU	3,5
CLORUROS	Titulometrico	25/09/2022	hasta 250	mg/L CL	4
SULFATOS	Turbidimetrico	25/09/2022	hasta 250	mg/L SO4	1
FOSFATOS	Clorimetrico	25/09/2022	hasta 0.50	mg/L PO4	0,12
NITRITOS	Clorimetrico	25/09/2022	hasta 0.1	mg/L NO2	0,003
HIERRO TOTAL	Clorimetrico	25/09/2022	hasta 0.3	mg/L Fe	0,10
ALCALINIDAD TOTAL	Titulometrico	25/09/2022	hasta 200	mg/L CaCO3	12
DUREZA TOTAL	Titulometrico	25/09/2022	hasta 300	mg/L CaCO3	16
NITRATOS	Clorimetrico	25/09/2022	hasta 10	mg/L NO2	1
MAGNESIO	Clorimetrico	25/09/2022	hasta 0,5	mg/L Mn	0,08
CONDUCTIVIDAD	Electrometrico	25/09/2022	hasta 300	mg/L Us/am	15
RESULTADO BACTERIOLOGICO					
BACTERIOLOGICO	FECHA DE ANALISIS	VALORES DE REFERENCIA RES.2115/2007		unidades	resultados
COLIFORMES TOTALES	25/09/2022	OUFC/100 ml		U.F.C/100ml	1680 U.F.C/100ml
E. COLI	25/09/2022	OUFC/100 ml		U.F.C/100ml	120 U.F.C/100ml

Fuente: Laboratorios AGUASLAB

ARTÍCULO 30. Modificar el artículo 107 de la Resolución 0330 de 2017, el cual quedará así:

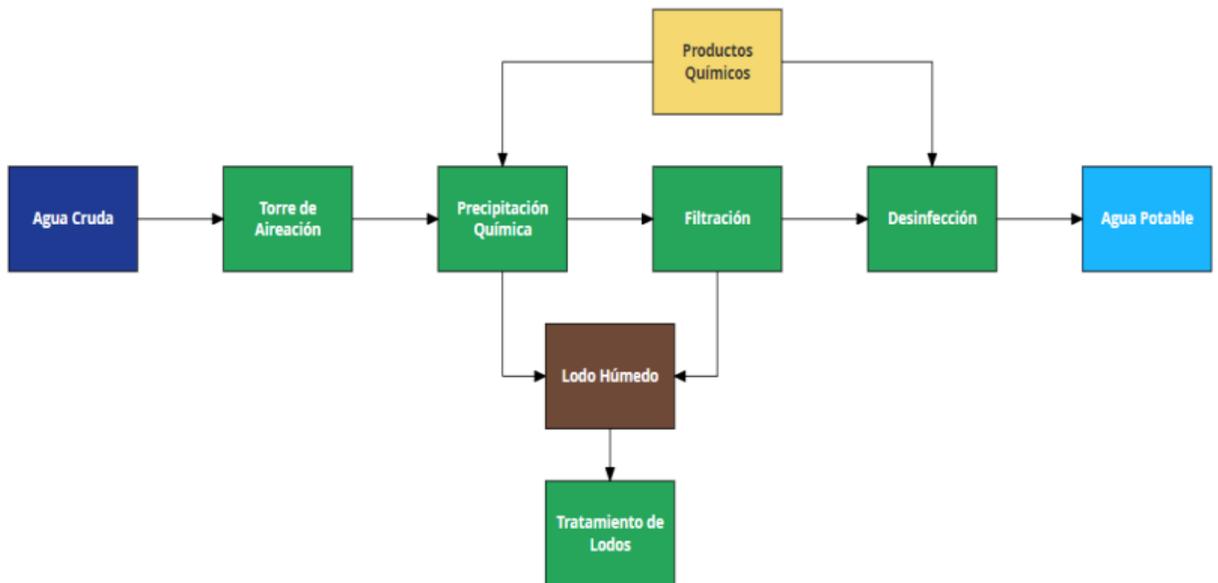
ARTÍCULO 107. Caracterización de agua cruda. Resolución 0799 del 2021

Tabla 2 Tecnología de tratamiento de potabilización

TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO  CONTAMINANTE QUE SE VA A REMOVER	Aeración	Coagulación + Floculación + Sedimentación	Filtración Convencional	Ablandamiento	Oxidación Química	Microfiltración	Ultrafiltración	Nanofiltración	Ósmosis inversa	Electrodialisis inversa	Intercambio iónico	Filtración por adsorción	Filtración optimizada
	<b>Características físicas</b>												
Color aparente		X	X		X	X	X	X	X			X	X
Olor y sabor	X				X							X	
Turbiedad		X	X			X	X						X
Sólidos disueltos totales		X	X			X	X		X	X	X		X
<b>Características químicas inorgánicas</b>													
Antimonio									X	X			
Arsénico		X	X	X					X	X	X	X	X
Bario				X					X	X	X		
Cadmio		X	X	X					X	X	X		X
Cianuro libre y disociable					X								
Cloruros							X		X	X			
Cobre		X		X					X		X		
Cromo		X	X	X					X	X	X		X
Dureza				X				X	X	X	X		
Fluoruros				X					X	X		X	
Fosfatos			X						X			X	X

Fuente: Resolución 0330 de 2017 RAS 2000

Ilustración 1 Diagrama de Procesos



Fuente: elaboración propia

Dichos estándares son establecidos por instituciones a cargo de su supervisión ya sea local o internacional entidades como las Naciones Unidas por ejemplo, regulada por la normatividad de cada país para su consumo, pero la pregunta que mayor incredulidad nos genera es por ejemplo como Colombia siendo un país con una gran fuente de agua como sus ríos, mares lagunas que abastecen el país, cuenta con un gran porcentaje de este recurso que se desperdicia o no es apto para el consumo, de acuerdo a lo mencionado en la (WSDA Conferencia de sistemas de distribución de agua.

precedida por *Juan Saldarriaga, director* nuestro tiene un margen de producción anual de cincuenta mil metros cúbicos aproximado por cada habitante la conferencia hacen una comparación con otros países como Alemania que llegan a los 2.000, pero aun que eso suene tan favorable cuanto de estas cifras tan aparentemente favorables satisfacen las necesidades de los colombianos con los estándares de calidad requeridos que pasa con este recurso hídrico, se dice que el desperdicio de agua en su distribución al menos de un 48%, cual nos enfrenta a que maso menos seis como dos millones de habitantes consumen en sus casas agua que no cumple con dichos estándares, generado una de las mayores causas de enfermedades o muertes por un porcentaje alto de bacterias fecales, y elementos externos perjudiciales (Fernández-Suarez 2016)

Según el reporte de calidad del país por el INCA2016 Informe nacional de calidad del agua para el consumo presentado por la subdirección de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, solo uno de tres municipios está brindando una cobertura de agua con los estándares de calidad, pero y que pasa con el resto, ¿qué está haciendo el país?, ¿Quién lo regula y de donde salen estas estadísticas?, en base a la resolución 2115 del 2007, tomando como muestras 41,314 de las cuales más de la mitad un porcentaje bastante elevado del setenta como tres por ciento de lo analizado arrojó que al menos un veinte por ciento, no cumplen los parámetros de calidad (inca2016)

Con el ánimo de parar esta problemática e iniciar acciones correctivas que permitan mitigar , minimizar con el fin de llevar a 0 estas cifras el gobierno busca generar acciones que contribuyan a la salud de poblaciones con escasos recursos que suelen ser las más afectados por esta problemática y así mismo erradicar por todos los medios este mal y así poder gozar tranquilamente de este recurso a través de acciones control, requeridas en dicho recurso para el consumo de todos y como indica art. 26 del Decreto 1575 de 2007, y el respectivo control a los reportes IRCA, IRABA, BPS y mapas de riesgo, generar más alternativas de potabilización crear más diseños de plantas de tratamiento ajustables a las condiciones y necesidades de los municipios con mayor participación económica de los entes pertinentes para generar oportuna respuesta a la demanda de estas comunidad tan afectada por un recurso de vital importancia y derecho de todos(inca 2016)

#### 5.4.2 Calidad del agua

Parámetros fisicoquímicos del agua para consumo de los seres humanos según la norma (0330) como mínimo tiene que cumplir con las siguientes características para ser nombrada como agua potable y también se basa con el RAS 2000

Tabla 3 parámetros fisicoquímicos del agua

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH <sub>4</sub>	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,0
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500

Fuente: Resolución 0330 de 2017 RAS 2000

### 5.4.3 Método de cálculo de población

Se genera a partir de la información suministración por medio los entes responsables, Servipuli es comparada con los datos que suministra el Sisbén y planeación Nacional, arrojando como resultado 1580 habitantes entre el casco urbano, quienes se verán beneficiados con el resultado de este trabajo , con una afectación a la población proyectada a 25 años , 2047 de 2083 habitantes , por medio del proceso geométrico , el cual es uno de los métodos más usados, pues el desarrollo de la población , en relación al crecimiento no es constante tras el paso del tiempo, permitiéndonos obtener buenos resultados de los valores de la población con el uso correcto de las ecuaciones como de la estimación lineal.

Se procede a aplicar el mismo procedimiento empleado para la estimación lineal: de acuerdo con este método, se realiza con los datos de la última población se realiza de la siguiente operación:

Método Exponencial, Método aritmético, Método Geométrico,

Población de Diseño Método Geométrico

Tabla de población proyectada a 25 años por el método Geométrico

ÑO	HABITANTES			A LTURA	ARI METRICO	GEO METRICO	EXPO NENCIAL
975	1350	,001	,001	270M	1852	2083	1673
003	1400	,018	,018				

005	2	1450	,007	,007		
010	2	1500	,007	,007		4,76 3959818 L/seg
015	2	1550	,021	,021		
018	2	1650	,003	,003		
020	2	1660	,004	,004		
023	2	1680				
			,009	,009		

Fuente: Resolución 0330 de 2017

#### 5.4.4 Método por proceso exponencial

Hace parte del crecimiento y la proyección de la población y se expresa de esta manera:

$$DP/DT = KG * P$$

Dado de la siguiente expresión:

P= total de población

T= Tiempo de proyección

Kg= factor de la fórmula de crecimiento

Se realiza con la formula anterior, y se procede:

DP

$$DT = KG * DT$$

Se realiza la ecuación por medio del factor tiempo teniendo en cuenta la formula, se realiza con:

$$\text{Ln (Pf) - Ln (Po) = Kg (Ft.-To)}$$

$$Kg = \frac{\text{Ln (P cp)} - \text{Ln (P ca)}}{(Tcp - Tca)}$$

La siguiente información corresponde a las fórmulas empleadas cp. = censo posterior y el otro ca. Censo anterior con estos valores se puede realizar la ecuación:

Se evidencia:

$$\text{Ln P+C=Kg *T}$$

Se evidencia la cantidad de usuarios con la información suministrada con la base real de la empresa de servicios Servipuli, para los cuales se hace el trabajo de diseñarse la Ptap, se realiza los parámetros de diseño.

Aplicando los siguientes métodos:

$$\text{Ln P+C=Kg *T}$$

Para T=0 y P=PCi

$$C=-\text{Ln Pci}$$

Esta será la proyección de la población con la fórmula establecida

$$\text{Ln (Pf)=Ln (Pci)+Kg *(Tf -TCi)}$$

#### 5.4.5 *Método por proceso aritmético*

Cuando la población aumenta de manera constante y no depende del tamaño de la misma, su comportamiento ser lineal:

$$Dp/ dT =Ka \quad \text{siendo: } dP=Ka *dT$$

$$\text{Límites del último censo (uc) y del censo inicial: } Ka= PUC-PCI/TUC-TC$$

De acuerdo con este método, la población final viene dada por la siguiente expresión

$$Pf=PUC+Ka *(Tf -TUC)$$

#### 5.4.6 *Ecuación por proceso geométrico*

Es la proyección que se realiza con los datos suministrados u de la investigación realizada

$$Tf-TUC$$

$$Pf = PUC * (1 + r)$$

$$\text{Ecuación para la proyección de la población: } Ln (Pf)=Ln (Pci)+Kg *(Tf -TCi) \text{ ci}$$

$$\text{Despeja r para obtener la ecuación: } Pf = PUC * (1 + r) Tf-TUC$$

Este valor se remplace en la anterior ecuación para hacer la proyección de población.

$$r = (PUC PCI) (1 TUC-TCI) - 1 \text{ (Ministerio de Desarrollo Económico, RAS 2000).}$$

#### 5.4.7 *Elementos de diseño de la PTAP*

##### 5.4.7.1 *Canal de Llegada*

Proceso que cumple la función de encaminar el agua, para el calculado del caudal de entrada y una velocidad asumida por el consultor de 0.10 m/s mediante la expresión de continuidad.

$$A1V1=A2V2$$

$$A1= A2V2/ V1 = Q V$$

$$Ade= Q/1000 /V$$

### 5.4.7.2 Canaleta parshall

Dentro del sistema de la planta es utilizada para como una unidad de medida que se hace a través del caudal máximo para poder hacer la medición tipo aforo ya reglamentado por la tabla en esta, me indica que maneja una canaleta parshall lámina de poliéster reforzado en fibra de vidrio para tanque sedimentador según especificaciones, incluye (manta e hilo en fibra de vidrio, resina de alta eficiencia tipo 1, catalizador tipo pmek, estireno y fundición catalizada Y se evidencia por solo se maneja 6 litros sobre segundo ver detalle en el Anexo # 5.

CANALETA PARSHALL				
W	ANCHO			0,
	GARGANTA	1	Pul	0254
ho	DERTER ALT			
	LAMINA ho	0,126	M	
D	CALCULO			
	CANALETA D	0,20	M	
Vo	CALCULO V.			M/
	SECCION Vo	0,3	S	
q	CAUDAL			M3
	UNITARIO q	0,09	/S*m	
Eo	CARGA			
	HIDRAULICA Eo	0,19	M	
v1	VELOCIDAD EN			
	RESALTO V1	1,583		

h1	ALTURA DEL AGUA ANTES DEL RESALTO h1	DEL	0,059	21676
	NUMERO DE FROUND	DE	2,077	
Fr				CO SUPERCRITI
COS			-0,6801	
			0,772909352	
			44,28444384	

Fuente:

elaboración propia

#### 5.4.7.3 Mezcla rápida

La mezcla rápida por cambio de pendiente debe tener unos parámetros de diseño establecidos en el Resolución 0330 de 2017 Artículo 111. Coagulación, el Gradiente de Velocidad Medio y el Tiempo de Mezcla. Así como los establecidos en el RAS 2000 Título C “Sistemas de Potabilización”, ficha técnica C.C.2, los cuales corresponden a Velocidad Mínima al resalto hidráulico, Número de Fraude, Tiempo de Retención, y Gradiente de Velocidad.

h2	ALTURA DEL AGUA EN EL RESALTO	0,14686267	m
v2	VELOCIDAD EN EL RESALTO	1,91021959	
h3	ALTURA AGUA EN SECCION SALIDA	0,16586267	
v3	VELOCIDAD EN SECCION DE SALIDA	0,10903943	
hp	PERDIDAS CARGA EN EL RESALTO	0,036	
T	TIEMPO DE MEZCLA EN EL RESALTO	0,60418203	

ADE: Área Ducto de Entrada (m<sup>2</sup>)

Q: C. de diseño (m<sup>3</sup>/s)

V: Velocidad (m/s)

$$Ade = 6 \times 1000 / 0.1 = 0.06 \text{ m}^2$$

$$Lde = 0.06 \cdot 0.3 = 0.2 \text{ m}$$

**Tabla 4 Parámetros de diseño mezcla rápida res 0330**

TIPO DE MEZCLADOR	RANGO DE GRADIENTE DE VELOCIDAD MEDIO	TIEMPO DE MEZCLA
Hidráulica	1000 s <sup>-1</sup> – 2000 s <sup>-1</sup>	< 1 s
Mecánico	500 s <sup>-1</sup> – 2000 s <sup>-1</sup>	< 60 s

Fuente: Resolución 0330 de 2017

Q: Caudal en (m<sup>3</sup> /s)

B: Ancho (m)

g: Gravedad en (m/s<sup>2</sup>)

Y2: Profundidad lámina de agua, aguas profundas o abajo del resalto (m) Obteniendo el

resultado de:

$$V2 = (0.006 / 0.30 \cdot 0.09)$$

$$V2 = 0.21 \text{ m/s}$$

g: Gravedad en (m/s<sup>2</sup>)

Obteniendo el siguiente resultado:

$$E1 = ((2.32)^2 / 2(9.81) + (0.009))$$

$$E1 = 0.284 \text{ m}$$

Yc: Profundidad Critica dada en (metros)

Q: Caudal en (m<sup>3</sup> /s)

g: Gravedad en (m/s<sup>2</sup>)

Obteniendo el siguiente resultado:

$$Y_c = ((0.006)^2 / 0.32 * 9.81)^{1/3}$$

$$Y_c = 0.03 \text{ m}$$

Y1: Profundidad lámina de agua, aguas arriba del resalto

(m) NF: Número de Froude (ad)

Obteniendo el siguiente resultado:

$$y_2 = 0.0092 * (\sqrt{1+8(8)^2} - 1) \quad y_2 = 0.09 \text{ m}$$

El ancho del canal es de 0.3 metros. de 74 45 La velocidad aguas abajo del resalto o profunda, definida como V2, se calcula, con base en la profundidad calculada anteriormente, y el ancho del canal y el caudal de la siguiente manera:

$$V_2 = (Q / B * y_2)$$

Donde:

V2: Velocidad del flujo aguas abajo del resalto en (m/s)

Q: Caudal en (m<sup>3</sup> /s) B: Ancho (m) g: Gravedad en (m/s<sup>2</sup>)

Y2: Profundidad lámina de agua, aguas abajo del resalto (m) Obteniendo el siguiente resultado:

$$V_2 = (0.006 / 0.30 * 0.09) \quad V_2 = 0.21 \text{ m/s}$$

$$Y_c = ((0.006)^2 / 0.32 * 9.81)^{1/3}$$

$$Y_c = 0.03 \text{ m}$$

H: Altura de Entrada, m

Yc: Profundidad Crítica, m

E1: Energía Total Superior, m

$$H = 0.284 + 0.03 = 0.32 \text{ m}$$

$$L_{mr} = L_r + L_{rp} + L_{ce} + L_{de} + L_{ds}$$

$$L_{mr} = 0.2 + 0.52 + 0.52 + 0.67 + 0.1 = 2.0 \text{ m}$$

#### **5.4.7.4 Flocculador**

Qué medida tiene y dosificación del coagulante Dentro del diseño del flocculador se tiene en cuenta la caracterización del agua y la cantidad de litros por segundo para hacer el diseño y sacar las medidas del flocculador tipo Alabama, su volumen es de 12.3 m<sup>3</sup>, un ancho de 2 m, altura de 2.2 m y longitud total de 2.8 m, este tendrá dos (2) cámaras en ancho y seis (6) en largo El sistema de tratamiento propuesto, el caudal a 6 L/s para asegurar el adecuado funcionamiento de la Ptap, ver detalle, Anexo # 6

Vol: Volumen de Flocculador (m<sup>3</sup>)

W: Ancho del Flocculador (m)

Af: Altura del Flocculador (m)

Lf: Longitud del Flocculador (m)

Obteniendo el siguiente resultado:  $\text{Vol} = 2 * 2.2 * 2.8 = 12.3 \text{ m}^3$

$$\text{A.T. L} = \text{Q.D} / 1000 / \text{V.L}$$

Donde:

A.T.L.: Área de la Tubería de Lavado, m<sup>2</sup>

Q.D.: Caudal Diseño, L/s

V.L: V. de Lavado, m/s

Obteniéndose el siguiente resultado:

$$\text{A.T. L} = 6 / 1000 / 1 \quad \text{A.T. L} = 0.01 \text{ m}^2 \approx 0.01 \text{ m}^2$$

Una vez establecido el valor del área de la tubería para lavado, se procede a calcular el diámetro este, mediante la siguiente expresión:

$$D.N = \sqrt{A.T.L * 4 / \pi} \text{ Donde}$$

D.N.: Diámetro Nominal de la Tubería de Lavado, m

A.T.L: Área de la Tubería de lavado, m<sup>2</sup>

Obteniéndose el siguiente resultado:

$$D.N = \sqrt{0.01 * 4 / \pi} \quad D. N = 0.087 \text{ m}$$

Para definir el ancho inferior de las tolvas propuestas por la Consultoría, se procede a su cálculo de la siguiente manera:

$$A.I. T = [(D.N. 0.025) + 0.025] * 0.025 + 0.025 * 2$$

El consultor para el diseño de las cámaras del floculador asume un tiempo espera o retención de 34 minutos, a continuación, siendo el tiempo de retención por unidad.

$$Tr_u = Tr N \text{ Donde:}$$

Tr Tiempo de retención (min)

N: Número de unidades (und)

TRu: Tiempo de retención unitario (m<sup>3</sup>)

$$\text{Obteniendo el siguiente resultado: } Tr_u = 34 / 12 = 2.85 \text{ min}$$

A partir de la determinación de volúmenes, se procede con el cálculo del largo total del floculador, teniendo en cuenta el área transversal, la cual se obtiene a partir del ancho total y profundidad, dimensiones que están condicionadas por la longitud total de la mezcla rápida y la profundidad necesaria para la unidad de sedimentación, respectivamente. A continuación, se ilustra el cálculo del área transversal y la longitud total.

$$A_t = 2.2 * 2 = 4.4 \text{ m}^2$$

La longitud del floculador, determinada en relación del área transversal, de la siguiente manera:

$$L_f = (\text{Vol} / A_t)$$

Donde:

Vol: Volumen de Floculador (m<sup>3</sup>)

A<sub>t</sub>: Área Transversal del Floculador (m<sup>2</sup>)

L: Longitud Unidad (m) Obteniendo el siguiente resultado:

$$L_f = (12.3 / 4.4) = 2.8 \text{ m}$$

A.I.T.: Ancho Inferior de la Tolva, m D.N.: Diámetro Normal de la Tubería de Lavado, m

Obteniéndose el siguiente resultado:

$$A.I. T = [(0.087 / 0.025) + 0.025] * 0.025 + 0.025 * 2 \quad A.I. T = 0.15 \text{ m}$$

Finalmente teniendo en cuenta las anteriores características, es posible determinar la

Altura de las Tolvas, a través de la siguiente expresión:

**Tabla 5 Tiempos**

$$A. T = A.S - A.I. T \cdot 2 \cdot \text{SENO}(\theta \pi)$$

Donde,

A.T.: Altura de las tolvas, m

A.S.T: Ancho superior de las tolvas, m

A.I.T, Ancho inferior de la Tova, m

θ: Angulo de inclinación de las tolvas,

(°) Obteniéndose el siguiente resultado:

$$A. T = 0.67 - 0.15 \underline{\hspace{2cm}}$$

$$2 * \text{SENO} (45 / \pi)$$

$$A. T=0.25 \text{ m}$$

**Tabla 6 Ficha Técnica**

ANCHO FLOCULADOR	0	0,0	10
------------------	---	-----	----

CAL CADA UNA DE LAS ZONAS		3,33	4
---------------------------	--	------	---

DISEÑO ZONA 1			
NUMERO PANTALLAS	199,86	200	
DISTANCIA ENTRE PANTALLAS O BAFLES	0,05	M	
	10	CONFR	
CALCULO PERDIDAS DE ENERGIA	0,05	M	
VELOCIDAD DE FLUJO	0,01	M/S	
DISTAN LIBRE ENTRE EL EXTE DE LA PANTALLA Y PARED DEL FLOCULADOR	D= 1,5*e		
	0,08		
	0,038		

#### 5.4.7.5 Sedimentador

Estructura con proceso rápido proceso de lodos o partículas pequeñas tiene un volumen de 5.27 m<sup>3</sup>, una longitud real de 2.8 m, un ancho de sedimentación de 2.0 m y una profundidad útil de 2.20 m, este cuenta con

DATOS		
TIEMPO	30	MIN
ALTO H	1	2,5
LARGO	10	M
CONSTANTE	3	

dos (2) tolvas. Se reitera la recomendación de regular ver detalle en el Anexo # 8,9

$$\text{Caudal (Q)} = 6 \text{ L/s} = 0.006 \text{ m}^3/\text{s} = 0.36 \text{ m}^3/\text{min} = 518.4 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Temperatura (T)} = 20^\circ \text{ C}$$

$$\text{Viscosidad Cinemática (v)} = 1,0038\text{E-}06 \text{ cm}^2/\text{s}$$

$$\text{Peso específico (Y)} = 998.23 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Gravedad (g)} = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\# \text{ de unidades (N)} = 1$$

$$\text{Caudal en unidad (Qu)} = 0.001 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Profundidad útil (H)} = 2.2 \text{ m}$$

$$\text{Altura canal y Borde libre} = 0.30 \text{ m}$$

$$\text{Grado de Inclinación de las Placas} = 60^\circ$$

$$\text{Vol. Sed} = \text{Q.D.} * 3.6 * \text{TRH} / 60$$

$$\text{Vol. Sed} = 6 \text{ L/s} * 3.6 * 15.70 \text{ min} / 60$$

La altura total para la estructura de sedimentación se dimensiono de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Sed} = 5.27 \text{ m}^3$$

LRS = Largo real del sedimentador (m)

$$\text{LRS} = \text{LS} + \text{H} * \cos(\text{IP} * \pi/180)$$

$$\text{LRS (m)} = 2.2 \text{ (m)} + 1.20 \text{ (m)} * \cos(60 * \pi/180)$$

$$\text{LRS (m)} = 2.80 \text{ m}$$

#### **5.4.7.6. Velocidad del Sedimentador (VS)**

$$\text{VS (m/s)} = 6 \text{ L s} * 86.4/4.4 \text{ m}^2 * \text{Sen}(60^\circ * \pi/180)$$

$$\text{VS (m/s)} = 136.19 \text{ m/s}$$

#### 5.4.7.7 Volumen de las Tolvas

$$V_L = V_S * \%L$$

Donde:

$V_L$ : Volumen de Lodos m<sup>3</sup>

$V_S$ : Volumen del Sedimentador m<sup>3</sup>

$\%L$ : Tasa de generación de lodos

De la anterior ecuación se obtiene:

$$V_L \text{ (m}^3\text{)} = 5.27 \text{ m}^3 * 20\%$$

$$V_L \text{ (m}^3\text{)} = 1.05 \text{ m}^3$$

$$\# \text{ Tolvas} = LRS / AS * 2$$

Donde:

$LRS$  = Largo real de sedimentador (m)

$AS$  = Ancho de sedimentador (m)

De la anterior ecuación se obtiene

$$\# \text{ Tolvas} = 2.8 \text{ m} / 2 \text{ m} * 2$$

$$\# \text{ Tolvas} = 2$$

$$V_T \text{ (m}^3\text{)} = V_L \text{ (m}^3\text{)} \# \text{ Tolvas}$$

$$V_T \text{ (m}^3\text{)} = 1.05 \text{ m}^3 * 2$$

$$V_T \text{ (m}^3\text{)} = 0.39 \text{ m}^3$$

$$AST = LRS * / \# \text{ Tolvas}$$

Donde:

AST=Área Superior de la Tolva, m<sup>2</sup>

LRS= Largo real de Sedimentador, m.

W= Ancho de Sedimentador, m.

De la anterior ecuación se obtiene:

$$AST \text{ (m}^2\text{)} = 2.8 \text{ m} * 2.0 \text{ m} / 2$$

$$AST \text{ (m}^2\text{)} = 2.8 \text{ m}^2$$

Finalmente se calcula la altura de las tolvas, a través de la siguiente ecuación:

$$AT = VT * 3 / AST + AIT + \sqrt{AST * AIT}$$

Dónde: AT= Altura de las Tolvas (m)

VT= Volumen de la tolva (m<sup>3</sup>)

AST= Área parte Superior de la Tolva (m<sup>2</sup>)

AIT=Área parte Inferior de la Tolva (m<sup>2</sup>)

$$AT \text{ (m)} = 0.53 \text{ m}^3 * 3 / 2.8 \text{ m}^2 + 0.09 \text{ m}^2 + \sqrt{2.8 \text{ m}^2 * 0.09 \text{ m}^2}$$

$$AT \text{ (m)} = 0.35 \text{ m}$$

Se cuenta con los siguientes valores:

Longitud Canales: 2.2 m

Número de Canales: 4

No. De Orificios/m: 5

Velocidad en el Orificio: 0.8 m/s

Borde Libre Canaleta: 0.10 m

Teniendo en cuenta que cada uno de los canales cuenta con 2.2 m; los tres canales cuentan con una longitud total de 17.6 m; adicionalmente teniendo como precedente que se estima un total

de 5 orificios por cada metro; enseguida, se implementa la ecuación para conocer el número total de orificios.  $LTV=Lcan(m) \cdot N \cdot 2$

Donde:

LTV: Longitud de Vertederos (m)

Lcan: Longitud del canal (m)

N: Número total de canaletas

$$LTV=2.2 \cdot 4 \cdot 2=17.6 \text{ m}$$

A continuación, se calcula la totalidad de los orificios:

$$T.O.=L.V (m) \cdot N.O. /m$$

Donde T.O.= Totalidad de Orificios

LV= Longitud de vertedero (m)

N. O= Numero de Orificios.

De la anterior expresión se obtienen los siguientes resultados

$$T.O.=17.6 \text{ m} \cdot 5/ \text{ m}$$

$$T.O.=88 \text{ Orificios}$$

#### ***5.4.7.8 Caudal por Orificio***

Una vez conocido el número total de orificios, seguidamente se calcula el caudal por orificio, a través de la correspondiente ecuación:

$$QPO. = Q.D. T.O$$

Donde

QPO=Caudal por orificio (LPS)

QD=Caudal de diseño (LPS)

T.O.= Numero de Orificios

De la anterior ecuación se obtiene:

$$QPO = 6 \text{ L s} / 88$$

$$QPO = 0.07 \text{ L/s}$$

#### **5.4.7.9 Carga por Orificio**

Para lograr conocer la carga por orificio es necesario conocer la velocidad por orificio, la cual se adopta como 0.8 m/s; por lo tanto, esto permite calcular el caudal por orificio, se procede a calcular la carga por orificio, a través de la siguiente ecuación:

$$CPO = V^2/2 * g$$

Donde

C.P.O.= Carga por Orificio, m

V= Velocidad por Orificio. M

g= Gravedad. M/s<sup>2</sup>

$$CPO = (0.8 \text{ m s})^2 / 2 * 9.81 \text{ m s}^2$$

De la cual se obtiene:

$$CPO = 0.033 \text{ m}$$

Altura Crítica del Canal de Salida para lograr establecer la altura total de canal; debe tenerse en cuenta la siguiente ecuación:

$$AYcL \text{ (m)} = (CC / 1000)^2 * ((Bc / Yc) * CL)^2 * g / 1.5$$

Donde

AYcL= Altura Yc Lavado, m

CC= Caudal por Canaleta, m<sup>3</sup> /s

$(Bc/Yc) * CL$ =  $(Bc/Yc)$  del Canal de Lavado, adimensional

g= Fuerza Gravitacional m/s<sup>2</sup>

Teniendo en cuenta la ecuación anterior, se aclara que el valor de  $B_c/Y_c$  del canal de lavado adoptado es 2, y que el caudal por canaleta se calcula a través del cociente entre el caudal para el diseño del desarenador y el número de canaletas adoptadas, Por lo tanto, de la anterior expresión se obtiene lo siguiente:

$$AYcL (m) = (1.07 (L s^{-1}) / 1000) \cdot 2 \cdot (2 \cdot 2 \cdot 9.81 \text{ m s}^{-2})^{1.5}$$

$$AYcL (m) = 0.031$$

#### **5.4.7.10      *Altura total del Canal de Salida***

Una vez obtenido este valor es posible calcular la altura total del canal, a través de la siguiente ecuación

$$ATC(m) = CPO(m) + AYcL (m) + CVL (m) + BLC (m)$$

Donde

ATC= Altura total de canal, m

CPO= Caudal por Orificio, m

AYcL= Altura  $Y_c$  de Lavado, m

BLC= Borde libre de la canaleta, m

De la anterior expresión se obtiene el siguiente resultado

$$ATC(m) = 0.033 \text{ m} + 0.033 \text{ m} + 0.033 \text{ m} + 0.10 \text{ m}$$

$$ATC(m) = 0.20$$

#### **5.4.7.11      *Altura Total del Sedimentador***

Una vez se obtiene el largo real del sedimentador; se ha calcula la altura total de sedimentador, la cual se calcula mediante esta ecuación:

$$H_{total} = AP + ADE + AT + ALC$$

Donde:

$H_{total}$ = Altura Total de sedimentador (m)

AP= Altura de Placas (m) = 1.04 m

ADE= Altura Ducto de Entrada (m)

AT= Altura de las Tolvas (m)

ALC= Altura Libre del Canal (m) = 0.30m

Teniendo todos los anteriores valores, se procede a determinar la altura total del sedimentador, la cual está determinada por la ecuación

$H_{total}(m) = 1.04 \text{ m} + 0.20 \text{ m} + 0.35 \text{ m} + 0.30 \text{ m}$

$H_{total}(m) = 1.89 \text{ m}$

**Tabla 7 Calculo del caudal**

Q	M3/S	L/ S	M3/d
CAUDAL UNITARIO	0,050	50	4320
ÁREA DEL SEDIMENTADOR	173	M2	
AS			
ANCHO SEDIMENTADOR	2,7	M	
B			
LONGITUD	3	M	
L			
TIEMPO DE RETENCIÓN	0,2	4,8	
TRH	d	h	
VEL. HORIZONTAL FLUJO	2898	3,35	
VH	M/d	Cm/ s	

VERTEDERO DE SALIDA	1610,0	
TOMANDO UN ANCHO DE	M3/ S*m	
CANAleta DE 0.3 SU CAUDAL	4320,6	0,050
SERÁ:	m3/d	m3/s
PROFUNDIDAD LÁMINA	0,0001	

Fuente: elaboración propia

#### 5.4.7.12 *Filtro*

Hace parte del proceso de la planta de agua potable que la función es retirar las partículas

0,006	M3/S	6
235	M3/M2*d	

M3/d	
518	
1	Filtros
517	6
M3/d	L/S
2,20	M2
1	M
3	M

### 5.4.7.13 *Dosificador de cloro*

La dosificación del cloro es muy importante para la potabilización esta se utiliza 1 ml por cada litro, la mezcla se realiza con cloro de 65% a un tanque de 500 litro de agua y 39 kilos de cloro para mantener la dosificación de 5.000 partes por millón También maneja una dosificación de cloro de 1 ml por 1 litro de agua en una concentración del 5 % de cloro que significa 5.000 por 1.000.000 o un milímetro por litro, realizando una mezcla homogénea de 78 kilos de cloro por 1.000 litros de agua y una estructura metálica para proteger los procesos de la planta.

**Tabla 8 caudales y concentración**

	CAUDAL	0,006	M3
	CONCENTRACION	0,8	
	K	59	Tabla
	H	2	M
T	TIEMPO DE CONTACTO	73,750	Minutos
C	CAPACIDAD DE CLORADORES	415	Kg/dia
V	VOLUMEN DEL TANQUE	26,55	m3
A	DIMENSIONAMIENTO DE LONGITUD	13	
B	DIMENSIONAMIENTO DE LONGITUD	3	M
L	DIMENSIONAMIENTO DE LONGITUD	5	M

Fuente: elaboración propia

### 5.4.7.14 *Tanque de almacenamiento*

Estructura realizada con el cálculo de caudal máximo para manejar un stop de agua potable para reparación mantenimiento para este diseño se maneja unas medidas de ancho 10 metros de largo 10.50 metros y una altura de 5.5 metros capacidad máxima 525 M3

Tabla 9 capacidad de almacenamiento

Q	0,15	M3/S	152 L/S
Tasa normal (CS)	235	M3/M2*d	

	M3/T		
M3	525		
N	1	Filtros	
DIMENSIONES DE FILTRO	525	6	
LONGITUDES	METROS	UNIDAD	
H	5,00	M	
ANCHO	10	M	M3
LARGO	11	M	525

Fuente: elaboración propia

#### 5.4.7.15 *Sensor de caudal*

Equipo electrónico con capacidad de medir un caudal en m<sup>3</sup> o en litros que permite llevar el control por segundo, horas, días, meses y años y se adquiere según su necesidad y diámetro de tubería en este proyecto se utilizara 1 de 3" para tener el caudal en la planta en un tablero digital

Este proyecto realizado de acuerdo con la normatividad de potabilización de RAS 2000 cumple con parámetros y estándar de calidad para mejorar la calidad de vida de los habitantes de este lugar, se inició por la caracterización del agua para poder tener herramientas necesarias para poder plasmar en el diseño de la planta de agua potable

Este es el reto y el objetivo más importante de toda la comunidad, el gobierno ha implementado tanto campañas de capacitación como a destinado recursos y reglamentación al igual que comparendos y multas para los municipios que no se acojan a estas normativas que pretenden mitiga un poco el impacto negativo del cambio climático.

Tener acceso a agua potable es base fundamental para el desarrollo de una comunidad sana y por ende prospera, volviéndola un objetivo primordial por ello entre los diversos métodos para tratar dicho recurso nuestra planta cuenta con no solo un diseño de calidad, sino que con materiales como filtros hechos de materiales con la capacidad de absorber cualquier tipo de partícula contaminantes por pequeña que sea , como lo es el filtro de carbón activado el cual por su diseño que tiene millones de agujeros minúsculos capturen y rompan las moléculas de los agentes externos contaminantes.

#### ***5.4.8 Hidrología Cerro del tabor:***

El Cerro del Tabor está ubicado a 12.8 kilómetros del casco urbano de la comunidad del Municipio de Pulí cuenta con los siguientes datos: Latitud: 4.75929, longitud: -74.68459 que se encuentran en los datos bajo el acuerdo 38 del 18 de octubre del 2005 y afirma que el caudal mínimo en escases de lluvias es de 40 litro sobre segundo (40 L/s) que la hace parte de la reserva forestal y hídrica por la CAR para la población de Pulí, San Juan de Rioseco, Beltrán son municipios de Cundinamarca es protección ambiental

Humedad Relativa: La humedad relativa media anual presenta una distribución variable en comparación con la temperatura. En el Municipio los valores fluctúan entre el 65.1 al 70%. precipitación: 1270-1800 mm anuales.

Evapotranspiración: Las variaciones de la evaporación están directamente relacionadas con el comportamiento de las lluvias, se observa un promedio entre 1270 a 1800 mm/anales. Fuente: Slideshare [En Línea]. Dia de acceso 22 de octubre de 2022. Disponible. Mayormente nublado

Según el ARTÍCULO 1. Modificar el artículo 6 de la Resolución 0330 de 2017, el cual quedará así: “ARTÍCULO 6. Articulación de los proyectos de acueducto, alcantarillado y aseo con los planes o esquemas de ordenamiento territorial, los planes ambientales, regionales y sectoriales

**Tabla 10 Cerro Del Tabor del Municipio de Pulí 22°**

Índice máx.	UV	3 moderado	Presión	↑ 1011 mb
Viento		SO 12 km/h	Nubosidad	89 %
Caudal		37 L/S	Visibilidad	16 km
Humedad Punto de rocío		69 % 17° C	Techo de nubes	9100 m

Fuente: tomado de <https://www.accuweather.com/es/co/puli/108250/current-weather/108250>

## 5.5 Población de diseño

Se aportan de los datos suministrados por la Alcaldía Municipal de Pulí es verificada con los datos que suministra Sisbén y planeación Nacional y el Dane para que los datos tengan una fuente real que son 1680 habitantes entre el casco urbano y los habitantes que se benefician con el proyecto y a futuro proyectada a 25 años para el 2048 se está beneficiando a 2083 habitantes el cual se utilizó el método por proceso geométrico

Año de proyección	Proyección de Población
2023	1680
2024	1688
2025	1704
2026	1720
2027	1736
2028	1753
2029	1769
2030	1788
2031	1808
2032	1824
2033	1840
2034	1856
2035	1872
2036	1888
2037	1904
2038	1920
2039	1936
2040	1952
2041	1968
2042	1984
2043	2000
2044	2018

2045	2035
2046	2051
2047	2067
2048	2083

**Tabla 11 cálculo de población Geométrico**

AÑO	HABITANTES	R	K	ALTURA	ARITMETICO	GEOMETRICO	EXPONENCIAL
1975	1350	0,001	0,001	1270M	1852	2083	1673
2003	1400	0,018	0,018				
2005	1450	0,007	0,007				
2010	1500	0,007	0,007		4,763959818 L/seg		
2015	1550	0,021	0,021				
2018	1650	0,003	0,003				
202	1660	0,004	0,004				
2023	1680						

0,009	0,009
-------	-------

Fuente: Resolución 0330 de 2017

Se entrega evidencia de información suministrada por servipuli empresa de servicios públicos de Pulí

**Tabla 12 Datos población servipuli**

<b>INFORMACION GENERAL</b>	
Municipio	: Pulí
Localidad	: Area urbana del municipio
Nombre del Prestador	: SERVIPULI S.A. E.S.P.
Altura sobre el nivel del mar	: 1290
Año Base	: 2016
Tasa de crecimiento poblacional ponderada	: 4%
Tasa Interna de Retorno	: 3%
Incremento del IPC Diciembre de 2016	: 5,75%
Poblacion Total	: 1644
Habitantes por hogar	: 4
Número total de viviendas	: 450
Número total de suscriptores Acueducto	: 411
Número total de suscriptores Alcantarillado	: 156
Eficiencia en el recaudo	: 75%
Cobertura de Micromedición	: 100%
Cobertura actual del servicio	: 91%
Pérdidas reales del sistema	: 30%
Pérdidas admitidas por la CRA para el cálculo tarifario	: 25%
Dotación Neta L/hab/día	: 130
Consumo estimado M3	: 17

Fuente: documento suministrado por servipuli

### 5.5.1 Caracterización de la población

Colombia es un país rico en fuentes hídricas de las cuales, un muy alto porcentaje de este recurso llega a las población en condiciones no aptas para su consumo en el caso cuando llega en otros las poblaciones de ven obligadas a recurrir kilómetros para acceder a este y aun así no siempre es acto para su consumo , Pulí Cundinamarca población de estudio , cuenta con 1.680

habitantes al 2022 , de los cuales nuestra población objeto es la del casco urbano con un número de habitantes de 1.680, y con una proyección a 25 años de 2083 habitantes.

### 5.5.2 Caudales de diseño

#### 5.5.2.1 Dotación Neta Máxima

En la operación de diseño se asigna el nivel de complejidad de 130 L/había, en base a la posición geográfica de la fuente de abastecimiento y su topografía del área de estudio para así establecer que se encuentra a una altitud de 1270 m.s.n.m de la zona atendida. Como el valor se encuentra > 2000 m.s.n.m. se asume esta dotación. (Aguas, 2016)

Tabla 13 Dotación neta máxima sobre nivel del mar

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB DÍA)
>2000 m.s.n.m.	120
1000-2000 m.s.n.m.	130
<1000 m.s.n.m.	140

Fuente: Resolución 0330 de 2017 RAS 2000

### 5.5.3 Dotación Bruta

Expresada según el diseño de cada uno de sus componentes del sistema del diseño se tendrá que calcular de acuerdo a la siguiente expresión: (Aguas, 2016)

$$d_{Bruta} = d_{neta} / (1 - \%P)$$

### 5.5.4 Diseño para un Caudal ( $Q_{md}$ ) medio.

Se realiza con los datos obtenidos por la investigación con la siguiente formula

$Q_{md} = P * bruta / 86400$  siendo el caudal medio diario o L/s y P su población del proyecto determinada en Habitantes por día

### 5.5.5 Diseño del caudal Máximo Diario (QMD)

Se toma por un periodo de tiempo de 24 horas, para establecer el caudal mayor generado por diario, correspondiente hacer el ejercicio por el resultado del caudal medio diario y nos da como resultado K1 consumo por día de la población proyectada (guia-de-diseño, 2005)

$$\text{Formula QMD} = \text{Qmd} * \text{K1}$$

**Tabla 14 Caudales de diseño**

<b>COMPONENTE</b>	<b>CAUDAL DE DISEÑO</b>
Captación fuente superficial	Hasta 2 veces QMD
Captación fuente subterránea	QMD
Desarenador	QMD
Aducción	QMD
Conducción	QMD
Tanque	QMD
Red de Distribución	QMH

Fuente: elaboración propia

Tabla 15 Tecnología de tratamiento de potabilización

TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO  CONTAMINANTE QUE SE VA A REMOVER	Aeración	Coagulación + Floculación + Sedimentación	Filtración Convencional	Ablandamiento	Oxidación Química	Microfiltración	Ultrafiltración	Nanofiltración	Ósmosis Inversa	Electrodialisis Inversa	Intercambio Iónico	Filtración por adsorción	Filtración optimizada
	<b>Características físicas</b>												
Color aparente		X	X		X	X	X	X	X			X	X
Olor y sabor	X				X							X	
Turbiedad		X	X			X	X						X
Sólidos disueltos totales		X	X			X	X		X	X	X		X
<b>Características químicas inorgánicas</b>													
Antimonio									X	X			
Arsénico		X	X	X					X	X	X	X	X
Bario				X					X	X	X		
Cadmio		X	X	X					X	X	X		X
Cianuro libre y disociable					X								
Cloruros							X		X	X			
Cobre		X		X					X		X		
Cromo		X	X	X					X	X	X		X
Dureza				X				X	X	X	X		
Fluoruros				X					X	X		X	
Fosfatos			X						X			X	X
Hierro	X	X	X	X	X						X		X
Manganeso	X	X	X	X	X						X		X
Mercurio				X					X	X			
Molibdeno												X	
Níquel				X					X	X	X		
Nitratos									X	X	X		
Nitritos									X	X	X		
Piomo		X							X		X		
Selenio		X							X	X	X	X	
Sulfatos									X	X	X	X	
Trihalometanos Totales	X				X			X	X	X	X	X	
Zinc				X					X	X	X		
<b>Características químicas orgánicas</b>													
Carbono Orgánico Total		X				X	X	X	X				X
Pesticidas/Herbicidas								X	X				X
Orgánicos sintéticos									X				X
Orgánicos volátiles	X											X	
<b>Características microbiológicas</b>													
Escherichia Coli			X			X	X						X
Giardia y Cryptosporidium						X	X						X

Fuente: Resolución 0330 de 2017 RAS 2000

## Ilustración 2 Reporte de resultados de laboratorio

**AGUASLAB S.A.S**  
Laboratorio Control de Calidad

**REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. 2022 - 2903**

Girardot Septiembre 30 de 2022

DATOS DEL CLIENTE			
MUNICIPIO	PULÍ, CUNDINAMARCA	NIT	1069154047-9
ENTIDAD	MARTÍN MARTÍNEZ		
DIRECCIÓN DIRIGIDO A	Pulicito MARTÍN MARTÍNEZ	TEL :	3135782040
		CARGO	Representante Legal

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			
TIPO DE MUESTRA	: AGUA CRUDA	FUENTE	Qda. Cetro El Tabor
LUGAR DE MUESTREO	: Pulí, Cundinamarca	HORA	: 11:08 AM
FECHA DE MUESTREO	: Septiembre 25 de 2022	CARGO	: Cliente
MUESTREO POR	: Manuel Bernal	HORA	: 4:05 p. m.
FECHA RECEPCIÓN LAB	: Septiembre 25 de 2022		
FECHA DE REPORTE	: Septiembre 30 de 2022		

RESULTADOS FISICOQUIMICOS					
CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL AGUA	METODO ANALITICO	FECHA DE ANALISIS	VALOR REFERENCIA RESOLUCION 2115 / 2007	UNIDADES	RESULTADOS
p.H.	Electrométrico	25-09-2022	6,5 a 9,0	UNIDADES	7,3
COLOR	Espectofotométrico	25-09-2022	Menor ó igual = a 15	UPC	28
TURBIEDAD	Nefelométrico	25-09-2022	Menor ó igual = a 2	NTU	3,5
CLORUROS	Titulométrico	25-09-2022	Hasta 250	mg/ L Cl	4
SULFATOS	Turbidimétrico	25-09-2022	Hasta 250	mg/ L SO4	1
FOSFATOS	Colorimétrico	25-09-2022	Hasta 0.50	mg/ L PO4	0,12
NITRITOS	Colorimétrico	25-09-2022	Hasta 0.1	mg/ L NO2	0,003
HIERRO TOTAL	Colorimétrico	25-09-2022	Hasta 0.3	mg/ L Fe	0,10
ALCALINIDAD TOTAL	Titulométrico	25-09-2022	Hasta 200	mg/ L CaCO3	12
DUREZA TOTAL	Titulométrico	25-09-2022	Hasta 300	mg/ L CaCO3	16
NITRATOS	Colorimétrico	25-09-2022	Hasta 10	mg/ L NO2	1
MANGANESO	Colorimétrico	25-09-2022	Hasta 0,5	mg/ L Mn	0,08
CONDUCTIVIDAD	Electrométrico	25-09-2022	Hasta 300	mg/ L $\mu$ S/cm	15

RESULTADOS BACTERIOLOGICO				
BACTERIOLOGICO	FECHA DE ANALISIS	VALORES DE REFERENCIA RESOLUCION 2115 / 2007	UNIDADES	RESULTADOS
COLIFORMES TOTALES	25-09-2022	0 U.F.C / 100 ml	U.F.C / 100ml	1680 U.F.C / 100 ml
ESCHERICHIA COLI	25-09-2022	0 U.F.C / 100 ml	U.F.C / 100ml	120 U.F.C / 100 ml

\* UFC = Unidades Formadoras de Colonias.  
Valores de referencia para agua potable

*Carmen Adriana López Murcia*  
CARMEN ADRIANA LÓPEZ-MURCIA  
Bacterióloga  
Ref: 63330875

*Edilberto Barragán*  
EDILBERTO BARRAGÁN  
Bioquímico  
Ref: 073383

LABORATORIO AUTORIZADO SEGÚN RESOLUCIÓN 172 / 2022 Y PARTICIPANTES DEL PROGRAMA PICCAP  
FIN DEL REPORTE

CII 21 No. 12 - 26 B/ Sucre \* Girardot  
313 210 0359 - 835 2223  
contacto@aguaslab.co

## RESULTADOS

### **5.1. Establecer la caracterización de la calidad del agua de la fuente de diseño de la planta de agua potable**

#### **5.1.1. Muestra de caracterización.**

Por medio de la muestra de caracterización se logra obtener los resultados del agua de la quebrada del tabor del municipio de Pulí Cundinamarca, de la cual se va obtener el abastecimiento del servicio de agua potable para el casco urbano del municipio y determinar que procedimientos se deben llevar a cabo para hacerla potable.

#### **5.1.2. población de diseño y caudal**

Dentro del trabajo realizado se elige el método geométrico para la investigación de la problemática de abastecimiento de agua potable del municipio de Pulí (casco urbano), teniendo en cuenta que este método es el más adecuado ya que sus resultados como, el de la definición de la población de muestra se da ya que dichos resultados se basan en los datos obtenidos de la plataforma Sisbén para contabilizar datos y establecer estadísticas de la población de muestra.

Mediante la investigación realizada durante la visita técnica y de inspección, se realiza unas comparativos con la tabla de datos trabajados por los estudiantes y que cumplen con la normatividad la (res 0330).

Se continua con el proceso la conducción del agua cruda con una distancia de 12.8 kilómetros con una tubería PVC de 3" (pulgadas) RED 21 con una pendiente del 2% para ello el nivel se lo permite por la topografía del terreno llega a la parte más alta de la cabecera municipal cuyo barrio es llamado Villa Martha donde está ubicada la Ptap que incumple los siguientes mezcla Rápida por Canaleta Marshall no tiene este proceso por el cual se debe modificar según la estudios y diseños realizados para que cumpla los parámetros de diseño (RES 0330) y se sigue

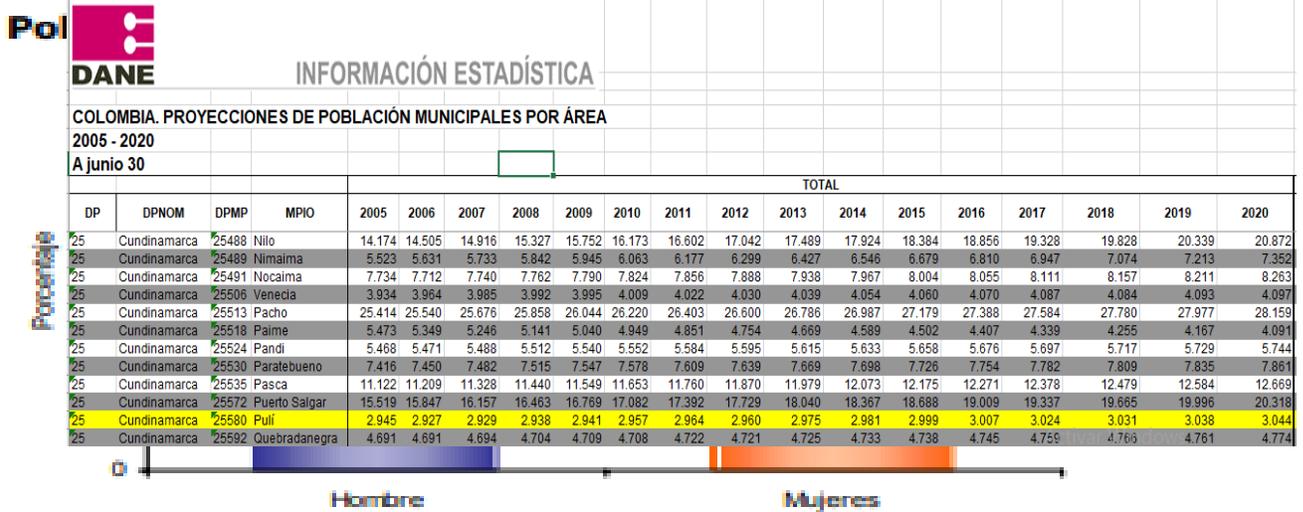
evidenciando fallas en el proceso como lo es floculación estructura muy pequeña y no hace bien la mezcla para que flocule muy bien el agua a tratar como se evidencia en la foto y en épocas de lluvia no alcanza hacer el proceso y de ven los resultado en el agua tratada, se hace cambio en la planta se diseñan unos tanques verticales respetando los parámetros del diseño vale aclarar que cumple (RES 0330).

**Tabla 16 Población servipuli**

<b>INFORMACION GENERAL</b>	
Municipio	: Pulí
Localidad	: Area urbana del municipio
Nombre del Prestador	: SERVIPULI S.A. E.S.P.
Altura sobre el nivel del mar	: 1290
Año Base	: 2016
Tasa de crecimiento poblacional ponderada	: 4%
Tasa Interna de Retorno	: 3%
Incremento del IPC Diciembre de 2016	: 5,75%
Poblacion Total	: 1644
Habitantes por hogar	: 4
Número total de viviendas	: 450
Número total de suscriptores Acueducto	: 411
Número total de suscriptores Alcantarillado	: 156
Eficiencia en el recaudo	: 75%
Cobertura de Micromedición	: 100%
Cobertura actual del servicio	: 91%
Pérdidas reales del sistema	: 30%
Pérdidas admitidas por la CRA para el cálculo tarifario	: 25%
Dotación Neta L/hab/día	: 130
Consumo estimado M3	: 17

Fuente: servipuli

**Ilustración 3 poblacion por sexo**

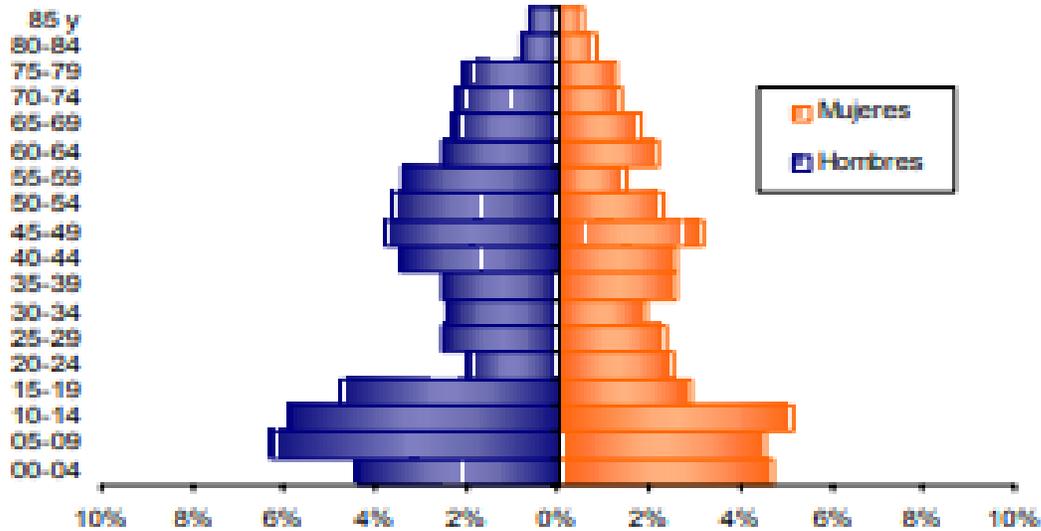


Del total de la población de Pulí el 55,5% son hombres y el 44,5% mujeres.

Fuente: elaboración propia

Ilustración 4 estructura por sexo y grupos de edad

### Estructura de la población por sexo y grupos de edad



Se evidencia:  
 • Efecto de la migración por sexo y edad.

Fuente: elaboración propia

Ilustración 5 Proyección de la población

DANE		INFORMACIÓN ESTADÍSTICA														
COLOMBIA. PROYECCIONES DE POBLACIÓN MUNICIPALES POR ÁREA																
2005 - 2020																
A junio 30																
CABECERA																
MPIO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
531 Cundinam	25513	Pacho	13.497	13.681	13.865	14.051	14.237	14.424	14.613	14.802	14.992	15.184	15.376	15.569	15.763	15.958
532 Cundinam	25518	Paime	531	524	519	513	507	501	494	487	481	475	468	460	454	447
533 Cundinam	25524	Pandi	1.015	1.018	1.023	1.029	1.036	1.040	1.047	1.051	1.056	1.060	1.066	1.070	1.075	1.079
534 Cundinam	25530	Paratebuena	2.073	2.108	2.140	2.174	2.206	2.237	2.269	2.299	2.329	2.359	2.387	2.415	2.443	2.470
535 Cundinam	25535	Pasca	2.550	2.576	2.610	2.641	2.671	2.700	2.730	2.759	2.789	2.814	2.841	2.867	2.895	2.921
536 Cundinam	25572	Puerto Salgar	11.267	11.558	11.835	12.110	12.383	12.662	12.937	13.232	13.506	13.791	14.070	14.348	14.630	14.910
537 Cundinam	25580	Pulí	589	597	605	613	621	628	635	642	649	656	662	668	674	680
538 Cundinam	25592	Quebradanegra	358	361	365	369	372	374	378	380	382	384	386	388	390	391
539 Cundinam	25594	Quetame	1.348	1.377	1.407	1.435	1.464	1.491	1.517	1.541	1.565	1.588	1.609	1.629	1.648	1.668
540 Cundinam	25596	Quipite	694	691	689	686	684	682	681	679	678	677	676	675	675	675
541 Cundinam	25599	Apulo	3.152	3.151	3.151	3.151	3.151	3.151	3.150	3.150	3.151	3.151	3.151	3.151	3.151	3.152
542 Cundinam	25612	Ricaurte	3.430	3.536	3.649	3.754	3.855	3.953	4.051	4.145	4.230	4.319	4.394	4.470	4.537	4.599

Fuente: Departamento Administrativo Estadístico D.A.N.E.

## 5.2. Diagnosticar las condiciones actuales del sistema de agua potable existentes en el municipio de Pulí- Cundinamarca

### 5.2.1. Diagnóstico de las unidades

Se realizó una serie de visitas técnicas y un tabla de cálculos para poder dar un diagnóstico general al Ptap e identificar que está fallando para mejor y remediar a través de los datos obtenidos por el grupo de trabajo de los estudiantes de la universidad, se hizo todo un proceso de verificación a cada una de las estructuras halladas para poder determinar y evidenciar que estructuras existen y cuales cumplen o no con los parámetros, como lo son canaleta parshall que no existe para la mezcla rápida y las otras estructuras como son floculador y sedimentador que son muy pequeñas ya no cumplen para los 6 L/S como lo menciono el resto si cumplen con los cálculos realizados.

Se evidencia que el recurso hídrico de 40 L/s el caudal a suministrar son 6 L/S Planta con la cual cuenta el municipio de Pulí

### 5.2.2. Bocatoma

La Bocatoma actual cuenta con una capacidad de 6 L/S que van destinados para la Ptap, vale la pena resaltar que este estudio fue realizado en época de verano para mayor seguridad y evitar tener problemas a futuro con el caudal a suministrar, se observa que si nos cumple y no hay

inconvenientes con este proceso la estructura que cumple con los parámetros de diseño según el cálculo realizado la medida es de 0,07cm x 0,6 cm y ella es de 70cm x 60cm si cumple con la verificación del cálculo no hay que cambiarla solo mantenimientos preventivos

**Tabla 17 Diseño canaleta Marshall**

DISEÑO REJILLA		
ALTURA REJILLA	0,07	M
BASE	0,6	M
AREA	0,045	M2
VELOCIDAD	0,157	M/S

Fuente: Res0330 2017

En cuanto a captación, el estudio nos arroja que se está cumpliendo, según el caudal de diseño.

**Ilustración 6 evidencias del caudal**



Fuente: Imagen 1 y 2 Fuente propia

### 5.5.6 *Desarenador*

Es el encargado de la separación de las arenas, el desarenador existente cumple con su función, pero requiere de algunos retoques más estéticos que le den mejor presencia visual al momento de alguna visita por parte de entes de Regulación.

**Ilustración 7 Desarenador**



Fuente: autoría propia

Desarenador que manejan también cumple su función según el estudio realizado y la tubería 3" RED21 que trasporta el líquido desde el desarenador hasta la canaleta con una distancia que de 12,8 kilómetros cumple con los estándares de calidad y el caudal correcto para el funcionamiento

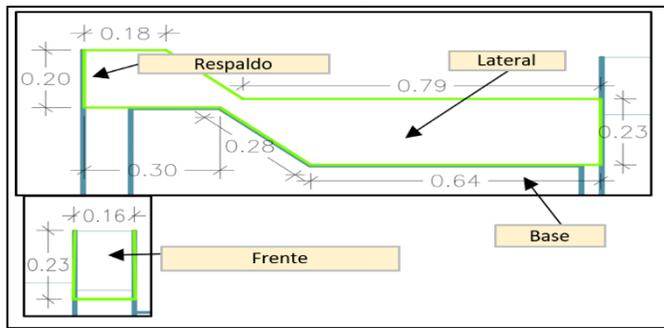
### 5.5.7 *Canaleta parshall*

La estructura y los procesos en la planta no cuenta con una canaleta parshall, el estudio propone dicha canaleta ya que es vital para el correcto funcionamiento del proceso de separación de partículas pequeñas se realizan por medio de floculación y sedimentador que son los dos procesos de vital importancia para mejorar la calidad.

Imagen ptap pulí



Ilustración 8 Canaleta parshall



Fuente: ptap pulí

Fuente: elaboración propia

Ilustración 9 diseño canaleta parshall

Tipo de mezclador	Rango de Gradiente de velocidad medio	Tiempo de mezcla
Hidráulico	1000 s-1 – 2000 s-1	< 1 s
Mecánico	500 s-1 – 2000 s-1	< 60 s

Fuente: Res0330

Su función es la de realizar la mezcla rápida y medir el caudal de llegada, que es importante optimizar el proceso y cumplir a cabalidad con el servicio y la norma.

### 5.5.8 Floculación

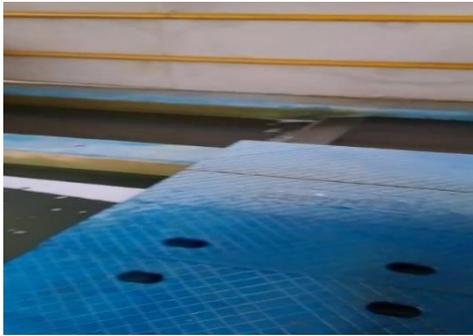
Para la debida floculación se debe diseñar y hacer nuevamente ya que la que existe no cuenta con ella, es necesaria ya que permite eliminar y aislar las partículas pequeñas innecesarias que impiden la optimización y calidad del producto o servicio.

**Ilustración 10 Floculación**



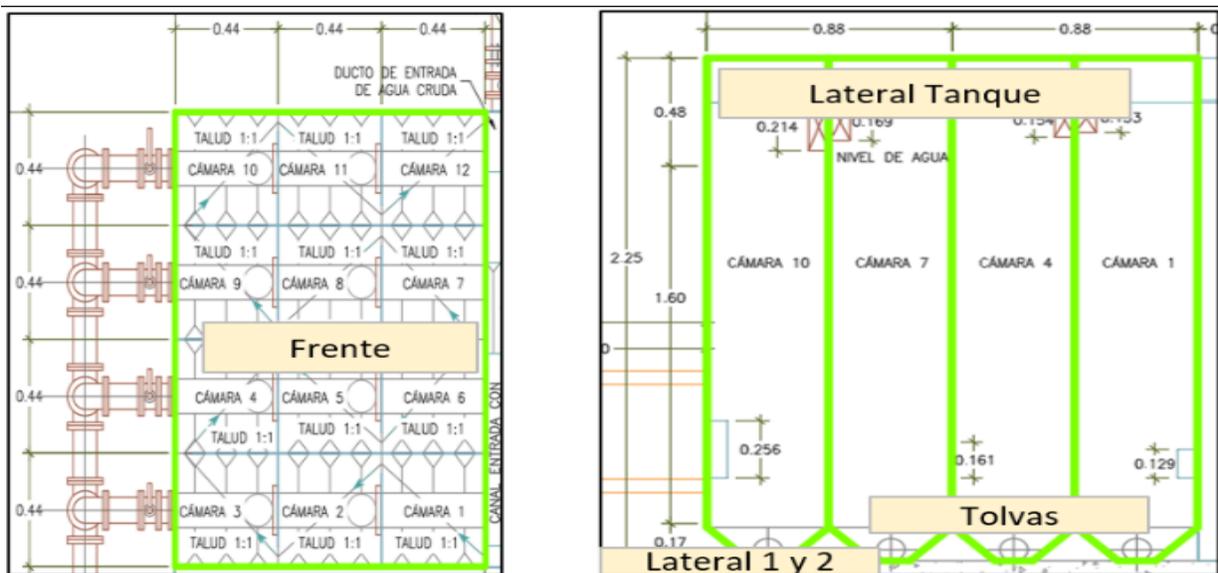
Fuente: ptap puli

**Ilustración 11 floculación prueba 2**



Fuente: Imagen 3 y 4 elaboración diseño (cumple los parámetros según tabla de diseño)

**Ilustración 12 Parámetros del diseño**



Fuente: elaboración propia

Tabla 18 Tabla gradiente velocidad

DATOS DISEÑO ZONA						
GRADIENTE						
VELOC	50	SEG	35	SEG	25	SEG
VISCOSIDAD						
DINA	0,00103	Pa*s				
PESO						
ESPECIFICO	1000	kg/m <sup>3</sup>				
F	0,8					
AREA	1	M				

Fuente: elaboración propia

DISEÑO ZONA 1		
NUMERO PANTALLAS	199,86	200
DISTANCIA ENTRE PANTALLAS O BAFLES	0,05	M
	10	CONFR
CALCULO PERDIDAS DE ENERGIA	0,05	M
VELOCIDAD DE FLUJO	0,01	M/S
	D= 1,5*e	

DISTAN LIBRE ENTRE EL EXTE DE LA PANTALLA Y PARED DEL FLOCULADOR	0,08
	0,038

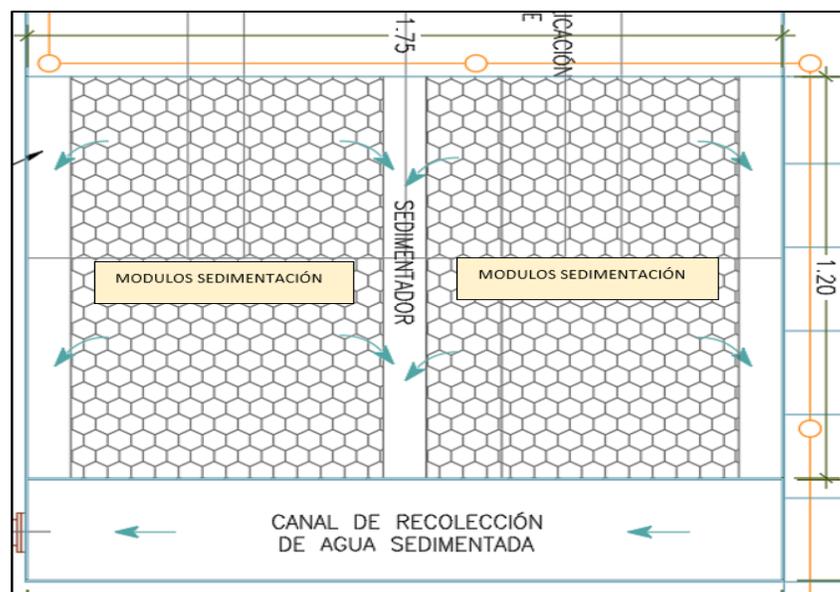
### 5.5.9 Sedimentador

Tabla 19 Tabla de diseño floculación

Fuente: elaboración propia

fue puesto a prueba y no cumple con las medidas ni con el caudal para ello primero se le hicieron pruebas del con el caudal porcentaje de agua y sale con mucho sedimento

Ilustración 13 Mapa de recolección de agua sedimentada



Fuente. Elaboración propia

Ilustración 14 canal de aguas sedimentadas



Fuente. Ptap pulí

Tabla 20 Calculo de sedimentación

N° SEDIMENTADORES	10		
Qt	1	M3/S	150 L/S
q	25	M3/M2*d	
L/B	6		
H	5		
ANCHO CANALETA (AC)	0,0762		
Q	M3/S	L/ S	M3/d
CAUDAL UNITARIO	0,050	50	4320

ÁREA DEL SEDIMENTADOR	173	M2
AS		
ANCHO SEDIMENTADOR	2,7	M
B		
LONGITUD	3	M
L		
TIEMPO DE RETENCIÓN	0,2	4,8
TRH	d	h
VEL. HORIZONTAL FLUJO	2898	3,35
VH	M/d	Cm/ s
VERTEDERO DE SALIDA	1610,0	
TOMANDO UN ANCHO DE	M3/ S*m	
CANALETA DE 0.3 SU CAUDAL	4320,6	0,050
SERÁ:	m3/d	m3/s
PROFUNDIDAD LÁMINA	0,0001	

Fuente: elaboración propia

No cumple los parámetros según tabla de diseño (por turbiedad hay que mejorar la capacidad

### 5.5.10 Filtro

se evidencia tiene que trabajar más y retirando parte de sedimentación, pero en las medidas si cumple la solución más adecuada es mejorar la estructura condición que cumple con la (RES 0330) fue calculado por el grupo de trabajo de la universidad y como se hizo paso a paso el cual nos cumple la filtración y el proceso

7. Determinación del caudal del lavado.

$$Ql = vl / A = 0.014 \text{ m/s} * 6\text{m} * 2 \text{ m} = 0.17 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal de una canaleta es:

$$Q_{lc} = \frac{vl}{4} \quad Q_{lc} = \frac{0.017 \text{ m}^3/\text{s}}{4} = 0.042 \text{ m}^3/\text{s}$$

Asumiendo un ancho de canaleta de 0.3 m, la profundidad de la lámina de agua será:

$$H_o = (0.042 \text{ m}^3/\text{s} / (1.375 * 0.3 \text{ m}))^{2/3} = 0.22 \text{ m}$$

Por lo tanto asumimos una altura de la canaleta de 0.30 m

Fuente: elaboración propia

**Tabla 21** Tabla de caudal

0,006	M3/S	6
235	M3/M2*d	
M3/d		
518		
1	Filtros	
517	6	

M3/d	L/S
2,20	M2
1	M
3	M

Fuente: elaboración propia

**Tabla 22 resultados del caudal**

	CAUDAL	0,006	M3
	CONCENTRACION	0,8	Tabla
	K	59	
	H	2	M
T	TIEMPO DE CONTACTO	73,750	Minutos
C	CAPACIDAD DE CLORADORES	415	Kg/día
V	VOLUMEN DEL TANQUE	26,55	m3
A	DIMENSIONAMIENTO DE LONGITUD	13	
B	DIMENSIONAMIENTO DE LONGITUD	3	M
L	DIMENSIONAMIENTO DE LONGITUD	5	M

### 5.5.11 Cloración y Almacenamiento

Cumple hace bien la mezcla y cumple con el tiempo reglamentario. Cumple se debe realizar es un mantenimiento para garantizar la durabilidad de la estructura y el aspecto físico que es muy importante de entre los parámetros hallados y los de la reglamentación de la norma 0330. Se realiza una tabla de verificación de cada uno de los procesos y como resultado se evidencia fallas en el comparativo.

Tabla 23 clorado y almacenamiento

Q	0,15	M3/S	152 L/S
Tasa normal (CS)	235	M3/M2*d	

	M3/T		
M3	525		
N	1	Filtros	
DIMENSIONES DE FILTRO	525	6	
LONGITUDES	METROS	UNIDAD	
H	5,00	M	
ANCHO	10	M	M3
LARGO	11	M	525

Fuente propia bajo Res 0330

Tabla presupuesto

Costo total para la implementación del diseño y mejoras para la planta de tratamiento de agua potable de Pulí v

## 5.6 Proponer y calcular las modificaciones en el sistema de tratamiento existente en el municipio de Pulí Cundinamarca

## 5.6.1 Costos y presupuestos de diseño y factibilidad de la planta de tratamiento de agua potable

Tabla 24 Análisis de administración y imprevistos- utilidades

ANÁLISIS DE ADMINISTRACIÓN - IMPREVISTOS - UTILIDADES (AIU)						
DISEÑO Y FATIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL MUNICIPIO DE PULI						
			COSTO DIRECTO DE OBRA	\$	8.000.000,00	
			TERMINO DE EJECUCIÓN DE OBRA ( MESES )		2,00	
			FACTOR PRESTACIONAL PERSONAL		1,78	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL CARGO	DEDICACIÓN MES	SALARIO MENSUAL	FACTOR PRESTACIONAL	PLAZO CONSTRUCCIÓN	CANTIDAD DE PERSONAL / DEDICACION / SALARIO / F.PRESTACIONAL / PLAZO
A	B	C	D	E	F	G = A * C * D * E * F
<b>1.1 PERSONAL PROFESIONAL Y ESPECIALISTAS</b>						
1	Director de Obra	10%	\$ 8.000.000	1,78	2,00	\$ 2.848.000,00
	Funciones: (Dirigir, coordinar, verificar la ejecución de todas las actividades de obras en los plazos requeridos por el contratante. Esto incluye la coordinación de todas las áreas técnicas, así como las solicitudes provenientes de la parte administrativa, jurídica, legal y social en los que hubiere necesidad de su participación. Producción de informes de acuerdo a las solicitudes de la entidad contratante. Participación en comités. Entrega de productos, y seguimiento del plan de calidad de la empresa). Debe ser un Profesional de la Ingeniería, con los conocimientos técnicos mínimos necesarios para velar por la adecuada ejecución de la obra en concordancia con los Planos de Proyecto, con las normas Técnicas de Construcción vigentes, con la Planificación estipulada para la ejecución y, en general, con las condiciones acordadas legalmente con el Contratante de la obra.)					
1	Residente técnico de proyect	100%	\$ 4.500.000	1,78	2,00	\$ 16.020.000,00
	Funciones: (Planear, coordinar, verificar la correcta ejecución de todas las actividades de obras en los plazos requeridos por el contratante, de acuerdo con lo establecido en los terminos de referencia, dejar constancia de la correcta ejecución de las obras mediante registro fotográfico. Estará bajo la supervisión del Director de Obra. Debe ser un Profesional de la Ingeniería, con los conocimientos técnicos mínimos necesarios para velar por la adecuada ejecución de la obra en concordancia con los Planos de Proyecto, con las normas Técnicas de Construcción vigentes, con la Planificación estipulada para la ejecución y, en general, con las condiciones acordadas legalmente con el Contratante de la obra.)					
1	COMISION TOPOGRAFICA	25%	\$ 3.500.000	1,78	2,00	\$ 3.115.000,00
	Funciones: (Velar por el replanteo y seguimientos de la ejecución de la obra a nivel de planimetría y altimetría reportando modificaciones a planos y las carteras de la ejecución de todas las actividades de la obra.					
<b>1.2 PERSONAL TÉCNICO Y PERSONAL AUXILIAR TÉCNICO</b>						
1	MAESTRO GENERAL	100%	\$ 4.000.000	1,78	2,00	\$ 14.240.000,00
<b>1.3 PERSONAL ADMINISTRATIVO</b>						
1	Administrador	5%	\$ 3.500.000	1,78	2,00	\$ 623.000,00
1	Contador	5%	\$ 3.500.000	1,78	2,00	\$ 623.000,00
1	Secretaria	5%	\$ 3.000.000	1,78	1,00	\$ 267.000,00
<b>SUBTOTAL COSTOS DE PERSONAL</b>						<b>\$ 37.736.000,00</b>
<b>2. GASTOS OPERACIONALES</b>						
<b>BODEGA Y OFICINA</b>						
	DESCRIPCION			COSTO MES	DURACION MESES	VALOR (\$)
	Arriendo oficina y bodega para personal y atención al público, incluye servicios públicos			\$ 500.000,00	2,00	\$ 1.000.000,00
<b>OTROS GASTOS</b>						
	DESCRIPCION			COSTO MES	DURACION MESES	VALOR (\$)
	Suministro y consumo de servicios Públicos durante la ejecución			\$ 500.000,00	2,00	\$ 1.000.000,00
	Mantenimientos, Equipos, Herramienta			\$ 1.000.000,00	2,00	\$ 2.000.000,00
	Registro Fotografico, Videos, Informes			\$ 2.000.000,00	2,00	\$ 4.000.000,00
	Registro y elaboracion planos record			\$ 1.500.000,00	2,00	\$ 3.000.000,00
	Elaboracion Manuales operación y mantenimiento			\$ 1.000.000,00	2,00	\$ 2.000.000,00
	Gastos de mobiliario, papelería, fotocopias, etc			\$ 1.000.000,00	2,00	\$ 2.000.000,00
	Software/Hardware para obra					\$ -
<b>SUBTOTAL GASTOS OPERACIONALES</b>						<b>\$ 15.000.000,00</b>
<b>TOTAL COSTOS PERSONAL + GASTOS OPERACIONALES POR EL TÉRMINO DE EJECUCIÓN</b>						<b>\$ 52.736.000,00</b>
<b>TOTAL COSTOS PERSONAL + GASTOS OPERACIONALES POR EL TÉRMINO DE EJECUCIÓN EN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO</b>						<b>659,20%</b>
<b>3. IMPUESTOS Y GARANTÍAS</b>						
<b>3.1 IMPUESTOS</b>						
	DESCRIPCIÓN ( Debe estar certificado por la secretaría de Hacienda Municipal)			VR. BASE	IMPUESTO %	VALOR (\$)
	RETENCION DE ESTAMPILLA PRO ANCIANO			#REF!	4,00%	#REF!
	RETENCION DE ESTAMPILLA PROCULTURA			#REF!	2,00%	#REF!
	RETENCION TASA PRO-DEPORTE			#REF!	2,50%	#REF!
	RETENCION EN LA FUENTE			#REF!	2,00%	#REF!
	RETENCION DE IVA			#REF!		
	RETENCION DE INDUSTRIA Y COMERCIO			#REF!	0,07%	#REF!
	RETENCION DE PAPELERIA			\$ 1.500,00	1,00	\$ 1.500,00
<b>SUBTOTAL IMPUESTOS</b>						<b>#REF!</b>
<b>3.2 GARANTÍAS</b>						
	DESCRIPCIÓN	VR. BASE	% ASEGURADO	VR. ASEGURADO		VALOR TOTAL (\$)
	CUMPLIMIENTO	\$ 0	20%	\$ 0.00		\$ -
	CALIDAD DE BIENES	\$ 0	30%	\$ 0.00		\$ -
	SALARIOS Y PRESTACIONES SOCIALES	\$ 0	5%	\$ 0.00		\$ -
	ESTABILIDAD Y CALIDAD DE LA OBRA	\$ 0	20%	\$ 0.00		\$ -
	RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTU	\$ 0	5%	\$ 0.00		\$ -
<b>SUBTOTAL GARANTÍAS</b>						<b>\$ -</b>
<b>TOTAL IMPUESTOS Y GARANTÍAS</b>						<b>#REF!</b>
<b>TOTAL IMPUESTOS Y GARANTÍAS EN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO</b>						<b>#REF!</b>
<b>A. ADMINISTRACIÓN (1 + 2 + 3)</b>				<b>#REF!</b>		<b>#REF!</b>
<b>I. IMPREVISTOS</b>				<b>\$ 200.000,00</b>		<b>2,50%</b>
<b>U. UTILIDAD</b>				<b>\$ 400.000,00</b>		<b>5,00%</b>
<b>A.I.U. (ADMINISTRACIÓN, IMPREVISTOS Y UTILIDAD)</b>				<b>SUMATORIA DE (A+I+U)</b>		<b>#REF!</b>
<b>TOTAL VALOR</b>						<b>\$ 337.501.588</b>

### ***5.6.1.2 Se Propone modificar***

algunas estructuras según resultado obtenido por el diagnóstico se evidencia la falta de la Canaleta Marshall que es un elemento muy importante para hacer la mezcla del coagulante para que trabaje el floculador y mejore la calidad del agua en proceso.

En el floculador se realiza el proceso de verificación por medio del caudal obtenido para obtenido para trabajar al 100% y se satura se procede a verificar las medidas y es muy pequeño se hace la propuesta para cambio de diseño y modificaciones en el sistema de tratamiento existente en el municipio de Pulí Cundinamarca.

Por último, se hallan fallas en el sedimentador porque las secciones son muy pequeñas y no están cumplen con su trabajo se hace la respectiva verificación y el agua en proceso no alcanza a tener los resultados y sale un poco con turbia se requiere de hacer el remplazo para ello se hace un diseño nuevo que cumple con los estándares y la norma de la RES 0330 se propone cambiar estas 2 estructuras e incluir una nueva de la Ptap.

## 6

## 7 CONCLUSIONES

- ❖ Como próximos profesionales de la carrera Ingeniería Civil y aportando soluciones que permitan mejorar la habitabilidad de la comunidad Pulpileña del casco urbano, se identifica que algunas de las estructuras existentes carecen de los estándares necesarios para brindar un proceso de potabilización que cumpla con la debida normatividad, por ende, este estudio se centra en la implementación de 3 procesos y estructuras como canaleta parshall, la floculación y el sedimentador
- ❖ De acuerdo a la caracterización que se hizo de la calidad de la fuente se encontró que la que esta no es apta ya que cuenta por con un porcentaje de 3.5% de turbiedad e impurezas , la planta debe revisar sus procesos ya que el agua tomada de la fuente no es óptima, la característica no es deseable , según las característica del agua que se encontró el proceso según la norma 0330 requiere de los siguientes tratamientos canaleta parshall , floculador , sedimentación , filtro ,cloración o desinfección y almacenamiento, para lo cual se hace esta investigación.
- ❖ Según el objetivo propuesto de establecer la población y el causal de diseño se encontró que la población de diseño para el año 2048 debe ser de 2083 habitantes proyectado a 25 años y esto se encontró con el estudio de los cálculos por proceso geométrico mediante la ecuación para la proyección de la población es:  $\ln(P_f) = \ln(P_{ci}) + K_g \cdot (T_f - T_{Ci})$  con un caudal de diseño de 6 L/S Formula  $QMD = Qmd \cdot K1$
- ❖ De acuerdo al diagnóstico que se hizo se encontró que hay estructuras que no están prestado el servicio adecuado o no cumplen como lo son la canaleta parshall que no existe para hacer la mezcla rápida , el floculador existente es muy pequeño y no cumple al igual que

el sedimentador y otras que si se pueden dejar como la bocatoma , el desarenador , su filtro , la cloración , y su tanque de almacenamiento que cumplen, las estructuras que no se pueden dejar porque no están prestando el servicio adecuado son aquellas son las que se rediseñaron en el trabajo.

- ❖ De acuerdo al diagnóstico que se hizo , se propone en el trabajo complementar la planta existente modificando las estructuras y las instalaciones que no funcionaban e impedían cubrir a satisfacción la demanda actual, nuestra propuesta de diseño se enfocó en el mejoramiento de las estructuras (canaleta parshall, floculación y sedimentador), buscando así mejorar la calidad del servicio, con poca inversión y realizando el mantenimiento a algunas de las estructuras existentes, de esta manera concluimos que el municipio de Pulí solucionara la problemática del agua potable que ha tenido por más de 20 años .

## 6. BIBLIOGRAFÍA

2019, U. (2019). *LOS DESAFIOS DEL AGUA*. NACIONES UNIDAS: UNRISD.

Aguas, C. N. (2016). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANITARIO*.

Mexico: Semarnat.

Asamblea-Costituyente. (1991). *Costitusion-Politica*. Bogota : Temis.

Banco-Mundial. (2015, MAYO 13). América Latina: la región con más agua, la más castigada por la sed. *BANCO MUNDIAL BIRF AIF*, p. 03.

Bernardo Orozco Rivas, M. M. (January–April 2017). Repair of the foundation and induced subsidence of an industrial building by using control piles and material extraction. *Hormigón y Acero*, 11.

Carrillo Julián, A. W. (October–December 2015). Construction Costs Assessment of Structural Systems for Low-Rise and Social Welfare Housing. *Ingeniería, Investigación y*

CarrilloJuliánSilva-PáramoDiego. (2016). *Engineering, Research and Technology*. colombia: Facultad de Ingeniería.

Colombia, S.-A.-T. E. (2020, SEPTIEMBRE 02). Colombia: rica en agua, pero con sed de inversiones. *EL PAIS*, p. 4.

Decreto-475-ministerio-de-la-salud-publica. (1998, marzo 10). *Red Jurista*. Retrieved from Red

[https://www.redjurista.com/Documents/decreto\\_475\\_de\\_1998\\_ministerio\\_de\\_salud.a](https://www.redjurista.com/Documents/decreto_475_de_1998_ministerio_de_salud.a)

Duque-Mesa. (2021, abril 22). *Redjurista*. Retrieved from Redjuristas.com:

[https://www.redjurista.com/Documents/decreto\\_475\\_de\\_1998\\_ministerio\\_de\\_salud.a](https://www.redjurista.com/Documents/decreto_475_de_1998_ministerio_de_salud.a)

guia-de-diseño. (2005, julio 18). *OPS 2005b*. Retrieved from OPS 2005b. Guía desarenadores:  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/OPS%202005b.%20Gu%C3%ADa%20desarenadores%20y%20sedimentadores.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS%202005b.%20Gu%C3%ADa%20desarenadores%20y%20sedimentadores.pdf)

La-Resolución-287-de-2004. (2004, junio 08). *Comision Regulacion de Agua Potable y Sanamiento*. Retrieved from <http://www1.eaaay.gov.co/gel/RESOLUCION-CRA-287-DE-2004.pdf>: <http://www1.eaaay.gov.co/gel/RESOLUCION-CRA-287-DE-2004.pdf>

Ley-388-de-1997. (1997, julio 18). *Ley-388-de-1997-Gestor-Normativo*. Retrieved from [https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=339](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=339):

ministerio. (2017). seccion 3 Art 109 Res 330 de 2017. *resolucion numero 000330 de 2017, 8*.

Pastrana-Cabal. (2000, febrero 25). *funcion publica*. Retrieved from [funcion publica gov.co: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma)

Pública, D. A. (1994, julio 11). Ley 142 de 1994. *EL CONGRESO DE COLOMBIA*, p. 56.

RAS 2000 Ministerio, R. d. (2000, noviembre). REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS - 2000. *RAS 2000*, p. 198.

Saavedra, E. O. (2019). Diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable para tres centros poblados del distrito de Ignacio Escudero. Bogota: <https://www.startpage.com/>.

B. M. (2022, MAYO 18). Banco Mundial trabaja estrechamente con asociados para lograr la visión de “Un mundo con seguridad hídrica para todos”. Como la. *Las inversiones inteligentes en agua limpia y saneamiento*, p. 3.

TRIANA, E. J. (15 de ABRIL de 2017). DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA PLANTA  
MODELO DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACION DE AGUA. Bogota :

## 7. ANEXOS

## Anexo A Del Agua Cruda

**AGUASLAB S.A.S**  
Laboratorio Control de Calidad

**REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. 2022 - 2903**

Girardot Septiembre 30 de 2022

DATOS DEL CLIENTE					
MUNICIPIO	PULÍ, CUNDINAMARCA	NIT	1069154047-9		
ENTIDAD	MARTÍN MARTÍNEZ				
DIRECCIÓN	Pulicito	TEL :	3135782040		
DIRIGIDO A	MARTÍN MARTÍNEZ	CARGO	Representante Legal		

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
TIPO DE MUESTRA	: AGUA CRUDA	FUENTE	Qda. Cetro El Tabor		
LUGAR DE MUESTREO	: Pulí, Cundinamarca	HORA	: 11:08 AM		
FECHA DE MUESTREO	: Septiembre 25 de 2022	CARGO	: Cliente		
MUESTREO POR	: Manuel Bernal	HORA	: 4:05 p. m.		
FECHA RECEPCIÓN LAB	: Septiembre 25 de 2022				
FECHA DE REPORTE	: Septiembre 30 de 2022				

RESULTADOS FISICOQUIMICOS					
CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL AGUA	METODO ANALITICO	FECHA DE ANALISIS	VALOR REFERENCIA RESOLUCION 2115 / 2007	UNIDADES	RESULTADOS
p.H.	Electrométrico	25-09-2022	6,5 a 9,0	UNIDADES	7,3
COLOR	Espectrofotométrico	25-09-2022	Menor ó igual = a 15	UPC	28
TURBIEDAD	Nefelométrico	25-09-2022	Menor ó igual = a 2	NTU	3,5
CLORUROS	Titulométrico	25-09-2022	Hasta 250	mg / L Cl	4
SULFATOS	Turbidimétrico	25-09-2022	Hasta 250	mg / L SO4	1
FOSFATOS	Colorimétrico	25-09-2022	Hasta 0.50	mg / L PO4	0,12
NITRITOS	Colorimétrico	25-09-2022	Hasta 0.1	mg / L NO2	0,003
HIERRO TOTAL	Colorimétrico	25-09-2022	Hasta 0.3	mg / L Fe	0,10
ALCALINIDAD TOTAL	Titulométrico	25-09-2022	Hasta 200	mg / L CaCO3	12
DUREZA TOTAL	Titulométrico	25-09-2022	Hasta 300	mg / L CaCO3	16
NITRATOS	Colorimétrico	25-09-2022	Hasta 10	mg / L NO2	1
MANGANESO	Colorimétrico	25-09-2022	Hasta 0,5	mg / L Mn	0,08
CONDUCTIVIDAD	Electrométrico	25-09-2022	Hasta 300	mg / L $\mu$ S/cm	15

RESULTADOS BACTERIOLOGICO				
BACTERIOLOGICO	FECHA DE ANALISIS	VALORES DE REFERENCIA RESOLUCION 2115 / 2007	UNIDADES	RESULTADOS
COLIFORMES TOTALES	25-09-2022	0 U.F.C / 100 ml	U.F.C / 100ml	1680 U.F.C / 100 ml
ESCHERICHIA COLI	25-09-2022	0 U.F.C / 100 ml	U.F.C / 100ml	120 U.F.C / 100 ml

\* UFC = Unidades Formadoras de Colonias.  
Valores de referencia para agua potable.

*Carmen Adriana López Murcia*  
CARMEN ADRIANA LÓPEZ MURCIA  
Bacterióloga  
Ref: 63330875

*Edilberto Barragan*  
EDILBERTO BARRAGAN  
Bioquímico  
Ref: 073383

LABORATORIO AUTORIZADO SEGÚN RESOLUCIÓN 172 / 2022 Y PARTICIPANTES DEL PROGRAMA PICCAP  
— FIN DEL REPORTE —

CUI 21 No. 12 - 26 B/ Sucre \* Girardot  
313 210 0359 - 835 2223  
contacto@aguaslab.co

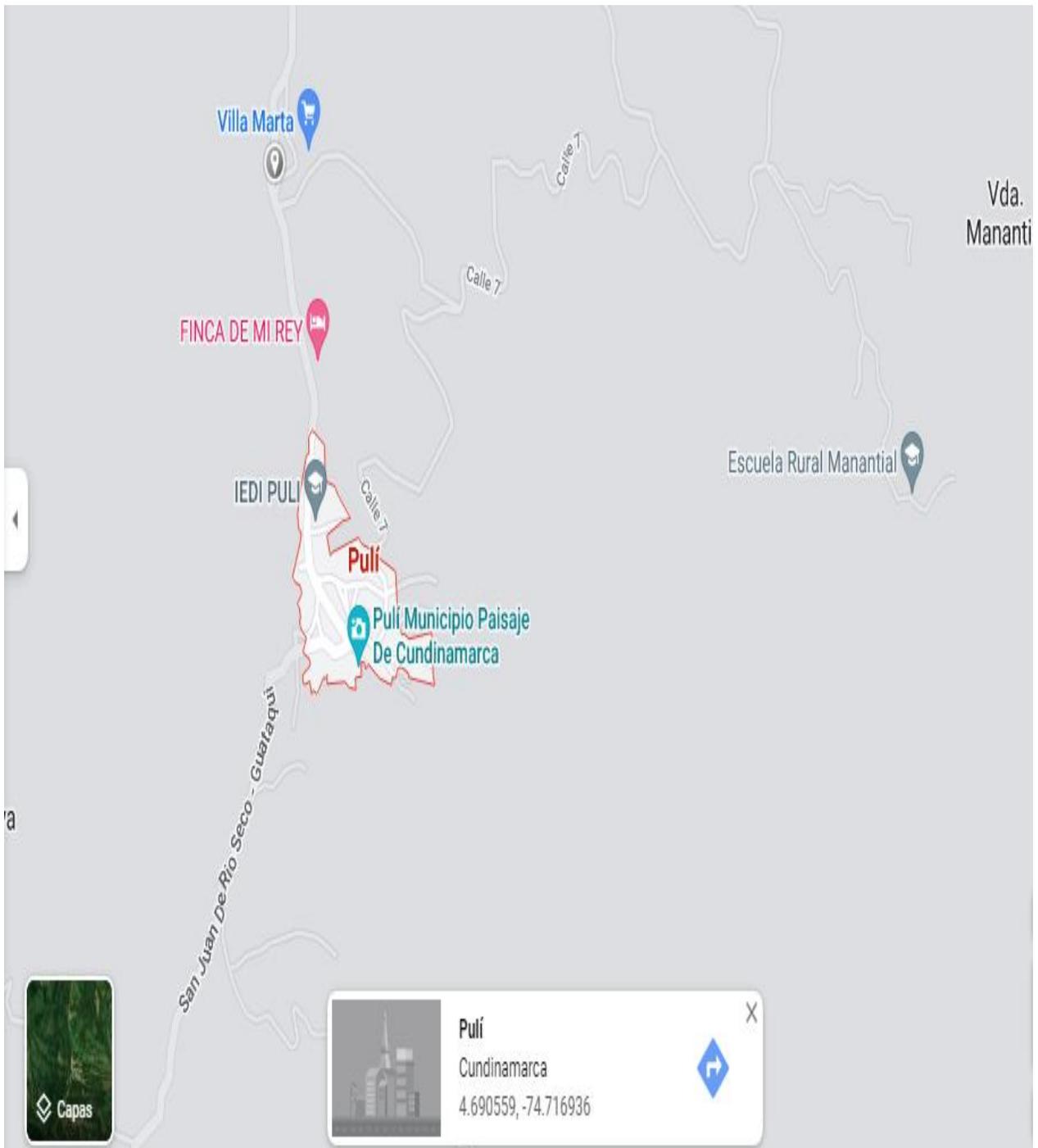
Fuente: tomado del laboratorio

## Anexo B Bocatoma Ptpa



Fuente: Google

Anexo C Ptap Barrio Villa Martha



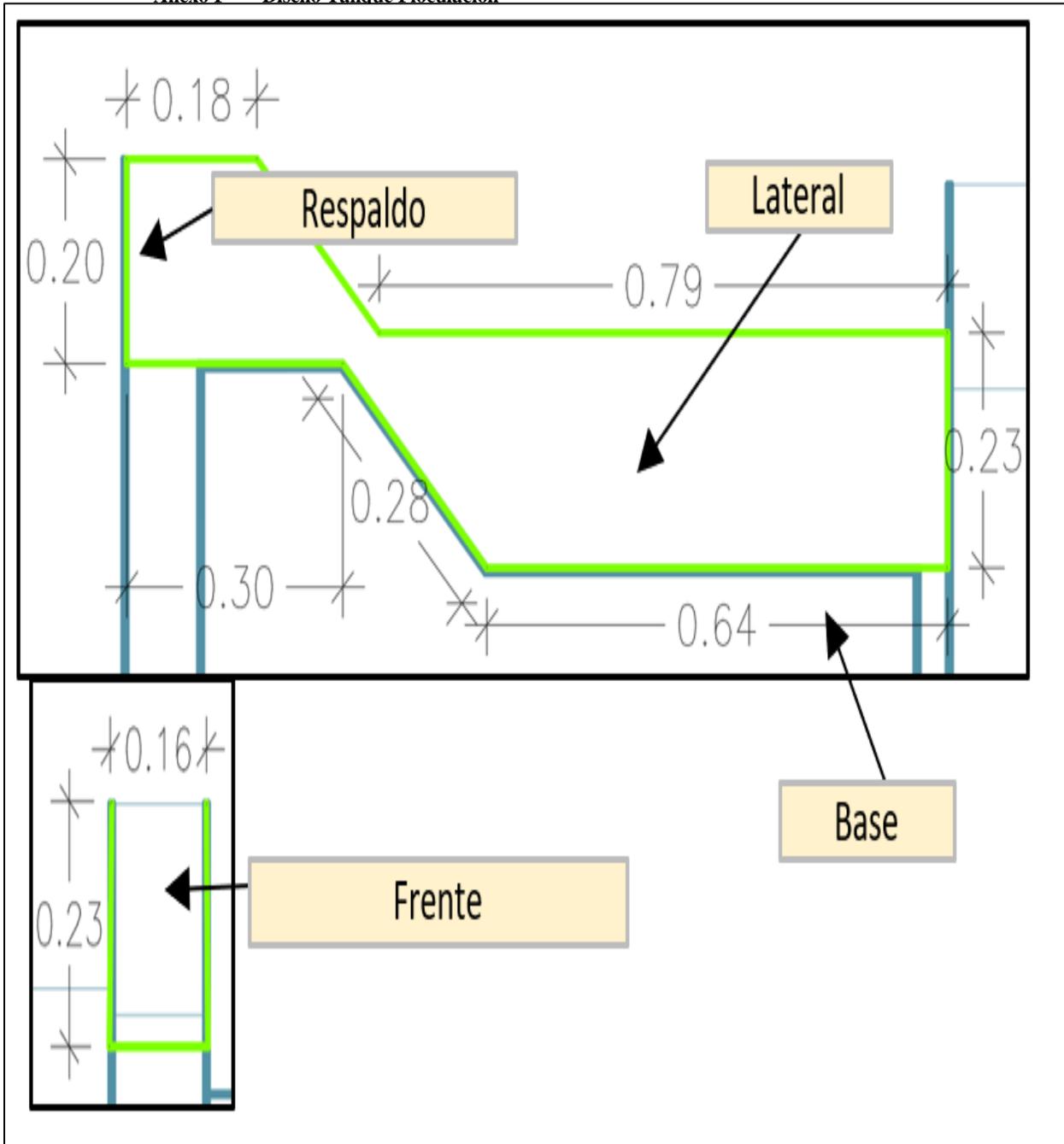
Fuente: (GUZMAN, 2021)

**Anexo E Canaleta Parshall**

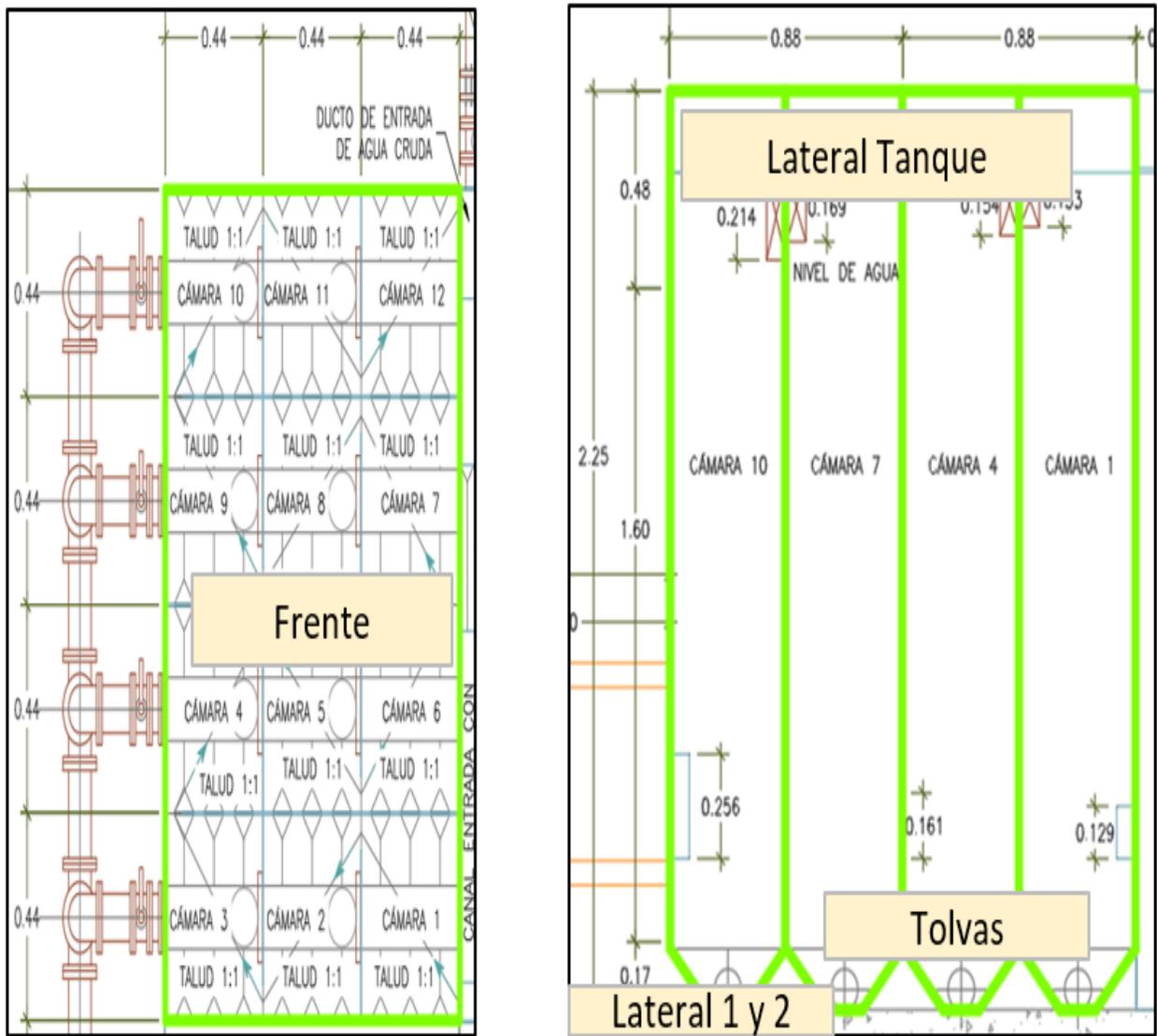


Fuente: elaboración propia

## Anexo F Diseño Tanque Floculación



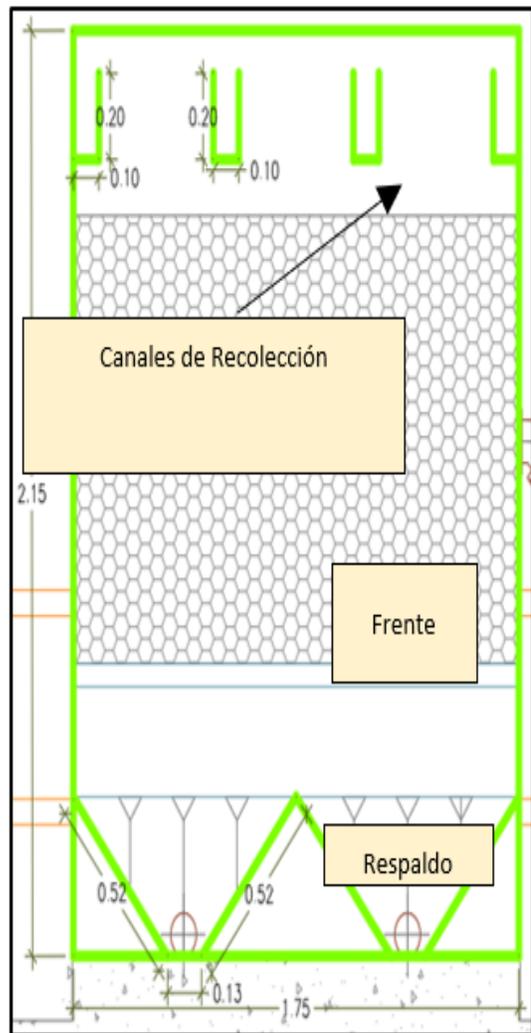
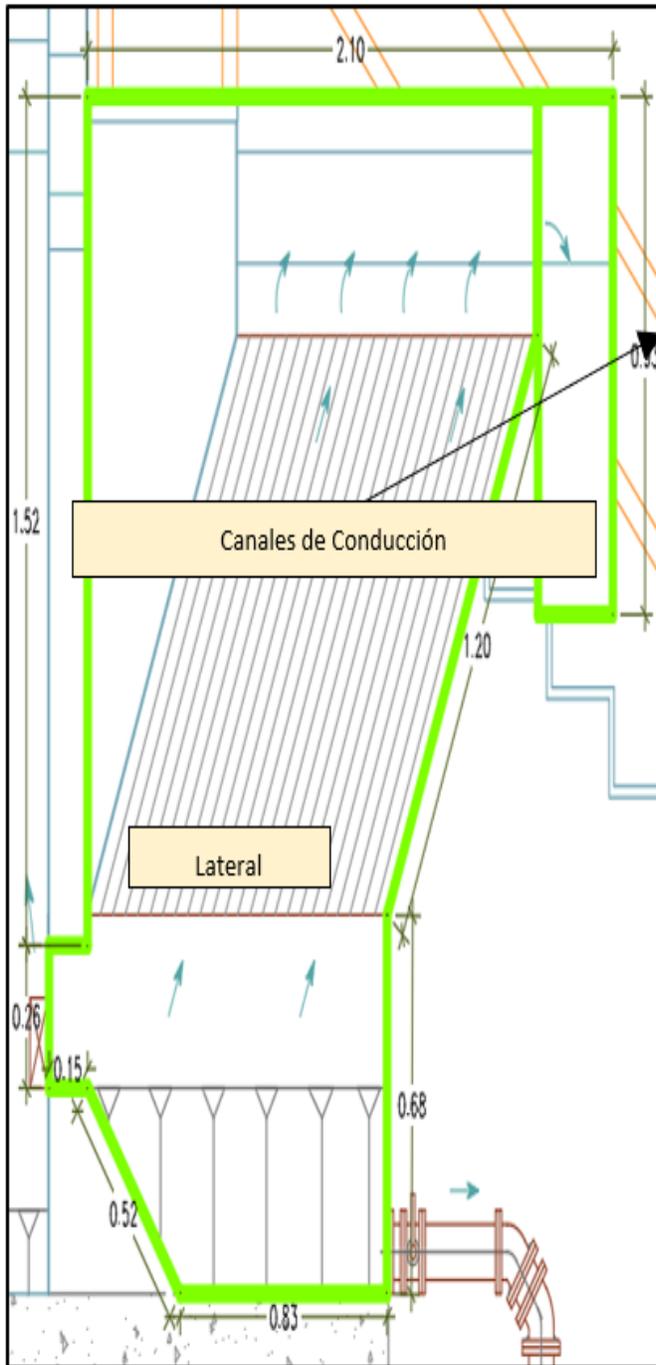
Fuente: Diseño planos



Fuente: Diseño planos

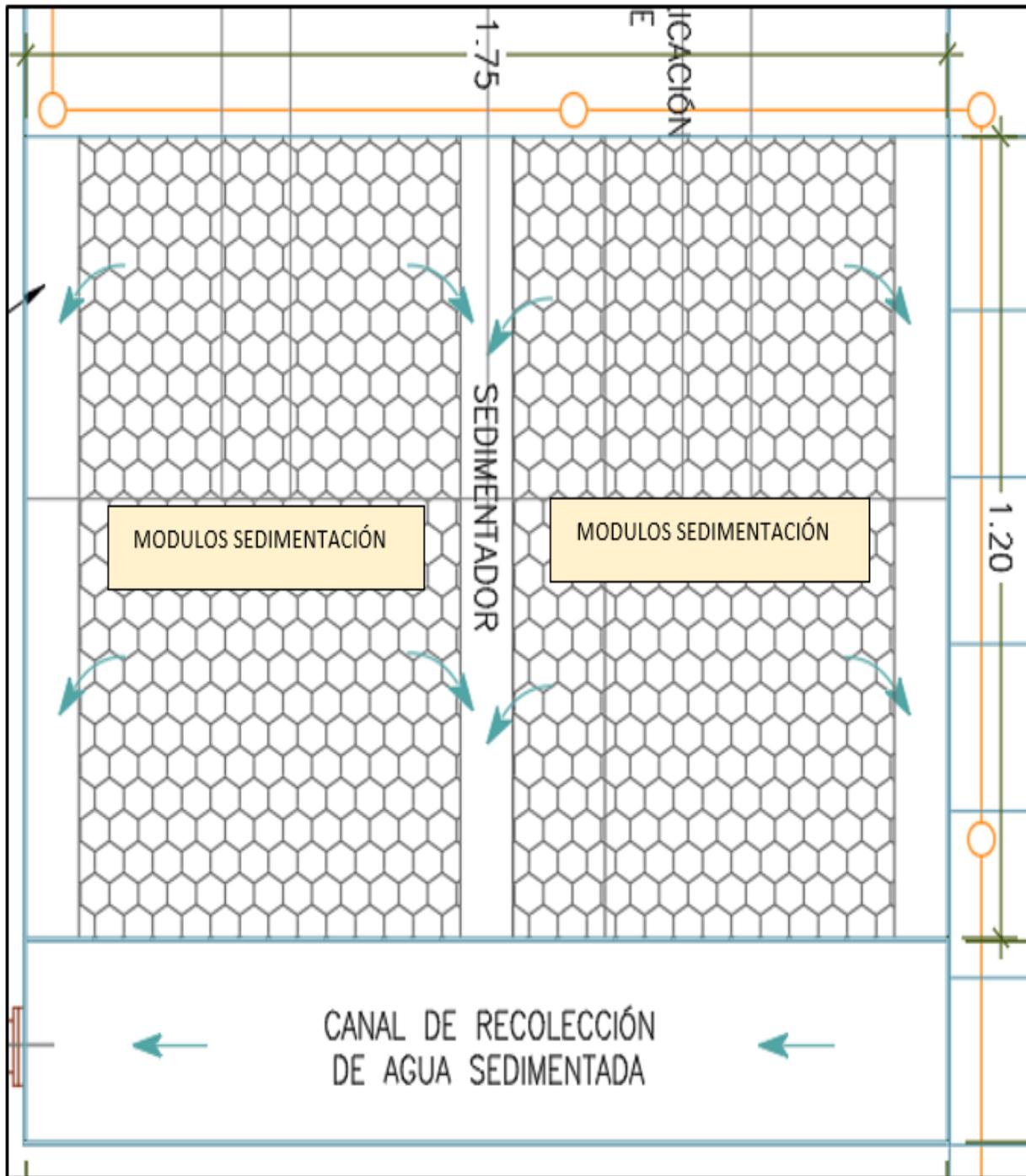


Anexo H Tanque Sedimentador



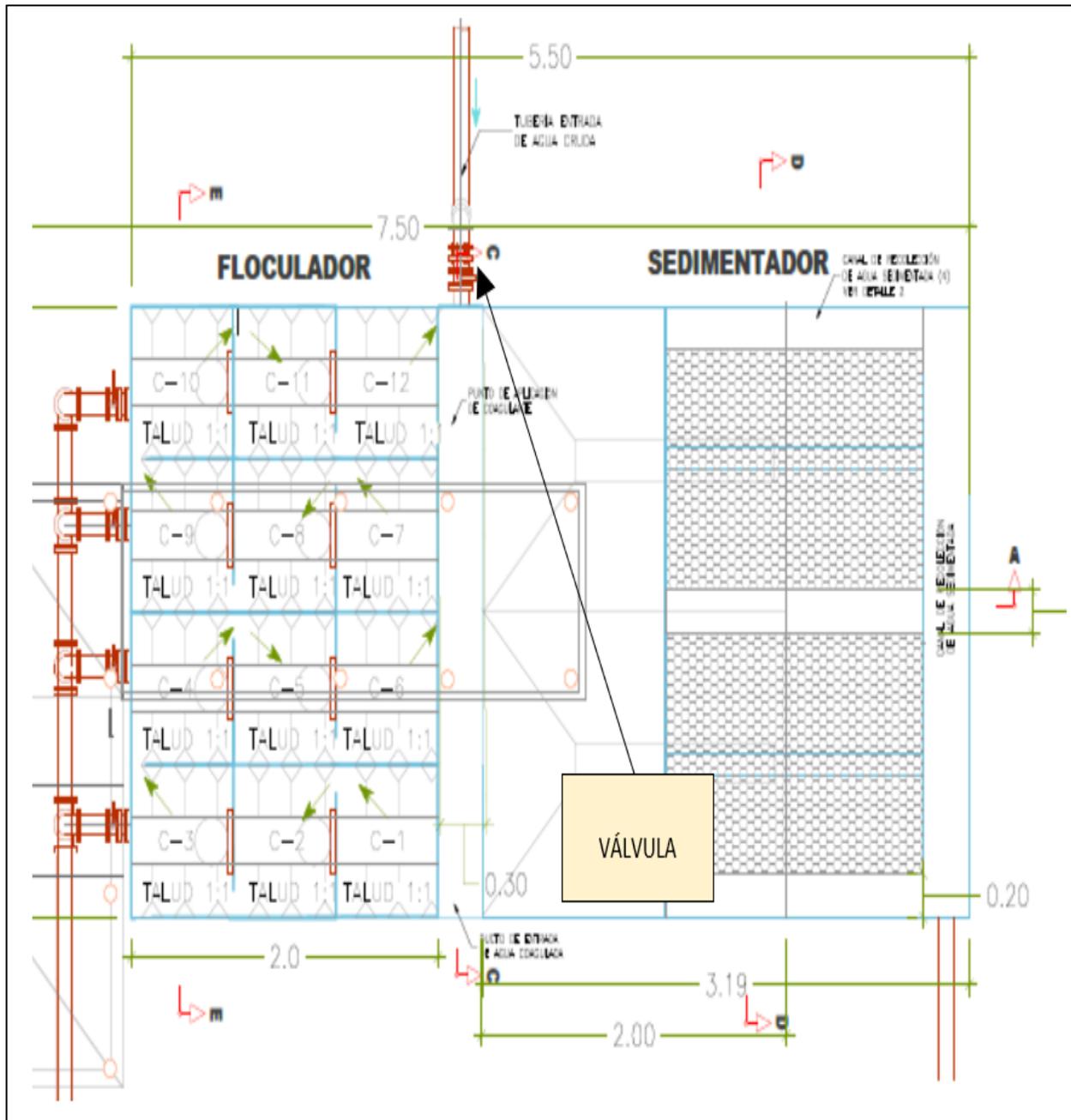
Fuente: Diseño planos

## Anexo I Diseño Sedimentador Detalles

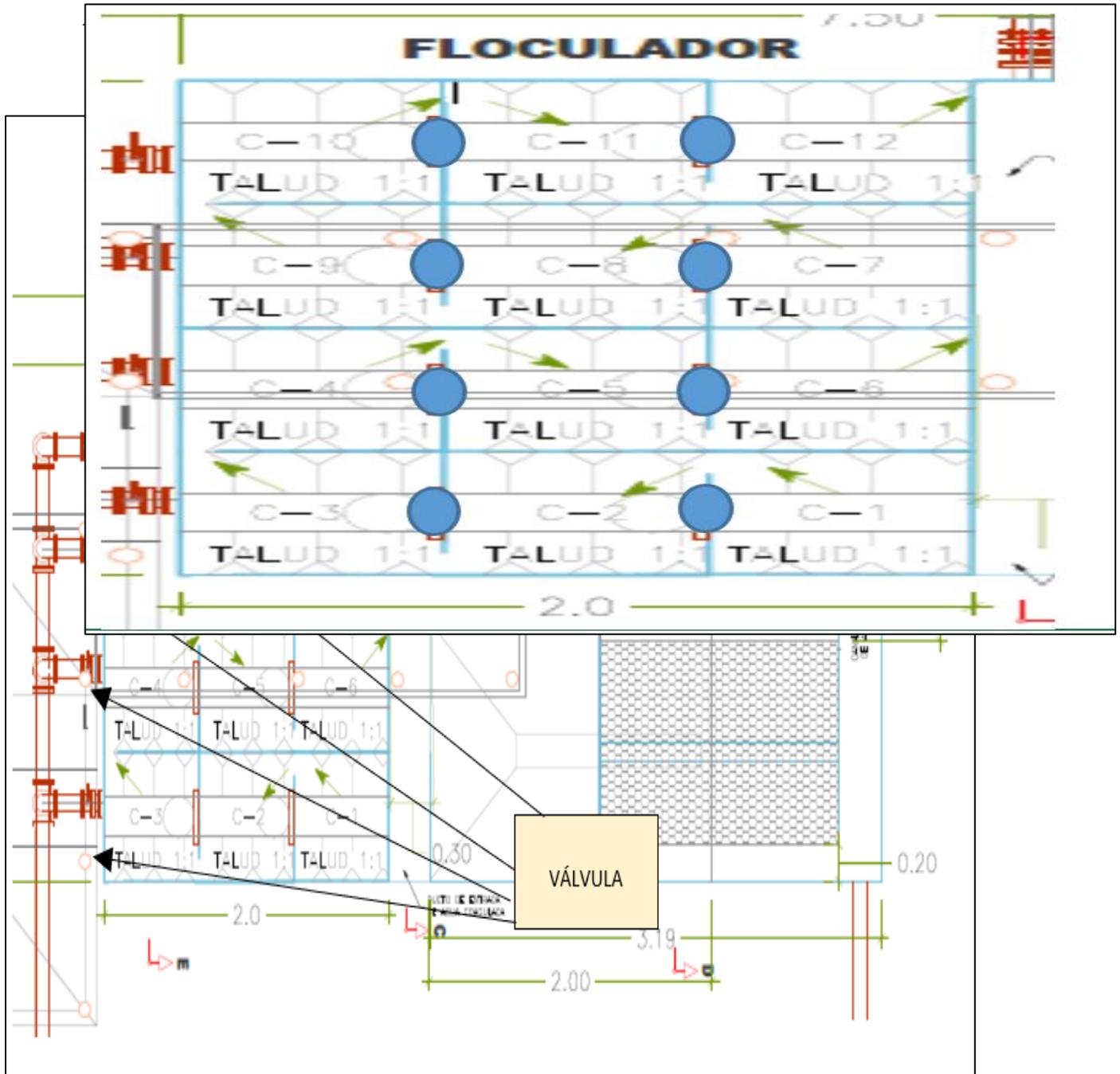


Fuente: Diseño planos

## Anexo J Diseño Válvula Compuerta Detalle



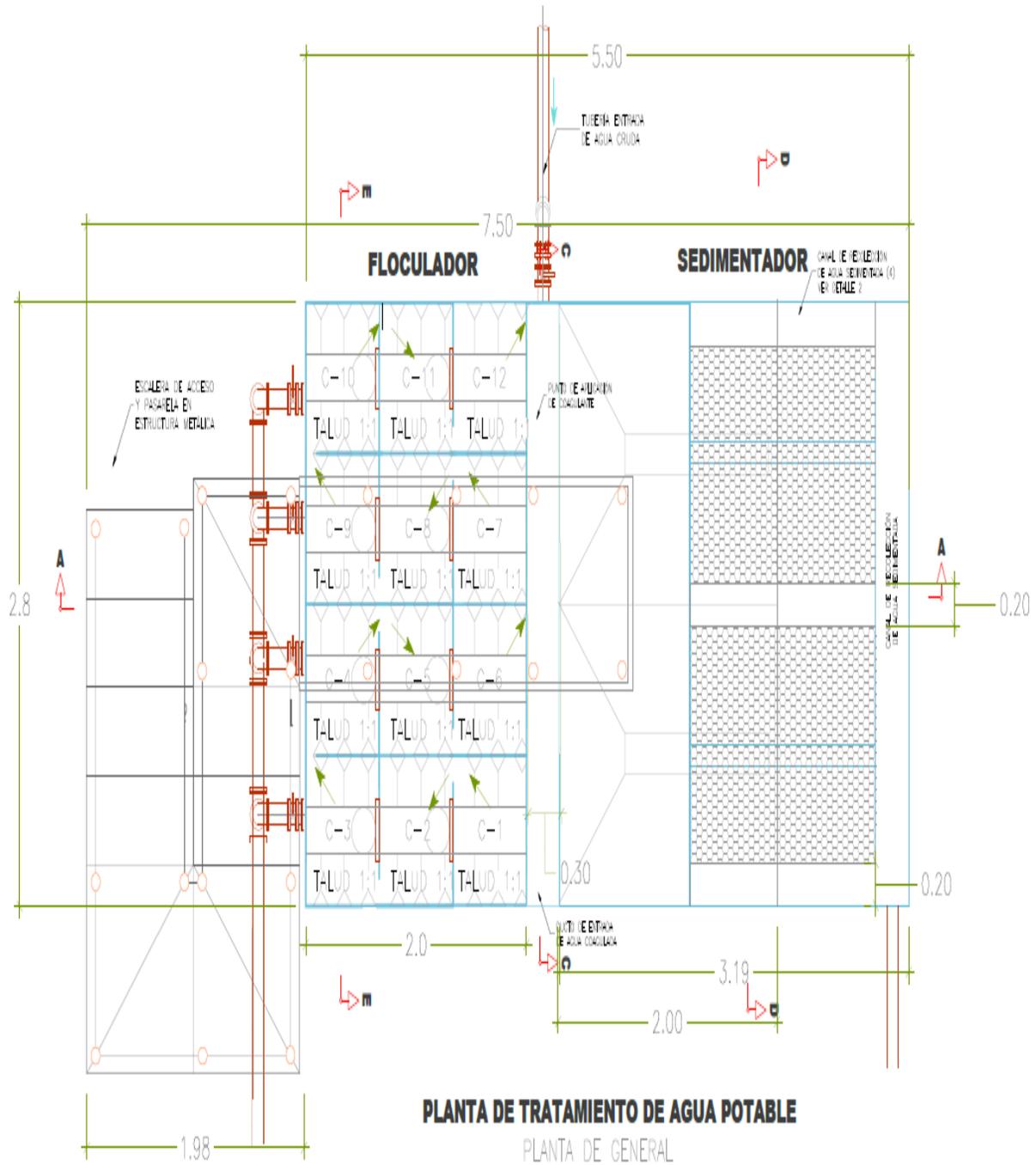
Fuente: elaboración propia



Anexo L Vista En Planta

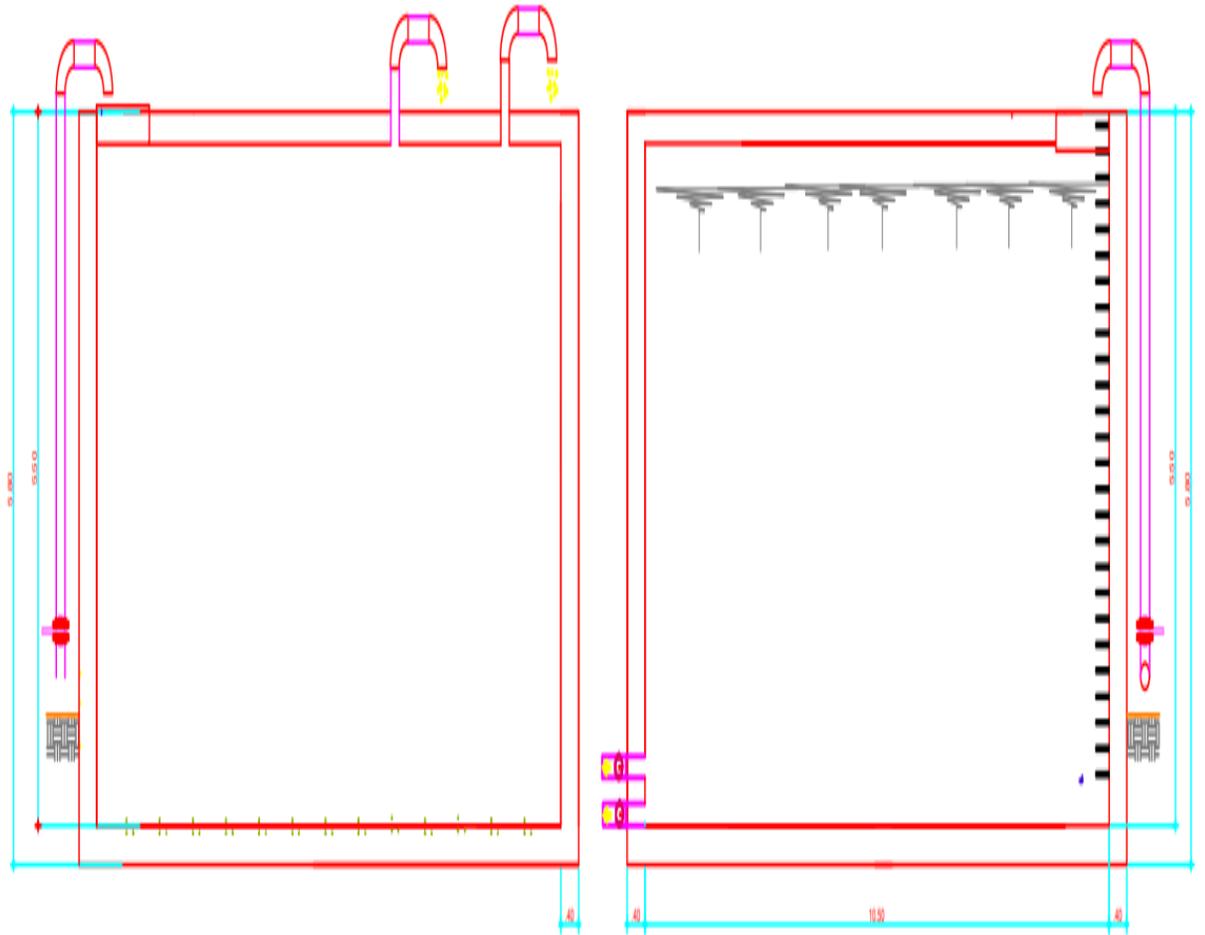
Fuente: Diseño planos

Anexo M de Almacenamiento Corte B



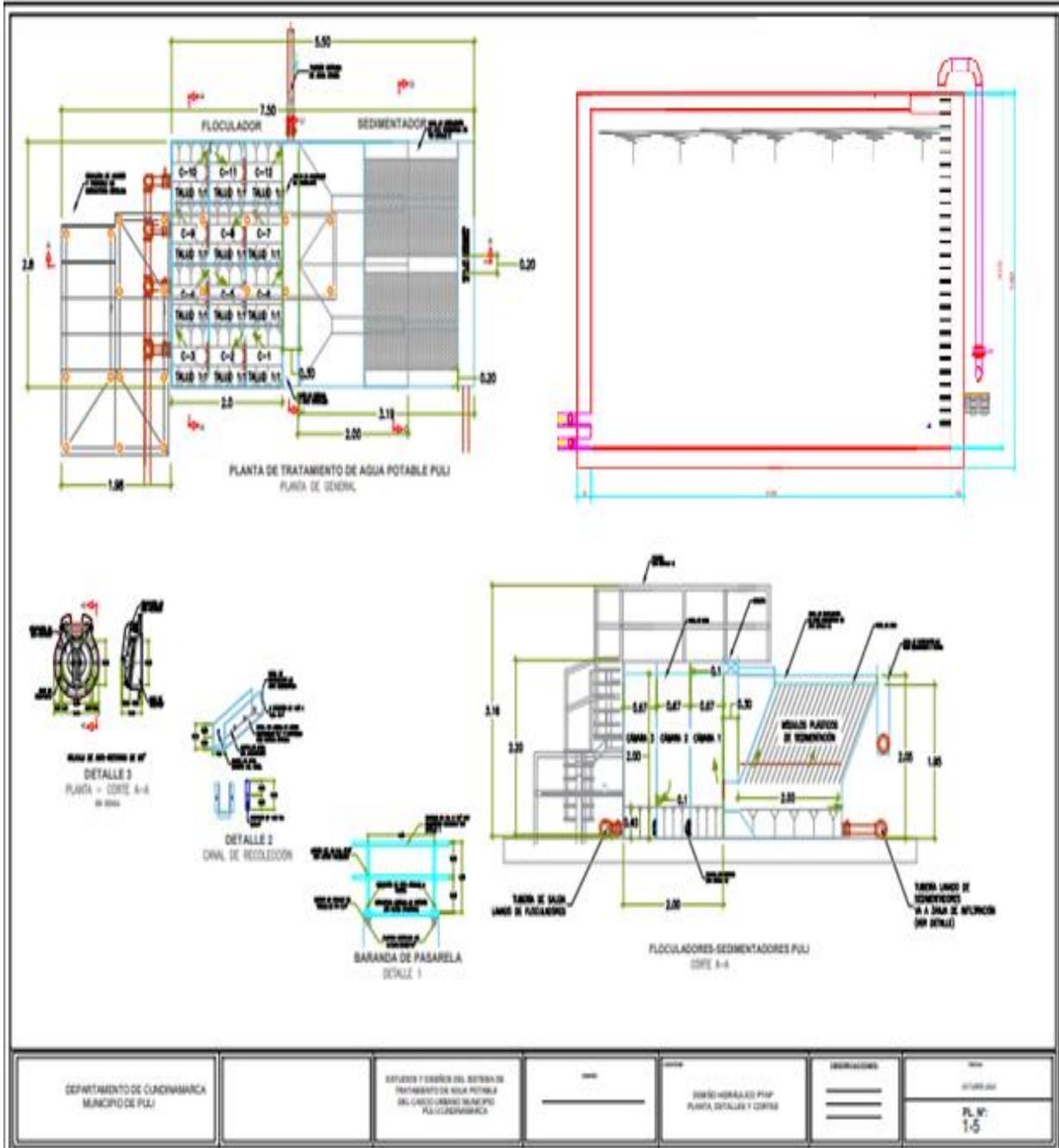
Fuente: Diseño planos

## Anexo N Visto en Planta



CORTE B-B1 TANQUE ALMACENAMIENTO

Fuente: Diseño planos



DEPARTAMENTO DE CLINOMARCA MUNICIPIO DE PULI	ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASCO URBANO DE PULI PULI-CLINOMARCA.	_____ _____	DISEÑO HIDRÁULICO PAF PLANTA, DETALLES Y CORTE	_____ _____ _____	PL. N.º: 1-5
---	--	----------------	---	-------------------------	-----------------

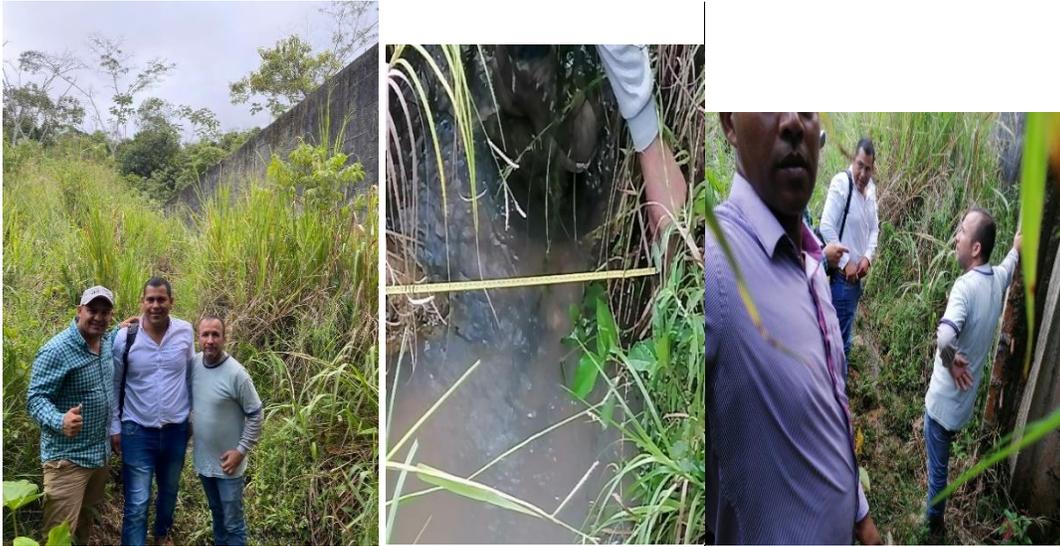
## 8. DIARIO DE CAMPO

Es un instrumento usado, por parte del profesional u encargado para registrar datos importantes o reportes en la visita, hace parte fundamental como herramienta para registrar todos los procesos y tener los datos para la investigación, se anexa evidencia fotográfica

### Visita técnica

El 20 de octubre de 2022 , se realiza la visita técnica al municipio de Pulí Cundinamarca , para evidenciar , los recursos hídricos existentes , su posición geográfica , las condiciones físicas de la estructura de bocatoma habilitada para el servicio , se visitan 3 puntos claves , el cerro del tabor , fuente principal de donde se toma el recurso para abastecimiento que es vigilado y protegido por la CAR para los municipios de SAN JUAN DE RIOSECO , PULI CUNDINAMARCA Y BELTRAN, 2 las instalaciones rudimentarias existentes que funcionan como acueducto del municipio donde se logra se evidenciar y confirma la necesidad de ampliar el caudal , se requiere y 3 el punto de desplazamiento de 12.8 kilómetros de tubería , identificado como punto de llegada a la Ptap lo cual arroja como resultado realizar una nueva boca toma e instalar tubería , en pacha a la existente en tres pulgadas (3") , así mismo mejorar el caudal , con su respectivo desarenador y y con el fin de mejorar la calidad del agua y algunas estructuras en mal estado par e correcto funcionamiento de una Ptap que cumpla con las condiciones y la reglamentación. (decreto 0330)

Imagen en el cerro del tabor Pulí Cundinamarca



TIPO	PROGRAMA	PERIODO	TITULO	AUTORES	NOMBRE DEL GRUPO O SEMILLERO	EVENTO/MEDIO DE DIVULGACIÓN	ISSN/ISBN	INDICADA EN/ EDITORIAL	DISPONIBLE EN:	CIUDAD	PAIS	FECHA EXACTA DEL EVENTO/PUBLICACIÓN	NOMBRE DEL PROYECTO ORIGEN
Artículo Indexado	ICIV	2016-1	Reincorporación del concreto a los ciclos productivos	Luis Egidio García Díaz, Martha Liliana Díaz Ochoa	Desarrollo Regional MD	Revista LATASO DEARTE	ISSN 2422-9158		<a href="https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/lataso/article/view/1257/1208">https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/lataso/article/view/1257/1208</a>	Bogotá	Colombia	8/07/2016	Aprovechamiento de escombros de obras provenientes de demolición para generación de nuevo concreto y reducción de su impacto ambiental en la región del Alto Magdalena
Artículo Divulgativo	ICIV	2017-2	Mejoramiento de parques con plantas usadas en los barrios del Municipio de Girardot Cundinamarca	Sandro Ivan García Calderón	Desarrollo Regional MD	Revista prospectiva	2145-6321	Divulgativa	<a href="http://www.unimimuto.edu.co/documentos/2017/2/201708%20prospectiva%20R1">http://www.unimimuto.edu.co/documentos/2017/2/201708%20prospectiva%20R1</a>	Girardot	Colombia	octubre - diciembre 2017	
Informe de Investigación	ICIV	2017-2	Proyecto para la formulación de transformación de Biomateriales en usos eficientes sustentables y sostenibles en la Región del Alto Magdalena Fase II	Jhon Jairo Reniel Moreno	FAMAJAMAR	Informe interno para la coordinación de investigaciones de la regional Girardot	N/A	N/A	N/A	Girardot	Colombia	N/A	Proyecto para la formulación de transformación de Biomateriales en usos eficientes sustentables y sostenibles en la Región del Alto Magdalena Fase II
Informe de Investigación	ICIV	2018-1	Diseñar un prototipo de Adoquin Ecológico con la Mezcla de Biomateriales del Municipio de Girardot Cundinamarca	Jhon Jairo Reniel Moreno	FAMAJAMAR	Informe interno para la coordinación de investigaciones de la regional Girardot	N/A	N/A	N/A	Girardot	Colombia	N/A	Diseñar un prototipo de Adoquin Ecológico con la Mezcla de Biomateriales del Municipio de Girardot Cundinamarca
Artículo Divulgativo	ICIV	2018-02	Simulaciones para estudio en aulas de las deformaciones elásticas en cerchas en estructura metálica	Aldebaran Guiffo Mendoza	INGENIANDO	Revista Perspectivas No. 9	ISSN 2145-6521 eISSN: 2619-1987	N/A	<a href="http://revistas.unimimuto.edu.co/index.php/RevistaPerspectivas/issue/173">http://revistas.unimimuto.edu.co/index.php/RevistaPerspectivas/issue/173</a>	Girardot	Colombia	Diciembre 2018	Semillero INGENIANDO
Artículo Divulgativo	ICIV	2018-02	La ética y el ingeniero civil	Francisco Antonio Pomar-Roa, Luisa Fernanda Velasco Ojeda	Desarrollo Regional MD	Revista Perspectivas No. 9	ISSN 2145-6521 eISSN: 2619-1987	N/A	<a href="http://revistas.unimimuto.edu.co/index.php/RevistaPerspectivas/issue/173">http://revistas.unimimuto.edu.co/index.php/RevistaPerspectivas/issue/173</a>	Girardot	Colombia	Diciembre 2018	N/A
Artículo Divulgativo	ICIV	2018-2	Diseño de adoquines ecológicos con mezcla de biomateriales tales como cascarrilla de arroz y agregados en procesos constructivos de Girardot y la región del alto magdalena. Instituto Tecnológico Latinoamericano (ITLA) Escuelas de Ingeniería	Manuel Ricardo Ballesteros Santale, Diego Mauricio Hernandez Bolívar, Jhon Jairo Reniel Moreno	Desarrollo Regional MD y Semilleros de Investigación	IA-GI 08 Diseño de un prototipo de adoquín ecológico con la mezcla de biomateriales del municipio de Girardot Cundinamarca							
Artículo Indexado Internacional	ICIV	2018-1	Climatización sostenible para viviendas de interés social en zonas cillidas de Colombia	Aldebaran Guiffo Mendoza, Ronald Hernandez Chaguaita	INGENIANDO	Journal of Alternative Perspectives in the Social Sciences	ISSN 1944-1086 (print) ISSN 1944-1088 (print)	EBSCO	Físico y Digital				
Artículo Indexado Internacional	ICIV	2018-1	Climatización sostenible para viviendas de interés social en zonas cillidas de Colombia	Hernán Montalegre Monroy	DGI	Journal of Alternative Perspectives in the Social Sciences	ISSN 1948-0105 (Electronic) ISSN 1948-0091 (Print)	EBSCO	Físico y Digital				
Artículo Indexado Internacional	ICIV	2018-2	Moodie y argumento: una propuesta metodológica	Jeresh Lasso Arevalo		"Brazilian Journal of Development"							
Artículo Indexado Internacional	ICIV	2019-1	USO DE ESTRATEGIAS DE CONSERVACION, MEJORAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DEL RECURSO HISTORICO EN EL AREA DE INFLUENCIA DE LOS MUNICIPIOS DE GIRARDOT, NARIÑO, GUATAQUÍ, JENSENLEN Y TOCAMA UBICADOS EN EL SECTOR SUR DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DE RIO SECO - Revisión sistemática	Lina Kathryn Parra Rodríguez, Hernán Montalegre Monroy	DGI	Journal of business and entrepreneurial studies	ISSN 2576-0971	Redib.org	Físico y Digital				
Artículo Indexado Internacional	ICIV	2019-1	Adofo Natural alternativa de mejoramiento, rehabilitación y construcción de la infraestructura vial del Alto Magdalena Colombia - Revisión sistemática	Faver Eliscer Vera Chila, Leandro Velásquez Salguero, Jairo Yamid Nuñez Hernández	Propuesta de Investigación - Semillero de Investigación	Centrosur	ISSN 2600-5743	Redib.org	Físico y Digital				
Artículo Indexado Internacional	ICIV	2019-1	Problemática de las instituciones educativas públicas del municipio de Girardot-Cundinamarca: un análisis desde la Educación Superior	Maria Claudia Vera Guarnizo, Jackson Erazmizul Monroy Gutiérrez, Néstor Rafael Perico Granada	Proyecto Proyección Social	Sinergias Educativas	ISSN 2461-6661	Latindex	<a href="https://sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/article/view/77">https://sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/article/view/77</a>				
Artículo Indexado Internacional	ICIV	2019-1	Crisis Migratoria Delimitante para Evaluar el Desarrollo	Maria Claudia Vera Guarnizo, Jackson Erazmizul Monroy Gutiérrez, Néstor Rafael Perico Granada	Proyecto Proyección Social	Centrosur	ISSN 2600-5743	Redib.org	Físico y Digital				
Conferencia Internacional	ICIV	2019-1	Acción de los Gobiernos Locales en Atención en la Pandemia como Expresión de la Tensión entre Representaciones Sociales Contradictorias	Federico José Jiménez Vardín	Programa de Ingeniería Civil Centro Regional Girardot	Encuentro Internacional de Investigación: Impacto de Covid-19 desde la Perspectiva Socioeconómica en el Contexto Global	N/A	N/A	Físico y Digital	Girardot	Colombia	26 de abril del 2020	
Conferencia Internacional	ICIV	2019-1	Pasión por la Investigación	Maribel Tello Bello, México Carlos Busto Mota, País México.	SIMASTON (Semillero de Investigación de Materiales Sustentables en la Construcción)	IV Encuentro Interno de Investigación y Proyectos de Responsabilidad Social: ESI de UNIMINUTO Centro Regional Girardot	N/A	N/A	Físico y Digital	Girardot	Colombia	15 de mayo del 2020	
Conferencia Internacional	ICIV	2019-1	Interventoría de Obras Civiles	Carlos Busto Mota, País México.	SIMAC (Semillero de Investigación de Materiales aplicados a la Ingeniería Civil)	Programa de Ingeniería Civil UNIMINUTO Centro Regional Girardot	N/A	N/A	Físico y Digital	Girardot	Colombia	26 de mayo del 2020	
Artículo Indexado	ICIV	2019-1	Adofo natural alternativa de mejoramiento, rehabilitación y construcción de la Infraestructura vial del Alto Magdalena Colombia	Leandro Alberto Velásquez-Salguero, Hernán Montalegre-Monroy, Lina Kathryn Parra-Rodríguez, Faver Eliscer Vera-Chila	Estudio y desarrollo de la ingeniería, Transversales	Revista Polo de Conocimiento	N/A	N/A	<a href="https://polodeconocimiento.com.co/index.php/guest">https://polodeconocimiento.com.co/index.php/guest</a>	Girardot	Colombia	31 de mayo del 2020	Adofo Natural alternativa de mejoramiento, rehabilitación y construcción de la infraestructura vial del Alto Magdalena Colombia - Revisión sistemática
Conferencia Nacional	ICIV	2019-10	Viabilidad de la construcción de viviendas sostenibles a base de ladrillo elaborado en material tipo Mortero y PET PP (Terftalato de Polietileno - Polipropileno).	Karen Julieth Vera Herrera, María Fernanda Martín Velanda	SIMASTON (Semillero de Investigación de Materiales Sustentables en la Construcción)	8º Encuentro Institucional y 7º Distal de Semilleros de Investigación	N/A	N/A	Físico y Digital	Girardot	Colombia	Realizado el 27,28 y 29 de agosto del 2020	FABRICACIÓN DE LADRILLO A BASE DE MORTERO Y PET - PP (TERFTALATO DE POLIETILENO - POLIPROPILENO).
Libro	ICIV	2019-10	GUÍA PRÁCTICA DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA: Apoyo a la formación de docentes y estudiantes	Néstor Rafael Perico-Granados, Elvia Yaneth Galarrza, Martha Liliana Díaz Ochoa, Heidy Madeleine Arévalo-Algarra, Néstor Rafael Perico-Martínez	Programas de Ingeniería Civil y Trabajo Social Centro Regional Girardot	Primera edición: 2020 ©Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO	N/A	N/A	<a href="https://repository.unimimuto.edu.co/bitstream/handle/10961/10962/1/2020_Libro_Guia%20de%20Investigacion%20en%20Ingenieria%20en%20Ingenieria.pdf?forceDownload=true">https://repository.unimimuto.edu.co/bitstream/handle/10961/10962/1/2020_Libro_Guia%20de%20Investigacion%20en%20Ingenieria%20en%20Ingenieria.pdf?forceDownload=true</a>	Girardot	Colombia	Realizado el 22 de septiembre del 2020	
Artículo Scopus	ICIV	2019-2	Proyectos educativos para estudiantes de educación básica en Colombia: Estrategia de aprendizaje en matemáticas	Néstor Rafael Perico-Granados, Magth Umba Escob, Carolina Tovar-Torres, Reyes Rodríguez Carlos Andrés	Programa de Ingeniería Civil Centro Regional Girardot	Revista Servis, Sistema de Servicios Bibliotecarios y de Información	N/A	N/A	<a href="https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/ing/article/view/5">https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/ing/article/view/5</a>	Girardot	Colombia	Realizado el 16 de Octubre del 2020	
Artículo Scopus	ICIV	2021-1	Diseño de acopio temporal para clasificación y manejo de residuos sólidos ordinarios aplicando sistemas	JACKSON ERAZMIZUL MONROY GUTIERREZ, MARTHA LILIANA DIAZ OCHOA - MARIA CLAUDIA VERA GUARNIZO	DGI	SCOPUS	1646-8995	Scopus - Proquest	<a href="https://www.scopus.com/express.uri?result=uri&amp;url=https://www.unimimuto.edu.co/bitstream/handle/10961/10962/1/2021-1-THOR_NAME%20Monroy%20Diaz%20Ochoa%20Vera%20Guarnizo%20Jackson%20Erazmizul%20Monroy%20Gutierrez%20Connectivo%20a%20la%20THOR_NAME%20.pdf">https://www.scopus.com/express.uri?result=uri&amp;url=https://www.unimimuto.edu.co/bitstream/handle/10961/10962/1/2021-1-THOR_NAME%20Monroy%20Diaz%20Ochoa%20Vera%20Guarnizo%20Jackson%20Erazmizul%20Monroy%20Gutierrez%20Connectivo%20a%20la%20THOR_NAME%20.pdf</a>	España y Rusia		2021	
Artículo divulgativo	ICIV	2021-2	El concreto: una materia prima para la investigación y la proyección social	MARIA CLAUDIA VERA GUARNIZO, Luzeth Leal Forero	SIMASTON	NOTICIERO							
Artículo Scopus	ICIV	2021-2	Método de proyecto para construir conocimiento en experticia, comunicación y pensamiento crítico, sobre el ambiente	MARIA CLAUDIA VERA GUARNIZO	DGI	SCOPUS	2530-9169	Scopus	<a href="https://doi.org/10.33927/publicaciones.v2i3.12475">https://doi.org/10.33927/publicaciones.v2i3.12475</a>				
Artículo Indexado Internacional	ICIV	2021-2	Flood sites caused by the La Vega and Jordan rivers, Tunja(Bogotá)	MARIA CLAUDIA VERA GUARNIZO - JACKSON ERAZMIZUL MONROY GUTIERREZ	DGI	Scielo-Redalyc	0129-9214	Scielo-Redalyc	<a href="https://doi.org/10.14483/27248708.15348">https://doi.org/10.14483/27248708.15348</a>				
Artículo Indexado Internacional	ICIV	2021-1	Health and Safety Risk Assessment and Planning Of preservative Measures in Geotechnical Studies SPT	MARIA CLAUDIA VERA GUARNIZO - JACKSON ERAZMIZUL MONROY GUTIERREZ - MARTHA LILIANA DIAZ OCHOA - LUZETH LEAL FORERO - SONIA ELIZABETH VERA GUARNIZO - MIRANDA GUTIERREZ	Programas de Ingeniería Civil y ASOT Centro Regional Girardot	CENTROSUR	e-ISBN - 1706-6800	Mías, EriPlus, Latinex ROAD, REDIB	<a href="https://centrosurmagister.com/index.php/revista/article/view/164/363">https://centrosurmagister.com/index.php/revista/article/view/164/363</a>	Quito	Ecuador	20 de Abril 2021	N/A
Libro	ICIV	2021-1	Patología de la construcción: un ejercicio de impacto al servicio de la comunidad.	MIRANDA GUTIERREZ, Daniel Andrey Monroy Gutiérrez, Jackson Erazmizul Díaz Ochoa, Martha Liliana	SIMASTON (Semillero de Investigación de Materiales Sustentables en la Construcción)	Repositorio Institucional UNIMINUTO	9 78959842	Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO	<a href="https://repository.unimimuto.edu.co/bitstream/handle/10961/10962/1/2021-1-THOR_NAME%20Miranda%20Gutierrez%20Monroy%20Gutierrez%20Diaz%20Ochoa%20Martha%20Liliana.pdf">https://repository.unimimuto.edu.co/bitstream/handle/10961/10962/1/2021-1-THOR_NAME%20Miranda%20Gutierrez%20Monroy%20Gutierrez%20Diaz%20Ochoa%20Martha%20Liliana.pdf</a>	Girardot	Colombia	2021	Proyección Social - Ingeniería a tu Barrio
Artículo Scopus	ICIV	2021-1	Systematization and characterization of the soil, water, social and economic components of the Rio Seco Watershed	Rodríguez, J.P, Hernandez, J.Y,X, Cuchuguan, J.L,X, Cumbre, M.R.	GENESIS	RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologías de Informacoe	1646-8995	Scopus	<a href="https://www.proquest.com/docview/269594941?pq-origsite=scholarlink">https://www.proquest.com/docview/269594941?pq-origsite=scholarlink</a>	España y Rusia		2021	DGI
Artículo Divulgativo	ICIV	2021-1	Sistemas de información geográfica una herramienta de desarrollo comunitario	Edgar Ojeda Montoya	CIVILES	Revista desarrollo Regional	2389-762	Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO	<a href="https://repository.unimimuto.edu.co/bitstream/handle/10961/10962/1/2021-1-THOR_NAME%20Edgar%20Ojeda%20Montoya.pdf">https://repository.unimimuto.edu.co/bitstream/handle/10961/10962/1/2021-1-THOR_NAME%20Edgar%20Ojeda%20Montoya.pdf</a>	Girardot	Colombia	2021	
Artículo Divulgativo	ICIV	2021-1	Problemática en la movilidad vial	Jaime Moreno Loaza	Transviales	Revista desarrollo Regional	2389-762	Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO	<a href="https://repository.unimimuto.edu.co/bitstream/handle/10961/10962/1/2021-1-THOR_NAME%20Jaime%20Moreno%20Loaza.pdf">https://repository.unimimuto.edu.co/bitstream/handle/10961/10962/1/2021-1-THOR_NAME%20Jaime%20Moreno%20Loaza.pdf</a>	Girardot	Colombia	2021	
Artículo Divulgativo	ICIV	2021-1	La investigación y la innovación una herramienta para la	Maria Claudia Vera Guarnizo, Jackson Erazmizul Monroy Gutiérrez	SIMASTON (Semillero de Investigación de Materiales)	Revista desarrollo Regional	2389-762	Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO	<a href="https://repository.unimimuto.edu.co/bitstream/handle/10961/10962/1/2021-1-THOR_NAME%20Maria%20Claudia%20Vera%20Guarnizo%20Jackson%20Erazmizul%20Monroy%20Gutierrez.pdf">https://repository.unimimuto.edu.co/bitstream/handle/10961/10962/1/2021-1-THOR_NAME%20Maria%20Claudia%20Vera%20Guarnizo%20Jackson%20Erazmizul%20Monroy%20Gutierrez.pdf</a>	Girardot	Colombia	2021	