



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA**

**CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**  
**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO CIVIL**

**MODALIDAD: PROYECTO TÉCNICO**

**TEMA:**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR  
TOALLA CHICA DEL CANTÓN MONTECRISTI, MANABÍ, ECUADOR.**

**AUTOR(ES):**


**MECÍAS PINARGOTE FÉLIX JOEL**  
**SANTANA VERA CESAR EDUARDO**

**TUTOR (A):**

**ING. MERO BAQUE GUSTAVO ANTONIO**

**MANTA – MANABÍ – ECUADOR**

**Enero 2026**

 <b>Uleam</b> <small>UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ</small>	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> CERTIFICADO DE TUTOR(A).	<b>CÓDIGO:</b> PAT-04-F-004
	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	<b>REVISIÓN:</b> 1
		Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

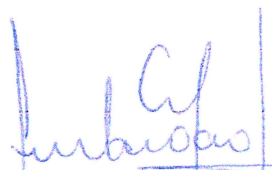
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular del estudiante: **Mecías Pinargote Félix Joel**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Civil, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema de Proyecto Técnico es: **"Diseño de un Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Sector Tohalla Chica del Cantón Montecristi, Manabí, Ecuador"**.

El presente proyecto ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.


Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 30 de enero del 2026.

Lo certifico,



**ing. Gustavo Mero Baque**  
**Docente Tutor(a)**  
**Área: Sanitaria**

 <b>Uleam</b> <small>UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ</small>	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> <b>CERTIFICADO DE TUTOR(A).</b>	<b>CÓDIGO:</b> PAT-04-F-004
	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	<b>REVISIÓN:</b> 1 Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

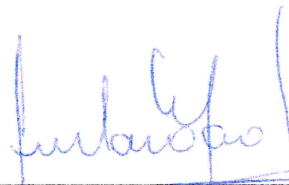
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular del estudiante: **Santana Vera Cesar Eduardo**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Civil, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema de Proyecto Técnico es: **"Diseño de un Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Sector Tohalla Chica del Cantón Montecristi, Manabí, Ecuador"**.

El presente proyecto ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 30 de enero del 2026.

Lo certifico,



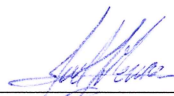
**Ing. Gustavo Mero Baque**  
**Docente Tutor(a)**  
**Área: Sanitaria**

## **DECLARACIÓN DE AUTORIA**

Yo, Felix Joel Mecías Pinargote con CC: 235065398-2, doy constancia de ser el autor del Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Técnico con el tema "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR TOALLA CHICA DEL CANTÓN MONTECRISTI, MANABÍ, ECUADOR ", el cual fue dirigido por el tutor, Ing. Gustavo Mero Baque.

Quiero resaltar la originalidad de este trabajo, que se fundamenta en la contribución de varios autores que enriquecieron la investigación, así como en la recopilación de datos e información provenientes de fuentes bibliográficas, visitas de campo, entre otros recursos.

En la ciudad de Manta, a los 30 días del mes de enero de dos mil veinte y seis.



---

Felix Joel Mecías Pinargote

C.C. 235065398-2

Autor

## **DECLARACIÓN DE AUTORIA**

Yo, Cesar Eduardo Santana Vera con CC: 131224859-2, doy constancia de ser el autor del Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Técnico con el tema "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR TOALLA CHICA DEL CANTÓN MONTECRISTI, MANABÍ, ECUADOR ", el cual fue dirigido por el tutor, Ing. Gustavo Mero Baque.

Quiero resaltar la originalidad de este trabajo, que se fundamenta en la contribución de varios autores que enriquecieron la investigación, así como en la recopilación de datos e información provenientes de fuentes bibliográficas, visitas de campo, entre otros recursos.

En la ciudad de Manta, a los 30 días del mes de enero de dos mil veinte y seis.



---

Cesar Eduardo Santana Vera

C.C. 131224859-2

Autor

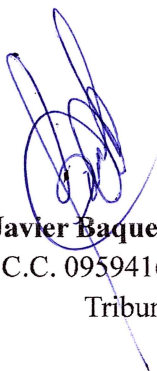
## CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

En calidad de tribunales de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico:

Haber revisado el trabajo de titulación, bajo la modalidad de **Proyecto Técnico**, cuyo tema es “DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR TOALLA CHICA DEL CANTÓN MONTECRISTI, MANABÍ, ECUADOR” de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo APRUEBO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para proceder a la defensa correspondiente.

Certifico lo anterior para los fines pertinentes, a salvo disposición de Ley en contrario.

En la ciudad de *Manta*, a los *23 días del mes de febrero de dos mil veinte y seis*.



**Ing. Javier Baque Solís, Mg**  
C.C. 0959416488  
Tribunal 1



**Ing. Horacio Muñoz Cedeño, Mg**  
C.C. 1308732229  
Tribunal 2

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo, en primer lugar, a Dios, por iluminar mi camino y darme la fortaleza necesaria para no rendirme ante las dificultades.

A mis padres, por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo y perseverancia, por su amor incondicional y por creer en mí en todo momento. Y a mis hermanos, por su apoyo constante y por ser parte fundamental de mi vida.

A mis amigos, por su compañía, motivación y apoyo a lo largo de esta etapa académica.

Finalmente, dedico este logro a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron a que este sueño se haga realidad, así como a los lectores de este trabajo, con la esperanza de que les sea de utilidad y aporte a su formación académica y profesional.

---

Felix Joel Mecías Pinargote

C.I. 2350653982

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios, por brindarme la fuerza, la sabiduría y la guía necesarias a lo largo de este camino de aprendizaje, permitiéndome superar cada reto y culminar con éxito esta etapa de mi formación profesional.

A mis padres, por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y su constante motivación, a pesar de la distancia, siempre han estado presentes, brindándome su respaldo y alentándome a cumplir cada una de mis metas.

A mis hermanos, por su apoyo y acompañamiento durante todo este proceso.

A mi compañero de tesis, Eduardo Santana; y a mi tutor Ing. Gustavo Mero, por la orientación, el compromiso, la responsabilidad y el trabajo en equipos demostrados durante el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos Lenin, Dhagmar, Paul, José Luis, Roxanna y Amy, por su apoyo, amistad y motivación a lo largo de esta etapa académica.

A Kerly, por su amor, apoyo, paciencia y compañía constante.

Finalmente, a los docentes de la universidad por su arduo trabajo, dedicación y enseñanza, los cuales fueron fundamentales para mi formación académica y profesional.

---

Felix Joel Mecías Pinargote

C.I 2350653982

**Autor**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, por darme la fuerza, la paciencia y la sabiduría para alcanzar mis metas; a mis padres, Paul y Betshabe, por su amor, apoyo y motivación constante; a mi abuelita Alba, mis hermanos Jean Paul y Tommy, y a mis primas que las quiero como hermanas María Belén y Domenica, así como a mis amigos Joel, José, Lenín, Paul, Dhagmar, Roxanna y Amy, por su compañía, apoyo y ánimo durante todo este proceso. Asimismo, dedico este trabajo a todos los lectores, esperando que este esfuerzo sirva de aporte y motivación en su propio camino académico y profesional.

---

Cesar Eduardo Santana Vera

C.I 1312248592

**Autor**

## AGRADECIMIENTO

A Dios, en primer lugar, por darme la vida, la fortaleza, la paciencia y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación académica, por acompañarme en cada momento.

A mi padre, Paul, por su esfuerzo constante, apoyo incondicional y amor, por ser un pilar fundamental en mi vida, y a mi madre, Betshabe, por su amor infinito, su motivación permanente y sus palabras de aliento.

A mi abuelita Alba, por estar siempre presente, por su cariño, consejos y apoyo sincero, que han sido una fuente de fortaleza, y a mis hermanos Jean Paul y Tommy, por su compañía y comprensión durante este proceso académico.

A María Belén y Domenica, por brindar apoyo, ánimo y amistad en los momentos necesarios; a mi compañero de tesis Joel, por su trabajo en equipo, responsabilidad y compromiso; a mi tutor, el ingeniero Gustavo Mero, por su guía y conocimientos; y a mis amigos y colegas José, Lenín, Paul, Dhagmar, Roxanna y Amy, quienes aportaron con su apoyo, compañerismo y motivación.

Finalmente, agradezco a todos quienes contribuyeron a la culminación de esta meta y me acompañaron en el inicio de una nueva etapa.

---

Cesar Eduardo Santana Vera

C.I 1312248592

**Autor**

## SÍNTESIS Y PALABRAS CLAVES

Este documento contiene el desarrollo de los estudios técnicos y el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para el sector Toalla Chica, ubicado en el cantón Montecristi, la provincia de Manabí. El proyecto está orientado en dar solución a la inexistencia de infraestructura sanitaria, contribuyendo a la mejora de las condiciones ambientales y de salud de la población.

El diseño del sistema se fundamenta en principios técnicos y criterios hidráulicos, aplicando metodologías de cálculo y considerando la normativa ecuatoriana, en función de los resultados obtenidos, se realizó la modelación hidráulica de la red de alcantarillado sanitario mediante el software SewerGEMS, lo que permitió evaluar su comportamiento y verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño, garantizando un funcionamiento eficiente del sistema.

Las aguas residuales colectadas por la red sanitaria son conducidas hacia una planta de tratamiento basada en un tanque séptico y una cámara filtrante, diseñada para asegurar una adecuada depuración del efluente antes de su disposición final, por último, se elaboró el análisis de precios unitarios y el presupuesto referencial del proyecto, proporcionando una estimación económica confiable para su futura ejecución.

## **ABSTRACT AND KEYWORD**

This document presents the development of the technical studies and the design of a sanitary sewer system and a wastewater treatment plant for the Toalla Chica sector, located in the canton of Montecristi, Manabí province. The project aims to address the lack of sanitary infrastructure in the area, contributing to the improvement of environmental conditions and public health for the local population.

The system design is based on technical principles and hydraulic criteria, applying calculation methodologies and considering the Ecuadorian regulations in force. Based on the results obtained, the hydraulic modeling of the sanitary sewer network was carried out using the SewerGEMS software, which made it possible to analyze its performance and verify compliance with design parameters, ensuring efficient system operation.

The wastewater collected by the sewer network is conveyed to a treatment plant based on a septic tank and a filtration chamber, designed to ensure adequate effluent treatment prior to final disposal. Finally, the unit price analysis and the reference budget of the project were prepared, providing a reliable economic estimate for its future implementation.

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
3.1	OBJETIVO GENERAL .....	18
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
<b>4</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA</b> .....	<b>22</b>
5.1	ASPECTOS GENERALES.....	22
5.1.1	<i>Aspectos físicos del terreno</i> .....	22
5.2	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	24
5.2.1	<i>Planimetría</i> .....	24
5.2.2	<i>Altimetría</i> .....	24
<b>6</b>	<b>CAPITULO II. SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b> .....	<b>38</b>
6.1	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....	38
6.2	CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....	38
6.2.1	<i>Convencionales</i> .....	38
6.2.2	<i>No convencionales</i> .....	39
6.3	COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....	39
6.4	HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	40
6.4.1	<i>Diámetro interno de la tubería</i> .....	40
6.4.2	<i>Velocidad mínima y máxima</i> .....	40
6.4.3	<i>Pendiente mínima y máxima</i> .....	41
6.4.4	<i>Profundidad mínima a la cota</i> .....	41

6.4.5	<i>Profundidad máxima a la cota</i> .....	41
6.5	PARÁMETROS DE DISEÑO .....	42
6.5.1	<i>Periodo de diseño</i> .....	42
6.5.2	<i>Análisis de proyección poblacional</i> .....	42
6.5.3	<i>Densidad poblacional</i> .....	45
6.5.4	<i>Áreas tributarias</i> .....	46
6.5.5	<i>Pozos</i> .....	49
6.5.6	<i>Dotación de Agua Potable</i> .....	51
6.5.7	<i>Caudales de diseño</i> .....	51
6.6	DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....	54
6.7	CALCULO DE LA RED EN EL SOFTWARE SEWERGEMS.....	61
6.7.1	<i>Ingreso de datos</i> .....	61
6.8	SALTOS HIDRÁULICOS Y CONTROL DE EROSIÓN EN POZOS DE REVISIÓN .....	80
6.8.1	<i>Descripción del accesorio para salto hidráulico</i> .....	81
<b>7</b>	<b>CAPITULO III. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)</b>	
	<b>83</b>	
7.1.1	<i>Aguas residuales</i> .....	83
7.1.2	<i>Tratamiento de aguas residuales</i> .....	83
7.1.3	<i>Etapas del tratamiento de aguas residuales</i> .....	83
7.1.4	<i>Parámetros básicos de los análisis de TAR</i> .....	86
7.1.5	<i>Marco legal</i> .....	87
7.2	PARÁMETROS DE DISEÑO .....	90
7.2.1	<i>Caracterización del afluente</i> .....	90
7.2.2	<i>Caudal afluente efectivo</i> .....	91
7.2.3	<i>Selección del tipo de tratamiento</i> .....	92

7.3	PLANTA DE TRATAMIENTO SANITARIO.....	92
7.3.1	<i>Tanque séptico</i> .....	92
7.3.2	<i>Cámara filtrante</i> .....	93
7.4	DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO SANITARIO.....	94
<b>8</b>	<b>CAPITULO IV. PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>98</b>
8.1	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, ALCANTARILLADO SANITARIO .....	98
8.2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PLANTA DE TRATAMIENTO.....	107
8.3	PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	122
8.4	PRESUPUESTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	123
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>124</b>
<b>10</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>126</b>
<b>11</b>	<b>BIBLIOGRAFÍAS.....</b>	<b>127</b>
<b>12</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>133</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

ILUSTRACIÓN 1. ÁREA DEL ESTUDIO DELIMITADA.....	23
ILUSTRACIÓN 2. PERFIL 1 - AASS.....	66
ILUSTRACIÓN 3. PERFIL 2 - AA SS.....	67
ILUSTRACIÓN 4. PERFIL 3 - AASS.....	68
ILUSTRACIÓN 5. PERFIL 4 - AASS.....	69
ILUSTRACIÓN 6. PERFIL 5 - AASS.....	70
ILUSTRACIÓN 7. PERFIL 6 - AASS.....	71
ILUSTRACIÓN 8. PERFIL 7 - AASS.....	72
ILUSTRACIÓN 9. PERFIL 8 - AASS.....	73
ILUSTRACIÓN 10. PERFIL 9 - AASS.....	74
ILUSTRACIÓN 11. PERFIL 10 - AASS.....	75
ILUSTRACIÓN 12. PERFIL 11 - AASS.....	76
ILUSTRACIÓN 13. PERFIL 12 - AASS.....	77
ILUSTRACIÓN 14. PERFIL 13 - AASS.....	78
ILUSTRACIÓN 15. PERFIL 14 - AASS.....	79
ILUSTRACIÓN 16. ACCESORIO PARA SALTO HIDRÁULICO.....	82
ILUSTRACIÓN 17. FLOTACIÓN POR AIRE DISUELT. ....	84
ILUSTRACIÓN 18. TANQUE DE SEDIMENTACIÓN POR GRAVEDAD.....	85
ILUSTRACIÓN 19. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE UN FILTRO PERCOLADOR RELLENO DE ROCAS.....	86
ILUSTRACIÓN 20. ESQUEMA DE TANQUE SÉPTICO.....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COORDENADAS DEL ÁREA DE ESTUDIO. ....	22
TABLA 2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	24
TABLA 3. TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL. ....	43
TABLA 4. ÁREA DE APORTACIÓN POR TRAMOS. ....	46
TABLA 5. COTA DE TERRENO DE LOS POZOS. ....	49
TABLA 6. DOTACIÓN RECOMENDADA .....	51
TABLA 7. NIVEL DE COMPLEJIDAD.....	53
TABLA 8. RESULTADOS DE TUBERÍAS. ....	64
TABLA 9. RESULTADOS EN POZOS. ....	65
TABLA 10. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS, QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL AFLUENTE. ....	90
TABLA 11. PROCESOS DE TRATAMIENTO Y GRADOS DE REMOCIÓN. ....	92
TABLA 12. DIMENSIONES DEL TANQUE SÉPTICO.....	97

## 1 Introducción

La generación de aguas residuales representa uno de los principales desafíos vinculados con el crecimiento de barrios marginales en los países en desarrollo, debido a la carencia de carreteras pavimentadas, viviendas sostenibles, infraestructura sanitaria y gestión adecuada de estos efluentes (UNESCO, 2017).

La contaminación de estas aguas ha tenido un impacto negativo en la salud pública, proliferando enfermedades gastrointestinales, causando entre 1 y 4 millones de muertes prematuras a nivel mundial en año 2019 (Ubillús Farfán et al., 2022).

Un sistema de alcantarillado sanitario tiene como objetivo recolectar, transportar y evacuar las aguas residuales, mientras que la planta de tratamiento de aguas residuales se encarga de reducir o eliminar los contaminantes presentes en el afluente, de manera que sus características físicas, químicas y biológicas sean adecuadas para su vertido seguro en un cuerpo receptor (Paredes & Suárez, 2020).

Por lo expuesto, se demuestra que existe la necesidad constante de mejorar la calidad de vida de la población lo que nos impulsa al desarrollo de proyectos de saneamiento, orientados a satisfacer estas necesidades.

En el sector de Toalla Chica jurisdicción del Cantón Montecristi, se evidencia la necesidad de fortalecer las condiciones de salubridad ya que actualmente los habitantes poseen de sistemas individuales (pozas sépticas), es por esto que se plantea el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas, que permitirá mejorar la calidad de las aguas residuales generadas en el sector, contribuyendo a la protección del medio ambiente y a la reducción de riesgos para la salud de la población.

## 2 Antecedentes

Diversos estudios han analizado la evolución histórica de la gestión de las aguas residuales y su impacto en la salud pública y el medio ambiente, evidenciando la estrecha relación entre el desarrollo del saneamiento y la protección ambiental. Estas investigaciones destacan cómo el avance del conocimiento ha permitido mejorar los métodos de control, medición de la contaminación y en el desarrollo de tecnologías de tratamientos (Lofrano & Brown, 2010).

En el contexto nacional, la cobertura de saneamiento en zonas rurales del Ecuador en el año 2021 fue del 65,44%, para mejorar este indicador se ha impulsado iniciativas orientadas en el acceso de servicios básicos, especialmente el saneamiento y gestión de residuos sólidos y líquidos, dirigida principalmente a los sectores con altos índices de pobreza, contribuyendo a la mejora de la calidad de vida de la población y a la reducción de impactos ambientales (IDB, 2023).

En la provincia de Manabí se han documentado varios proyectos relacionados con la gestión de aguas residuales. Según la tesis de Ganchozo Briones (2024) titulada “Diseño de una red de alcantarillado sanitario en el sector Costa Azul límite con Montecristi en la ciudad de Manta” desarrolló un proyecto orientado al diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, zona que carece de infraestructura adecuada para la conducción de aguas residuales. El estudio tuvo como objetivo mejorar las condiciones de vida de la población mediante un diseño técnico basado en levantamientos topográficos y análisis demográficos. A partir de estos datos, se proyectó un sistema sanitario con un horizonte de diseño de 30 años, considerando una población futura de 1.377 habitantes. El diseño se estimó un presupuesto de ejecución de USD 278.204,39, proponiendo una solución sostenible que contribuye a la protección ambiental y a la salud pública del sector.

De manera similar, en la parroquia Membrillal del cantón de Jipijapa, se diseñó el sistema de alcantarillado sanitario como respuesta a la problemática de la descarga directa de aguas residuales domésticas a los cuerpos de agua superficiales. El proyecto consideró una población de diseño de 647 habitantes y un horizonte de planificación de 25 años, determinando un caudal de aguas residuales de 3,11 L/s conforme a las Normas Ecuatorianas de la Construcción. El estudio concluye que el diseño propuesto es técnicamente viable y resalta la importancia de incorporar un tratamiento final de las aguas residuales como aporte al desarrollo ambiental y urbano del sector (Muñoz Guamán, 2022).

Así mismo, el estudio titulado “Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad El Tigre – Pimpiguasi, parroquia Calderón, cantón Portoviejo” incluyó una caracterización socioeconómica del sector y el levantamiento topográfico del área, los cuales sirvieron como base para el modelado hidráulico del sistema mediante el software SewerCAD. Aunque el proyecto no contempló el diseño de una PTAR, se definió en la planimetría un área potencial para su futura implementación. Finalmente, se desarrollaron los planos del sistema, el análisis de precios unitarios, el presupuesto y el cronograma valorado de ejecución (Basurto Loor, 2019).

Finalmente, la investigación desarrollada por Loor Anchundia (2025) presentó el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y de la planta de tratamiento de aguas residuales, fundamentado en principios técnicos, criterios hidráulicos y fórmulas de diseño, aplicando las normativas vigentes. El uso del software SewerCAD permitió evaluar el comportamiento hidráulico de la red sanitaria y verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño. Las aguas residuales recolectadas son conducidas hacia la planta de tratamiento proyectada, donde reciben el tratamiento correspondiente previo a su disposición final mediante infiltración.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales en el sector Toalla Chica del cantón Montecristi.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico técnico y social del sector Toalla Chica para identificar las principales fuentes de aguas residuales y las necesidades de infraestructura.
- Analizar la información sobre los alcantarillados y tratamiento sanitarios.
- Realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- Definir los parámetros de diseño.
- Calcular la red de alcantarillado sanitario mediante software SewerGEMS.
- Diseñar la planta de tratamiento de aguas residuales que cumpla con los estándares ambientales nacionales.
- Elaborar el presupuesto referencial del sistema de alcantarillado sanitario y el tratamiento de las aguas residuales respectivo.

#### 4 Justificación

El crecimiento poblacional acelerado y el desarrollo urbano en el sector Toalla Chica del cantón Montecristi, en la provincia de Manabí, han traído consigo una serie de beneficios económicos y sociales, pero también han generado desafíos significativos en materia ambiental y sanitaria. Uno de los principales problemas derivados de esta expansión es el incremento en la generación de aguas residuales, tanto domésticas como industriales, sin que hasta la fecha exista un sistema adecuado, eficiente y sostenible para su recolección, transporte y tratamiento (Moreira, 2023).

La ausencia de un sistema de alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento de aguas residuales ha provocado una serie de impactos negativos en el entorno y en la salud de los habitantes. En primer lugar, la descarga directa de aguas residuales sin tratamiento en cuerpos de agua superficiales y subsuperficiales ha contribuido a la contaminación de ríos, quebradas y acuíferos, afectando la calidad del agua y poniendo en riesgo la biodiversidad de estos ecosistemas. La contaminación de estos recursos hídricos no solo perjudica a la flora y fauna, sino que también representa un riesgo para las actividades humanas que dependen de ellos, como la agricultura, la pesca y el consumo doméstico (Romo, 2021).

En segundo lugar, la proliferación de aguas residuales sin tratar en zonas urbanas genera condiciones insalubres que favorecen la proliferación de vectores de enfermedades, como mosquitos y otros vectores, incrementando la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua, como diarreas, hepatitis, fiebre tifoidea y otras afecciones gastrointestinales. La situación se agrava en comunidades vulnerables, donde la falta de infraestructura adecuada limita el acceso a condiciones sanitarias básicas, poniendo en peligro la salud pública y aumentando la carga sobre los servicios de salud (Toscano, 2023).

Además, la presencia de aguas residuales sin tratamiento genera malos olores, contaminación visual y ambiental, lo que afecta la calidad de vida de los habitantes y reduce la percepción de bienestar en la comunidad. La contaminación de suelos y cuerpos de agua también puede afectar la actividad económica local, especialmente en sectores relacionados con la agricultura y el turismo, que son actividades fundamentales para la economía de Montecristi y la región en general (Pesántez, 2024).

Frente a esta problemática, surge la necesidad imperante de diseñar e implementar un sistema de alcantarillado sanitario eficiente, que recoja y transporte de manera adecuada las aguas residuales generadas en el sector Toalla Chica. La incorporación de una planta de tratamiento de aguas residuales permitirá tratar estos efluentes de manera efectiva, eliminando o reduciendo significativamente los contaminantes presentes y cumpliendo con las normativas ambientales nacionales e internacionales. Esto no solo protegerá los recursos hídricos y terrestres, sino que también contribuirá a mejorar la salud pública y la calidad de vida de los habitantes.

El proyecto propuesto responde a la demanda de una gestión sostenible del recurso hídrico, promoviendo la protección del medio ambiente y garantizando un desarrollo urbano y social equilibrado. La implementación de infraestructura adecuada también facilitará la planificación urbana futura, alentando a la comunidad a adoptar prácticas responsables y sostenibles en el uso del agua y en la gestión de residuos.

Asimismo, este proyecto contribuirá a fortalecer la conciencia ambiental y el compromiso comunitario con la protección del entorno, fomentando una cultura de cuidado y responsabilidad. Además, permitirá al sector Toalla Chica cumplir con las normativas nacionales e internacionales en materia ambiental, evitando sanciones y promoviendo la participación en programas de protección ambiental y desarrollo sostenible.

En conclusión, la justificación de este proyecto radica en la necesidad de solucionar una problemática ambiental y sanitaria que afecta directamente a la población del sector Toalla Chica, promoviendo un crecimiento urbano ordenado, sustentable y saludable. La implementación de un sistema de alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento de aguas residuales es fundamental para garantizar la protección del medio ambiente, la salud pública y el bienestar social, promoviendo un futuro más sostenible para la comunidad y contribuyendo al desarrollo integral del sector.

## 5 CAPÍTULO 1: Memoria descriptiva

### 5.1 Aspectos generales

#### 5.1.1 Aspectos físicos del terreno

Los aspectos más importantes del sector donde se realizará el proyecto:

##### 5.1.1.1 Ubicación.

El área donde se implementará el proyecto es en el sector Toalla chica de la parroquia Los Bajos del cantón Montecristi.

De acuerdo con los datos proporcionados por el GAD de Montecristi, el sector está delimitado de la siguiente manera:

*Tabla 1. Coordenadas del área de estudio.*

COORDENADAS		
PTOS	ESTE	NORTE
P1	537164.00 m E	9881572.00 m S
P2	537173.00 m E	9881607.00 m S
P3	537104.00 m E	9881709.00 m S
P4	537097.00 m E	9881830.00 m S
P5	537085.00 m E	9881912.00 m S
P6	536966.00 m E	9881904.00 m S
P7	536892.00 m E	9881885.00 m S
P8	536822.00 m E	9881866.00 m S
P9	536805.00 m E	9881936.00 m S
P10	536724.00 m E	9881913.00 m S
P11	536813.00 m E	9881619.00 m S
P12	536904.00 m E	9881655.00 m S
P13	536984.00 m E	9881601.00 m S
P14	537079.00 m E	9881567.00 m S

*Fuente: Elaboración propia.*

### 5.1.1.2 Área de proyecto



*Ilustración 1. Área del estudio delimitada.*

***Fuente:*** *Elaboración en Google Earth.*

### 5.1.1.3 Zonificación.

Presenta una zonificación, que en mayor parte es de viviendas y su densidad poblacional es considerada baja, la topografía irregular es parte de sus principales aspectos. La estructura urbana se ha organizado a partir de un sistema vehicular y peatonal, con vías de lastre y caminos peatonales no delimitados estrictamente.

En gran medida los terrenos son utilizados para uso de vivienda, sin embargo, a sus alrededores también hay actividades de agricultura familiar y lotes baldíos.

## 5.2 Levantamiento topográfico

### 5.2.1 Planimetría

La zona de estudio no responde a una planificación urbana formal, las vías y las cuadras se encuentran claramente identificadas, lo que permite reconocer la estructura general del sector a pesar de la disposición irregular de los lotes y edificaciones.

### 5.2.2 Altimetría

Los resultados obtenidos mediante el levantamiento topográfico con RTK se muestran en la siguiente tabla:

*Tabla 2. Levantamiento topográfico.*

<b>ÁREA DEL PROYECTO</b>			
<b>PTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ELEVACIÓN</b>
1	9881932,9759	536810,4502	231,7771
2	9881933,0765	536803,7293	231,7721
3	9881922,4871	536810,9937	230,5291
4	9881922,1439	536807,7206	230,6401
5	9881921,4518	536804,6937	230,6131
6	9881910,4490	536807,1582	228,5281
7	9881910,3580	536810,3278	228,5541
8	9881911,4833	536813,9459	228,4461
9	9881902,3908	536815,5928	226,4931
10	9881901,1982	536811,9847	226,6541
11	9881900,7769	536809,9446	226,5321
12	9881888,2363	536810,5779	224,0621
13	9881887,4192	536813,5939	223,8641
14	9881887,6461	536816,1822	223,6861
15	9881872,6519	536817,6276	220,3661
16	9881872,3146	536815,855	220,4481
17	9881871,6867	536812,3457	220,5221
18	9881863,9631	536813,7357	219,0531
19	9881858,1116	536813,9294	218,3601
20	9881858,0182	536819,5925	217,9991
21	9881862,0074	536821,3885	218,6791
22	9881867,2649	536818,7477	219,3931

23	9881866,4125	536820,367	219,2511
24	9881868,3070	536829,0767	219,2301
25	9881864,8835	536830,4544	219,1451
26	9881867,5218	536840,0105	219,4011
27	9881870,1081	536840,4142	219,3731
28	9881875,7543	536865,8187	219,2211
29	9881879,6129	536864,3112	219,4771
30	9881882,5655	536873,1372	219,7781
31	9881878,6196	536875,0184	219,6181
32	9881881,0637	536884,9967	220,9821
33	9881879,8339	536886,9063	221,1231
34	9881878,5475	536887,8138	221,1661
35	9881879,1494	536891,3028	221,3621
36	9881882,1215	536890,9247	221,5891
37	9881884,1740	536891,7703	221,8041
38	9881888,5853	536891,2541	222,0971
39	9881891,5689	536898,7056	222,9291
40	9881889,1163	536899,9682	222,7201
41	9881891,4716	536907,6419	223,4451
42	9881894,6299	536908,0365	223,8641
43	9881896,4680	536915,093	224,0191
44	9881893,7988	536916,6073	223,8171
45	9881896,1954	536926,1245	223,7801
46	9881899,1707	536926,7024	223,9941
47	9881857,7014	536898,3989	220,6811
48	9881856,4303	536893,2375	220,5031
49	9881845,2531	536901,9323	219,1631
50	9881843,4767	536898,2015	219,0261
51	9881846,2204	536899,1955	219,3821
52	9881857,6396	536896,2461	220,6261
53	9881865,8014	536892,841	221,1281
54	9881866,3066	536894,3664	221,2201
55	9881866,7066	536895,1418	221,3131
56	9881874,5742	536893,7363	221,4301
57	9881874,6275	536892,1621	221,2861
58	9881873,8231	536889,902	221,2351
59	9881855,4978	536819,7564	217,5441
60	9881854,5742	536816,3587	217,6581
61	9881854,0178	536814,1099	217,7151

62	9881846,4776	536815,6953	216,3361
63	9881846,2227	536818,658	216,2031
64	9881846,8350	536822,2083	216,1661
65	9881840,1989	536824,0115	215,1091
66	9881838,5509	536823,2743	214,8171
67	9881837,8324	536820,9355	214,8971
68	9881837,4568	536820,3405	214,9131
69	9881832,6537	536822,8946	214,1461
70	9881833,4364	536825,0337	214,1431
71	9881834,3799	536826,7296	214,1211
72	9881827,7890	536830,7574	213,1421
73	9881826,9300	536828,267	213,0851
74	9881825,6767	536826,312	212,9391
75	9881848,8099	536816,6809	216,7691
76	9881849,1403	536820,1164	216,5571
77	9881817,2599	536830,6297	211,5601
78	9881817,5008	536833,0175	211,5311
79	9881818,1182	536834,0563	211,6721
80	9881818,6330	536838,9432	211,3861
81	9881815,7860	536841,3341	210,9901
82	9881813,6140	536840,7006	210,6771
83	9881810,7815	536839,8966	210,3791
84	9881816,8472	536844,984	211,0271
85	9881820,1769	536845,3924	211,2351
86	9881822,8393	536852,8462	211,5071
87	9881821,1157	536853,8021	211,4661
88	9881821,6968	536858,3374	211,9881
89	9881824,3717	536858,9188	212,0401
90	9881827,4673	536866,0124	213,1781
91	9881825,4006	536867,1719	213,2681
92	9881827,3941	536873,5446	214,3741
93	9881830,2908	536873,2827	214,5681
94	9881831,9438	536877,5602	215,3641
95	9881829,0988	536878,7376	215,3291
96	9881839,9323	536896,3934	218,5271
97	9881835,7968	536898,7327	217,9791
98	9881835,7298	536902,2351	217,8381
99	9881836,7031	536904,5885	217,8531
100	9881837,5556	536906,5406	217,9161

101	9881839,2994	536907,6934	218,1411
102	9881843,1783	536906,8173	218,6921
103	9881843,5328	536904,4895	218,8091
104	9881842,4598	536916,8484	218,1291
105	9881845,6884	536917,0166	218,2511
106	9881848,0437	536923,6319	217,7031
107	9881845,7660	536925,0687	217,5591
108	9881848,5288	536929,6882	216,9981
109	9881850,6626	536929,7216	217,0211
110	9881854,5503	536935,9298	216,1131
111	9881852,0287	536936,411	215,9411
112	9881854,1184	536943,6094	214,9061
113	9881856,6613	536943,971	214,7511
114	9881855,4453	536944,3167	214,7881
115	9881855,2748	536948,601	214,0541
116	9881856,4425	536948,7403	214,1321
117	9881857,9023	536948,1101	214,1231
118	9881856,8359	536957,5634	212,9521
119	9881858,5908	536957,627	213,1231
120	9881860,2629	536956,7096	213,1961
121	9881863,0865	536966,3384	212,8951
122	9881861,6127	536967,2509	212,7881
123	9881859,9726	536967,5364	212,7851
124	9881864,1571	536971,9369	212,8951
125	9881862,8708	536972,3527	212,8911
126	9881861,5113	536972,8421	212,8651
127	9881863,5490	536979,9867	213,1611
128	9881865,5623	536980,8242	213,2191
129	9881867,3015	536980,6	213,2531
130	9881871,7772	536996,1432	213,8011
131	9881870,6412	536997,0491	213,8291
132	9881868,9424	536997,8778	213,8081
133	9881871,5900	537004,7609	214,1571
134	9881873,3895	537004,5375	214,1851
135	9881874,8004	537004,2843	214,2201
136	9881876,4344	537011,2946	214,5441
137	9881874,7152	537012,419	214,5361
138	9881875,6708	537012,3488	214,4991
139	9881883,8972	537028,6655	216,3171

140	9881881,9937	537029,907	216,4161
141	9881879,8956	537030,4475	216,4191
142	9881882,0602	537041,1117	218,4111
143	9881880,7895	537043,03	218,6991
144	9881879,2260	537044,203	218,5431
145	9881879,5495	537047,692	218,8231
146	9881884,1217	537046,2832	219,1031
147	9881885,3240	537045,2652	219,1421
148	9881872,7700	537049,3908	217,8591
149	9881872,6998	537047,9694	217,7471
150	9881871,9332	537045,6807	217,7041
151	9881862,1791	537047,6455	216,3261
152	9881862,3228	537049,3833	216,3801
153	9881862,7590	537050,6924	216,3981
154	9881850,0091	537053,0982	214,6641
155	9881849,9270	537051,6754	214,6611
156	9881849,8668	537051,0059	214,5281
157	9881842,2767	537053,9502	213,4831
158	9881842,1241	537052,3608	213,4011
159	9881842,1841	537051,2095	213,4371
160	9881840,5727	537050,4157	213,1641
161	9881839,4848	537049,6333	212,8251
162	9881836,1958	537054,5545	212,4891
163	9881830,6812	537055,2043	211,4011
164	9881829,8182	537052,8299	211,2081
165	9881828,6770	537050,6301	211,2371
166	9881831,5667	537048,9652	211,8441
167	9881831,7376	537046,6321	211,9651
168	9881830,7134	537042,7293	211,8511
169	9881831,9487	537042,4011	211,8931
170	9881834,9251	537041,4734	211,9761
171	9881828,6452	537035,9889	211,0121
172	9881831,1140	537034,9593	211,0311
173	9881832,7715	537034,3437	211,0011
174	9881831,2779	537025,0346	209,8471
175	9881829,2496	537024,7449	209,5981
176	9881826,5279	537025,6057	209,5111
177	9881825,0865	537018,1785	208,8101
178	9881826,3060	537017,6926	208,8851

179	9881827,8049	537017,3981	208,9271
180	9881819,6446	537002,9925	208,3401
181	9881821,1396	537002,4458	208,2701
182	9881822,9026	537001,8882	208,3131
183	9881821,9485	536997,2176	208,2681
184	9881820,1416	536996,8177	208,2031
185	9881817,6325	536997,0972	208,2261
186	9881811,5689	536977,3717	207,5411
187	9881812,6620	536976,5692	207,4421
188	9881815,4632	536975,0472	207,6661
189	9881805,6744	536962,8488	207,0191
190	9881808,3060	536961,6982	207,1111
191	9881810,0632	536961,6133	207,1431
192	9881804,3620	536944,6907	206,5261
193	9881802,8897	536944,7947	206,4541
194	9881801,0422	536945,0707	206,4681
195	9881804,4743	536937,4035	206,4751
196	9881801,0878	536937,7468	206,4581
197	9881798,9179	536937,8199	206,3821
198	9881794,8126	536927,8354	206,4871
199	9881793,8104	536926,6593	206,5201
200	9881790,7334	536925,5392	205,9341
201	9881790,0107	536923,1105	206,0671
202	9881788,2390	536920,0516	206,0801
203	9881789,2163	536918,6343	206,3991
204	9881789,6001	536916,9493	206,7431
205	9881793,8954	536914,1912	207,3591
206	9881795,7507	536916,079	207,4641
207	9881797,9048	536916,3139	207,9391
208	9881803,3816	536914,496	209,1571
209	9881804,4193	536916,404	209,1101
210	9881807,0928	536918,4735	209,4821
211	9881815,6952	536915,2	211,7791
212	9881815,9359	536913,5771	212,0721
213	9881815,1084	536911,0024	212,0031
214	9881822,3718	536908,5417	214,0141
215	9881822,6289	536910,0644	213,9701
216	9881823,0499	536911,035	213,8581
217	9881789,7526	536903,9417	207,2391

218	9881787,6816	536903,5792	207,0941
219	9881785,2474	536904,403	206,9901
220	9881777,3856	536879,7398	206,3541
221	9881779,1962	536878,8376	206,4791
222	9881780,8144	536878,4652	206,4961
223	9881779,6085	536870,4885	206,5821
224	9881777,6427	536869,9888	206,3461
225	9881774,2935	536870,4939	206,2581
226	9881775,0345	536855,6513	206,1421
227	9881771,5421	536856,3679	205,8581
228	9881769,8754	536857,3939	205,7361
229	9881768,4591	536855,9563	205,4841
230	9881765,0344	536854,3569	205,1071
231	9881764,0677	536851,7593	205,1441
232	9881763,3984	536849,5222	205,1051
233	9881771,2440	536847,7038	205,8251
234	9881772,1946	536850,6787	205,8921
235	9881778,6337	536850,2835	206,4101
236	9881779,9259	536848,063	206,5481
237	9881779,7552	536845,3409	206,6481
238	9881789,2895	536842,7674	207,6791
239	9881789,9096	536844,0592	207,7181
240	9881791,6981	536846,2369	207,9151
241	9881800,1340	536843,6749	208,8311
242	9881800,1002	536841,4774	208,9371
243	9881799,3067	536839,4142	208,9151
244	9881758,2745	536855,5649	204,5131
245	9881757,7164	536854,0426	204,5021
246	9881756,5997	536852,0731	204,4331
247	9881749,7154	536854,8003	203,7611
248	9881749,3704	536857,2582	203,6631
249	9881749,6085	536859,0376	203,6461
250	9881734,2339	536864,8673	202,0521
251	9881733,7419	536863,1643	202,0541
252	9881732,2707	536861,1594	201,9041
253	9881724,9875	536863,6915	201,2111
254	9881721,1689	536863,4965	200,9881
255	9881717,9830	536861,9134	200,8901
256	9881727,4047	536869,3297	201,3151

257	9881730,7309	536866,8222	201,6751
258	9881725,0436	536871,8555	201,1681
259	9881723,7605	536877,2179	201,0811
260	9881720,0933	536868,6001	201,0111
261	9881715,7875	536856,8601	200,7371
262	9881712,3168	536847,7638	200,4971
263	9881708,8575	536837,6712	200,4081
264	9881706,1449	536829,0289	200,4821
265	9881704,3160	536822,062	200,4051
266	9881700,9803	536810,3631	200,6331
267	9881698,2809	536799,9141	200,6201
268	9881695,0929	536789,4291	200,7121
269	9881692,4646	536780,9499	200,9351
270	9881690,3910	536773,6563	201,0801
271	9881686,1783	536774,1153	200,9251
272	9881688,5875	536786,7486	200,5721
273	9881691,3558	536796,4201	200,4731
274	9881692,8521	536802,2125	200,4071
275	9881696,0156	536813,9862	200,3251
276	9881705,1387	536843,2668	200,1971
277	9881710,3689	536858,0066	200,5061
278	9881710,1606	536860,4015	200,2771
279	9881708,3161	536863,0417	199,8961
280	9881709,8729	536865,3966	200,0301
281	9881713,5988	536865,6968	200,5701
282	9881706,1523	536868,834	199,4761
283	9881704,9233	536867,5975	199,4591
284	9881703,5228	536866,451	199,2881
285	9881698,9324	536870,7873	199,0101
286	9881700,1654	536872,9855	198,9251
287	9881694,4948	536880,7864	198,4701
288	9881693,2512	536880,525	198,4951
289	9881692,2706	536880,1652	198,4321
290	9881684,2111	536888,8667	197,9811
291	9881684,6976	536891,3377	197,9861
292	9881681,5282	536894,5141	197,8231
293	9881679,0151	536895,764	197,7961
294	9881679,8653	536901,9926	197,6821
295	9881683,3383	536901,1345	197,8721

296	9881687,8040	536908,5661	197,8251
297	9881686,0968	536909,4421	197,7491
298	9881683,1603	536909,6211	197,7741
299	9881719,0286	536879,8397	200,9311
300	9881721,7083	536880,1247	201,0961
301	9881723,5006	536879,9064	201,0791
302	9881726,8387	536887,1368	201,3031
303	9881725,0871	536888,8732	201,3461
304	9881723,3227	536890,0844	201,2051
305	9881727,4852	536903,3959	201,4821
306	9881729,9349	536902,5579	201,5961
307	9881731,2853	536901,9768	201,6151
308	9881739,0758	536914,7289	201,8611
309	9881735,9568	536916,7956	201,6181
310	9881733,1708	536917,6168	201,4921
311	9881736,5072	536927,1713	201,4371
312	9881739,0979	536926,6534	201,6121
313	9881741,1974	536926,303	201,6101
314	9881752,8362	536931,88	202,2751
315	9881751,9752	536934,3806	202,1931
316	9881753,3709	536936,9828	202,2641
317	9881755,8421	536935,9903	202,4231
318	9881761,7720	536934,8204	202,8031
319	9881761,5000	536932,5222	202,8151
320	9881760,8346	536929,8642	202,8661
321	9881766,5953	536927,6946	203,2681
322	9881767,3958	536930,057	203,3451
323	9881768,4568	536933,5906	203,2191
324	9881771,3334	536931,9442	203,5411
325	9881770,5007	536929,1537	203,5771
326	9881769,6132	536926,7953	203,5341
327	9881768,9260	536924,6822	203,3991
328	9881780,1022	536926,3723	204,6101
329	9881780,8444	536928,0909	204,7241
330	9881747,2505	536939,5652	201,7421
331	9881744,5238	536940,7757	201,6601
332	9881742,0009	536941,9416	201,4701
333	9881746,0280	536951,7337	201,5491
334	9881747,1573	536956,825	201,5181

335	9881750,0634	536957,9492	201,6691
336	9881753,0014	536957,519	201,7401
337	9881769,1277	537005,1723	202,4461
338	9881766,1050	537005,8082	202,3331
339	9881764,1086	537007,0548	202,2701
340	9881766,4459	537014,2843	202,2581
341	9881769,4996	537013,5417	202,4201
342	9881771,8121	537013,6311	202,4741
343	9881775,0366	537021,7215	202,5411
344	9881773,7062	537022,8491	202,4511
345	9881770,7442	537023,513	202,3461
346	9881770,1332	537040,944	201,8741
347	9881773,0492	537041,438	201,9751
348	9881775,2814	537041,6325	202,0131
349	9881774,8867	537049,6451	201,7231
350	9881772,2126	537049,3418	201,7111
351	9881770,3077	537048,7723	201,7121
352	9881769,6728	537065,0155	201,3351
353	9881770,4769	537065,2044	201,4201
354	9881772,3063	537065,7897	201,3951
355	9881771,1180	537072,5907	200,9111
356	9881770,1062	537073,0741	201,0931
357	9881769,6292	537073,268	201,0421
358	9881777,1845	537036,9808	202,3491
359	9881778,0764	537038,8034	202,5121
360	9881781,1552	537038,3166	202,5501
361	9881783,3960	537044,7	202,8211
362	9881781,6987	537045,1053	202,7641
363	9881779,6460	537045,7773	202,7881
364	9881781,1691	537051,7724	203,0451
365	9881783,0025	537052,1995	203,1191
366	9881784,7090	537051,8903	203,1121
367	9881787,2803	537056,8167	203,6481
368	9881786,0137	537057,8801	203,6061
369	9881784,4584	537059,1339	203,6371
370	9881788,7730	537062,6863	204,3551
371	9881790,3511	537061,4541	204,4241
372	9881791,4328	537060,4232	204,4961
373	9881796,6923	537062,4039	205,4041

374	9881797,1543	537061,2095	205,4431
375	9881767,6292	537001,205	202,3861
376	9881763,4095	537003,1843	202,2301
377	9881760,6407	536999,5068	202,0111
378	9881759,2156	536997,3456	201,8921
379	9881757,6756	536996,9246	201,7181
380	9881755,5000	536993,3115	201,3991
381	9881756,3173	536989,6371	201,5551
382	9881756,5045	536982,2918	201,8811
383	9881760,9150	536980,3896	202,0961
384	9881754,0609	536975,4235	201,8271
385	9881758,7936	536974,4515	202,0291
386	9881748,3583	537001,7391	200,4081
387	9881747,4540	537000,0842	200,4531
388	9881746,0848	536997,0532	200,3111
389	9881739,6030	536999,6711	199,6381
390	9881740,4104	537001,9023	199,6411
391	9881741,3825	537004,5479	199,6201
392	9881732,3005	537008,6914	198,5591
393	9881730,7751	537006,2194	198,5421
394	9881731,0707	537002,9119	198,5841
395	9881728,4626	537001,2468	198,0381
396	9881726,3421	536999,5115	197,7591
397	9881724,3883	536992,572	197,6501
398	9881722,5454	536986,7956	197,6111
399	9881718,6826	536977,9181	197,2551
400	9881713,2484	536966,9944	197,2131
401	9881709,1494	536957,0516	197,1451
402	9881705,1335	536946,9052	197,2211
403	9881701,2216	536938,0851	197,4861
404	9881698,1574	536930,8496	197,6401
405	9881690,6809	536914,273	197,8571
406	9881683,4122	536909,2453	197,7761
407	9881687,4344	536918,9396	197,7761
408	9881690,6342	536927,7132	197,8351
409	9881695,7636	536938,7068	197,1641
410	9881698,6781	536946,1666	197,1051
411	9881701,6202	536954,4048	196,9721
412	9881714,5334	536983,6678	197,2001

413	9881718,9649	536994,723	197,4981
414	9881722,0459	537004,6153	197,6511
415	9881721,9342	537006,2441	197,5871
416	9881721,1674	537007,7349	197,5401
417	9881715,3330	537010,6321	196,9701
418	9881716,4543	537012,8003	197,0671
419	9881717,1871	537015,0589	197,0251
420	9881708,5340	537020,0298	196,1601
421	9881707,5778	537017,2987	196,2051
422	9881706,3889	537015,3375	196,1011
423	9881697,7003	537020,2918	195,2091
424	9881696,1410	537019,3622	194,8891
425	9881694,9189	537017,7597	194,8081
426	9881691,8208	537010,2049	194,6371
427	9881687,4616	536999,6362	194,4511
428	9881683,3719	536991,6683	194,1751
429	9881678,5791	536979,9185	193,7391
430	9881673,3817	536969,0015	193,4751
431	9881670,1930	536962,0265	193,6301
432	9881661,6301	536947,3757	193,9941
433	9881657,0321	536949,6347	193,6871
434	9881663,3410	536959,46	193,5641
435	9881667,7952	536968,1644	193,3391
436	9881674,5353	536981,0052	193,2771
437	9881678,2922	536987,8005	193,6971
438	9881683,3790	537002,0986	194,0341
439	9881686,1782	537011,2639	194,3751
440	9881690,7457	537021,3818	194,5111
441	9881691,6826	537023,8561	194,6351
442	9881692,7323	537026,4161	194,6671
443	9881693,2679	537028,4078	194,6611
444	9881694,8738	537031,1065	194,7001
445	9881696,6427	537030,0093	194,8311
446	9881701,9354	537041,7117	195,0121
447	9881699,9375	537042,0167	194,8141
448	9881702,8828	537051,0031	194,7201
449	9881705,7680	537050,6493	194,8001
450	9881709,1732	537057,0452	194,7681
451	9881705,7019	537058,0404	194,5471

452	9881708,8403	537067,5037	194,4891
453	9881711,8719	537066,5096	194,6981
454	9881713,9399	537066,1587	194,7161
455	9881689,9700	537030,9222	194,1971
456	9881688,7866	537028,7747	194,2201
457	9881687,8173	537026,6623	194,2091
458	9881680,5904	537031,0533	193,4231
459	9881680,9216	537032,9933	193,4261
460	9881682,0683	537034,9157	193,4251
461	9881672,1638	537035,4685	192,6681
462	9881673,3324	537038,3733	192,6851
463	9881674,4504	537041,2114	192,6081
464	9881665,5078	537047,7083	191,6821
465	9881663,8886	537045,866	191,7611
466	9881662,3050	537044,3339	191,7531
467	9881654,7296	537051,524	190,9621
468	9881655,8720	537053,7079	190,8871
469	9881657,6098	537055,2864	190,8281
470	9881651,7725	537062,7194	190,0161
471	9881649,6158	537061,4114	190,1921
472	9881648,0623	537060,4709	190,2421
473	9881640,4833	537073,0924	189,3471
474	9881642,4048	537074,2286	189,2961
475	9881644,3993	537075,6384	189,2101
476	9881638,4728	537091,4391	188,2201
477	9881635,8340	537090,3294	188,3241
478	9881633,9935	537089,5409	188,2581
479	9881626,3059	537110,1709	187,0261
480	9881628,4263	537111,1749	187,0441
481	9881630,6924	537112,4257	186,9891
482	9881626,6145	537129,9039	186,0441
483	9881623,2235	537128,8655	186,1761
484	9881620,3444	537128,2453	186,1101
485	9881614,9163	537145,5104	185,0921
486	9881616,7452	537146,6194	185,1651
487	9881619,1068	537147,2824	185,1771
488	9881622,7790	537149,173	185,3831
489	9881614,9549	537163,9785	184,3361
490	9881612,0025	537164,1197	184,3161

491	9881609,3287	537163,3191	184,2831
492	9881601,9382	537185,0784	183,1561
493	9881604,4339	537186,5113	183,2041
494	9881607,1922	537187,7698	183,1561
495	9881599,9184	537213,6866	181,7261
496	9881597,0384	537212,4924	181,8401
497	9881594,4770	537211,6062	181,8421
498	9881586,3808	537240,7806	180,3131
499	9881588,8802	537242,4165	180,3891
500	9881590,6525	537243,4731	180,3351
501	9881588,6929	537259,7411	179,6531
502	9881585,8899	537259,036	179,6491
503	9881581,9232	537257,8879	179,4941
504	9881649,0733	536936,5666	193,899
505	9881612,8153	536993,8514	191,475
506	9881593,7475	537023,2129	190,247
507	9881579,6714	537082,7066	189,387
508	9881579,7616	537160,0178	185,14
509	9881735,8767	537089,4128	193,787
510	9881686,7727	537117,7254	191,147
PLANTA DE TRATAMIENTO			
511	9881581,9874	537243,3429	180,1631
512	9881575,7505	537270,8927	178,9191
513	9881568,4830	537253,7159	179,2301
514	9881571,3277	537253,8211	179,2751
515	9881573,7486	537253,7553	179,3001
516	9881568,0258	537253,7637	179,2211
517	9881568,8199	537257,0204	179,0481
518	9881568,4821	537260,2587	178,8931
519	9881565,4074	537261,6535	178,7891
520	9881565,2460	537262,7101	178,7171
521	9881576,6661	537240,4812	180,3711
522	9881573,6800	537240,0018	180,3481
523	9881572,9446	537240,1765	180,3311
524	9881570,2601	537236,0207	180,4631
525	9881567,7564	537236,4341	180,4131
526	9881566,8093	537236,3744	180,3431
527	9881757,5800	536959,4039	203,1181
528	9881776,0767	536952,5016	203,8431

529	9881787,1214	536982,8782	204,3541
530	9881775,0683	536987,2409	203,7031
531	9881778,4849	536997,1302	203,7651
532	9881772,6835	536999,483	203,6581
BM 1 Y 2			
533	9881757,9298	536959,6799	203,1044
534	9881770,1243	536964,7577	203,5603

*Fuente: Elaboración propia.*

## **6 CAPITULO II. Sistema de alcantarillado sanitario**

### **6.1 Sistema de alcantarillado sanitario**

El sistema de alcantarillado se define como un conjunto integrado de tuberías y obras complementarias, construidas con diversos materiales, cuya función principal es la recolección, conducción y evacuación eficiente de las aguas residuales y, en determinados casos, de las aguas pluviales (SIAPA, 2014) que son generadas en una población hacia infraestructuras finales tales como plantas de tratamiento de aguas residuales o sitios de vertido autorizados (INVIASA, 2021), garantizando que dichas descargas no provoquen afectaciones a la salud pública, al ambiente ni a la calidad de vida de la población.

### **6.2 Clasificación de los sistemas de alcantarillado sanitario**

Los sistemas de alcantarillado sanitario pueden clasificarse en dos grupos principales: convencionales y no convencionales.

#### **6.2.1 Convencionales**

Son los más utilizados debido a que cuentan con criterios técnicos ampliamente estudiados y estandarizados. Se caracterizan por el empleo de tuberías de mayor diámetro y por su elevada flexibilidad, les permite adaptarse a diversas condiciones de diseño y generan mayor costo. Los sistemas convencionales se clasifican según el tipo de agua que transportan en sanitarios,

destinados a aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales; pluviales, orientados al manejo de las aguas de lluvia; y combinados, que integran en una sola red el transporte de aguas residuales y pluviales (Paredes & Suárez, 2020)

### **6.2.2 No convencionales**

Están destinados exclusivamente a la recolección de aguas residuales sanitarias y presentan una menor flexibilidad operativa, por lo que su aplicación requiere condiciones específicas y un mantenimiento más estricto. Estos se clasifican según el tipo de tecnología utilizada en simplificados, que reducen diámetros de tuberías y distancias entre pozos; condominales, aplicables a urbanizaciones de pequeña extensión con redes internas; y sistemas sin arrastre de sólidos, que transportan aguas residuales previamente tratadas para la remoción de sólidos, permitiendo el uso de tuberías de menor diámetro y, en algunos casos, conducción a presión (Paredes & Suárez, 2020).

### **6.3 Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario**

Desde el punto de vista funcional, el alcantarillado sanitario está estructurado jerárquicamente por varios componentes esenciales, entre los que se incluyen:

- **Tuberías laterales o iniciales.** Reciben los desagües domiciliarios (Jiménez Rivera, 2021).
- **Secundarias.** Recibe uno o más desagües de las tuberías iniciales (Jiménez Rivera, 2021).
- **Colectores secundarios y principales.** Concentran los flujos provenientes de distintas zonas (Jiménez Rivera, 2021).

- **Interceptores y emisores finales.** Encargados de conducir el caudal total hasta el punto de tratamiento o disposición final (Jiménez Rivera, 2021).
- **Planta de tratamiento de aguas residuales.** Infraestructura destinada a disminuir la carga contaminante de las aguas residuales mediante procesos físicos, químicos y biológicos (Terán Jiménez, 2013).
- **Sitio de vertido o disposición final.** Lugar autorizado donde se descargan o reutilizan las aguas residuales tratadas (Terán Jiménez, 2013).
- **Obras conexas.** Conjunto de estructuras auxiliares, como pozos de revisión y estaciones de bombeo, que garantizan la correcta operación, mantenimiento y funcionalidad del sistema de alcantarillado sanitario (Terán Jiménez, 2013).

## **6.4 Hidráulica del sistema de alcantarillado**

### **6.4.1 Diámetro interno de la tubería**

De acuerdo con los lineamientos técnicos establecidos en las normas del EX-IEOS, el diámetro interno mínimo permitido para tuberías de sistemas de alcantarillado sanitario es de 200 mm (Basurto Loor, 2019).

### **6.4.2 Velocidad mínima y máxima**

Tradicionalmente se adopta una velocidad mínima de 0,60 m/s a tubo lleno, valor suficiente para evitar la sedimentación de sólidos. No obstante, estudios posteriores indican que velocidades entre 0,30 y 0,50 m/s pueden ser aceptables bajo condiciones controladas. Por otro lado, la velocidad máxima no debe exceder los 5,0 m/s para evitar erosión y problemas hidráulicos (OPS, 2005).

### **6.4.3 Pendiente mínima y máxima**

En condiciones normales, se adopta como pendiente mínima aquella que genera una velocidad de 0,90 m/s a tubo lleno; sin embargo, en zonas con escaso desnivel y para evitar estaciones de bombeo, se permite una pendiente menor que asegure una velocidad mínima de 0,60 m/s con un tirante igual o superior a 3 cm. En cuanto a las pendientes máximas, estas corresponden a velocidades de operación entre 3 y 5 m/s, pudiendo admitirse de forma excepcional velocidades de hasta 8 m/s en tuberías de concreto reforzado, siempre que exista justificación técnica (Basurto Loor, 2019).

### **6.4.4 Profundidad mínima**

Los sistemas de alcantarillado deben instalarse a una profundidad que garantice el drenaje por gravedad y la adecuada protección de las tuberías. Según las normas de EMAAP-Q, 2009, la profundidad mínima medida desde la superficie del terreno hasta la clave de la tubería no debe ser menor a 1,50 m, tanto en zonas peatonales como vehiculares; valores inferiores requieren una justificación técnica del tipo de cimentación y de las obras de protección empleadas.

### **6.4.5 Profundidad máxima**

La profundidad máxima, esta se establece generalmente en alrededor de 5 m, pudiendo incrementarse siempre que se cumplan los requisitos geotécnicos y estructurales; además, en cruces subterráneos de ríos o corrientes superficiales, se debe realizar un diseño especial que asegure la estabilidad y evite daños por socavación (EMAAP-Q, 2009).

## **6.5 Parámetros de diseño**

### **6.5.1 Periodo de diseño**

Las obras que conforman un sistema de alcantarillado deben proyectarse, considerando sus períodos óptimos de diseño, los cuales dependen principalmente de la economía de escala y de la tasa de actualización del capital. Como criterio general, las estructuras con mayores economías de escala se diseñan para la capacidad final del proyecto, mientras que aquellas con menor impacto económico pueden planificarse para horizontes más cortos. Adicionalmente, la selección del período de diseño debe contemplar la posibilidad de ampliación futura y el impacto ambiental asociado a la ejecución de las obras, conforme a lo establecido en la norma INEN (1992).

En el caso particular Del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), se ejecuta un método que está avalado por los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADS). Dicho método se utiliza para determinar la población de diseño, sin que este dato represente un horizonte temporal específico de proyección demográfica. El periodo de diseño se adopta de acuerdo con la normativa técnica vigente para cada tipo de infraestructura considerada, para los sistemas de alcantarillado sanitario el periodo se encuentra comprendido entre 25 a 30 años

### **6.5.2 Análisis de proyección poblacional.**

De acuerdo con la norma INEN (1992), la población futura debe estimarse mediante la aplicación de varios métodos de proyección con el fin de comparar resultados y respaldar el criterio técnico del proyectista. La selección final debe considerar factores económicos, sociales y territoriales que influyen en la dinámica demográfica.

Para estimar la tasa de crecimiento poblacional, se utilizarán como referencia los datos estadísticos oficiales provenientes de los censos nacionales y de los registros o recuentos sanitarios

disponibles. En ausencia de estos datos, se emplearán los índices de crecimiento establecidos para la aplicación de los métodos de proyección que se detallan a continuación.

*Tabla 3. Tasas de crecimiento poblacional.*

<b>REGIÓN GEOGRÁFICA</b>	<b>r (%)</b>
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

***Fuente: INEN, 1992.***

#### **6.5.2.1 Métodos de calculo**

##### **Método Aritmético**

Conocido como crecimiento aritmético o lineal, es el método más sencillo de proyección poblacional. Parte del supuesto de que la población aumenta en una cantidad fija en cada período de tiempo, manteniendo una tasa de crecimiento constante. Debido a esta simplificación, su uso se recomienda únicamente para proyecciones de corto plazo (Torres-Degró, 2011).

Para estimar la población de diseño mediante este enfoque, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Pf = Pa * (1 + r * n)$$

Donde:

- Pf: población futura (hab.)
- Pa: población actual (hab.)
- r: tasa de crecimiento
- n: periodo de diseño (años)

##### **Método Geométrico**

Conocida también como crecimiento por interés compuesto, esta tasa asume un incremento porcentual constante a lo largo del tiempo. A diferencia del modelo aritmético, no mantiene fijo el aumento absoluto de la población, sino el porcentaje de crecimiento en cada período, lo que la hace más adecuada para proyecciones de mediano y largo plazo (Torres-Degró, 2011).

El cálculo en este método se empleará con la ecuación mostrada en la norma (INEN, 1997):

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

Donde:

- Pf: población futura (hab.)
- Pa: población actual (hab.)
- r: tasa de crecimiento
- n: periodo de diseño (años)

### **Método Exponencial**

A diferencia del modelo geométrico, el crecimiento exponencial considera que el aumento poblacional ocurre de manera continua y no por intervalos discretos de tiempo. Por esta razón, la expresión  $(1+r)^n$  se reemplaza por  $exp(r \cdot n)$  (Torres-Degró, 2011).

Para determinar este enfoque se realizará mediante la siguiente ecuación:

$$Pf = Pa * exp(r * n)$$

Donde:

- Pf: población futura (hab.)
- Pa: población actual (hab.)
- r: tasa de crecimiento

- n: periodo de diseño (años)

### **Método MIDUVI**

Se utiliza en áreas urbanas delimitadas y proyectos de urbanización, tiene como criterio técnico determinar el número de lotes proyectados donde considera una población de 6 habitantes por cada lote.

$$Pf = \# \text{ lotes} * 6$$

Donde:

- Pf: población futura (hab.)
- # lotes: número de lotes

### **6.5.3 Densidad poblacional**

La densidad poblacional de una zona se obtiene al relacionar el número de habitantes con la superficie que ocupan, estableciendo así un vínculo directo entre la población existente y el área considerada (Bastidas & Medina, 2010).

Para estimar la densidad poblacional se utiliza la fórmula estándar:

$$Dp = \frac{Pf}{T}$$

Donde:

- Dp: Densidad poblacional (hab/ha)
- Pf: Población futura (hab)
- T: Área de proyecto (ha)

#### 6.5.4 Áreas tributarias

Se zonificará la zona en áreas tributarias principalmente de acuerdo con la topografía, respetando los criterios urbanísticos establecidos en el plan regulador y considerando los diferentes usos del suelo, tales como residencial, comercial, industrial, institucional y público (INEN, 1992).

- **Especificaciones de las tuberías por tramos**

Las tuberías y colectores seguirán, en general, las pendientes del terreno natural y formarán las misma hoyas primarias y secundarias que aquél. Es decir, se proyectarán como canales o conductos sin presión y se calcularán tramo por tramo (INEN, 1992).

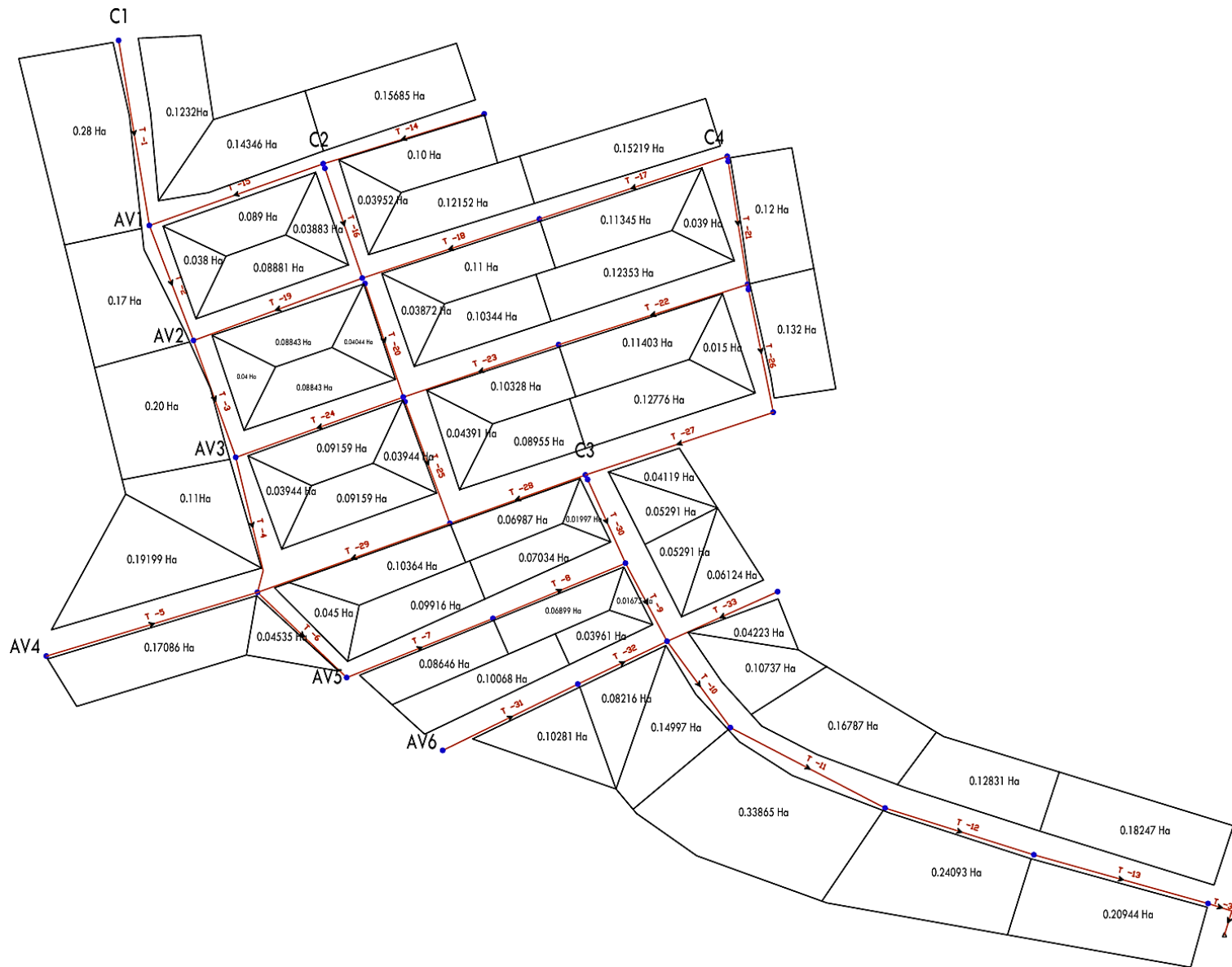
*Tabla 4. Área de aportación y longitud por tramos.*

TRAMO	P. INICIAL	P. FINAL	LONGITUD ENTRE POZOS (m)	ÁREA (Ha)
T-1	PZ-33	PZ-13	75,14	0,400
T-2	PZ-13	PZ-14	49,41	0,208
T-3	PZ-14	PZ-17	49,77	0,240
T-4	PZ-17	PZ-15	55,74	0,149
T-5	PZ-35	PZ-15	88,27	0,363
T-6	PZ-15	PZ-16	49,50	0,090
T-7	PZ-16	PZ-24	63,16	0,185
T-8	PZ-24	PZ-3	57,57	0,139
T-9	PZ-3	PZ-4	35,50	0,070
T-10	PZ-4	PZ-7	42,89	0,257
T-11	PZ-7	PZ-27	69,78	0,508
T-12	PZ-27	PZ-28	62,55	0,370
T-13	PZ-28	PZ-2	72,39	0,390
T-14	PZ-30	PZ-31	67,47	0,257
T-15	PZ-31	PZ-13	73,97	0,228
T-16	PZ-8	PZ-9	46,43	0,078
T-17	PZ-34	PZ-32	79,35	0,260
T-18	PZ-32	PZ-9	74,79	0,228
T-19	PZ-9	PZ-14	72,11	0,177
T-20	PZ-10	PZ-11	47,98	0,078
T-21	PZ-18	PZ-19	49,94	0,159
T-22	PZ-19	PZ-29	79,40	0,235

T-23	PZ-29	PZ-11	65,61	0,200
T-24	PZ-11	PZ-17	71,37	0,180
T-25	PZ-22	PZ-23	51,96	0,084
T-26	PZ-20	PZ-21	50,24	0,145
T-27	PZ-21	PZ-25	79,26	0,169
T-28	PZ-25	PZ-23	57,66	0,160
T-29	PZ-23	PZ-15	81,92	0,192
T-30	PZ-5	PZ-3	36,80	0,073
T-31	PZ-26	PZ-6	60,32	0,200
T-32	PZ-6	PZ-4	39,60	0,122
T-33	PZ-12	PZ-4	48,53	0,103
T-34	PZ-2	O-1	10,00	0
<b>TOTAL</b>			<b>2016,38</b>	<b>6,70</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

- **Áreas de aportación**



### 6.5.5 Pozos

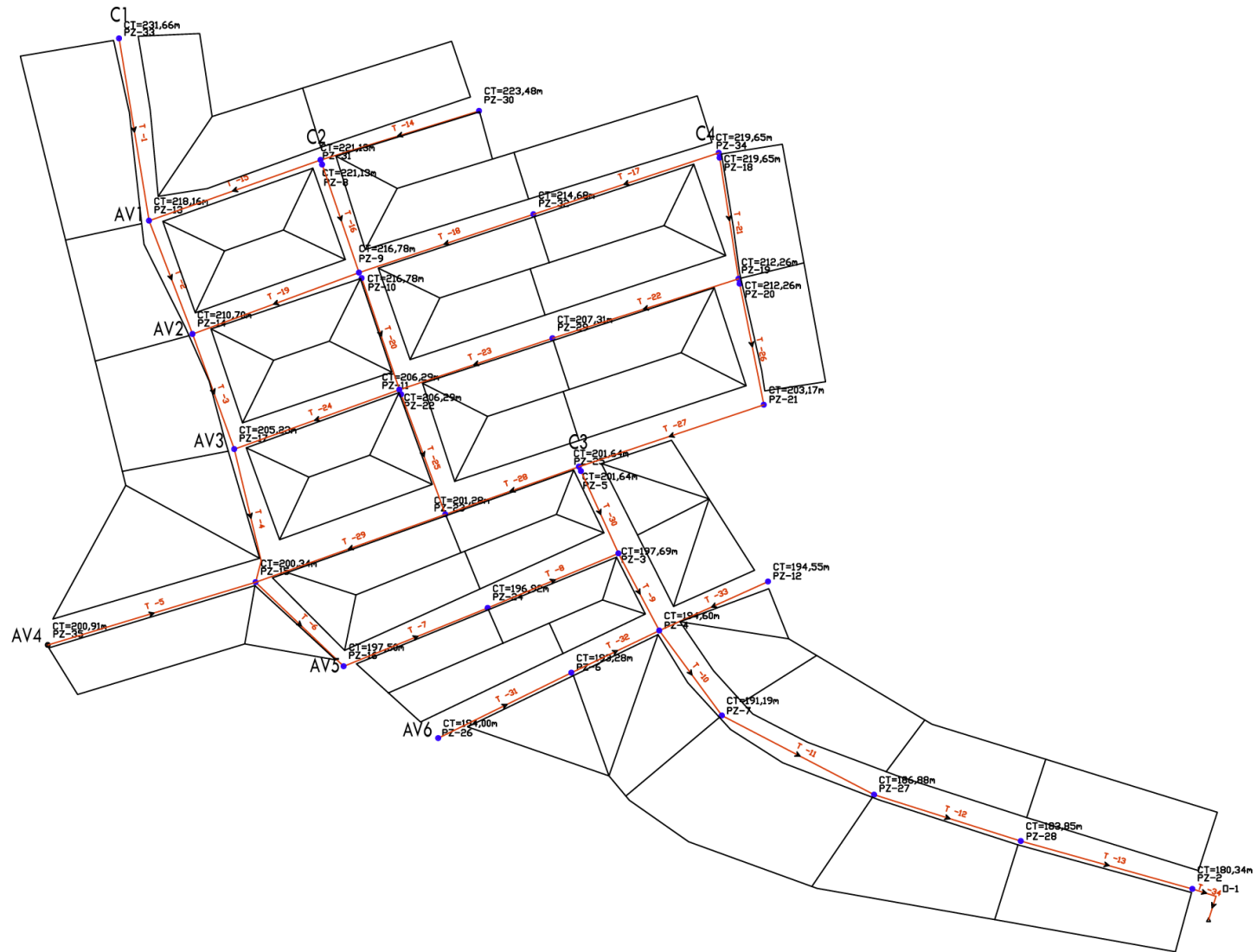
En los sistemas de alcantarillado sanitario, los pozos de revisión se dispondrán en todos los puntos que se presentan cambios de pendientes o de dirección del sistema, en inicio de todas las tuberías, excepto en caso de alcantarillas curvas, y en las confluencias de los colectores (INEN, 1992).

Tabla 5. Cota de terreno de los pozos.

POZOS			
N°	COTA	N°	COTA
PZ-2	180,34	PZ-19	212,26
PZ-3	197,69	PZ-20	212,26
PZ-4	194,60	PZ-21	203,17
PZ-5	201,64	PZ-22	206,29
PZ-6	193,28	PZ-23	201,28
PZ-7	191,19	PZ-24	196,92
PZ-8	221,13	PZ-25	201,64
PZ-9	217,78	PZ-26	194,00
PZ-10	217,78	PZ-27	186,88
PZ-11	206,29	PZ-28	183,85
PZ-12	194,55	PZ-29	207,31
PZ-13	218,16	PZ-30	223,48
PZ-14	210,70	PZ-31	221,13
PZ-15	200,34	PZ-32	212,68
PZ-16	197,50	PZ-33	231,66
PZ-17	205,23	PZ-34	219,65
PZ-18	219,65	PZ-35	200,91

*Fuente: Elaboración propia.*

- Cota de terreno de los pozos



### 6.5.6 Dotación de Agua Potable

Es la cantidad de agua asignada, dentro de los estudios de planificación y diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, para satisfacer las necesidades de consumo de cada habitante; se expresa en litros por habitante por día (EMAAP-Q, 2009).

A falta de datos y para estudios de factibilidad, se podrán utilizar las dotaciones de la siguiente tabla:

*Tabla 6. Dotación recomendada*

<b>POBLACIÓN (Habitantes)</b>	<b>CLIMA</b>	<b>DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)</b>
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

*Fuente: INEN, 1992*

### 6.5.7 Caudales de diseño

#### 6.5.7.1 Caudal medio diario

El caudal medio diario de las aguas residuales domésticas se determinará tanto al inicio como al final del período de diseño. Dicho caudal se obtiene a partir de la población servida y las dotaciones de agua potable consideradas para ambos momentos, ajustadas mediante el coeficiente de retorno (INEN, 1992).

$$QMD = \frac{Pf * Da * Cr}{86400}$$

Donde:

- Pf: Población acumulada de diseño (hab)
- Da: Dotación de agua futura (l/hab/día)
- Cr= Coeficiente de retorno

#### **6.5.7.2 Caudal máximo diario**

Según las (INEN, 1997) es el caudal medio consumido por la comunidad en el día de máximo consumo. Se calculará con la ecuación:

$$Q_{mxd} = FMD * q_{md}$$

Donde:

- $Q_{mxd}$ = Caudal máximo diario (l/s)
- FMD= Factor de mayoración máximo diario
- $q_{md}$ = Caudal medio diario (l/s)

Para el factor KMD tendrá un valor de 1,25 en todos los niveles de servicio.

#### **6.5.7.3 Caudal de infiltración**

El caudal de infiltración corresponde al volumen de agua que ingresa a las tuberías a través de juntas defectuosas, paredes de pozos de revisión o cuando el nivel freático alcanza estas estructuras (Parrales Córdova, 2020).

$$Q_{inf} = L * f$$

El valor de f se lo elige mediante el nivel de complejidad, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7. Nivel de complejidad.

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (l/s-ha)	Infiltración media (l/s-ha)	Infiltración baja (l/s-ha)
Baja y medio	0,1 – 0,3	0,1 – 0,3	0,05 – 0,2
Medio alto y alto	0,15 – 0,4	0,1 – 0,3	0,05 – 0,2

Fuente: (EMAAP Q, 2009)

#### 6.5.7.4 Caudal de aguas ilícitas

Suele ser difícil de determinar, ya que se origina de conexiones prohibidas provenientes de patios, jardines, cubiertas e incluso a través de las tapas de pozos o cajas de revisión del alcantarillado (Parrales Córdova, 2020).

$$Q_{ilic} = C * Pf$$

Este parámetro es difícil de determinar, sin embargo, en la secretaria del agua nos indica adoptar C con un valor entre 0.001 – 0.003 l/seg\*hab. Para efecto de cálculo tomaremos el mayor.

#### 6.5.7.5 Caudal de diseño

El caudal de diseño de la red de alcantarillado se determina a partir de la suma de los flujos más exigentes del sistema, incluyendo el caudal máximo horario, el caudal por infiltración y el aporte de aguas ilícitas originado por conexiones indebidas (NSDA, 2013).

$$QD = Q_{max} + Q_{inf} + Q_{ilic}$$

Donde:

- $Q_{m\acute{a}x}$ = Caudal máximo (l/s)
- $Q_{inf}$ = Caudal por infiltración (l/s)
- $Q_{ilic}$ = Caudal por conexión errada (l/s)

## 6.6 Diseño de red de alcantarillado sanitario.

- **Periodo de diseño**

El cálculo asignado en la población de diseño que utiliza la formula genérica del MIDUVI empleado por los GADs considera un periodo a 25 años de diseño, además, considerando los materiales implementados como la tubería de PVC, se está dentro del rango de vida útil

- **Población de diseño**

En la localidad de estudio actualmente existe un aproximado de 224 lotes (dato brindado por el GAD Montecristi) se emplea el método de MIDUVI que establece multiplicar el número de lotes por seis dando resultado la población futura.

$$Pf = 224 * 6 = 1344 \text{ habitantes}$$

- **Densidad poblacional**

Para determinar la densidad poblacional se emplea la siguiente formula:

$$Dp = \frac{P}{T}$$

$$Dp = \frac{1344}{6.7} = 200.678 \approx 201 \text{ hab/ha}$$

Esto determina que por cada hectárea hay un aproximado de 201 habitantes en el sector Toalla Chica.

- **Dotación de agua potable**

Se adoptó como dotación para esta zona de 150 l/Hab x día.

- **Caudal medio diario**

$$QMD = \frac{Pf * Da * Cr}{86400}$$

$$QMD = \frac{150 * 1344 * 0.85}{86400} = 1.98 \text{ l/seg}$$

- **Caudal máximo diario**

$$Qmxd = FMD * qmd$$

$$Qmxd = 1.98 * 3 = 5.94 \text{ l/seg}$$

- **Caudal de infiltración**

$$Qinf = L * f$$

$$Qinf = 0.0005 * 2016.38 = 1.01 \text{ l/seg}$$

- **Caudal de aguas ilícitas**

$$Qilic = C * Pf$$

$$Qilic = 1344 * 0.003 = 4.03 \text{ l/seg}$$

- **Caudal de diseño**

$$QD = Qmax + Qinf + Qilic$$

$$QD = 5.94 + 1.01 + 4.032 = 10.98 \text{ l/seg}$$

## Diseño Sanitario de la red por tramos.

### Datos:

#### DATOS

Aguas servidas = 0,0015 lts/habseg

Aguas Infiltración = 0,0005 lts/seg.m

Aguas Ilícitas = 0,0030 lts/habseg

Corte mínimo = 1,2 Metro

Densidad poblacional = 201 Hab/Ha

Rugosidad de la tubería = 0,010

Calle	Recorrido	Long m	Área Ha	Población		Fact. M	GASTO Lit/seg									Caudal a cada pozo
				Parcial	Acum.		Aguas serv.			Aguas Infil		Aguas Ilícitas		q Diseño		
							Parcial	Acum	q * M	Parcial	Acum	Parcial	Acum			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
CALLE 1	PZ-33														0,63	INICIO
		75,14	0,4000	80,400	80,400	3,00	0,119	0,119	0,356	0,038	0,038	0,241	0,241	0,635		FIN
AVENIDA 1	PZ-13														0,42	INICIO
	PZ-30	67,47	0,257	51,657	51,657	3,00	0,076	0,076	0,229	0,034	0,034	0,155	0,155	0,417		FIN
AVENIDA 1	PZ-31														0,38	INICIO
	PZ-31	73,97	0,2280	45,828	97,485	3,00	0,068	0,144	0,432	0,037	0,071	0,137	0,292	0,795		FIN
CALLE 1	PZ-13														0,34	INICIO
	PZ-14	49,41	0,208	41,808	219,693	3,00	0,062	0,324	0,973	0,025	0,133	0,125	0,659	1,765		FIN
AVENIDA 2	PZ-34														0,43	INICIO
		79,35	0,2600	52,260	52,260	3,00	0,077	0,077	0,231	0,040	0,040	0,157	0,157	0,428		FIN

	PZ-32																	
<b>AVENIDA 2</b>	PZ-32																	<b>0,38</b>
		74,79	0,228	45,828	98,088	3,00	0,068	0,145	0,434	0,037	0,077	0,137	0,294	0,806				
	PZ-9																	
<b>CALLE 2</b>	PZ-8																	<b>0,14</b>
		46,43	0,0780	15,678	15,678	3,00	0,023	0,023	0,069	0,023	0,023	0,047	0,047	0,140				
	PZ-9																	
<b>AVENIDA 2</b>	PZ-9																	<b>0,30</b>
		72,11	0,177	35,577	149,343	3,00	0,053	0,220	0,661	0,036	0,136	0,107	0,448	1,246				
	PZ-14																	
<b>CALLE 1</b>	PZ-14																	<b>0,36</b>
		49,77	0,240	48,240	417,276	3,00	0,071	0,616	1,847	0,000	0,269	0,145	1,252	3,368				
	PZ-17																	<b>0,26</b>
<b>CALLE 4</b>	PZ-18																	
		49,94	0,1590	31,959	31,959	3,00	0,047	0,047	0,141	0,025	0,025	0,096	0,096	0,262				
	PZ-19																	
<b>AVENIDA 3</b>	PZ-19																	<b>0,39</b>
		79,40	0,235	47,295	79,254	3,00	0,070	0,117	0,351	0,040	0,065	0,142	0,238	0,653				
	PZ-29																	
<b>AVENIDA 3</b>	PZ-29																	<b>0,33</b>
		65,61	0,2000	40,200	119,454	3,00	0,059	0,176	0,529	0,033	0,097	0,121	0,358	0,985				
	PZ-11																	
<b>CALLE 2</b>	PZ-10																	<b>0,14</b>
		47,98	0,078	15,678	15,678	3,00	0,023	0,023	0,069	0,024	0,024	0,047	0,047	0,140				
	PZ-11																	

AVENIDA 3	PZ-11															0,30	FIN INICIO
		71,37	0,1800	36,180	171,312	3,00	0,053	0,253	0,758	0,036	0,157	0,109	0,514	1,430			
CALLE 1	PZ-17															0,25	
		55,74	0,149	29,949	618,537	3,00	0,044	0,913	2,738	0,028	0,454	0,090	1,856	5,048			
CALLE 4	PZ-20															0,24	
		50,24	0,1450	29,145	29,145	3,00	0,043	0,043	0,129	0,025	0,025	0,087	0,087	0,242			
AVENIDA 4	PZ-21															0,29	
		79,26	0,169	33,969	63,114	3,00	0,050	0,093	0,279	0,040	0,065	0,102	0,189	0,534			
AVENIDA 4	PZ-25															0,27	
		57,66	0,1600	32,160	95,274	3,00	0,047	0,141	0,422	0,029	0,094	0,096	0,286	0,801			
CALLE 2	PZ-23															0,15	
		51,96	0,084	16,884	16,884	3,00	0,025	0,025	0,075	0,026	0,026	0,051	0,051	0,151			
AVENIDA 4	PZ-23															0,33	
		81,92	0,1920	38,592	150,750	3,00	0,057	0,222	0,667	0,041	0,161	0,116	0,452	1,280			
AVENIDA 4	PZ-35															0,59	
		88,27	0,363	72,963	72,963	3,00	0,108	0,108	0,323	0,044	0,044	0,219	0,219	0,586			
CALLE 1	PZ-15															0,16	

		49,50	0,0900	18,090	860,340	3,00	0,027	1,270	3,809	0,025	0,684	0,054	2,581	7,074	
	PZ-16														
AVENIDA 5	PZ-16														
		63,16	0,1850	37,185	897,525	3,00	0,055	1,324	3,973	0,032	0,715	0,112	2,693	7,381	<b>0,31</b>
	PZ-24														
AVENIDA 5	PZ-24														
		57,57	0,1390	27,939	925,464	3,00	0,041	1,366	4,097	0,029	0,744	0,084	2,776	7,618	<b>0,24</b>
	PZ-3														
CALLE 3	PZ-5														
		36,80	0,0730	14,673	14,673	3,00	0,022	0,022	0,065	0,018	0,018	0,044	0,044	0,127	<b>0,13</b>
	PZ-3														
CALLE 3	PZ-3														
		35,50	0,070	14,070	954,207	3,00	0,021	1,408	4,224	0,018	0,780	0,042	2,863	7,867	<b>0,12</b>
	PZ-4														
AVENIDA 6	PZ-12														
		48,53	0,1030	20,703	20,703	3,00	0,031	0,031	0,092	0,024	0,024	0,062	0,062	0,178	<b>0,18</b>
	PZ-4														
AVENIDA 6	PZ-26														
		60,32	0,200	40,200	40,200	3,00	0,059	0,059	0,178	0,030	0,030	0,121	0,121	0,329	<b>0,33</b>
	PZ-6														
AVENIDA 6	PZ-6														
		39,60	0,122	24,522	64,722	3,00	0,036	0,096	0,287	0,020	0,050	0,074	0,194	0,531	<b>0,20</b>
	PZ-4														
CALLE 3	PZ-30														
		42,89	0,2570	51,657	1091,289	3,00	0,076	1,610	4,831	0,021	0,876	0,155	3,274	8,981	<b>0,41</b>

	PZ-31															
<b>CALLE 3</b>	PZ-7															
		69,78	0,508	102,108	1193,397	3,00	0,151	1,761	5,283	0,035	0,911	0,306	3,580	9,774	<b>0,79</b>	
	PZ-27															
<b>CALLE 3</b>	PZ-27															
		62,55	0,370	74,370	1267,767	3,00	0,110	1,871	5,613	0,031	0,942	0,223	3,803	10,358	<b>0,58</b>	
	PZ-28															
<b>CALLE 3</b>	PZ-28															
		72,39	0,3900	78,390	1346,157	3,00	0,116	1,987	5,960	0,036	0,978	0,235	4,038	10,976	<b>0,62</b>	
	PZ-2															

**FIN**

## **6.7 Cálculo de la Red en el software SewerGEMS**

Este programa brinda diferentes opciones para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, ayuda a facilitar al usuario y adaptarlo a sus respectivas condiciones establecidas.

### **6.7.1 Ingreso de datos.**

Para la realización del diseño se establecen características físicas de las tuberías, cotas de pozo, descarga de las aguas residuales y longitudes entre pozos.

#### ***6.7.1.1 Ingreso de caudal de diseño***

El ingreso del caudal de diseño se realizó mediante el software Sewer GEMS, dispone de herramientas específicas para añadir cargas sanitarias. Para este proyecto, se empleó la opción Cargas Sanitarias Unitarias.

Posterior a esto, con el comando Sanitary Load Control Center se gestionan y asignan dichas cargas a los nodos correspondientes del modelo hidráulico. Para definir la carga sanitaria se considera los siguientes parámetros:

- **Tipo de carga:** Basada en población
- **Nombre de la carga:** Habitantes
- **Unidad de población:** Percapita
- **Carga unitaria:** 0.0015 lt/seg\*hab

#### ***6.7.1.2 Mayoración del caudal de diseño***

Este caudal se obtiene desde el consumo sanitario medio previamente definido, el cual, es incrementado debido a la aplicación de un coeficiente de mayoración, teniendo como objetivo de representar las distintas temporadas del consumo y condiciones desfavorables del sistema.

El proceso se realiza a través del parámetro Extreme Flows, donde permite aumentar el caudal ingresado, se adoptó un factor de mayoración de 3, valor que indica la relación entre el caudal máximo horario y caudal medio sanitario.

#### ***6.7.1.3 Ingreso del caudal de aguas ilícitas***

El caudal de aguas ilícitas se determina por la población asociada a cada pozo. Sin embargo, este caudal no debe ser incorporado de la misma manera, ya que, el programa lo interpreta como nueva carga poblacional provocando una duplicación en los valores.

En este caso, el programa dispone de una herramienta específica para el ingreso de caudales adicionales que no esten asociados al consumo doméstico, nombrado Inflow Control Center, apartado que considera el caudal de aguas ilícitas de forma independiente. Para el proyecto, se asignó un caudal de aguas ilícitas de 0.0030 lt/seg\*hab.

#### ***6.7.1.4 Ingreso del caudal de aguas por infiltración***

Este caudal se ingresó al modelo hidráulico mediante elementos tipo Conduit, donde se encuentra los siguientes apartados: Infiltration Load Type, Infiltration Load Unit e Infiltration Rate per loading Unit. En este proyecto se determinó un caudal de infiltración de 0.005 lt/seg\*hab, que demuestra los aportes adicionales al sistema por infiltración a lo largo del sistema.

#### ***6.7.1.5 Restricciones en el diseño***

Para el desarrollo del diseño del sistema de alcantarillado, fue necesario definir un conjunto de restricciones de diseño, que permite verificar el buen funcionamiento del sistema.

Los parámetros considerados en el presente proyecto son los siguientes:

- **Velocidad mínima:** 0.6 m/s

- **Velocidad máxima:** 5.0 m/s
- **Cobertura mínima:** 1.20 m
- **Cobertura máxima:** 5.00 m
- **Pendiente mínima:** 0.5 %
- **Pendiente máxima:** 15.00 %
- **Relación de llenado máxima:** 85 %

Una vez modelado y ejecutado el sistema, estos valores ayudan a identificar aquellos tramos de tubería que no llegan a cumplir con los criterios de diseño establecido.

#### ***6.7.1.6 Resultados y gráficas***

En el proceso de validación los datos ingresados no se detectan fallas, el programa procede con la ejecución del cálculo, una vez finalizado este proceso el programa genera tablas informativas donde se detalla parámetros como: velocidad, cotas, material, pendiente, cortes, entre otros.

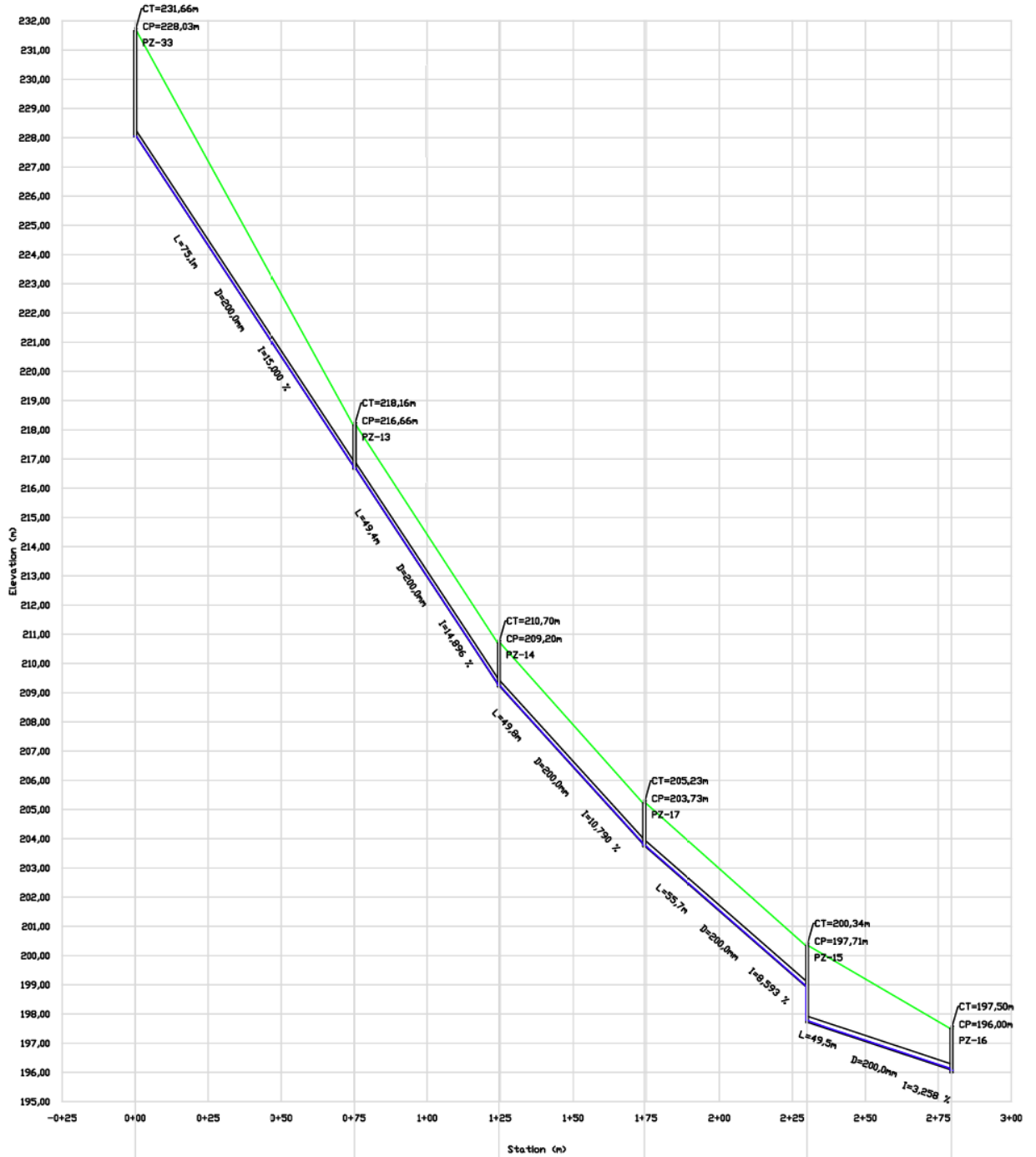
A continuación, se presentan las tablas e ilustraciones con los resultados obtenidos del modelado, el plano del sistema de alcantarillado se presenta en anexos.

Tabla 8. Resultados de tuberías.

TABLA DE RESULTADOS EN TUBERIAS, CÁLCULO DE ALCANTARILLADO SANITARIO															CORTE POR ENCIMA DE LA TUBERIA		
Etiqueta	Nudo Inicial	Cota Nudo Inicial	Nudo Final	Cota Nudo Final	Longitud de Tubería (m)	Material	Diámetro (mm)	Coeficiente de Manning	Esfuerzo Tractivo (Pa)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Caudal de diseño (L/s)	Capacidad de tubería a sección llena (85%) (L/s)	Corte nudo inicial (m)	Corte nudo final (m)	Corte promedio (m)	
		(m)		(m)													
T -34	PZ-2	178,84	O-1	178,70	20	PVC	200	0,010	2,83	0,70	1,00	11,00	35,67	1,2	1,3	1,25	
T -9	PZ-3	195,03	PZ-4	190,20	35,5	PVC	200	0,010	25,12	13,61	2,61	7,88	157,31	2,46	1,2	1,83	
T -30	PZ-5	200,24	PZ-3	196,29	36,8	PVC	200	0,010	3,19	10,73	0,70	0,13	139,69	1,2	1,2	1,20	
T -32	PZ-6	189,15	PZ-4	188,28	39,6	PVC	200	0,010	1,78	2,18	0,60	0,51	62,99	2,65	3,12	2,88	
T -10	PZ-4	188,18	PZ-7	187,97	42,9	PVC	200	0,010	2,00	0,50	0,84	9,00	30,15	3,22	3,02	3,12	
T -16	PZ-8	219,73	PZ-9	215,38	46,4	PVC	200	0,010	2,99	9,37	0,68	0,14	130,51	1,2	1,2	1,20	
T -20	PZ-10	212,09	PZ-11	204,89	48	PVC	200	0,010	4,26	15,00	0,81	0,14	165,14	4,49	1,2	2,85	
T -33	PZ-12	193,15	PZ-4	190,20	48,5	PVC	200	0,010	2,51	6,08	0,66	0,20	105,12	1,2	1,2	1,20	
T -2	PZ-13	216,66	PZ-14	209,30	49,4	PVC	200	0,010	13,78	14,90	1,71	1,77	164,56	1,3	1,2	1,25	
T -6	PZ-15	197,71	PZ-16	196,10	49,5	PVC	200	0,010	7,87	3,26	1,53	7,08	76,96	2,43	1,2	1,81	
T -3	PZ-14	209,20	PZ-17	203,83	49,8	PVC	200	0,010	14,35	10,79	1,87	3,38	140,06	1,3	1,2	1,25	
T -21	PZ-18	218,25	PZ-19	210,86	49,9	PVC	200	0,010	5,69	14,80	0,95	0,26	164,02	1,2	1,2	1,20	
T -26	PZ-20	209,31	PZ-21	201,77	50,2	PVC	200	0,010	5,53	15,00	0,94	0,24	165,14	2,75	1,2	1,98	
T -25	PZ-22	204,89	PZ-23	199,88	52	PVC	200	0,010	3,16	9,64	0,70	0,15	132,40	1,2	1,2	1,20	
T -4	PZ-17	203,73	PZ-15	198,94	55,7	PVC	200	0,010	14,41	8,59	1,94	5,05	124,99	1,3	1,2	1,25	
T -8	PZ-24	195,42	PZ-3	195,13	57,6	PVC	200	0,010	1,87	0,50	0,80	7,63	30,15	1,3	2,36	1,83	
T -28	PZ-25	199,90	PZ-23	199,06	57,7	PVC	200	0,010	1,57	1,44	0,60	0,80	51,22	1,54	2,02	1,78	
T -31	PZ-26	192,60	PZ-6	189,25	60,3	PVC	200	0,010	2,28	5,56	0,60	0,18	100,50	1,2	2,55	1,88	
T -12	PZ-27	185,38	PZ-28	182,45	62,6	PVC	200	0,010	12,36	4,68	1,94	10,37	92,28	1,3	1,2	1,25	
T -7	PZ-16	196,00	PZ-24	195,52	63,2	PVC	200	0,010	2,56	0,76	0,92	7,39	37,17	1,3	1,2	1,25	
T -23	PZ-29	205,81	PZ-11	204,89	65,6	PVC	200	0,010	1,69	1,40	0,63	0,98	50,49	1,3	1,2	1,25	
T -14	PZ-30	222,08	PZ-31	219,73	67,5	PVC	200	0,010	2,32	3,48	0,67	0,42	79,57	1,2	1,2	1,20	
T -11	PZ-7	187,87	PZ-27	185,48	69,8	PVC	200	0,010	9,42	3,43	1,71	9,79	78,91	3,12	1,2	2,16	
T -24	PZ-11	204,79	PZ-17	203,83	71,4	PVC	200	0,010	1,94	1,35	0,69	1,42	49,45	1,3	1,2	1,25	
T -19	PZ-9	212,01	PZ-14	209,30	72,1	PVC	200	0,010	4,04	3,76	0,96	1,25	82,68	4,57	1,2	2,88	
T -13	PZ-28	182,35	PZ-2	178,94	72,4	PVC	200	0,010	12,72	4,71	1,98	10,99	92,54	1,3	1,2	1,25	
T -15	PZ-31	219,63	PZ-13	216,76	74	PVC	200	0,010	3,40	3,88	0,84	0,80	83,99	1,3	1,2	1,25	
T -18	PZ-32	213,18	PZ-9	212,11	74,8	PVC	200	0,010	1,57	1,43	0,60	0,81	50,96	1,3	4,47	2,88	
T -1	PZ-33	228,03	PZ-13	216,76	75,1	PVC	200	0,010	8,60	15,00	1,26	0,63	165,14	3,43	1,2	2,31	
T -27	PZ-21	201,67	PZ-25	200,00	79,3	PVC	200	0,010	1,76	2,11	0,60	0,53	61,97	1,3	1,44	1,37	
T -17	PZ-34	218,25	PZ-32	213,28	79,4	PVC	200	0,010	3,69	6,26	0,83	0,43	106,71	1,2	1,2	1,20	
T -22	PZ-19	210,76	PZ-29	205,91	79,4	PVC	200	0,010	4,38	6,11	0,93	0,65	105,38	1,3	1,2	1,25	
T -29	PZ-23	198,96	PZ-15	198,18	81,9	PVC	200	0,010	1,42	0,96	0,60	1,28	41,76	2,12	1,96	2,04	
T -5	PZ-35	199,51	PZ-15	197,81	88,3	PVC	200	0,010	1,72	1,92	0,60	0,59	59,12	1,2	2,33	1,76	

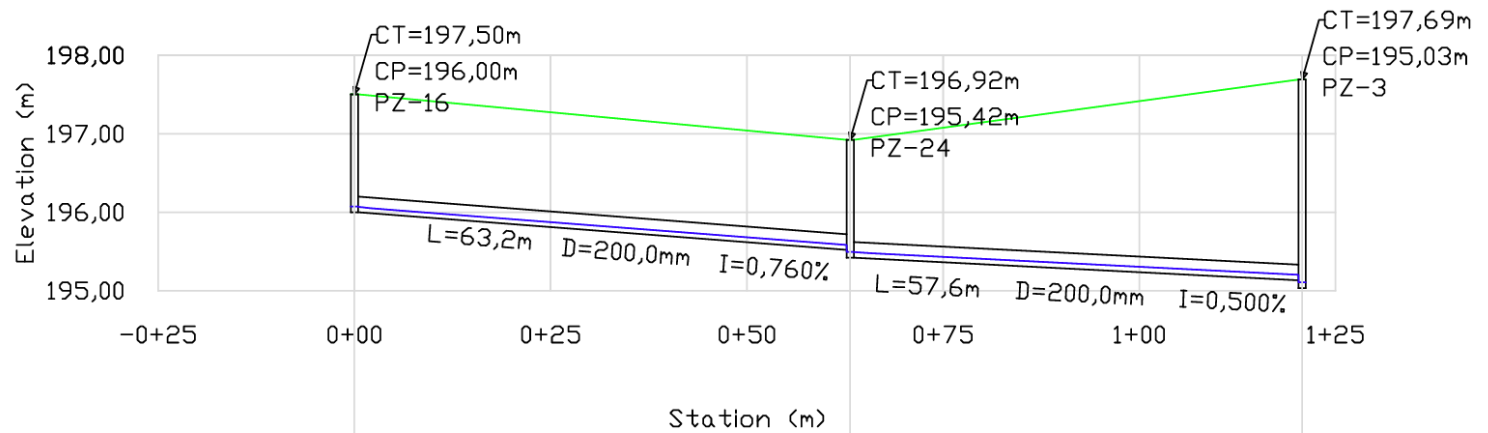
Tabla 9. Resultados en Pozos.

TABLA DE RESULTADO EN POZOS, CÁLCULO DE ALCANTARILLADO SANITARIO					
POZOS	COTA DE TERRENO	COTA DE FONDO	DEMANDAS POR POZO AL INICIO	DEMANDAS POR POZO A LA SALIDA	ALTURA DE POZO
	(m)	(m)	(L/s)	(L/s)	(m)
PZ-2	180,34	178,84	10,99	10,98	1,50
PZ-3	197,69	195,03	7,76	7,88	2,66
PZ-4	191,60	188,18	8,59	9,00	3,42
PZ-5	201,64	200,24	0,00	0,13	1,40
PZ-6	192,00	189,15	0,18	0,51	2,85
PZ-7	191,19	187,87	9,00	9,79	3,32
PZ-8	221,13	219,73	0,00	0,14	1,40
PZ-9	216,78	212,01	0,95	1,25	4,77
PZ-10	216,78	212,09	0,00	0,14	4,69
PZ-11	206,29	204,79	1,12	1,42	1,50
PZ-12	194,55	193,15	0,00	0,20	1,40
PZ-13	218,16	216,66	1,43	1,77	1,50
PZ-14	210,70	209,20	3,02	3,38	1,50
PZ-15	200,34	197,71	6,92	7,08	2,63
PZ-16	197,50	196,00	7,08	7,39	1,50
PZ-17	205,23	203,73	4,80	5,05	1,50
PZ-18	219,65	218,25	0,00	0,26	1,40
PZ-19	212,26	210,76	0,26	0,65	1,50
PZ-20	212,26	209,31	0,00	0,24	2,95
PZ-21	203,17	201,67	0,24	0,53	1,50
PZ-22	206,29	204,89	0,00	0,15	1,40
PZ-23	201,28	198,96	0,95	1,28	2,32
PZ-24	196,92	195,42	7,39	7,63	1,50
PZ-25	201,64	199,90	0,53	0,80	1,74
PZ-26	194,00	192,60	0,00	0,18	1,40
PZ-27	186,88	185,38	9,79	10,37	1,50
PZ-28	183,85	182,35	10,37	10,99	1,50
PZ-29	207,31	205,81	0,65	0,98	1,50
PZ-30	223,48	222,08	0,00	0,42	1,40
PZ-31	221,13	219,63	0,42	0,80	1,50
PZ-32	214,68	213,18	0,43	0,81	1,50
PZ-33	231,66	228,03	0,00	0,63	3,63
PZ-34	219,65	218,25	0,00	0,43	1,40
PZ-35	200,91	199,51	0,00	0,59	1,40



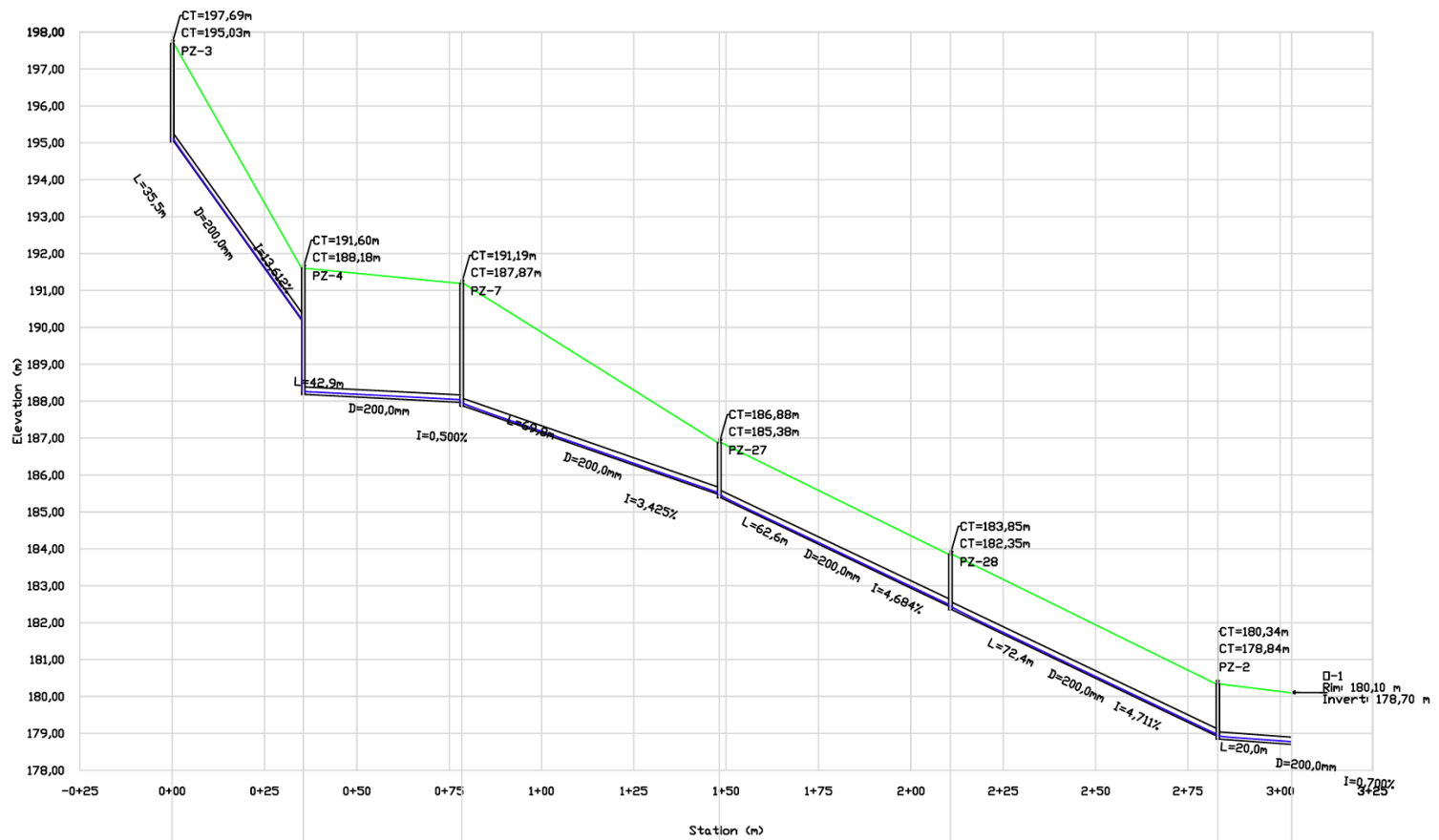
Element ID\Label	95\T -1	55\T -2	61\T -3	72\T -4	58\T -6	
Length (Unified) (m)	75,1	49,4	49,8	55,7	49,5	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC	0,20\PVC	0,20\PVC	0,20\PVC	0,20\PVC	
Flow (L/s)	0,63	1,77	3,38	5,05	7,08	
Slope (Calculated) (%)	15,000	14,896	10,790	8,593	3,258	
Element ID\Label	96\PZ-33	56\PZ-13	57\PZ-14	62\PZ-17	59\PZ-15	60\PZ-16
Elevation (Ground) (m)	231,66	218,16	210,70	205,23	200,34	197,50
Elevation (Invert) (m)	228,03	216,66	209,20	203,73	197,71	196,00
Station (m)	0+00	0+75	1+25	1+74	2+30	2+80

Ilustración 2. Perfil 1 - AASS



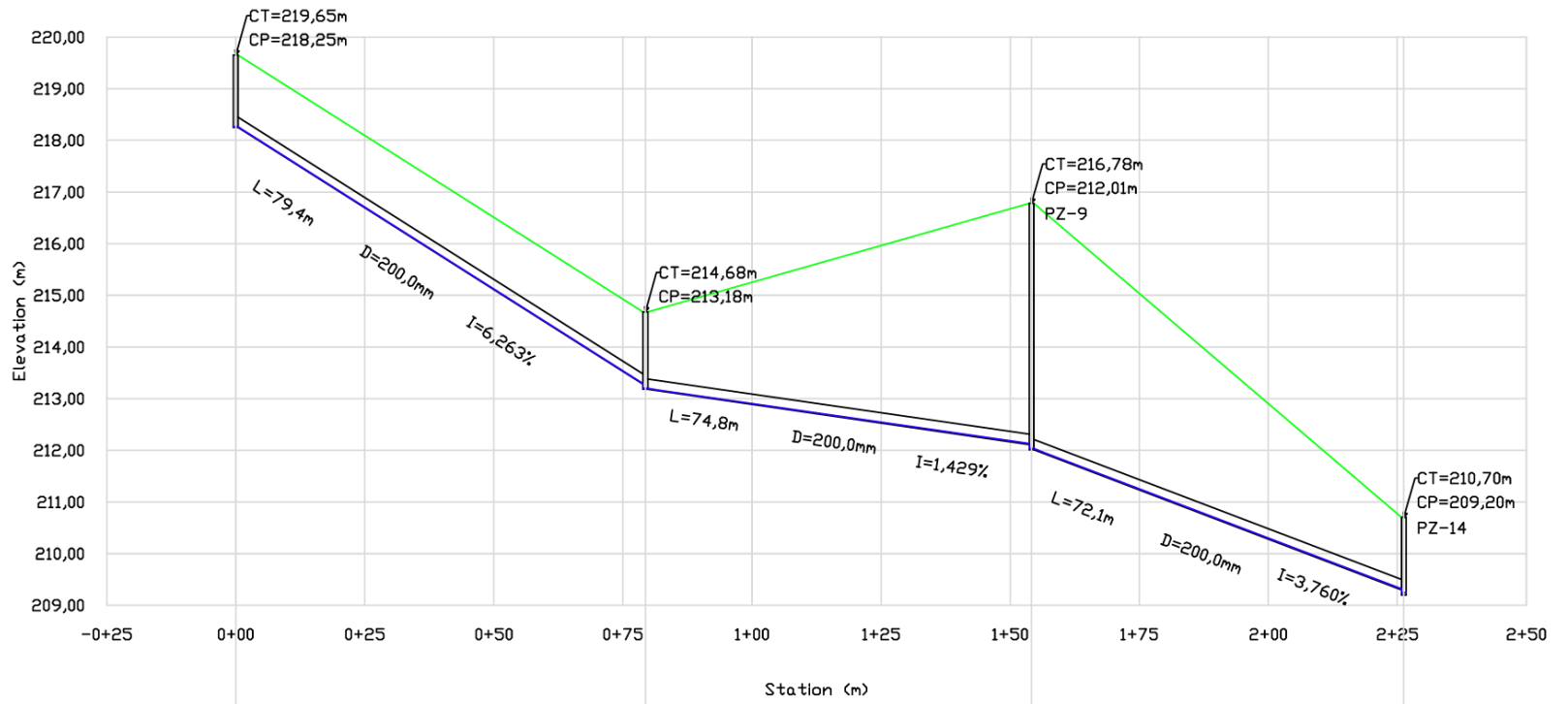
Element ID\Label	82\T -7		73\T -8	
Length (Unified) (m)	63,2		57,6	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC		0,20\PVC	
Flow (L/s)	7,39		7,63	
Slope (Calculated) (%)	0,760		0,500	
Element ID\Label	60\PZ-16	74\PZ-24	39\PZ-3	
Elevation (Ground) (m)	197,50	196,92	197,69	
Elevation (Invert) (m)	196,00	195,42	195,03	
Station (m)	0+00	0+63	1+21	

Ilustración 3. Perfil 2 - AA SS



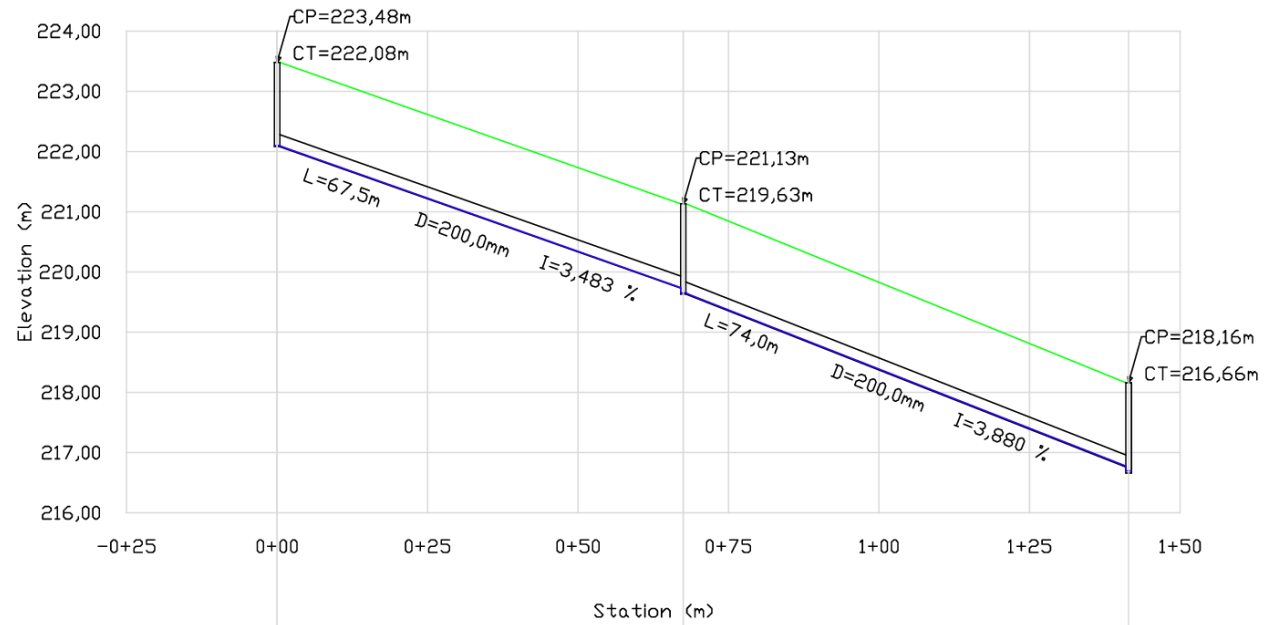
Element ID\Label	38\T -9	45\T -10	88\T -11	79\T -12	91\T -13	35\T -34	
Length (Unified) (m)	35,5	42,9	69,8	62,6	72,4	20,0	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC	0,20\PVC	0,20\PVC	0,20\PVC	0,20\PVC	0,20\PVC	
Flow (L/s)	7,88	9,00	9,79	10,37	10,99	11,00	
Slope (Calculated) (%)	13,612	0,500	3,425	4,684	4,711	0,700	
Element ID\Label	39\PZ-3	40\PZ-4	46\PZ-7	80\PZ-27	81\PZ-28	37\PZ-2	105\O-1
Elevation (Ground) (m)	197,69	191,60	191,19	186,88	183,85	180,34	180,10
Elevation (Invert) (m)	195,03	188,18	187,87	185,38	182,35	178,84	178,70
Station (m)	0+00	0+36	0+78	1+48	2+11	2+83	3+03

Ilustración 4. Perfil 3 - AASS



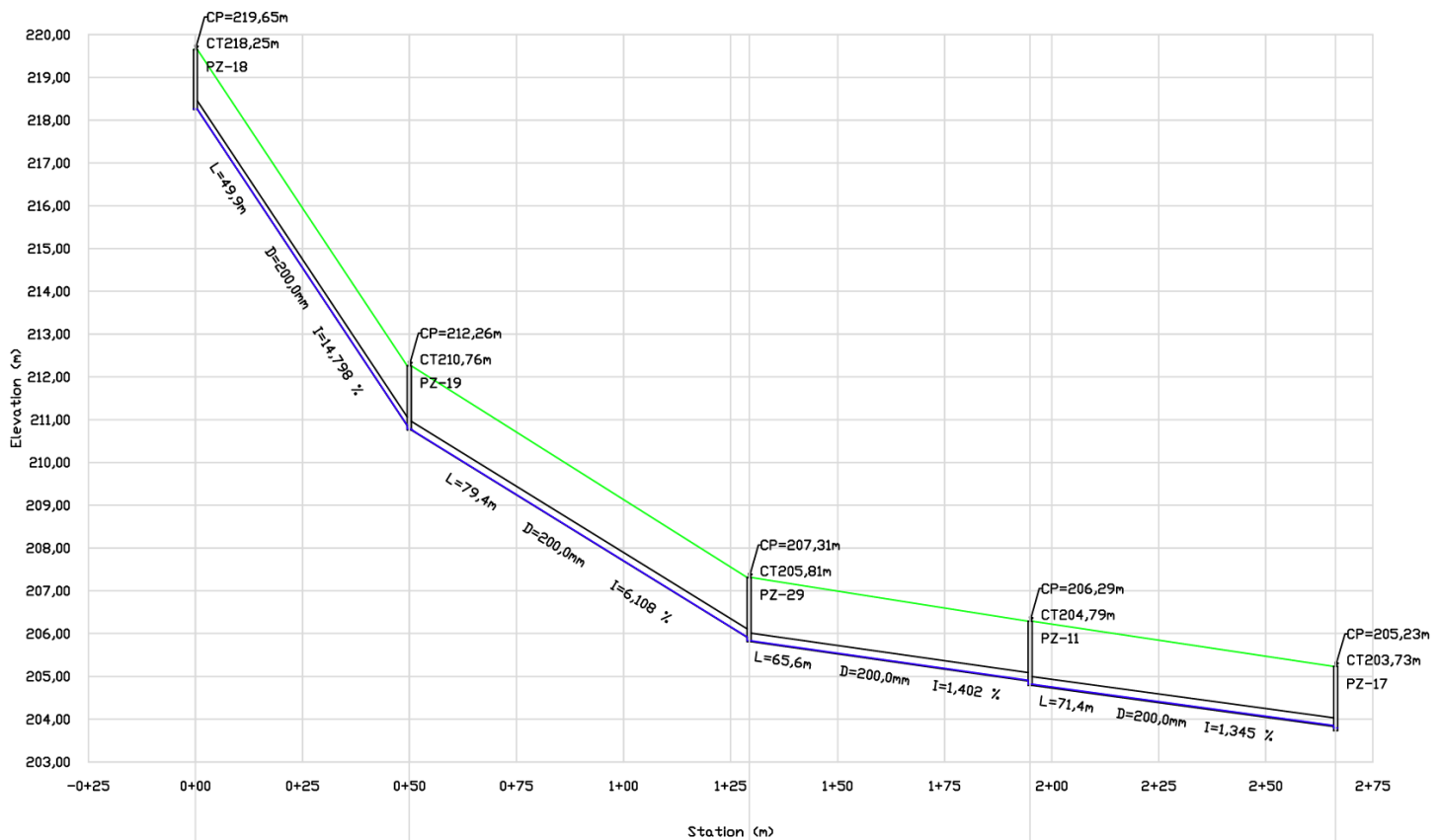
Element ID\Label	98\T -17	93\T -18	90\T -19	
Length (Unified) (m)	79,4	74,8	72,1	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC	0,20\PVC	0,20\PVC	
Flow (L/s)	0,43	0,81	1,25	
Slope (Calculated) (%)	6,263	1,429	3,760	
Element ID\Label	99\PZ-34	94\PZ-32	49\PZ-9	57\PZ-14
Elevation (Ground) (m)	219,65	214,68	216,78	210,70
Elevation (Invert) (m)	218,25	213,18	212,01	209,20
Station (m)	0+00	0+79	1+54	2+26

Ilustración 5. Perfil 4 - AASS



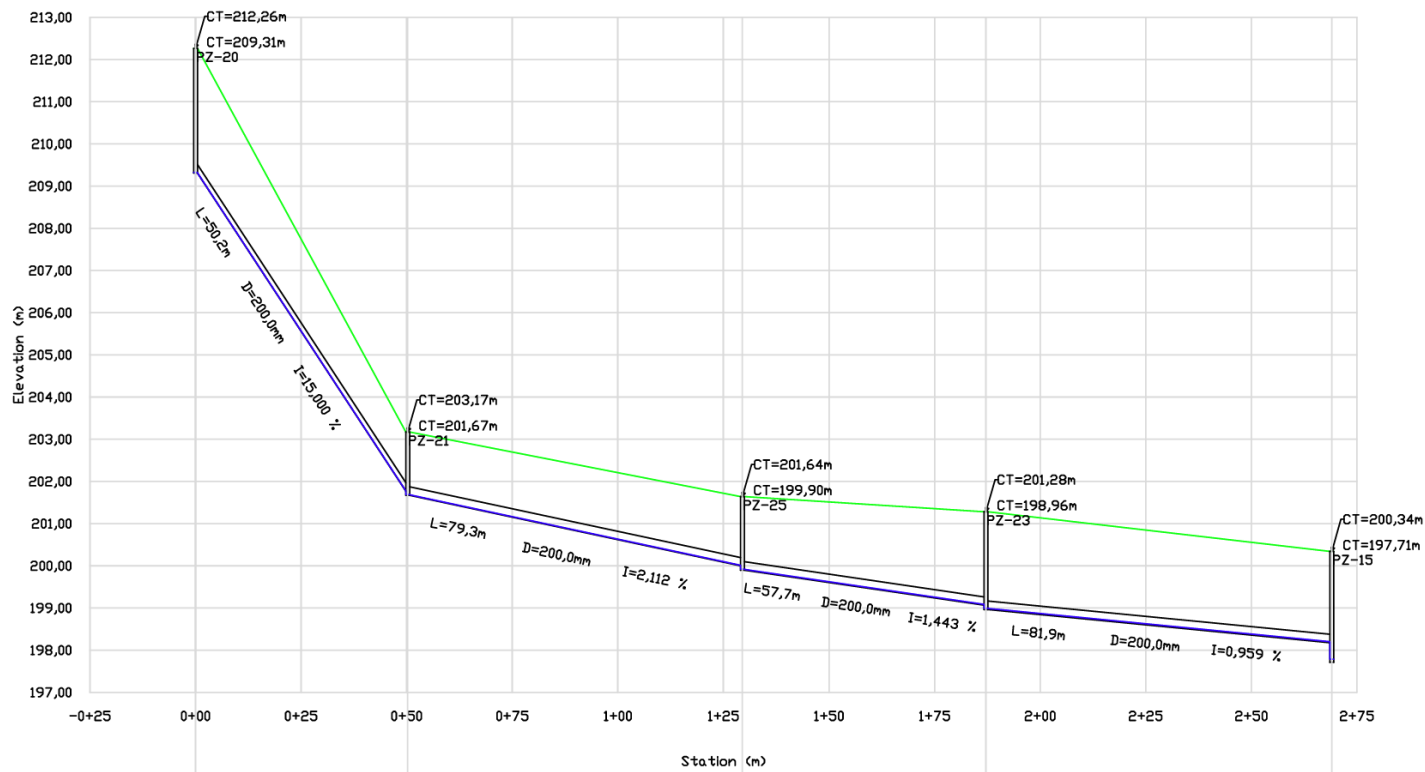
Element ID\Label	85\T -14	92\T -15	
Length (Unified) (m)	67,5	74,0	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC	0,20\PVC	
Flow (L/s)	0,42	0,80	
Slope (Calculated) (%)	3,483	3,880	
Element ID\Label	86\PZ-30	87\PZ-31	56\PZ-13
Elevation (Ground) (m)	223,48	221,13	218,16
Elevation (Invert) (m)	222,08	219,63	216,66
Station (m)	0+00	0+67	1+41

Ilustración 6. Perfil 5 - AASS



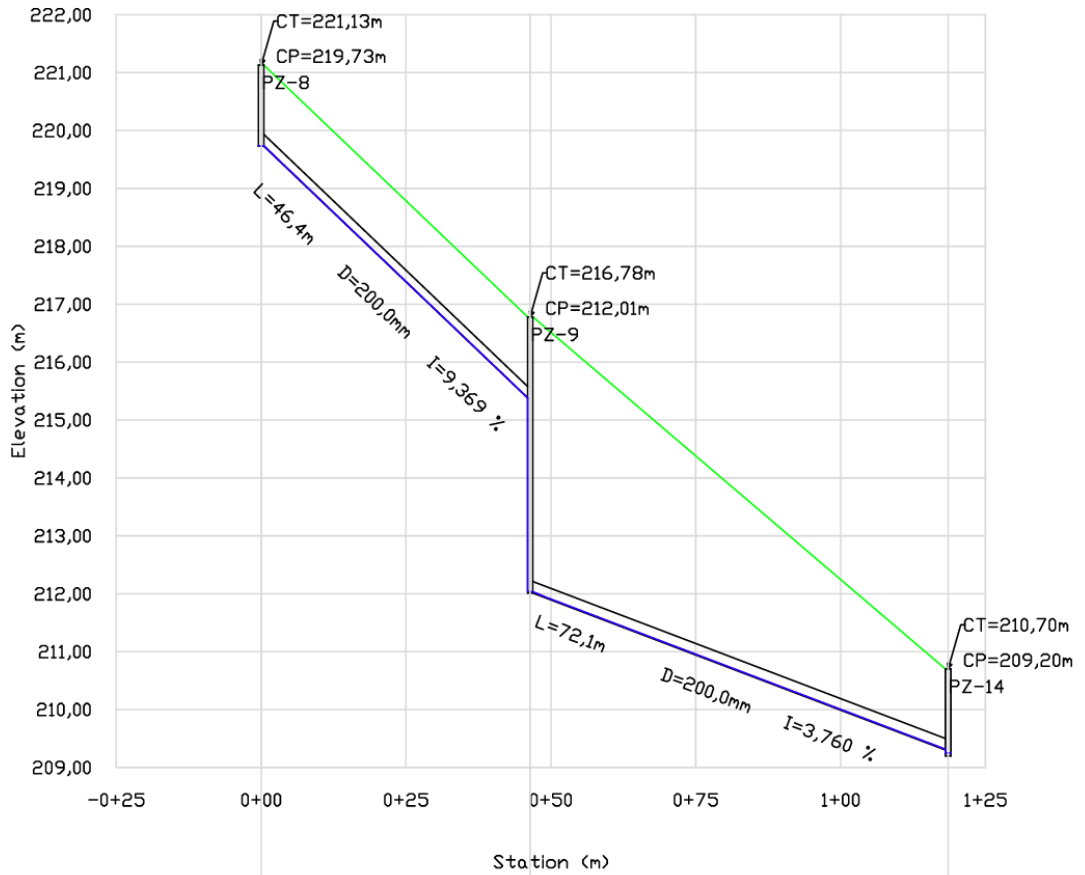
Element ID\Label	63\T -21	100\T -22	83\T -23	89\T -24	
Length (Unified) (m)	49,9	79,4	65,6	71,4	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC	0,20\PVC	0,20\PVC	0,20\PVC	
Flow (L/s)	0,26	0,65	0,98	1,42	
Slope (Calculated) (%)	14,798	6,108	1,402	1,345	
Element ID\Label	64\PZ-18	65\PZ-19	84\PZ-29	52\PZ-11	62\PZ-17
Elevation (Ground) (m)	219,65	212,26	207,31	206,29	205,23
Elevation (Invert) (m)	218,25	210,76	205,81	204,79	203,73
Station (m)	0+00	0+50	1+29	1+95	2+66

Ilustración 7. Perfil 6 - AASS



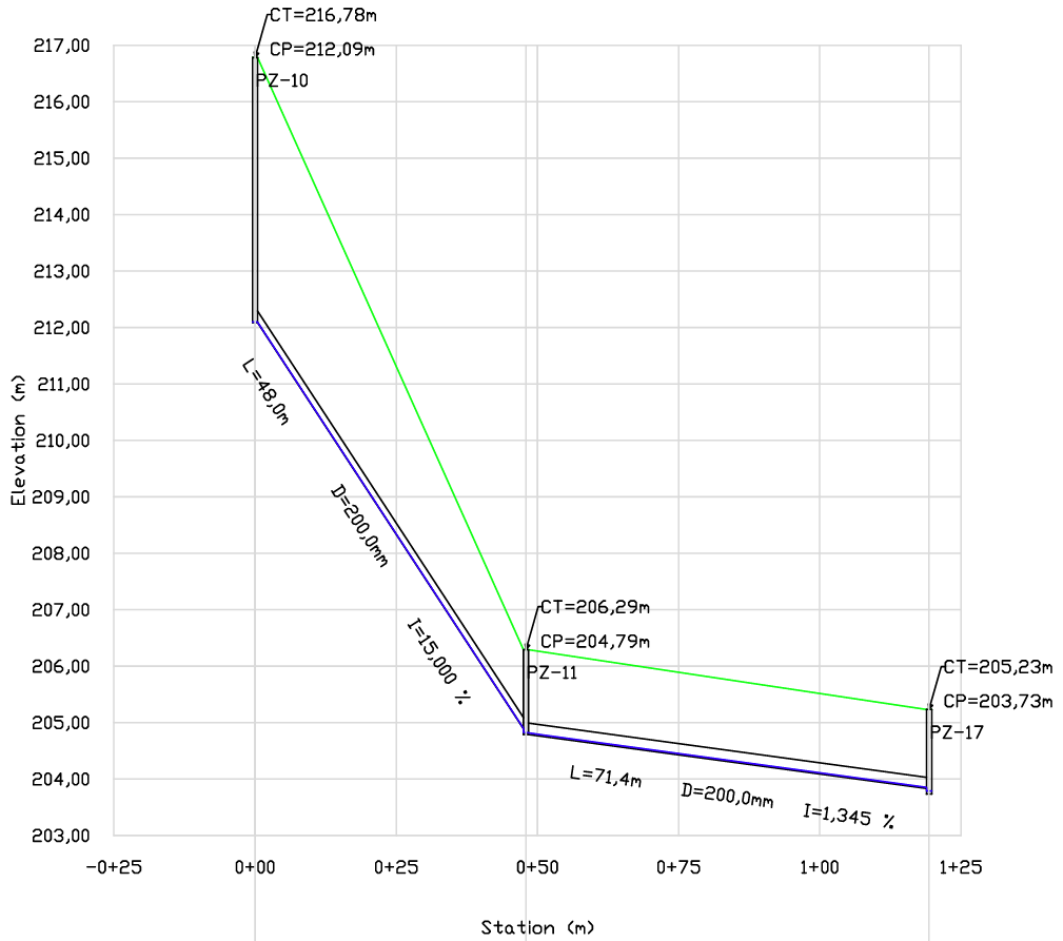
Element ID\Label	66\T -26	97\T -27	75\T -28	101\T -29	
Length (Unified) (m)	50,2	79,3	57,7	81,9	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC	0,20\PVC	0,20\PVC	0,20\PVC	
Flow (L/s)	0,24	0,53	0,80	1,28	
Slope (Calculated) (%)	15,000	2,112	1,443	0,959	
Element ID\Label	67\PZ-20	68\PZ-21	76\PZ-25	71\PZ-23	59\PZ-15
Elevation (Ground) (m)	212,26	203,17	201,64	201,28	200,34
Elevation (Invert) (m)	209,31	201,67	199,90	198,96	197,71
Station (m)	0+00	0+50	1+30	1+87	2+69

Ilustración 8. Perfil 7 - AASS



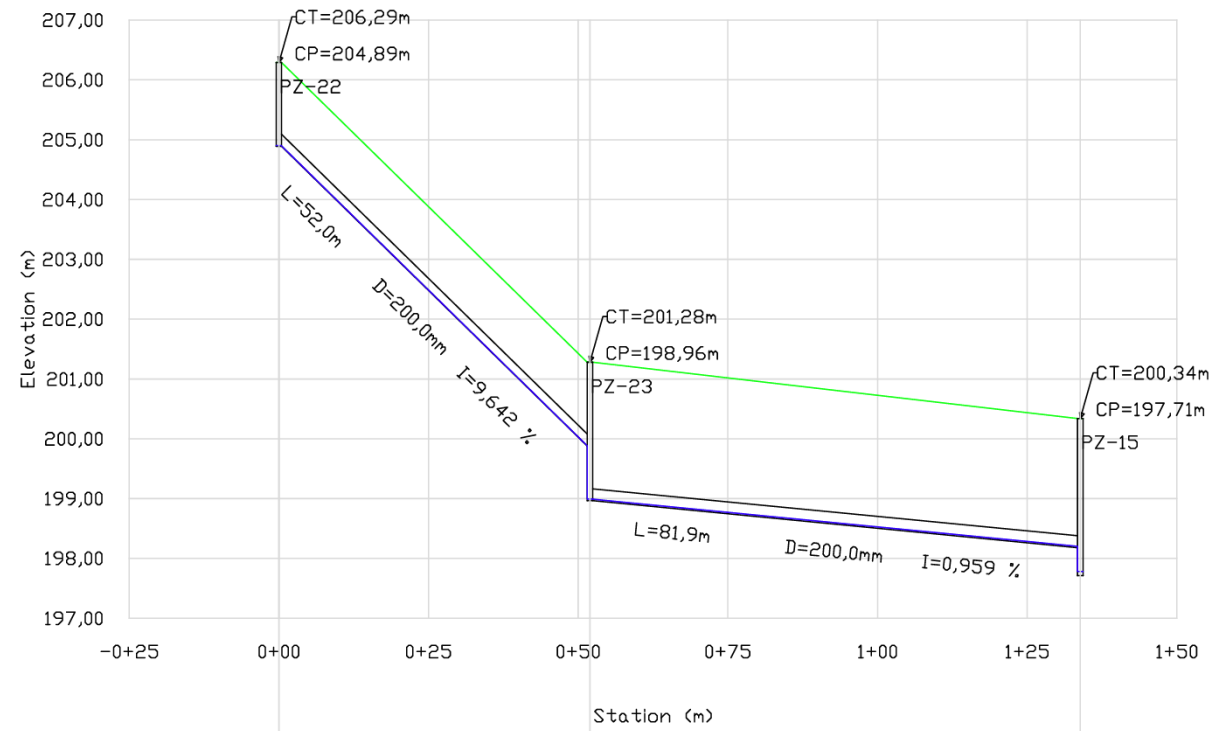
Element ID\Label	47\T -16	90\T -19	
Length (Unified) (m)	46,4	72,1	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC	0,20\PVC	
Flow (L/s)	0,14	1,25	
Slope (Calculated) (%)	9,369	3,760	
Element ID\Label	48\PZ-8	49\PZ-9	57\PZ-14
Elevation (Ground) (m)	221,13	216,78	210,70
Elevation (Invert) (m)	219,73	212,01	209,20
Station (m)	0+00	0+46	1+19

Ilustración 9. Perfil 8 - AASS



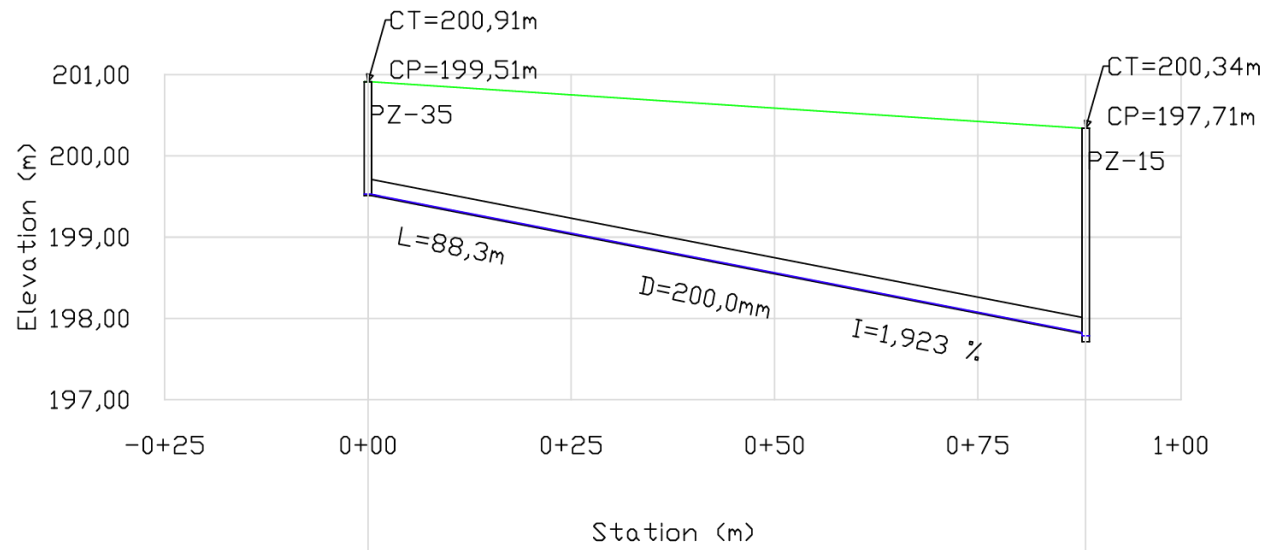
Element ID\Label	50\T -20	89\T -24	
Length (Unified) (m)	48,0	71,4	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC	0,20\PVC	
Flow (L/s)	0,14	1,42	
Slope (Calculated) (%)	15,000	1,345	
Element ID\Label	51\PZ-10	52\PZ-11	62\PZ-17
Elevation (Ground) (m)	216,78	206,29	205,23
Elevation (Invert) (m)	212,09	204,79	203,73
Station (m)	0+00	0+48	1+19

Ilustración 10. Perfil 9 - AASS



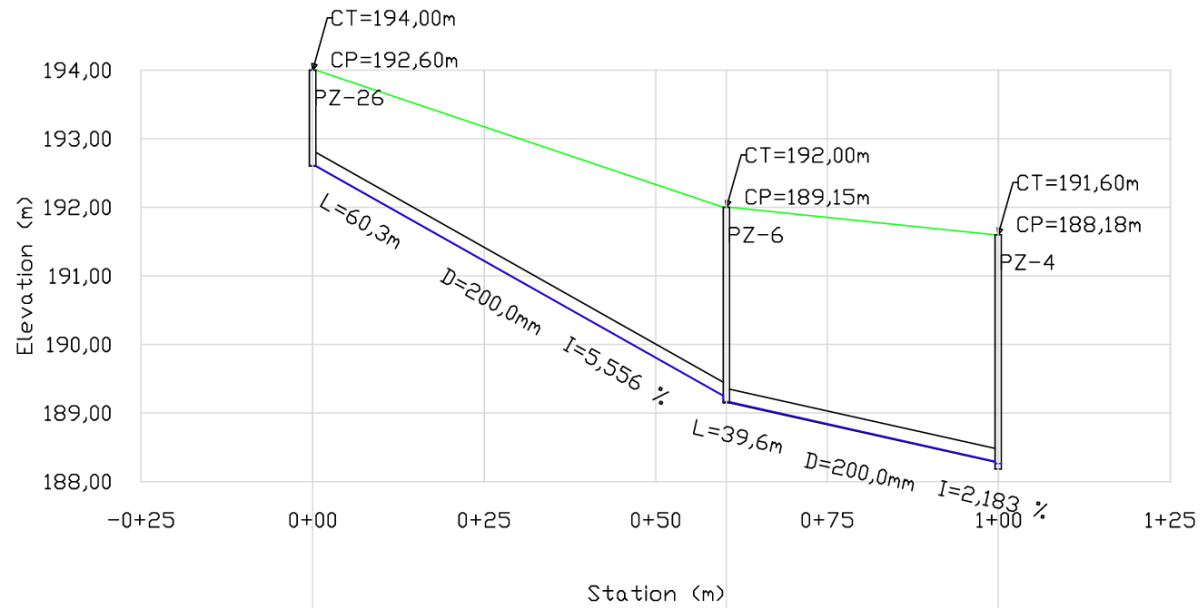
Element ID\Label	69\T -25	101\T -29	
Length (Unified) (m)	52,0	81,9	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC	0,20\PVC	
Flow (L/s)	0,15	1,28	
Slope (Calculated) (%)	9,642	0,959	
Element ID\Label	70\PZ-22	71\PZ-23	59\PZ-15
Elevation (Ground) (m)	206,29	201,28	200,34
Elevation (Invert) (m)	204,89	198,96	197,71
Station (m)	0+00	0+52	1+34

Ilustración 11. Perfil 10 - AASS



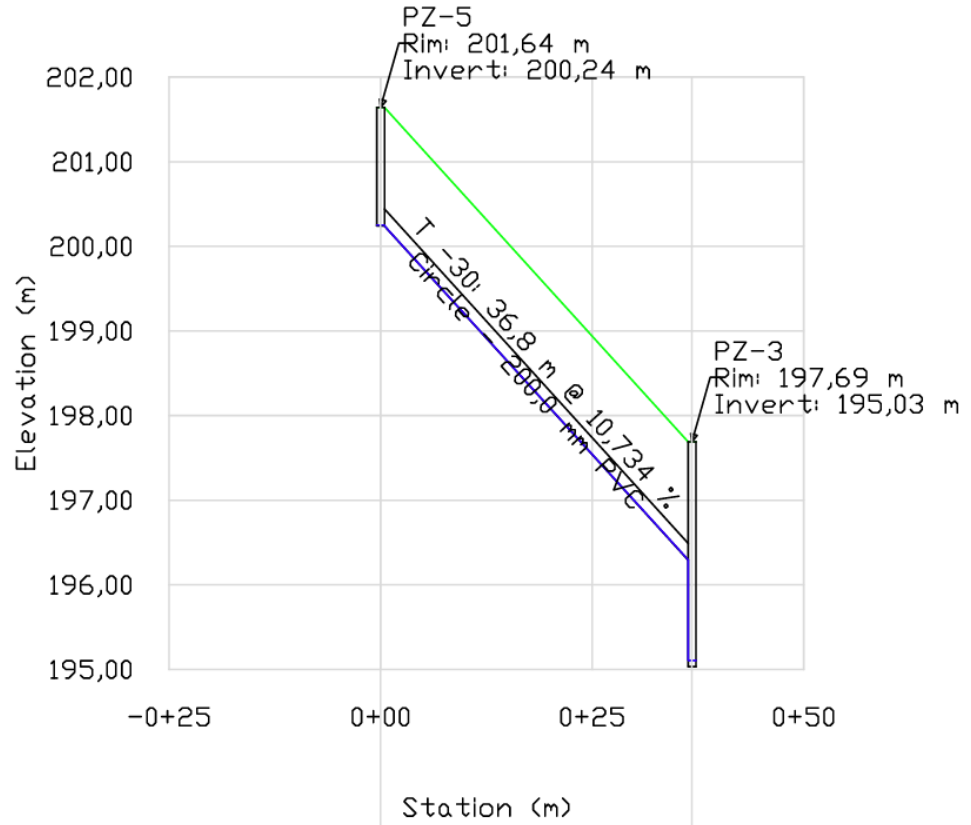
Element ID\Label	102\T -5	
Length (Unified) (m)	88,3	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC	
Flow (L/s)	0,59	
Slope (Calculated) (%)	1,923	
Element ID\Label	103\PZ-35	59\PZ-15
Elevation (Ground) (m)	200,91	200,34
Elevation (Invert) (m)	199,51	197,71
Station (m)	0+00	0+88

Ilustración 12. Perfil 11 - AASS



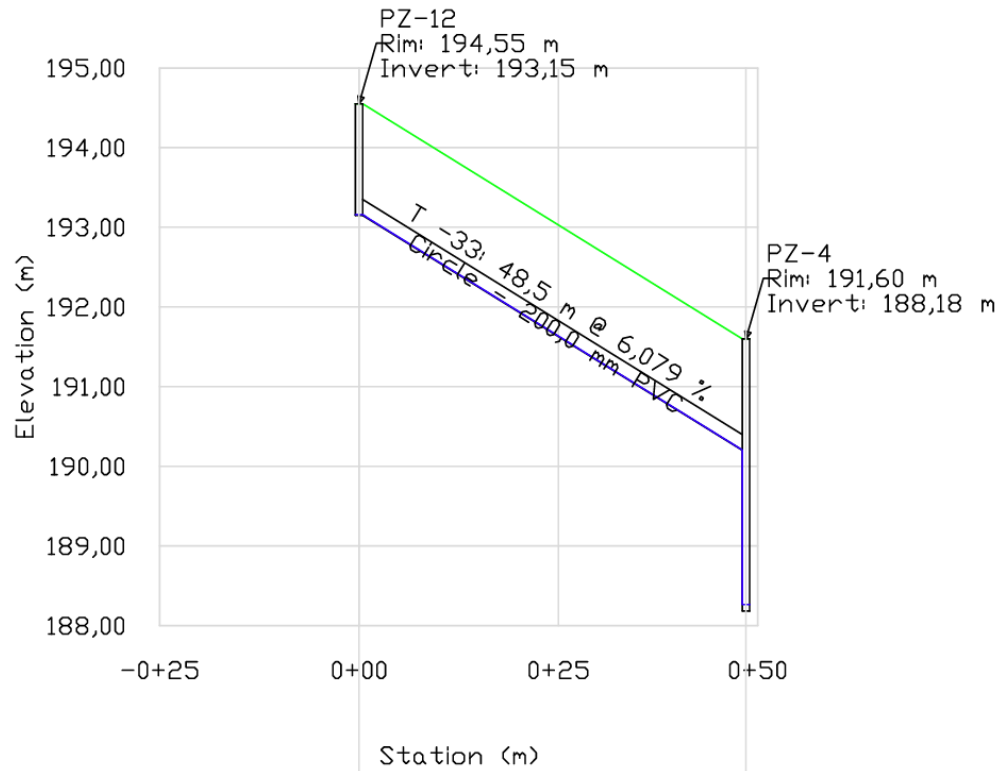
Element ID\Label	77\T -31	43\T -32	
Length (Unified) (m)	60,3	39,6	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC	0,20\PVC	
Flow (L/s)	0,18	0,51	
Slope (Calculated) (%)	5,556	2,183	
Element ID\Label	78\PZ-26	44\PZ-6	40\PZ-4
Elevation (Ground) (m)	194,00	192,00	191,60
Elevation (Invert) (m)	192,60	189,15	188,18
Station (m)	0+00	0+60	1+00

Ilustración 13. Perfil 12 - AASS



Element ID\Label	41\T -30	
Length (Unified) (m)	36,8	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC	
Flow (L/s)	0,13	
Slope (Calculated) (%)	10,734	
Element ID\Label	42\PZ-5	39\PZ-3
Elevation (Ground) (m)	201,64	197,69
Elevation (Invert) (m)	200,24	195,03
Station (m)	0+00	0+37

Ilustración 14. Perfil 13 - AASS



Element ID\Label	53\T -33	
Length (Unified) (m)	48,5	
Rise (Unified) (m)\Material	0,20\PVC	
Flow (L/s)	0,20	
Slope (Calculated) (%)	6,079	
Element ID\Label	54\PZ-12	40\PZ-4
Elevation (Ground) (m)	194,55	191,60
Elevation (Invert) (m)	193,15	188,18
Station (m)	0+00	0+49

Ilustración 15. Perfil 14 - AASS

## **6.8 Saltos hidráulicos y control de erosión en pozos de revisión.**

En el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se ha establecido que los saltos hidráulicos cuya altura sea mayor a 1,50 m deben ser controlados mediante el uso de un accesorio especial para salto hidráulico, con el objetivo de reducir la energía del flujo y evitar procesos de erosión y deterioro del hormigón en el interior de los pozos de revisión.

Dentro del trazado proyectado, se identifican tres saltos hidráulicos que superan la altura máxima recomendada, los cuales se detallan a continuación:

- Pozo N.º 9: presenta un salto hidráulico de 3,37 m, correspondiente al flujo proveniente del tramo 16.
- Pozo N.º 4: en este pozo se presentan dos saltos hidráulicos:
  - Un salto de 2,02 m, proveniente del tramo 9.
  - Un salto de 2,02 m, correspondiente al flujo del tramo 33.

La presencia de estos saltos hidráulicos elevados se debe principalmente a las condiciones topográficas irregulares del área de estudio, lo que obligó a adoptar pendientes pronunciadas y diferencias de cota considerables para garantizar el flujo por gravedad y la correcta funcionalidad del sistema. Debido a estas condiciones, fue necesario incorporar estructuras de disipación de energía, optando por el uso del accesorio para salto hidráulico mostrado en la figura correspondiente.

### **6.8.1 Descripción del accesorio para salto hidráulico**

El accesorio para salto hidráulico está compuesto por tubería y piezas especiales de PVC de 200 mm de diámetro, diseñadas para conducir el flujo de manera controlada dentro del pozo de revisión. Entre sus principales componentes se identifican:

- Yee de PVC de 200 mm, conectada a la tubería de ingreso, que permite redirigir el flujo hacia el sistema de descenso.
- Codo de 45° de PVC, el cual suaviza el cambio de dirección del flujo, reduciendo la turbulencia.
- Tramo vertical de tubería, que permite disipar la energía del agua a medida que desciende.
- Codo de 90° de PVC, encargado de dirigir nuevamente el flujo hacia la tubería de salida.
- Tubería corrugada de PVC de 200 mm, tanto en el tramo de entrada como de salida, asegurando continuidad hidráulica.

Este conjunto de elementos permite que el agua descienda de forma controlada, minimizando el impacto directo del chorro sobre el fondo del pozo y las paredes de hormigón, lo que disminuye significativamente el riesgo de erosión, socavación y daños estructurales en los pozos de revisión.

En consecuencia, el uso de este accesorio resulta técnicamente necesario y adecuado para los pozos donde se presentan saltos hidráulicos mayores a 1,50 m, garantizando la durabilidad del sistema y su correcto funcionamiento a largo plazo.

### 6.8.1.1 Accesorio para salto hidráulico

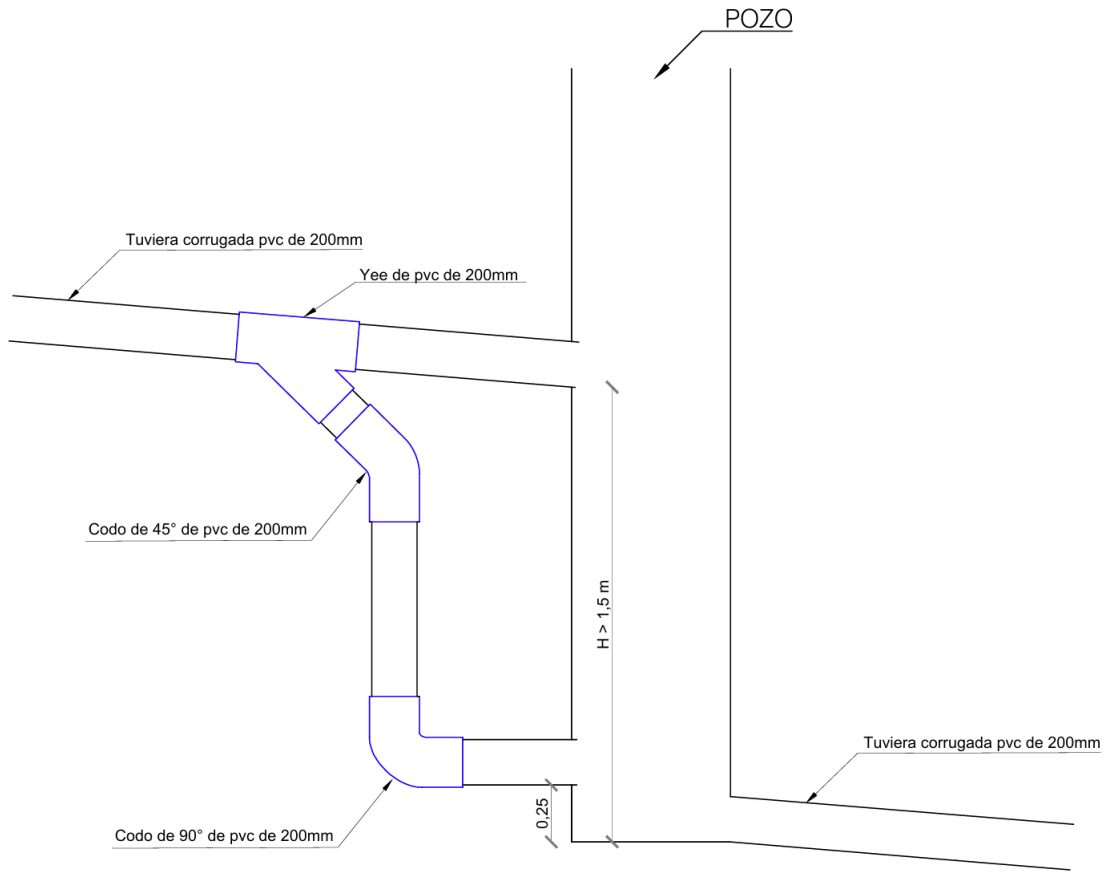


Ilustración 16. Accesorio para salto hidráulico.

**Fuente:** Elaboración propia.

## **7 CAPITULO III. Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)**

### **7.1.1 Aguas residuales**

Según el Ministerio de Ambiente (2015), las aguas residuales se definen como aquellos líquidos de composición variada provenientes de usos municipal, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de otra índole, ya sea pública o privada y que por tal motivo haya sufrido degradación en su calidad original. Es decir, son aguas originalmente naturales que han sido alteradas por la incorporación de sustancias orgánicas, inorgánicas y microorganismos, así como por el aporte de aguas pluviales cuando estas ingresan a los sistemas de alcantarillado (Sánchez Ortiz et al., 2024).

### **7.1.2 Tratamiento de aguas residuales**

El tratamiento de aguas residuales consiste en un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos orientados a mejorar la calidad del agua utilizada o contaminada por actividades humanas o naturales(AJ Englande et al., 2015).

Su finalidad no es producir un efluente completamente estéril, sino reducir la concentración de contaminantes y microorganismos patógenos hasta niveles seguros para su disposición o reutilización, especialmente en riego y usos industriales (Reynols, 2002).

### **7.1.3 Etapas del tratamiento de aguas residuales**

#### ***7.1.3.1 Pretratamiento***

El pretratamiento tiene como finalidad acondicionar el agua residual mediante la remoción de sólidos gruesos, arenas, grasas y materiales de baja densidad, con el fin de proteger las unidades posteriores y mejorar la eficiencia del tratamiento secundario. Para ello se emplean estructuras como rejillas, desarenadores, trampas de grasas y sistemas de flotación, que permiten eliminar partículas pesadas, sólidos flotantes y aceites por acción física e hidráulica. Estas unidades reducen la acumulación de sedimentos en conducciones, disminuyen la carga orgánica

inicial y facilitan el desempeño de los procesos biológicos posteriores (Enriquez Enriquez & Sarmiento Cayamcela, 2023).

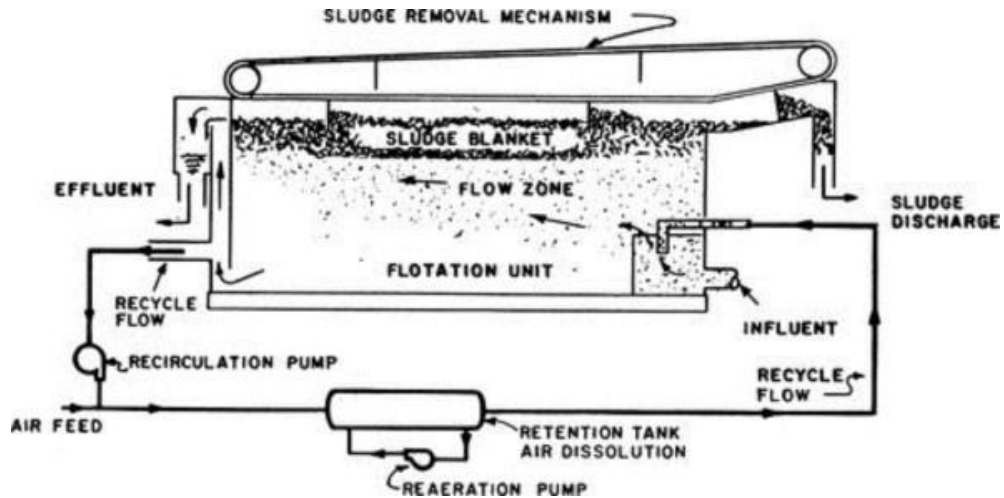
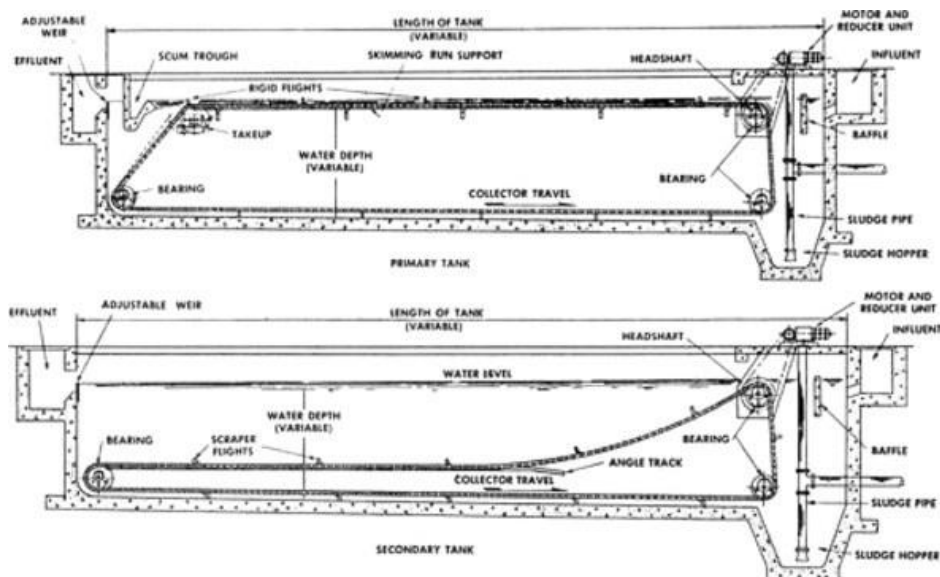


Ilustración 17. Flotación por aire disueltos.

*Fuente: Komline–Sanderson Company.*

### 7.1.3.2 Tratamiento primario

El tratamiento primario de las aguas residuales municipales se basa en procesos de separación física orientados a la remoción de sólidos gruesos y materiales sedimentables antes de las etapas posteriores de tratamiento. Este proceso incluye operaciones como el cribado o la trituración, destinadas a eliminar o reducir el tamaño de sólidos de gran dimensión para evitar obstrucciones y pérdidas de carga, seguidas por el desarenado y la sedimentación. Los residuos extraídos suelen ser dispuestos mediante enterramiento o incineración, mientras que la trituración, cuando se emplea, permite homogenizar los sólidos, los cuales pasan a formar parte de la carga orgánica del sistema de tratamiento (AJ Englande et al., 2015).



*Ilustración 18. Tanque de sedimentación por gravedad.*

***Fuente: AJ Englande et al. (2015).***

### ***7.1.3.3 Tratamiento secundario***

El tratamiento secundario se basa en procesos biológicos para eliminar la materia orgánica disuelta y coloidal que no se retira en el tratamiento primario. Entre los métodos más usados están los lodos activados, donde los microorganismos suspendidos degradan los contaminantes mediante aireación, y los filtros percoladores, donde la biopelícula adherida al medio fijo realiza la degradación. También se emplean lagunas y estanques de estabilización para procesos naturales aeróbicos y anaeróbicos, y tecnologías avanzadas como biorreactores de membrana (MBR) y biorreactores de lecho móvil (MBBR), que permiten alta concentración de biomasa y remoción eficiente de materia orgánica y nutrientes (AJ Englande et al., 2015).

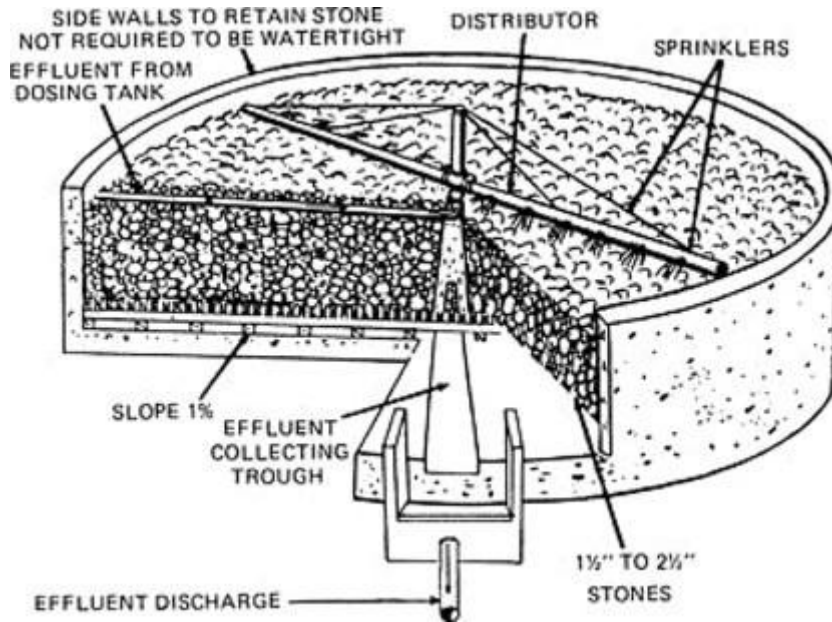


Ilustración 19. Diagrama esquemático de un filtro percolador relleno de rocas.

*Fuente: AJ Englande et al. (2015)*

#### 7.1.3.4 Tratamiento terciario

En el tratamiento terciario se aplican procesos de desinfección y remoción de nutrientes, lo que permite que el agua tratada pueda destinarse a usos como la agricultura, el riego de áreas verdes o sistemas contra incendios. Estas etapas finales se desarrollan en plantas de tratamiento de aguas residuales que integran tecnologías específicas para adecuar la calidad del efluente a los requerimientos del uso previsto o del cuerpo receptor (Velasco et al., 2019)

#### 7.1.4 Parámetros básicos de los análisis de TAR

De acuerdo con Jiménez Rivera (2021), la caracterización de las aguas residuales requiere la realización de análisis físicos, químicos y biológicos, los cuales permiten evaluar su estado y nivel de contaminación, a continuación, se detallan:

- Los análisis físicos incluyen la determinación de parámetros como temperatura, color, olor y turbiedad.

- Los análisis químicos aportan información sobre los procesos de contaminación y descomposición, considerando variables como sólidos totales, volátiles y sedimentables, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno, alcalinidad, acidez, pH y presencia de detergentes.
- Los análisis biológicos comprenden estudios bacteriológicos y microscópicos, orientados a identificar microorganismos presentes en el efluente.

### **7.1.5 Marco legal**

El diseño del sistema de PTAR se debe fundamentar con normativas vigentes del Ecuador, orientadas con la protección ambiental, la gestión integral del recurso hídrico, el ordenamiento territorial y la garantía del derecho a los habitantes de vivir en un ambiente sano.

#### ***7.1.5.1 Constitución de la República del Ecuador***

Según lo que establece la Constitución de la República del Ecuador (2008):

Art. 66, numeral 2.- El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad y otros servicios sociales necesarios.

Art. 395, numeral 1.- El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

#### ***7.1.5.2 Código Orgánico del Ambiente***

Según como establece el Código Orgánico del Ambiente (2017):

Art. 5, numeral 7.- La obligación de toda obra, proyecto o actividad, en todas sus fases, debe sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

Art. 173.- El operador de un proyecto, obra y actividad, pública, privada o mixta, tendrá la obligación de prevenir, evitar, reducir y, en los casos que sea posible, eliminar los impactos y riesgos ambientales que pueda generar su actividad. Cuando se produzca algún tipo de afectación al ambiente, el operador establecerá todos los mecanismos necesarios para su restauración.

Art. 196.- Se debe contar con la infraestructura técnica para la instalación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales, de conformidad con la ley y la normativa técnica expedida para el efecto. Asimismo, deberán fomentar el tratamiento de aguas residuales con fines de reutilización, siempre y cuando estas recuperen los niveles cualitativos y cuantitativos que exija la autoridad competente y no se afecte la salubridad pública. Cuando las aguas residuales no puedan llevarse al sistema de alcantarillado, su tratamiento deberá hacerse de modo que no perjudique las fuentes receptoras, los suelos o la vida silvestre. Las obras deberán ser previamente aprobadas a través de las autorizaciones respectivas emitidas por las autoridades competentes en la materia.

### ***7.1.5.3 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua***

Según como establece la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2014):

Art. 11.- Se consideran obras o infraestructura hidráulica las destinadas a la captación, extracción, almacenamiento, regulación, conducción, control y aprovechamiento de las aguas así como al saneamiento, depuración, tratamiento y reutilización de las aguas aprovechadas y las que tengan como objeto la recarga artificial de acuíferos, la actuación sobre cauces, corrección del

régimen de corrientes, protección frente a avenidas o crecientes, tales como presas, embalses, canales, conducciones, depósitos de abastecimiento a poblaciones, alcantarillado, colectores de aguas pluviales y residuales, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, estaciones de aforo, piezómetros, redes de control de calidad así como todas las obras y equipamientos necesarios para la protección del dominio hídrico público.

#### ***7.1.5.4 Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo***

Según como establece la LOOTUGS (2016),:

Art. 4, numeral 13.- Para efectos de la aplicación de esta Ley, se utilizarán las siguientes definiciones constantes en este artículo: Son las infraestructuras para la dotación de servicios básicos y los equipamientos sociales y de servicio requeridos para el buen funcionamiento de los asentamientos humanos. Estos son al menos: las redes viales y de transporte en todas sus modalidades, las redes e instalaciones de comunicación, energía, agua, alcantarillado y manejo de desechos sólidos, el espacio público, áreas verdes, así como los equipamientos sociales y de servicios. Su capacidad de utilización máxima es condicionante para la determinación del aprovechamiento del suelo.

Art. 5, numeral 1.- La gestión de las competencias de ordenamiento territorial, gestión y uso del suelo promoverá el desarrollo sustentable, el manejo eficiente y racional de los recursos, y la calidad de vida de las futuras generaciones.

Art. 9.- Ordenamiento territorial. El ordenamiento territorial es el proceso y resultado de organizar espacial y funcionalmente las actividades y recursos en el territorio, para viabilizar la aplicación y concreción de políticas públicas democráticas y participativas y facilitar el logro de los objetivos de desarrollo.

## 7.2 Parámetros de diseño

### 7.2.1 Caracterización del afluente

La caracterización del afluente es un paso fundamental para el diseño de la PTAR, que permite determinar la composición y cantidad de agua que ingresara a la planta. Esta caracterización incluye parámetros físicos, químicos y biológicos.

Dentro de estas características se puede detallar lo siguiente:

Tabla 10. Características biológicas, químicas y físicas del afluente.

FÍSICAS	QUÍMICAS	BIOLÓGICAS
<b>Temperatura</b> <b>Sólidos totales</b> <b>PH</b> <b>Turbiedad</b> <b>Olor</b> <b>Color</b> <b>Conducción eléctrica</b>	Concentración de nitrógeno Oxígeno disuelto Concentración de compuestos volátiles Concentración de fosforo DQO DBO Grado de alcalinidad Acidez	Concentración de coliformes Termoestables o heces fecales Concentración de coliformes totales Hongos Algas Bacterias

*Fuente: Diaz Romero (2018)*

Las aguas residuales también presentan características complementarias como turbidez, olor a materia putrefacta y color amarillento, dependiente de su origen. Están compuestas por sólidos en suspensión, materiales volátiles y sedimentables, y su caudal varía a lo largo del día según el uso de los aparatos sanitarios(Huamani Condori, 2021).

### 7.2.2 Caudal afluente efectivo

En zonas cálidas se utiliza la variación mínima de caudal, con el fin de garantizar condiciones de humedad constantes que permitan el desarrollo y mantenimiento de las plantaciones (Paredes & Suárez, 2020).

$$Q_{ae} = Q_{min} + 86,4$$

Donde:

- $Q_{min}$  = Caudal de diseño mínimo (l/s)

#### Definición de cargas contaminantes (Cc):

$$Cc = D_{ot} + C_o$$

Donde:

- $D_{ot}$  = Dotación de agua potable por cada habitante (lt/Hab día)
- $C_o$  = Concentración del contaminante: DBO, DQO, S.S.TT etc. (mg/lt)

#### Cargas afluentes totales (Mi):

$$M_i = Cc + P_f$$

Donde:

- $Cc$  = Carga contaminante por habitante (g/Hab día)
- $P_f$  = Población futura o d diseño. (Hab)

#### Concentraciones afluentes totales (Ci):

$$C_i = M_i + Q_{ae}$$

Donde:

- $M_i$  = Cargas afluentes totales (g/día)
- $Q_e$  = Caudal afluente efectivo ( $m^3/s$ )

### 7.2.3 Selección del tipo de tratamiento

Para elegir el tipo de tratamiento se debe seleccionar las tecnologías de tratamiento que quiera emplearse en el diseño de la PTAR del sector Toalla Chica, considerando la norma INEN (1992), que se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 11. Procesos de tratamiento y grados de remoción.*

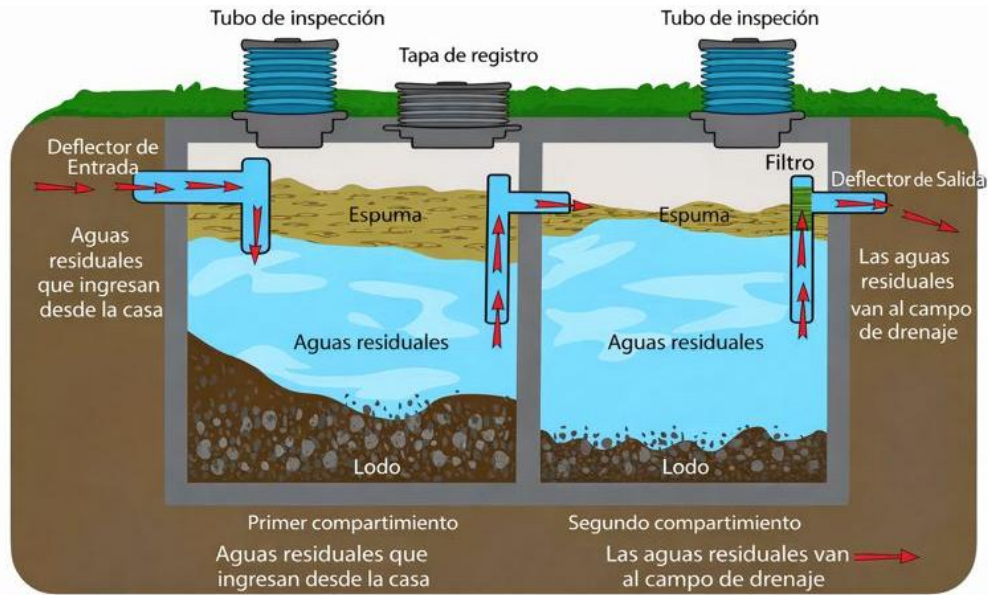
Proceso de tratamiento	Remoción (%)	
	DBO	Sólidos suspendidos (SS)
Sedimentación primaria	25-40	40-70
Lodos activados	55-95	55-95
Filtros percoladores	50-95	50-92
Lagunas aireadas	80-90	Según el tipo de laguna
Zanjas de oxidación	90-98	80-95
Lagunas de estabilización	70-85	Según el tipo de laguna

*Fuente: INEN, 1992.*

## 7.3 Planta de tratamiento sanitario.

### 7.3.1 Tanque séptico.

El tanque séptico es un tipo de planta de tratamiento primario de aguas residuales domésticas que funciona mediante el proceso físico de la sedimentación de los sólidos y la digestión anaeróbica del material orgánico.



*Ilustración 20. Esquema de tanque séptico.*

El sistema generalmente está conformado por cámaras que garantizan la decantación de los sólidos sedimentables y la retención de material suspendido, dando como resultado un efluente calibrado y sin sedimentos.

Los componentes internos, como paredes deflectoras y estructuras de salida, evitan el arrastre de sólidos y garantizan la conducción adecuada del efluente hacia el campo de lixiviación, donde se realiza la infiltración y depuración final del agua residual a través del suelo en la cámara filtrante.

### **7.3.2 Cámara filtrante**

Es una estructura complementaria al tanque séptico que permite que el tratamiento secundario se genere mediante el proceso de filtración e infiltración, ya que tiene como objetivo principal retener los sólidos finos que aun existan y garantizar la depuración del agua residual a través del paso por los distintos materiales filtrantes y el contacto directo con el suelo.

#### 7.4 Diseño del sistema de tratamiento sanitario

Para el tratamiento de aguas residuales se empleará un tanque séptico cuyas dimensiones son de acuerdo con el caudal de diseño del sistema.

##### Tiempo de retención hidráulico:

$$TR = 1.5 - 0.3 \times \log(Pf \times Q)$$

Donde:

- TR = Tiempo promedio de retención en días
- Pf = Población final (hab)
- Q = Caudal de Diseño Sanitario (Lt/hab×día)

La relación geométrica por seguir se considera un largo equivalente al doble del ancho, es decir, una relación 2:1, por lo que favorece un flujo uniforme y estable, además, el volumen del tanque se distribuye entre la cámara de digestión anaeróbica asignando 2/3 del volumen y la cámara de filtración 1/3 del volumen del tanque.

A continuación, formulas a emplear para el cálculo de la dimensión del tanque

$$V = Q * TR$$

Donde:

- V= Volumen del tanque
- Q = Caudal de diseño
- TR=Tiempo promedio de retención

Para determinar el largo y ancho se despejará lo siguiente

$$V = A * h$$

$$V = a * b * h$$

Como se indica anteriormente  $b = 2a$

$$V = 2a^2 * h$$

Despejamos el ancho en la ecuación

$$a = \sqrt{\frac{V}{2 * h}}$$

Donde:

- $V$ = Volumen del tanque
- $A$ = Área del tanque
- $h$ = Altura del tanque
- $a$ = Ancho del tanque
- $b$  = Largo del tanque

Una vez obtenido las fórmulas para las dimensiones del tanque hay que calcular la altura total

$$H = h + h_2$$

Donde:

- $H$ = Altura total del tanque
- $h$ = Altura de las aguas negras
- $h_2$ = Altura sobre el nivel del agua

## Cálculo del sistema

### Datos:

- $Q = 10.98 \text{ lt/seg}$
- $h = 2.60\text{m}$

$$TR = 1.5 - 0.3 \times \log(1344 \times 10.98) = 0.249 \text{ días}$$

$$TR = 0.249 \text{ días} * 24 \frac{\text{horas}}{\text{días}} = 5.98 \approx 6 \text{ horas}$$

$$V = 10.98 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} * 6\text{h} * \frac{1\text{m}^3}{1000 \text{ lt}} * \frac{3600 \text{ seg}}{1\text{h}} = 237.17\text{m}^3$$

$$a = \sqrt{\frac{v}{2 \times h}} = \sqrt{\frac{237.17}{2 \times 2.60}} = 6.75\text{m}$$

$$b = 2a = 2 \times 6.75 = 13.5\text{m}$$

Cámara de digestión anaeróbica

$$b_1 = \frac{2}{3} \times b = \frac{2}{3} \times 13.5 = 9\text{m}$$

Cámara de clarificación

$$b_2 = \frac{1}{3} \times b = \frac{1}{3} \times 13.5 = 4.5\text{m}$$

Para la altura del tanque se considera el nivel de llegada de la tubería que es 1.40m más la profundidad de las aguas negras, la altura total es:

$$H = h_1 + h_2 = 2.60 + 1.40 = 4\text{m}$$

## Dimensiones del tanque Séptico

Tabla 12. Dimensiones del tanque séptico.

	Longitud	Ancho	Altura
Cámara de digestión anaeróbica	9,00	6,75	4,00
Cámara de clarificación	4,50	6,75	
Tanque Séptico	13,50	6,75	

*Fuente: Elaboración propia.*

## Dimensiones de la cámara filtrante

En el presente proyecto se adoptará las siguientes dimensiones geométricas:

- Longitud = 4m.
- Ancho = 4m
- Altura = 4m

Para el proceso de infiltración en la parte inferior de la cámara filtrante se implementa dos capas de piedra bola, con un diámetro aproximado de 4 pulgadas.

El detalle constructivo del tanque y de la cámara filtrante se presenta en los Anexos.

## 8 CAPITULO IV. Presupuesto referencial del proyecto

### 8.1 Análisis de precios unitarios, alcantarillado sanitario

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Replanteo y Nivelación con equipo topográfico				
<b>Código:</b>	1.1	<b>Unidad:</b>	ml	<b>Rendimiento:</b>	0,080
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b> A	<b>Tarifa</b> B	<b>Costo hora</b> CH=A*B	<b>Costo Unitario</b> C=CH*R	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,0546	
Equipo de topografía	1,00	4,75	4,75	0,38	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>0,435</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b> A	<b>Jornal/Hora</b> B	<b>Costo hora</b> CH=A*B	<b>Costo Unitario</b> C=CH*R	
topógrafo	1,00	4,87	4,87	0,39	
Cadenero	2,00	4,39	8,78	0,70	
				-	
			<b>Parcial N</b>	<b>1,092</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b> A	<b>Unitario</b> B	<b>Costo Unitario</b> C=A*B	
Estacas	U	0,039	1,95	0,08	
Clavos	Kg	0,007	2,13	0,01	
				-	
			<b>Parcial O</b>	<b>0,09</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b> A	<b>Tarifa</b> B	<b>Costo Unitario</b> D=A*B	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
			<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>	<b>Q=(M+N+O+P)</b>	<b>1,6176</b>
			<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	20,00%	0,3235
			<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>		1,9411
			<b>VALOR PROPUESTO</b>		<b>1,94</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Excavación de zanjas a maquinas				
<b>Código:</b>	1.2	<b>Unidad:</b>	m3	<b>Rendimiento:</b>	0,070
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,0483	
Retroexcavadora 75HP	1,00	30,00	30,00	2,10	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>2,148</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Operador de retroexcavadora	1,00	4,87	4,87	0,3409	
Ayudante de maquinaria	2,00	4,46	8,92	0,6244	
				-	
			<b>Parcial N</b>	<b>0,965</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial O</b>	<b>-</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS			$Q=(M+N+O+P)$	<b>3,1136</b>	
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	0,6227	
PRECIO UNITARIO TOTAL				3,7363	
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>3,74</b>	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
<b>Rubro:</b>	Reconformación de rasante para colocación de tubería			
<b>Código:</b>	1.3	<b>Unidad:</b>	ml	<b>Rendimiento:</b> 0,050
<b>Equipos</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,0443
				-
				-
			<b>Parcial M</b>	<b>0,044</b>
<b>Mano de Obra</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
Maestro de obra	1,00	4,64	4,64	0,2320
Albañil	1,00	4,39	4,39	0,2195
peón	2,00	4,34	8,68	0,4340
			<b>Parcial N</b>	<b>0,886</b>
<b>Materiales</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>
				-
				-
				-
			<b>Parcial O</b>	<b>-</b>
<b>Transporte</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>
				-
				-
				-
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>0,9298</b>
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	0,1860
PRECIO UNITARIO TOTAL				1,1157
VALOR PROPUESTO				<b>1,12</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Cama de arena e=15 cm				
<b>Código:</b>	1.4	<b>Unidad:</b>	m3	<b>Rendimiento:</b>	0,060
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,3921	
Compactador	0,60	6,26	3,76	2,25	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>2,646</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Albañil	1,00	4,39	4,39	2,6340	
peón	2,00	4,34	8,68	5,2080	
			-	-	
			<b>Parcial N</b>	<b>7,842</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Arena	m3	0,11	13,50	1,49	
				-	
				-	
			<b>Parcial O</b>	<b>1,49</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q=(M+N+O+P)	<b>11,973</b>
COSTOS INDIRECTOS				20,00%	2,3945
PRECIO UNITARIO TOTAL					14,367
<b>VALOR PROPUESTO</b>					<b>14,37</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Relleno de zanja compactado con material de sitio				
<b>Código:</b>	1.5	<b>Unidad:</b>	m3	<b>Rendimiento:</b>	0,500
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
herramientas menores (5% m.o.)	0,05				0,3343
Compactador		1,00	3,20	3,20	1,60
				<b>Parcial M</b>	<b>1,934</b>
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
Maestro de obra		1,00	4,64	4,64	2,3200
Albañil		1,00	4,39	4,39	2,1950
peón		1,00	4,34	4,34	2,1700
				<b>Parcial N</b>	<b>6,685</b>
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>
			<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>
Agua		m3	0,2	0,80	0,16
					-
					-
				<b>Parcial O</b>	<b>0,16</b>
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>
			<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>
					-
					-
					-
				<b>Parcial P</b>	<b>-</b>
TOTAL COSTOS DIRECTOS				$Q=(M+N+O+P)$	<b>8,7793</b>
COSTOS INDIRECTOS				20,00%	1,7559
PRECIO UNITARIO TOTAL					10,5351
<b>VALOR PROPUESTO</b>					<b>10,54</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
<b>Rubro:</b>	Desalojo			
<b>Código:</b>	1.6	<b>Unidad:</b>	m3	<b>Rendimiento:</b> 0,080
<b>Equipos</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
herramientas menores (5% m.o.) 0,05				0,0429
Volqueta	1,00	25,00	25,00	2,00
Retroexcavadora 75HP	1,00	1,00	30,00	2,40
			<b>Parcial M</b>	<b>4,443</b>
<b>Mano de Obra</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
Chofer volqueta	1,00	6,38	6,38	0,5104
peón	1,00	4,34	4,34	0,3472
			-	-
			<b>Parcial N</b>	<b>0,858</b>
<b>Materiales</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>
				-
				-
				-
			<b>Parcial O</b>	<b>-</b>
<b>Transporte</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>
				-
				-
				-
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>5,3005</b>
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	1,0601
PRECIO UNITARIO TOTAL				6,3606
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>6,36</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Sumin. e inst. tubería corrupal 200mm				
<b>Código:</b>	2.1	<b>Unidad:</b>	ml	<b>Rendimiento:</b>	0,200
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,1746	
				-	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>0,175</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Plomero	2,00	4,39	8,78	1,7560	
peón	2,00	4,34	8,68	1,7360	
			-	-	
			<b>Parcial N</b>	<b>3,492</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
tubería perfilada 200 mm (6m)	m	1	11,67	11,67	
Pegante para tubería y Accesorios de PVC	Lt	0,01	10,80	0,11	
				-	
			<b>Parcial O</b>	<b>11,78</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q=(M+N+O+P)	<b>15,4446</b>
COSTOS INDIRECTOS				20,00%	3,0889
PRECIO UNITARIO TOTAL					18,5335
VALOR PROPUESTO					<b>18,53</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Sumin. e inst. de accesorio para saltos hidraulicos mayores a 1,5m				
<b>Código:</b>	2.2	<b>Unidad:</b>	m	<b>Rendimiento:</b>	0,200
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,0873	
				-	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>0,087</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Plomero	1,00	4,39	4,39	0,8780	
peón	1,00	4,34	4,34	0,8680	
			-	-	
			<b>Parcial N</b>	<b>1,746</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Tubería perfilada 200 mm (6m)	m	0,5	11,67	5,84	
Yee de 45 grados de 200mm PVC	U	1	23,25	23,25	
Codo de 45 grados de 200mm PVC	U	1	15,03	15,03	
Codo de 90 grados de 200mm PVC	U	1	11,47	11,47	
Pegante para tubería y Accesorios de PVC	Lt	0,01	10,80	0,11	
			<b>Parcial O</b>	<b>55,69</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>57,5263</b>	
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	11,5053	
PRECIO UNITARIO TOTAL				69,0316	
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>69,03</b>	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Construcción de Pozo de Revisión, incluye tapa HF				
<b>Código:</b>	2.3	<b>Unidad:</b>	U	<b>Rendimiento:</b>	0,125
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,1958	
			<b>Parcial M</b>	<b>0,196</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Residente de obra	1,00	4,89	4,89	0,6113	
Maestro de obra	1,00	4,64	4,64	0,5800	
Carpintero	1,00	4,39	4,39	0,5488	
Albañil	1,00	4,39	4,39	0,5488	
Peón	3,00	4,34	13,02	1,6275	
			<b>Parcial N</b>	<b>3,916</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Tabla dura 21cm x 2cm x 2,90cm	m	35	3,98	139,30	
Acero de refuerzo F'C=4200Kg/cm2	Kg	97	0,81	78,57	
Cemento	Saco	14	8,10	113,40	
Clavos	Kg	9,4	2,13	20,02	
Arena	m3	1,1	13,50	14,85	
Aditivo impermeabilizante	Kg	5,64	0,90	5,08	
Agua	m3	0,38	0,80	0,30	
Ripio	m3	1,9	12,60	23,94	
Tapa de pozo HF	U	1	128,70	128,70	
			<b>Parcial O</b>	<b>524,16</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
Transporte de madera	U/Km	35	0,01	0,35	
Transporte de material pétreo (10KM)	m3-Km	3,01	0,21	0,63	
Transporte de cemento	Kg/Km	13,54	0,066	0,89	
			<b>Parcial P</b>	<b>1,88</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>530,1498</b>	
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	106,0300	
PRECIO UNITARIO TOTAL				636,1798	
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>636,18</b>	

## 8.2 Análisis de precios unitarios de planta de tratamiento.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Limpieza de terreno				
<b>Código:</b>	3.1	<b>Unidad:</b>	m2	<b>Rendimiento:</b>	0,080
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,0373	
Retroexcavadora 75HP	1,00	30,00	30,00	2,4000	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>2,4373</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Operador de retroexcavadora	1,00	4,87	4,87	0,3896	
Ayudante de maquinaria	1,00	4,46	4,46	0,3568	
				-	
			<b>Parcial N</b>	<b>0,7464</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial O</b>	<b>-</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>3,1837</b>	
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	0,6367	
PRECIO UNITARIO TOTAL				3,8205	
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>3,82</b>	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Replanteo y Nivelación de estructura				
<b>Código:</b>	4.1	<b>Unidad:</b>	m2	<b>Rendimiento:</b>	0,140
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,0956	
Equipo de topografía	1,00	4,75	4,75	0,67	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>0,761</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
topógrafo	1,00	4,87	4,87	0,6818	
Cadenero	2,00	4,39	8,78	1,2292	
				-	
			<b>Parcial N</b>	<b>1,911</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Estacas	U	0,039	1,95	0,08	
Clavos	Kg	0,007	2,13	0,01	
				-	
			<b>Parcial O</b>	<b>0,09</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
Transporte madera	U/Km	0,046	0,01	0,00046	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>0,00</b>	
	TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>2,7630</b>
	COSTOS INDIRECTOS			20,00%	0,5526
	PRECIO UNITARIO TOTAL				3,3156
	VALOR PROPUESTO				<b>3,32</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Excavación de zanjas máquinas de estructura				
<b>Código:</b>	4.2	<b>Unidad:</b>	m3	<b>Rendimiento:</b>	0,100
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,0690	
Retroexcavadora 75 HP	1,00	30,00	30,00	3,00	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>3,069</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Operador de retroexcavadora	1,00	4,87	4,87	0,4870	
Ayudante de maquinaria	2,00	4,46	8,92	0,8920	
			-	-	
			<b>Parcial N</b>	<b>0,965</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial O</b>	<b>-</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>4,4480</b>	
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	0,8896	
PRECIO UNITARIO TOTAL					
VALOR PROPUESTO				<b>5,34</b>	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Desalojo				
<b>Código:</b>	4.3	<b>Unidad:</b>	m3	<b>Rendimiento:</b>	0,080
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
herramientas menores (5% m.o.) 0,05					0,0429
Volqueta		1,00	25,00	25,00	2,00
Retroexcavadora 75HP		1,00	30,00	30,00	2,40
				<b>Parcial M</b>	<b>4,443</b>
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
Chofer de volqueta		1,00	6,38	6,38	0,5104
Peón		1,00	4,34	4,34	0,3472
				-	-
				<b>Parcial N</b>	<b>0,858</b>
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>
			<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>
					-
					-
					-
				<b>Parcial O</b>	<b>-</b>
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>
			<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>
					-
					-
					-
				<b>Parcial P</b>	<b>-</b>
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q=(M+N+O+P)	<b>5,3005</b>
COSTOS INDIRECTOS				20,00%	1,0601
PRECIO UNITARIO TOTAL					6,3606
<b>VALOR PROPUESTO</b>					<b>6,36</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Relleno compactado con material de sitio				
<b>Código:</b>	4.4	<b>Unidad:</b>	m3	<b>Rendimiento:</b>	0,500
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,3343	
Vibrocompactador	1,00	3,20	3,20	1,60	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>1,934</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Maestro de obra	1,00	4,64	4,64	2,3200	
Albañil	1,00	4,39	4,39	2,1950	
Peón	1,00	4,34	4,34	2,1700	
				-	
			<b>Parcial N</b>	<b>6,685</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Agua	m3	0,2	0,80	0,16	
				-	
				-	
			<b>Parcial O</b>	<b>0,16</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>8,7793</b>	
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	1,7559	
PRECIO UNITARIO TOTAL					
PRECIO UNITARIO TOTAL				10,5351	
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>10,54</b>	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2				
<b>Código:</b>	4.5	<b>Unidad:</b>	Kg	<b>Rendimiento:</b>	0,040
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,0267	
				-	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>0,027</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Maestro de obra	1,00	4,64	4,64	0,1856	
Ferrero	1,00	4,39	4,39	0,1756	
Peón	1,00	4,34	4,34	0,1736	
			<b>Parcial N</b>	<b>0,535</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Alambre de amarre	Kg	0,05	2,54	0,13	
Acero de refuerzo de barras Fy=4200 Kg/cm2	Kg	1,05	0,81	0,85	
				-	
			<b>Parcial O</b>	<b>0,98</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
Transporte de alambre	Kg/Km	0,032	0,0198	0,00063	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>0,00</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q=(M+N+O+P)	<b>1,5397</b>
COSTOS INDIRECTOS				20,00%	0,3079
PRECIO UNITARIO TOTAL					1,8476
VALOR PROPUESTO					<b>1,85</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
<b>Rubro:</b>	Losa de piso de Hormigón f'c 240 kg/cm2			
<b>Código:</b>	4.6	<b>Unidad:</b>	m3	<b>Rendimiento:</b> 0,700
<b>Equipos</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			1,2292
Concreteira	1,25	24,11	30,14	21,10
Vibrador	1,00	1,00	1,00	0,70
			<b>Parcial M</b>	<b>23,025</b>
<b>Mano de Obra</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
Maestro de obra	1,00	4,64	4,64	3,2480
Albañil	2,00	4,39	8,78	6,1460
Peón	5,00	4,34	21,70	15,1900
			<b>Parcial N</b>	<b>24,584</b>
<b>Materiales</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>
Cemento	Saco	7,6	8,10	61,56
Arena	m3	0,6	13,50	8,10
Ripio	m3	0,76	12,60	9,58
Agua	m3	0,18	0,80	0,14
Aditivo impermeabilizante	Kg	2,4	0,90	2,16
			<b>Parcial O</b>	<b>81,54</b>
<b>Transporte</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>
				-
				-
				-
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q=(M+N+O+P)
				<b>129,1495</b>
COSTOS INDIRECTOS				20,00%
				25,8299
PRECIO UNITARIO TOTAL				154,9793
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>154,98</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Losas superior de Hormigón f'c 240 kg/cm2				
<b>Código:</b>	4.7	<b>Unidad:</b>	m3	<b>Rendimiento:</b>	0,700
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			1,2292	
Concreteira	1,25	24,11	30,14	21,10	
Vibrador	1,00	1,00	1,00	0,70	
			<b>Parcial M</b>	<b>23,025</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Maestro de obra	1,00	4,64	4,64	3,2480	
Albañil	2,00	4,39	8,78	6,1460	
Peón	5,00	4,34	21,70	15,1900	
			<b>Parcial N</b>	<b>24,584</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Cemento	Saco	7,6	8,10	61,56	
Arena	m3	0,6	13,50	8,10	
Ripio	m3	0,76	12,60	9,58	
Agua	m3	0,18	0,80	0,14	
Aditivo impermeabilizante	Kg	2,4	0,90	2,16	
			<b>Parcial O</b>	<b>81,54</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>129,1495</b>	
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	25,8299	
PRECIO UNITARIO TOTAL				154,9793	
VALOR PROPUESTO				<b>154,98</b>	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Muros de Hormigón f'c = 240 kg/cm2				
<b>Código:</b>	4.8	<b>Unidad:</b>	m3	<b>Rendimiento:</b>	0,700
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			1,2292	
Concretera	1,25	24,11	30,14	21,10	
Vibrador	1,00	1,00	1,00	0,70	
			<b>Parcial M</b>	<b>23,025</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Maestro de obra	1,00	4,64	4,64	3,2480	
Albañil	2,00	4,39	8,78	6,1460	
Peón	5,00	4,34	21,70	15,1900	
			<b>Parcial N</b>	<b>24,584</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Cemento	Saco	7,6	8,10	61,56	
Arena	m3	0,6	13,50	8,10	
Ripio	m3	0,76	12,60	9,58	
Agua	m3	0,18	0,80	0,14	
Aditivo impermeabilizante	Kg	2,4	0,90	2,16	
			<b>Parcial O</b>	<b>81,54</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>129,1495</b>	
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	25,8299	
PRECIO UNITARIO TOTAL					
VALOR PROPUESTO				<b>154,98</b>	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
<b>Rubro:</b>	Encofrado para muros dos caras para muros (incluye desencofrado)			
<b>Código:</b>	4.9	<b>Unidad:</b>	m2	<b>Rendimiento:</b> 0,270
<b>Equipos</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,2398
				-
				-
			<b>Parcial M</b>	<b>0,240</b>
<b>Mano de Obra</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
Maestro de obra	1,00	4,64	4,64	1,2528
Carpintero	2,00	4,39	8,78	2,3706
Peón	1,00	4,34	4,34	1,1718
			<b>Parcial N</b>	<b>4,795</b>
<b>Materiales</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>
Tabla dura 21cm x 2cm x 2,90cm	U	1,8	3,98	7,16
Alambre galvanizado N18	Kg	0,06	2,54	0,15
Cuartones de madera 2"X3"X 4m	U	0,1	3,56	0,36
Tiras semiduras 4m	U	0,125	1,39	0,17
Clavos	Kg	0,11	2,13	0,23
			<b>Parcial O</b>	<b>8,08</b>
<b>Transporte</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>
Transporte de madera	U/Km	2,025	0,01	0,02025
				-
				-
			<b>Parcial P</b>	<b>0,02</b>
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>13,1357</b>
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	2,6271
PRECIO UNITARIO TOTAL				15,7628
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>15,76</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
<b>Rubro:</b>	Encofrado para muros dos caras para losa (incluye desencofrado)			
<b>Código:</b>	4.10	<b>Unidad:</b>	m2	<b>Rendimiento:</b> 0,270
<b>Equipos</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,2398
				-
				-
			<b>Parcial M</b>	<b>0,240</b>
<b>Mano de Obra</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>
Maestro de obra	1,00	4,64	4,64	1,2528
Carpintero	2,00	4,39	8,78	2,3706
Peón	1,00	4,34	4,34	1,1718
			<b>Parcial N</b>	<b>4,795</b>
<b>Materiales</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>
Tabla dura 21cm x 2cm x 2,90cm	U	1,8	1,95	3,51
Alambre galvanizado N18	Kg	0,12	2,54	0,30
Cuartones de madera	U	0,2	3,56	0,71
Cañas	U	1,5	2,40	3,60
Clavos	Kg	0,22	0,67	0,15
			<b>Parcial O</b>	<b>8,27</b>
<b>Transporte</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>
Transporte de madera	U/Km	4,07	0,4	1,62800
				-
				-
			<b>Parcial P</b>	<b>1,63</b>
TOTAL COSTOS DIRECTOS			$Q=(M+N+O+P)$	<b>14,9372</b>
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	2,9874
PRECIO UNITARIO TOTAL				
VALOR PROPUESTO				<b>17,92</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Sumin. e inst. tubería corrupal 200mm				
<b>Código:</b>	5.1	<b>Unidad:</b>	ml	<b>Rendimiento:</b>	0,200
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,1746	
				-	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>0,175</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Plomero	2,00	4,39	8,78	1,7560	
peón	2,00	4,34	8,68	1,7360	
			-	-	
			<b>Parcial N</b>	<b>3,492</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
tubería perfilada 200 mm (6m)	m	1	11,67	11,67	
Pegante para tubería y Accesorios de PVC	Lt	0,01	10,80	0,11	
				-	
			<b>Parcial O</b>	<b>11,78</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>15,4446</b>	
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	3,0889	
PRECIO UNITARIO TOTAL					
				18,5335	
<b>VALOR PROPUESTO</b>					
				<b>18,53</b>	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Sumin. e inst. de tee PVC 200 mm				
<b>Código:</b>	5.2	<b>Unidad:</b>	U	<b>Rendimiento:</b>	0,070
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,0101	
				-	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>0,010</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Plomero	0,33	4,39	1,45	0,1014	
peón	0,33	4,34	1,43	0,1003	
			-	-	
			<b>Parcial N</b>	<b>0,202</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
TEE PVC 200mm	U	1	39,20	39,20	
Pega tubo PVC para D<200mm	Gl	0,01	10,80	0,11	
				-	
			<b>Parcial O</b>	<b>39,31</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q=(M+N+O+P)	<b>39,5197</b>
COSTOS INDIRECTOS				20,00%	7,9039
PRECIO UNITARIO TOTAL					47,4237
VALOR PROPUESTO					<b>47,42</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Sumin.e inst. de tubería PVC ventilación 50 mm				
<b>Código:</b>	5.3	<b>Unidad:</b>	U	<b>Rendimiento:</b>	0,500
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,1381	
				-	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>0,138</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Maestro de obra	0,25	4,64	1,16	0,5800	
Plomero	0,50	4,39	2,20	1,0975	
Peón	0,50	4,34	2,17	1,0850	
			<b>Parcial N</b>	<b>2,763</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Codo PVC 50mm y 90 grados desagüe	U	0,33	0,95	0,31	
Tubería PVC ventilación EC 50mm x 3m	U	0,33	3,35	1,11	
				-	
			<b>Parcial O</b>	<b>1,42</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>4,3196</b>	
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	0,8639	
PRECIO UNITARIO TOTAL				5,1836	
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>5,18</b>	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>	Tapa de boca 0.85 x 0.85 m e= 25 cm, H.S. f'c=210 kg/cm2				
<b>Código:</b>	5.4	<b>Unidad:</b>	U	<b>Rendimiento:</b>	0,120
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
herramientas menores (5% m.o.)	0,05			0,1326	
				-	
				-	
			<b>Parcial M</b>	<b>0,133</b>	
<b>Mano de Obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/Hora</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>CH=A*B</b>	<b>C=CH*R</b>	
Maestro de obra	1,00	4,64	4,64	0,5568	
Albañil	2,00	4,39	8,78	1,0536	
Peón	2,00	4,34	8,68	1,0416	
			<b>Parcial N</b>	<b>2,652</b>	
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Cemento	Saco	1,37	8,10	11,10	
Arena	m3	0,11	11,00	1,21	
Ripio	m3	0,13	18,00	2,34	
Agua	m3	0,033	0,66	0,02	
Acero de refuerzo en barras Fy=4200Kg/cm2	Kg	22,3	0,81	18,06	
			<b>Parcial O</b>	<b>32,73</b>	
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
			<b>Parcial P</b>	<b>-</b>	
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	<b>35,5164</b>	
COSTOS INDIRECTOS			20,00%	7,1033	
PRECIO UNITARIO TOTAL					
VALOR PROPUESTO				<b>42,62</b>	

### 8.3 Presupuesto para el Sistema de Alcantarillado

<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL – ALCANTARILLADO SANITARIO</b>					
<b>PROYECTO "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL SECTOR TOALLA CHICA DEL CANTÓN MONTECRISTI, MANABÍ, ECUADOR."</b>					
<b>CANTIDADES Y PRECIOS</b>					
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>				<b>\$68.676,00</b>
1.1	Replanteo y Nivelación con equipo topografico	ml	2026,6	\$1,94	\$3.933,78
1.2	Excavación de zanjas a maquinas	m3	4133,861	\$3,74	\$15.445,25
1.3	Reconformación de rasante para colocación de tubería	ml	2026,6	\$1,12	\$2.261,14
1.4	Cama de arena e=15 cm	m3	303,99	\$14,37	\$4.367,50
1.5	Relleno de zanja compactado con material de sitio	m3	3829,871	\$10,54	\$40.348,07
1.6	Desalojo	m3	364,788	\$6,36	\$2.320,26
<b>2</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS</b>				<b>\$55.580,16</b>
2.1	Sumin. e inst. tubería corrual 200mm	ml	2026,6	\$18,53	\$37.560,03
2.2	Sumin. e inst. de accesorio para saltos hidráulicos mayores a 1,5m	U	3	\$69,03	\$207,09
2.3	Construcción de Pozo de Revisión, incluye tapa HF	U	28	\$636,18	\$17.813,03
				<b>TOTAL</b>	<b>\$124.256,16</b>

#### 8.4 Presupuesto para la Planta de Tratamiento

PRESUPUESTO REFERENCIAL – ALCANTARILLADO SANITARIO					
PROYECTO "DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR TOALLA CHICA DEL CANTÓN MONTECRISTI, MANABÍ, ECUADOR."					
CANTIDADES Y PRECIOS					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>3</b>	<b>PRELIMINAR</b>				<b>\$692,57</b>
3.1	Desbroce y limpieza de terreno	m2	181,28	\$3,82	\$692,57
<b>4</b>	<b>TANQUE SÉPTICO Y CÁMARA FILTRANTE</b>				<b>\$35.052,17</b>
4.1	Replanteo y Nivelación de estructura	m2	181,28	\$3,32	\$601,05
4.2	Excavación de zanjas máquinas de estructura	m3	852,016	\$5,34	\$4.547,67
4.3	Desalojo	m3	126,48	\$6,36	\$804,49
4.4	Relleno compactado con material de sitio	m3	54,8	\$10,54	\$577,32
4.5	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	Kg	3972,79	\$1,85	\$7.340,16
4.6	Losa de piso de Hormigón f'c 240 kg/cm2	m3	22,27	\$154,98	\$3.451,39
4.7	Losa superior de Hormigón f'c 240 kg/cm2	m3	26,27	\$154,98	\$4.071,31
4.8	Muros de Hormigón f'c = 240 kg/cm2	m3	59,5	\$154,98	\$9.221,27
4.9	Encofrado para muros dos caras para muros (incluye desencofrado)	m2	238	\$15,76	\$3.751,54
4.10	Encofrado para losa a dos caras (incluye desencofrado)	m2	38,27	\$17,92	\$685,97
<b>5</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS</b>				<b>\$288,67</b>
5.1	Sumin. e inst. tubería corrupal 200mm	ml	3	\$18,53	\$55,60
5.2	Sumin. e inst. de tee PVC 200 mm	U	2	\$47,42	\$94,85
5.3	Sumin.e inst. de tubería PVC ventilación 50 mm	U	2	\$5,18	\$10,37
5.4	Tapa de boca 0.85 x 0.85 m e= 25 cm, H.S. f'c=210 kg/cm2	U	3	\$42,62	\$127,86
				<b>TOTAL</b>	<b>\$36.033,42</b>

## 9 Conclusiones

El diagnóstico técnico y social permitió caracterizar las principales características de la zona de estudio, además, de evaluar las condiciones de la infraestructura sanitaria actualmente, de este modo, se considera la necesidad de parte de la población y se aporta la propuesta técnica del proyecto.

En base a la investigación y análisis de los distintos tipos de sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento, se determinó como alternativa más adecuada la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario convencional y una planta de tratamiento mediante tanque séptico con cámara filtrante.

El levantamiento topográfico del sector Toalla Chica permitió definir con precisión la planimetría y altimetría del polígono de estudio, generando información confiable que sustentó de manera técnica el diseño.

La definición de los parámetros de diseño permitió establecer criterios técnicos coherentes con las condiciones topográficas y demográficas del sector, en concordancia con la normativa ecuatoriana vigente.

Se calculó el sistema de alcantarillado sanitario mediante el software SewerGEMS, cumpliendo con los parámetros establecidos y normas ecuatorianas vigentes, tales como: diámetros de tuberías, velocidades mínimas y máximas, pendientes, entre otros.

El diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales se realizó con base en el caudal de diseño de la red de alcantarillado de 10,98 l/s, determinando dimensiones del tanque séptico de 13,5 metros de largo  $\times$  6,70 metros de ancho  $\times$  4,0 metros de alto, complementado por una

cámara filtrante de 4,0 metros de largo × 4,0 metros de ancho × 4,0 metros de alto, lo que garantiza una adecuada depuración de las aguas servidas.

La elaboración del presupuesto permitió estimar el costo referencial del sistema de alcantarillado sanitario en USD 124.256,16 y el de la planta de tratamiento de aguas residuales en USD 36.033,42, obteniendo un costo total del proyecto de USD 160.289,58.

## **10 Recomendaciones.**

En caso de ejecutarse el proyecto, se recomienda cumplir estrictamente con las especificaciones técnicas establecidas y respetar el período de diseño para el cual fue dimensionado, a fin de garantizar su correcto funcionamiento y vida útil.

Para facilitar del replanteo topográfico en la realización del proyecto, se sugiere la utilización de los dos puntos georreferenciados (BM) dejados en el sitio.

Es fundamental realizar un mantenimiento periódico para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, tanto de la red de alcantarillado, evitando obstrucciones o colapsos, como de la planta de tratamiento, mediante la limpieza oportuna de los lodos acumulados en el tanque séptico.

Es importante actualizar el presupuesto a precios del año en que se ejecute la obra, a fin de obtener una estimación económica acorde a los valores reales del mercado.

Asegurarse de no omitir el uso de los accesorios para saltos hidráulicos propuestos, ya que estos evitan la erosión del hormigón en saltos mayores a 1,5 metros.

## 11 Bibliografías

- AJ Englande, J., Krenkel, P., & Shamas, J. (2015). Wastewater Treatment & Water Reclamation. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*, B978-0-12-409548-9.09508-7. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09508-7>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador | Actualizado 2025*. <https://www.lexis.com.ec/biblioteca/constitucion-republica-ecuador>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua | Actualizado 2025*. <https://www.lexis.com.ec/biblioteca/ley-organica-recursos-hidricos-usos-aprovechamiento-agua>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). *Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial Uso y Gestión de Suelo | Actualizado 2025*. <https://www.lexis.com.ec/biblioteca/ley-organica-ordenamiento-territorial-uso-gestion-suelo>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Código Orgánico del Ambiente | Actualizado 2025*. <https://www.lexis.com.ec/biblioteca/codigo-organico-ambiente>
- Bastidas, D., & Medina, P. (2010). *Estimación de la Densidad Poblacional del Ecuador Continental*.
- Basurto Loor, A. (2019). “*DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD EL TIGRE-PIMPIGUASI, PARROQUIA CALDERÓN, CANTÓN PORTOVIEJO.*”
- Díaz Romero, N. (2018). *DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UNA EMPRESA TEXTIL UBICADA EN*

*EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.*

[https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2889/5/TESIS%20-](https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2889/5/TESIS%20-%20NIDIA%20D%C3%8DAZ%2019-02-2018.pdf)

[%20NIDIA%20D%C3%8DAZ%2019-02-2018.pdf](https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2889/5/TESIS%20-%20NIDIA%20D%C3%8DAZ%2019-02-2018.pdf)

EMAAP-Q. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q.*

Enriquez Enriquez, J., & Sarmiento Cayamcela, J. (2023). *DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD LA PLAYA DEL CANTÓN NABÓN, PROVINCIA DEL AZUAY.*

Ganchozo Briones, D. (2024). *Diseño de una red de alcantarillado sanitario en el sector Costa Azul límite con Montecristi en la ciudad de Manta.*

Huamani Condori, J. (2021). *Propuesta de mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en minera Ares.*

IDB. (2023). *Ecuador Launches Water, Sanitation and Waste .*

<https://www.iadb.org/en/news/ecuador-launches-water-sanitation-and-waste-management-investment-program-idb-support>

INEN. (1997). *NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL.* <https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/norma-co-10-7-602-area-rural.pdf>

INEN. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*. [www.pdfactory.com](http://www.pdfactory.com)

INVIASA. (2021, October). *Tipos de sistemas de alcantarillado*.  
<https://inviasa.com/noticias/tipos-sistemas-alcantarillado>

Jiménez Rivera, D. T. (2021). *GUÍA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADOS*.

Lofrano, G., & Brown, J. (2010). Wastewater management through the ages: A history of mankind. *Science of The Total Environment*, 408(22), 5254–5264.  
<https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2010.07.062>

Loor Anchundia, J. (2025). *DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA URBANIZACIÓN COSTA REAL, CANTÓN JARAMIJÓ, PROVINCIA MANABÍ*.

Ministerio de Ambiente. (2015). *NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA. LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE*.

Moreira, F. (2023). Programa educativo sobre condiciones higiénicas saludables dirigido a las familias de la comunidad Bajo de Afuera. Cantón Montecristi. Provincia de Manabí.  
Obtenido de <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/a1cfadae-fb1a-4fa5-85d1-e22b944dc502>

Muñoz Guamán, M. (2022). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la parroquia Membrillal, etapa 1*.

- NSDA. (2013). *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín. E. .*  
[https://www.epm.com.co/content/dam/epm/institucional/documentos/todos/Norma\\_Diseño\\_Alcantarillado\\_2013.pdf](https://www.epm.com.co/content/dam/epm/institucional/documentos/todos/Norma_Diseño_Alcantarillado_2013.pdf)
- OPS. (2005). *GUÍAS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS DE ALCANTARILLADO.*
- Paredes, D., & Suárez, E. (2020). *Diseño de la red de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas para la comunidad de Napints, perteneciente al cantón Gualaquiza.*
- Parrales Córdova, J. (2020). *DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL RECINTO MERO SECO, CANTÓN JIPIJAPA.*
- Pesántez, C. (2024). Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para las comunidades de Antaño y Cachiloma del cantón Girón en la provincia del Azuay. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26893>
- Reynols, K. (2002). *Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica.*
- Romo, A. (2021). Estudio y diseño de un sistema de alcantarillado sanitario con su respectiva planta de tratamiento de aguas residuales en el sector de Hualcanga Chico zona I del cantón Quero. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/items/386a8415-a790-4d2c-bb0a-6a6790d25ab4>
- Sánchez Ortiz, I. A., Calijuri, M. L., Xavier Bastos, R. K., Barbosa Sales De Magalhães, A., Badim Bepler, J., Marques Bessas, M., Rodrigues Coelho, F., & Alves Gomes Silva, J. V. (2024). Tratamiento de efluentes domésticos con lagunas de alta tasa, evaluación del

arranque con dos porcentajes de inóculo. *Ingeniería y Desarrollo*, 42(1), 1-.

<https://doi.org/10.14482/INDE.42.01.001.414>

SIAPA. (2014). *Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades: Alcantarillado Sanitario*.

[https://siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo\\_3.\\_alcantarillado\\_sanitario.pdf](https://siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf)

Terán Jiménez, J. (2013). *MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO*.

Torres-Degró, A. (2011). *Vista de Tasas de crecimiento poblacional (r): Una mirada desde el modelo matemático lineal, geométrico y exponencial | CIDE digital*.

<https://revistas.upr.edu/index.php/cidedigital/article/view/11774/9736>

Toscano, H. (2023). Diseño actualizado del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para mejorar la calidad de vida de la comunidad Hualcanga Santa Anita, parroquia La Matriz, cantón Quero, provincia de Tungurahua. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/items/ce1adf78-1a56-4814-9f33-b845511382e3>

Ubillús Farfán, A., Williams, S., César Vallejo, U., Asesor Contreras Rivera, L.-P., Julio, R., Co-autor López Sánchez, L.-P., & Narciso, R. (2022). Políticas públicas y la gestión de la calidad ambiental para la descontaminación de ríos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 927–952. [https://doi.org/10.37811/CL\\_RCM.V6I6.3586](https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V6I6.3586)

UNESCO. (2017). *Aguas residuales municipales y urbana*.

[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247671\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247671_spa)

Velasco, G., Moncayo, J., & Chuquer, D. (2019). Diagnóstico del sistema de tratamiento de aguas residuales de Manta. *InfoANALÍTICA*, 7(1), 27–39.

<https://doi.org/10.26807/IA.V7I1.93>

## 12 Anexos

### Reconocimiento del lugar



### Nivelación y ajuste del equipo topográfico RTK



## Personal y equipo de trabajo



## Levantamiento topográfico – obtención de puntos



### Registro de BM1 propio



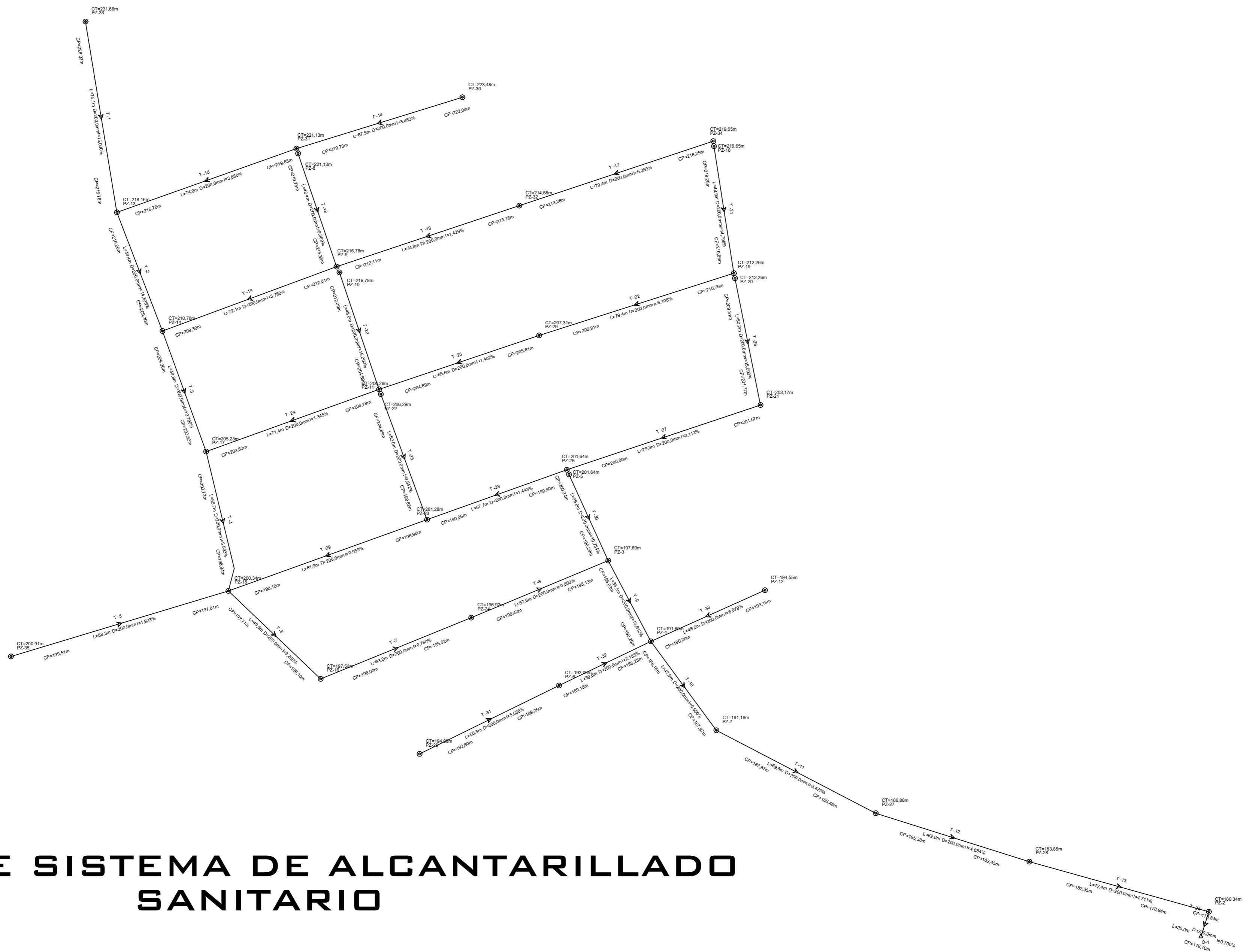
### Registro de BM 2 propio



## Tutorías con el tutor Ing. Gustavo Mero



## Planos



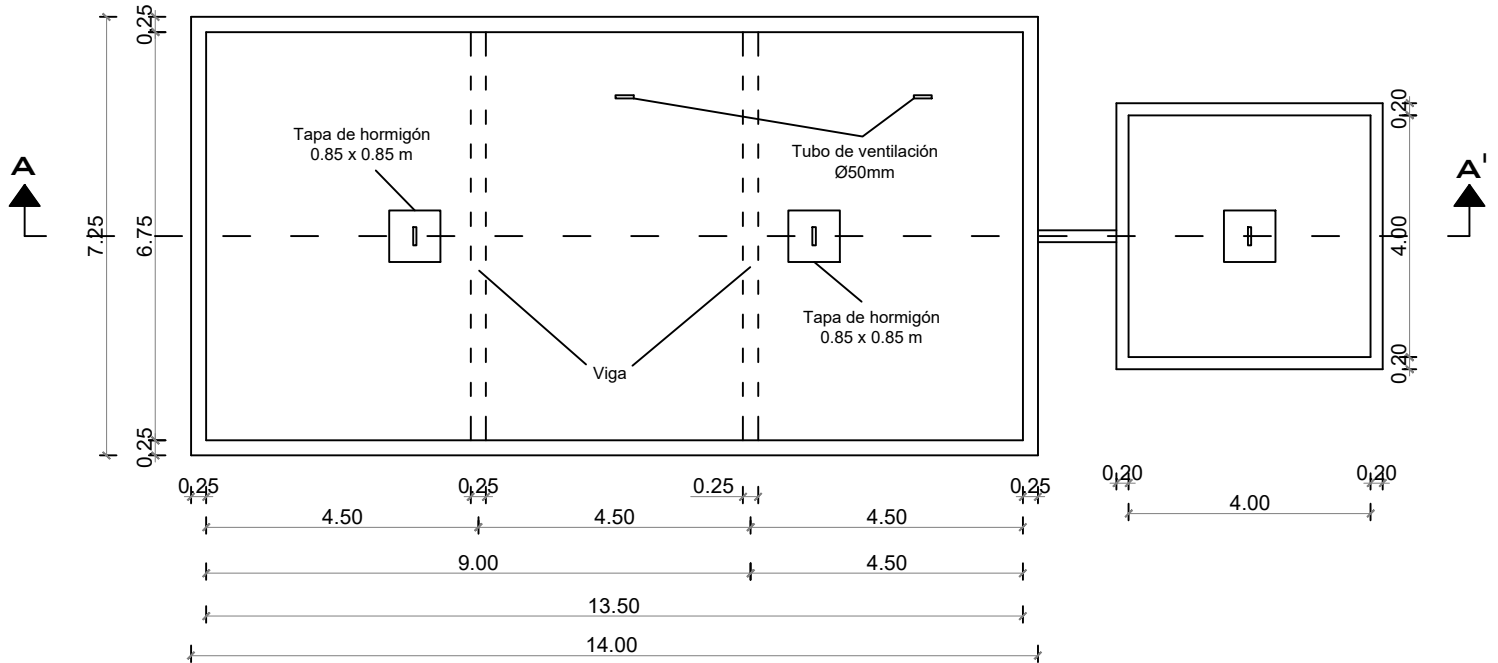
# PLANO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN EL SECTOR TOALLA CHICA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN EL SECTOR TOALLA CHICA				
CONTIENE	UBICACIÓN	AUTORES	FECHA	LAMINA:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO	TOALLA CHICA	-EDUARDO SANTANA -JOEL MECIAS	ENERO DEL 2026	1/1
				ESCALA:
				1:1100

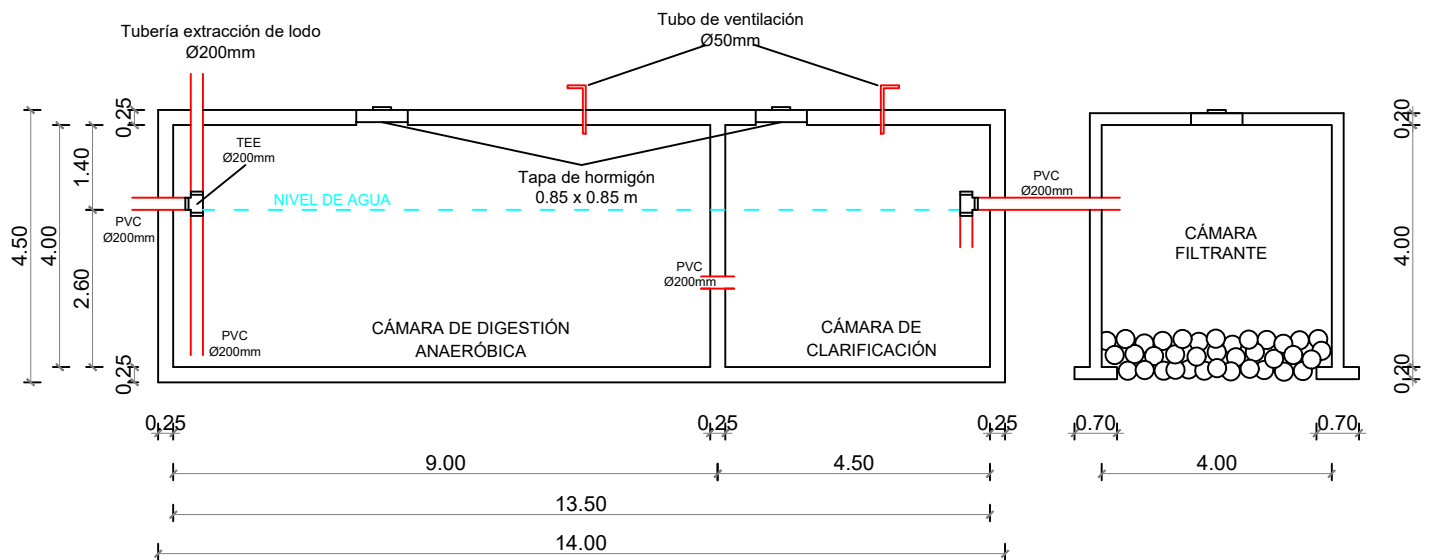
# TANQUE SÉPTICO Y CÁMARA FILTRANTE

## VISTA EN PLANTA



ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:125

## CORTE A - A'



ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:125

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN EL SECTOR TOALLA CHICA

CONTIENE

UBICACIÓN

AUTORES

FECHA

LAMINA:

PLANTA DE TRATAMIENTO

TOALLA CHICA

-EDUARDO SANTANA  
-JOEL MECIAS

ENERO DEL 2026

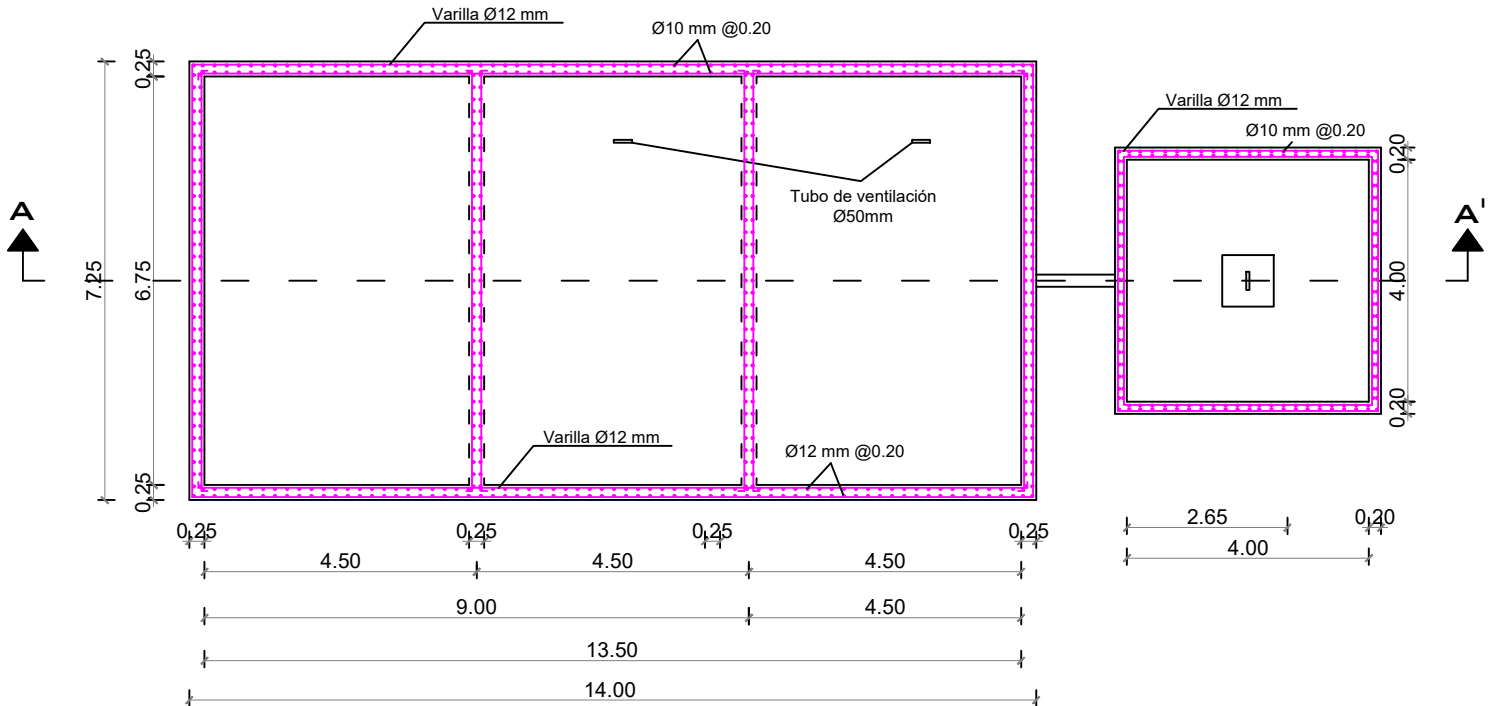
1/2

ESCALA:

1:125

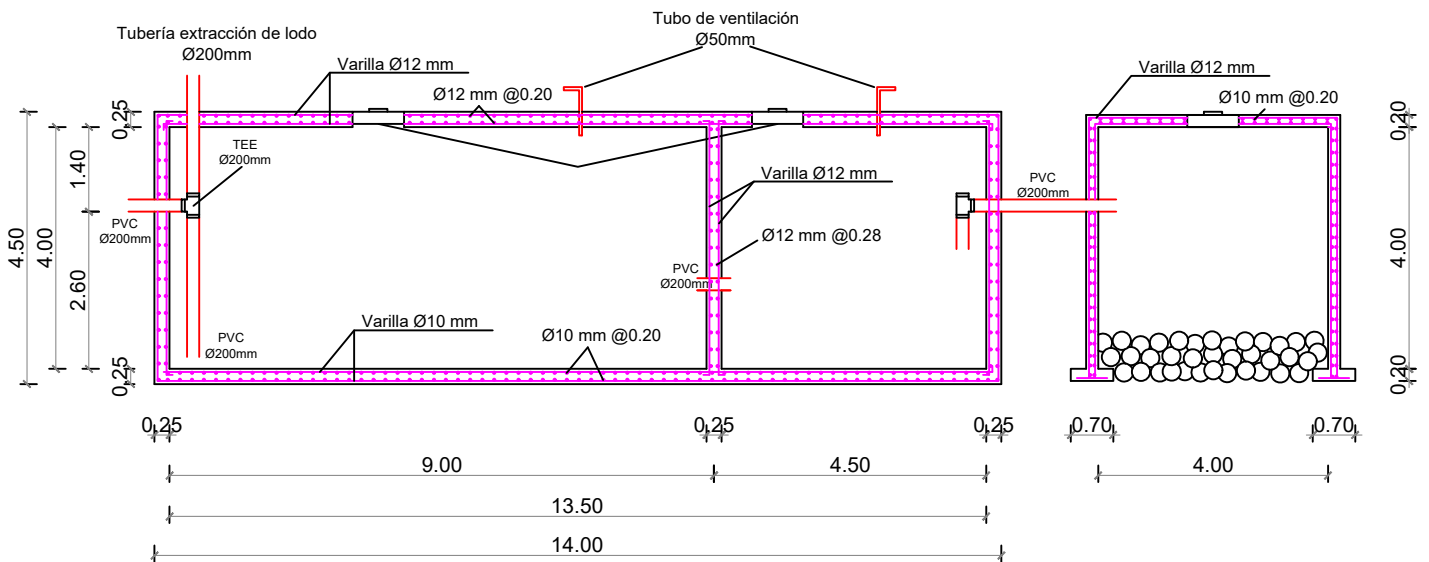
# DETALLE ARMADURA DE TANQUE SÉPTICO Y CÁMARA FILTRANTE

## VISTA EN PLANTA



ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:125

## CORTE A - A'



ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:125

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN EL SECTOR TOALLA CHICA

CONTIENE

UBICACIÓN

AUTORES

FECHA

LAMINA:

PLANTA DE TRATAMIENTO

TOALLA CHICA

-EDUARDO SANTANA  
-JOEL MECIAS

ENERO DEL 2026

2/2

ESCALA:

1:125