



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL ALCANTARILLADO  
SANITARIO DE LA COMUNA GALAYACU DE LA PARROQUIA RURAL  
EL PROGRESO DEL CANTÓN PASAJE**

**PIEDRA CAPELO ELIANA PAULETTE  
INGENIERA CIVIL**

**MACHALA  
2023**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL  
ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNA GALAYACU  
DE LA PARROQUIA RURAL EL PROGRESO DEL CANTÓN  
PASAJE**

**PIEDRA CAPELO ELIANA PAULETTE  
INGENIERA CIVIL**

**MACHALA  
2023**





**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTOS TÉCNICOS**

**EVALUACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL  
ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNA  
GALAYACU DE LA PARROQUIA RURAL EL PROGRESO DEL  
CANTÓN PASAJE**

**PIEDRA CAPELO ELIANA PAULETTE  
INGENIERA CIVIL**

**AÑAZCO CAMPOVERDE PAUL ANDRE**

**MACHALA  
2023**

# Titulación Piedra

*por* Eliana Paulette Piedra Capelo

---

**Fecha de entrega:** 03-oct-2023 07:47a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2184337324

**Nombre del archivo:** Trabajo\_de\_Titulaci\_n\_-\_Eliana\_Piedra.pdf (50.45M)

**Total de palabras:** 22493

**Total de caracteres:** 114112

# Titulación Piedra

## INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unesum.edu.ec">repositorio.unesum.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="http://bacilos81.blogspot.com">bacilos81.blogspot.com</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://repositorio.iberamericana.edu.co">repositorio.iberamericana.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://www.dspace.uce.edu.ec:8080">www.dspace.uce.edu.ec:8080</a> Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to espam Trabajo del estudiante	<1%
7	<a href="http://bibdigital.epn.edu.ec">bibdigital.epn.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://pdfcookie.com">pdfcookie.com</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
10	<a href="http://www.uv.mx">www.uv.mx</a> Fuente de Internet	<1%
11	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
12	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec">repositorio.espe.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
13	<a href="http://cienciadigital.org">cienciadigital.org</a>	

Fuente de Internet

<1 %

14

[repositorio.upn.edu.pe](https://repositorio.upn.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

15

[repositorio.unemi.edu.ec](https://repositorio.unemi.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

16

[www.infoiarna.org.gt](http://www.infoiarna.org.gt)

Fuente de Internet

<1 %

17

[ribuni.uni.edu.ni](https://ribuni.uni.edu.ni)

Fuente de Internet

<1 %

18

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

19

Submitted to Universidad de Manizales

Trabajo del estudiante

<1 %

20

[catalogo.escuelaing.edu.co](http://catalogo.escuelaing.edu.co)

Fuente de Internet

<1 %

21

[rraae.cedia.edu.ec](http://rraae.cedia.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

22

[110.imcp.org.mx](http://110.imcp.org.mx)

Fuente de Internet

<1 %

23

[www.cna.gob.mx](http://www.cna.gob.mx)

Fuente de Internet

<1 %

24

[www.municipiodebalao.gob.ec](http://www.municipiodebalao.gob.ec)

Fuente de Internet

<1 %

25

[1library.co](http://1library.co)

Fuente de Internet

<1 %

26

[obtienearchivo.bcn.cl](http://obtienearchivo.bcn.cl)

Fuente de Internet

<1 %

27

[repositorio.uti.edu.ec](https://repositorio.uti.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

28

[tesis.ucsm.edu.pe](https://tesis.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

29

pirhua.udep.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

30

vdocumento.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 25 words

Excluir bibliografía

Activo



## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

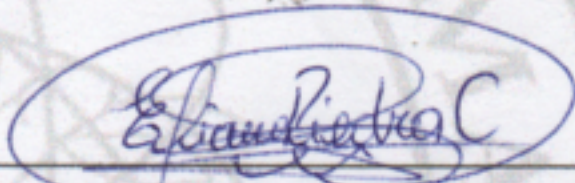
La que suscribe, PIEDRA CAPELO ELIANA PAULETTE, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNA GALAYACU DE LA PARROQUIA RURAL EL PROGRESO DEL CANTÓN PASAJE, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



PIEDRA CAPELO ELIANA PAULETTE

0704338185





**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL  
ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNA GALAYACU  
DE LA PARROQUIA RURAL EL PROGRESO DEL CANTÓN  
PASAJE**

**PIEDRA CAPELO ELIANA PAULETTE  
INGENIERA CIVIL**

**MACHALA  
2023**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTOS TÉCNICOS**

**EVALUACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL  
ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNA GALAYACU  
DE LA PARROQUIA RURAL EL PROGRESO DEL CANTÓN  
PASAJE**

**PIEDRA CAPELO ELIANA PAULETTE  
INGENIERA CIVIL**

**AÑAZCO CAMPOVERDE PAUL ANDRE**

**MACHALA  
2023**



## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, por ser la luz en camino, por brindarme sabiduría, fuerzas y ánimo para continuar día a día.

A mis padres, Elías y Sara, quiénes con su amor, guía y apoyo constante son el reflejo del amor y la sabiduría de Dios en mi vida.

A mi abuela Rosita, por ser mi fuente de inspiración y por llenar mi vida con tanto amor y sabiduría.

A mis ángeles en el cielo, tío Marcos, quien siempre fue mi ejemplo a seguir por su bondad y nobleza; mis abuelos Eloy y Julia, quiénes me están cuidando en cada paso que doy.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme fuerza y sabiduría para completar cada una de mis metas, reconozco que, sin su gracia, nada sería posible.

A mis padres, Elias y Sara, por ser la luz en mi camino y apoyo incondicional, son mi fortaleza y mayor fuente de inspiración y motivación.

A mi abuela Rosita, mi segunda madre, sus palabras de aliento y apoyo constante son el motor que impulsa mi esfuerzo.

Agradezco a mis hermanas, Suely, Lissett y Mariuxi; mis cuñados, Alfonso, Joseph y Peter y mis sobrinos Abby, Emmy, Elías, Eliann, Suri y Amelia; cada uno es parte fundamental en mi vida.

A mi amiga, la señora María Yunga, por su cariño y por enseñarme a siempre sonreírle a la vida sin importar los obstáculos.

A mi mejor amiga Milenka, por sus consejos y aliento, por brindarme su amistad y apoyo desde hace 19 años; a Cecibel, Elines y Mary Angelica, que, a pesar de la distancia, siento su apoyo, cariño y amistad constantemente.

A Alejandro Polo, por su amor que es fuente de mi fortaleza en este camino, gracias por creer en mí y por celebrar cada pequeño avance conmigo.

Agradezco infinitamente a mi tutor, Ing. Paul Añazco Campoverde, por ser mi guía académico, por su amabilidad y apoyo en la elaboración de este trabajo.

A mis grandes compañeros y amigos que me regaló la universidad, Roberth Herrera, Dario Belduma, Jose Peñafiel, Josue Correa y María Elena Sánchez, quienes siempre me apoyaron durante esta etapa.

A mi querida Rosita Zapata, por su bondad, ayuda y cariño.

A Alfonso Piedra, Lourdes Manzo, Marietta Piedra y familia; a mis tíos, Jose Quezada, Rosita Ocampos y Joseluis Enrique Piedra, por brindarme siempre su apoyo y cariño.

A Ing. Xavier Montalvo, Ing. Jose Yunga e Ing. Jean Carlos Yunga, por impartirme sus conocimientos y experiencia en el desarrollo de mi trabajo.

## **RESUMEN**

El presente trabajo surge del problema de la falta de cobertura del servicio básico de alcantarillado sanitario en Galayacu, para ello se planteó realizar una evaluación del sistema mediante procesos de observación, recopilación de información y cálculos de la red de alcantarillado sanitario actual que permitieron verificar, a través de criterios de diseño establecidos en la Norma CPE INEN 5. Parte 9.2: 1997, si cumplen o no con esta normativa. Como resultado de esta evaluación, se determinó que la red de alcantarillado sanitario cumple con los criterios de diseño, sin embargo, es necesario realizar una ampliación ya que actualmente la cobertura es del 35% aproximadamente, cambios en las tuberías de asbesto cemento a PVC y una repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales que incluye cambio de las rejillas, instalación de material filtrante (piedra bola) en las cámaras de sedimentación, cerramiento de alambre de púas y sembrado de árboles con una altura de hasta 5m lo cual, ayudará a eliminar malos olores.

**Palabras claves:** Alcantarillado sanitario, evaluación, planta de tratamiento de aguas residuales, tuberías, criterios de diseño.

## **ABSTRACT**

The present work arises from the problem of the lack of coverage of the basic sanitary sewer service in Galayacu, for this purpose it was proposed to carry out an evaluation of the system through observation processes, information collection and calculations of the current sanitary sewer network that allowed verifying, through design criteria established in the CPE INEN Standard 5. Part 9.2: 1997, whether or not it complies with this regulation. As a result of this evaluation, it was determined that the sanitary sewer network meets the design criteria, however, it is necessary to carry out an expansion since currently the coverage is approximately 35%, changes in the pipes from asbestos cement to PVC and a repowering of the wastewater treatment plant that includes changing the bars, installing filter material (ball stone) in the sedimentation chambers, enclosing barbed wire and planting trees with a height of up to 5m, which will help eliminate bad odors.

**Keywords:** Sanitary sewer, evaluation, wastewater treatment plant, pipes, design criteria.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	1
AGRADECIMIENTO .....	2
RESUMEN .....	3
ABSTRACT .....	4
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	5
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	9
ÍNDICE DE TABLAS .....	11
INTRODUCCIÓN .....	12
Importancia del tema .....	12
Actualidad de la problemática .....	13
Estructura del trabajo .....	13
CAPÍTULO I .....	15
1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
1.1 Antecedentes (Línea base del proyecto) .....	15
1.1.1 Porcentaje de cobertura de servicios básicos .....	15
1.2 Descripción de la Situación problemática (Causas y efectos) .....	25
1.3 Formulación del problema .....	25
1.3.1 Preguntas científicas .....	26
1.4 Delimitación del objeto de estudio .....	27
1.5 Justificación .....	27
1.6 Objetivos .....	28
1.6.1 Objetivo General .....	28
1.6.2    Objetivos Específicos .....	28
CAPÍTULO II .....	30
2.    MARCO TEÓRICO .....	30

2.1 Antecedentes Contextuales.....	30
2.1.1 Macro.....	30
2.1.2 Meso .....	30
2.1.3 Micro .....	32
2.2 Antecedentes conceptuales y referenciales.....	32
2.2.1 Red de alcantarillado .....	32
2.2.2 Tipos de alcantarillado según su procedencia .....	34
2.2.3 Tipos de alcantarillado según su naturaleza .....	37
2.2.4 Flujo total en un sistema de alcantarillado .....	38
2.2.5 Componentes de la red de alcantarillado.....	39
2.2.6 Aguas residuales .....	41
2.2.7 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	41
2.2.8 Tipos de tratamiento de aguas residuales .....	42
CAPÍTULO III .....	45
3. METODOLOGÍA.....	45
3.1 Modalidad básica de la investigación.....	45
3.2 Tipo de investigación .....	45
3.3 Objeto de estudio.....	45
3.4 Descripción de la población y muestra.....	45
3.5 Métodos teóricos con los materiales utilizados .....	46
3.5.1 Cálculo de la población futura.....	46
3.5.2 Métodos para calcular la población futura .....	46
3.5.3 Cálculo del caudal de diseño .....	49
3.5.4 Cálculo de la red de alcantarillado .....	52
3.3.5 Evaluación del sistema de alcantarillado sanitario en base a la normativa CPE INEN 5 PARTE 9.2:1997 .....	53

3.6 Métodos empíricos con los materiales utilizados .....	53
3.6.1 Análisis de una muestra de agua tomada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	53
CAPÍTULO IV .....	56
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	56
4.1 Red de alcantarillado sanitario actual.....	56
4.1.1 Trazado de la red actual.....	56
4.1.2 Cálculo de la red de alcantarillado sanitario actual .....	56
4.1.3 Evaluación del sistema de alcantarillado sanitario en base a la normativa CPE INEN 5 PARTE 9.2:1997.....	56
4.1 Red de alcantarillado sanitario actual.....	60
4.1.1 Trazado de la red actual.....	60
4.1.2 Periodo de diseño .....	60
4.1.3 Población Futura.....	61
4.1.6 Dotación .....	63
4.1.7 Coeficiente de retorno .....	63
4.1.13 Aportación del caudal de diseño en cada tramo de la red .....	64
4.1.2 Cálculo de la red de alcantarillado sanitario actual .....	64
4.1.12 Caudal de diseño mayorado.....	64
4.1.4 Áreas de aportación .....	64
4.2 Planta de tratamiento de aguas residuales .....	64
4.2.1 Análisis de muestra de agua .....	65
4.2.2 Estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales .....	65
4.2.3 Repotenciación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales .....	69
4.2.4 Presupuesto.....	74
4.2.5 Cronograma Valorado de Trabajo .....	74
CONCLUSIONES.....	75

RECOMENDACIONES .....	76
Referencias Bibliográficas.....	77
ANEXOS.....	82
Anexo 1: Memoria fotográfica .....	82
Anexo 2: Cálculo de la población futura en la Comuna Galayacu para el año 2023 .	91
Anexo 3: Cálculo de la población futura en la Comuna Galayacu para el año 2048 .	95
Anexo 4: Cálculo de caudal de diseño (propuesta de ampliación).....	99
Anexo 5: Cálculo de la red de alcantarillado actual .....	101
Anexo 6: Cálculo de la red de alcantarillado (propuesta de ampliación).....	103
Anexo 7: Análisis de muestra en laboratorio ETAPA EP, Cuenca .....	107
Anexo 8: Presupuesto .....	108
Anexo 9: Equipo utilizado em el proyecto .....	109
Anexo 10: Mano de obra utilizada en el proyecto.....	109
Anexo 11: Materiales utilizados en el proyecto .....	110
Anexo 12: Análisis de precios unitarios (APU) .....	111
Anexo 13: Resumen del presupuesto .....	133
Anexo 14: Cronograma Valorado de Trabajo .....	134
Anexo 15: Planos.....	138



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Mapa de Tipos de Clima.....	17
<b>Ilustración 2:</b> Cuencas y microcuencas del Cantón Pasaje .....	18
<b>Ilustración 3:</b> Mapa de pendiente.....	19
<b>Ilustración 4:</b> Geología del Cantón Pasaje.....	20
<b>Ilustración 5:</b> Intensidad sísmica del Cantón Pasaje.....	21
<b>Ilustración 6:</b> zonas propensas a inundaciones .....	22
<b>Ilustración 7:</b> Movimientos en masa.....	24
<b>Ilustración 8:</b> Árbol de problemas (causas y efectos) .....	25
<b>Ilustración 9:</b> Ortofoto de Galayacu.....	27
<b>Ilustración 10:</b> Diseño de red de alcantarillado .....	34
<b>Ilustración 11:</b> PLANO EN PLANTA “SISTEMA DE ALCANTARILLADO VILLA NAZARETH” .....	35
<b>Ilustración 12:</b> Drenaje pluvial .....	36
<b>Ilustración 13:</b> Esquema de alcantarillado combinado .....	37
<b>Ilustración 14:</b> Descripción del funcionamiento de una planta por fases .....	42
<b>Ilustración 15:</b> Caja de revisión domiciliaria .....	59
<b>Ilustración 16:</b> Pozos de revisión .....	59
<b>Ilustración 17:</b> Tapas de pozos de revisión.....	60
<b>Ilustración 18:</b> Crecimiento poblacional.....	62
<b>Ilustración 19:</b> Crecimiento poblacional promedio .....	63
<b>Ilustración 20:</b> Rejas de la PTAR Galayacu .....	66
<b>Ilustración 21:</b> Bypass de la PTAR Galayacu.....	66
<b>Ilustración 22:</b> Cámaras de sedimentación de la PTAR Galayacu .....	67
<b>Ilustración 23:</b> Cerramiento de la PTAR Galayacu .....	68
<b>Ilustración 24:</b> Tubería de descarga al Río Jubones .....	69

<b>Ilustración 25:</b> Rejas para repotenciación de la PTAR Galayacu .....	71
<b>Ilustración 26:</b> Vista en planta de las cámaras 1 y 3 .....	71
<b>Ilustración 27:</b> Vista en planta de la cámara 2 .....	72
<b>Ilustración 28:</b> Pozos de revisión .....	82
<b>Ilustración 29:</b> Pozos de revisión .....	82
<b>Ilustración 30:</b> Pozos de revisión .....	83
<b>Ilustración 31:</b> Pozos de revisión .....	83
<b>Ilustración 32:</b> Cajas domiciliarias .....	84
<b>Ilustración 33:</b> Cajas domiciliarias .....	84
<b>Ilustración 34:</b> Cajas domiciliarias .....	85
<b>Ilustración 35:</b> Área de la planta de tratamiento de aguas residuales Galayacu .....	85
<b>Ilustración 36:</b> Cámaras de sedimentación sin funcionamiento.....	86
<b>Ilustración 37:</b> Cámaras de sedimentación sin funcionamiento.....	86
<b>Ilustración 38:</b> Aguas residuales estancadas .....	87
<b>Ilustración 39:</b> Aguas residuales estancadas .....	87
<b>Ilustración 40:</b> Tubería de descarga al Río Jubones .....	88
<b>Ilustración 41:</b> Toma de muestra de agua para análisis .....	89
<b>Ilustración 42:</b> Entrega de muestra de agua en ETAPA EP, Cuenca.....	89
<b>Ilustración 43:</b> Recopilación de información con GPS diferencial.....	90
<b>Ilustración 44:</b> Recopilación de información de habitantes en Galayacu .....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Procedencia del agua recibida en la Parroquia El Progreso .....	15
<b>Tabla 2:</b> Tipo de servicio higiénico en la Parroquia El Progreso .....	16
<b>Tabla 3:</b> Pendientes .....	18
<b>Tabla 4:</b> Problema central, hipótesis, objeto de investigación y objetivo general .....	26
<b>Tabla 5:</b> Coeficiente de mayoración .....	51
<b>Tabla 6:</b> Distancia entre pozos .....	56
<b>Tabla 7:</b> Diámetro mínimo en colectores principales .....	57
<b>Tabla 8:</b> Relación caudal diseño/caudal tubo lleno .....	57
<b>Tabla 9:</b> Velocidades en colectores principales a sección llena .....	58
<b>Tabla 10:</b> Coeficiente de retorno .....	63
<b>Tabla 11:</b> Análisis de la muestra de agua tomada a la entrada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Galayacu .....	65
<b>Tabla 12:</b> Rejas para repotenciación de la PTAR Galayacu .....	70
<b>Tabla 13:</b> Características de las cámaras de sedimentación 1 y 3 .....	72
<b>Tabla 14:</b> Características de la cámara 2 .....	73

## **INTRODUCCIÓN**

El alcantarillado sanitario es un elemento fundamental de la infraestructura tanto urbana como rural que permite la evacuación de aguas residuales, lo que contribuye a mantener la salubridad y calidad de vida de la población. Sin embargo, a medida que las ciudades crecen y se desarrollan, los sistemas de alcantarillado enfrentan nuevos desafíos relacionados con el aumento de la población, el cambio climático y el envejecimiento de la infraestructura existente.

En este contexto, la evaluación de los sistemas de alcantarillado se convierte en una tarea esencial para garantizar su correcto funcionamiento y mantenimiento a largo plazo. La evaluación puede incluir aspectos como el análisis del funcionamiento y estado en el que se encuentran las tuberías, la detección de fugas y obstrucciones, la identificación de puntos críticos de la red y la evaluación de la calidad del agua residual.

El objetivo de esta tesis es realizar una evaluación del sistema de alcantarillado sanitario de la Comuna Galayacu de la Parroquia El Progreso del Cantón Pasaje con el fin de identificar en qué condiciones se encuentra la red y a qué área abastece, de tal manera que se pueda proponer mejoras y soluciones a los problemas identificados. Para ello, se llevará a cabo un estudio detallado de la red existente, se realizarán mediciones y análisis hidráulicos que permitirán un nuevo y amplio trazado de la red, además, se analizará las condiciones actuales de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Los resultados obtenidos en esta investigación permitirán mejorar la gestión y el mantenimiento del sistema de alcantarillado de la comunidad, lo que contribuirá a mejorar la calidad de vida de la población y a garantizar la eficiencia del sistema en el largo plazo.

### **Importancia del tema**

La Comuna Galayacu se encuentra en una parroquia rural del cantón Pasaje donde la población ha aumentado en el transcurso de los años, por lo tanto, es importante conocer en qué estado se encuentra el alcantarillado sanitario para poder ampliarlo y mejorar este servicio.

El alcantarillado sanitario es de vital importancia para nuestras comunidades. Sirve como un sistema de drenaje y saneamiento que garantiza la eliminación segura de aguas

residuales, evitando la propagación de enfermedades y protegiendo el medio ambiente. Ayuda a mantener nuestras calles limpias y libres de inundaciones, al tiempo que preserva la calidad del agua en ríos y lagos. Sin el alcantarillado adecuado, nuestras comunidades se enfrentarían a graves problemas de salud pública y contaminación ambiental, afectando la calidad de vida de todos.

### **Actualidad de la problemática**

Actualmente, en la comuna Galayacu, la cual forma parte de la Parroquia El Progreso del cantón Pasaje, el crecimiento poblacional y un alcantarillado sanitario construido hace 25 años aproximadamente, surgen como problema ya que muchas familias de esta comunidad no cuentan con este servicio básico por lo cual evacúan sus aguas servidas en pozos sépticos o descarga directa a la quebrada lo cual da paso a propagación a malos olores, enfermedades y contaminación de la quebrada, siendo esta última usada por sus habitantes para lavar prendas de vestir y recreación; todo esto afecta la calidad del servicio e incluso pone en riesgo la vida de los habitantes de esta comunidad.

### **Estructura del trabajo**

En el primer capítulo consta la línea base del proyecto donde se mencionan detalles acerca de la parroquia El Progreso a la cual pertenece la Comuna Galayacu, se describe la situación problemática, el objeto de estudio, justificación y los objetivos tanto general como específicos.

En el capítulo II se presentan los antecedentes contextuales donde se muestran detalles importantes sobre el tema a nivel de Latinoamérica, Ecuador y la Provincia de El Oro y su importancia en cada localidad. También se presentan los antecedentes conceptuales y referenciales en los cuales se incluyen definiciones importantes y claves que permitirán un entendimiento más amplio sobre el tema

En el capítulo III, se detalla la modalidad básica y el tipo de investigación empleados y el objeto de estudio del presente trabajo. También se describe la población y muestra a través de un censo poblacional realizado en esta comunidad. Por último, se presentan los métodos teóricos con los materiales utilizados que incluyen el cálculo de la población futura a través de cuatro métodos, cálculo del caudal de diseño y cálculo de la red de alcantarillado; también, los métodos empíricos con los materiales utilizados

donde se detallan parámetros relevantes en el análisis de una muestra de agua tomada de la planta de tratamiento de aguas residuales.

En el capítulo IV se presentan el análisis de resultados e interpretación de datos, los cuales permitieron desarrollar una propuesta de alternativa para el mejoramiento del alcantarillado sanitario de Galayacu. Para finalizar, se presentan las conclusiones y recomendaciones en base a los objetivos propuestos para el presente trabajo.

## CAPÍTULO I

### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Antecedentes (Línea base del proyecto)

##### 1.1.1 Porcentaje de cobertura de servicios básicos

###### 1.1.1.1 Agua potable

Se considera agua potable al proceso de higiene y saneamiento de la misma mediante procesos químicos que permitan la potabilidad y consumo sin restricciones. (Conrado Peranovich, 2022)

Como se puede observar en la Tabla 1, este servicio básico cubre a 143 hogares con su respectivo medidor, mientras que 3 hogares utilizan agua de un pozo y 7 hogares obtienen agua del río Galayacu.

*Tabla 1: Procedencia del agua recibida en la Parroquia El Progreso*

PROCEDENCIA DEL AGUA RECIBIDA	HOGARES
De red pública	143
De pozo	3
De río, vertiente, acequia o canal	7
<b>TOTAL</b>	153

*Fuente: Autor*

###### 1.1.1.2 Alcantarillado Sanitario

Carmona (2013) define que los sistemas de alcantarillados están constituidos principalmente por conjuntos de ductos y estructuras que tiene el principal objetivo de recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas procedentes de domicilios, siendo las aguas negras las que mayor porcentaje ocupan. (Guerra Herrera & Logroño Naranjo, 2019)

Como se aprecia en la Tabla 2, de un total de 153 hogares, 58 están conectados a la red pública de alcantarillado mientras que 95 hogares desfogon sus aguas servidas a pozos sépticos y directamente a la quebrada.

*Tabla 2: Tipo de servicio higiénico en la Parroquia El Progreso*

<b>TIPO DE SERVICIO HIGIÉNICO</b>	<b>CASOS</b>
Conectado a red pública de alcantarillado	58
Conectado a pozo séptico	91
Con descarga directa a la quebrada	4
<b>TOTAL</b>	<b>153</b>

*Fuente: Autor*

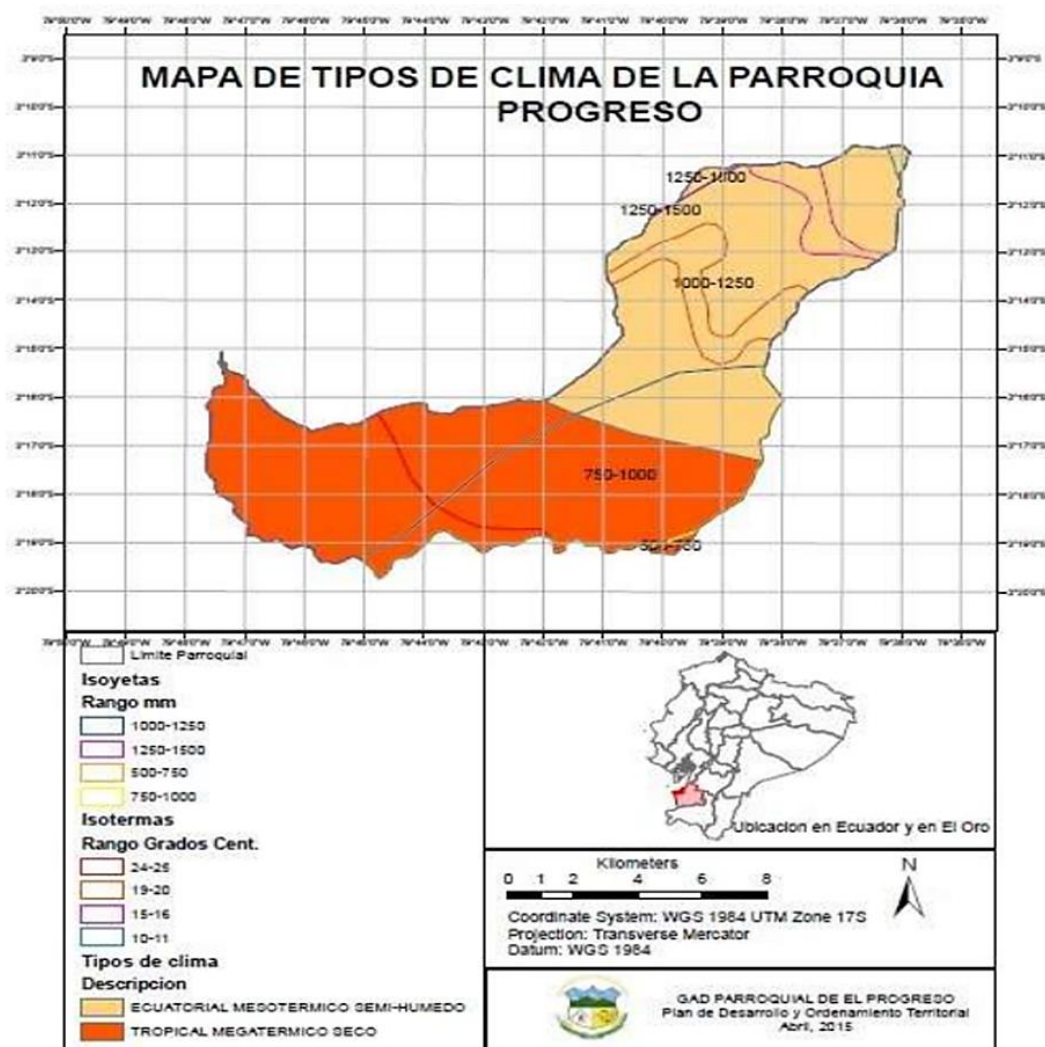
### **1.1.1.3 Información climática**

Son el conjunto organizado de datos e información monitoreada a lo largo de los años, siendo fundamental para el conocimiento de hechos alternativos futuros. (Escoto-Murillo & Alfaro, 2021)

Según la SENPLADES, el clima en la comuna de Galayacu es Semi-Húmedo, con temperaturas que oscilan entre los 17 y los 28 °C. Durante los meses de junio a septiembre, que son la temporada seca, el sector agrícola experimenta problemas debido a la falta de agua para el riego. En cuanto a la temporada de invierno, se produce de febrero a mayo y de octubre a noviembre, con gradientes de precipitación que oscilan entre 750 mm y 1.010 mm, tal como se puede apreciar en la ilustración 1 que muestra los diferentes tipos de clima.



*Ilustración 1: Mapa de Tipos de Clima*



Fuente: Senplades

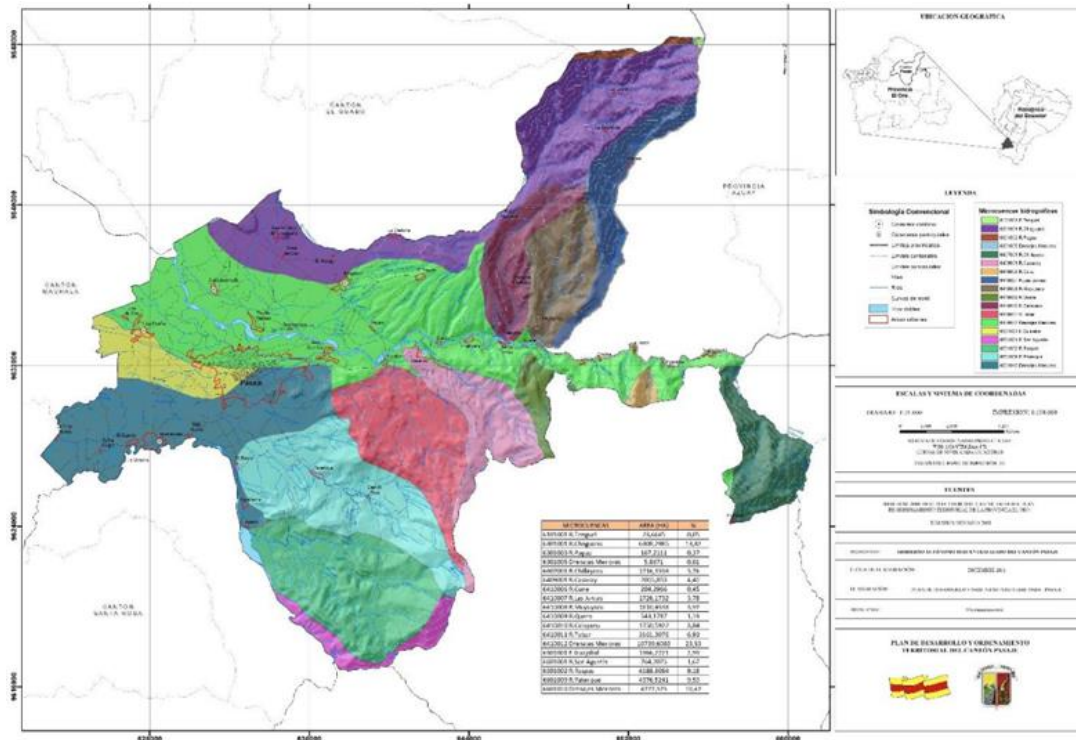
#### 1.1.1.4 Cuencas hidrográficas

Las Cuencas Hidrográficas tienen un valor de gran importancia económica y ecológica, siendo aquí el lugar idóneo para la captación de aguas proveniente de ríos o quebradas para abastecer a poblaciones. (Martínez Duarte, 2022)

En registros de la SENPLADES especifica que el sistema hidrográfico de la Comuna Galayacu está formado por microcuencas que nutren el Río Galayacu mediante sus quebradas y corrientes. Estas microcuencas abarcan un área de 1737 hectáreas, lo que representa el 11,68% del área parroquial según el equipo consultor GAD Progreso. El Río Galayacu desemboca en el río principal Jubones, el cual drena sus aguas

directamente al mar. Ver ilustración 2. (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PASAJE., 2015)

**Ilustración 2: Cuencas y microcuencas del Cantón Pasaje**



Fuente: Senplades

**1.1.1.5 Pendiente**

El terreno de la Comuna Galayacu presenta una variación en su pendiente, con inclinaciones que van desde 0% hasta 70%, tal como se puede observar en el mapa de pendientes de la Ilustración 3. La mayor parte del terreno presenta pendientes abruptas y montañosas, seguidas de pendientes muy fuertes y escarpadas que varían del 50% al 70%, tal como se detalla en la tabla 3 y se puede observar en la ilustración 3. (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PASAJE., 2015)

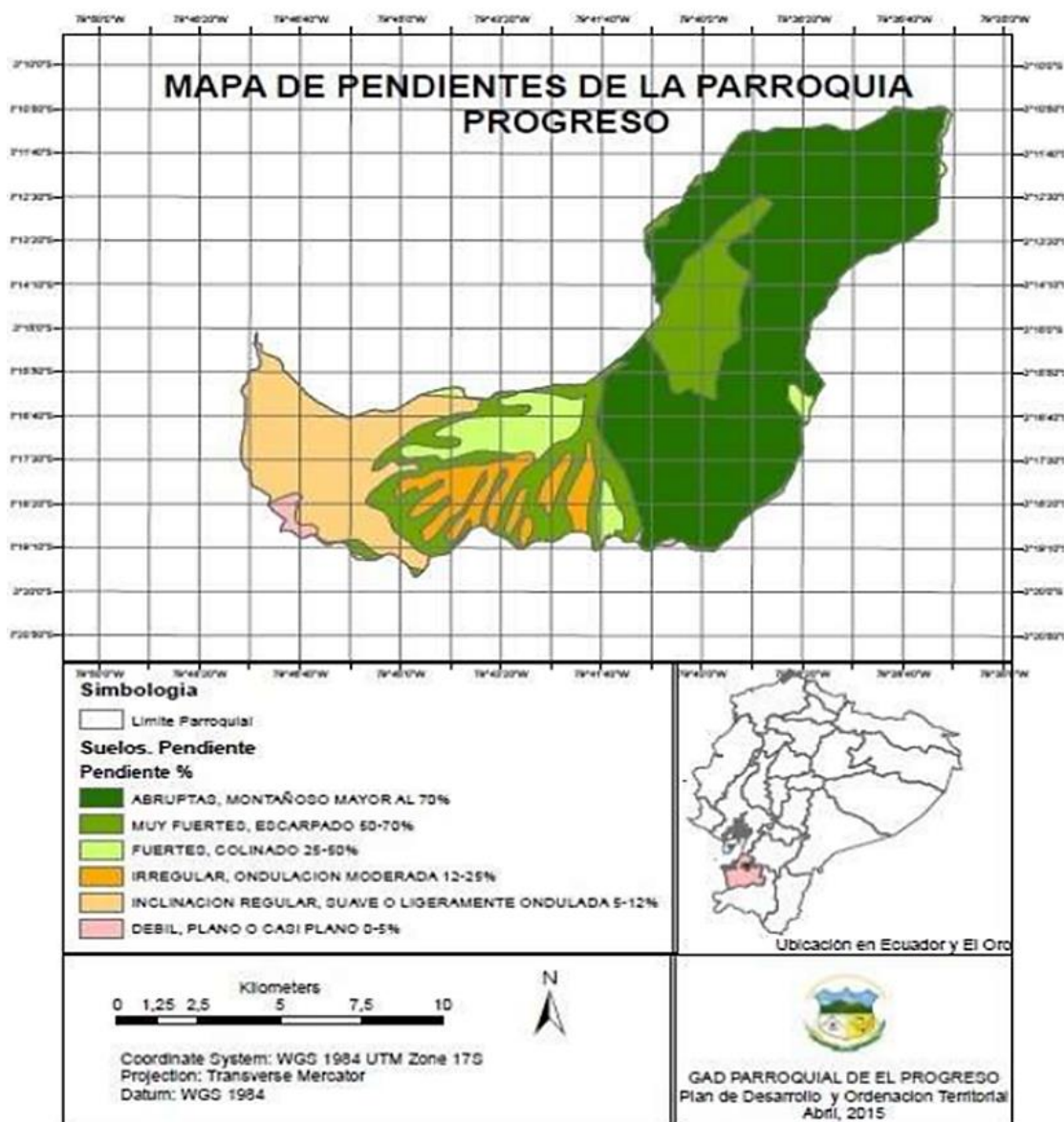
**Tabla 3: Pendientes**

PENDIENTES	HA	%
Abiertas, mayor al 70%	7579,65	50,97
Muy fuertes 50% - 70%	2928,97	19,69
Fuertes 25% al 50%	965,42	6,49

Irregular del 12% al 25%	938,30	6,31
Inclinación regular, suave 5% - 12%	2325,20	15,63
Débil, casi plano 0% - 5%	131,04	0,88

*Fuente: INEC-Redatan 2010*

*Ilustración 3: Mapa de pendiente*



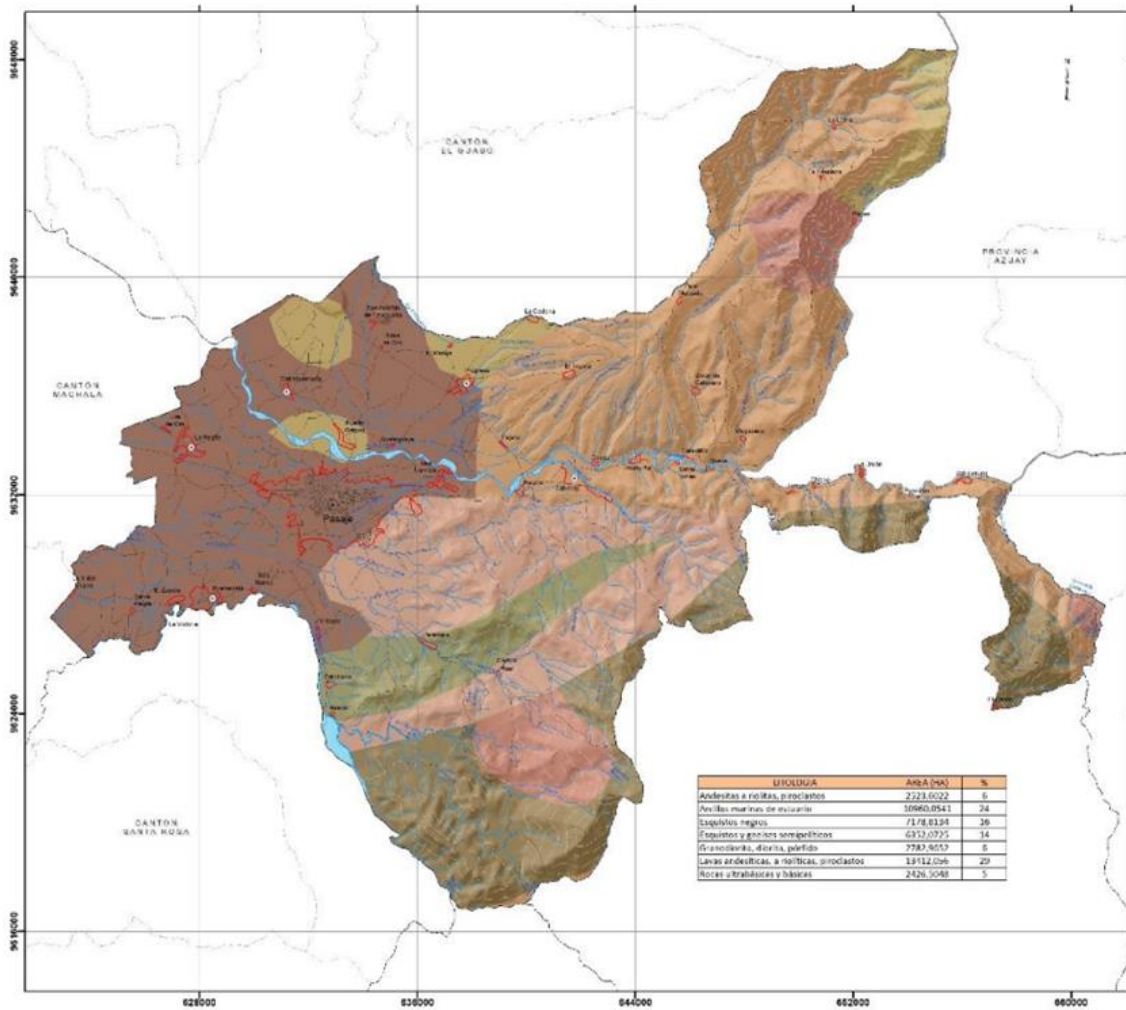
*Fuente: Senplades*

### 1.1.1.6 Geología

La Geología hace referencia a las formaciones geológicas de lugares naturales y características mecánicas del comportamiento del suelo y subsuelo, teniendo un gran valor medioambiental. (Aldana-Aldana et al., 2021)

Se puede apreciar en la ilustración 4 que el tipo de geología de la zona es altamente permeable durante la temporada de lluvias, debido a la presencia de arcilla en grandes cantidades. Por otro lado, en épocas secas se forman costras que dificultan las labores agrícolas. (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PASAJE., 2015)

**Ilustración 4:** Geología del Cantón Pasaje



Fuente: Senplades

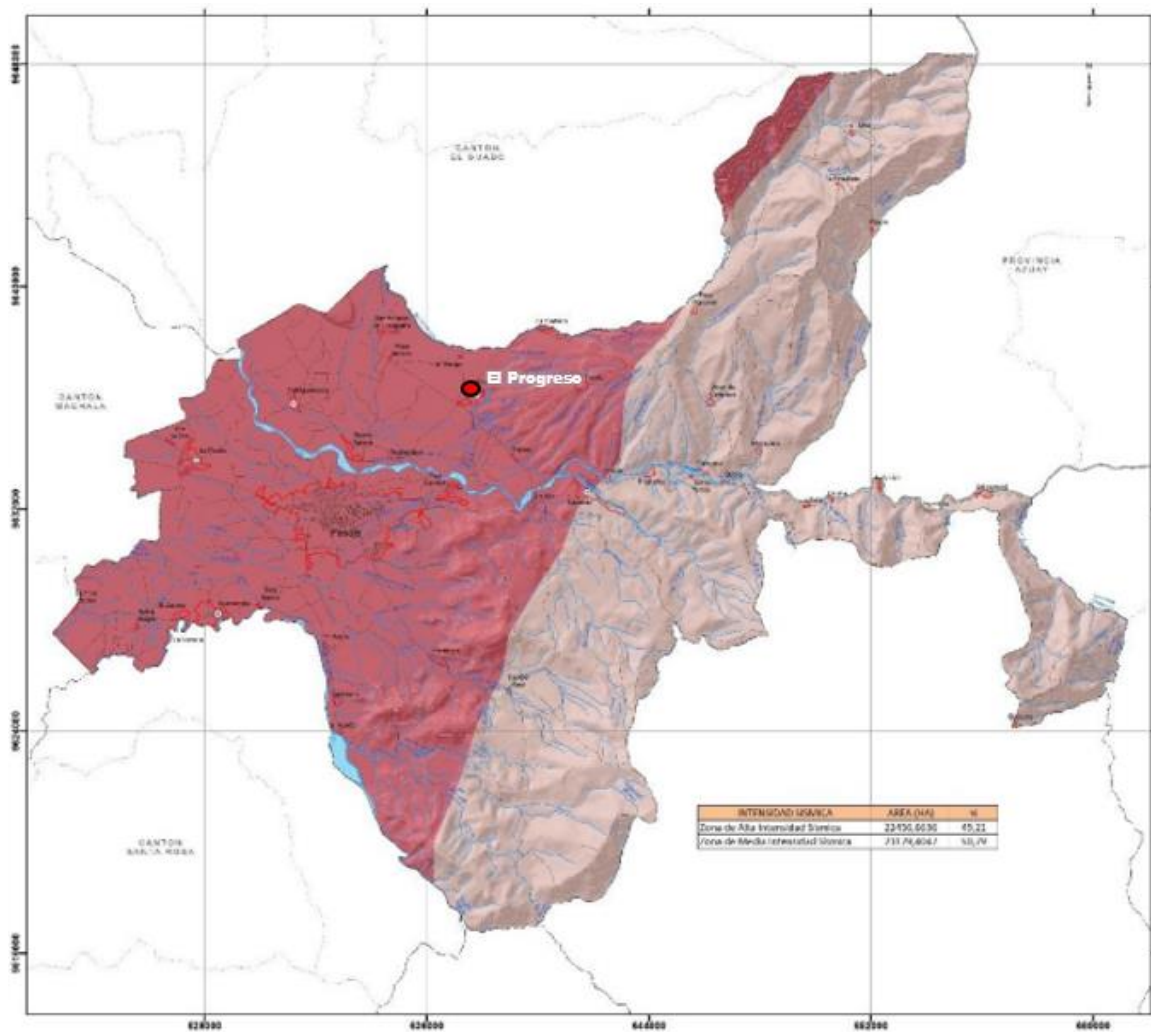
### 1.1.1.7 Amenaza sísmica

Se denomina amenaza sísmica el registro constante de eventos de carácter sísmicos en determinado sector, obteniendo información para evaluaciones sísmicas próximas. (Aldana-Aldana et al., 2021)



Como se puede observar en la ilustración 5, las zonas que tienen intensidad sísmica alta ocupan una superficie de 22.456,7 ha, equivalente al 49, 21 % en la cual se encuentra la zona de Galayacu de la Parroquia El Progreso, mientras que la intensidad sísmica media se encuentra en pequeñas extensiones del territorio del cantón Pasaje, ocupa una superficie de 23.179,4 Ha. que corresponde al 50,79 %, donde se encuentran otras parroquias como La Peaña, Buenavista y Cañaquemada. (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PASAJE., 2015)

*Ilustración 5: Intensidad sísmica del Cantón Pasaje*



*Fuente: Senplades*

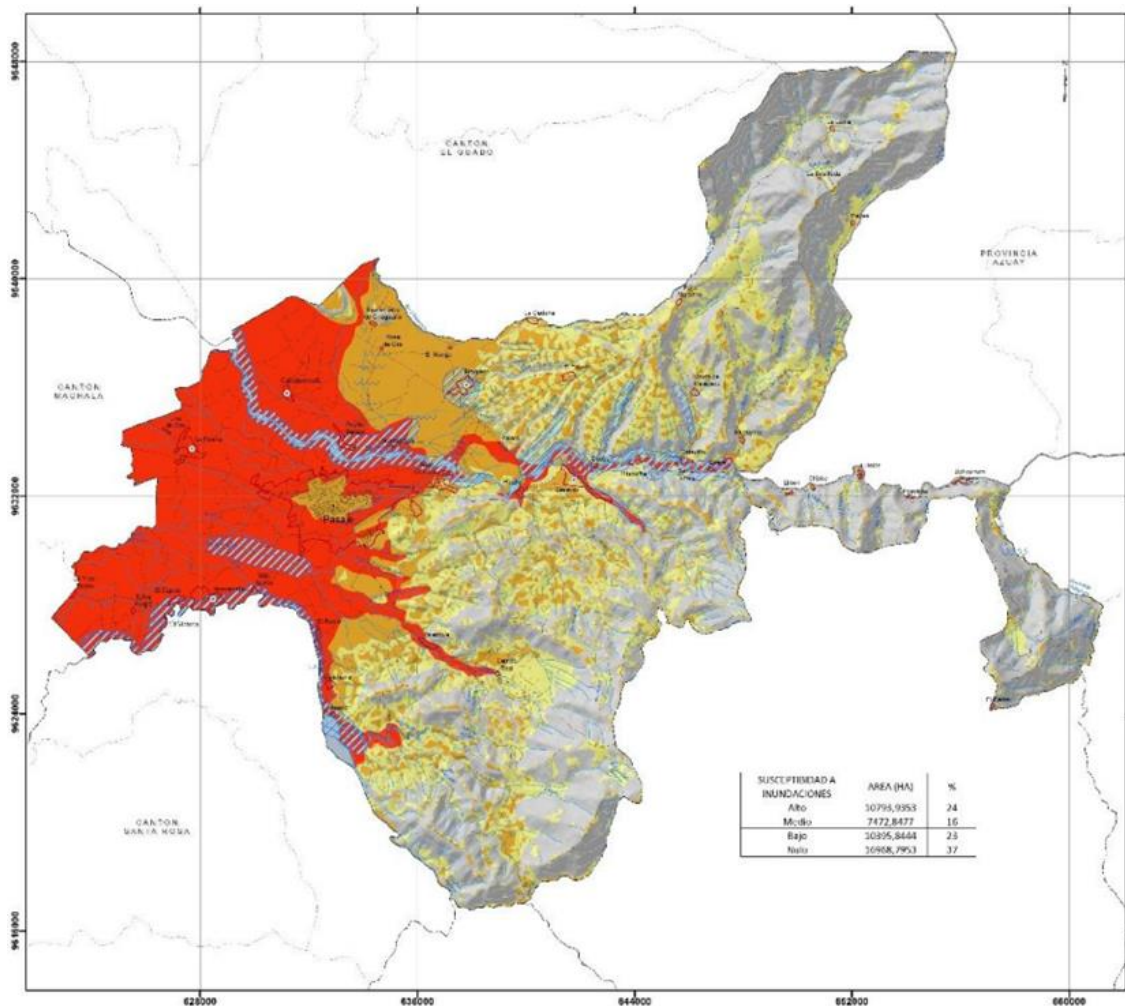
### 1.1.1.8 Inundaciones

Son consideradas el evento natural más destructivo y peligroso. De acuerdo con datos proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), aproximadamente la mitad de los desastres

relacionados con el agua en todo el mundo son atribuidos a inundaciones, superando a situaciones como hambrunas, sequías y epidemias. (Hernández Uribe, Rubén Ernesto; Barrios Piña, 2017)

La ilustración 6 muestra que la topografía del Cantón Pasaje conlleva a la existencia de áreas susceptibles a inundaciones, como es el caso de la Comuna Galayacu de la Parroquia El Progreso, que se encuentra en las riberas de los principales cuerpos de agua. (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PASAJE., 2015)

**Ilustración 6:** zonas propensas a inundaciones



*Fuente: Senplades*

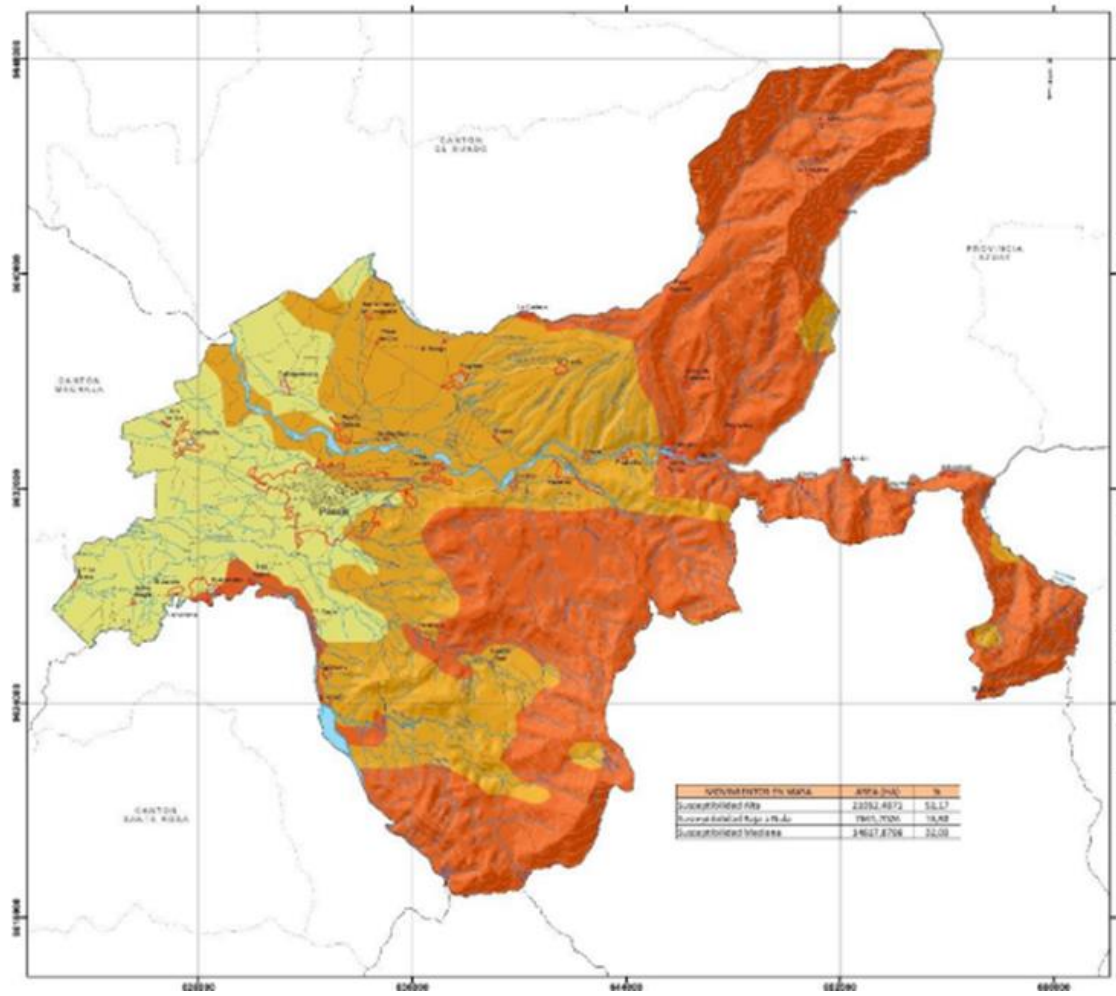
### 1.1.1.9 Amenazas y riesgos

Los riesgos geológicos pueden derivar de fuerzas externas en la geodinámica, tales como deslizamientos, avalanchas, deslaves, flujos de lodo, erosión en riberas,

acumulación de arena, inundaciones, entre otros, o estar vinculados a procesos internos de la geodinámica, como sismicidad y vulcanismo, que abarcan deslizamientos, derrumbes, labares, licuación del suelo y peligro volcánico, entre otros. (Guzmán, 2010)

El terreno de la zona tiene una estructura frágil y los suelos tienen una textura fina, tal como se muestra en la ilustración 7, lo que los hace propensos a sufrir movimientos en masa y erosión, especialmente en áreas con pendientes pronunciadas. A pesar de que hay un riesgo moderado de erosión en la parte media y baja del territorio, las inundaciones son una amenaza constante durante la temporada de lluvias, especialmente en las riberas del río Jubones, y la sequía puede ser perjudicial para los cultivos. Las variaciones de temperatura también pueden tener un impacto negativo en la agricultura, como las heladas. La deforestación empeora el problema de la erosión al quitar la retención del suelo con sus raíces. Aunque hay pocas áreas en la montaña con suelos de buena calidad, éstos también son vulnerables a la deslavación en épocas de invierno, y la escorrentía resultante puede dar lugar a ríos con una tonalidad rojiza. (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PASAJE., 2015)

*Ilustración 7: Movimientos en masa*

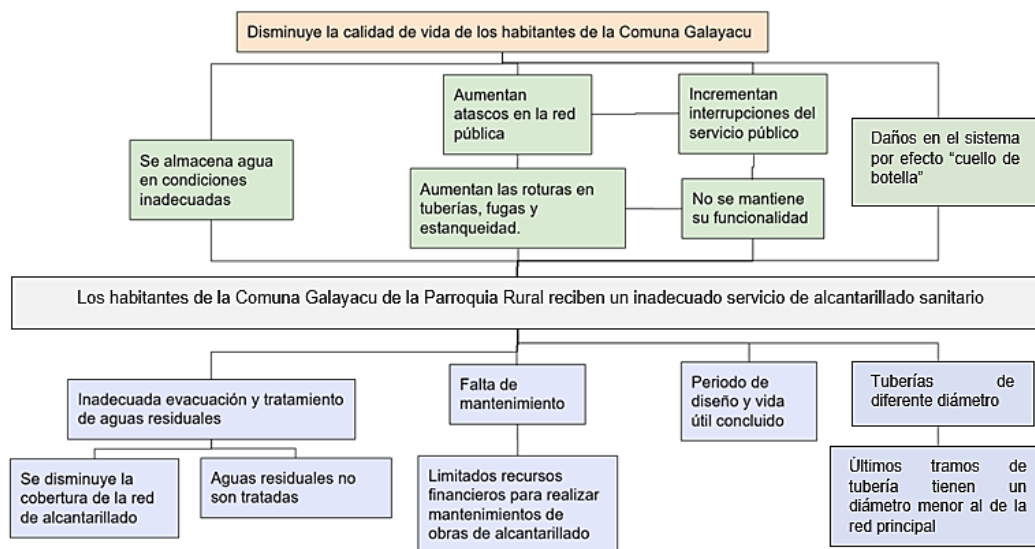


*Fuente: Senplades*



## 1.2 Descripción de la Situación problemática (Causas y efectos)

*Ilustración 8: Árbol de problemas (causas y efectos)*



*Fuente: Autor*

## 1.3 Formulación del problema

Los habitantes de la parroquia rural El Progreso reciben servicio de alcantarillado sanitario de forma parcial debido a la falta de cobertura total del mismo, ya que fue diseñado hace 25 años aproximadamente para una población menor a la actual.

Debido a la falta de conexiones a este sistema, muchas familias han optado por evacuar sus aguas servidas en pozos sépticos o descargando directamente a las quebradas que atraviesan este lugar, al permitir esta situación, se crean condiciones propicias para la diseminación de virus y bacterias que pueden ser responsables de generar múltiples enfermedades en la población.

Para comprender el problema central, se lo ha planteado como una interrogante y en base a este, proponer una hipótesis:

**Tabla 4:** Problema central, hipótesis, objeto de investigación y objetivo general

<b>TEMA:</b> Evaluación para el mejoramiento del alcantarillado sanitario de la Comuna Galayacu de la parroquia El Progreso del cantón pasaje, provincia de El Oro.			
<b>PROBLEMA CENTRAL</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>OBJETO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>
¿Los habitantes de la comuna Galayacu de la parroquia El Progreso del cantón Pasaje, reciben un inadecuado servicio básico de alcantarillado sanitario?	Los habitantes de la comuna Galayacu de la parroquia El Progreso del cantón Pasaje, reciben un adecuado servicio básico de alcantarillado sanitario.	Comuna Galayacu de la Parroquia Rural El Progreso	Evaluar el servicio de alcantarillado sanitario y pluvial de la Comuna Galayacu de la Parroquia Rural El Progreso mediante el análisis de las condiciones actuales y toma de datos para el mejoramiento del servicio y de la calidad de vida de los habitantes.

*Fuente: Autor*

### 1.3.1 Preguntas científicas

- ¿Cuáles son factores que permiten identificar las condiciones actuales de alcantarillado sanitario de la Comuna Galayacu?
- ¿Cómo evaluar el estudio técnico para la determinación de la funcionalidad del alcantarillado sanitario de la Comuna Galayacu?
- ¿Cuál sería la alternativa para que los habitantes de la Comuna Galayacu reciban eficientemente el servicio de alcantarillado sanitario?

#### **1.4 Delimitación del objeto de estudio**

Los estudios de campo se realizarán en la Comuna Galayacu perteneciente a la Parroquia Rural El Progreso, Cantón Pasaje, provincia de El Oro, la cual fue fundada en el año 1930, limita al norte con el Sitio Muyuyacu, al sur con el sitio Ducos, al este con el Sitio La Unión y al oeste con el Río Jubones.

Se encuentra ubicada a 14 km de la Parroquia Rural El Progreso y a 20 km del Cantón Pasaje en la vía a Pasaje - Cuenca, el tiempo para llegar a esta comunidad es de 40 minutos aproximadamente. Tiene una extensión de 2.2 km, la temperatura es de 24°C, humedad 75%, altitud entre 186 y 194 msnm y una precipitación media anual de 943 mm. En la ilustración 9, podemos observar una ortofoto de la Comuna Galayacu

*Ilustración 9: Ortofoto de Galayacu*



*Fuente: Autor*

#### **1.5 Justificación**

El alcantarillado es un sistema de infraestructura fundamental en cualquier comunidad o ciudad, y su importancia radica en varias justificaciones tales como la salud pública ya que proporciona un medio seguro para la eliminación y tratamiento de las aguas residuales; protección del medio ambiente, debido a que un sistema y con buen

mantenimiento ayudar a evitar la contaminación del suelo y las fuentes de agua, como ríos, arroyos y lagos; calidad de vida, porque mejora la calidad de vida de los habitantes puesto que permite una eliminación adecuada de las aguas residuales, lo que evita olores desagradables, la proliferación de bacterias, y la acumulación de aguas estancadas; y por último, cumplimiento normativo, dado que es un requisito legal en muchos países y ciudades.

En definitiva, el alcantarillado es esencial para proteger la salud pública, preservar el medio ambiente, mejorar la calidad de vida y cumplir con las regulaciones. Estas justificaciones respaldan la necesidad de invertir en sistemas de alcantarillado adecuados y su mantenimiento adecuado.

En la actualidad, la Comuna Galayacu de la Parroquia Rural El Progreso del Cantón Pasaje, no recibe adecuadamente el servicio de alcantarillado sanitario ya que fue construido hace aproximadamente 25 años y no está cubierto en su totalidad por lo cual, varias familias no reciben este servicio, por lo cual, es necesario realizar una evaluación para el mejoramiento de este servicio y de la calidad de vida de los habitantes.

El propósito fundamental de este proyecto de investigación es evaluar y proponer alternativas para el mejoramiento del alcantarillado sanitario con el fin de encontrar una solución al problema de que un número de familias descargan las aguas servidas a un pozo séptico o directamente en ríos y quebradas, de tal manera que se evite o reduzca la contaminación y mejore la calidad de vida de los habitantes.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo General**

Evaluar el servicio de alcantarillado sanitario de la Comuna Galayacu de la Parroquia Rural El Progreso mediante el análisis de las condiciones actuales y toma de datos para el mejoramiento del servicio y de la calidad de vida de los habitantes.

### **1.6.2 Objetivos Específicos**

- Identificar las condiciones actuales del servicio público de alcantarillado sanitario mediante la recopilación de información para el estudio técnico del área.
- Evaluar el estudio técnico del área mediante la normativa vigente para la determinación la funcionalidad de la red de alcantarillado.

- Proponer la alternativa de mejoramiento de la red de alcantarillado sanitario mediante su ampliación para el aumento de la cobertura de acuerdo al crecimiento poblacional.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes Contextuales**

##### **2.1.1 Macro**

En Latinoamérica, el aumento de las descargas de aguas residuales urbanas se debe a dos factores principales: i) el crecimiento poblacional, ya que la población urbana ha crecido de 314 millones en 1990 a casi 496 millones en la actualidad, y se estima que llegará a 674 millones en 2050; y ii) la ampliación de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento. Según un informe de UNICEF/OMS de 2015, el 88% de la población urbana tenía acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas, pero probablemente menos del 60% estaban conectadas a sistemas de alcantarillado. Dado que en la mayoría de la región no se ha expandido de manera paralela el tratamiento de aguas residuales, estas se han convertido en una preocupación importante para los gobiernos.

Durante la primera mitad de la década, los avances en la mejora de la cobertura y las inversiones en otros aspectos del abastecimiento de agua y saneamiento para la región en general, aunque significativos en algunos pocos países, fueron menores de lo esperado. A pesar de los incrementos en la cobertura, estos estuvieron muy por debajo de las metas que se establecieron para el año 1990.

Durante el período de 1990 a 2015, hubo una mejora en el acceso al saneamiento o la red de alcantarillado en Latinoamérica y el Caribe (LAC), aunque la tasa promedio alcanzó solamente el 81%. En algunos países, se lograron avances significativos en esta área, como en Bolivia, donde el acceso aumentó del 28% al 50%, en Honduras, donde el acceso aumentó del 48% al 83%, y en Ecuador, donde el acceso aumentó del 57% al 85%. Sin embargo, a pesar de estas mejoras notables, algunos países, como Bolivia, Guatemala, Haití y Nicaragua, aún presentaban niveles preocupantemente bajos de acceso en 2015.

##### **2.1.2 Meso**

En Ecuador, el desarrollo del sistema de alcantarillado se inició en la década de 1940, cuando se construyó la primera planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Guayaquil. En ese entonces, el sistema de alcantarillado en el país se basaba

principalmente en la construcción de grandes redes de tuberías que transportaban las aguas residuales hacia las plantas de tratamiento.

Durante las décadas siguientes, se realizaron varios esfuerzos para mejorar los sistemas de alcantarillado en el país. En el año 1960, se creó la empresa pública EPMAPS (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento) para mejorar la prestación de servicios de agua potable y saneamiento en la ciudad de Quito. Desde entonces, EPMAPS ha invertido significativamente en la construcción y mejora de sistemas de alcantarillado en la ciudad y sus alrededores.

El alcantarillado en Ecuador ha experimentado una evolución significativa en las últimas décadas. En la década de 1980, solo el 20% de la población tenía acceso a servicios de alcantarillado en el país, lo que significaba que la mayoría de las personas dependían de pozos sépticos y sistemas informales de eliminación de desechos.

Sin embargo, en los últimos años, se ha logrado un progreso importante en la expansión del alcantarillado en Ecuador, en gran parte gracias a las inversiones realizadas por el gobierno y el sector privado en infraestructuras sanitarias. Según un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el acceso al alcantarillado en Ecuador aumentó del 57% en 2002 al 85% en 2018, lo que representa un importante avance en términos de cobertura de servicios básicos de saneamiento.

En la actualidad, Ecuador cuenta con una serie de políticas y estrategias para mejorar el acceso a servicios de saneamiento y garantizar la protección del medio ambiente. Por ejemplo, el ENCA: Estrategia Nacional de Calidad del Agua 2016-2030 tiene como objetivo mejorar el acceso a servicios de saneamiento y agua potable en todo el país.

Además, en 2016 se aprobó la Ley de Recursos Hídricos, que estableció el marco regulatorio para el manejo integrado de los recursos hídricos en el país, incluyendo el alcantarillado y la gestión de aguas residuales. Esta ley establece los principios y mecanismos necesarios para garantizar la gestión sostenible de los recursos hídricos en Ecuador, lo que incluye la protección del medio ambiente y la promoción de la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre la gestión del agua.

### **2.1.3 Micro**

La historia del alcantarillado en la provincia de El Oro se remonta a principios del siglo XX, cuando las ciudades comenzaron a crecer y a necesitar un sistema de saneamiento para gestionar los residuos líquidos y sólidos.

En 1913 se construyó en Machala la primera red de alcantarillado, aunque solo abarcaba el centro de la ciudad. La construcción fue realizada por el gobierno del presidente Leonidas Plaza, quien buscaba mejorar las condiciones sanitarias y de higiene de la población. Posteriormente, se construyeron otras redes en las ciudades de Santa Rosa y Pasaje, aunque su cobertura era limitada.

En la década de 1950, se creó la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Machala (JAPAM) con el fin de gestionar los servicios de agua potable y alcantarillado en la ciudad. La JAPAM se encargó de la construcción de nuevas redes de alcantarillado y de la ampliación de las existentes, lo que permitió una mayor cobertura y una mejora en la calidad de vida de la población.

En la década de 1990, se creó el Consejo Provincial de El Oro, que asumió la responsabilidad de la gestión de los servicios de agua potable y alcantarillado en la provincia. A partir de ese momento, se inició un proceso de modernización de los sistemas de saneamiento en las diferentes ciudades de la provincia, con la construcción de nuevas redes, plantas de tratamiento y la implementación de tecnologías más avanzadas.

En la actualidad, la provincia de El Oro cuenta con sistemas de alcantarillado modernos y eficientes, que permiten una adecuada gestión de los residuos líquidos y sólidos. Sin embargo, aún existen desafíos por superar, como la cobertura en zonas rurales y la optimización de los procesos de tratamiento de aguas residuales.

## **2.2 Antecedentes conceptuales y referenciales**

### **2.2.1 Red de alcantarillado**

Se especifica una red de alcantarillado al hecho de evacuar las aguas de lluvia para evitar inundaciones, además de la desembocadura de las aguas domésticas e industriales de las diferentes áreas urbanas. (Fernandez, 2015)



A nivel mundial, la función primordial del sistema de alcantarillado de una ciudad es asegurar el desagüe y la regulación de las aguas residuales y pluviales de las áreas urbanas y rurales, con el fin de preservar la salud y la seguridad de la población, así como el bienestar de la ciudad y del entorno natural.

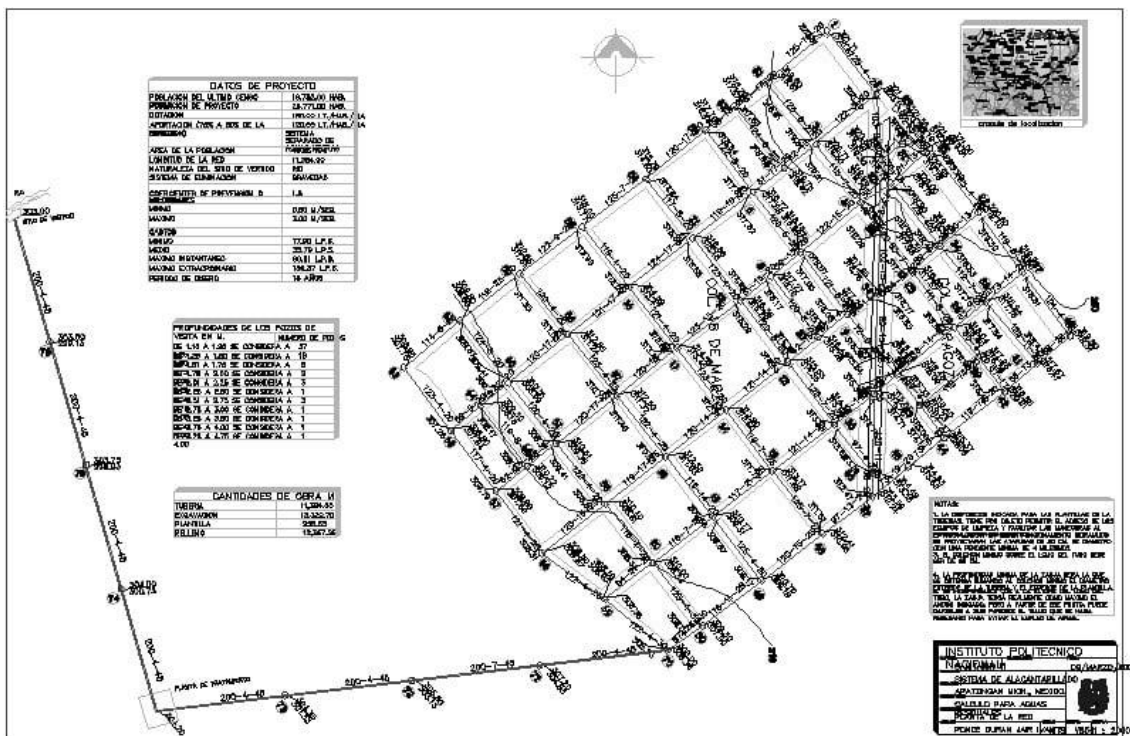
Se refiere a un conjunto de estructuras y tuberías diseñados para la recolección y conducción de aguas residuales y pluviales generadas por una población desde su lugar de origen hasta su destino final en plantas de tratamiento o en el medio natural.

La red de alcantarillado se considera como un servicio básico, sin embargo, la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo es ínfima en relación con la cobertura de las redes de agua potable. Esto genera importantes problemas sanitarios. Durante mucho tiempo, la preocupación de las autoridades municipales o departamentales estaba más ocupada en construir redes de agua potable, dejando para un futuro indefinido la construcción de las redes de alcantarillado. Actualmente las redes de alcantarillado son un requisito para aprobar la construcción de nuevas urbanizaciones en la mayoría de las naciones.

Las redes de alcantarillado son sistemas hidráulicos que operan a presión atmosférica, principalmente por la fuerza de la gravedad, aunque ocasionalmente, en algunos tramos cortos, se emplean tuberías que funcionan bajo presión o vacío. Estas redes suelen estar conformadas por canales de forma circular, oval o compuesta, que se encuentran enterrados en la mayoría de los casos debajo de las calles y carreteras públicas.

La ilustración 10 nos muestra un plano de diseño de red de alcantarillado.

**Ilustración 10: Diseño de red de alcantarillado**



**Fuente:** Jair Ponce, 2011

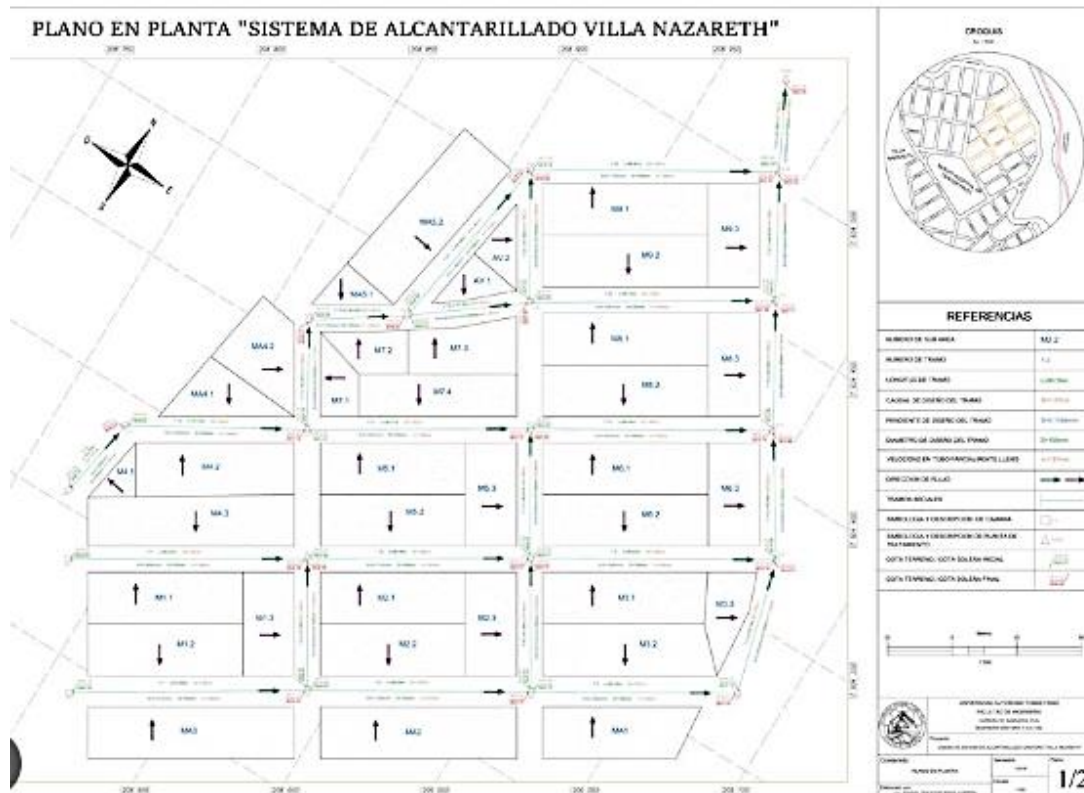
## 2.2.2 Tipos de alcantarillado según su procedencia

### 2.2.2.1 Alcantarillado sanitario

(Pérez Carmona, 2015) define los sistemas de alcantarillado sanitario como un conjunto de conductos y estructuras destinados a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas domésticas, que por lo general son aguas negras.

Por lo general, estas aguas residuales no fermentadas tienen un ligero nivel de alcalinidad o son neutras, y están bastante diluidas. En consecuencia, en un sistema sanitario bien diseñado, construido y mantenido, el problema de la corrosión se reduce al mínimo siempre y cuando la velocidad del flujo sea suficiente para llevar los residuos hasta el punto de descarga antes de que comience el proceso de descomposición. La ilustración 11 nos muestra un plano en planta de un sistema de alcantarillado con sus áreas de aportación.

**Ilustración 11: PLANO EN PLANTA "SISTEMA DE ALCANTARILLADO VILLA NAZARETH"**



*Fuente: Universidad Autónoma Tomás Frías*

El sistema de alcantarillado sanitario es fundamental, dado que contar con acceso a agua potable y servicios de saneamiento resulta vital para prevenir enfermedades infecciosas y proteger la salud de la población. Esto a su vez conduce a una mejora significativa en la calidad de vida de los habitantes. (Zambrano Dominguez et al., 2021)

**2.2.2.2 Alcantarillado pluvial**

La adecuada gestión y conducción del agua producida por lluvias mediante tuberías, para evitar la filtración y saturación de las áreas. (Ojeda de la Cruz, Arturo; Álvarez Chávez, Clara Rosalía; Orona Llano, 2020)

Se planifica y edifica con el fin de recibir, transportar y eliminar el agua que proviene de la lluvia, ya sea en forma líquida, de granizo o nieve. Esto significa que el sistema solo recolecta el agua de lluvia que fluye hacia él.

El alcantarillado pluvial es un sistema de infraestructura hidráulica diseñado para transportar el agua de lluvia de las zonas urbanas hacia cuerpos de agua naturales. Este

artículo proporciona información sobre el diseño, construcción y mantenimiento del alcantarillado pluvial.

El diseño del alcantarillado pluvial implica el cálculo de la cantidad de agua que se espera que fluya en una zona determinada y la determinación de la capacidad de los conductos y canales necesarios para transportar esta agua hacia los cuerpos de agua naturales. Los materiales utilizados en la construcción del alcantarillado pluvial incluyen concreto, PVC y acero galvanizado. La ilustración 12 nos muestra el drenaje pluvial.

*Ilustración 12: Drenaje pluvial*



*Fuente: HIDROTEC*

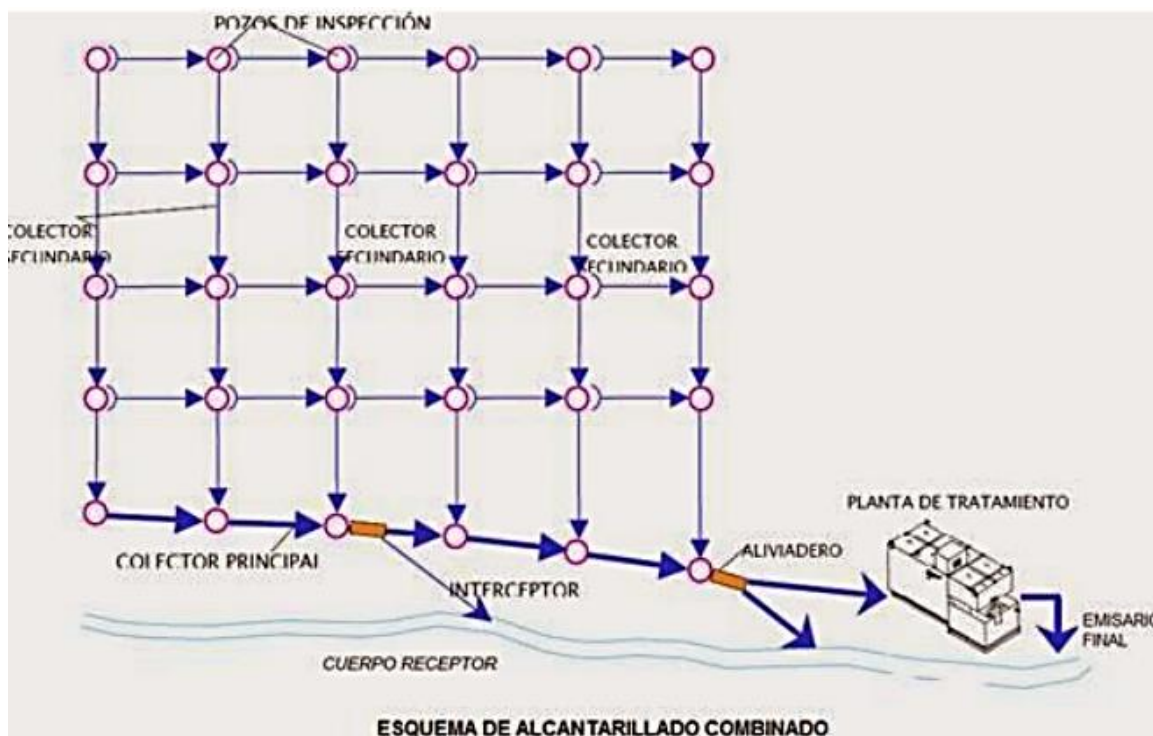
### **2.2.2.3 Alcantarillado combinado**

Los alcantarillados combinados constan esencialmente de aguas residuales, domésticas, industriales y aguas lluvias, que posteriormente son trasladadas por diferentes colectores hasta llegar al destino final que son las plantas de tratamiento. (López & Delgado, 2019)

Este sistema fue creado específicamente para transportar aguas residuales, industriales y de lluvia. Actualmente, existen pocos alcantarillados de este tipo en áreas urbanas. Sin embargo, debido a su ubicación privilegiada en términos de accidentes topográficos y restricciones de desarrollo urbano, es factible su construcción. Una ventaja de los colectores combinados es que se limpian automáticamente cuando llueve, y algunos desagües sanitarios están diseñados para ser limpiados periódicamente.

Debe ser considerado al analizar los requisitos de tratamiento para las aguas residuales diluidas y cumplir con las regulaciones actuales para la descarga en cuerpos de agua receptores. La implementación de este sistema requiere un análisis técnico, financiero y ambiental exhaustivo para garantizar su validez y lograr un estándar más elevado que los sistemas de recolección y evacuación separados. Ver ilustración 13.

*Ilustración 13: Esquema de alcantarillado combinado*



*Fuente: SENA (2014)*

### 2.2.3 Tipos de alcantarillado según su naturaleza

#### 2.2.3.1 Sistemas convencionales de alcantarillado

La técnica convencional para reemplazar o mantener las tuberías en sistemas de alcantarillado se fundamenta principalmente en la excavación y remoción de tierra, utilizando maquinaria o trabajo manual. Se procede a instalar las nuevas tuberías a través de

una excavación horizontal. (Demera Carvajal, Mario Daniel; Ponce Toala, Michell Alejandra; Terán García, 2023)

### **2.2.3.2 Sistemas no convencionales de alcantarillado**

Debido a que los alcantarillados convencionales usualmente son sistemas de saneamiento costosos, se han propuesto sistemas de menor costo, alternativos al alcantarillado convencional de aguas residuales; entre ellos están los denominados alcantarillados simplificados, los alcantarillados condominales y los alcantarillados sin arrastre de sólidos.

Este último sistema llamado Redes de Alcantarillado Sin Arrastre de Sólidos (RASAS), conocidas también como Redes de Alcantarillado Decantadas (RAD), las cuales están formadas por tuberías de pequeño diámetro que trabajan por gravedad. Desde 1961, éstas fueron utilizadas extensamente en Australia para resolver los problemas ocasionados por el mal funcionamiento de los tanques sépticos, en áreas donde las viviendas están muy esparcidas y no se justifica la construcción de un alcantarillado convencional; su uso comprobó que este tipo de alcantarillado es mucho menos costoso en su construcción y mantenimiento, que las alcantarillas convencionales. (Espadas et al., 2007)

### **2.2.4 Flujo total en un sistema de alcantarillado**

Es la suma del flujo sanitario, la infiltración de agua subterránea, la entrada directa y la entrada retardada de la siguiente manera:

Caudal de aguas residuales = Caudal sanitario + Infiltración de aguas subterráneas + Entrada directa + Entrada retardada

#### **2.2.4.1. Caudal sanitario**

El caudal sanitario es la porción que incluye las aguas residuales domésticas, comerciales, institucionales e industriales. El flujo sanitario es relativamente constante, pero el flujo entre semana suele ser mayor que los fines de semana y días festivos.

#### **2.2.4.2. Infiltración de aguas subterráneas**

La entrada de agua de lluvia o subterránea al sistema de drenaje urbano es un fenómeno que puede tener un impacto negativo en la capacidad de conducción de la red de drenaje debido al aumento del volumen resultante. También puede llevar a cambios en la composición química del agua residual transportada, ya que se diluyen sus componentes en un mayor volumen de agua. En casos extremos, esto puede conllevar costos técnicos y económicos, como desbordamientos en las tuberías y dificultades en el funcionamiento de las plantas de tratamiento. (Espinosa Gutiérrez, Gabriela; Mareike Evers, Paula; Otterpohl, Ralf; Paredes Limas, Juan Carlos; Zambrano Cárdenas, Rosa María; González Torres, 2015)

#### **2.2.4.3. Entrada directa**

Es la escorrentía de aguas pluviales que ingresa directamente al sistema de alcantarillado desde bajantes, tapas de alcantarillas, conexiones cruzadas de un sistema de drenaje pluvial y otros.

#### **2.2.4.4 Entrada retardada**

Es agua pluvial que ingresa al sistema de alcantarillado después de un retraso de tiempo significativo desde el comienzo de una tormenta.

#### **2.2.5 Componentes de la red de alcantarillado**

La red de alcantarillado está constituida por estructuras hidráulicas diseñadas para permitir el correcto funcionamiento del sistema dentro de las cuales se pueden mencionar:

- **Colectores o tuberías**

Son aquellos encargados del transporte de las aguas residuales.

- **Pozos de inspección**

Un pozo se define como una excavación vertical, comúnmente de forma cilíndrica y con un diámetro considerablemente menor que su profundidad. El agua entra a lo largo de las paredes, creando un flujo en dirección radial. Los pozos se pueden dividir de la siguiente manera:

- Pozos artesanos (excavados)
- Pozos hincados (puyones)
- Pozos perforados (someros y profundos)

(Jimenez Terán, n.d.)

#### - **Cámaras de caída**

Son estructuras utilizadas para realizar la unión de colectores en alcantarillados de alta pendiente.

Este tipo de estructura de caída es la más simple implementada en los sistemas de drenaje, se compone por dos ductos, de entrada y salida, los cuales se conectan por una cámara donde el flujo cae en forma de chorro sobre una piscina de disipación o sobre el fondo de la misma cámara. (Palacios Cruz, 2019)

#### - **Aliviadero**

Estructura de separación para convertir el alcantarillado combinado, en sistema separado.

Uno de los mecanismos hidráulicos más comunes para dividir corrientes en canales al aire libre. Han sido empleados de manera extensa desde tiempos antiguos en actividades como riego, drenaje, control de inundaciones, tratamiento de agua y en diversos campos de la ingeniería hidráulica y medioambiental. (Granata, Francesco; Di Nunno, Fabio; Gargano, Rudy; de Marinis, 2019)

#### - **Canal**

Un conducto artificial construido por humanos, ya sea con protección o no, diseñado para transportar agua de lluvia sin impedimentos hasta su desembocadura en un cauce de agua o cuerpo acuático. (Castellanos & Collazos, Carlos; Farfan, Javier; Meléndez Pertuz, 2017)

#### - **Sumideros**

Se construyen para recibir las aguas lluvias de las calzadas y/o cunetas de las vías y conducir las a los pozos o estructuras pluviales y/o combinados.



En Ecuador, la teoría de diseño del sistema de alcantarillado para aguas pluviales parte del supuesto de que cuando la lluvia alcanza el suelo, se dirige instantáneamente hacia la tubería de conducción. Sin embargo, en la realidad, este proceso difiere, ya que el agua de lluvia sigue el camino del pavimento y solo una fracción del flujo total es recogida por el desagüe. (Pazmiño Francisco et al., 2017)

### **2.2.6 Aguas residuales**

Las aguas residuales domésticas, también llamadas aguas servidas, son el resultado de las actividades cotidianas de las personas y se eliminan a través de sistemas de alcantarillado o se vierten directamente en el entorno. (Osorio Rivera, Miguel Angel; Carrillo Barahona, Willian Estuardo; Negrete Costales, José Hernán; Loor Lalvay, Xavier Antonio; Riera Guachichullca, 2020)

El acceso, el uso de instalaciones para disponer de las aguas residuales y las excretas y los servicios para asegurar la privacidad y la dignidad, un ambiente limpio y saludable para todos. Las instalaciones y servicios deben incluir la recolección, el transporte, el tratamiento y la disposición final de los residuos domésticos, las aguas residuales y los residuos sólidos, y debe ir asociado a la promoción de la higiene para preservar las condiciones ambientales locales.

### **2.2.7 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

Se dice que un agua está contaminada cuando su composición se ve modificada, lo que la hace menos adecuada para una o todas las funciones y usos para los que sería adecuada en su estado original, por ello, es necesario que las aguas residuales pasen por diferentes procesos en una planta de tratamiento de aguas residuales. (Peña et al., 2018)

(Troconis, Alejandra; Herbet, 2010) define que una planta de tratamiento de aguas residuales es una estructura encargada de eliminar los sólidos, disminuir la materia orgánica y los elementos contaminantes, así como de restablecer los niveles de oxígeno.

La aplicación de medidas medioambientales en las plantas de tratamiento de aguas residuales presenta una serie de ventajas al mejorar los procesos. Esto incluye el uso más eficiente de los recursos, una gestión más eficaz y la disminución de emisiones y contaminantes. Estas iniciativas contribuyen a promover políticas que favorecen la sostenibilidad en la gestión de estas empresas, lo que resulta en una mayor innovación

corporativa y una mayor competitividad alineada con los objetivos de desarrollo sostenible promovidos por la ONU.

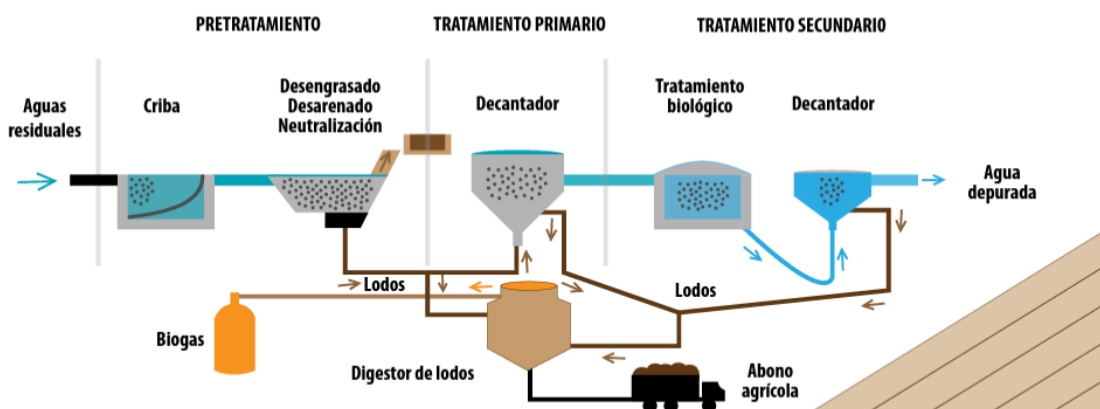
### 2.2.8 Tipos de tratamiento de aguas residuales

- Pretratamiento: Esta fase tiene como objetivo eliminar elementos que puedan ocasionar problemas de mantenimiento y operación en la Planta de Tratamiento, como ramas, piedras, arena, aceites y grasas, entre otros.
- Tratamiento primario: Se encarga de eliminar tanto productos orgánicos como inorgánicos mediante procesos físico-químicos.
- Tratamiento secundario: A través de procesos biológicos, se eliminan principalmente las cargas orgánicas, sobre todo las que están en forma disuelta.
- Tratamiento terciario: Este paso tiene como propósito eliminar materiales inorgánicos y sustancias persistentes.

(Baeza Gómez, 2018)

La ilustración 14 nos muestra el funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales.

*Ilustración 14: Descripción del funcionamiento de una planta por fases*



*Fuente:* (INCyTU, 2019)

#### Pretratamiento

- **Rejas:** el pretratamiento con rejillas es uno de los procesos más antiguos. En las plantas de tratamiento de aguas residuales, las rejillas remueven los

contaminantes gruesos procedentes de la corriente para proteger de posibles daños la operación y al equipo de las unidades siguientes.

- **Desarenador:** La cantidad y la composición de la arena y su efecto en las unidades del tratamiento son las principales consideraciones en la selección de los métodos y equipo de remoción. Los métodos se eligen con base en la pérdida de carga, requerimientos de espacio, topografía, tipo de equipo utilizado en la planta y consideraciones económicas. Algunos desarenadores se emplean para controlar la velocidad del agua residual que entra en la planta. Estos se pueden dividir básicamente en tres tipos: de velocidad controlada, aireados y de nivel constante

(Comisión Nacional del Agua, 2015)

### **Tratamiento primario**

- Sedimentación primaria: Se denominan tanques de sedimentación primaria a aquellos que reciben aguas residuales sin tratar, previas al proceso biológico. Estos depósitos pueden tener una forma rectangular o circular. En el caso del depósito rectangular, el agua residual sin tratar entra a través de una serie de aberturas cerca de la superficie en el extremo de la entrada del depósito y se desplaza a lo largo de este a una velocidad muy baja, finalmente se libera en el extremo opuesto a través de un vertedero.(Comisión Nacional del Agua, 2015)

### **Tratamiento secundario**

- Aireación: abastece de grandes cantidades de oxígeno a las aguas residuales para las bacterias aeróbicas y otros micro-organismos que ayudan a descomponer el material orgánico dañino en las aguas residuales.
- Sedimentación secundaria o clarificación: se combina con frecuencia con la aireación en un tanque grande o en una poza. Es necesaria para permitir que los flóculos se asienten y que impurezas superficiales adicionales sean retiradas de la superficie antes de salir hacia el efluente claro.

(Troconis, Alejandra; Herbet, 2010)

### **Tratamiento terciario**

Este proceso es el paso final antes de distribuir las aguas residuales ya tratadas al ambiente, y es para matar microorganismos que pueden representar un peligro para la salud. Este proceso, llamado desinfección puede ser alcanzado agregando cloro, exponiendo el agua residual a rayos ultravioletas o mediante la ozonización.

- Desinfección
  - Mediante sistema de cloración
  - Mediante radiación ultravioleta (luz ultravioleta)
  - Mediante ionización
- Flujos de descarga
  - Bombeo efluente
  - Generación de energía hidroeléctrica

(Troconis, Alejandra; Herbet, 2010)

## **CAPÍTULO III**

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Modalidad básica de la investigación**

El enfoque de investigación sería cualitativo y cuantitativo, es decir, un enfoque mixto ya que este tiene algunas etapas como la formulación del problema de investigación y una etapa exploratoria, etapas en las que se enfoca este trabajo. La selección de este enfoque surge como la necesidad de buscar alternativas o soluciones de un problema ya que mediante un proceso se recolecta, analiza y vincula datos tanto cuantitativos como cualitativos en una misma investigación para responder al planteamiento del problema.

Se utilizarán datos numéricos, textuales y visuales para una mejor comprensión del problema, de tal manera que sea más sencillo encontrar alternativas de solución.

#### **3.2 Tipo de investigación**

Los tipos de investigación para el proyecto serán descriptivo y aplicada.

Es de tipo descriptivo ya que se realizará un análisis de las condiciones en las que se encuentra actualmente el alcantarillado sanitario y pluvial de la comuna, además, es de tipo aplicada puesto que se propondrá una alternativa de mejoramiento beneficiando así a sus habitantes.

#### **3.3 Objeto de estudio**

El sistema de alcantarillado sanitario de la Comuna Galayacu de la Parroquia Rural El Progreso del Cantón Pasaje no cubre toda esta área, por lo cual, un número de familias descargan las aguas servidas a un pozo séptico o descargan directamente a ríos y quebradas. Los habitantes reciben ineficientemente este servicio ya que el sistema existente tiene más de 27 años de haberse construido y existe un crecimiento poblacional. La población afectada que se beneficiaría de un mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario es de 153 familias actualmente.

#### **3.4 Descripción de la población y muestra**

Se ha realizado un censo poblacional para conocer cuántos habitantes tiene la Comuna Galayacu, con el objetivo de recolectar información clave para el desarrollo del trabajo. El método consistió en acercarse a cada una de las casas habitadas y llenar un pequeño

formulario con información de cada familia. Entre esos datos están: familia, número de habitantes (niños y adultos), acceso a agua potable y medidor, acceso a red pública de alcantarillado.

### **3.5 Métodos teóricos con los materiales utilizados**

#### **3.5.1 Cálculo de la población futura**

Cantidad estimada de habitantes en determinada área en un futuro.

Es importante considerar que, desde una perspectiva biológica, una población no sigue un patrón de comportamiento constante en el tiempo, ya que su tasa de crecimiento no se basa únicamente en las tasas de natalidad y mortalidad, sino que también puede estar restringida por factores como condiciones ambientales adversas, competencia, disponibilidad limitada de recursos o una combinación de estas situaciones. (Parra et al., 2019)

#### **3.5.2 Métodos para calcular la población futura**

- **Método Lineal**

Este método se basa en la extrapolación aritmética de la tasa de crecimiento de la población en un período de tiempo determinado.

Nomenclatura:

$P_1$  = población inicial

$P_2$  = población final

$k$  = coeficiente de variación de consumo

$t_2$  = año final

$t_1$  = año inicial

$t$  = tiempo futuro

$P_{\text{lineal}}$  = población futura (método lineal)

Cálculo de  $k$

$$k = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

Cálculo de población futura

$$P_{lineal} = P_2 + k(t - t_1)$$

- **Método Geométrico**

Este método se aplica a poblaciones que no han alcanzado su desarrollo y crecen manteniendo un porcentaje uniforme obtenido de los períodos pasados. (EMPAS E.S.P., 2019)

Nomenclatura:

$P_1$  = población inicial

$P_2$  = población final

$t_2$  = año final

$t_1$  = año inicial

$t$  = tiempo futuro

$P_{geométrico}$  = población futura (método geométrico)

$r$  = tasa de crecimiento anual

Cálculo de  $r$

$$r = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}} - 1$$

Cálculo de población futura

$$P_{geométrico} = P_1 * (1 + r)^{t - t_1}$$

- **Método Logarítmico**

Este método se basa en la relación logarítmica entre la población y el tiempo, lo que permite proyectar la población futura de manera más precisa.

Nomenclatura:

$P_1$  = población inicial

$P_2$  = población final

$t_2$  = año final

$t_1$  = año inicial

k = coeficiente de variación de consumo

t = tiempo futuro

$P_{\text{logarítmico}}$  = población futura (método logarítmico)

Cálculo de k

$$k = \frac{\text{Ln}(P_2) - \text{Ln}(P_1)}{t_2 - t_1}$$

Cálculo de población futura

$$P_{\text{logarítmico}} = (e)^{\text{Ln}(P_1) + k(t - t_1)}$$

- **Método Wappus**

Este método se lo calcula en función del periodo que se va a diseñar y la tasa de crecimiento actual:

$P_1$  = población inicial

$P_2$  = población final

$t_2$  = año final

$t_1$  = año inicial

t = tiempo futuro

$P_{\text{wappus}}$  = población futura (método wappus)

i = índice de crecimiento anual

Cálculo de i

$$i = \frac{200(P_2 - P_1)}{(t_2 - t_1)(P_2 + P_1)}$$

Cálculo de población futura (método wappus)

$$P_{\text{wappus}} = P_1 \left( \frac{200 + i(t - t_1)}{200 - i(t - t_1)} \right)$$



## **Población futura**

Promedio de los cuatro métodos anteriores

Nomenclatura:

$P$  = Población futura

$P_{\text{lineal}}$  = población futura (método lineal)

$P_{\text{geométrico}}$  = población futura (método geométrico)

$P_{\text{logarítmico}}$  = población futura (método logarítmico)

$P_{\text{wappus}}$  = población futura (método wappus)

$$P = \frac{P_{\text{lineal}} + P_{\text{geométrico}} + P_{\text{logarítmica}} + P_{\text{wappus}}}{4}$$

### **3.5.3 Cálculo del caudal de diseño**

Para el cálculo del caudal de diseño es necesario contar con estos datos:

- Población actual
- Índice de crecimiento: en base a la población futura
- Periodo de diseño: generalmente 25 años
- Población futura: promedio de los diferentes métodos de cálculo de población futura
- Área de proyecto: definida por el proyectista
- Dotación de agua potable media actual
- Dotación de agua potable media futura: se incrementa 1 l/hab/día por cada año de servicio

A partir de estos datos, se puede calcular

- **Caudal de aguas servidas**

Cantidad de agua residual generada por los hogares y edificios residenciales en un área determinada.

Nomenclatura

$Q_{ASD}$  = Caudal aguas servidas diario

$Pf$  = Población futura

$D$  = Dotación de agua potable media futura

$C$  = Coeficiente de retorno

$$Q_{ASD} = \frac{C \cdot Pf \cdot D}{86400}$$

- **Caudal de aguas ilícitas**

El aporte de caudal por medio de conexiones ilícitas principalmente surge de las conexiones incorrectas de las aguas pluviales provenientes de hogares, así como de conexiones secretas hacia el sistema de alcantarillado sanitario. (Estudios GT, 2017)

El aporte máximo de las conexiones ilícitas a un sistema de alcantarillado de aguas residuales en funcionamiento o planificado debe ser de no más de 0,2 litros por segundo por hectárea, en el supuesto de que exista un sistema de alcantarillado para aguas pluviales. (Núñez Rivadeneira et al., 2018)

Nomenclatura

$Q_I$  = Caudal de aguas ilícitas

$Pf$  = Población futura

$C$  = Coeficiente de retorno

$$Q_I = \frac{C \cdot Pf}{86400}$$

- **Coefficiente de mayoración**

*Tabla 5: Coeficiente de mayoración*

<b>COEFICIENTE DE MAYORACIÓN</b>		
<b>POBLACIÓN</b>	<b>FÓRMULA</b>	<b>REFERENCIA</b>
De 1.000 a 1'000.000 habitantes	$M = 1 + \left( \frac{14}{4 + P^{0.5}} \right)$	Harmon
De 1.000 a 1'000.000 habitantes	$M = \frac{3.5}{P^{0.1}}$	Mello Flores
De 1.000 a 10.000 habitantes	$M = \frac{3.5}{P^{0.2}}$	Babbit
De 1.000 a 1'000.000 habitantes	$M = \frac{4}{P^{0.2}}$	Babbit
De 1 a 1.000 habitantes	$M = 4$	(Dávila, 2012)

*Fuente: Autor*

- **Caudal de diseño mayorado:**

Se refiere al caudal máximo que se espera que un sistema de drenaje o alcantarillado deba ser capaz de manejar en condiciones excepcionales.

Nomenclatura:

$Q_{DISEÑO}$  = Caudal de diseño mayorado

$Q_{ASD}$  = Caudal aguas servidas diario

$Q_I$  = Caudal de aguas ilícitas

$M$  = Coeficiente de mayoración

$$Q_{DISEÑO} = (Q_{ASD} \cdot M) + Q_I$$

### 3.5.4 Cálculo de la red de alcantarillado

Tramo			Área de aportación - ha		Longitud - m	Qdis	S min.	S tubería >=Smin''	S terreno	Diametro interno - mm		QLI	V <sub>LI</sub>	Qdis/Qllena
No	De	A	Parcial	Σ		l/s				Calculado	Actual	l/s	m/s	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		11	12	13	14	15

V <sub>parc./V-llena</sub>	y/D	V	y	H	Cota rasante (m)		Tramos iniciales	Cota clave (m)		Cota invert (Batea) (m)		Prof. A clave (m)	
		m/s	m	m	DE	A		DE	A	DE	A	DE	A
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

Elementos de la hoja de cálculo:

1. Numeración de colector
2. Pozo de revisión inicial
3. Pozo de revisión final
4. Área de aportación parcial que contribuye al colector en hectáreas
5. Área total del drenaje
6. Longitud del colector en metros
7. Caudal de diseño para cada tramo en l/s
8. Pendiente mínima
9. Pendiente de la tubería
10. Pendiente del terreno
11. Diámetro interno calculado en mm
12. Diámetro interno actual en mm
13. Caudal a tubo lleno
14. Velocidad a tubo lleno
15. Relación entre caudal de diseño y caudal con tubo lleno
16. Relación velocidad parcial y velocidad a tubo lleno
17. Relación y/D
18. Velocidad de la tubería parcialmente llena
19. Tirante
20. Profundidad hidráulica
21. Cota rasante al inicio del tramo
22. Cota rasante al final del tramo

23. Indicador de tramos iniciales
24. Cota clave al inicio del tramo
25. Cota clave al final del tramo
26. Cota batea al inicio del tramo
27. Cota batea al final del tramo
28. Profundidad a clave al inicio del tramo
29. Profundidad a clave al inicio del tramo

### **3.3.5 Evaluación del sistema de alcantarillado sanitario en base a la normativa CPE INEN 5 PARTE 9.2:1997**

- La máxima distancia entre pozos con diámetros menores a 350 mm es de 100 m.
- Diámetro mínimo en colectores principales 200 mm.
- Relación de caudal diseño/caudal tubo lleno, en tuberías de 200 mm a 400 mm de diámetro hasta 0.6.
- En el colector principal a sección llena, la velocidad mínima es de 0.45 m/s y la máxima es de 5 m/s.
- Profundidad mínima de caja de revisión domiciliaria 0.5 m.
- El diámetro mínimo de un pozo de revisión debe ser 0.6 m.
- La tapa de los pozos pueden ser circulares o cuadradas.

(CPE INEN 5 Parte 9-2, 1997)

## **3.6 Métodos empíricos con los materiales utilizados**

### **3.6.1 Análisis de una muestra de agua tomada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

Parámetros a evaluar

- Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO): Este parámetro evalúa la cantidad de carga orgánica presente en la etapa de desgasificación, representando aproximadamente el 50% de dicha carga. Esto se debe en gran parte a la introducción de productos químicos y pigmentos naturales en el agua de prueba, lo que lleva a la disminución del oxígeno disuelto en el tanque de recepción y a

la eventual muerte de organismos acuáticos debido a la falta de oxígeno. (Pillapa Vargas et al., 2022)

Unidad: mg/l

Método: PEE/LS/Q/01

- Demanda Química de oxígeno (DQO): mide la cantidad de oxígeno necesaria para llevar a cabo la oxidación de la materia orgánica en una muestra de agua, siguiendo condiciones particulares de agente oxidante, temperatura y duración del proceso. (Rodríguez et al., 2007)

Es un análisis que, aunque no es específico, resulta muy práctico para calcular las necesidades de oxígeno en los efluentes industriales. (Mayta & Mayta, 2017)

Unidad: mg/l

Método: PEE/LS/FQ/06

- Nitrógeno Amoniacal

Unidad: mg/l

Método: SM 4500 NH3 C

- Nitrógeno Kjeldahl Total (NKT)

Unidad: mg/l

Método: SM 4500 NORG B

- Potencia Hidrógeno (pH): es el factor fisicoquímico más importante que regula la influencia de otros indicadores de la calidad del agua, así como la presencia de metales en los entornos acuáticos. (Saalidong & Appah, Simon; Otu, Samuel; Osei, 2022)

El pH es un valor numérico que se emplea para indicar el nivel de acidez o alcalinidad de una solución acuosa. Soluciones con un pH inferior a 7 son consideradas ácidas, mientras que aquellas con un pH superior a 7 se consideran alcalinas o básicas. El agua pura posee un pH de 7, lo que la clasifica como neutra, es decir, ni ácida ni alcalina. (Vázquez Contreras. Edgar; Rojas Pérez, 2016)

Unidad: -

Método: PEE/LS/FQ/07

- Sólidos Totales: la medición se centra en la cantidad total de residuos sólidos que pueden ser filtrados (incluyendo sales y desechos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0  $\mu\text{m}$  o menos. La presencia de sólidos disueltos

puede tener efectos negativos en la calidad de un cuerpo de agua o en un efluente de diversas maneras. (Silva & Castillo, 2015)

Unidad: mg/l

Método: PEE/LS/FQ/05

- Coliformes Totales: Los coliformes son indicadores de la presencia de contaminantes en el agua y los alimentos. Medir y cuantificar la concentración de estas bacterias en el agua condensada utilizada para fines tecnológicos en las plantas azucareras es una herramienta esencial de supervisión para evaluar su nivel de calidad. (Fernández Santiesteban, 2017)

Unidad: NMP/100ml

Método: SM 9221 E

- Coliformes Termotolerantes

Unidad: NMP/100ml

Método: SM 9221 E

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 Red de alcantarillado sanitario actual

##### 4.1.1 Trazado de la red actual

A través de los datos topográficos y con un GPS diferencial, se pudo realizar una ampliación del trazado de la red de acuerdo a la distribución de las viviendas en las manzanas, donde, actualmente 58 familias de 153 tienen conexión a la red pública de alcantarillado, beneficiando así, no solo a la población actual sino también a la población futura.

##### 4.1.2 Cálculo de la red de alcantarillado sanitario actual

Una vez obtenidos los parámetros necesarios para el diseño, se procedió a realizar el diseño de la red mediante una hoja de cálculo en el software Excel, el cual está programado para emitir errores en caso de no cumplir con algún requerimiento impuesto por la normativa. Estos datos nos permitirán realizar la evaluación. Ver anexo 4.

##### 4.1.3 Evaluación del sistema de alcantarillado sanitario en base a la normativa CPE INEN 5 PARTE 9.2:1997

- La máxima distancia entre pozos con diámetros menores a 350 mm es de 100 m.

*Tabla 6: Distancia entre pozos*

Tramo No.	Pozos		Longitud – m
	De	A	
1	1	2	51,45
3	2	4	42,40
4	4	5	83,15
5	5	6	39,50
8	6	9	51,15
9	9	10	39,50
10	10	11	40,75
11	11	12	33,05
12	12	13	46,55
13	13	14	47,60
14	14	15	16,35
15	15	16	33,35
2	2	2	69,70
7	8	7	53,90
8	7	6	85,10

*Fuente: Autor*



Todas las distancias entre pozos están dentro del rango de la norma.

- Diámetro mínimo en colectores principales 200 mm.

**Tabla 7: Diámetro mínimo en colectores principales**

Tramo	Pozos		Diámetro - mm	
	No.	De	A	Calculado
1	1	2	49,70	300,00
3	2	4	46,01	300,00
4	4	5	49,90	300,00
5	5	6	54,78	300,00
8	6	9	132,85	200,00
9	9	10	132,31	300,00
10	10	11	130,70	300,00
11	11	12	109,87	300,00
12	12	13	137,74	300,00
13	13	14	122,68	200,00
14	14	15	157,97	200,00
15	15	16	157,97	200,00
2	2	2	40,08	300,00
7	8	7	49,25	300,00
8	7	6	65,94	300,00

*Fuente: Autor*

- Relación de caudal diseño/caudal tubo lleno, en tuberías de 200 mm a 400 mm de diámetro hasta 0.6.

**Tabla 8: Relación caudal diseño/caudal tubo lleno**

Caudal de diseño	Caudal tubo lleno		Relación caudal de diseño / caudal tubo lleno	
	Q <sub>LI</sub>	V <sub>LI</sub>	Q <sub>dis</sub> /Q <sub>llena</sub>	V <sub>parc.</sub> /V <sub>llena</sub>
l/s	l/s	m/s		
1,50	181,14	2,56	0,01	0,292
1,84	273,30	3,87	0,01	0,292
2,90	346,31	4,90	0,01	0,292
3,14	292,93	4,14	0,01	0,292
5,76	50,58	0,72	0,11	0,553

6,15	54,61	0,77	0,11	0,553
7,05	64,61	0,91	0,11	0,553
7,48	108,99	1,54	0,07	0,492
8,41	67,07	0,95	0,13	0,580
11,33	41,71	1,33	0,27	0,706
11,33	21,25	0,68	0,53	0,865
11,33	21,25	0,68	0,53	0,865
1,50	145,91	2,06	0,01	0,292
1,50	185,68	2,63	0,01	0,292
2,26	128,28	1,81	0,02	0,362

*Fuente: Autor*

Cumple con los valores establecidos en la norma, ya que se encuentra en el rango de 0.6.

- En el colector principal a sección llena, la velocidad mínima es de 0.45 m/s y la máxima es de 5 m/s.

**Tabla 9:** Velocidades en colectores principales a sección llena

<b>V<sub>LI</sub></b>	<b>y/D</b>	<b>V</b>	<b>y</b>	<b>H</b>
m/s		m/s	m	m
2,56	0,092	0,75	0,028	0,012
3,87	0,092	1,13	0,028	0,012
4,90	0,092	1,43	0,028	0,012
4,14	0,092	1,21	0,028	0,012
0,72	0,258	0,40	0,077	0,054
0,77	0,258	0,43	0,077	0,054
0,91	0,258	0,51	0,077	0,054
1,54	0,210	0,76	0,063	0,042
0,95	0,280	0,55	0,084	0,059
1,33	0,400	0,94	0,080	0,060
0,68	0,582	0,59	0,116	0,096
0,68	0,582	0,59	0,116	0,096
2,06	0,000	0,60	0,028	0,012
2,63	0,092	0,77	0,028	0,012
1,81	0,124	0,66	0,037	0,020

*Fuente: Autor*

Las velocidades en todos los tramos cumplen con este requisito.

- Profundidad mínima de caja de revisión domiciliaria 0.5 m.

***Ilustración 15: Caja de revisión domiciliaria***



***Fuente: Autor***

Las cajas de revisión domiciliaria se encuentran en buen estado y en cumplimiento con la norma ya que tienen una profundidad mínima de 0.50 m.

- El diámetro mínimo de un pozo de revisión debe ser 0.6 m.

***Ilustración 16: Pozos de revisión***



***Fuente: Autor***

La mayoría de los pozos cumplen con la norma ya que tienen un diámetro de 0.8 m, además, se encuentran en buen estado. Algunos no pudieron ser observadas ya que fue muy difícil remover el material lastrado que lo cubre.

- La tapa de los pozos pueden ser circulares o cuadradas.

*Ilustración 17: Tapas de pozos de revisión*



*Fuente: Autor*

La forma de las tapas de los pozos dependerá de factores como la ubicación, el diseño y funcionalidad de la red, y preferencias locas. Se encuentran en buen estado.

#### **4.1 Red de alcantarillado sanitario actual**

##### **4.1.1 Trazado de la red actual**

A través de los datos topográficos y con un GPS diferencial, se pudo realizar una ampliación del trazado de la red de acuerdo a la distribución de las viviendas en las manzanas, donde, actualmente 58 familias de 153 tienen conexión a la red pública de alcantarillado, beneficiando así, no solo a la población actual sino también a la población futura.

##### **4.1.2 Periodo de diseño**

Se ha planteado que el periodo de diseño sea de 25 años, tiempo en el que se espera que el sistema de alcantarillado propuesto pueda satisfacer la demanda proyectada. Este

factor es de suma importancia en el proceso de diseño ya que define las condiciones básicas del proyecto como su construcción, capacidad para abastecer la demanda futura, su operación y mantenimiento.

#### **4.1.3 Población Futura**

El cálculo de la población futura se realizó con el objetivo de obtener datos que permitan calcular el caudal de dotación de agua que requieren los habitantes.

Se ha calculado el incremento de la población de Galayacu para el año 2023 y el año 2048 a través de cuatro métodos: Lineal, Geométrico, Logarítmico y Wappus.

Se ha seleccionado el año 2023 para conocer el número de habitantes que existe actualmente en base a la cantidad que existía en los años 2001 y 2010. Además, se realiza el cálculo para el año 2048, año que da como resultado de la suma del año actual más 25 años que es el periodo de diseño.

El número de habitantes actual (2023) de la Comuna Galayacu permitirá obtener un valor aproximado de incremento de la población proyectado a 25 años, periodo para el cual será diseñada la obra, del año 2023 al año 2048.

Para el año 2023:

- **Método Lineal**

A través de este método se obtuvo una población futura de 592 habitantes.

- **Método Geométrico**

A través de este método se obtuvo una población futura de 600 habitantes.

- **Método Logarítmico**

A través de este método se obtuvo una población futura de 600 habitantes.

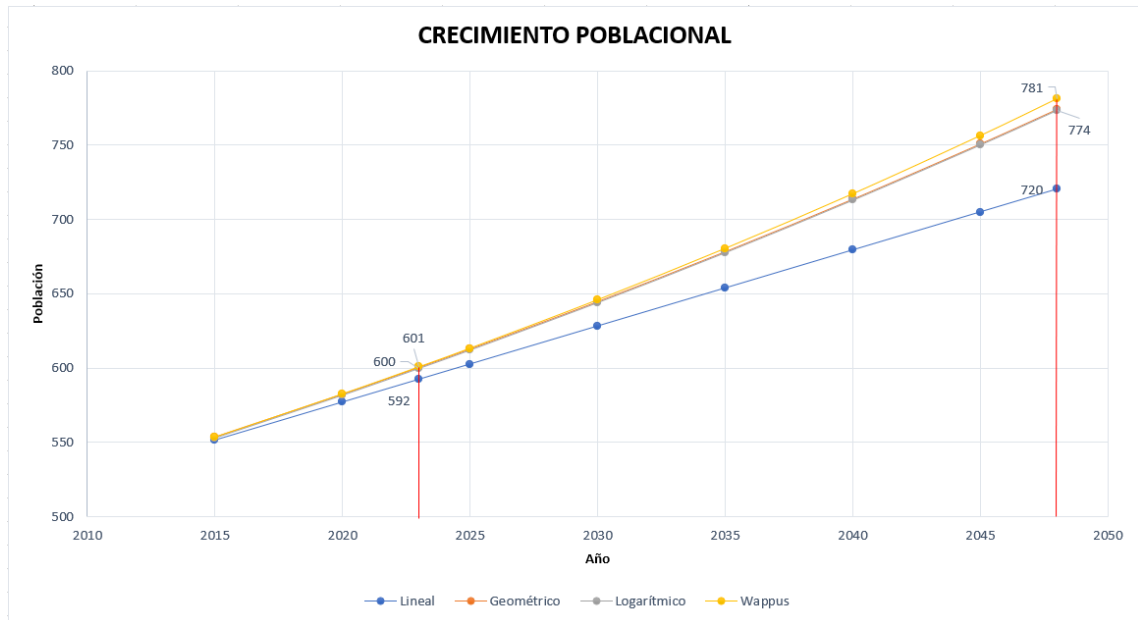
- **Método Wappus**

A través de este método se obtuvo una población futura de 601 habitantes.

- **Población promedio de los cuatro métodos anteriores**

Se sumaron los resultados de los cuatro métodos y el promedio es de 598 habitantes para este año 2023.

**Ilustración 18: Crecimiento poblacional**



**Fuente: Autor**

Para el año 2048:

- **Método Lineal**

A través de este método se obtuvo una población futura de 720 habitantes.

- **Método Geométrico**

A través de este método se obtuvo una población futura de 774 habitantes.

- **Método Logarítmico**

A través de este método se obtuvo una población futura de 774 habitantes.

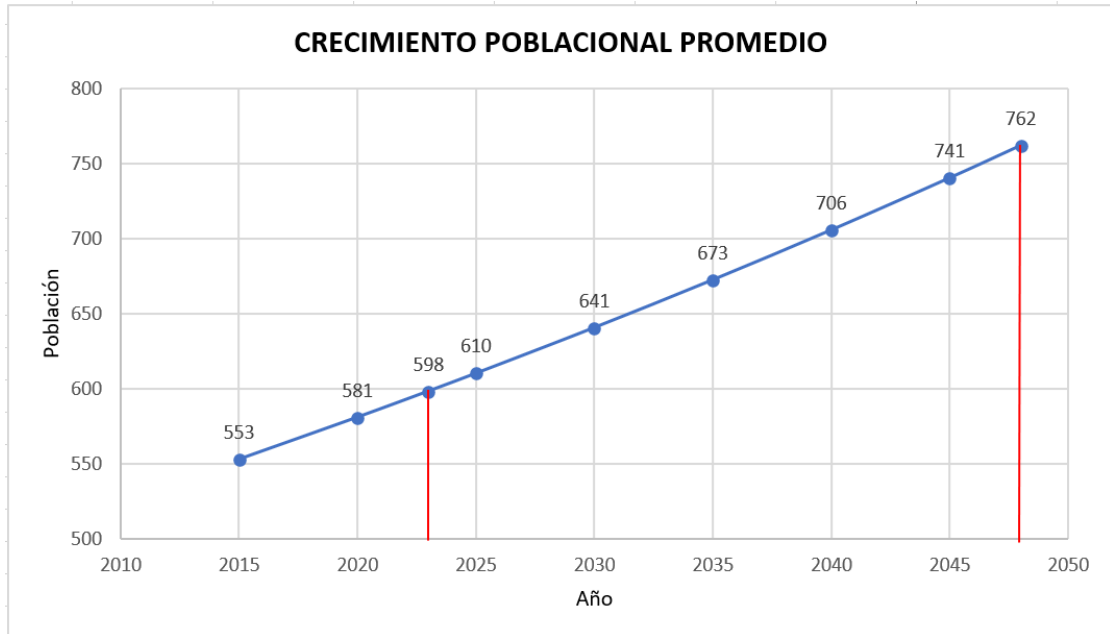
- **Método Wappus**

A través de este método se obtuvo una población futura de 781 habitantes.

- **Población promedio de los cuatro métodos anteriores**

Se sumaron los resultados de los cuatro métodos y el promedio es de 762 habitantes para el año 2048.

**Ilustración 19:** Crecimiento poblacional promedio



*Fuente:* Autor

#### 4.1.6 Dotación

Actualmente, existen 143 familias conectadas a la red pública de agua potable con medidor. Según la Junta Administradora de Agua Potable de Galayacu, en una familia de 4 personas, el consumo es de aproximadamente 500 litros de agua por día, dando como resultado 125 l/hab/día. Se ha definido que este parámetro de diseño sea de 150 l/hab/día, considerando que se incrementaría 1 l/hab/día por cada año de servicio del periodo de diseño.

#### 4.1.7 Coeficiente de retorno

En base a la siguiente tabla, se ha definido un factor de retorno del 80%.

**Tabla 10:** Coeficiente de retorno

Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas	
Nivel de complejidad del sistema	Coeficientes de retorno
Bajo y medio	0.7 – 0.8
Medio alto y alto	0.8 – 0,85

*Fuente:* EMAAP

#### **4.1.13 Aportación del caudal de diseño en cada tramo de la red**

Mediante una multiplicación del caudal de diseño por el área de aportación, se pudo obtener el caudal para cada tramo, tomando en consideración que no sea menor a 1,50 l/s y dado el caso de que no se cumpla con este requerimiento, se asume este valor.

#### **4.1.2 Cálculo de la red de alcantarillado sanitario actual**

Una vez obtenidos los parámetros necesarios para el diseño, se procedió a realizar el diseño de la red mediante una hoja de cálculo en el software Excel, el cual está programado para emitir errores en caso de no cumplir con algún requerimiento impuesto por la normativa. Estos datos nos permitirán realizar la evaluación. Ver anexo 5.

#### **4.1.12 Caudal de diseño mayorado**

Una vez obtenido el caudal de aguas servidas diarias y el de conexiones ilícitas, la suma da como resultado a un caudal de diseño mayorado de 4.95 l/s.

#### **4.1.4 Áreas de aportación**

Para ampliar la red, se definieron 98 áreas de aportación a cada uno de los tramos existentes entre los pozos. Se pretende que, en un futuro, ya con la red ampliada, el crecimiento poblacional no sea un impedimento para conectarse al sistema de alcantarillado ya que se ha cubierto en gran parte la zona de estudio.

El área total de aportación es de 9,09 hectáreas de 10,93 hectáreas definida como área de la zona de estudio, es decir, este trazado estaría cubriendo el 83% del área total. Ver anexo 11.

#### **4.2 Planta de tratamiento de aguas residuales**

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Comuna Galayacu, cuenta con una infraestructura apropiada para depurar las aguas servidas de esta comunidad, sin embargo, actualmente, precisa de mantenimiento y una repotenciación.

Debido a la topografía del lugar, resulta complejo ubicarla en otro lugar, ya que, al encontrarse cerca de terrenos más altos, se necesitaría aplicar un sistema de bombeo para que esta funcione, cuando el objetivo principal es que funcione a gravedad.



#### 4.2.1 Análisis de muestra de agua

Los resultados obtenidos de los análisis de calidad del agua residual en colector de descarga del alcantarillado sanitario son los indicados en la Tabla 11, de acuerdo a la REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce, se ha comparado con los valores establecidos para determinar si cumple o no cumple. (Ministerio del Ambiente, 2015)

**Tabla 11:** Análisis de la muestra de agua tomada a la entrada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Galayacu

PARÁMETRO	MÉTODO	Unidad	Resultado	Valor norma	Cumple/no cumple
pH	PEE/LS/FQ/07	-	7	-	No aplica en la norma
Sólidos totales disueltos	PEE/LS/FQ/05	mg/l	2448	1600	No cumple
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	PEE/LS/FQ/06	mg/l	2013	250	No cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	PEE/LS/FQ/01	mg/l	330	100	No cumple
Nitrógeno Kjeldahl Total (NKT)	SM 4500 NORG B	mg/l	174.38	15	No cumple
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 NH3 C	mg/l	23.78	30	Si cumple
Coliformes Termotolerantes	SM 9221 E	NMP/100m 1	1.3E + 07	-	No aplica en la norma
Coliformes Totales	SM 9221 E	NMP/100m 1	2.3E+07	Remoción > al 99.9 %	Aplica en la norma

*Fuente: ETAPA EP, Cuenca, 2023*

#### 4.2.2 Estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales

Rejas

Tal como se puede observar en la ilustración 20, la reja se encuentra en estado de oxidación y le faltan barras.

*Ilustración 20: Rejas de la PTAR Galayacu*



*Fuente: Autor*

### **Bypass**

Antes de llegar a las cámaras de sedimentación, existe un bypass el cual está funcionando constantemente y descarga las aguas servidas al río Jubones sin tratamiento previo. Ver ilustración 21.

*Ilustración 21: Bypass de la PTAR Galayacu*



*Fuente: Autor*

## **Cámaras de sedimentación**

Las aguas servidas están estancadas en este tratamiento debido a la falta de mantenimiento, por lo cual, no están funcionando. Ver ilustración 22.

*Ilustración 22: Cámaras de sedimentación de la PTAR Galayacu*



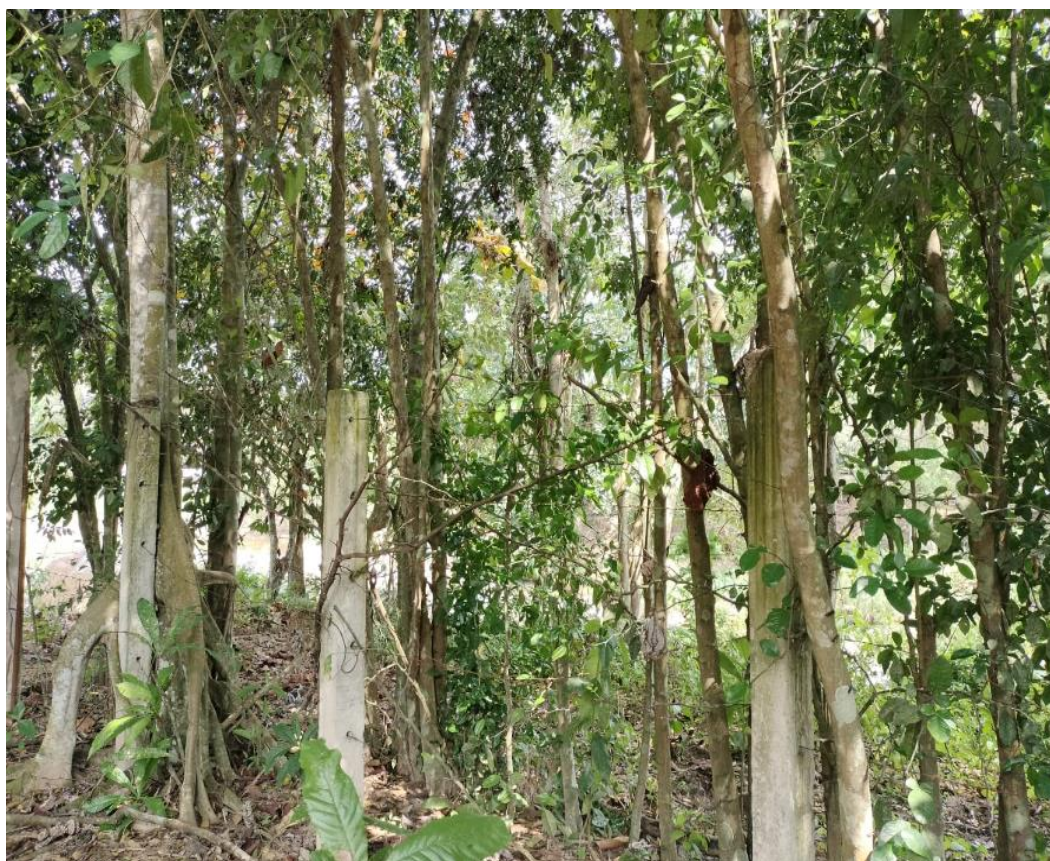
*Fuente: Autor*

## **Cerramiento**

Cuenta con estacas de cemento de 0.15 m x 0.10 m x 2 m, ubicadas cada 2 metros. El alambrado de púas está en mal estado y la vegetación es escasa. Ver ilustración 23.



*Ilustración 23: Cerramiento de la PTAR Galayacu*



*Fuente: Autor*

### **Tubería de descarga al cuerpo de agua dulce**

Como se puede observar en la Ilustración 24, la tubería de descarga no cuenta con un cabezal de descarga.

*Ilustración 24: Tubería de descarga al Río Jubones*



*Fuente: Autor*

#### **4.2.3 Repotenciación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

##### **Rejas**

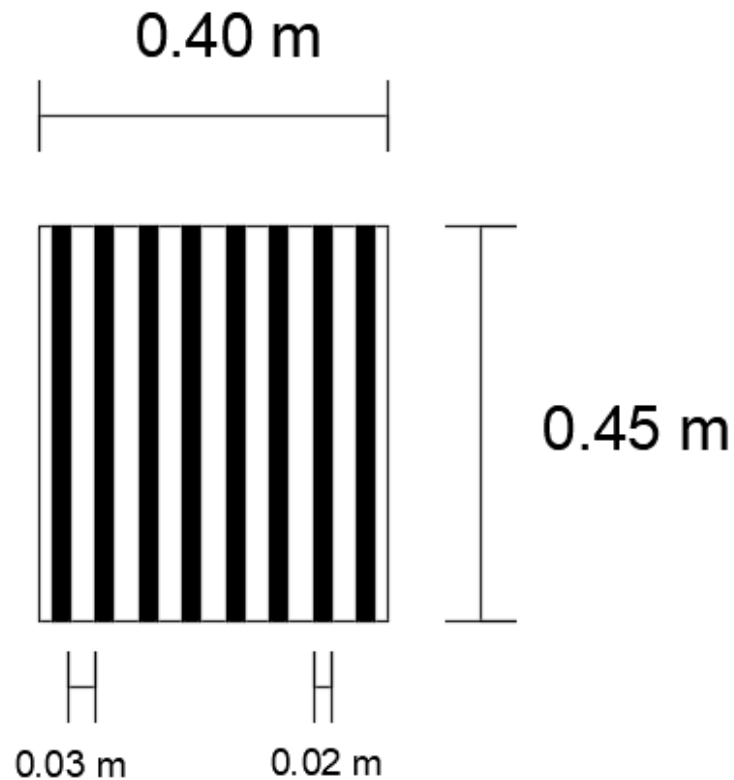
El objetivo de esta etapa es la eliminación de sólidos gruesos, por lo cual se recomienda cambiarla. Ver tabla 12 e ilustración 24.

**Tabla 12:** Rejas para repotenciación de la PTAR Galayacu

<b>Características</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidad</b>	<b>Simbología</b>
Área del canal	0.18	m <sup>2</sup>	A
Tirante hidráulico	0.15	m	h
Bordo libre	0.30	m	hb
Altura total del canal	0.45	m	H
Ancho	0.40	m	W
Longitud de barras	0.40	m	L
Número de barras de 0.02 m de espesor	8	barras	n-1
Número de espacios de 0.03 m	9	espacios	n

**Fuente:** Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Conagua, México

*Ilustración 25: Rejas para repotenciación de la PTAR Galayacu*



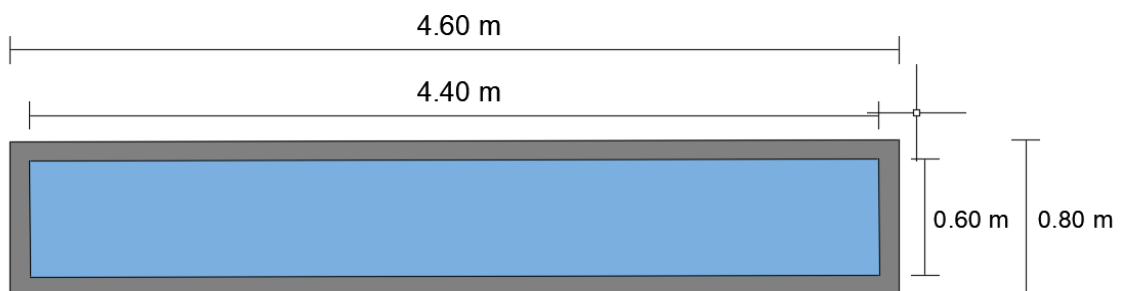
*Fuente: Autor*

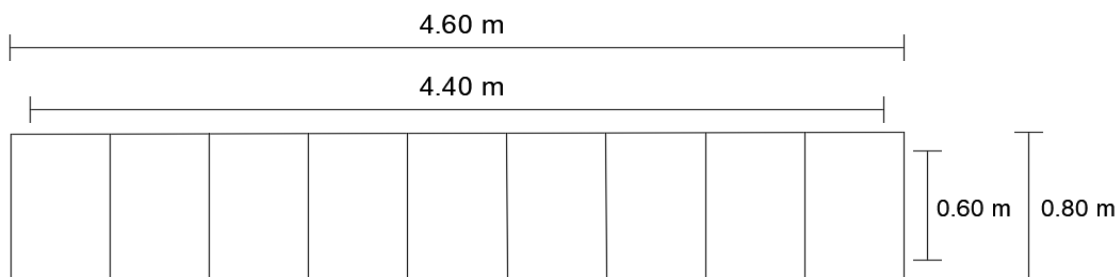
### **Cámaras de sedimentación**

Se tomaron las dimensiones de las cámaras existentes para determinar el volumen y cuál sería el tiempo de retención hidráulica que necesita esta etapa para eliminar los sólidos sedimentables y materias flotantes. Ver ilustración 26 y tabla 13 para cámaras 1 y 3. Ver ilustración 27 y tabla 14 para cámara 2.

- Cámaras 1 y 3

*Ilustración 26: Vista en planta de las cámaras 1 y 3*





*Fuente: Autor*

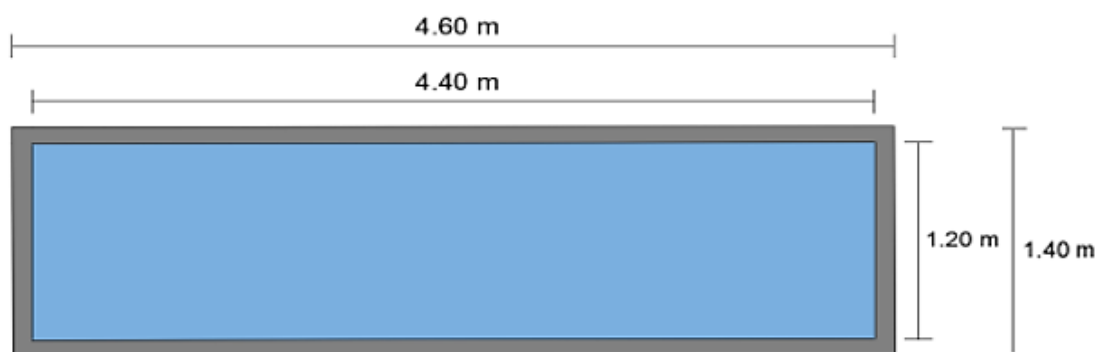
**Tabla 13:** Características de las cámaras de sedimentación 1 y 3

Características	Resultados	Unidad	Simbología
Ancho cámaras 1 y 3	0.60	m	A
Largo cámaras 1 y 3	4.40	m	L
Profundidad	1.50	m	H
Área cámaras 1 y 3	2.64	m <sup>2</sup>	As
Volumen cámaras 1 y 3	3.96	m <sup>3</sup>	V
Tiempo de retención hidráulica cámaras 1 y 3	44	min	T <sub>RH</sub>

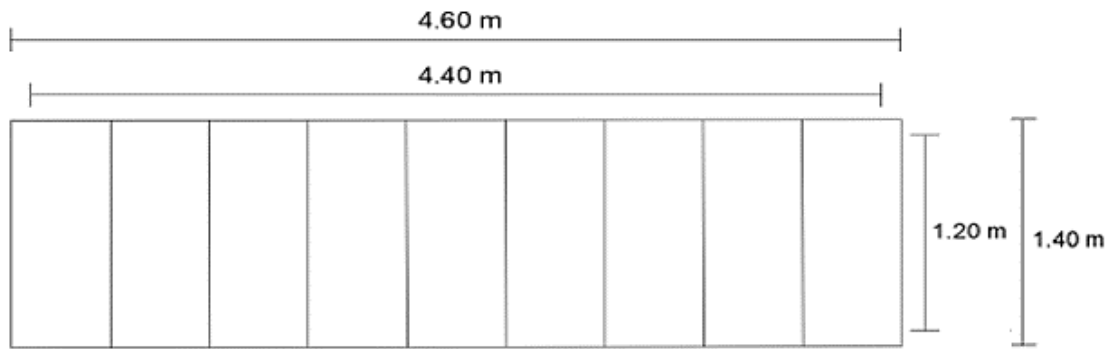
*Fuente: Autor*

– Cámara 2

**Ilustración 27:** Vista en planta de la cámara 2







*Fuente: Autor*

**Tabla 14:** Características de la cámara 2

Características	Resultados	Unidad	Simbología
Ancho cámara 2	1.2	m	A
Largo cámara 2	4.40	m	L
Profundidad	1.50	m	H
Área cámara 2	5.38	m <sup>2</sup>	As
Volumen cámara 2	7.92	m <sup>3</sup>	V
Tiempo de retención hidráulica cámara 2	88	min	T <sub>RH</sub>

*Fuente: Autor*

### **Cerramiento**

Colocar un cerramiento de alambre de púas que conste de 5 hileras, ubicadas cada 40 cm, el total de alambre necesario sería de 385 m.

### **Tubería de descarga de efluentes**

Colocar un cabezal de descarga, el cual es de gran utilidad ya que le brindaría protección a esta tubería en caso de desbordamiento del río.

#### **4.2.4 Presupuesto**

Al considerar todos los rubros necesarios para la ampliación de la red de alcantarillado sanitario, repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales y señalética ambiental, el monto total de ejecución del proyecto es de \$205.857,02 dólares americanos. Ver anexo 8.

#### **4.2.5 Cronograma Valorado de Trabajo**

Para este cronograma, se ha definido un plazo de 4 meses cumpliendo un porcentaje de ejecución para cada rubro y así mismo, se ha desglosado el valor y cantidad del rubro para cada mes. Ver anexo 10.

## CONCLUSIONES

- Se identificaron las condiciones actuales de este servicio mediante un proceso de observación donde se determinó que las cajas domiciliarias y pozos de revisión se encuentran en buen estado; y un levantamiento topográfico del área de estudio donde se obtuvo como resultado el trazado de la red actual.
- Evaluado el estudio mediante un cálculo de la red y aplicando la normativa CPE INEN 5. Parte 9.2:1997, se concluye que el sistema de alcantarillado sanitario cumple esta normativa, sin embargo, es necesario realizar mantenimiento y ampliar su cobertura ya que actualmente es de aproximadamente 2,81 de 10,93 hectáreas.
- Al ampliar su cobertura de acuerdo al crecimiento poblacional con un período de diseño de 25 años, se estima que el servicio de alcantarillado sanitario tenga una cobertura de 9,09 hectáreas lo cual corresponde al 83% del área de estudio.
- La infraestructura de la planta de tratamiento de aguas residuales se encuentra en buen estado, sin embargo, no está funcionando, al plantear una repotenciación con el debido mantenimiento y limpieza, se pretende que las aguas residuales tengan un adecuado tratamiento.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda cambiar la tubería de asbesto cemento a tubería PVC ya que es resistente a la corrosión y no se deteriora con el tiempo debido a la exposición al agua, a diferencia del asbesto cemento que con el tiempo puede ser vulnerable al agrietamiento; además, el material PVC es más ligero, lo cual facilita su transporte, manejo e instalación.
- Una vez realizada la ampliación de la red y renumerados los pozos, es necesario cambiar la tubería desde el pozo 45 hasta el pozo 49, debido que, el diámetro de la tubería de la red principal que llega hasta el pozo 45 es de 300 mm y no se puede continuar hasta la planta de tratamiento de aguas residuales con un diámetro inferior a este, ya que provocaría un efecto llamado “cuello de botella”, el cual se refiere a una situación en la que la capacidad de transporte de las aguas residuales se ve restringida o limitada, de tal manera que estas se acumularían, teniendo consecuencias negativas como inundaciones en áreas cercanas al punto de restricción y daños en la infraestructura del sistema de alcantarillado.
- Para la planta de tratamiento de aguas residuales, se recomienda ampliar el acceso para que el vehículo pueda ingresar a hacer limpieza y mantenimiento; también se recomienda que, una vez que tenga un correcto funcionamiento, se realice un análisis de agua a la salida de la planta; además, colocar un cabezal de descarga en la tubería de descarga al cuerpo de agua dulce para evitar daños.

## Referencias Bibliográficas

- Aldana-Aldana, Y., Robas-Díaz, F., Bess-Reyes, T., & Guardado-Lacaba, R. M. (2021). *El patrimonio geológico y la geodiversidad en la formación ambiental del geólogo en Cuba The geological heritage and geodiversity in the environmental training of the geologist in Cuba*. 37, 120–129.
- Baeza Gómez, E. (2018). *Biblioteca Del Congreso Nacional De Chile Asesoría Técnica Parlamentaria 5 De Julio De 2018* (Issue 56).
- Castellanos, H. E., & Collazos, Carlos; Farfan, Javier; Meléndez Pertuz, F. (2017). Diseño y construcción de un canal hidráulico de pendiente variable. *Informacion Tecnologica*, 28(6), 103–114. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000600012>
- Comisión Nacional del Agua. (2015). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO. DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES: PRETRATAMIENTO Y TRATAMIENTO PRIMARIO*.
- Conrado Peranovich, A. (2022). Determinantes sociales en la mortalidad de las enfermedades transmitidas por el agua en Argentina, a principios del siglo XXI. *Memorias Del Instituto de Investigaciones En Ciencias de La Salud*, 20(3), 80–88. <https://doi.org/10.18004/mem.iics/1812-9528/2022.020.03.80>
- CPE INEN 5 Parte 9-2. (1997). Código Ecuatoriano De La Construcción. (C.E.C) Diseño De Instalaciones Sanitarias: CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL. In *Instituto ecuatoriano de Normalización*.
- Dávila, J. de D. (2012). *MEMORIA TÉCNICA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA DE MANDURIACU, PARROQUIA GARCIA MORENO, CANTON COTACACHI, PROVINCIA DE IMBABURA*. (Vol. 66).
- Demera Carvajal, Mario Daniel; Ponce Toala, Michell Alejandra; Terán García, M. (2023). Análisis comparativo entre la metodología convencional y sin zanja abierta en la construcción del sistema de alcantarillado sanitario en el mejoramiento urbano de la ciudad de Jipijapa. *Polo Del Conocimiento*, 8(4), 780–793. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i3>
- EMPAS E.S.P. (2019). PLAN BASE PARA LA OFERTA Y LA DEMANDA DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA CIUDAD DE SINCELEJO. In *VEOLIA* (Vol. 6, Issue Febrero).
- Escoto-Murillo, A., & Alfaro, E. J. (2021). Analysis of warm and cool events in the Gulf of Papagayo through diving data: A Citizen Science approach. *Revista de Biología Tropical*, 69(October), 94–104. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69is2.48309>

- Espadas, A., García, J., & Castillo, E. (2007). Redes de alcantarillado sin arrastre de sólidos : una alternativa para la ciudad de Mérida , Yucatán , México. *Ingeniería*, Vol. 11, Núm. 1, 11(1), 61–69. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46711107%0ACómo>
- Espinosa Gutiérrez, Gabriela; Mareike Evers, Paula; Otterpohl, Ralf; Paredes Limas, Juan Carlos; Zambrano Cárdenas, Rosa María; González Torres, L. (2015). Evaluacion De Las Infiltraciones Al Sistema De Drenaje Mediante Analisis Comparativo De La Concentracion De Agua Residual. Caso De Estudio En Tepic, Mexico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 89–98.
- Estudios GT. (2017). *Memoria Técnica Del Sistema De Alcantarillado (Componente Red De Aguas Residuales Y Aguas Lluvias)*. <http://www.novapdf.com>
- Fernandez, E. (2015). *ESTUDIO SOBRE LA GÉNESIS Y LA REALIZACIÓN DE UNA ESTRUCTURA UBRANA: LA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE SANTIAGO DE CHILE (1887-1910)*. i, 119–193.
- Fernández Santiesteban, M. T. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, Vol. 51, Núm. 2, Marzo-Agosto, 2017, Pp. 70-73, 51(1), 5. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223154251011>
- GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PASAJE. (2015). *Ordenamiento Territorial Canton Pasaje*. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0760000770001\\_PDOT\\_PASAJE\\_ACTUALIZADO\\_2015\\_15-03-2015\\_23-10-11.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0760000770001_PDOT_PASAJE_ACTUALIZADO_2015_15-03-2015_23-10-11.pdf)
- Granata, Francesco; Di Nunno, Fabio; Gargano, Rudy; de Marinis, G. (2019). Equivalent discharge coefficient of side weirs in circular channel-A lazy machine learning approach. *Water (Switzerland)*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/w11112406>
- Guerra Herrera, G. C., & Logroño Naranjo, S. I. (2019). Evaluación del impacto ambiental de los sistemas de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en Ecuador. *Ciencia Digital*, 3(3.2.1), 73–87. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.1.783>
- Guzmán, A. (2010). *Los riesgos geologicos y su influencia en los proyectos mineros*. 2010.
- Hernández Uribe, Rubén Ernesto; Barrios Piña, H. R. A. (2017). Methodology and application to the Atemajac basin. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 8(3), 5–25.
- INCyTU. (2019). Tratamiento de aguas residuales. In *OFICINA DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA PARA EL CONGRESO DE LA UNIÓN* (Vol. 52, Issue 028).

[https://www.foroconsultivo.org.mx/INCYTU/documentos/Completa/INCYTU\\_19-028.pdf](https://www.foroconsultivo.org.mx/INCYTU/documentos/Completa/INCYTU_19-028.pdf)

- Jimenez Terán, J. M. (n.d.). *MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>
- López, P., & Delgado, M. (2019). Análisis metodológico para el desempeño ambiental en estructuras de saneamiento a fin de mitigar efectos de los contaminantes emergentes, PPCPS. *Espiraes Revista Multidisciplinaria de Investigación Científica*, 1(14). <https://www.redalyc.org/journal/5732/573263328018/>
- Martínez Duarte, J. A. (2022). Mecanismo de pagos por servicios ecosistémicos hidrológicos en la Cuenca hidrográfica del arroyo Piray Miní. *Visión de Futuro*, 26(26, No 2-2022), 107–126. <https://doi.org/10.36995/j.visiondefuturo.2022.26.02.004.es>
- Mayta, R., & Mayta, J. (2017). Remoción De Cromo Y Demanda Química De Oxígeno De Aguas Residuales De Curtiembre Por Electrocoagulación. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 83(3), 331–340. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v83i3.117>
- Ministerio del Ambiente. (2015). Revisión y actualización de la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua. In *Registro Oficial No. 387* (Issue 97). <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>
- Núñez Rivadeneira, J., Ullauri, A., & Barzola Montesés, J. (2018). *Diagnóstico, Modelación y Determinación de la Capacidad Hidráulica de sistemas de Alcantarillado*. 3, 88–101. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issICCE2018.2018pp108-122p>
- Ojeda de la Cruz, Arturo; Álvarez Chávez, Clara Rosalía; Orona Llano, D. C. (2020). Drenaje Pluvial Sostenible. Una Alternativa De Gestión Del Agua De Lluvia En La Universidad De Sonora. *Contexto*, 14(20), 53–69. <https://doi.org/10.29105/contexto14.20-4>
- Osorio Rivera, Miguel Angel; Carrillo Barahona, Willian Estuardo; Negrete Costales, José Hernán; Loor Lalvay, Xavier Antonio; Riera Guachichulca, E. J. (2020). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo Del Conocimiento*, 6(3), 228–245. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i3.2360>
- Palacios Cruz, C. J. (2019). *DISEÑO DE CÁMARAS DE CAÍDA EN SISTEMAS DE ALCANTARILLADO BASADOS EN MATERIALES PLÁSTICOS*.
- Parra, E., Gordillo, W., & Pinzón, W. (2019). Models of population growth: Teaching-learning from recursive equations. *Formación Universitaria*, 12(1), 25–34. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062019000100025>

- Pazmiño Francisco, Rodney, H., Rodrigo, F. F., & León, J. (2017). Cálculo experimental de la eficiencia hidráulica en sumideros de aguas pluviales. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, VOL. XXXVIII, No. 3, Sep-Dic 2017, p. 17-29, June.
- Peña, S., Mayorga, J., & Montoya, R. (2018). Propuesta de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Yaguachi(Ecuador). *Ciencia e Ingeniería*, 39(2), 162–162.
- Pérez Carmona, R. (2015). Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras. In *Ecoe Ediciones Ltda., Bogotá (Colombia)* (Issue 16.1.2015). chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglcfindmkaj/https://editorialmacro.com/wp-content/uploads/2021/02/9786123042646.pdf
- Pillapa Vargas, Y. E., Córdova Suárez, M. A., & Cabrera Valle, D. A. (2022). Estimación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en aguas residuales de las empresas de jeans de la ciudad de Pelileo utilizando redes neuronales artificiales. *Conciencia Digital*, 5(3.1), 406–423. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2320>
- Rodriguez, C., Coy, A. G., & Duque, M. E. (2007). Demanda Química De Oxígeno Por Reflujo Cerrado Y Volumetrica. In *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial* (Vol. 5). <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Química+de+Oxígeno.pdf/20030922-4f81-4e8f-841c-c124b9ab5adb>
- Saalidong, B., & Appah, Simon; Otu, Samuel; Osei, P. (2022). Examining the dynamics of the relationship between water pH and other water quality parameters in ground and surface water systems. *PLoS ONE*, 17(1 1), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262117>
- Silva, W. F., & Castillo, F. C. (2015). Evaluation of Precision and Accuracy for Determining Total Dissolved Solids Gravimetric. *Revista Interdisciplinar de Estudios En Ciencias Básicas e Ingenierías. Año 2015, Julio-Diciembre, Vol. (2) N° (2) ISSN 2389-9484.*, 2. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8742422.pdf>
- Troconis, Alejandra; Herbet, K. (2010). Guía de Aplicaciones Belzona en Equipos de Tratamiento de Aguas Residuales-Tratamiento de Aguas Residuales. In *Primera ed.* <https://www.belzona.com/es/industries/wastewater.aspx>
- Vázquez Contreras. Edgar; Rojas Pérez, T. G. (2016). *pH: Teoría y 232 problemas* (U. A. METROPOLITANA, Ed.; Issue 1).
- Zambrano Dominguez, Y. J., Pasaco Salazar, Á. G., & Lucio Villacreses, L. F. (2021). IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO EN SANTO DOMINGO DE LOS



COLORADOS. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(2), 165–182.  
<https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/346/445>

## ANEXOS

### Anexo 1: Memoria fotográfica

*Ilustración 28: Pozos de revisión*



*Fuente: Autor*

*Ilustración 29: Pozos de revisión*



*Fuente: Autor*

***Ilustración 30: Pozos de revisión***



***Fuente: Autor***

***Ilustración 31: Pozos de revisión***



***Fuente: Autor***



*Ilustración 32: Cajas domiciliarias*



*Fuente: Autor*

*Ilustración 33: Cajas domiciliarias*



*Fuente: Autor*

*Ilustración 34: Cajas domiciliarias*



*Fuente: Autor*

*Ilustración 35: Área de la planta de tratamiento de aguas residuales Galayacu*



*Fuente: Autor*



***Ilustración 36: Cámaras de sedimentación sin funcionamiento***



***Fuente: Autor***

***Ilustración 37: Cámaras de sedimentación sin funcionamiento***



***Fuente: Autor***

*Ilustración 38: Aguas residuales estancadas*



*Fuente: Autor*

*Ilustración 39: Aguas residuales estancadas*



*Fuente: Autor*



*Ilustración 40: Tubería de descarga al Río Jubones*



*Fuente: Autor*



*Ilustración 41: Toma de muestra de agua para análisis*



*Fuente: Autor*

*Ilustración 42: Entrega de muestra de agua en ETAPA EP, Cuenca*



*Fuente: Autor*

*Ilustración 43: Recopilación de información con GPS diferencial*



*Fuente: Autor*

*Ilustración 44: Recopilación de información de habitantes en Galayacu*



*Fuente: Autor*

## Anexo 2: Cálculo de la población futura en la Comuna Galayacu para el año 2023

- **Método Aritmético:**

Datos:

$$P_1 = 480 \text{ hab}$$

$$P_2 = 526 \text{ hab}$$

$$t_2 = 2010$$

$$t_1 = 2001$$

$$t = 2023$$

Cálculo de k

$$k = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

$$k = \frac{526 - 480}{2010 - 2001}$$

$$k = 5.11$$

Cálculo de población futura

$$P_{lineal} = P_2 + k(t - t_1)$$

$$P_{lineal} = 526 + 5.11(2023 - 2010)$$

$$P_{lineal} = 592 \text{ hab}$$

- **Método Geométrico:** tiene en cuenta la tasa de crecimiento poblacional como un factor exponencial en lugar de lineal.

Datos:

$$P_1 = 480 \text{ hab}$$

$$P_2 = 526 \text{ hab}$$

$$t_2 = 2010$$

$$t_1 = 2001$$

$$t = 2023$$

Cálculo de r

$$r = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}} - 1$$

$$r = \left(\frac{526}{480}\right)^{\frac{1}{2010 - 2001}} - 1$$

$$r = 0.01$$

Cálculo de población futura

$$P_{geométrico} = P_1 * (1 + r)^{t - t_1}$$

$$P_{geométrico} = 480 * (1 + 0.01)^{2023 - 2001}$$

$$P_{geométrico} = 600 \text{ hab}$$

- **Método Logarítmico:** este método se basa en la relación logarítmica entre la población y el tiempo, lo que permite proyectar la población futura de manera más precisa.

Datos:

$$P_1 = 480 \text{ hab}$$

$$P_2 = 526 \text{ hab}$$

$$t_2 = 2010$$

$$t_1 = 2001$$

$$t = 2023$$

Cálculo de k

$$k = \frac{\ln(P_2) - \ln(P_1)}{t_2 - t_1}$$

$$k = \frac{\ln(526) - \ln(480)}{2010 - 2001}$$

$$k = 0.01$$

Cálculo de población futura

$$P_{\text{logarítmico}} = (e)^{\ln(P_1) + k(t - t_1)}$$

$$P_{\text{logarítmico}} = (e)^{\ln(480) + k(2023 - 2001)}$$

$$P_{\text{logarítmico}} = 600 \text{ hab}$$

- **Método Wappus:**

$$P_1 = 480 \text{ hab}$$

$$P_2 = 526 \text{ hab}$$

$$t_2 = 2010$$

$$t_1 = 2001$$

$$t = 2023$$

Cálculo de  $i$

$$i = \frac{200(P_2 - P_1)}{(t_2 - t_1)(P_2 + P_1)}$$

$$i = \frac{200(526 - 480)}{(2010 - 2001)(526 + 480)}$$

$$i = 1.016$$

Cálculo de población futura (método wappus)

$$P_{\text{wappus}} = 480 \left( \frac{200 + i(t - t_1)}{200 - i(t - t_1)} \right)$$

$$P_{\text{wappus}} = 480 \left( \frac{200 + 1.016(2023 - 2001)}{200 - 1.016(2023 - 2001)} \right)$$

$$P_{wappus} = 601 \text{ hab}$$

**Población futura:** promedio de los cuatro métodos anteriores

Datos:

P = Población futura

$P_{\text{lineal}}$  = población futura (método lineal)

$P_{\text{geométrico}}$  = población futura (método geométrico)

$P_{\text{logarítmico}}$  = población futura (método logarítmico)

$P_{wappus}$  = población futura (método wappus)

$$P = \frac{P_{\text{lineal}} + P_{\text{geométrico}} + P_{\text{logarítmica}} + P_{wappus}}{4}$$

$$P = \frac{592 + 600 + 600 + 601}{4}$$

$$P = 598 \text{ hab}$$

### **Anexo 3:** Cálculo de la población futura en la Comuna Galayacu para el año 2048

Año para el periodo de diseño de 25 años a partir del actual 2023)

- **Método Aritmético:**

Datos:

$$P_1 = 480 \text{ hab}$$

$$P_2 = 526 \text{ hab}$$

$$t_2 = 2010$$

$$t_1 = 2001$$

$$t = 2048$$

Cálculo de k

$$k = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$
$$k = \frac{526 - 480}{2010 - 2001}$$
$$k = 5.11$$

Cálculo de población futura

$$P_{lineal} = P_2 + k(t - t_1)$$
$$P_{lineal} = 526 + 5.11(2048 - 2010)$$
$$P_{lineal} = 720 \text{ hab}$$

- **Método Geométrico:** tiene en cuenta la tasa de crecimiento poblacional como un factor exponencial en lugar de lineal.

Datos:

$$P_1 = 480 \text{ hab}$$

$$P_2 = 526 \text{ hab}$$

$$t_2 = 2010$$

$$t_1 = 2001$$

$$t = 2048$$

Cálculo de r

$$r = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{t_2-t_1}} - 1$$

$$r = \left(\frac{526}{480}\right)^{\frac{1}{2010-2001}} - 1$$

$$r = 0.01$$

Cálculo de población futura

$$P_{geométrico} = P_1 * (1 + r)^{t-t_1}$$

$$P_{geométrico} = 480 * (1 + 0.01)^{2048-2001}$$

$$P_{geométrico} = 774 \text{ hab}$$

- **Método Logarítmico:** este método se basa en la relación logarítmica entre la población y el tiempo, lo que permite proyectar la población futura de manera más precisa.

Datos:

$$P_1 = 480 \text{ hab}$$

$$P_2 = 526 \text{ hab}$$

$$t_2 = 2010$$

$$t_1 = 2001$$

$$t = 2048$$



Cálculo de k

$$k = \frac{\ln(P_2) - \ln(P_1)}{t_2 - t_1}$$
$$k = \frac{\ln(526) - \ln(480)}{2010 - 2001}$$
$$k = 0.01$$

Cálculo de población futura

$$P_{\logaritmico} = (e)^{\ln(P_1) + k(t - t_1)}$$
$$P_{\logaritmico} = (e)^{\ln(480) + k(2023 - 2001)}$$
$$P_{\logaritmico} = 774 \text{ hab}$$

- **Método Wappus:**

Datos:

$$P_1 = 480 \text{ hab}$$

$$P_2 = 526 \text{ hab}$$

$$t_2 = 2010$$

$$t_1 = 2001$$

$$t = 2023$$

Cálculo de i

$$i = \frac{200(P_2 - P_1)}{(t_2 - t_1)(P_2 + P_1)}$$
$$i = \frac{200(526 - 480)}{(2010 - 2001)(526 + 480)}$$
$$i = 1.016$$

Cálculo de población futura (método wappus)

$$P_{wappus} = 480 \left( \frac{200 + i(t - t_1)}{200 - i(t - t_1)} \right)$$

$$P_{wappus} = 480 \left( \frac{200 + 1.016(2048 - 2001)}{200 - 1.016(2048 - 2001)} \right)$$

$$P_{wappus} = 781 \text{ hab}$$

**Población futura:** promedio de los cuatro métodos anteriores

Nomenclatura:

P = Población futura

P<sub>lineal</sub> = población futura (método lineal)

P<sub>geométrico</sub> = población futura (método geométrico)

P<sub>logarítmico</sub> = población futura (método logarítmico)

P<sub>wappus</sub> = población futura (método wappus)

$$P = \frac{P_{lineal} + P_{geométrico} + P_{logarítmica} + P_{wappus}}{4}$$

$$P = \frac{720 + 774 + 774 + 781}{4}$$

$$P = 762 \text{ hab}$$

#### **Anexo 4:** Cálculo de caudal de diseño (propuesta de ampliación)

Datos:

Población actual = 598 hab

Índice de crecimiento = 1.03%

Periodo de diseño = 25 años

Población futura = 762 hab

Área de proyecto = 10.93 ha

Dotación de agua potable media actual: 125 l/hab/día

Dotación de agua potable media futura: 150 l/hab/día

#### **Caudal de aguas servidas**

Datos

$Q_{ASD}$  = Caudal aguas servidas diario

$Pf = 762 \text{ hab}$

$$D = \frac{150 \frac{l}{hab}}{día}$$

$C = 0.80$

$$Q_{ASD} = \frac{C \cdot Pf \cdot D}{86400}$$

$$Q_{ASD} = \frac{0.80 \cdot 762 \text{ hab} \cdot \frac{150 \frac{l}{hab}}{día}}{86400}$$

$$Q_{ASD} = 1.06 \frac{l}{s}$$

- **Caudal de aguas ilícitas**

Datos:

$Q_I$  = Caudal de aguas ilícitas

$$Pf = 762 \text{ hab}$$

$$C = 80$$

$$Q_I = \frac{C \cdot Pf}{86400}$$

$$Q_I = \frac{80 \cdot 762}{86400}$$

$$Q_I = 0.71 \frac{l}{s}$$

### **Coefficiente de mayoración**

$$M = 4$$

### **Caudal de diseño mayorado**

Datos

$$Q_{DISEÑO} = \text{Caudal de diseño mayorado}$$

$$Q_{ASD} = 1.06 \frac{l}{s}$$

$$Q_I = 0.71 \frac{l}{s}$$

$$M = 4$$

$$Q_{DISEÑO} = (Q_{ASD} \cdot M) + Q_I$$

$$Q_{DISEÑO} = \left(1.06 \frac{l}{s} \cdot 4\right) + Q_I$$

$$Q_{DISEÑO} = 4.95 \frac{l}{s}$$

**Anexo 5: Cálculo de la red de alcantarillado actual**

Tramo			Área de aportación - ha		Longitud - m	Qdis l/s	S min.	S tubería >=Smin``	S terreno	Diametro interno - mm		Q <sub>Li</sub> l/s	V <sub>Li</sub> m/s	Qdis/Qllena	Vparc./V-llena	y/D
No	De	A	Parcial	Σ						Calculado	Comercial					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	2	0,1850	0,1850	51,45	1,50	0,0045	0,025	0,0251	49,70	300,00	181,14	2,56	0,01	0,292	0,092
3	2	4	0,0960	0,4570	42,4	1,84	0,0041	0,057	0,0571	46,01	300,00	273,30	3,87	0,01	0,292	0,092
4	4	5	0,2620	0,7190	83,15	2,90	0,0033	0,092	0,0916	49,90	300,00	346,31	4,90	0,01	0,292	0,092
5	5	6	0,0610	0,7800	39,5	3,14	0,0032	0,066	0,0656	54,78	300,00	292,93	4,14	0,01	0,292	0,092
8	6	9	0,0900	1,4300	51,15	5,76	0,0024	0,002	0,0020	132,85	300,00	50,58	0,72	0,11	0,553	0,258
9	9	10	0,0970	1,5270	39,5	6,15	0,0023	0,002	0,0023	132,31	300,00	54,61	0,77	0,11	0,553	0,258
10	10	11	0,2220	1,7490	40,75	7,05	0,0022	0,003	0,0032	130,70	300,00	64,61	0,91	0,11	0,553	0,258
11	11	12	0,1080	1,8570	33,05	7,48	0,0021	0,009	0,0091	109,87	300,00	108,99	1,54	0,07	0,492	0,210
12	12	13	0,2310	2,0880	46,55	8,41	0,0020	0,003	0,0034	137,74	300,00	67,07	0,95	0,13	0,580	0,280
13	13	14	0,7230	2,8110	47,6	11,33	0,0018	0,012	0,0116	122,68	200,00	41,71	1,33	0,27	0,706	0,400
14	14	15	0,0000	2,8110	16,35	11,33	0,0018	0,003	0,0006	157,97	200,00	21,25	0,68	0,53	0,865	0,582
15	15	16	0,0000	2,8110	33,35	11,33	0,0018	0,003	0,0009	157,97	200,00	21,25	0,68	0,53	0,865	0,582
2	3	2	0,1760	0,1760	69,7	1,50	0,0045	0,079	0,0791	40,08	300,00	145,91	2,06	0,01	0,292	0,092
7	8	7	0,1070	0,1070	53,9	1,50	0,0045	0,026	0,0263	49,25	300,00	185,68	2,63	0,01	0,292	0,092
8	7	6	0,4530	0,5600	85,10	2,26	0,0038	0,013	0,0126	65,94	300,00	128,28	1,81	0,02	0,362	0,124

Tramo			V m/s	y m	H m	Cota rasante (m)		Tramos iniciales	Cota clave (m)		Cota invert (Batea) (m)		Prof. A clave (m)	
No	De	A				DE	A		DE	A	DE	A	DE	A
1	2	3	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	1	2	0,75	0,028	0,012	132,730	131,440	1	131,530	130,240	131,230	129,940	1,200	1,200
3	2	4	1,13	0,028	0,012	131,440	129,020		130,240	127,820	129,940	127,520	1,200	1,200
4	4	5	1,43	0,028	0,012	129,020	121,400		127,820	120,200	127,520	119,900	1,200	1,200
5	5	6	1,21	0,028	0,012	121,400	118,810		120,200	117,610	119,900	117,310	1,200	1,200
8	6	9	0,40	0,077	0,054	118,810	118,710		117,610	117,510	117,310	117,210	1,200	1,200
9	9	10	0,43	0,077	0,054	118,710	118,620		117,510	117,420	117,210	117,120	1,200	1,200
10	10	11	0,51	0,077	0,054	118,620	118,490		117,420	117,290	117,120	116,990	1,200	1,200
11	11	12	0,76	0,063	0,042	118,490	118,190		117,290	116,990	116,990	116,690	1,200	1,200
12	12	13	0,55	0,084	0,059	118,190	118,030		116,990	116,830	116,690	116,530	1,200	1,200
13	13	14	0,94	0,080	0,060	118,030	117,480		116,830	116,280	116,630	116,080	1,200	1,200
14	14	15	0,59	0,116	0,096	117,480	117,470		116,280	116,231	116,080	116,031	1,200	1,239
15	15	16	0,59	0,116	0,096	117,430	117,400		116,231	116,131	116,031	115,931	1,199	1,269
2	3	2	0,60	0,028	0,012	136,950	131,440	1	135,750	130,240	135,450	129,940	1,200	1,200
7	8	7	0,77	0,028	0,012	121,300	119,880	1	120,100	118,680	119,800	118,380	1,200	1,200
8	7	6	0,66	0,037	0,020	119,880	118,810		118,680	117,610	118,380	117,310	1,200	1,200

**Anexo 6: Cálculo de la red de alcantarillado (propuesta de ampliación)**

Tramo			Área de aportación - ha		Longitud - m	Qdis l/s	S min.	S tubería >=Smin	S terreno	Diametro interno - mm		Q <sub>l</sub> l/s	V <sub>l</sub> m/s	Qdis/Qllena	Vparc./V-llena	y/D
No	De	A	Parcial	Σ						Calculado	Comercial					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	2	0,0654	0,0654	30,57	1,50	0,0045	0,069	0,069	41,14	300,00	184,43	3,76	0,01	0,292	0,092
2	2	3	0,1218	0,1872	30,57	1,50	0,0045	0,120	0,120	37,07	300,00	243,52	4,60	0,01	0,292	0,092
3	3	4	0,0203	0,2075	10,25	1,50	0,0045	0,124	0,124	36,81	300,00	248,12	4,71	0,01	0,292	0,092
4	4	5	0,1859	0,3934	36,85	1,95	0,0040	0,059	0,059	46,68	300,00	170,95	3,48	0,01	0,292	0,092
5	5	6	0,1698	0,5632	17,75	2,79	0,0034	0,003	0,001	91,22	300,00	41,00	0,84	0,07	0,492	0,210
7	6	7	0,0654	0,6286	37,00	3,11	0,0032	0,199	0,199	44,30	300,00	314,19	4,23	0,01	0,292	0,092
8	7	8	0,0617	0,6903	79,80	3,42	0,0031	0,040	0,040	61,92	300,00	141,25	2,88	0,02	0,362	0,124
9	8	9	0,0439	0,7342	50,50	3,63	0,0030	0,160	0,160	48,95	300,00	281,14	4,47	0,01	0,292	0,092
10	9	11	0,1890	1,0041	79,80	4,97	0,0026	0,069	0,069	64,41	300,00	184,93	3,77	0,03	0,400	0,148
11	11	13	0,0634	1,2010	29,75	5,94	0,0024	0,054	0,054	72,04	300,00	164,12	3,34	0,04	0,427	0,165
13	13	14	0,1811	1,3821	36,00	6,84	0,0022	0,069	0,069	72,60	300,00	184,98	3,77	0,04	0,427	0,165
14	14	15	0,1850	1,5671	38,60	7,76	0,0021	0,037	0,037	85,70	300,00	219,18	3,10	0,04	0,427	0,165
15	15	16	0,1893	1,7564	48,15	8,69	0,0020	0,041	0,041	87,60	300,00	231,69	3,28	0,04	0,427	0,165
16	16	20	0,1850	2,4436	51,45	12,10	0,0017	0,064	0,064	91,24	300,00	289,15	4,09	0,04	0,427	0,165
17	20	23	0,0960	3,1820	42,35	15,75	0,0015	0,010	0,010	143,04	300,00	113,52	1,61	0,14	0,590	0,289
19	23	24	0,2628	6,7808	83,10	33,56	0,0011	0,092	0,092	125,00	300,00	346,57	4,90	0,10	0,540	0,248
20	24	25	0,0615	6,8423	39,50	33,87	0,0011	0,042	0,042	145,16	300,00	234,73	3,32	0,14	0,590	0,289
21	25	37	0,1002	8,2315	51,15	40,75	0,0010	0,008	0,008	211,28	300,00	102,32	1,45	0,40	0,796	0,498
22	37	39	0,0975	8,4487	36,60	41,82	0,0010	0,014	0,014	193,80	300,00	134,11	1,90	0,31	0,732	0,431
23	39	40	0,2323	8,6810	39,45	42,97	0,0009	0,005	0,005	238,55	300,00	79,18	1,12	0,54	0,870	0,588
24	40	41	0,1080	8,7890	31,75	43,51	0,0009	0,014	0,019	184,21	300,00	159,73	2,26	0,27	0,706	0,400
25	41	45	0,2314	9,0204	45,30	44,65	0,0009	0,005	0,005	240,07	300,00	80,89	1,14	0,55	0,875	0,594

Tramo			Area tributaria - ha		Longitud - m	Qdis l/s	S min.	S tuberia >=Smin	S terreno	Diametro interno - mm		Q <sub>U</sub>	V <sub>U</sub>	Qdis/Qllena	Vparc./V-llena	y/D
No	De	A	Parcial	Σ						Calculado	Comercial	l/s	m/s			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
26	45	46	0,0723	9,0927	37,50	45,01	0,0009	0,019	0,014	198,31	300,00	135,74	1,92	0,33	0,750	0,447
27	46	47	0,0000	9,0927	8,05	45,01	0,0009	0,052	0,005	240,79	300,00	80,89	1,14	0,56	0,880	0,601
28	47	48	0,0000	9,0927	15,10	45,01	0,0009	0,097	0,005	240,79	300,00	80,89	1,14	0,56	0,880	0,601
29	48	49	0,0000	9,0927	30,20	45,01	0,0009	0,008	0,011	207,96	300,00	119,58	1,69	0,38	0,781	0,482
30	10	9	0,0809	0,0809	23,00	1,50	0,0045	0,115	0,019	52,16	250,00	97,97	2,00	0,02	0,362	0,124
31	12	11	0,1335	0,1335	36,00	1,50	0,0045	0,078	0,052	43,36	250,00	160,30	3,27	0,01	0,292	0,092
32	17	18	0,2050	0,2050	23,25	1,50	0,0045	0,108	0,097	38,57	250,00	219,05	4,46	0,01	0,292	0,092
33	18	19	0,1518	0,3568	23,25	1,77	0,0042	0,021	0,008	65,27	250,00	63,43	1,29	0,03	0,400	0,148
34	19	16	0,1454	0,5022	67,75	2,49	0,0036	0,010	0,115	45,13	250,00	238,81	4,87	0,01	0,292	0,092
35	22	21	0,2602	0,2602	67,70	1,29	0,0049	0,220	0,078	37,95	250,00	196,45	4,00	0,01	0,292	0,092
36	21	20	0,1765	0,4367	69,05	2,16	0,0038	0,254	0,108	43,31	250,00	231,70	4,72	0,01	0,292	0,092
37	36	20	0,2057	0,2057	86,65	1,50	0,0045	0,026	0,021	51,16	250,00	103,13	2,10	0,01	0,292	0,092
38	20	23	0,2500	3,3360	42,35	16,51	0,0015	0,051	0,010	145,60	250,00	69,81	1,42	0,24	0,687	0,379
39	30	29	0,1870	0,1870	43,65	1,50	0,0045	0,212	0,220	33,08	250,00	329,89	4,72	0,00	0,000	0,000
40	29	28	0,1994	0,3864	51,95	1,91	0,0041	0,003	0,254	35,26	250,00	354,74	4,23	0,01	0,292	0,092
41	32	31	0,1696	0,1696	50,50	1,50	0,0045	0,022	0,026	49,24	250,00	114,21	2,33	0,01	0,292	0,092
42	31	28	0,1242	0,2938	27,70	1,50	0,0045	0,005	0,051	43,46	250,00	159,40	3,25	0,01	0,292	0,092
43	28	27	0,1050	0,7852	13,10	3,89	0,0029	0,024	0,212	47,61	250,00	323,73	4,60	0,01	0,292	0,092
44	27	26	0,1340	0,9192	39,00	4,55	0,0027	0,011	0,003	110,33	250,00	40,30	0,82	0,11	0,553	0,258
45	26	25	0,0250	0,9442	21,80	4,67	0,0027	0,007	0,022	77,90	250,00	104,72	2,13	0,04	0,427	0,165
46	33	34	0,2065	0,2065	48,65	1,50	0,0045	0,019	0,003	68,46	250,00	36,51	0,97	0,03	0,400	0,148
47	34	35	0,0849	0,2914	43,45	1,50	0,0045	0,052	0,024	50,24	250,00	108,26	2,21	0,01	0,292	0,092
48	35	25	0,0534	0,3448	36,50	1,71	0,0043	0,097	0,011	60,43	250,00	75,29	1,53	0,02	0,362	0,124
49	38	37	0,1197	0,1197	40,70	1,50	0,0045	0,008	0,007	63,87	250,00	57,09	1,16	0,03	0,400	0,148



Tramo			V m/s	y m	H m	Cota rasante (m)		Tramos iniciales	Cota clave (m)		Cota invert (Batea) (m)		Prof. A clave (m)	
No	De	A				DE	A		DE	A	DE	A	DE	A
1	2	3	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	1	2	1,10	0,023	0,010	173,635	171,534	1	172,435	170,334	172,185	170,084	1,200	1,200
2	2	3	1,34	0,023	0,010	171,534	167,871		170,334	166,671	170,084	166,421	1,200	1,200
3	3	4	1,38	0,023	0,010	167,871	166,596		166,671	165,396	166,421	165,146	1,200	1,200
4	4	5	1,02	0,023	0,010	166,596	164,420		165,396	163,220	165,146	162,970	1,200	1,200
5	5	6	0,41	0,053	0,035	164,420	164,402		163,220	163,160	162,970	162,910	1,200	1,242
7	6	7	1,24	0,023	0,010	164,402	157,022		163,160	155,780	162,910	155,530	1,242	1,242
8	7	8	1,04	0,031	0,017	157,022	153,805		155,780	152,563	155,530	152,313	1,242	1,242
9	8	9	1,31	0,023	0,010	153,805	145,740		152,563	144,498	152,313	144,248	1,242	1,242
10	9	11	1,51	0,037	0,022	145,740	140,226		144,498	138,984	144,248	138,734	1,242	1,242
11	11	13	1,43	0,041	0,026	140,226	138,607		138,984	137,365	138,734	137,115	1,242	1,242
13	13	14	1,61	0,041	0,026	138,607	136,118		137,365	134,876	137,115	134,626	1,242	1,242
14	14	15	1,32	0,050	0,031	136,118	134,701		134,876	133,459	134,576	133,159	1,242	1,242
15	15	16	1,40	0,050	0,031	134,701	132,726		133,459	131,484	133,159	131,184	1,242	1,242
16	16	20	1,75	0,050	0,031	132,726	129,439		131,484	128,197	131,184	127,897	1,242	1,242
17	20	23	0,95	0,087	0,062	129,439	129,022		128,197	127,780	127,897	127,480	1,242	1,242
19	23	24	2,65	0,074	0,051	129,022	121,395		127,780	120,153	127,480	119,853	1,242	1,242
20	24	25	1,96	0,087	0,062	121,395	119,732		120,153	118,490	119,853	118,190	1,242	1,242
21	25	37	1,15	0,149	0,116	119,732	119,311		118,490	118,081	118,190	117,781	1,242	1,230
22	37	39	1,39	0,129	0,098	119,311	118,808		118,081	117,578	117,781	117,278	1,230	1,230
23	39	40	0,97	0,176	0,146	118,808	118,619		117,578	117,389	117,278	117,089	1,230	1,230
24	40	41	1,60	0,120	0,090	118,619	118,000		117,389	116,770	117,089	116,470	1,230	1,230
25	41	45	1,00	0,178	0,148	118,000	118,008		116,770	116,543	116,470	116,243	1,230	1,465
26	45	46	1,44	0,134	0,102	118,008	117,480		116,543	116,015	116,243	115,715	1,465	1,465
27	46	47	1,01	0,180	0,151	117,480	117,466		116,015	115,975	115,715	115,675	1,465	1,491
28	47	48	1,01	0,180	0,151	117,466	117,400		115,975	115,899	115,675	115,599	1,491	1,501
29	48	49	1,32	0,145	0,112	117,400	117,070		115,899	115,569	115,599	115,269	1,501	1,501

Tramo			V m/s	y m	H m	Cota rasante (m)		Tramos iniciales	Cota clave (m)		Cota invert (Batea) (m)		Prof. A clave (m)	
No	De	A				DE	A		DE	A	DE	A	DE	A
1	2	3	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	10	9	0,72	0,031	0,017	146,186	145,740	1	144,986	144,540	144,736	144,290	1,200	1,200
31	12	11	0,95	0,023	0,010	142,095	140,226	1	140,895	139,026	140,645	138,776	1,200	1,200
32	17	18	1,30	0,023	0,010	142,976	140,722	1	141,776	139,522	141,526	139,272	1,200	1,200
33	18	19	0,52	0,037	0,022	140,722	140,533		139,522	139,333	139,272	139,083	1,200	1,200
34	19	16	1,42	0,023	0,010	140,533	132,726		139,333	131,526	139,083	131,276	1,200	1,200
35	22	21	1,17	0,023	0,010	142,208	136,929	1	141,008	135,729	140,758	135,479	1,200	1,200
36	21	20	1,38	0,023	0,010	136,929	129,439		135,729	128,239	135,479	127,989	1,200	1,200
37	36	20	0,61	0,023	0,010	131,301	129,439	1	130,101	128,239	129,851	127,989	1,200	1,200
38	20	23	0,98	0,095	0,070	129,439	129,022	1	128,239	127,822	127,989	127,572	1,200	1,200
39	30	29	0,00	0,000	0,000	145,924	136,326	1	144,724	135,126	144,474	134,876	1,200	1,200
40	29	28	1,24	0,023	0,010	136,326	123,117		135,126	121,917	134,876	121,667	1,200	1,200
41	32	31	0,68	0,023	0,010	125,870	124,539	1	124,670	123,339	124,420	123,089	1,200	1,200
42	31	28	0,95	0,023	0,010	124,539	123,117		123,339	121,917	123,089	121,667	1,200	1,200
43	28	27	1,34	0,023	0,010	123,117	120,343		121,917	119,143	121,667	118,893	1,200	1,200
44	27	26	0,45	0,065	0,045	120,343	120,215		119,143	119,015	118,893	118,765	1,200	1,200
45	26	25	0,91	0,041	0,026	120,215	119,732		119,015	118,532	118,765	118,282	1,200	1,200
46	33	34	0,39	0,037	0,022	121,310	121,179	1	120,110	119,889	119,860	119,639	1,200	1,290
47	34	35	0,64	0,023	0,010	121,179	120,150		119,889	118,860	119,639	118,610	1,290	1,290
48	35	25	0,56	0,031	0,017	120,150	119,732		118,860	118,442	118,610	118,192	1,290	1,290
49	38	37	0,47	0,037	0,022	119,579	119,311	1	118,379	118,111	118,129	117,861	1,200	1,200

## Anexo 7: Análisis de muestra en laboratorio ETAPA EP, Cuenca

<b>LABORATORIO DE SANEAMIENTO</b> Panamericana Norte Km. 5 y 1/2 - Cuenca Telf : 4175568	Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 06-004	<b>INFORME DE RESULTADOS</b> Página 1 de 1
--	--	---

FECHA: 08/02/2023

INFORME N°: 040/01/23

**DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE**

NOMBRE: PIEDRA ZEAS VICTOR ELIAS  
 SOLICITADO POR: SRTA. ELIANA PIEDRA  
 DIRECCIÓN: SIN CALLE SIN CALLE

**MUESTRA**

CÓDIGO: 040/01/23  
 DESCRIPCIÓN (Fuente): AGUA RESIDUAL  
 PROCEDENCIA (Lugar): GALAYACU CANTON PASAJE  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 01/02/2023  
 ENTREGADAS EN EL LABORATORIO POR: SRTA. ELIANA PIEDRA

**RESULTADOS**

PARÁMETRO	MÉTODO	FECHA REALIZACIÓN	UNIDAD	AGUA RESIDU 040/01/23
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	PEE/LS/FQ/01	01/02/2023	mg/l	330
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	PEE/LS/FQ/06	06/02/2023	mg/l	2013
* NITROGENO AMONICAL	SM 4500 NH3 C	01/02/2023	mg/l	23.78
* NKT	SM 4500 NORQ B	01/02/2023	mg/l	174.38
pH	PEE/LS/FQ/07	01/02/2023		7
SOLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	01/02/2023	mg/l	2448
* COLIFORMES TOTALES	SM 9221 E	01/02/2023	NMP/100ml	2,3E+07
* COLIFORMES TERMOTOLERANTES	SM 9221 E	03/02/2023	NMP/100ml	1,3E+07
		02/02/2023		
		04/02/2023		

Parámetros	DBO	DBO corregido	DSO residual	pH	SOLIDOS TOTALES
Incertidumbre	12.78% 95% k=2	20.71% 95% k=2	15.18% 95% k=2	3.66% 95% K=2	17.29% 95% k=2

Atentamente

  
 BQF, María José Chérrez T.  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO  


- Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.
- Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.
- "Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE".
- El laboratorio se descarga de responsabilidad debido a que la información del objeto de ensayo es proporcionada íntegramente por el cliente.
- Los resultados son aplicados a la muestra tal y como se recibió.
- La Declaración de conformidad queda excluida del informe de resultados.
- El Laboratorio es responsable de la gestión de toda la información obtenida por el cliente y será tratada como estrictamente confidencial.

MC0406-16

### Anexo 8: Presupuesto

# Rubro	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	<b>A. OBRAS PRELIMINARES</b>				
1	REPLANTEO (TRAZADO) Y NIVELACIÓN.	m	2849,28	1,22	3476,12
2	EXCAVACIÓN A MÁQUINA (MAQ. EXCAVADORA) H= 0 - 2m	m3	5128,71	6,80	34875,23
3	PREPARACIÓN FONDO DE ZANJA (RASANTEO)	m	2590,3	1,48	3833,64
4	SUM. E INST. TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Di= 300 MM	m	570	35,02	19961,40
5	SUM. E INST. TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Di= 250 MM	m	1348,75	25,01	33732,24
6	SUM. E INST. TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Di= 200 MM	m	287,8	21,00	6043,80
7	SUM. E INST. TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Di=160MM	m	383,7	13,88	5325,76
8	COLCHÓN Y RECUBRIMIENTO DE ARENA PARA TUBERÍA	m3	1036,1	24,45	25332,65
9	POZOS DE REV. H.A (PROF: 0.8-2.0m) INCLUYE TAPA.	u	34	670,15	22785,10
10	CAJA DE REVISIÓN DE 80x80 cm CON TAPA	u	62	147,70	9157,40
11	RELLENO COMP. MECAN. (MATERIAL DE EXCAVACIÓN)	m3	1900	5,87	11153,00
12	RELLENO COMP. MECAN. (MATERIAL DE MEJORAMIENTO)	m3	777	20,56	15975,12
13	DESALOJO MAT. SOBRENTE HASTA 3 KM. CARGADO MÁQUINA	m3	1850	5,68	10508,00
	<b>B. REPOTENCIAR PLANTA DE TRATAMIENTO</b>				
14	LIMPIEZA Y DESBROCE	m2	400	1,54	616,00
15	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN DE MATERIAL FILTRANTE (PIEDRA BOLA SELECCIONADA) PARA EL SISTEMAS DE DRENES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS.	m3	11,05	29,34	324,21
16	SUM. Y SEMBRADO DE ÁRBOLES MENORES A 5m DE ALTURA	u	15	15,80	237,00
17	SUM. E INST. DE REJILLA DE 0.40x0.45 m	u	1	49,70	49,70
18	CERRAMIENTO DE ALAMBRE DE PUAS H=2M	m	385	3,97	1528,45
	<b>C. SEÑALETICA AMBIENTAL</b>				
19	SEÑALETICA HOMBRES TRABAJANDO	u	2	96,00	192,00
20	CONOS	u	4	26,40	105,60
21	CINTA DE PELIGRO (ROLLO).	u	3	24,00	72,00
22	PILOTES REFLECTIVOS	u	70	8,18	572,60
				<b>Total USD \$</b>	<b>\$ 205.857,02</b>

**Anexo 9:** Equipo utilizado em el proyecto

No	Equipo	Cantidad Horas	Costo Horas	Costo Total
1	Compactador mecánico (sapito)	400	3,8	1520,00
2	Concretera	200	4	800,00
3	Encofrado metálico para caja	185	5,5	1017,50
4	Encofrado metálico para pozos r ext=1.20 m e=0.15 m	300	5	1500,00
5	Equipo de topografía completo	125	5	625,00
6	Excavadora oruga	490	50	24500,00
7	Herramienta menor (5% MO)	1	2200	2200,00
8	Retroexcavadora	120	35	4200,00
9	Vibrador	160	2,5	400,00
10	Volqueta 12 m <sup>3</sup>	115	28	3220,00
			<b>Total: USD \$</b>	<b>39.982,50</b>

**Anexo 10:** Mano de obra utilizada en el proyecto

No	Mano de Obra	Cantidad Horas	Costo Horas	Costo Total
1	Peón	6385,79	4,06	25926,31
2	Albañil	396,84	4,1	1627,04
3	Cadenero	253,27	4,1	1038,41
4	Carpintero	151,11	4,1	619,55
5	Fierrero	151,11	4,1	619,55
6	Operador de equipo liviano	444,65	4,1	1823,07
7	Plomero	435,62	4,1	1786,04
8	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1521,42	4,54	6907,25
9	Técnico en Obras Civiles (Estr. Oc. C2)	4,18	4,33	18,10
10	Operador Excavadora	482,70	4,54	2191,46
11	Operador Retroexcavadora	111,86	4,54	507,84
12	Chofer de volqueta	111,86	5,95	665,57
13	Topógrafo	126,64	4,29	543,29
			<b>Total: USD \$</b>	<b>44.273,48</b>

**Anexo 11:** Materiales utilizados en el proyecto

No	Material	Unidad	Cantidad	Costo	Costo Total
1	Cemento	kg	26250,00	0,164	4298,03
2	Arena	m <sup>3</sup>	52,63	12,00	631,56
3	Arena Gruesa sin clasificar	m <sup>3</sup>	1036,10	15,00	15541,50
4	Material de mejoramiento	m <sup>3</sup>	815,85	16,00	13053,60
5	Piedra 3/4"	m <sup>3</sup>	89,91	22,50	2022,98
6	Piedra bola seleccionada sin aristas cortante D= 2.5 A 7 cm.	m <sup>3</sup>	11,05	17,00	187,85
7	Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm2	kg	3525,50	1,10	3878,05
8	Alambre de amarre N°18	kg	108,20	2,20	238,04
9	Alambre de púas	m	385,00	0,20	77,00
10	Rejilla de hierro (0.4*0.45) m, inc. Marco	u	1,00	30,00	30,00
11	Estaca de madera	u	5,70	0,60	3,42
12	Tabla de encofrado de 5 varas	u	99,50	6,40	636,80
13	Cañas	m	84,00	0,50	42,00
14	Clavos de 2 1/2"	lb	14,20	1,20	17,04
15	Cuartones de encofrado 5x5 cm (5 varas)	u	144,00	4,50	648,00
16	Pintura de caucho	gl	9,10	12,00	109,20
17	Pintura latex	gl	2,85	12,00	34,19
18	Tub PVC corrugado Di 200mm x 6m	m	287,80	14,38	4138,56
19	Tub PVC corrugado Di 250mm x 6m	m	1348,75	17,78	23980,78
20	Tub PVC corrugado Di 300mm x 6m	m	570,00	26,25	14962,50
21	Tub PVC corrugado Di 160mm x 6m	m	383,70	8,27	3173,20
22	Agua	m <sup>3</sup>	52,52	1,00	52,52
23	Arboles menores de 5m de altura	u	15,00	8,00	120,00
24	Cal x 25Kg	saco	2,85	5,80	16,53
25	Letrero Hombres Trabajando	u	2,00	80,00	160,00
26	Manteca Vegetal	lbs	150,03	2,00	300,05
27	Plumafon 1 x 2 x 0.02 m	u	8,50	8,00	68,00
28	Poste de hormigón para cerramiento	m	385,00	6,00	2310,00
29	Cinta de Peligro (rollo 500ml)	u	3,00	20,00	60,00
30	Conos	u	4,00	22,00	88,00
				<b>Total: USD \$</b>	<b>90.879,40</b>

**Anexo 12:** Análisis de precios unitarios (APU)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 1 de 22
Detalle: REPLANTEO (TRAZADO) Y NIVELACIÓN.					Unidad: m
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO)					0,03674
Equipo de topografía completo	1	5	5	0,0444	0,22200
Subtotal M					0,25874
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	1	4,06	4,06	0,0444	0,18026
Cadenero	2	4,1	8,2	0,0444	0,36408
TOPOGRAFO: título exper en Construccion (Estr. Oc. C1)	1	4,29	4,29	0,0444	0,19048
Subtotal N					0,73482
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Estaca de madera	u	0,002	0,6	0,00120	
Cal x 25Kg	saco	0,001	5,8	0,00580	
Clavos de 2 1/2"	lb	0,002	1,2	0,00240	
Pintura Latex	gl	0,001	12	0,01200	
Subtotal O					0,02140
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1,01496
		INDIRECTOS 15%			0,15224
		UTILIDAD 5%			0,05075
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,21795
		<b>VALOR:</b>			<b>1,22</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 2 de 22
Detalle: Excavación a máquina (Máq. Excavadora) H= 0 - 2m					Unidad: m <sup>3</sup>
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO)					0,04580
Excavadora oruga	1	50	50	0,0941	4,70500
Subtotal M					4,75080
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	1	4,06	4,06	0,0941	0,38205
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,25	4,54	1,135	0,0941	0,10680
OPERADOR Excavadora	1	4,54	4,54	0,0941	0,42721
Subtotal N					0,91606
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal O					0,00000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			5,66686
		INDIRECTOS 15%			0,85003
		UTILIDAD 5%			0,28334
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			6,80023
		<b>VALOR:</b>			<b>6,80</b>



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 3 de 22
Detalle: PREPARACIÓN FONDO DE ZANJA (RASANTEO)					Unidad: m
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO)					0,05887
Subtotal M					0,05887
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	2	4,06	8,12	0,093	0,75516
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,54	4,54	0,093	0,42222
Subtotal N					1,17738
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal O					0,00000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1,23625
		INDIRECTOS 15%			0,18544
		UTILIDAD 5%			0,06181
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,48350
		<b>VALOR:</b>			<b>1,48</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 4 de 22
Detalle: SUM. E INST. TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Di= 300 MM					Unidad: m
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO)					0,13819
Subtotal M					0,13819
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	2	4,06	8,12	0,1649	1,33899
Plomero	1	4,1	4,1	0,1649	0,67609
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,54	4,54	0,1649	0,74865
Subtotal N					2,76373
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Manteca Vegetal	Lbs	0,015	2	0,03000	
TUB PVC CORRUGADO Di 300mm x 6m	MI	1	26,25	26,25000	
Subtotal O					26,28000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			29,18192
		INDIRECTOS 15%			4,37729
		UTILIDAD 5%			1,45910
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			35,01831
		<b>VALOR:</b>			<b>35,02</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 5 de 22
Detalle: SUM. E INST. TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Di= 250 MM					Unidad: m
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO)					0,13819
Subtotal M					0,13819
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	2	4,06	8,12	0,1649	1,33899
Plomero	1	4,1	4,1	0,1649	0,67609
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,54	4,54	0,1649	0,74865
Subtotal N					2,76373
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Manteca Vegetal	lbs	0,08	2	0,16000	
TUB PVC CORRUGADO Di 250mm x 6m	m	1	17,78	17,78000	
Subtotal O					17,94000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					20,84192
INDIRECTOS 15%					3,12629
UTILIDAD 5%					1,04210
COSTO TOTAL DEL RUBRO					25,01031
<b>VALOR:</b>					<b>25,01</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 6 de 22
Detalle: SUM. E INST. TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Di= 200 MM					Unidad: m
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO)					0,14388
Subtotal M					0,14388
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	2	4,06	8,12	0,1717	1,39420
Plomero	1	4,1	4,1	0,1717	0,70397
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,54	4,54	0,1717	0,77952
Subtotal N					2,87769
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Manteca Vegetal	Lbs	0,05	2	0,10000	
TUB PVC CORRUGADO Di 200mm x 6m	m	1	14,38	14,38000	
Subtotal O					14,48000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			17,50157
		INDIRECTOS 15%			2,62524
		UTILIDAD 5%			0,87508
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			21,00189
		<b>VALOR:</b>			<b>21,00</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 7 de 22
Detalle: SUM. E INST. TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Di=160MM					Unidad: m
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO)					0,15235
Subtotal M					0,15235
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	2	4,06	8,12	0,1818	1,47622
Plomero	1	4,1	4,1	0,1818	0,74538
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,54	4,54	0,1818	0,82537
Subtotal N					3,04697
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Manteca Vegetal	lbs	0,05	2	0,10000	
TUB PVC Di= 160mm x 6m	m	1	8,27	8,27000	
Subtotal O					8,37000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			11,56932
		INDIRECTOS 15%			1,73540
		UTILIDAD 5%			0,57847
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			13,88319
		<b>VALOR:</b>			<b>13,88</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 8 de 22
Detalle: COLCHON Y RECUBRIMIENTO DE ARENA PARA TUBERÍA					Unidad: m <sup>3</sup>
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO)					0,25578
Subtotal M					0,25578
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	3	4,06	12,18	0,42	5,11560
Subtotal N					5,11560
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Arena Gruesa sin clasificar	m3	1	15	15,00000	
Subtotal O					15,00000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			20,37138
		INDIRECTOS 15%			3,05571
		UTILIDAD 5%			1,01857
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			24,44566
		<b>VALOR:</b>			<b>24,45</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 9 de 22
Detalle: POZOS DE REV. H.A (PROF: 0.8-2.0m) INCLUYE TAPA..					Unidad: u
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO)					11,86210
Concretera	1	4	4	4,4444	17,77760
Vibrador	1	2,5	2,5	4,4444	11,11100
Encofrado metálico para pozos r ext=1.20 m e=0.15 m	2	5	10	4,4444	44,44400
Subtotal M					85,19470
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	9	4,06	36,54	4,4444	162,39838
Albañil	1	4,1	4,1	4,4444	18,22204
Fierrero	1	4,1	4,1	4,4444	18,22204
Carpintero	1	4,1	4,1	4,4444	18,22204
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,54	4,54	4,4444	20,17758
Subtotal N					237,24208
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Alambre De Amarre N°18	kg	3	2,2	6,60000	
Piedra 3/4"	m3	1,25	22,5	28,12500	
Cemento	kg	450	0,164	73,80000	
Plumafon 1 x 2 x 0.02 m	U	0,25	8	2,00000	
Cuartones de encofrado 5x5 cm (5 varas)	u	1,5	4,5	6,75000	
Clavos de 2 1/2"	lb	0,25	1,2	0,30000	
Tabla de encofrado de 5 varas	u	1,5	6,4	9,60000	
Arena	m3	0,8	12	9,60000	
Agua	m3	0,25	1	0,25000	
Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm2	kg	90	1,1	99,00000	
Subtotal O					236,02500
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					558,46178
INDIRECTOS 15%					83,76927
UTILIDAD 5%					27,92309
COSTO TOTAL DEL RUBRO					670,15414
<b>VALOR:</b>					<b>670,15</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 10 de 22
Detalle: CAJA DE REVISIÓN DE 80x80 cm CON TAPA					Unidad: u
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% MO)					1,54604
Concreteira	1	4	4	1,0049	4,01960
Vibrador	1	2,5	2,5	1,0049	2,51225
Encofrado metalico para caja	3	5,5	16,5	1,0049	16,58085
Subtotal M					24,65874
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	A	B	C = A x B	R	
Peón	5	4,06	20,3	1,0049	20,39947
Albañil	2	4,1	8,2	1,0049	8,24018
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,5	4,54	2,27	1,0049	2,28112
Subtotal N					30,92077
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Alambre De Amarre N°18	kg	0,1	2,2	0,22000	
Piedra 3/4"	m3	0,75	22,5	16,87500	
Cemento .	kg	170	0,164	27,88000	
Cuartones de encofrado 5x5 cm (5 varas)	u	1,5	4,5	6,75000	
Tabla de encofrado de 5 varas	u	0,5	6,4	3,20000	
Arena	m3	0,4	12	4,80000	
Agua	m3	0,08	1	0,08000	
Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm2	kg	7	1,1	7,70000	
Subtotal O					67,50500
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Subtotal P					0,00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					123,08451
INDIRECTOS 15%					18,46268
UTILIDAD 5%					6,15423
COSTO TOTAL DEL RUBRO					147,70142
<b>VALOR:</b>					<b>147,70</b>



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 11 de 22
Detalle: RELLENO COMP. MECAN. (MATERIAL DE EXCAVACIÓN)					Unidad: m <sup>3</sup>
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% MO)					0,19157
Compactador mecánico (sapito)	1	3,8	3,8	0,2286	0,86868
Subtotal M					1,06025
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	A	B	C = A x B	R	
Peón	2	4,06	8,12	0,2286	1,85623
Operador de equipo liviano	1	4,1	4,1	0,2286	0,93726
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,54	4,54	0,2286	1,03784
Subtotal N					3,83133
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Subtotal O					0,00000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			4,89158
		INDIRECTOS 15%			0,73374
		UTILIDAD 5%			0,24458
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			5,86990
		<b>VALOR:</b>			<b>5,87</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 12 de 22
Detalle: RELLENO COMP. MECAN. (MATERIAL DE MEJORAMIENTO)					Unidad: m <sup>3</sup>
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO)					0,01115
Compactador mecánico (sapito)	1	3,8	3,8	0,0133	0,05054
Subtotal M					0,06169
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	2	4,06	8,12	0,0133	0,10800
Operador de equipo liviano	1	4,1	4,1	0,0133	0,05453
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,54	4,54	0,0133	0,06038
Subtotal N					0,22291
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Material de mejoramiento	m3	1,05	16	16,80000	
Agua	m3	0,05	1	0,05000	
Subtotal O					16,85000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			17,13460
		INDIRECTOS 15%			2,57019
		UTILIDAD 5%			0,85673
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			20,56152
		<b>VALOR:</b>			<b>20,56</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
Rubro:					Hoja 13 de 22
Detalle: DESALOJO MAT. SOBRANTE HASTA 3 KM. CARGADO MAQUINA					Unidad: m <sup>3</sup>
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO)					0,04401
Retroexcavadora	1	35	35	0,0605	2,11750
Volqueta 12 m3	1	28	28	0,0605	1,69400
Subtotal M					3,85551
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	1	4,06	4,06	0,0605	0,24563
OPERADOR Retroexcavadora	1	4,54	4,54	0,0605	0,27467
Chofer de volqueta	1	5,95	5,95	0,0605	0,35998
Subtotal N					0,88028
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal O					0,00000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			4,73579
		INDIRECTOS 15%			0,71037
		UTILIDAD 5%			0,23679
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			5,68295
		<b>VALOR:</b>			<b>5,68</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 14 de 22
Detalle: LIMPIEZA Y DESBROCE					Unidad: m2
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO)					0,06102
Subtotal M					0,06102
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	2	4,06	8,12	0,0964	0,78277
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,54	4,54	0,0964	0,43766
Subtotal N					1,22043
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal O					0,00000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1,28145
		INDIRECTOS 15%			0,19222
		UTILIDAD 5%			0,06407
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,53774
		<b>VALOR:</b>			<b>1,54</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 15 de 22
Detalle: SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN DE MATERIAL FILTRANTE (PIEDRA BOLA SELECCIONADA) PARA EL SISTEMAS DE DRENES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS.					Unidad: m <sup>3</sup>
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% MO)					0,35493
Subtotal M					0,35493
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	A	B	C = A x B	R	
Peón	3	4,06	12,18	0,3779	4,60282
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,501	4,54	2,27454	0,3779	0,85955
Técnico en Obras Civiles (Estr. Oc. C2)	1	4,33	4,33	0,3779	1,63631
Subtotal N					7,09868
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A x B	
PIEDRA BOLA SELECCIONADA SIN ARISTAS CORTANTE D= 2.5 A 7 CM.	m3	1	17	17,00000	
Subtotal O					17,00000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Subtotal P					0,00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					24,45361
INDIRECTOS 15%					3,66804
UTILIDAD 5%					1,22268
COSTO TOTAL DEL RUBRO					29,34433
<b>VALOR:</b>					<b>29,34</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 16 de 22
Detalle: SUM. Y SEMBRADO DE ARBOLES MENORES A 5m DE ALTURA					Unidad: u
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO)					0,24618
Subtotal M					0,24618
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	4	4,06	16,24	0,266	4,31984
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,5	4,54	2,27	0,266	0,60382
Subtotal N					4,92366
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
ARBOLES MENORES DE 5m DE ALTURA	u	1	8	8,00000	
Subtotal O					8,00000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			13,16984
		INDIRECTOS 15%			1,97548
		UTILIDAD 5%			0,65849
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			15,80381
		<b>VALOR:</b>			<b>15,80</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 17 de 22
Detalle: SUM. E INST. DE REJILLA DE 0.40x0.45 m					Unidad: U
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO) (5% MO)					0,54358
Subtotal M					0,54358
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	1	4,06	4,06	1,3323	5,40914
Albañil	1	4,1	4,1	1,3323	5,46243
Subtotal N					10,87157
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Rejilla de hierro (0.4*0.45)m, inc. Marco	U	1	30	30,00000	
Subtotal O					30,00000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					41,41515
INDIRECTOS 15%					6,21227
UTILIDAD 5%					2,07076
COSTO TOTAL DEL RUBRO					49,69818
<b>VALOR:</b>					<b>49,70</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 18 de 22
Detalle: CERRAMIENTO DE ALAMBRE DE PUAS H=2M					Unidad: m
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Herramienta menor (5% MO) (5% MO)					0,14795
Subtotal M					0,14795
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Peón	1	4,06	4,06	0,2837	1,15182
Albañil	1	4,1	4,1	0,2837	1,16317
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,5	4,54	2,27	0,2837	0,64400
Subtotal N					2,95899
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Alambre de Puas	m	1	0,2	0,20000	
Subtotal O					0,20000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			3,30694
		INDIRECTOS 15%			0,49604
		UTILIDAD 5%			0,16535
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			3,96833
		<b>VALOR:</b>			<b>3,97</b>



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 19 de 22
Detalle: SEÑALÉTICA HOMBRES TRABAJANDO					Unidad: u
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Subtotal M					0,00000
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	A	B	C = A x B	R	
Subtotal N					0,00000
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Letrero Hombres Trabajando	u	1	80	80,00000	
Subtotal O					80,00000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			80,00000
		INDIRECTOS 15%			12,00000
		UTILIDAD 5%			4,00000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			96,00000
		<b>VALOR:</b>			<b>96,00</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 20 de 22
Detalle: CONOS					Unidad: u
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Subtotal M					0,00000
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	A	B	C = A x B	R	
Subtotal N					0,00000
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Conos	U	1	22	22,00000	
Subtotal O					22,00000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			22,00000
		INDIRECTOS 15%			3,30000
		UTILIDAD 5%			1,10000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			26,40000
		<b>VALOR:</b>			<b>26,40</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 21 de 22
Detalle: CINTA DE PELIGRO (ROLLO).					Unidad: u
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	<b>D = C x R</b>
Subtotal M					0,00000
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	<b>R</b>	
Subtotal N					0,00000
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Cinta de Peligro (ROLLO 500ml)	U	1	20	20,00000	
Subtotal O					20,00000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A x B</b>	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			20,00000
		INDIRECTOS 15%			3,00000
		UTILIDAD 5%			1,00000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			24,00000
		<b>VALOR:</b>			<b>24,00</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					Hoja 22 de 22
Detalle: PILOTES REFLECTIVOS					Unidad: u
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% MO)					0,06157
Subtotal M					0,06157
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
	A	B	C = A x B	R	
Peón	1	4,06	4,06	0,1509	0,61265
Albañil	1	4,1	4,1	0,1509	0,61869
Subtotal N					1,23134
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Piedra 3/4"	m3	0,013	22,5	0,29250	
Cemento	kg	5,25	0,164	0,86100	
Tabla de encofrado de 5 varas	u	0,25	6,4	1,60000	
Cañas	m	1,2	0,5	0,60000	
Arena	m3	0,009	12	0,10800	
Agua	m3	0,003	1	0,00300	
Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm2	kg	0,45	1,1	0,49500	
Pintura de caucho	gl	0,13	12	1,56000	
Subtotal O					5,51950
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Subtotal P					0,00000
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			6,81241
		INDIRECTOS 15%			1,02186
		UTILIDAD 5%			0,34062
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			8,17489
		<b>VALOR:</b>			<b>8,18</b>

**Anexo 13:** Resumen del presupuesto

<b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b>	
Monto por concepto de materiales de construcción.	\$ 44.624,36
Monto por concepto de Tubería Perfilada.	\$ 46.255,04
Monto por concepto de equipos y maquinarias.	\$ 39.982,50
Monto por concepto de mano de obra.	\$ 44.273,48
Monto por concepto de costos indirectos.	\$ 30.721,64
<b>MONTO TOTAL DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO:</b>	<b>\$ 205.857,02</b>

**Anexo 14: Cronograma Valorado de Trabajo**

#	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Total
	<b>A. OBRAS PRELIMINARES</b>									
1	REPLANTEO (TRAZADO) Y NIVELACIÓN.	m	2849,28	1,22	3476,12	30%	30%	30%	10%	100%
						\$ 1.042,84	\$ 1.042,84	\$ 1.042,84	\$ 347,60	\$ 3.476,12
						854,784	854,784	854,784	284,928	2849,28
2	EXCAVACIÓN A MÁQUINA (MAQ. EXCAVADORA) H= 0 - 2m	m <sup>3</sup>	5128,71	6,80	34875,23	30%	30%	30%	10%	100%
						\$ 10.462,57	\$ 10.462,57	\$ 10.462,57	\$ 3.487,52	\$ 34.875,23
						1538,613	1538,613	1538,613	512,871	5128,71
3	PREPARACIÓN FONDO DE ZANJA (RASANTEO)	m	2590,3	1,48	3833,64	30%	30%	30%	10%	100%
						\$ 1.150,09	\$ 1.150,09	\$ 1.150,09	\$ 383,37	\$ 3.833,64
						777,09	777,09	777,09	259,03	2590,3
4	SUM. E INST. TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Di= 300 MM	m	570	35,02	19961,40	70%	30%			100%
						\$ 13.972,98	\$ 5.988,42	\$ -	\$ -	\$ 19.961,40
						399	171	0	0	570
5	SUM. E INST. TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Di= 250 MM	m	1348,75	25,01	33732,24		70%	30%		100%
						\$ -	\$ 23.612,57	\$ 10.119,67	\$ -	\$ 33.732,24
						0	944,125	404,625	0	1348,75
6	SUM. E INST. TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Di= 200 MM	m	287,8	21,00	6043,80			70%	30%	100%
						\$ -	\$ -	\$ 4.230,66	\$ 1.813,14	\$ 6.043,80
						0	0	201,46	86,34	287,8
7	SUM. E INST. TUBERÍA PERFILADA PARA ALCANTARILLADO Di=160MM	m	383,7	13,88	5325,76				100%	100%
						\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5.325,76	\$ 5.325,76
						0	0	0	383,7	383,7

#	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Total
<b>A. OBRAS PRELIMINARES</b>										
8	COLCHÓN Y RECUBRIMIENTO DE ARENA PARA TUBERÍA	m <sup>3</sup>	1036,1	24,45	25332,65	30%	30%	30%	10%	100%
						\$ 7.599,80	\$ 7.599,80	\$ 7.599,80	\$ 2.533,25	\$ 25.332,65
						310,83	310,83	310,83	103,61	1036,1
9	POZOS DE REV. H.A (PROF: 0.8-2.0m) INCLUYE TAPA..	u	34	670,15	22785,10	40%	40%	20%		100%
						\$ 9.114,04	\$ 9.114,04	\$ 4.557,02	\$ -	\$ 22.785,10
						13,6	13,6	6,8	0	34
10	CAJA DE REVISIÓN DE 80x80 cm CON TAPA	u	62	147,70	9157,40			50%	50%	100%
						\$ -	\$ -	\$ 4.578,70	\$ 4.578,70	\$ 9.157,40
						0	0	31	31	62
11	RELLENO COMP. MECAN. (MATERIAL DE EXCAVACIÓN)	m <sup>3</sup>	1900	5,87	11153,00	30%	30%	30%	10%	100%
						\$ 3.345,90	\$ 3.345,90	\$ 3.345,90	\$ 1.115,30	\$ 11.153,00
						570	570	570	190	1900
12	RELLENO COMP. MECAN. (MATERIAL DE MEJORAMIENTO)	m <sup>3</sup>	777	20,56	15975,12	30%	30%	30%	10%	100%
						\$ 4.792,54	\$ 4.792,54	\$ 4.792,54	\$ 1.597,50	\$ 15.975,12
						233,1	233,1	233,1	77,7	777
13	DESALOJO MAT. SOBRANTE HASTA 3 KM. CARGADO MAQUINA	m <sup>3</sup>	1850	5,68	10508,00		40%	40%	20%	100%
						\$ -	\$ 4.203,20	\$ 4.203,20	\$ 2.101,60	\$ 10.508,00
						0	740	740	370	1850

#	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Total
	<b>B. REPOTENCIACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO</b>									
14	LIMPIEZA Y DESBROCE	m <sup>2</sup>	400	1,54	616,00			100%		100%
						\$ -	\$ -	\$ 616,00	\$ -	\$ 616,00
						0	0	400	0	400
15	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN DE MATERIAL FILTRANTE (PIEDRA BOLA SELECCIONADA) PARA EL SISTEMAS DE DRENES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS.	m <sup>3</sup>	11,05	29,34	324,21			100%		100%
						\$ -	\$ -	\$ 324,21	\$ -	\$ 324,21
						0	0	11,05	0	11,05
16	SUM. Y SEMBRADO DE ARBOLES MENORES A 5m DE ALTURA	u	15	15,80	237,00			40%	60%	100%
						\$ -	\$ -	\$ 94,80	\$ 142,20	\$ 237,00
						0	0	6	9	15
17	SUM. E INST. REJILLA 0.40x0.45 m	u	1	49,70	49,70			100%		100%
						\$ -	\$ -	\$ 49,70	\$ -	\$ 49,70
						0	0	0	1	1
18	CERRAMIENTO DE ALAMBRE DE PUAS H=2M	m	385	3,97	1528,45				100%	100%
						\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1528,45	\$ 1528,45
						0	0	0	385	385



#	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Total
	<b>C. SEÑALÉTICA AMBIENTAL</b>									
19	SEÑALÉTICA HOMBRES TRABAJANDO	u	2	96,00	192,00	100%				100%
						\$ 192,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 192,00
						2	0	0	0	2
20	CONOS	u	4	26,40	105,60	100%				100%
						\$ 105,60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 105,60
						4	0	0	0	4
21	CINTA DE PELIGRO (ROLLO).	u	3	24,00	72,00	35%	35%	30%		100%
						\$ 25,20	\$ 25,20	\$ 21,60	\$ -	\$ 72,00
						1,05	1,05	0,9	0	3
22	PILOTES REFLECTIVOS	u	70	8,18	572,60	40%	40%	20%		100%
						\$ 229,04	\$ 229,04	\$ 114,52	\$ -	\$ 572,60
						28	28	14	0	70
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				\$ <b>205.857,02</b>					
	Totales Mensuales					\$ 52.032,60	\$ 71.566,11	\$ 57.303,82	\$ 24.954,39	\$ <b>205.857,02</b>
	Total Acumulado					\$ 52.032,60	\$ 123.698,81	\$ 180.902,63	\$ <b>205.857,02</b>	
	Porcentaje Mensual					25%	35%	28%	12%	
	Porcentaje Acumulado					25%	60%	88%	<b>100%</b>	

**Anexo 15: Planos**



 <b>UNIVERSIDAD DE MACHALA</b> UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL			
TEMA: EVALUACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL ALICANTABLEADO SANITARIO DE LA COMUNA GALAYACU DE LA PARROQUIA RURAL EL PROGRESO DEL CANTÓN PASAJE			HOJA: 1 DE 5
CONTENIDO: PLANIMETRÍA			ESCALA: 1:750
ELABORADOR: GALAYACU	CANTÓN: PASAJE	PROVINCIA: EL ORO	PAÍS: ECUADOR
ELABORADO POR: ELIANA PAULETTE PIEDRA CAPELO			FECHA: Octubre - 2023

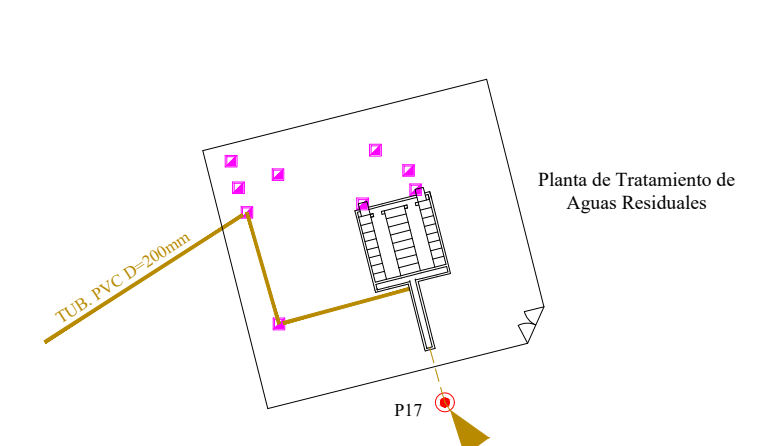




 <b>UNIVERSIDAD DE MACHALA</b> UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL			
TEMA: "EVALUACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNA GALAYACU DE LA PARROQUIA RURAL EL PROGRESO DEL CANTÓN PASAJE"			HOJA: <b>2 DE 5</b>
CONTENIDO: ORTOFOTO			ESCALA: 1:750
LUGAR: GALAYACU	CANTÓN: PASAJE	PROVINCIA: EL ORO	PAÍS: ECUADOR
ELABORADO POR: ELIANA PAULETTE PIEDRA CAPELO			FECHA: Octubre - 2023 DIBUJO: ELIANA PAULETTE PIEDRA CAPELO



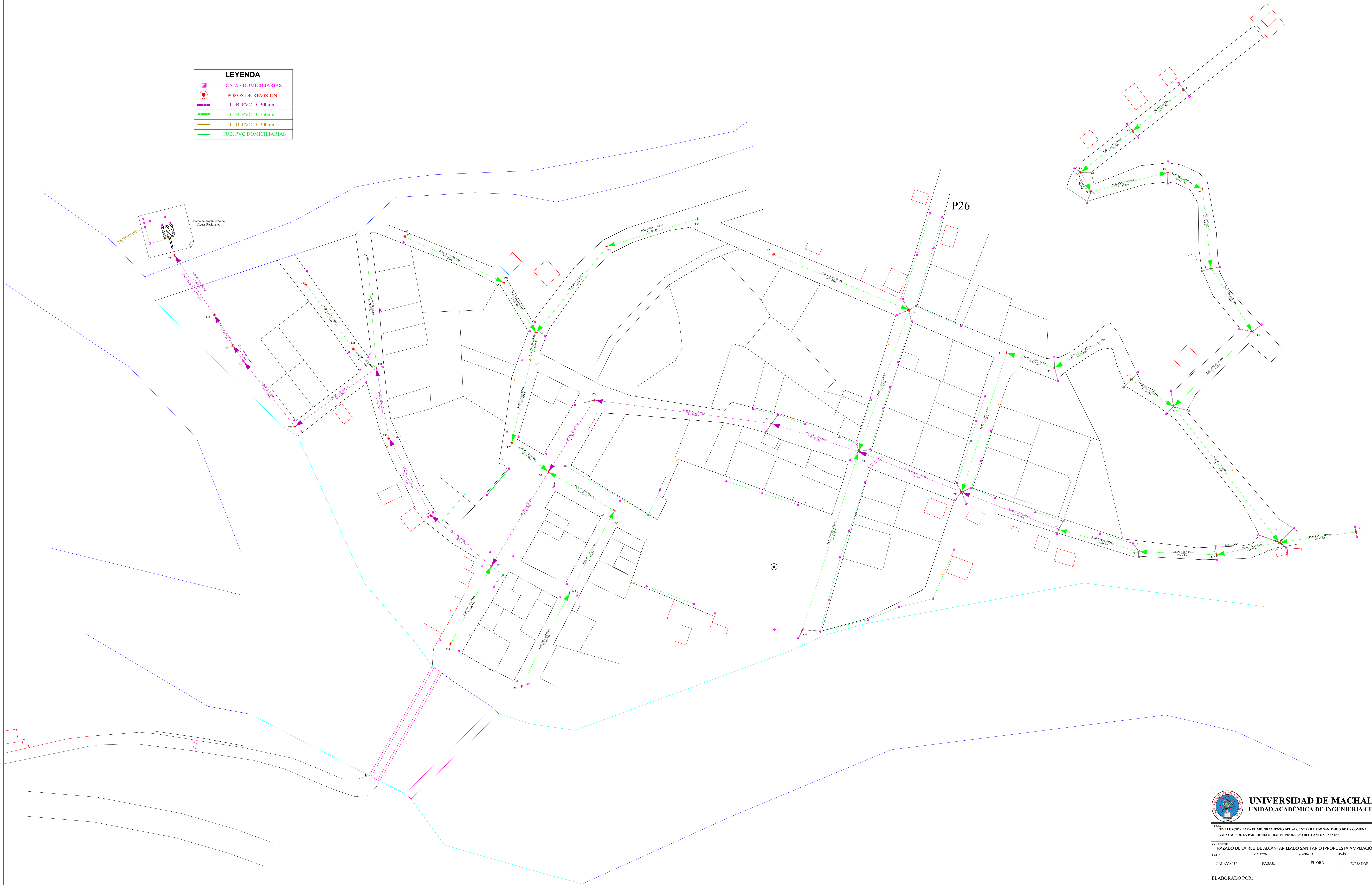
LEYENDA	
	CAJAS DOMICILIARIAS
	POZOS DE REVISION
	TUB. PVC D=100mm
	TUB. PVC D=250mm
	TUB. PVC D=200mm
	TUB. PVC DOMICILIARIAS



		<b>UNIVERSIDAD DE MACHALA</b> UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL			
TEMA: "EVALUACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNA GALAYACU DE LA PARROQUIA RURAL EL PROGRESO DEL CANTÓN PASAJE"				FOLIO: 3 DE 5	
CONTIENE: TRAZADO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO (ACTUAL)				ESCALA: 1:750	
LUGAR:	CANTÓN:	PROVINCIA:	PAÍS:	FECHA:	
GALAYACU	PASAJE	EL ORO	ECUADOR	Octubre - 2023	
ELABORADO POR:				DIBUJO:	
ELIANA PAULETTE PIEDRA CAPELO				ELIANA PIEDRA CAPELO	



LEYENDA	
	CAJAS DOMICILIARIAS
	POZOS DE REVISIÓN
	TUB. PVC D=300mm
	TUB. PVC D=250mm
	TUB. PVC D=200mm
	TUB. PVC DOMICILIARIAS



		<b>UNIVERSIDAD DE MACHALA</b> UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL			
TEMA: "EVALUACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNA GALAYACU DE LA PARROQUIA RURAL EL PROGRESO DEL CANTÓN PASAJE"				HOJA: 4 DE 5	
CONTIENE: "TRAZADO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO (PROPUESTA AMPLIACIÓN)"				ESCALA: 1:600	
ELABORADO POR: GALAYACU	CANTÓN: PASAJE	PROVINCIA: EL ORO	PAÍS: ECUADOR	FECHA: Octubre - 2023	
ELABORADO POR: ELIANA PAULETTE PIEDRA CAPELO				DIBUJÓ: ELIANA PIEDRA CAPELO	



LEYENDA	
	CAJAS DOMICILIARIAS
	POZOS DE REVISIÓN
	TUB. PVC D=300mm
	TUB. PVC D=250mm
	TUB. PVC D=200mm
	TUB. PVC DOMICILIARIAS



		<b>UNIVERSIDAD DE MACHALA</b> UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL			
TEMA: "EVALUACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNA GALAYACU DE LA PARROQUIA RURAL EL PROGRESO DEL CANTÓN PASAJE"				HOJA 5 DE 5	
CONTIENE: ÁREAS DE APORTACIÓN (PROPUESTA AMPLIACIÓN)				ESCALAS: 1:600	
ELABORADO POR:	CANTÓN:	PROVINCIA:	PAÍS:	FECHA: Octubre - 2023	
	GALAYACU	PASAJE	EL ORO	ECUADOR	DIBAJA: ELIANA PIERRA CAPELO
ELABORADO POR: ELIANA PAULETTE PIEDRA CAPELO					