



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA
RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR SANTA
ELENA-BUCAY**

TUTOR

Mgrt. KEVIN ANGEL MENDOZA VILLACIS

AUTORES

JUAN CARLOS GUARTATANGA MAROTTO

NICK MARZOLINI MIRANDA VALLEJO

GUAYAQUIL

2025

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Diseño del sistema de alcantarillado para recolección de aguas servidas en el sector Santa Elena-Bucay	
AUTOR/ES: Juan Carlos Guartatanga Marotto Nick Marzolini Miranda Vallejo	TUTOR: Mgtr. Kevin Angel Mendoza Villacis
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Ingeniería Civil
FACULTAD: Ingeniería, industria y construcción	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2025	N. DE PÁGS: 107
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Ingeniería civil, Topografía, Alcantarillado, Cimientos.	
RESUMEN: Este trabajo tiene como propósito diseñar un sistema de alcantarillado de aguas servidas para el sector de Santa Elena, Bucay, con el objetivo principal de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y fomentar el desarrollo de la zona. La falta de un sistema adecuado ha generado problemas de salud y ha limitado el progreso de la comunidad. Para solucionar esta situación, se realizará un estudio integral que abarque los aspectos técnicos, ambientales y sociales, analizando las condiciones actuales del sector mediante estudios topográficos y de densidad poblacional. El diseño del sistema seguirá las normativas nacionales de construcción y priorizará el uso de materiales y tecnologías sostenibles. Además, se plantearán estrategias para el correcto mantenimiento del sistema, considerando cronogramas, presupuestos y la participación activa de los residentes de Santa Elena.	

Con la implementación de este proyecto, se busca garantizar un servicio básico indispensable, mejorando las condiciones sanitarias y promoviendo un desarrollo sostenible. La calidad de vida de los habitantes será el resultado directo de la ejecución de este sistema, mientras que el diseño e implementación del alcantarillado representará la base para transformar positivamente la zona.		
N. DE REGISTRO (en base de datos):		N. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI ☒	NO ☐
CONTACTO CON AUTOR/ES: Juan Carlos Guartatanga Marotto Nick Marzolini Miranda Vallejo	Teléfono: 0991871761 0927142091	E-mail: jguartatangam@ulvr.edu.ec nmirandav@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ph.D. Marcial Calero Amores Teléfono: (04)2596500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Mgtr. Jorge Enrique Torres Teléfono: (04)2596500 Ext. 242 E-mail: etorresr@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**
magister

TT_2025A_MIRANDA-GUARTATANGA

21%
Textos sospechosos



2% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
< 1% Idiomas no reconocidos
19% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: TT_2025A_MIRANDA-GUARTATANGA.pdf
ID del documento: f9837e06668134e60df479a3e99ada9848ec5ea3
Tamaño del documento original: 4,45 MB

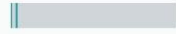
Depositante: KEVIN MENDOZA
Fecha de depósito: 18/8/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 18/8/2025

Número de palabras: 17.196
Número de caracteres: 122.967

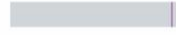
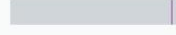
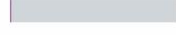
Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 repositorio.ulvr.edu.ec http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/7230/1/T-ULVR-5495.pdf	2%		 Palabras idénticas: 2% (330 palabras)
2	 www.ulvr.edu.ec https://www.ulvr.edu.ec/wp-content/uploads/2024/06/file_1637946113.pdf	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (94 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 Documento de otro usuario #3e92a1 Viene de otro grupo	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)
2	 repositorio.unad.edu.co Definición de un proceso metodológico para la constru... https://repositorio.unad.edu.co/handle/10596/29742	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
3	 repositorio.puce.edu.ec https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ee48b3cf-a6c9-4127-a804-390f54...	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1  <https://agroproyectos.org/evaluacion-de>

2  <https://referentsolutions.com/que-es-topografia-para-que-sirve/>

3  <https://repositorio.unad.edu.co/>

4  <https://www.civillead.com/types-of-sewerage-system/>

5  <https://sswm.info/sswm-university-course/module-2-centralised-and>

KEVIN ANGEL
MENDOZA
VILLACIS

Firmado digitalmente
por KEVIN ANGEL
MENDOZA VILLACIS
Fecha: 2025.08.18
23:42:06 -05'00'

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados NICK MARZOLINI MIRANDA VALLEJO Y JUAN CARLOS GUARTATANGA MAROTTO, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, Evaluación de Tiempos y Costos en Proyectos con Diseño Del Sistema De Alcantarillado Para Recolección De Aguas Servidas En El Sector Santa Elena-Bucay, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

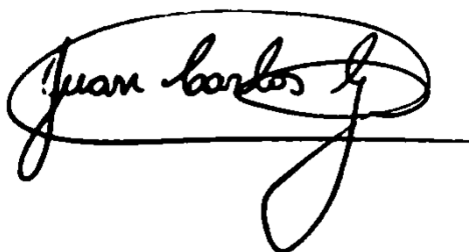
Autor(es)



Firma:

NICK MARZOLINI MIRANDA VALLEJO

C.I. 0927142091



Firma:

JUAN CARLOS GUARTATANGA MAROTTO

C.I. 0923385918

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación Estudio Para Implementación el Servicio de Alcantarillado de Aguas Servidas en el Sector de Santa Elena, Bucay designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR SANTA ELENA-BUCAY, presentado por los estudiantes JUAN CARLOS GUARTATANGA MAROTTO Y NICK MARZOLINI MIRANDA VALLEJO como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

KEVIN MENDOZA VILLACÍS

C.C. 0922290010

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer de todo corazón a Dios, guía y fortaleza en mi vida, quien me ha permitido culminar esta etapa tan importante. Estos días han sido de satisfacción, pues he realizado lo que me apasiona y me llena de orgullo.

Extiendo mi gratitud a mi familia: a mi madre Elsa, ejemplo de apoyo incondicional; a mi abuelito Ángel, pilar de mis estudios y enseñanzas de vida; a mis tíos Ronald, Dennis y Harold, por su ejemplo, esfuerzo y consejos; y a mi padre, por mostrarme la realidad del trabajo y la perseverancia. Gracias también a mi novia, compañera en todo momento, por su amor y apoyo constante en mi formación.

Aprecio profundamente la amistad de quienes compartieron conmigo la vida universitaria: Joao Zambrano, Juseph Acebo, Juan Guartatanga, Manuel Rodas, Joshua León, Vicente Cevallos y mi mejor amiga María Manzo. Mi reconocimiento especial a mi tutor, máster Kevin Mendoza, y a los másteres Villavicencio, Calero, Paul y a todos mis docentes.

Nick Marzolini Miranda

Agradezco a mis padres, Kyra Marotto López y Juan Guartatanga Guartatanga, por su esfuerzo en mi proceso académico; a mis hermanos, por su apoyo en cada momento familiar; y a mi hijo, quien con su ternura me motiva a seguir creciendo día a día. También agradezco a mis amigos de carrera, que se convirtieron en hermanos: Juseph Acebo, Nick Miranda, Líder Zambrano, Manuel Rodas y Joshua León.

Con gratitud y alegría cierro esta etapa, reconociendo que cada persona mencionada ha sido parte fundamental de mi camino hacia este logro.

Juan Carlos Guartatanga Marotto

DEDICATORIA

Quiero dedicar mi tesis a Dios sobre todas las cosas y a mis padres Juan Guartatanga Guartatanga y Kyra Karyn Marotto Lopez, debido que, a lo largo de mi proceso estudiantil, han estado en todo momento presentes en las buenas y malas, apoyándome económicamente y con sabios consejos para seguir adelante. Quiero también dedicar mi tesis a mi hijo debido a que en algún momento será parte de nuestras conversaciones.

Guartatanga Marotto Juan Carlos

Quiero empezar primero con esta dedicatoria de corazón a Dios por ser un guía y fortaleza en mi vida a lo largo de toda esta carrera que hoy por hoy culmino. En estos días han sido momentos gratos ya que pude estar haciendo todo lo que me gusta para poder sentirme orgulloso de mi.

También agradezco a toda mi familia , mamá Elsa por ser una madre ejemplar , siempre apoyarme en todas las decisiones de mi vida, a mi abuelito Ángel que ha sido un pilar fundamental en mi vida , en mis estudios sabiéndome enseñar lo que es la vida , a mi tío Ronald por ser un ejemplo para mí y siempre darme fuerzas para seguir adelante en mi carrera , a mi papá por ayudarme en los momentos más duros de mi vida y enseñándome como es el día a día en el campo , a mi tío Dennis por enseñarme que todo esfuerzo siempre es bien merecido en todo , mi tío Harold por darme una guía en lo que es el mejor esfuerzo son los triunfos logrados con sacrificios.

Gracias a mis amigos que la Universidad me dio, Joao Zambrano, Juseph Acebo, Juan Guartatanga, Manuel Rodas, Joshua León, Vicente Cevallos y a mi mejor amiga María Manzo, gracias a todos por ser unas buenas amistades en mi día a día.

A mi Tutor Máster Kevin Mendoza por ser el mejor tutor y máster que la vida me pudo haber dado, también muy agradecido con el máster Villavicencio, la máster Calero, máster Paul y todos los másteres en general.

Miranda Vallejo Nick Marzolini

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad diseñar un sistema de alcantarillado sanitario para el sector de Santa Elena, Bucay, con el propósito de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y potenciar el desarrollo local. Actualmente, la ausencia de un sistema adecuado ha ocasionado problemas de salud pública y limitado el progreso de la comunidad. Para dar solución a esta problemática, se desarrolló un estudio integral que consideró aspectos técnicos, ambientales y sociales. Se realizaron levantamientos topográficos y proyecciones de densidad poblacional con el fin de obtener un diagnóstico preciso de las condiciones del sector. El diseño planteado cumple con las normativas nacionales de construcción y promueve el uso de materiales y tecnologías sostenibles. Asimismo, se proponen estrategias de mantenimiento que incluyen cronogramas, presupuestos y la participación activa de la población. La implementación del sistema garantizará un servicio básico indispensable, reduciendo riesgos sanitarios y fomentando un desarrollo sostenible. De esta manera, el proyecto no solo resolverá necesidades inmediatas, sino que también sentará las bases para transformar positivamente el entorno y fortalecer el bienestar de la comunidad de Santa Elena.

Palabras clave: Ingeniería civil, Topografía, Alcantarillado, Cimientos.

ABSTRACT

The purpose of this work is to design a sanitary sewer system for the Santa Elena sector in Bucay, with the aim of improving the quality of life of its inhabitants and promoting local development. At present, the absence of an adequate system has caused public health problems and limited the community's progress. To address this issue, a comprehensive study was carried out considering technical, environmental, and social aspects. Topographic surveys and population density projections were conducted to obtain an accurate diagnosis of the area's conditions. The proposed design complies with national construction regulations and encourages the use of sustainable materials and technologies. In addition, maintenance strategies are proposed, including schedules, budgets, and active community participation. The implementation of this system will guarantee an essential basic service, reduce health risks, and foster sustainable development. Thus, the project will not only meet immediate needs but also lay the foundations for positively transforming the environment and strengthening the well-being of the Santa Elena community.

Keywords: Civil engineering, Topography, Sewers, Foundations.

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
ENFOQUE DE LA PROPUESTA.....	3
1.1. Tema	3
1.2. Planteamiento del Problema	3
1.3. Formulación del Problema	3
1.4. Objetivo General	4
1.5. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Idea a Defender / Hipótesis.....	4
1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO REFERENCIAL.....	6
2.1. Marco Teórico.....	6
2.1.1. Antecedente	6
2.1.2. Agua Residual Doméstica y Saneamiento.....	6
2.1.3. Parámetros para diseño del sistema de alcantarillado sanitario	7
2.1.4. Conceptos Básicos	11
2.1.5. Componentes del sistema de alcantarillado sanitario	20
2.1.6. Métodos de proyección poblacional	25
2.1.7. Dotación de Agua potable	26
2.1.8. Dotación actual	26
2.1.9. Caudal de diseño	27
2.1. Marco Legal	30
2.2.1. Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-HS)	30
2.2.2. Reglamento Ambiental del Sector Agua Potable y Saneamiento (RAS)	31
2.2.3. Código Orgánico del Ambiente (COA).....	31
2.2.4. Ordenanzas Municipales del Cantón Bucay	31
2.2.5. Normativas técnicas complementarias	32
CAPÍTULO III.....	34
MARCO METODOLÓGICO	34
3.1. Enfoque de la investigación: (cuantitativo, cualitativo o mixto)	34
3.2. Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional)	38

3.3. Población y muestra	39
3.4. Técnica e instrumentos para obtener los datos	40
3.5. Desarrollo de la investigación	41
3.5.1. Diagrama metodológico	41
3.5.2. Desarrollo.....	42
CAPÍTULO IV	74
PROPUESTA O INFORME.....	74
4.1. Presentación y análisis de resultados	75
4.1.1. Especificaciones Técnicas aplicado a una comunidad de 20 viviendas 76	
4.1.2. Resultados de encuesta de pregunta dicotómica a la población:	76
4.2. Propuesta	83
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Línea de investigación	5
Tabla 2. Tabla de diámetros de las tuberías de PVC en mm y pulgadas	21
Tabla 3. Dotación de agua	26
Tabla 4. Tipos de infiltración	29
Tabla 5. Materiales	30
Tabla 6. Matriz de operacionalización de variables de la investigación.	36
Tabla 7. Encuesta dirigida a la población sobre el alcantarilladoEncuesta dirigida a la	43
Tabla 8. Encuesta a la población del sector Santa Elena de Bucay con método Likert.....	45
Tabla 9. Cuadro de ramales.....	57
Tabla 10. Especificaciones Técnicas de los materiales.....	70
Tabla 11. Materiales Utilizados	71
Tabla 12. Costos Estimados	72
Tabla 13. Análisis Comparativo de Costos para un Escenario de Viviendas	73
Tabla 14. Tiempos de Ejecución	73
Tabla 15. Resultado simplificado en una vivienda de encuesta dirigida a la población del sector Santa Elena de Bucay con el método de escalamiento de Likert.....	82

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Cdla. Santa Elena de Bucay - Vista Satelital.....	40
Ilustración 2. Diagrama metodológico del proyecto	42
Ilustración 3. Parte 1 AASS YA EXISTENTE ASS YA EXISTENTE	47
Ilustración 4. Estudio y cálculos del sitio	48
Ilustración 5. Localidad de viviendas.....	49
Ilustración 6. Foto existente de AASS	50
Ilustración 7. Foto existente de cámara.....	51
Ilustración 8. Foto existente en parque	52
Ilustración 9. Levantamiento topográfico del lugar dibujado en AutoCAD	53
Ilustración 10. Primer tramo de manzanas por donde pasa la red de diseño	58
Ilustración 11. Segundo tramo de manzanas por donde pasa la red de diseño.....	59
Ilustración 12. Tercer tramo de manzanas por donde pasa la red de diseño.	60
Ilustración 13. Cuarto tramo de manzanas por donde pasa la red de diseño.	61
Ilustración 14. Plano de red de diseño	63
Ilustración 15. Perfil longitudinal C1-C2.	64
Ilustración 16. Perfil longitudinal C2-C3	65
Ilustración 17 Perfil longitudinal C3-C4	65
Ilustración 18. Perfil longitudinal C4-C5	66
Ilustración 19. Perfil longitudinal C5-C6	67
Ilustración 20. Perfil longitudinal C6 cámara final.....	69
Ilustración 21. Distribución grafica de resultados en respuesta a encuesta dirigida a la población sobre el alcantarillado	81
Ilustración 22. Gráfica de resultado de encuesta a la población del sector Santa Elena de Bucay con el método de escalamiento de Likert de escalamiento de Likert	83

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación por Google earth.	89
Anexo 2. Ubicación de la zona a estudiar	90
Anexo 3. Ubicación de las viviendas de la zona.....	91
Anexo 4. Ubicación final de toda la zona de las viviendas	92

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales desafíos que enfrentan las zonas rurales del Ecuador es la falta de infraestructura básica para el saneamiento de aguas servidas. Esta situación es más grave de lo que parece, ya que no contar con un sistema adecuado de alcantarillado sanitario tiene consecuencias directas en la salud de la población, en el cuidado del medio ambiente y en el desarrollo social y económico de las comunidades. En el caso del sector Santa Elena, perteneciente al cantón Bucay, esta problemática es evidente. Actualmente, los habitantes no disponen de una red de alcantarillado que permita evacuar correctamente las aguas residuales, por lo que recurren a pozos sépticos artesanales o simplemente descargan los desechos en fuentes hídricas cercanas, lo cual genera contaminación y deteriora los recursos naturales.

Esta realidad pone en riesgo constante a los pobladores, especialmente a niños, adultos mayores y personas con condiciones de salud vulnerables. Además, la presencia de aguas contaminadas en el entorno limita el uso seguro del suelo y del agua, lo que afecta también a las actividades agrícolas y ganaderas, principales fuentes de ingreso en la zona. Por otro lado, esta deficiencia impide que el sector pueda crecer de forma ordenada y sostenible, ya que ningún desarrollo urbano o habitacional puede consolidarse sin garantizar primero servicios básicos adecuados.

Frente a este contexto, el presente trabajo de titulación propone el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el sector de Santa Elena, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, proteger el medio ambiente y apoyar al desarrollo sostenible de la comunidad. Este proyecto se fundamenta en la necesidad urgente de dar respuesta a una problemática que ha sido desatendida durante años, y que hoy exige soluciones técnicas eficientes, pero también socialmente aceptadas por la población.

Para lograr esto, se aplicará una metodología con enfoque mixto, que permitirá combinar información técnica (levantamientos topográficos, caudales, tipo de suelo, entre otros) con datos sociales y ambientales recogidos mediante encuestas y

observación directa. Además, se utilizarán herramientas digitales especializadas para simular y validar el diseño del sistema propuesto. Todo esto se desarrollará en cumplimiento de las normativas nacionales de saneamiento y teniendo como base principios de sostenibilidad, de modo que la solución no solo sea técnicamente viable, sino también ambientalmente responsable y económicamente ejecutable.

El desarrollo de esta propuesta es importante porque permitirá no solo solucionar una necesidad básica del sector, sino también abrir la puerta a futuras inversiones, mejoras urbanas y proyectos comunitarios. Un sistema de alcantarillado bien diseñado no es simplemente una obra civil, sino un paso firme hacia el bienestar colectivo y la equidad social. Por ello, este estudio busca aportar, desde la ingeniería, una solución concreta a una problemática real que afecta a cientos de familias en Santa Elena, Bucay.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1. Tema

Diseño del sistema de alcantarillado para recolección de aguas servidas en el sector Santa Elena – Bucay

1.2. Planteamiento del Problema

En la zona de Santa Elena, Bucay, no hay un correcto sistema de alcantarillado sanitario, lo que ha provocado problemas ambientales y al deterioro de la calidad de vida de los habitantes. En este caso las aguas residuales son dispuestas de manera incorrecta a través de los pozos sépticos de forma directa de fuentes de aguas cercanas con lo cual aumenta la tasa de riesgo de enfermedades infecciosas y mejora la calidad de los recursos naturales de la zona. Esta situación genera pausas en el desarrollo socioeconómico de la comunidad con lo cual pone en riesgo la sostenibilidad a largo plazo. Para resolver el problema se deben establecer los lineamientos y línea base del proyecto, que permitirán establecer el diseño del sistema de alcantarillado; por tanto, será necesario: Levantar información de campo, Proponer el trazado de la red de recolección, Calcular la Población futura, escoger una dotación y calcular el caudal. Diseñar la red de recolección y construir la planilla de cálculo. Evaluar técnica y económicamente el sistema diseñado.

1.3. Formulación del Problema

- ¿De qué manera el diseño de un sistema de drenaje sanitario en Santa Elena puede favorecer a su mejora de las condiciones de la salud pública y así disminuir el riesgo ambiental para asegurar el crecimiento sostenible los habitantes de esa comunidad?
- ¿Cómo afecta la carencia de un sistema de alcantarillado sanitario en Santa Elena, Bucay, al ambiente, la salud pública y al desarrollo socioeconómico de la comunidad?

1.4. Objetivo General

Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, para la recolección y conducción de aguas servidas en el sector Santa Elena del cantón Bucay, y mejoramiento de las condiciones sanitarias, ambientales y de salubridad de la población.

1.5. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del sector Santa Elena - Bucay, abarcando fundamentos teóricos, antecedentes técnicos, aspectos topográficos, densidad poblacional y condiciones sanitarias, para análisis de las necesidades prioritarias y selección de soluciones sostenibles relacionadas con la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario.
- Elaborar el diseño hidráulico y sanitario del sistema de alcantarillado sanitario, mediante cálculo de caudales, trazado de redes, selección de tuberías y elementos complementarios conforme a normativas técnicas-ambientales vigentes.
- Elaborar un presupuesto detallado y un cronograma de actividades que permitan la estimación de costos y tiempos para la implementación del servicio de alcantarillado de aguas servidas en el sector de Santa Elena, Bucay, garantizando una planificación eficiente y ajustada a las normativas técnicas y financieras aplicables.

1.6. Idea a Defender / Hipótesis

La implementación del sistema de alcantarillado sanitario en el sector de Santa Elena, Bucay, ayudará a la reducción de los impactos ambientales no favorables y fomentará en el desarrollo socioeconómico sostenible de la zona de los habitantes. Esta conclusión es "Cualitativo: El objetivo fue conocer las necesidades y percepciones de la comunidad de Santa Elena respecto a los problemas causados por la falta de un sistema de alcantarillado sanitario. Esto incluye análisis socioeconómicos en donde se recopilan datos descriptivos sobre

la calidad de vida y la sostenibilidad.

Cuantitativamente se incluye la compilación y análisis de datos sobre los niveles de contaminación y evaluaciones de ingeniería para desarrollar posibles sistemas de aguas residuales.

1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad

Tabla 1.
Línea de investigación

Línea de Investigación Institucional	Descripción	Relación con el Estudio
Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Estudia el impacto ambiental y territorial de las infraestructuras, promoviendo el uso de materiales y tecnologías sostenibles en la construcción.	El estudio del alcantarillado en Santa Elena, Bucay, busca mitigar la contaminación ambiental y mejorar la calidad de vida mediante un sistema eficiente y sostenible.

Elaborado por: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2025)

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Antecedente

En el país de Ecuador, según el saneamiento básico es un derecho indispensable y un requisito previo para la salud pública y el desarrollo sostenible. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2023), dice que aproximadamente el 24% de las zonas rurales del Ecuador no cuentan con sistemas de alcantarillado sanitario adecuados, esta escasez provoca un aumento de enfermedades infecciosas y limita el desarrollo económico y social en las comunidades afectadas, en la localidad de Bucay, Santa Elena Santa Elena. La falta de un sistema de alcantarillado ha ocasionado problemas ambientales y de salud, estos estudios recientes han demostrado que la mala gestión de las aguas residuales en la zona ha agravado la contaminación del agua y la propagación de enfermedades transmitidas por el agua, según la Organización Mundial de la Salud OMS (2024), la falta de infraestructura de saneamiento en las zonas rurales puede provocar un aumento de la incidencia de enfermedades gastrointestinales hasta en un 50%, entonces la comparación con otras zonas que han implementado sistemas sostenibles de aguas residuales, la provincia de Bucay está significativamente rezagada. Por ejemplo, en zonas similares con proyectos de drenaje adecuados, la contaminación del agua se redujo en un 30%, mientras que las enfermedades relacionadas con el saneamiento deficiente se redujeron en un 40%. Este estudio demostrará que la mejor opción para implementar los servicios de aguas residuales es Bucay, Santa Elena, dada su ubicación geográfica, densidad poblacional y necesidades prioritarias de salud.

2.1.2. Agua Residual Doméstica y Saneamiento

El agua residual doméstica genera de tareas diarias como la limpieza, la cocina y el uso de instalaciones sanitarias. Estos desechos incluyen materia orgánica, gérmenes y sustancias químicas nocivas. Un manejo inapropiado resulta en la

contaminación de cuerpos de agua, la difusión de enfermedades y el daño al medio ambiente. La gestión básica de saneamiento, que abarca la recolección y el tratamiento de estas aguas, es fundamental para prevenir consecuencias adversas. Su adecuada ejecución disminuye riesgos para la salud y asegura un entorno saludable y seguro.

2.1.3. Parámetros para diseño del sistema de alcantarillado sanitario

Los sistemas de alcantarillado convencionales son lo más utilizados para recolectar y transportar aguas residuales mediante redes de tubería instaladas con pendiente, aprovechando el flujo por gravedad. Estas tuberías se ubican generalmente en calles o avenidas y conducen las aguas hacia una planta de tratamiento o punto de vertido autorizado.

Evaluación de proyecto

La evaluación de proyectos se lleva a cabo en tres etapas fundamentales, cada una con un nivel de detalle y análisis progresivo.

La primera etapa, conocida como perfil o identificación de la idea, consiste en una evaluación inicial basada en información previa y la experiencia de los involucrados, sin necesidad de realizar estudios de campo. En este punto, se realizan cálculos generales relacionados con la inversión requerida, los costos asociados y los posibles ingresos que generará el proyecto. El objetivo principal de esta fase es determinar si la idea es viable de manera preliminar, permitiendo tener una visión global del proyecto sin profundizar en aspectos técnicos o financieros complejos.

La segunda etapa, llamada estudio de prefactibilidad o anteproyecto, implica un análisis más detallado y riguroso del proyecto. Aquí se utilizan fuentes de información primarias, como investigaciones directas, y secundarias, como estudios previos o bases de datos, para obtener una comprensión más precisa. En esta fase, se examinan los aspectos técnicos del proyecto, se calculan los costos de manera más exacta y se realiza un análisis de la rentabilidad, considerando factores económicos y financieros. Esta información más precisa y detallada es fundamental

para que los inversionistas puedan evaluar los riesgos, los beneficios y la viabilidad del proyecto antes de tomar decisiones definitivas.

En conjunto, estas dos primeras fases permiten avanzar de una idea general a un análisis más completo y fundamentado, proporcionando una base sólida para decidir si el proyecto debe continuar a fases más avanzadas de desarrollo.

La última fase, conocida como proyecto definitivo, perfecciona y concreta la información recopilada en las etapas anteriores. Se incorporan detalles como los métodos de comercialización, contratos, cotizaciones actualizadas y planos arquitectónicos. Si el anteproyecto fue bien desarrollado, esta etapa solo afianza la decisión de inversión sin modificar su viabilidad (Agroproyectos, 2020).

En el caso del diseño de un sistema de alcantarillado sanitario en Santa Elena, Bucay, este proceso de evaluación es fundamental para garantizar su viabilidad y éxito. En la primera fase, se identificaría la problemática de saneamiento y se harían estimaciones preliminares sobre costos e inversión. En la etapa de prefactibilidad, se realizarían estudios técnicos y socioeconómicos para analizar las condiciones del terreno, el impacto ambiental y la tecnología más adecuada para la recolección y tratamiento de aguas residuales. Finalmente, en la fase de proyecto definitivo, se afinarían los detalles constructivos, se definirían los proveedores, se establecerían contratos y se generarían los planos de la infraestructura. Un enfoque estructurado permitirá desarrollar una solución eficiente que mejore la salud pública, proteja los recursos naturales y fomente el desarrollo sostenible de la comunidad.

Desarrollo sostenible para el diseño

Los cambios en la forma de pensar, actuar y consumir de las personas han impactado de manera significativa los espacios que antes se mantenían de forma sostenible en la sociedad. En este sentido, la educación y el cuidado juegan un papel clave en la conservación de estos entornos.

La formación de los diseñadores combina el conocimiento teórico con el desarrollo de habilidades prácticas y la gestión de proyectos propios de la disciplina.

No se limita a comprender conceptos, sino que también fomenta la creatividad, el pensamiento crítico y la capacidad de resolver problemas en contextos reales.

Enseñar diseño con un enfoque sostenible implica analizar los proyectos desde una perspectiva ambiental y profesional, considerando el impacto de las decisiones de diseño en el entorno. Este enfoque integra diversas áreas del conocimiento y aplica principios de sostenibilidad en los proyectos educativos, promoviendo soluciones responsables e innovadoras.

Además, es fundamental que la formación esté alineada con las dinámicas del mundo laboral y los retos del futuro. Esto prepara a los estudiantes para adaptarse a los cambios tecnológicos, sociales y ambientales, dotándolos de las competencias necesarias para enfrentar los desafíos del mercado y aportar soluciones creativas y sostenibles (Bedoya García, Serna Porras , & Sánchez Osorio , 2021).

Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible consiste en atender las necesidades del presente sin perjudicar los recursos y las oportunidades de las futuras generaciones. Este análisis subraya la importancia de crear un sistema de saneamiento que no solo solucione los desafíos actuales, sino que también ofrezca beneficios sostenibles en el plano ambiental, económico y social (López, 2020).

Para lograr este tipo de desarrollo, es esencial coordinar diversos enfoques:

- Político: Promover una participación y auténtica en los procesos de toma de decisiones, favoreciendo la transparencia y la inclusión.
- Económico: Contar con los recursos necesarios y tener los conocimientos técnicos adecuados para asegurar que los proyectos sigan adelante con éxito y generen confianza.
- Social: Resolver las desigualdades y tensiones originadas por un desarrollo desequilibrado, ofreciendo soluciones justas y equitativas.
- Productivo: Cumplir con la responsabilidad de proteger los ecosistemas y la base ecológica que sustenta el crecimiento.
- Tecnológico: Fomentar la innovación para encontrar soluciones que

aumenten la eficiencia y disminuyan los impactos negativos.

- Internacional: Promover modelos sostenibles de comercio y financiación que faciliten la cooperación entre países y comunidades.
- Administrativo: Ser flexible, adaptándose y corrigiendo los errores para asegurar una gestión eficiente de los recursos.

La implementación de un sistema de saneamiento en Santa Elena, Bucay, no solo mejoraría la calidad de vida y la salud pública, sino que también apoyaría un modelo de desarrollo sostenible basado en estos principios. Este enfoque integral garantizaría soluciones efectivas, inclusivas y duraderas, manteniendo un balance entre el bienestar de las personas y la protección del entorno natural.

Diseño de proyectos de desarrollo sostenible

Determinar el problema que un proyecto pretende solucionar es el paso más importante en la reinversión, ya que define su orientación y diseño. Este problema debe afectar a una población específica y ser una prioridad para el Estado o terceros bajo un enfoque de proyecto. Por lo general, se trata de una situación negativa, una necesidad insatisfecha o una oportunidad de mercado poco aprovechada.

Es fundamental que el problema sea muy específico para ser abordado mediante un proyecto, pero también amplio para permitir diversas soluciones. Un error frecuente en el diseño es identificar mal el problema, lo que puede empeorar la situación en lugar de resolverla. Esto sucede cuando se confunde la falta de una solución con el problema en sí.

Los problemas pueden detectarse a través de estudios sectoriales, informes oficiales, denuncias ciudadanas o planes estratégicos institucionales. Para evitar errores, es crucial analizar bien el problema antes de definirlo como el punto central del proyecto (Vigo et al., 2018).

2.1.4. Conceptos Básicos

Aguas Servidas y Tipos de Aguas Residuales

Las aguas servidas son aquellas contaminadas por el uso doméstico, comercial o industrial. Se clasifican en:

- Domésticas: Proviene de hogares y establecimientos.
- Industriales: Generadas por procesos productivos.
- Agrícolas y ganaderas: Relacionadas con actividades del campo.
- Urbanas: Mezcla de aguas pluviales, domésticas e industriales.

Características y Clasificación de las Aguas Residuales Domésticas

Las aguas residuales domésticas, también llamadas aguas servidas, son aquellas que se generan a partir de actividades diarias en los hogares, como el uso de inodoros, duchas, lavabos, lavadoras y cocinas. Estas aguas contienen una combinación de residuos tanto orgánicos como inorgánicos, sólidos en suspensión, grasas, aceites, detergentes, patógenos y otros contaminantes, cuyos niveles varían según los hábitos de consumo de la población (Andena Water Treatment, 2023).

Desde una perspectiva físico-química, las características más significativas son las siguientes:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Evalúa la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para descomponer la materia orgánica.
- Demanda Química de Oxígeno (DQO): Representa la cantidad total de sustancias químicas que pueden ser oxidadas.
- Sólidos Totales y Sólidos Suspendidos: Indican la cantidad de partículas sólidas presentes en el agua.
- Nutrientes: Incluyen nitrógeno, fósforo y potasio, que pueden causar eutrofización si no se manejan adecuadamente.
- pH, turbidez, color y olor: Son parámetros esenciales para valorar el

grado de contaminación.

Desde un enfoque biológico, estas aguas pueden tener bacterias, virus, protozoos y parásitos que constituyen un peligro para la salud humana si no se tratan de manera correcta.

De acuerdo con su origen y composición, las aguas residuales domésticas se dividen en:

- Aguas grises: Proviene de lavamanos, duchas y lavanderías; generalmente tienen una carga contaminante menor.
- Aguas negras: Proviene de los inodoros y contienen un alto nivel de materia orgánica y patógenos.

El estudio de estas características es crucial para crear sistemas de tratamiento y redes de alcantarillado adecuados que prevengan efectos nocivos en el medio ambiente.

Importancia del Manejo Adecuado de Aguas Residuales

El manejo efectivo de las aguas residuales domésticas es esencial para asegurar la salud de la población, proteger los recursos hídricos y mantener el equilibrio del medio ambiente. En áreas rurales como Santa Elena, Bucay, donde no hay sistemas organizados para recoger y tratar estas aguas, el mal manejo provoca la contaminación del suelo y de los cuerpos de agua, tanto superficiales como subterráneos. Esto a su vez fomenta la aparición de vectores y enfermedades como las gastrointestinales, dermatológicas y respiratorias (Contyquim, 2025).

La adecuada administración de las aguas residuales trae consigo varios beneficios:

- Disminuye las enfermedades que se transmiten a través del agua contaminada, tales como el cólera, la hepatitis, la fiebre tifoidea y las diarreas.
- Protege los ecosistemas, impidiendo que los nutrientes y los sólidos suspendidos dañen los ríos, lagos y suelos fértiles.

- Impulsa el desarrollo social y económico, ya que comunidades sanas y con un buen sistema de saneamiento tienen acceso a mejores oportunidades.
- Facilita un uso sustentable del agua, permitiendo incluso su reutilización tras un tratamiento adecuado.

La elaboración de un sistema de alcantarillado eficiente, como se propone en este estudio, constituye una solución integral que no solo mejora la calidad de vida, sino que también minimiza el impacto ambiental y contribuye al desarrollo sostenible de comunidades en situación vulnerable.

Topografía

La topografía es una disciplina dentro de las ciencias geodésicas que se encarga de estudiar y aplicar métodos para representar con exactitud un terreno, incluyendo sus características naturales y las modificaciones hechas por el ser humano. Para ello, es fundamental el uso de instrumentos especializados que faciliten las mediciones necesarias.

Por su parte, la geodesia es la base de la topografía. Esta ciencia, que se originó en la civilización egipcia, proviene del griego y significa "división de la tierra" (gi: tierra, daisia: división). Su enfoque principal es determinar con precisión la posición de puntos en la superficie terrestre, permitiendo así comprender su forma y dimensiones.

En el campo de la ingeniería civil, la topografía juega un papel clave en todas las etapas de una obra. Su aplicación comienza con la elaboración del proyecto arquitectónico, que se basa en un plano topográfico del sitio donde se llevará a cabo la construcción. Luego, en la fase de movimiento de tierras, se emplean métodos topográficos tanto en la planificación como en la ejecución para verificar el trabajo realizado. Posteriormente, se realiza el replanteo, que consiste en trasladar el diseño del plano al terreno mediante técnicas topográficas. Finalmente, durante la construcción, estos procedimientos permiten monitorear y controlar el desarrollo del proyecto (Bastida, 2024)

En términos generales, la topografía se aplica en la ingeniería civil para:

- La elaboración de planos topográficos.
- El replanteo de estructuras en el terreno.
- La supervisión y control en la ejecución de obras.

En la topografía, existen varios tipos de levantamientos cómo:

- Levantamientos de terreno: Los levantamientos limítrofes o catastrales se utilizan para delimitar terrenos, siendo el término "catastral" el más comúnmente empleado cuando se trata de propiedades privadas.
- Los levantamientos topográficos: se emplean para identificar y medir el terreno, incluyendo sus accidentes geográficos y variaciones. Gracias a estos estudios, es posible obtener datos precisos sobre la altura y ubicación de elementos naturales o contruidos, como edificios, caminos o cuerpos de agua, lo que permite representarlos en planos detallados.
- Los levantamientos de vías de comunicación: se utilizan para ubicar elementos naturales o contruidos a lo largo del trazado de carreteras, vías férreas, canales, tuberías o líneas eléctricas. También ayudan a colocar estacas de referencia y calcular los volúmenes de tierra que se deben mover en la obra.
- Los levantamientos urbanos o municipales: se enfocan en diseñar calles, definir los límites de propiedades y ubicar servicios públicos. Estos levantamientos se asocian con los estudios topográficos que se realizan en ciudades o sus alrededores para planificar su crecimiento y desarrollo.
- Los levantamientos de construcción: Facilitan la identificación de estructuras y la definición de puntos esenciales para llevar a cabo una obra. Son importantes en proyectos como urbanizaciones, edificaciones y lotificaciones. Se consideran levantamientos planimétricos, ya que cubren áreas relativamente pequeñas. Sin embargo, no son lo suficientemente precisos para delimitar fronteras estatales o nacionales, que abarcan superficies

mucho más grandes.

- Debido a la curvatura de la Tierra, un arco de 18.5 kilómetros de longitud es aproximadamente 1.5 centímetros más largo que la distancia en línea recta. Aunque esta diferencia parece insignificante, en grandes extensiones las variaciones en la dirección pueden ser más notorias que los errores en la medición de distancia.
- Los levantamientos geodésicos: toman en cuenta la curvatura terrestre, ya que nuestro planeta no es una esfera perfecta, sino un esferoide achatado en los polos y más ancho en el ecuador (unos 21.5 kilómetros de diferencia). Por esta razón, estos levantamientos se utilizan en áreas grandes y son clave en la planificación y control de proyectos de construcción, representando aproximadamente el 60 % de la topografía aplicada en este sector.

Saneamiento

El saneamiento comprende el acceso a agua limpia y segura para el consumo humano, el tratamiento adecuado de las aguas residuales y la gestión responsable de los residuos sólidos. Estos servicios son esenciales para proteger la salud pública y garantizar un entorno seguro. Sin embargo, en las áreas rurales, este proceso enfrenta grandes dificultades debido a la limitada capacidad financiera y técnica de las autoridades municipales, lo que impide implementar soluciones efectivas y sostenibles.

A pesar de estas restricciones, se están explorando alternativas para mejorar las condiciones de vida de las personas que habitan en estas comunidades. Entre las estrategias destacan la construcción de infraestructuras sostenibles que permitan el acceso permanente a servicios básicos y la aplicación de programas que fomenten prácticas responsables en el manejo del agua y los desechos. El objetivo principal es crear un entorno más saludable y seguro, reduciendo los riesgos asociados a la falta de saneamiento y mejorando la calidad de vida de la población rural (Olmedo, 2021)

Un ejemplo claro de los problemas causados por la falta de un sistema de saneamiento adecuado se presenta en la zona de Santa Elena, Bucay. La inexistencia de un sistema eficiente de alcantarillado sanitario ha generado un aumento significativo en la contaminación del entorno. Las aguas residuales son eliminadas a través de pozos sépticos que, debido a su mal diseño y mantenimiento deficiente, no funcionan correctamente. Esta mala gestión ha provocado un incremento de enfermedades infecciosas, especialmente las relacionadas con el agua contaminada, y ha causado un deterioro constante de los recursos naturales, como el suelo y las fuentes de agua cercanas.

La falta de saneamiento no solo afecta la salud de los residentes, sino que también impacta negativamente en la calidad de vida y limita el crecimiento económico y social de la comunidad. Los altos niveles de contaminación dificultan el aprovechamiento de los recursos locales, reducen las posibilidades de desarrollo sostenible y obligan a algunos habitantes a buscar mejores condiciones en otras áreas. Además, las enfermedades provocadas por la exposición a ambientes insalubres aumentan los gastos médicos y disminuyen la productividad de la población, lo que agrava aún más la situación.

Para resolver este problema de manera efectiva, es necesario realizar estudios técnicos y socioeconómicos que justifiquen la urgencia de implementar un sistema de drenaje sanitario adecuado. Estos análisis permitirían evaluar la viabilidad del proyecto, calcular los costos de construcción y mantenimiento, y diseñar soluciones adaptadas a las necesidades de la zona. Es fundamental que el sistema propuesto cumpla con las normas nacionales de saneamiento y medio ambiente, asegurando así un equilibrio entre la mejora de las condiciones de vida de los habitantes y la protección de los recursos naturales.

En conclusión, la falta de un sistema de alcantarillado sanitario en Santa Elena, Bucay, representa un desafío importante que afecta tanto la salud pública como el desarrollo socioeconómico. Implementar un sistema de saneamiento adecuado, respaldado por estudios detallados, es esencial para mejorar las condiciones de vida, proteger el medio ambiente y garantizar un futuro sostenible para la comunidad.

Aguas Residuales

Las aguas residuales domésticas, o aguas servidas, provienen de las actividades diarias como cocinar, lavar o bañarse. Estas aguas se vierten en sistemas de alcantarillado o directamente al medio ambiente sin el tratamiento adecuado. Su composición varía, e incluye sólidos suspendidos, compuestos orgánicos biodegradables, metales pesados, nutrientes y contaminantes inorgánicos. Debido a los cambios en sus características fisicoquímicas y biológicas, no son aptas para el consumo humano sin un proceso de purificación previo.

La caracterización de estas aguas implica analizar factores como el olor, color, temperatura, turbidez, sólidos totales y la presencia de sustancias como nitratos, sulfatos, cromo, hierro, cloruros, calcio, zinc y el pH. Estos análisis son fundamentales para evaluar la calidad del agua y determinar el tratamiento necesario antes de su eliminación o posible reutilización (Osorio-Rivera, 2021).

De acuerdo con la UNESCO, cerca del 80% de las aguas residuales son devueltas al ecosistema sin tratamiento ni reutilización, lo que representa un desafío significativo en la gestión del recurso hídrico (ONU, 2020).

El agua residual se puede dividir en diferentes categorías según su cantidad, los elementos que la componen o sus características. En función de su fuente de origen, se clasifica en 4 grandes tipos:

- Aguas residuales domésticas: Se refieren a aquellas que provienen en viviendas y establecimientos de servicios debido a las actividades diarias. Suelen contener residuos orgánicos y microorganismos.
- Aguas residuales industriales: Se generan en procesos industriales y comerciales, como en fábricas y centros de producción. Estas aguas pueden presentar contaminantes químicos y metales pesados.
- Aguas residuales agrícolas y ganaderas: Proviene de actividades del sector primario, principalmente de la ganadería. Aunque el riego es el principal uso del agua en la agricultura, algunas prácticas también producen desechos hídricos.
- Aguas residuales urbanas: Son una mezcla de aguas domésticas e

industriales, además de aquellas arrastradas por la lluvia, que pueden transportar contaminantes del ambiente (Telwesa, 2024).

Pendiente

La pendiente de la tubería es un parámetro fundamental en el diseño del alcantarillado sanitario, ya que determina la capacidad del sistema para transportar las aguas residuales por gravedad. Una pendiente adecuada permite mantener el flujo continuo, evitar sedimentos y minimizar la necesidad de bombeo.

En la práctica, según Molist López (2019) “Todos los componentes de un sistema de aguas servidas deben contar con una pendiente adecuada, la cual depende de factores como el diámetro de la tubería y el material del que están hechas.” Por tanto, en este trabajo de investigación es esencial y muy importante tener una buena pendiente o inclinación.

Ecuación de Manning

La rapidez del agua que circula por las tuberías debe permanecer en un intervalo que asegure la limpieza del sistema y evite la acumulación de sólidos. Este ritmo depende de la inclinación del tubo, el tipo de flujo (si es laminar o turbulento), el material de la tubería y el volumen de agua que se transporta.

Los valores sugeridos para el diseño hidráulico varían entre 0.6 m/s y 3.0 m/s. Una velocidad menor podría ocasionar la acumulación de sedimentos, mientras que una velocidad mayor puede provocar desgaste anticipado en las tuberías. Igualmente, mantener una velocidad adecuada ayuda a que el sistema funcione de manera eficaz y a disminuir la generación de olores desagradables y gases dañinos.

El valor de las velocidades en tramos por gravedad se calcula mediante la fórmula de Manning (Ayuntamiento de Siero):

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

Siendo:

V = velocidad media (m/s)

n = coeficiente de Manning

R = radio hidráulico (m)

I = pendiente (m/m)

- Cálculos de diseño

Para garantizar el correcto funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, es necesario considerar varios componentes adicionales al caudal doméstico, entre los que destacan el caudal de infiltración y los caudales ilícitos. Estos elementos influyen directamente en el dimensionamiento de la red, ya que incrementan el volumen total de agua a evacuar.

- Caudal de infiltración

El caudal de infiltración es el flujo de agua subterránea que se refiere al total de agua que entra al sistema de alcantarillado por medio de uniones defectuosas, tubos dañados o pozos de inspección que no están correctamente sellados. Esta entrada inesperada puede saturar la red y causar excesos en las bombas o en las instalaciones de tratamiento. Es un aporte adicional de caudal estimado. Este parámetro se calcula por las características de permeabilidad que presenta el suelo de la zona de estudio. Se obtiene multiplicando el coeficiente de infiltración por el área tributaria. Aunque, otro criterio equivalente es el de considerarlo como un aporte de caudal por unidad de longitud de tubería, por lo que sus unidades serían $L/(s \cdot km)$. En este sentido, se consideró en base a una referencia bibliográfica de la empresa Interagua que, dado que los suelos ubicados en las cercanías de la sierra ecuatoriana son menos permeables por su composición rocosa, se fijó un valor de $0.1 L/(ha \cdot s)$ del área drenada (PADILLA GARATE, 2021).

- Caudales ilícitos

También conocido como “caudal de conexiones erradas”. Representa el aporte de caudal proporcionado por conexiones clandestinas a la red

sanitaria. Además, por la costumbre de los hogares de conectar bajantes de aguas lluvia a la red sanitaria domiciliaria. Se considera como un 20% del caudal máximo de aguas negras. Sin embargo, al igual que el caudal de infiltración, para este parámetro se utilizó un criterio basado en el área drenada. Por lo que para la presente investigación se fijó en un valor de 0.05 L/(ha*s) considerando la baja densidad poblacional y la climatología del cantón (PADILLA GARATE, 2021).

2.1.5. Componentes del sistema de alcantarillado sanitario

El sistema de desagüe sanitario está formado por varios elementos que se encuentran conectados entre sí, facilitando la recolección, el transporte y la eliminación de las aguas negras producidas por los usuarios. Cada parte desempeña un rol particular en la red, y es fundamental elegir y dimensionar adecuadamente estos componentes para garantizar la eficacia del sistema.

Diámetros de tubería

- Diámetro interior (mm):

El diámetro interno de un tubo de PVC se mide en milímetros y hace referencia al espacio interno por el que fluye el líquido. Este valor es esencial para calcular la capacidad de flujo del tubo, ya que determina la cantidad de líquido o gas que puede ser transportado en un tiempo determinado.

- Diámetro exterior (mm):

El diámetro externo también se cuantifica en milímetros y indica la medida total de la tubería, abarcando el grosor de sus paredes. Esta medida es crucial para analizar la resistencia del tubo ante presiones o cargas externas.

- Diámetro nominal (in):

El diámetro nominal de una tubería de PVC se expresa en pulgadas y se refiere a una medida estándar empleada para reconocer y clasificar el tamaño del tubo. A diferencia de los diámetros interno y externo, el

nominal no corresponde a una medición física precisa, sino que se utiliza para facilitar la compatibilidad con conexiones, accesorios y otros componentes del sistema.

Tabla 2.

Tabla de diámetros de las tuberías de PVC en mm y pulgadas

<i>Diámetro nominal cañería</i>	<i>Diámetro exterior tubería</i>	<i>Diámetro interior tubería</i>
<i>PVC (pulgadas)</i>	<i>PVC (mm)</i>	<i>PVC (mm)</i>
1/2	21,34	15,80
3/4	26,67	20,80
1	33,40	26,60
1 1/4	42,16	35,00
1 1/2	48,26	40,00
2	60,32	52,00
2 1/2	73,02	65,00
3	88,90	78,00
4	114,30	104,00
5	141,30	131,00
6	168,30	157,00
8	219,10	206,00
10	273,00	256,00
12	323,90	307,00

Elaborado por: López (2023)

Ramales – Cajas domiciliarias

Los ramales son conductos secundarios que recogen las aguas residuales provenientes de las conexiones en los hogares. Estas tuberías suelen tener diámetros reducidos (de 100mm a 150mm) y están unidas a la red principal. Cada casa necesita tener una caja de inspección domiciliaria, que sirve como conexión entre la instalación interna de la vivienda y el sistema público. Asimismo, las cajas domiciliarias permiten realizar mantenimiento, inspecciones y control de desechos, y su ubicación debe cumplir con criterios técnicos para asegurar que sean accesibles y funcionales.

Según el blog de (FlowGuard Mx , 2022), “El "ramaleo" hace alusión a las tuberías y enlaces que dirigirán el agua desde la fuente de agua, el tinaco o la cisterna,

hacia los puntos de salida tales como mobiliarios (fregaderos, lavabos, duchas, bañeras), elementos sanitarios (inodoros) así como grifos y otros puntos de extracción, ya sean de agua fría o caliente”.

Colectores – Cámaras de inspección

La web site de (Innovaequipos, s.f), “Una cámara de inspección para cañerías es un equipo esencial para fontaneros y especialistas que requieren inspeccionar el interior de las tuberías con el fin de detectar inconvenientes”. Además de ser las tuberías que forman el sistema principal de desagüe, los colectores tienen la tarea de trasladar el agua acumulada desde los ramales hasta las instalaciones de tratamiento o puntos de descarga. Es esencial que estos conductos se diseñen teniendo en cuenta los caudales máximos, la inclinación adecuada y materiales que sean resistentes a la corrosión.

Por lo tanto, a lo largo del recorrido de los colectores se colocan cámaras de inspección, las cuales facilitan el acceso al interior del sistema para llevar a cabo tareas de limpieza y mantenimiento. Estas se instalan en secciones rectas a determinadas distancias o en lugares donde hay cambios de dirección, inclinación o diámetros.

Alcantarillado

El alcantarillado es una red de tuberías y estructuras diseñada para recolectar, transportar y eliminar las aguas residuales generadas tanto por actividades domésticas e industriales, como por las lluvias. Este sistema es esencial para manejar el agua proveniente de las actividades cotidianas, como el uso de agua en las viviendas, así como las precipitaciones, dirigiéndola hacia su disposición final, que puede ser una planta de tratamiento o un área de vertido controlado.

Sin embargo, el sistema de alcantarillado a menudo enfrenta vulnerabilidades debido a la falta de un mantenimiento adecuado en algunas áreas, lo que puede generar una serie de problemas. Estos incluyen el colapso de las tuberías, malos olores, obstrucciones en las redes y, en casos más graves, inundaciones. Estas fallas no solo afectan la infraestructura urbana, sino que también representan un serio

riesgo para la salud pública, ya que pueden facilitar la propagación de enfermedades transmitidas por el agua, afectando tanto la calidad de vida de las personas como el bienestar de la comunidad. Por esta razón, es fundamental mantener y actualizar constantemente estos sistemas para garantizar su funcionamiento adecuado y prevenir problemas que puedan poner en peligro la salud de la población (López Moreira et al., 2020).

Alcantarillado sanitario

El alcantarillado es un sistema que se encarga de recolectar y eliminar el agua utilizada en una comunidad, así como el agua de lluvia. Está compuesto por una red de tuberías y estructuras adicionales que permiten recoger y transportar las aguas residuales y la escorrentía pluvial. Es fundamental que cualquier población con acceso a agua potable cuente con un sistema de desagüe que facilite la evacuación del agua usada. Existen dos tipos de alcantarillado: el convencional y el no convencional (Hidrotec, 2018).

- Alcantarillado convencional: Los sistemas de alcantarillado convencionales son los más utilizados para recolectar y transportar aguas residuales. Están compuestos por redes de tuberías instaladas en calles y avenidas con pendiente que da paso al flujo por gravedad hacia la planta de tratamiento. Cada vivienda se conecta a la red mediante tuberías de desagüe, mientras que los buzones de inspección, ubicados en puntos estratégicos, facilitan la limpieza y evitan obstrucciones. Sin embargo, su uso en zonas rurales presenta desafíos, como la necesidad de excavaciones profundas que aumentan los costos, la construcción de cámaras de inspección más costosas y las dificultades para el desagüe en viviendas situadas a menor altura que la calle (Conventional sewers, 2010).
- Alcantarillado no convencional: Los sistemas de alcantarillado no convencionales representan la mejor alternativa para el saneamiento en comunidades pequeñas, especialmente aquellas con menos de 12,500 habitantes y con bajos recursos económicos. Debido a su menor costo en comparación con los sistemas convencionales, son una opción más

accesible para poblaciones con infraestructuras limitadas. Al momento de planificar un sistema de alcantarillado en estas localidades, se debe priorizar este tipo de solución e incluso considerarla como la única alternativa viable. Además, es fundamental realizar un análisis técnico detallado de los costos para garantizar su sostenibilidad y eficiencia a largo plazo (Conventional sewers, 2010).

Sistemas de alcantarillado

El tipo de sistema de alcantarillado que se implemente en una comunidad puede ser tradicional o alternativo, según las condiciones del lugar. Factores como el tipo de suelo, los recursos económicos disponibles y las necesidades de la población influyen en la elección del sistema más adecuado para asegurar su eficiencia y sostenibilidad.

Los sistemas que se utilizan son:

- Sistema de alcantarillado parcialmente separado:

En este sistema, el agua de lluvia que cae en los techos y patios de las viviendas se canaliza hacia la red de alcantarillado sanitario. Su finalidad es facilitar la evacuación del agua pluvial junto con las aguas residuales, evitando encharcamientos en las propiedades. Este método fue implementado en varias ciudades del Reino Unido como una estrategia para mejorar el drenaje urbano y reducir el riesgo de inundaciones (Civil Lead, 2019).

- Sistema de alcantarillado separado:

Este sistema está diseñado para transportar únicamente aguas residuales, dejando fuera el agua de lluvia. Fue desarrollado en Estados Unidos en 1879 como una opción más eficiente en el manejo de los desechos líquidos. Su principal beneficio es que, al no mezclar ambos tipos de agua, se requiere una infraestructura más pequeña, lo que reduce los costos de construcción. Además, el tratamiento del agua resulta más sencillo y económico, ya que solo se procesan las aguas

servidas sin la carga adicional del agua pluvial (Civil Lead, 2019).

2.1.6. Métodos de proyección poblacional

El aumento de la población es un elemento clave para calcular el tamaño de los sistemas de saneamiento, puesto que afecta de manera directa la proyección de los flujos futuros. Para anticipar la necesidad a lo largo de la duración del proyecto (que suele ser de 20 a 30 años), se utilizan diversos métodos de estimación demográfica, entre los cuales se destacan los siguientes:

Aritmética

El método aritmético considera un aumento constante de la población en intervalos fijos. Es uno de los métodos más básicos y se aplica cuando los datos históricos reflejan una tendencia lineal.

Según el blog de (Tutoriales al Día - Ingeniería Civil, 2021), “Este método puede ser útil para localidades reducidas, como las del campo; o para metrópolis grandes, cuyo desarrollo podría considerarse estabilizado (con escasa o nula expansión urbana)”. Se expresa mediante la siguiente formula:

$$P_f = P_0 + (n * r)$$

Donde:

Pf: Población futura

P0: Población actual

n: Número de periodos

r: Incremento poblacional promedio

Geométrico

En el informe de (Zenteno, 2017), “un aumento de la población de manera exponencial implica que esta se incrementa a una velocidad fija, lo que significa que cada intervalo de tiempo presenta el mismo aumento

proporcional, aunque en términos absolutos el número de personas aumenta crecientemente”.

Este enfoque se fundamenta en un aumento de la población que es proporcional, lo que significa que la población se incrementa según un porcentaje constante en cada intervalo de tiempo. Resulta más acertado para comunidades urbanas en desarrollo y se utiliza con la siguiente fórmula:

$$P_f = P_0 + (1 * r)^n$$

Donde:

Pf: Población futura

P0: Población base

n: Número de años proyectados

r: Tasa de crecimiento porcentual

2.1.7. Dotación de Agua potable

El consumo diario de agua potable sirve para calcular el caudal de diseño para el sistema. Para saber cuánto es el consumo de agua es necesario verificar algunos factores inherentes a la ubicación, localidad, clima y clase social. Las dotaciones designadas pueden variar de ciudad en ciudad, por tanto, los factores mencionados anteriormente modifican en la asignación del consumo de agua.

2.1.8. Dotación actual

Se refiere directamente a la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante para el consumo individual, a esto se le considera también los servicios y las pérdidas del sistema.

Tabla 3.
Dotación de agua

POBLACIÓN (Habt)	CLIMA	DOTACIÓN (Lt/habt/día)	MEDIA
Hasta 5.000	Frío	120 – 150	
	Templado	130 – 160	
	Cálido	170 – 200	

500 hasta 50.000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más 50.000	Frío	Mayor a 200
	Templado	Mayor a 220
	Cálido	Mayor a 230

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

2.1.9. Caudal de diseño

El caudal de diseño de las redes para recolección del agua residual surgirá de la proyección poblacional para el periodo de 20, 30 o más años y la dotación unitaria de agua potable prevista para las condiciones del sector, considerando un coeficiente de retorno 0,8 hasta 0,9 y se le adicionará eventualmente el caudal proveniente de aportes por conexiones ilícitas y la infiltración ocasionada por las lluvias.

El cálculo se efectuará de la siguiente forma:

$$Q = Q_m * F + Q_{c.i.} + Q_{inf}$$

Donde:

Q: Caudal de diseño (l/s)

Qm: Caudal medio de aguas residuales domésticas (l/s)

F: Factor de Mayoración

Qc.i.: Caudal de conexiones ilícitas

Qinf: Caudal por infiltración de agua de lluvia

Caudal medio (Qmed)

Seleccionada la dotación, calculada la población y establecido el coeficiente de retorno, es posible determinar el caudal de la actividad doméstica con la siguiente fórmula:

$$Q_{med} = \frac{C * P * D}{86400}$$

Donde:

Qm: Caudal medio de aguas residuales (l/s)

C: coeficiente de retorno
D: Dotación de agua potable (l/hab/día)
P: población (habt)

Caudal Máximo Horario (Q_{mh})

$$Q_{mh} = Q_{md} * F$$

$$F = \frac{(18 + \sqrt{P})}{(4 + \sqrt{P})}$$

Q_{md}: Caudal medio diario (l/s)
F: factor de mayoración Harmon
P: población

Caudal de conexiones ilícitas (Q_{cilic})

Debe considerarse un caudal adicional por conexiones ilícitas de aquellas viviendas que se conectan sin poseer una legalización previa de su predio; estos valores pueden variar entre 0,1 hasta 3,0 l/s/ha

Caudal por infiltración (Q_{inf})

Este caudal tiene en cuenta las aguas lluvias escurridas y filtradas al sistema de alcantarillado sanitario; también considera el agua del nivel freático cuando este se encuentra instalado en niveles muy profundos. El caudal de infiltración se calcula multiplicando el coeficiente de infiltración por el área tributaria.

Los sistemas nuevos serán diseñados con una infiltración que no exceda de 0,15 l/s/ha, siendo lo recomendable para los diseños de alcantarillado sanitario.

Tabla 4.
Tipos de infiltración

Tipo de Infiltración	Qinf
	(l/s/ha)
Alta	0,5
Media	0,3
Baja	0,1

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Dimensionamiento de tuberías

El dimensionamiento de tuberías para sistemas de alcantarillado sanitario implica calcular el diámetro adecuado considerando el caudal de agua residual, la gravedad, velocidad mínima y máxima, evitando sedimentación o erosión. Las tuberías con diámetros mínimos estándar son 8" equivalente a 200mm y aplicando la fórmula de Manning para secciones parcialmente llenas. Iguaes consideraciones debe tener el dimensionamiento de tuberías para ramales domiciliarios siempre que cumpla el diámetro mínimo 6" equivalente a 160mm.

En función de lo anteriormente expresado, el diámetro teórico de las tuberías secundarias se calculará utilizando la fórmula de Manning considerando sección llena:

$$D = \left[\frac{3,21 * Q * n}{S^{1/2}} \right]^{3/8}$$

Donde:

D: diámetro teórico (m).

Q: caudal de diseño (m³/s)

S: pendiente (m/m)

N: coeficiente de rugosidad de Manning. El valor de n debe ser considerado los mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 5.
Materiales

Material	n
Asbesto-Cemento	0,01
Concreto liso	0,013
Concreto áspero	0,016
Concreto pulido	0,011
Mortero	0,013
Piedra	0,025
PVC	0,009

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

El diámetro adoptado será el comercial inmediatamente superior al teórico. Luego se calculará para el diámetro adoptado, considerando la tubería como un canal de sección de segmento de círculo. El tirante líquido para el caudal de diseño será para que:

2.1. Marco Legal

El desarrollo, edificación y manejo de sistemas de saneamiento en el Ecuador está regulado por un conjunto de normativas técnicas, legales y ambientales que aseguran la adecuada planificación, operatividad e impacto sostenible de las infraestructuras. Específicamente en el cantón Bucay, perteneciente a la provincia del Guayas, se deben considerar tanto las regulaciones nacionales como las ordenanzas locales establecidas por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Bucay.

2.2.1. Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-HS)

La Normativa Ecuatoriana para la Construcción, en particular su parte dedicada a sistemas hidrosanitarios NEC-SE-HS (2015) capítulo 16 , se presenta como la herramienta técnica fundamental para el diseño y la edificación de redes de alcantarillado en Ecuador. Esta regulación, proporcionada por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), define los requisitos técnicos que deben seguir las instalaciones sanitarias, tales como las pendientes mínimas, los diámetros, los materiales de las tuberías, las cámaras de inspección y las velocidades para el autolavado. Su implementación garantiza que las infraestructuras alcancen los niveles necesarios de funcionalidad, durabilidad y seguridad para los usuarios. En el

ámbito del cantón Bucay, esta normativa sirve como la referencia básica sobre la cual se desarrollan los diseños técnicos para las redes de saneamiento.

2.2.2. Reglamento Ambiental del Sector Agua Potable y Saneamiento (RAS)

El (RAS, 2022) es un marco normativo que fue creado por la antigua SENAGUA (actualmente parte del MAATE) para regular aspectos técnicos y ambientales de los sistemas de suministro de agua y drenaje. Define requisitos mínimos para el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de estas infraestructuras, teniendo en cuenta los posibles efectos ambientales que puedan surgir. En cuanto al drenaje, el RAS establece métodos para asegurar la calidad de las aguas residuales, su disposición final, el dimensionamiento de los sistemas y la prevención de la contaminación. Esta normativa es especialmente importante para iniciativas en áreas rurales como Bucay, donde es esencial asegurar que el saneamiento básico no cause impactos negativos en el medio ambiente ni en la salud de la población.

2.2.3. Código Orgánico del Ambiente (COA)

El Código Orgánico del Ambiente, que ha estado en vigor desde 2018, actúa como la ley principal para el manejo ambiental en Ecuador. Define principios, derechos y responsabilidades en relación a la conservación del medio ambiente, junto con normas específicas sobre el tratamiento de aguas residuales. Respecto a los sistemas de drenaje, el COA demanda que cada proyecto incluya una evaluación de los impactos ambientales, la incorporación de tecnologías limpias y sistemas de monitoreo para prevenir la contaminación de fuentes de agua. Asimismo, requiere que las municipalidades aseguren que sus sistemas de saneamiento funcionen conforme a principios de sostenibilidad, eficacia y supervisión pública, lo cual es fundamental para lograr los objetivos del proyecto en Bucay.

2.2.4. Ordenanzas Municipales del Cantón Bucay

Las regulaciones emitidas por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Bucay abordan aspectos concretos relacionados con el uso del suelo, el desarrollo urbano y los servicios básicos, incluyendo el sistema de alcantarillado. Estas normas especifican las condiciones que deben cumplir los proyectos de redes

de saneamiento, los materiales que se pueden utilizar, las directrices para la conexión en hogares y los requisitos que deben seguirse para la autorización de obras por parte del municipio. En numerosos casos, estas regulaciones también determinan tarifas, responsabilidades de los usuarios y procesos de verificación técnica. Por lo tanto, cualquier iniciativa de infraestructura sanitaria en Bucay necesita ajustarse a estas regulaciones locales para poder obtener los permisos requeridos y asegurar su viabilidad tanto legal como técnica.

2.2.5. Normativas técnicas complementarias

Además de las regulaciones nacionales, hay estándares técnicos globales que sustentan el diseño correcto de sistemas de drenaje. Estas directrices ofrecen especificaciones concretas sobre los materiales, la calidad de producción, los procedimientos de prueba y la compatibilidad de los elementos. Si bien no son de obligado cumplimiento, su implementación mejora la calidad técnica de los proyectos y asegura durabilidad, efectividad y seguridad en su funcionamiento.

ASTM D3034: para tuberías de PVC utilizadas en redes de alcantarillado.

La norma ASTM D3034 describe las especificaciones técnicas necesarias para las tuberías de PVC que se utilizan en sistemas de alcantarillado por gravedad. Establece características en términos de diámetro, grosor, rigidez, resistencia y pruebas de calidad que las tuberías deben cumplir para asegurar su correcta instalación y funcionamiento. Su uso en proyectos garantiza un comportamiento hidráulico adecuado y una adecuada resistencia estructural ante cargas del terreno o del tráfico vehicular.

NSF/ANSI 14: para sistemas de plástico y componentes.

Esta norma especifica los estándares mínimos de rendimiento y calidad para sistemas plásticos, que abarcan tuberías, accesorios y los materiales empleados en redes de agua potable y sistemas de saneamiento. La norma NSF/ANSI 14 es frecuentemente utilizada como guía en las especificaciones técnicas de los fabricantes y en proyectos que pretenden asegurar altos niveles de seguridad,

resistencia a productos químicos y compatibilidad con otras tecnologías de saneamiento.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la investigación: (cuantitativo, cualitativo o mixto)

Enfoque Cuantitativo

Desde esta perspectiva se recopilan y examinan datos objetivos relacionados con la contaminación y la salud pública en la zona. Se hace uso de herramientas estadísticas para evaluar la gravedad del problema mediante cifras verificables, lo cual permite sustentar técnicamente la necesidad urgente de implementar un sistema de alcantarillado. Este respaldo numérico es esencial para tomar decisiones acertadas durante las distintas etapas del proyecto.

- Determinar mediante cifras los niveles actuales de contaminación.
- Recoger información sobre la frecuencia de enfermedades vinculadas a condiciones sanitarias inadecuadas.
- Estudiar indicadores técnicos que ayuden a dimensionar el problema.
- Brindar una base sólida y precisa para apoyar técnicamente las decisiones a tomar.

Enfoque Cualitativo

Desde esta perspectiva se recopilan y examinan datos objetivos relacionados con la contaminación y la salud pública en la zona. Se hace uso de herramientas estadísticas para evaluar la gravedad del problema mediante cifras verificables, lo cual permite sustentar técnicamente la necesidad urgente de implementar un sistema de alcantarillado. Este respaldo numérico es esencial para tomar decisiones acertadas durante las distintas etapas del proyecto.

- Determinar mediante cifras los niveles actuales de contaminación.
- Recoger información sobre la frecuencia de enfermedades vinculadas a condiciones sanitarias inadecuadas.
- Estudiar indicadores técnicos que ayuden a dimensionar el problema.

- Brindar una base sólida y precisa para apoyar técnicamente las decisiones a tomar.

Enfoque Mixto

El enfoque elegido es mixto ya que ayudará para esta investigación debido a que permite llevar a cabo de manera integral el problema sobre la falta de un sistema de alcantarillado sanitario en el sector de Santa Elena, Bucay. El enfoque tiene varios métodos cuantitativos, como por ejemplo la recolección de datos técnicos sobre contaminación ambiental, la recurrencia de enfermedades infecciosas y aproximaciones de tal manera que se podrá obtener una gran visión más completa y exhaustiva sobre el problema, teniendo en cuenta que se irá agregando la precisión de los datos estadísticos del análisis interpretativo, este es el enfoque a tratar ya que es fundamental para poder diseñar y crear soluciones que sean tanto técnicamente viables como socialmente aceptables por la comunidad, garantizando la efectividad, eficiencia y la sostenibilidad del proyecto a realizar.

3.1.1 Operacionalización de variables

Tabla 6.

Matriz de operacionalización de variables de la investigación.

VARIABLE	TIPO	DIMENSIÓN	INDICADOR	TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS	HERRAMIENTA	ESCALA DE DIMENSION
Topografía	Independientes	Relieve y pendientes	Porcentaje de pendiente del terreno	Levantamiento topográfico	Estación total	Razonamiento numérico
Población	Independientes	Demografía	Número de habitantes y proyección poblacional	Consulta de datos secundarios y encuestas	Censos INEC, encuestas comunitarias	Cantidad de personas
Diámetro tubería	Independientes	Diseño hidráulico	Diámetro nominal en mm/pulgadas según caudal proyectado	Cálculo técnico / revisión normativa	NEC-SE-HS / tablas técnicas	Escala de razón
Diseño red de alcantarillado sanitario.	Dependiente	Sistema de recolección	Longitud, pendiente, diámetro, profundidad,	Modelado y simulación	SewerGEMS / Revit / planos	Escala técnica / continua

elementos
auxiliares

Elaborado: Guartatanga y Miranda (2025)

3.2. Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional)

Alcance Exploratorio

Este trabajo tiene un carácter exploratorio porque se enfoca en conocer de forma general y preliminar el contexto en el que se presenta la falta de un sistema de alcantarillado en Santa Elena. El objetivo es abrir camino al entendimiento de una situación que no ha sido estudiada con profundidad, identificando elementos clave que pueden influir en ella. Se busca observar cómo interactúan distintos factores sanitarios, sociales y ambientales, sin llegar aún a establecer relaciones causales directas.

Alcance Descriptivo

También se aborda un enfoque descriptivo, ya que se pretende mostrar con detalle cómo se ve afectada la comunidad ante la ausencia del sistema de alcantarillado. Se organiza la información sobre las consecuencias visibles del problema, como el deterioro de la salud de los habitantes, los daños al medioambiente y la disminución en la calidad de vida. Esta descripción permite obtener una visión clara de la situación y sirve de base para diseñar estrategias adecuadas para resolverla.

Alcance Correlacional

El alcance es correlacional, porque busca identificar y analizar las relaciones entre las variables involucradas en el problema, específicamente se pretende explorar cómo la falta de un sistema correcto de alcantarillado sanitario en el sector de Santa Elena, Bucay, lo cual está vinculada con el incremento de las enfermedades infecciosas, el deterioro ambiental y las afectaciones socioeconómicas de la comunidad, con esto permite que el enfoque pueda establecer conexiones claras entre la falta de infraestructura sanitaria y sus impactos en la calidad de vida, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo de la zona, proporcionando como entregable una base sólida para diseñar estrategias que respondan a las necesidades detectadas en el alcance.

3.3. Población y muestra

La identificación de la población para este estudio se basará en las características del sector de Santa Elena, Bucay, con un enfoque en los residentes y las condiciones socioeconómicas y ambientales de la zona afectada. Al implementar un enfoque mixto, se aplicarán técnicas de muestreo representativo que permitan recopilar información específica y relevante sobre la problemática del sistema de alcantarillado sanitario. En cuanto a la investigación cualitativa, el muestreo estará diseñado para profundizar en las vivencias y percepciones de la comunidad, complementado con la revisión de documentos técnicos y normativas aplicables. Esto garantizará un análisis riguroso, detallado y eficaz que sustente los resultados y la solución propuesta.

3.3.1. Descripción del Objeto de Estudio

Este estudio se centra en la zona de Santa Elena, ubicada dentro del cantón Bucay, en la provincia ecuatoriana de Guayas. Esta área, eminentemente rural, confronta serias carencias en su sistema de salud pública, especialmente en lo concerniente al manejo y disposición de las aguas servidas. Actualmente, los habitantes de esta región no cuentan con un sistema apropiado de alcantarillado, lo que ha provocado la creación de fosas sépticas rudimentarias y descargas directas en fuentes hídricas, generando así graves problemas de polución, daño a los recursos naturales y consecuencias negativas para la salud de la población.

El entorno exhibe características geográficas, demográficas y económicas que dificultan el acceso a servicios básicos y restringen su progreso completo. Por ello, el análisis se enfoca en el diseño y la planificación de una red de alcantarillado que se adapte a las particularidades del área, aplicando las normativas vigentes, instrumentos tecnológicos para la simulación hidráulica y criterios de sostenibilidad. La meta de esta intervención es cubrir una necesidad apremiante y, a la vez, impulsar el bienestar social, la armonía medioambiental y la organización del desarrollo urbano en Santa Elena, Bucay.

Ilustración 1.

Cdla. Santa Elena de Bucay - Vista Satelital



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

La fotografía satelital revela con nitidez la estructura de Santa Elena, mostrando un predominio de viviendas separadas entre sí, senderos vecinales y un relieve algo irregular. Esta peculiaridad del terreno influye directamente en la planificación del desagüe, exigiendo un trazado que se adapte a las pendientes naturales y al fácil acceso a las propiedades. La falta de alcantarillado formal salta a la vista, pues no se aprecian conductos de servicios, enfatizando la urgencia de implementar una red que garantice la recogida y el tratamiento adecuado de las aguas servidas, buscando así optimizar la calidad de vida de los habitantes y reducir los peligros sanitarios y ecológicos.

3.4. Técnica e instrumentos para obtener los datos

- Levantamiento topográfico (estación total).
- Encuestas con instrumentos cuestionarios.
- Uso de AUTOCAD para diseño.
- Uso de REVIT

3.5. Desarrollo de la investigación

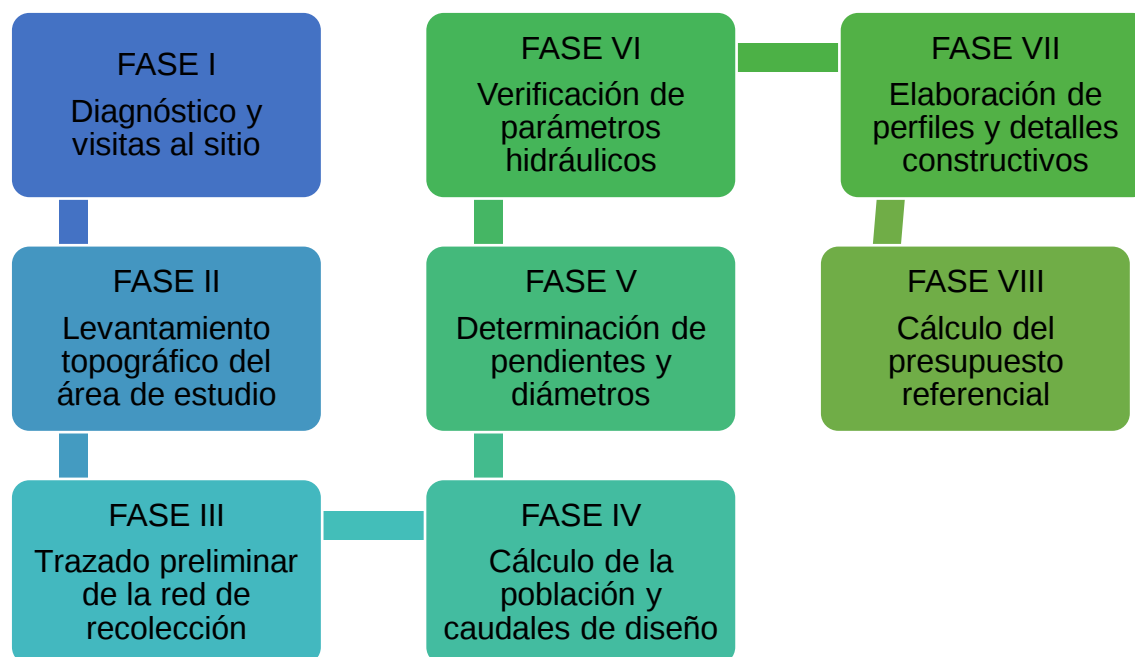
El proceso de este trabajo de titulación se realizó mediante una serie de etapas técnicas que facilitaron el tránsito desde un diagnóstico previo de la problemática hasta la elaboración integral del sistema de saneamiento para el área de Santa Elena, en el cantón Bucay. El procedimiento incluyó tareas de campo, evaluación de datos topográficos, cálculos hidráulicos y creación de planos, todos orientados a presentar una solución factible y sostenible. Este trabajo fue ejecutado de manera gradual, con un enfoque técnico y aplicando los conocimientos obtenidos en la carrera de Ingeniería Civil, utilizando herramientas digitales específicas y cumpliendo con la normativa vigente.

3.5.1. Diagrama metodológico

Para estructurar el avance del proyecto de manera coherente, se optó por segmentar el trabajo en ocho etapas bien definidas. Cada etapa persiguió una meta puntual y siguió un orden lógico, facilitando la creación del diseño técnico desde la recopilación de datos hasta la evaluación final de los costos. Seguidamente, se muestra el esquema metodológico que sintetiza la totalidad del procedimiento:

Ilustración 2.

Diagrama metodológico del proyecto



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

3.5.2. Desarrollo

La creación de este diseño técnico mediante fases se abordó con una perspectiva realista y dedicada, abarcando desde la labor in situ hasta la evaluación y verificación de la información recabada. Cada etapa constituyó un desafío y, al mismo tiempo, una ocasión para poner en práctica los saberes obtenidos durante la carrera de ingeniería civil. Inicialmente, se realizó una inspección minuciosa del área, lo cual facilitó la comprensión de las condiciones auténticas del contexto. Seguidamente, empleando instrumentos topográficos y estudios hidrosanitarios, se elaboró un diseño que procura satisfacer los criterios técnicos y ajustarse a los requerimientos concretos de los habitantes. El procedimiento fue ordenado, metódico y basado en leyes nacionales y en vivencias recogidas en el terreno, como en encuestas que respaldan la importancia de nuestra investigación. Para finalmente se explicarán con detalle cada una de las fases completadas que se presentan a continuación.

Tabla 7.

Encuesta dirigida a la población sobre el alcantarillado.

Encuesta sobre Alcantarillado y Saneamiento		
Básico		
Nº	Pregunta	Respuesta (Sí/No)
1	¿Existe alcantarillado formal en su sector?	
2	¿En su hogar utilizan pozos sépticos artesanales?	
3	¿Usted ha notado malos olores por desechos a cielo abierto?	
4	¿Ha escuchado o sabe de casos de enfermedades por contaminación en su comunidad?	
5	¿Conoce a personas que hayan sufrido enfermedades digestivas relacionadas al agua?	
6	¿Cree usted que las aguas servidas están contaminando el entorno?	
7	¿Considera urgente la construcción de un sistema de alcantarillado en su comunidad?	
8	¿Ha recibido usted alguna formación formal sobre saneamiento ambiental?	
9	¿Considera que ha habido poca capacitación sobre el manejo adecuado de aguas servida	
10	¿En su comunidad hay alta presencia de niños?	
11	¿Cree que los niños son los más expuestos a enfermedades por falta de saneamiento?	
12	¿Está usted dispuesto a colaborar para mejorar el sistema de saneamiento?	
13	¿Participaría activamente en proyectos para mejorar el saneamiento?	
14	¿Apoyaría campañas comunitarias sobre higiene y saneamiento?	
15	¿Está dispuesto a asistir a capacitaciones sobre manejo de aguas residuales?	
16	¿Considera importante que todos en la comunidad participen en la solución del problema?	
17	¿Cree que los problemas actuales afectan la calidad de vida de su familia?	
18	¿Las aguas residuales acumuladas son frecuentes en su sector?	
19	¿Considera que ha recibido poca información sobre saneamiento básico?	
20	¿Percibe usted desatención institucional frente a los problemas de saneamiento?	
21	¿Su hogar tiene acceso a agua potable?	
22	¿Utiliza agua de río o vertientes para alguna actividad doméstica?	
23	¿Conoce sistemas con componente técnico como el biodigestor?	
24	¿En su hogar se han presentado problemas de salud relacionados con el agua?	
25	¿Considera que el saneamiento básico es entendido por la mayoría de habitantes?	
26	¿Las fugas y roturas son comunes por la falta de un sistema adecuado?	
27	¿Las aguas estancadas en el sector generan insectos o focos de infección?	

-
- 28 ¿Ha notado que el agua con la que convive frecuentemente está sucia?
- 29 ¿Ha habido alguna mejora en la infraestructura sanitaria en los últimos años?
- 30 ¿El mal estado del sistema de aguas afecta la salud de los niños?
- 31 ¿Cree que el problema del saneamiento requiere atención urgente del municipio?
- 32 ¿Considera que este problema se ha agravado en los últimos años?
- 33 ¿Estaría de acuerdo con que se invierta presupuesto en soluciones sostenibles?
- 34 ¿Confía en que la comunidad puede organizarse para exigir mejoras?
- 35 ¿Cree que la comunidad esté bien informada sobre el funcionamiento del alcantarillado?
- 36 ¿Ha escuchado sobre enfermedades vinculadas al tratamiento inadecuado de aguas?
- 37 ¿Cree que la solución debe involucrar a técnicos y especialistas?
- 38 ¿Considera que se debe implementar educación ambiental permanente?
- 39 ¿Se ha aplicado algún tratamiento al agua que se consume en su hogar?
- 40 ¿La mayoría de los vecinos sabe cómo funciona el sistema de alcantarillado?
- 41 ¿Le gustaría que se implemente un sistema ecológico para tratar las aguas residuales?
- 42 ¿Está dispuesto a pagar una contribución justa por una obra de saneamiento?
- 43 ¿Participaría en comités ciudadanos de control de obras sanitarias?
- 44 ¿Desea usted vigilar y cuidar que la obra de alcantarillado se haga bien?
- 45 ¿Sabe a qué institución acudir si falla el sistema de alcantarillado?
- 46 ¿Aprueba usted la implementación de soluciones sostenibles para el alcantarillado?
- 47 ¿Considera que las instituciones están haciendo un trabajo transparente en el tema?
- 48 ¿Cree que la obra de alcantarillado tendrá un impacto positivo en el valor de su propiedad?
- 49 ¿Conoce qué institución es la encargada de gestionar el alcantarillado en su zona?
- 50 ¿Confía en el diseño propuesto por la universidad para solucionar el problema?
-

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Por otra parte se realizó una encuesta con el método de Likert en la cual se utilizó una escala de 5 niveles para medir la percepción y disposición de la comunidad respecto al sistema de alcantarillado propuesto.

Escala utilizada:

- 1 – Totalmente en desacuerdo
- 2 – En desacuerdo
- 3 – Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4 – De acuerdo

5 – Totalmente de acuerdo

Tabla 8.

Encuesta a la población del sector Santa Elena de Bucay con método Likert.

Ítem N°	Pregunta
1	Considero que el sistema de alcantarillado propuesto es necesario para la
	comunidad.
2	Estoy dispuesto a pagar una tarifa
	mensual justa por este servicio.
3	Confío en que el proyecto será implementado
	correctamente.
4	El nuevo sistema contribuirá significativamente a la mejora de la salud
	en mi familia.
5	Estoy interesado en participar en las decisiones
	comunitarias del proyecto.
6	Este proyecto debería ser prioridad sobre
	otros en el sector.
7	Considero que la tecnología propuesta
	(biodigestor) es adecuada.

8	Me gustaría recibir información y capacitación sobre el uso del sistema.
9	Creo que este sistema reducirá los malos olores y plagas.
10	Estoy comprometido a cuidar la infraestructura una vez construida.

Elaborado por: Gurtatanga y Miranda (2025)

Fase I: Diagnóstico y visitas al sitio.

Para comenzar, nos dirigimos a la zona de Santa Elena con el fin de comprender cómo es la vida allí. Estudiamos las características del suelo, los tipos de casas y cómo se gestionan ahora las aguas residuales. Durante estas visitas, identificamos áreas problemáticas, tomamos fotos y hablamos con vecinos para entender qué piensan del asunto.

Ilustración 3.

Parte 1 AASS YA EXISTENTE



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 4.

Estudio y cálculos del sitio



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 5.
Localidad de viviendas



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 6.

Foto existente de AASS



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 7.

Foto existente de cámara



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 8.

Foto existente en parque



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Fase II: Levantamiento topográfico del área de estudio.

Tras recibir la confirmación del diagnóstico, se llevó a cabo el estudio topográfico del área, empleando una estación total. Esta etapa resultó ser crucial para determinar las alturas del terreno, identificar las curvas de nivel y recopilar la información requerida para reflejar fielmente la forma del terreno. La información se importó a Autocad para crear el plano base que guio el diseño de la red.

Ilustración 9.

Levantamiento topográfico del lugar dibujado en AutoCAD



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Fase III: Trazado preliminar de la red de recolección

Una vez completado el levantamiento topográfico, se diseñó el trazado de la red de saneamiento, especificando las líneas secundarias y los conductos centrales. Para así hacer el recorrido hacia las piscinas de oxidación cercanas al lugar. Se consideró la inclinación propia del suelo para asegurar que la corriente discurra de manera natural.

Fase IV: Cálculo de la población y caudales de diseño

En esta fase se realizó la proyección poblacional a 15 años utilizando los métodos aritmético y geométrico. A partir de esa proyección se determinó la dotación diaria por habitante (100 L/hab/día) y se calcularon los caudales medios, mínimos y máximos. También se consideraron caudales adicionales por infiltración y conexiones erradas, como recomienda la normativa ecuatoriana.

Población base en 2010 (P_0): 10,642

Tasa de crecimiento anual (g): 2.2% = 0.022

Año proyectado: 2025 (t = 15 años)

A. Método Aritmético

Incremento anual: $v = P_0 \times g = 10,642 \times 0.022 = 234.12$ personas/año

$P(2025) = 10,642 + (234.12 \times 15) = 14,153.8$ habitantes

B. Método Geométrico

$P(2025) = 10,642 \times (1 + 0.022)^{15} \approx 10,642 \times 1.388 \approx 14,774.5$ habitantes

Caudal de Diseño

Dotación: 200 L/hab/día

Población: 250 personas (53 viviendas $\times$ 5 hab)

Caudal medio diario: $Q = 265 \times 200 = 53,000$ L/día

$Q_m = 53,000 / 86400 \approx 0.61$ L/s

Q diseño por factor 0.8: $Q_2 = 0.61 \times 0.8 = 0.49$ L/s

$Q_{\text{máx}} = 0.49 \times 2 = 0.98$ L/s

Fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

R_h , radio hidráulico en metro.

S , pendiente hidráulica o inclinación del terreno en m/m.

Despejando la ecuación en función de Caudal Q y del diámetro D , obtendremos la siguiente expresión:

$$Q = 1000 * \frac{\left(0,312 * \frac{D}{1000}\right)^{8/3} * \left(\frac{S}{1000}\right)^{0,5}}{n}$$

D, es diámetro en milímetro.

S, inclinación del terreno o pendiente hidráulica.

La ecuación de Manning despejada en función de la variable Q permite calcular el caudal óptimo considerando los parámetros D (mm) del diámetro y S (mm) la pendiente hidráulica.

Consideraciones para diseño de ramal domiciliario:

Ramal domiciliario

Tubería 160mm PVC

Manzana 26, calle (S/N)

3 viviendas * 5 habitantes = 15 habitantes

$$Q_{med} = \frac{Pobl * Dotación * 0,8}{86400} = \frac{15 * 200 * 0,8}{86400} = 0,028 \text{ l/s}$$

Factor de mayoración

$$F.M. = \frac{18 + \left(\frac{Pobl}{1000}\right)^{0,5}}{4 + \left(\frac{Pobl}{1000}\right)^{0,5}} = \frac{18 + \left(\frac{15}{1000}\right)^{0,5}}{4 + \left(\frac{15}{1000}\right)^{0,5}} = 4,4$$

Caudal máximo

$$Q_{max} = Q_{med} * F.M. = 0,028 * 4,4 = 0,12 \text{ l/s}$$

Caudal de diseño

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

Caudal de ilícitas

$$Q_{ilic} = Área * 0,15 = 0,30 * 0,15 = 0,05 \text{ l/s}$$

$$Q_{inf} = Área * 0,15 = 0,30 * 0,15 = 0,05 \text{ l/s}$$

$$q_{diseño} = 0,12 + 0,05 + 0,05 = 0,22 \text{ l/s}$$

Caudal de diseño para ramal domiciliario para 3 viviendas de la manzana 26 en la calle (S/N);
2 tramos de descarga al colector de arranque C1

1er tramo con longitud de 71,41 metros

Considerando los anteriores cálculos, ahora se define para el ramal que recoge 3 viviendas, tendremos un caudal de diseño con $q_{diseño} = 0,31 \text{ l/s}$

Considerando una tubería de diámetro interior mínimo 160mm y pendiente 0,003; incorporando estos datos en la ecuación de Manning nos da un caudal de 21.25 l/s y finalmente calculamos

s la velocidad 0,24 m/s.

El ramal domiciliario arranca en una caja con altura de 0,60m, la cota de tapa en la caja domiciliaria de arranque es CT = 35,148 y la cota de invert es CI = 256,02, al aplicar los datos de pendiente y longitud tenemos un desnivel aproximado de:

$$\Delta H = L * S = 71,41 \text{ m} * 0,0032 \frac{\text{m}}{\text{m}} = 0,229 \text{ m}$$

Por tanto, la cota de invert hasta la descarga al colector es $256,02 - 255,83 = 0,20 \text{ m}$

Tabla 9.

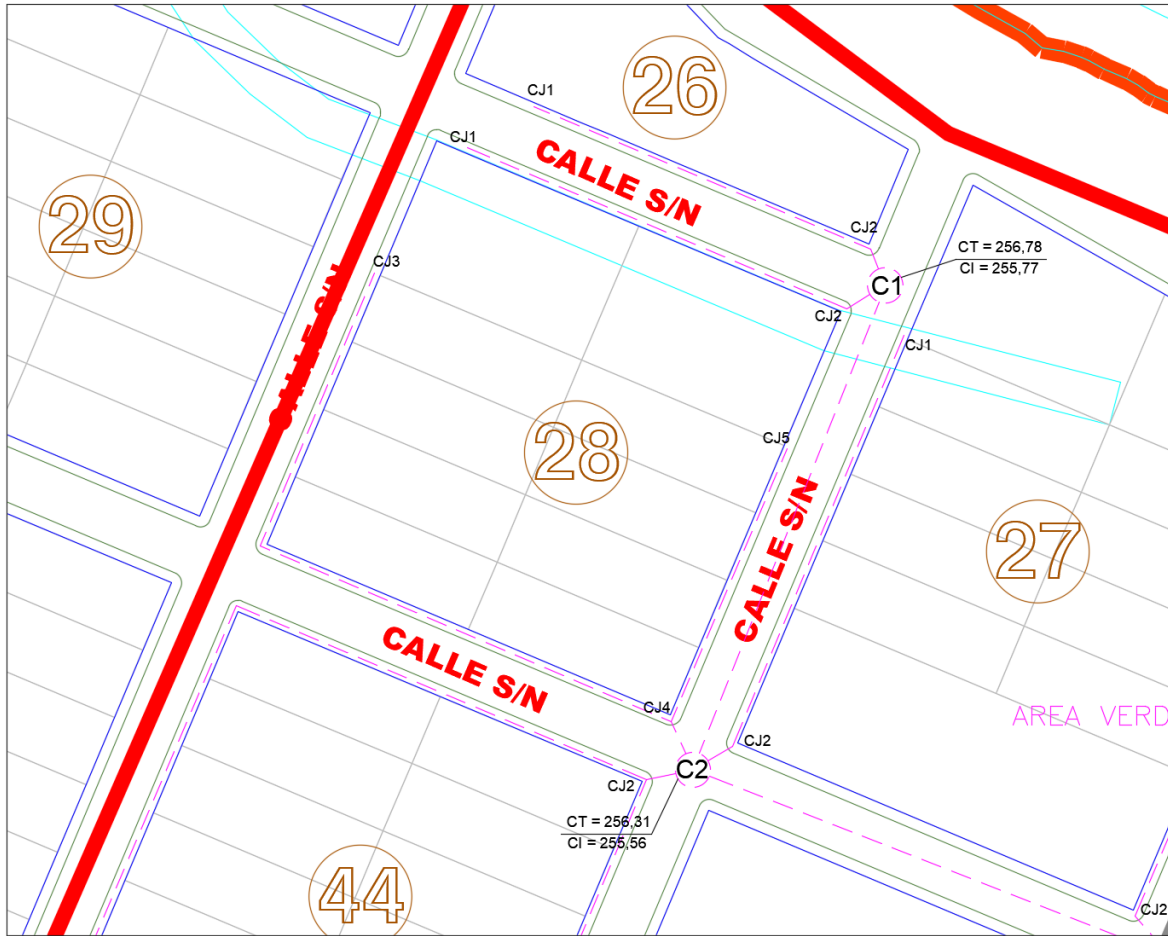
Cuadro de ramales.

Mz. 26 (Descarga de ramales al colector)																																	
CJ1	CJ2-C1	55,57	15	200,00	0,03	0,80	0,03	4,40	0,25	0,04	0,04	0,12	0,20	PVC	160	3,20	12,11	0,60	0,02	0,09	0,37	14	0,22	0,18	256,63	256,78	256,02	255,83	0,16	0,45	0,79	0,61	0,95
Mz. 28 (Descarga de ramales al colector)																																	
CJ1	CJ2-C1	60,18	10	200,00	0,02	0,80	0,02	4,41	0,36	0,05	0,05	0,08	0,19	PVC	160	3,20	12,11	0,60	0,02	0,09	0,37	14	0,22	0,19	256,63	256,78	256,02	255,82	0,16	0,45	0,80	0,61	0,96
CJ3	CJ4-C2	101,76	20	200,00	0,05	0,80	0,04	4,38	0,36	0,05	0,05	0,16	0,27	PVC	160	3,20	12,11	0,60	0,02	0,10	0,40	16	0,24	0,33	256,54	256,31	256,02	255,68	0,16	0,36	0,47	0,52	0,63
CJ5	CJ4-C2	40,56	20	200,00	0,05	0,80	0,04	4,38	0,36	0,05	0,05	0,16	0,27	PVC	160	3,20	12,11	0,60	0,02	0,10	0,40	16	0,24	0,13	256,43	256,31	256,02	255,88	0,16	0,25	0,27	0,41	0,43
Mz. 44 (Descarga de ramales al colector)																																	
CJ1	CJ2-C2	115,88	30	200,00	0,07	0,80	0,06	4,35	0,36	0,05	0,05	0,24	0,35	PVC	160	3,20	12,11	0,60	0,03	0,12	0,44	19	0,27	0,37	256,63	256,31	256,02	255,64	0,16	0,45	0,51	0,61	0,67
CJ3	CJ2-C2	60,18	30	200,00	0,07	0,80	0,06	4,35	0,36	0,05	0,05	0,24	0,35	PVC	160	3,20	12,11	0,60	0,03	0,12	0,44	19	0,27	0,19	256,63	256,31	256,02	255,82	0,16	0,45	0,33	0,61	0,49
Mz. 27 (Descarga de ramales al colector)																																	
CJ1	CJ2-C2	63,91	20	200,00	0,05	0,80	0,04	4,38	0,36	0,05	0,05	0,16	0,27	PVC	160	3,20	12,11	0,60	0,02	0,10	0,40	16	0,24	0,20	256,39	256,31	256,02	255,81	0,16	0,21	0,34	0,37	0,50
CJ1	CJ2-C3	61,05	25	200,00	0,06	0,80	0,05	4,37	0,68	0,10	0,10	0,20	0,41	PVC	160	3,20	12,11	0,60	0,03	0,13	0,46	20	0,28	0,20	256,28	255,97	255,68	255,47	0,16	0,44	0,34	0,60	0,50
Mz. 28 (Descarga de ramales al colector)																																	
CJ1	CJ2-C3	139,33	45	200,00	0,10	0,80	0,08	4,32	0,59	0,09	0,09	0,36	0,54	PVC	160	3,20	12,11	0,60	0,04	0,14	0,50	22	0,30	0,45	256,39	255,97	256,02	255,56	0,16	0,21	0,25	0,37	0,41
Mz. 45 (Descarga de ramales al colector)																																	
CJ1	CJ2-C4	93,61	40	200,00	0,09	0,80	0,07	4,33	0,80	0,12	0,12	0,32	0,56	PVC	160	3,20	12,11	0,60	0,05	0,14	0,50	23	0,30	0,30	256,25	255,86	255,65	255,34	0,16	0,44	0,36	0,60	0,52
Mz. 33 (Descarga de ramales al colector)																																	
CJ1	CJ2-C5	93,61	50	200,00	0,12	0,80	0,09	4,31	0,80	0,12	0,12	0,40	0,64	PVC	160	3,20	12,11	0,60	0,05	0,16	0,53	25	0,32	0,30	256,13	255,93	255,53	255,22	0,16	0,44	0,55	0,60	0,71
CJ3	CJ2-C5	93,61	50	200,00	0,12	0,80	0,09	4,31	0,80	0,12	0,12	0,40	0,64	PVC	160	3,20	12,11	0,60	0,05	0,16	0,53	25	0,32	0,30	256,08	255,93	255,48	255,17	0,16	0,44	0,60	0,60	0,76

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 10.

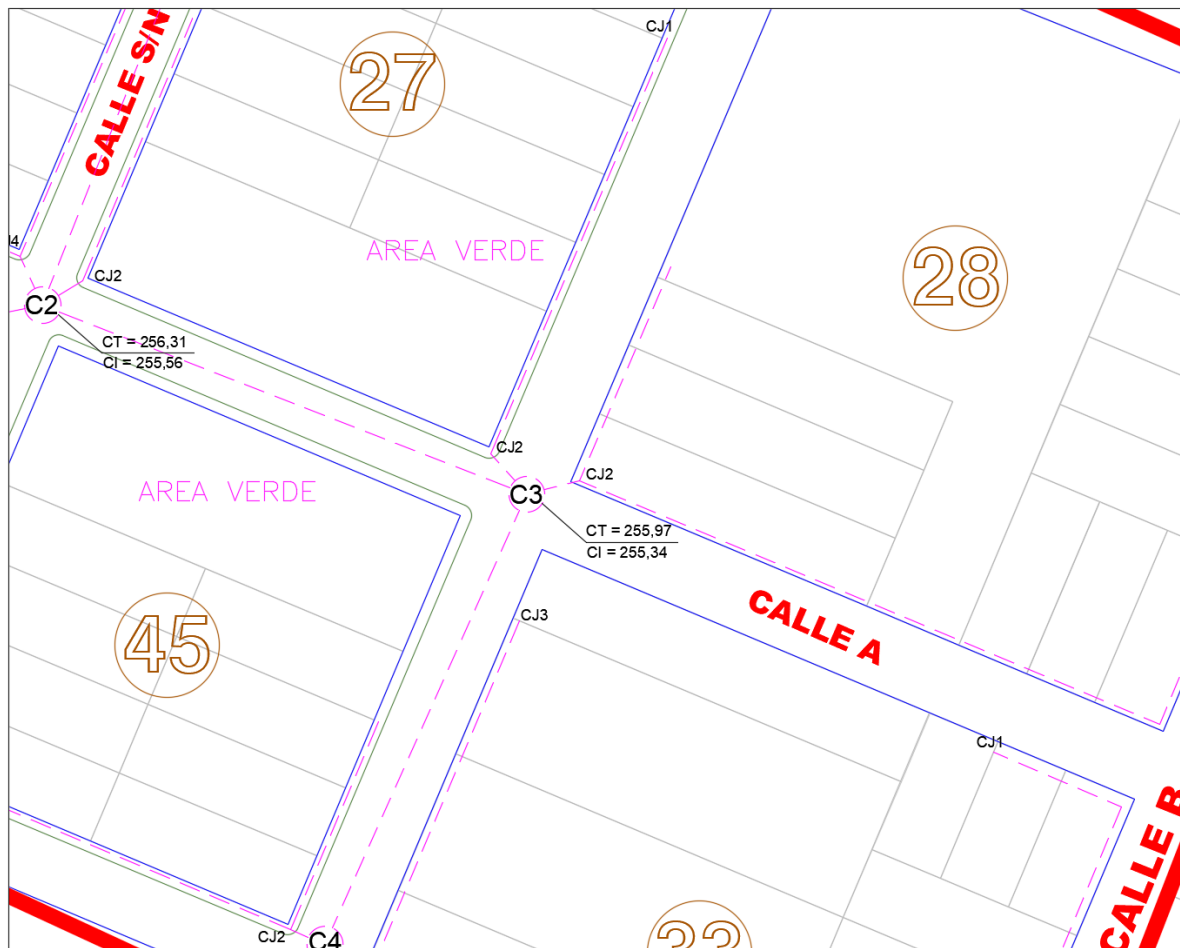
Primer tramo de manzanas por donde pasa la red de diseño.



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 11.

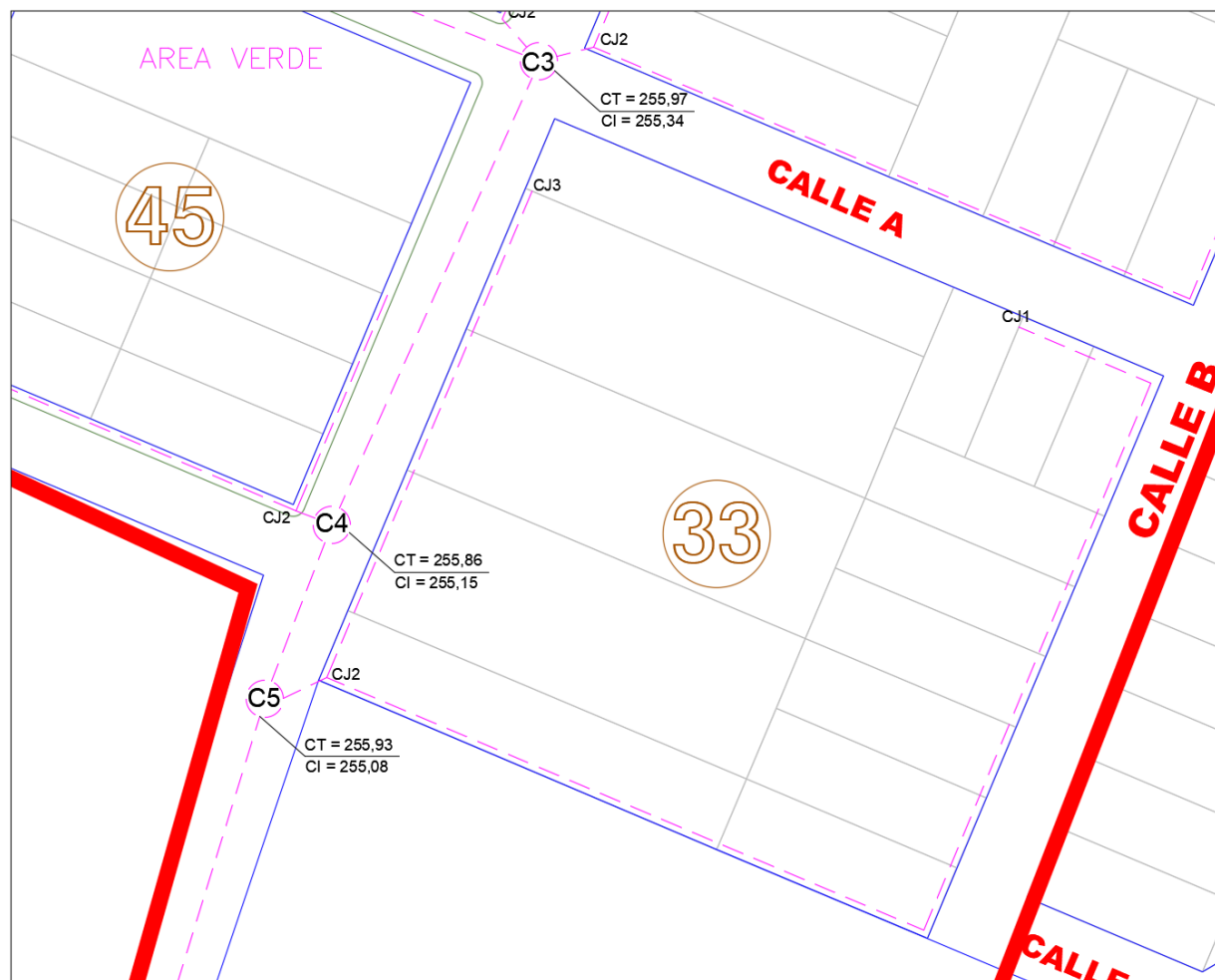
Segundo tramo de manzanas por donde pasa la red de diseño



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 12.

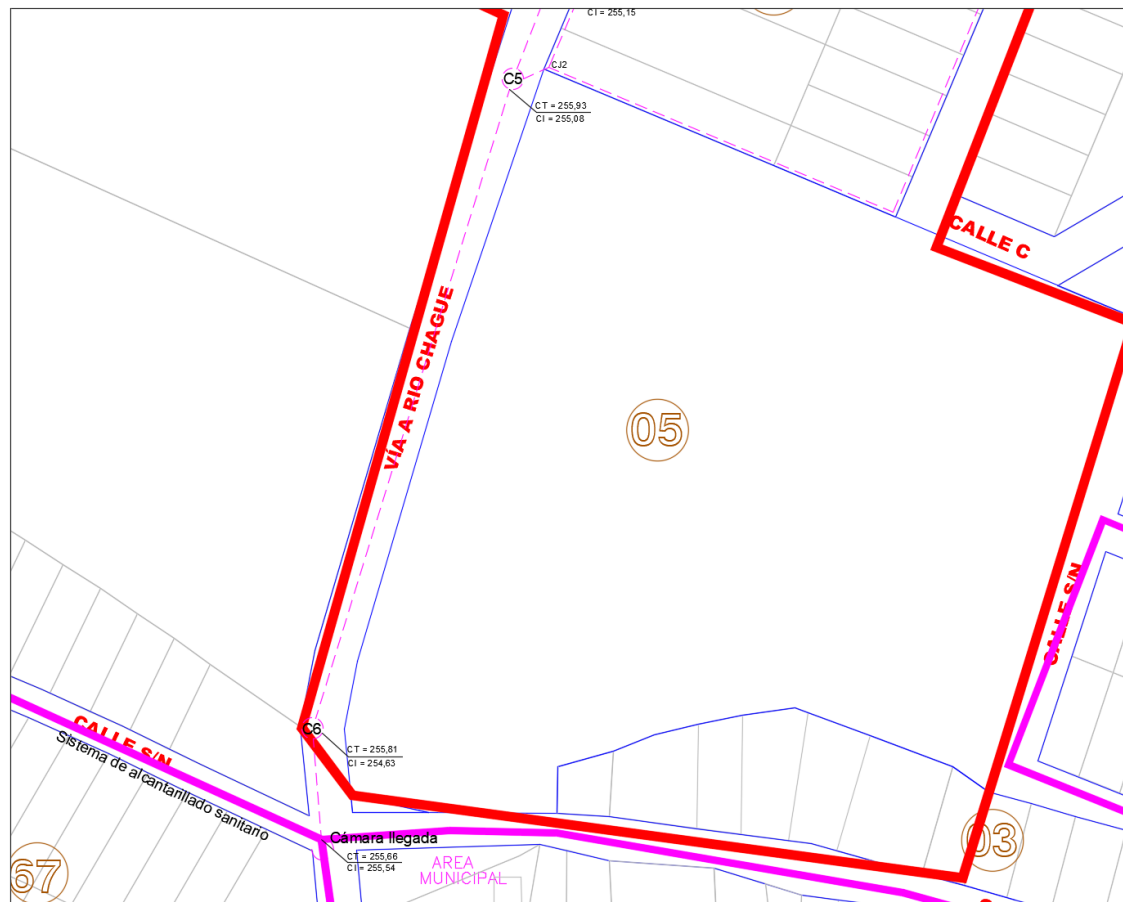
Tercer tramo de manzanas por donde pasa la red de diseño



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 13.

Cuarto tramo de manzanas por donde pasa la red de diseño

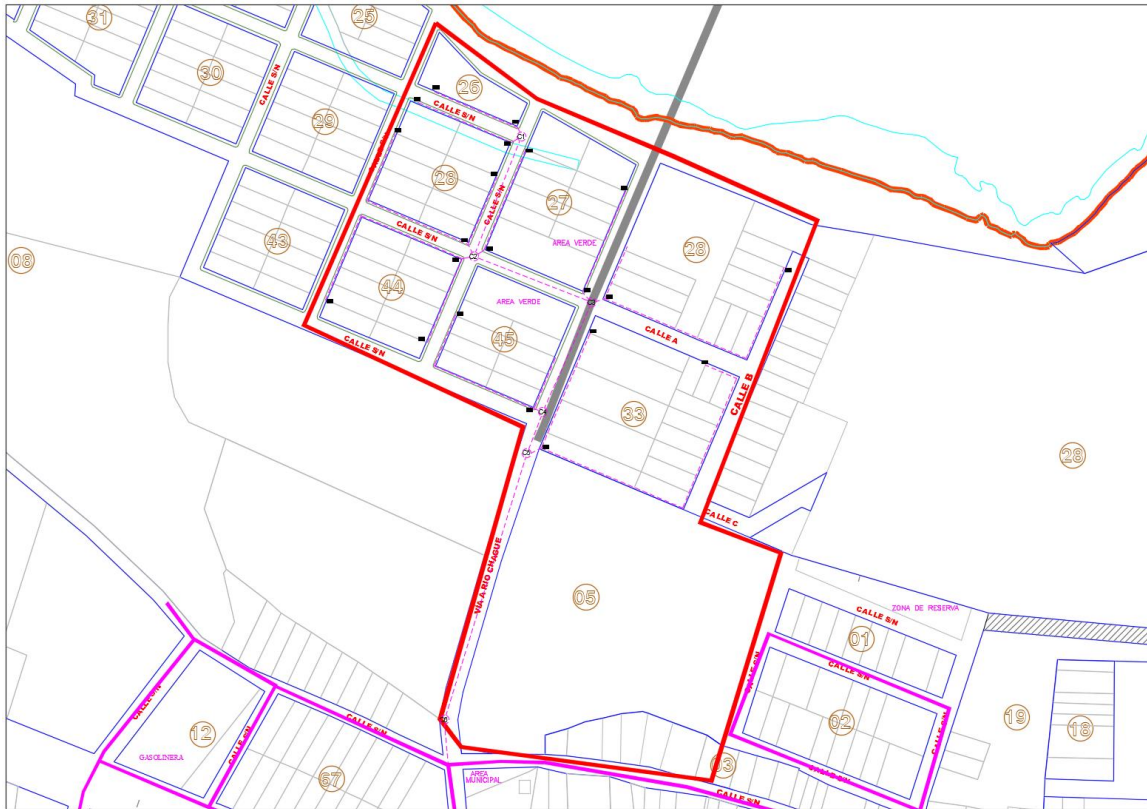


Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Cálculo hidráulico para el diseño de alcantarillado sanitario

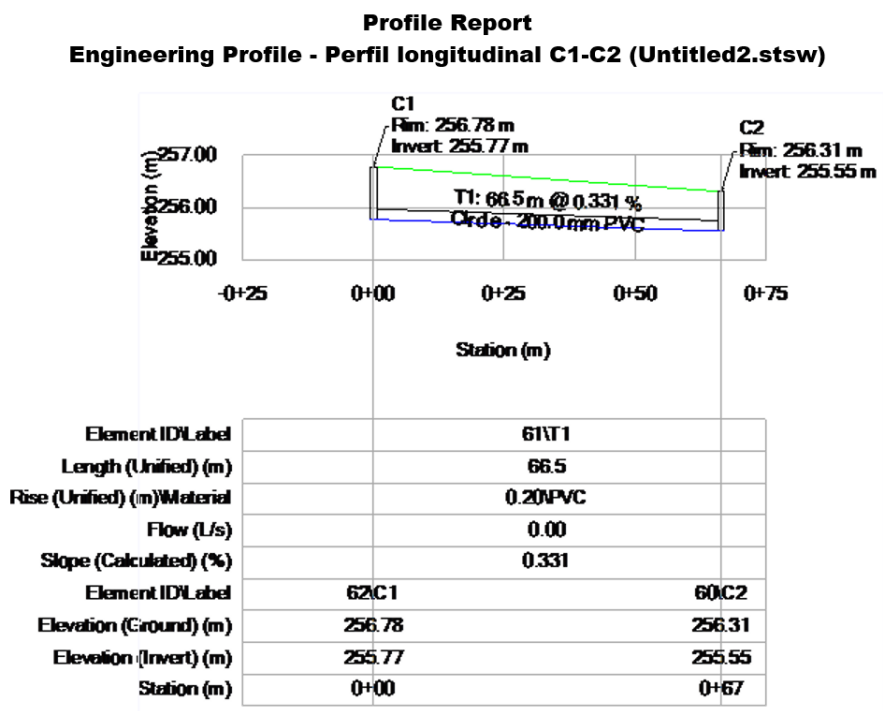
Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 14.
Plano de red de diseño



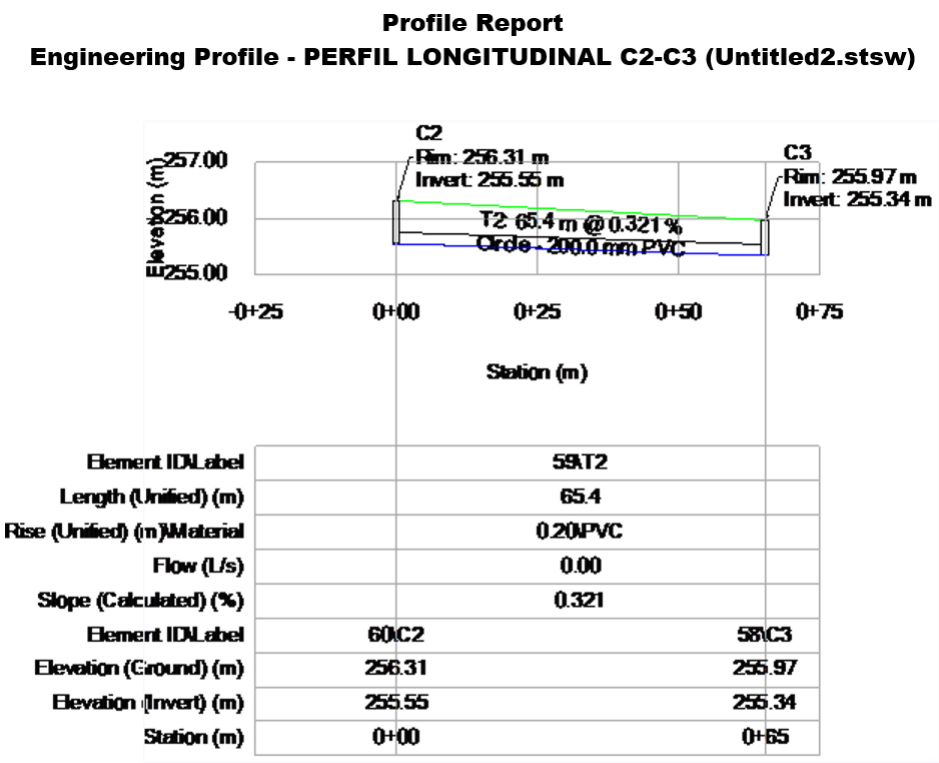
Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 15.
Perfil longitudinal C1-C2



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

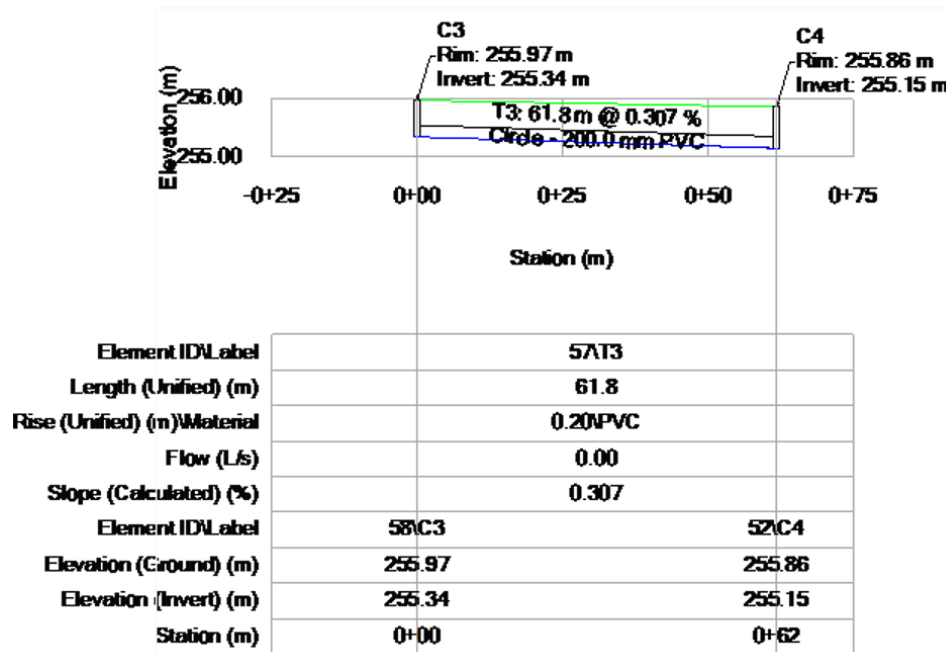
Ilustración 16.
Perfil longitudinal C2-C3



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 17
Perfil longitudinal C3-C4

Profile Report
Engineering Profile - PERFIL LONGITUDINAL C3-C4 (Untitled2.stsw)



Untitled2.stsw
8/29/2025

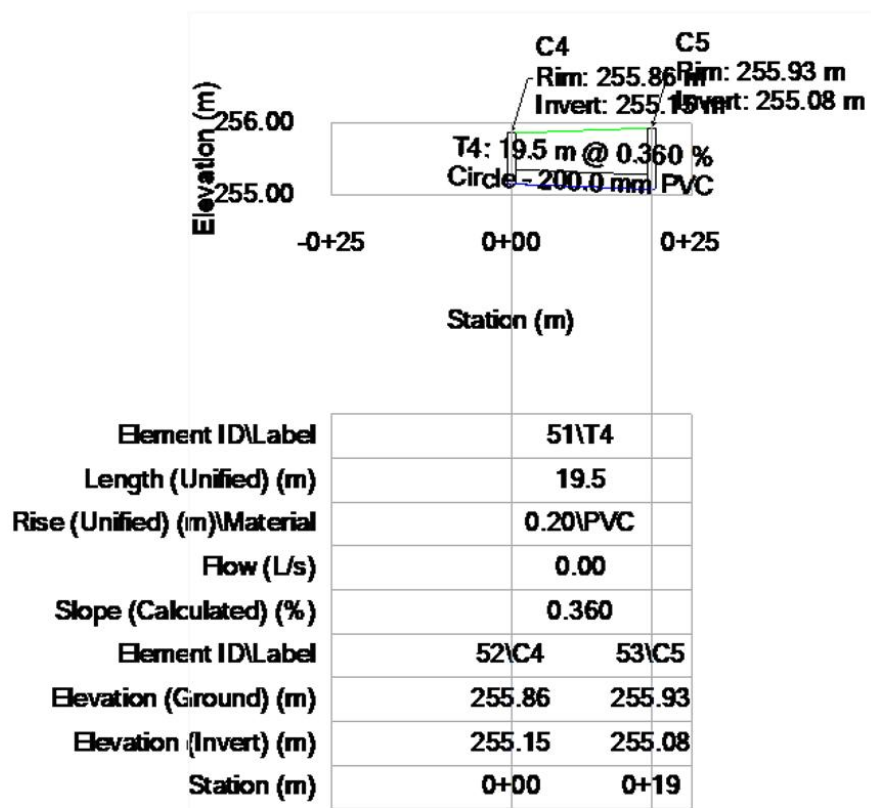
Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution
Center
76 Watertown Road, Suite 2D Thomaston, CT

SewerGEMS
[24.00.00.25]
Page 1 of 1

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 18.
Perfil longitudinal C4-C5

Profile Report
Engineering Profile - PERFIL LONGITUDINAL C4-C5 (Untitled2.stsw)



Untitled2.stsw
8/29/2025

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution
Center
76 Watertown Road, Suite 20, Thomaston, CT

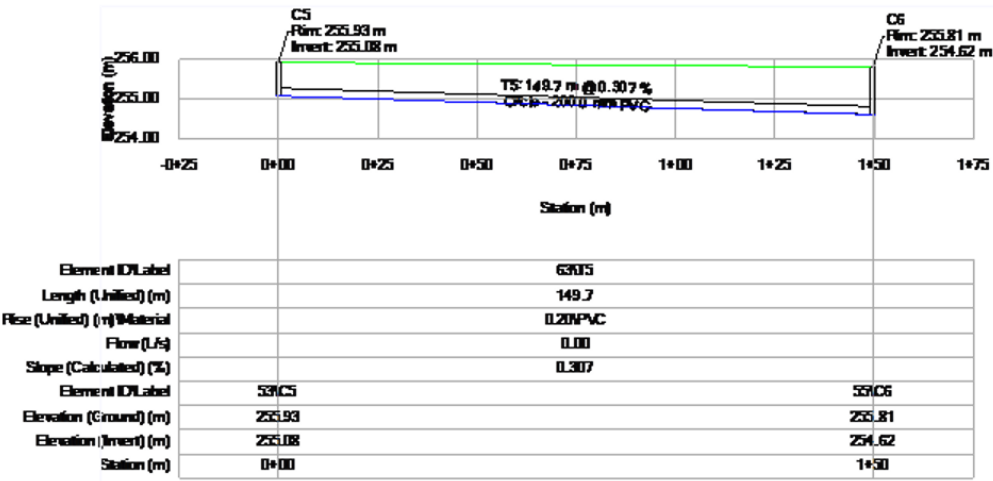
SewerGEMS
[24.00.00.25]
Page 1 of 1

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 19.

Perfil longitudinal C5-C6

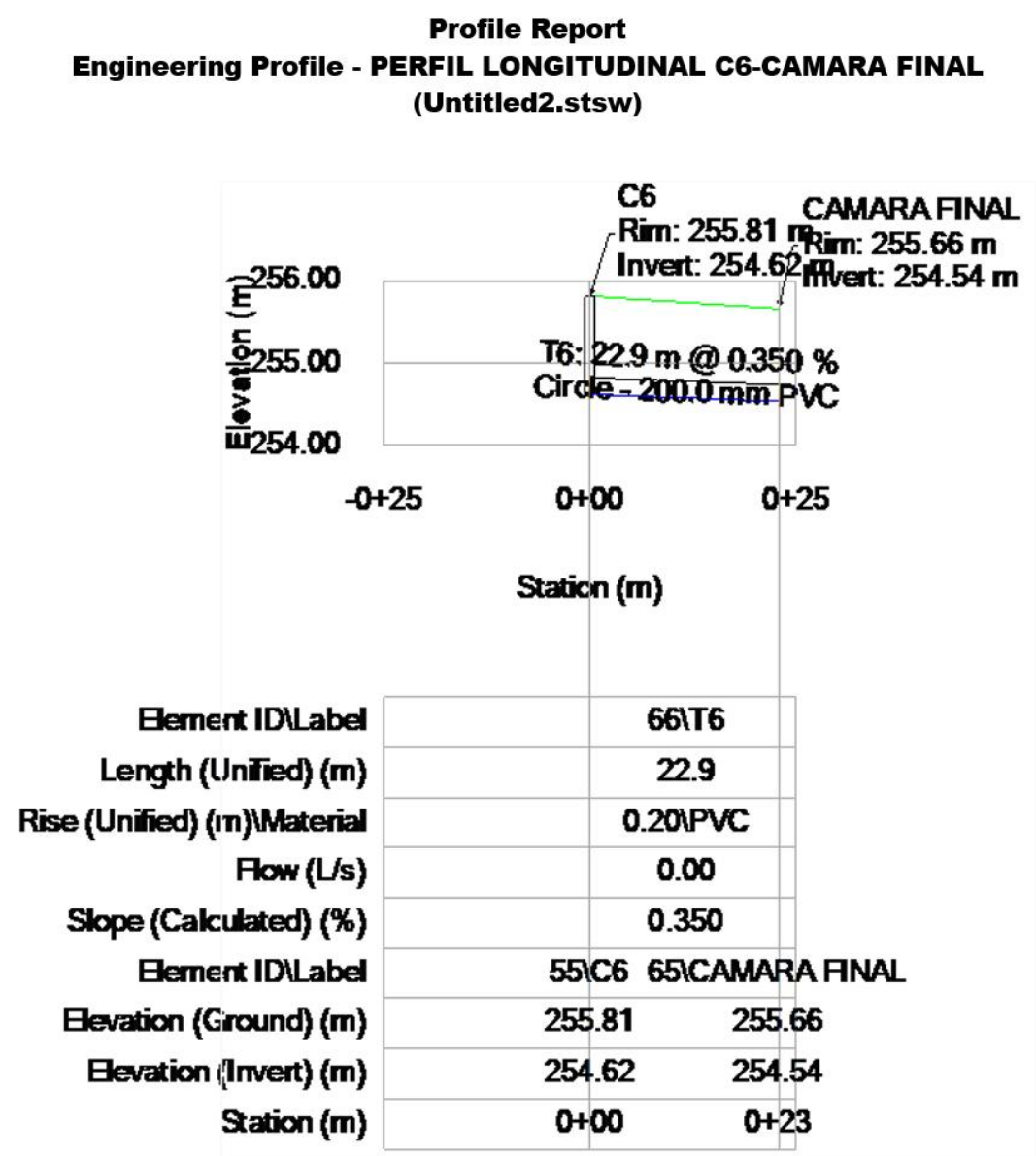
Profile Report
Engineering Profile - PERFIL LONGITUDINAL C5-C6 (Untitled2.stsw)



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 20.

Perfil longitudinal C6 cámara final



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Fase V: Determinación de pendientes y diámetros

Con los caudales ya definidos, se seleccionaron los diámetros adecuados para cada tramo de la red, usando las tablas de la NEC-SE-HS y fórmulas hidráulicas como la de Manning. Se asignaron pendientes mínimas del 1.5% para garantizar un flujo eficiente y evitar sedimentaciones.

Tabla 10.

Especificaciones Técnicas de los materiales

Elemento	Especificación
Tubería domiciliaria	75 mm (3") PVC económico
Colectores secundarios ra	160 mm PVC sanitario, clase B
Colectores principales ca	200 mm PVC sanitario, clase B
Pozos de revisión	Prefabricados de hormigón, cada 60 m
Pendiente mínima	1.5% para colectores principales
Profundidad de instalación	1.2 m promedio (mín. 0.8 m – máx. 2.0 m)
Descarga final	Fosa séptica comunitaria o biodigestor de 25 m³ útiles

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Tabla 11.
Materiales Utilizados

Material	Uso	Durabilidad	Ventajas
PVC sanitario	Tuberías de aguas servidas	50 años	Resistente a la corrosión, fácil instalación, bajo costo
Concreto reforzado	Canales hidráulicos y pozos de inspección	80 años	Alta resistencia estructural, soporta cargas pesadas
Arena y grava	Base de instalación de tuberías	N/A	Favorece la estabilidad de las tuberías y evita hundimientos
Mortero de cemento	Sellado de conexiones	30 años	Evita filtraciones, asegura la hermeticidad
Juntas de goma	Uniones de tuberías	25 años	Reduce fugas y facilita mantenimiento

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Fase VI: Verificación de parámetros hidráulicos

Se verificaron todos los indicadores del diseño: velocidad de flujo, radio hidráulico, relación de llenado y capacidad de conducción. Esta verificación se realizó tanto de forma manual como a través de la planilla hidráulica, para asegurarse de que el sistema cumpliera con los criterios técnicos y funcionara correctamente en condiciones reales.

Fase VII: Elaboración de perfiles y detalles constructivos

Con todos los parámetros validados, se elaboraron los perfiles longitudinales y transversales de los colectores. Se incluyeron las cotas de terreno, cotas de instalación (invert) y los detalles de profundidad para cada tramo. Esto se representó gráficamente en planos, usando AutoCAD.

Fase VIII: Cálculo del presupuesto referencial

Finalmente, se estimó el costo total del proyecto. El presupuesto incluyó materiales (tuberías, pozos, accesorios), excavaciones, mano de obra y sistemas de tratamiento. Se tomaron precios referenciales locales y se aplicaron criterios de contratación pública. También se elaboró un cronograma de ejecución que estima un tiempo total de 47 días para completar la obra.

Tabla 12.

Costos Estimados

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Tuberías 75 mm (domiciliarias)	1,000	metro	\$8.00	\$8,000
Tuberías 160 mm (secundarias)	600	metro	\$12.00	\$7,200
Tuberías 200 mm (principales)	400	metro	\$15.00	\$6,000
Pozos de revisión prefabricados	15	unidad	\$350.00	\$5,250
Excavación y relleno	-	global	-	\$7,000
Mano de obra e instalación	-	global	-	\$10,000
Biodigestor/fosa séptica	1	sistema	\$5,500	\$5,500
			Total Estimado	\$48,950

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Tabla 13.

Análisis Comparativo de Costos para un Escenario de Viviendas

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Tuberías de 90 mm (PVC)	400 m	metro	\$10.00	\$4,000
Tuberías de 175 mm (PVC)	200 m	metro	\$15.00	\$3,000
Tuberías de 220 mm (PVC)	150 m	metro	\$20.00	\$3,000
Canales hidráulicos 400 mm	100 m	metro	\$50.00	\$5,000
Pozos de inspección	10	unidad	\$500.00	\$5,000
Instalación y mano de obra	-	global	\$10,000	\$10,000
Excavación y relleno	-	global	\$5,000	\$5,000
			Total, Estimado	\$35,000

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Tabla 14.

Tiempos de Ejecución

Actividad	Duración Estimada
Estudios preliminares y diseño	7 días
Excavación y preparación	10 días
Instalación de tuberías	15 días
Conexión de viviendas	5 días
Pruebas de funcionamiento	3 días
Relleno y compactación	7 días
Total, Tiempo Estimado	47 días

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

El trabajo de titulación se centrará en poder desarrollar una propuesta para solucionar los problemas identificados en la región de Bucay, Santa Elena. Esto se debe a la falta de sistemas adecuados de tratamiento de aguas residuales sanitarias, este enfoque es muy importante porque permitirá el desarrollo de tecnologías y soluciones sostenibles que satisfagan las necesidades específicas de la sociedad. El propósito de la propuesta no es sólo reducir el impacto negativo actual, sino también promover el desarrollo sostenible en la región y asegurar que las soluciones propuestas sean prácticas y cumplan con la normativa vigente.

Entregables:

- Análisis de la situación actual.
- Levantamiento topográfico actualizado del área de estudio.
- Caudales.
- Evaluación de las condiciones hidrológicas, climáticas y del tipo de suelo.
- Identificación y diagnóstico de los problemas relacionados con la falta de un sistema de drenaje adecuado.
- Estudio previo.
- Recopilar información técnica y ambiental necesaria para el diseño.
- Especificaciones técnicas del terreno/lugar.
- Planificación de un correcto sistema de drenaje de aguas pluviales.
- Fichas técnicas de ductos para los caudales estudiados del proyecto.
- Detalle de materiales como PVC, hormigón o acero, teniendo en cuenta las condiciones del terreno/lugar.
- Definición de pendientes óptimas para asegurar el flujo gravitacional eficiente del agua pluvial.
- Estructuras complementarias.
- Diseño técnico de pozos de inspección, sumideros y cámaras de bombeo en áreas críticas.

- Inclusión de estaciones de tratamiento de aguas pluviales en caso de ser requerido.
- Ley normativa y ambiental.
- Alineación del diseño con las normativas locales vigentes permitidas.
- Incorporación de medidas sostenibles para minimizar impactos ambientales.
- Estudio socioeconómico.
- Ejecución de encuestas a los habitantes del sector para conocer sus necesidades específicas y percepciones sobre el proyecto.
- Estudio del impacto socioeconómico del diseño, considerando sus beneficios a corto y largo plazo.
- Presupuesto y planificación del proyecto de la zona.
- Implementación de un presupuesto detallado que incluya materiales, mano de obra y costos de construcción.
- Ejecución de un cronograma estimado para la ejecución del sistema de alcantarillado.
- Ley de la contratación pública de Ecuador.

Este trabajo culminará en un documento técnico completo, acompañado de planos constructivos, memorias de cálculo y análisis que respalden la propuesta. El diseño proporcionará una solución eficiente, sostenible y alineada con las necesidades de la comunidad de Bucay.

4.1. Presentación y análisis de resultados

Este estudio contempla el diseño de un sistema de alcantarillado de aguas servidas para una comunidad de 50 viviendas, con hasta 5 habitantes por unidad. Se considera una dotación de 100 L/hab/día según SENAGUA y una proyección de crecimiento poblacional basada en fórmulas geométricas y aritméticas, con un factor de simultaneidad (FM) calculado para dimensionar correctamente el sistema.

Factor de Simultaneidad (FM)

$$FM = ((18 + (P / 1000)) / (4 + (Pf / 1000)))^{0.5}$$

Donde:

$$P = 250 \text{ (población del proyecto)}$$

$P_f = 15,813$ (proyección futura de la zona)

$FM \approx ((18 + 0.25) / (4 + 15.813))^{0.5} \approx (0.921)^{0.5} \approx 0.96$

Para mayor seguridad, se usa $FM = 1.25$

Crecimiento estimado: 38.8% $\rightarrow$ Factor total: $1.25 \times (1 + 0.388) = 1.73$

4.1.1. Especificaciones Técnicas aplicado a una comunidad de 20 viviendas

- Colectores de aguas servidas: Diámetro de 220 mm, fabricados en PVC sanitario de alta resistencia.
- Canales hidráulicos simples: Diámetro de 400 mm, contruidos en concreto reforzado según especificaciones de la NEC.
- Tuberías domiciliarias: 90 mm (4 pulgadas), conectadas a la red principal de 175 mm para el desfogue.
- Material de tuberías: PVC sanitario con juntas de goma para evitar fugas.
- Pendiente mínima recomendada: 2% para garantizar el adecuado flujo gravitacional.
- Profundidad de instalación: Entre 1.2 y 2.5 metros dependiendo de la topografía del terreno.
- Destino final del desfogue: Las aguas servidas serán dirigidas a una planta de tratamiento o a un sistema de alcantarillado municipal, según la regulación vigente y disponibilidad de infraestructura en la zona.

4.1.2. Resultados de encuesta de pregunta dicotómica a la población:

Con la finalidad de entender las opiniones, requerimientos y el grado de compromiso de la población de Bucay respecto a un nuevo sistema de alcantarillado, se llevó a cabo una encuesta estructurada que trató cuestiones de salud, sociales y técnicas. Los hallazgos revelan una gran aceptación del proyecto: la mayoría de los encuestados expresó su disposición a participar activamente en su realización, incluso ofreciendo apoyo económico o integrándose en comités ciudadanos. Un aspecto crítico que se identificó es el desconocimiento general acerca de las instituciones encargadas del alcantarillado y del funcionamiento de los sistemas actuales, lo que pone de manifiesto la necesidad de llevar a cabo campañas de información y educación ambiental. Además, se resalta una preocupación recurrente

por enfermedades relacionadas con la mala gestión de las aguas residuales, así como el impacto negativo en la producción agrícola de la zona. Estos resultados respaldan la necesidad de instaurar un sistema que sea técnica y socialmente sostenible, en el que tanto las entidades públicas como la comunidad beneficiada participen activamente.

Tabla 12.

Resultado simplificado en una vivienda de encuesta dirigida a la población sobre el alcantarillado

Preguntas	Respuesta Estimada (Sí / No)	Justificación
¿Existe alcantarillado formal en su sector?	No	No hay alcantarillado formal en el sector.
¿En su hogar utilizan pozos sépticos artesanales?	Sí	Se usan pozos sépticos artesanales.
¿Usted ha notado malos olores por desechos a cielo abierto?	Sí	Hay malos olores por desechos a cielo abierto.
¿Ha escuchado o sabe de casos de enfermedades por contaminación en su comunidad?	Sí	Comunidad ha reportado enfermedades por contaminación.
¿Conoce a personas que hayan sufrido enfermedades digestivas relacionadas al agua?	Sí	Falta de tratamiento de agua causa problemas digestivos.
¿Cree usted que las aguas servidas están contaminando el entorno?	Sí	Aguas servidas contaminan el ambiente local.
¿Considera urgente la construcción de un sistema de alcantarillado en su comunidad?	Sí	La mayoría considera urgente el alcantarillado.
¿Ha recibido usted alguna formación formal sobre saneamiento ambiental?	No	No han recibido formación formal sobre saneamiento.
¿Considera que ha habido poca capacitación sobre el manejo adecuado de aguas servida?	No	Poca capacitación en manejo adecuado de aguas.

¿En su comunidad hay alta presencia de niños?	Sí	Alta presencia de niños en los hogares.
¿Cree que los niños son los más expuestos a enfermedades por falta de saneamiento?	Sí	Los niños están más expuestos a enfermedades.
¿Está usted dispuesto a colaborar para mejorar el sistema de saneamiento?	Sí	Buena disposición a colaborar con el proyecto.
¿Participaría activamente en proyectos para mejorar el saneamiento?	Sí	Aceptan pagar si el servicio es funcional y justo.
¿Apoyaría campañas comunitarias sobre higiene y saneamiento?	Sí	Confían en mejorías en la salud familiar.
¿Está dispuesto a asistir a capacitaciones sobre manejo de aguas residuales?	Sí	La mayoría tiene espacio físico disponible.
¿Considera importante que todos en la comunidad participen en la solución del problema?	Sí	Consideran el proyecto como prioridad local.
¿Cree que los problemas actuales afectan la calidad de vida de su familia?	Sí	Interés por participar en decisiones comunitarias.
¿Las aguas residuales acumuladas son frecuentes en su sector?	Sí	Inundaciones con aguas residuales son frecuentes.
¿Considera que ha recibido poca información sobre saneamiento básico?	No	Poca información recibida desde autoridades locales.
¿Percibe usted desatención institucional frente a los problemas de saneamiento?	Sí	Perciben desatención institucional en saneamiento.
¿Su hogar tiene acceso a agua potable?	Sí	La mayoría sí tiene acceso a agua potable.
¿Utiliza agua de río o vertientes para alguna actividad doméstica?	Sí	Usan agua de río o vertiente en actividades.

¿Conoce sistemas con componente técnico como el biodigestor?	No	Desconocimiento técnico de sistemas como biodigestores.
¿En su hogar se han presentado problemas de salud relacionados con el agua?	Sí	Interés en recibir capacitación sobre saneamiento.
¿Considera que el saneamiento básico es entendido por la mayoría de habitantes?	Sí	Viabilidad técnica entendida por la población.
¿Las fugas y roturas son comunes por la falta de un sistema adecuado?	Sí	Fugas y roturas son comunes por falta de sistema.
¿Las aguas estancadas en el sector generan insectos o focos de infección?	Sí	Aguas estancadas generan plagas.
¿Ha notado que el agua con la que convive frecuentemente está sucia?	Sí	Buen conocimiento sobre enfermedades por agua sucia.
¿Ha habido alguna mejora en la infraestructura sanitaria en los últimos años?	No	No ha habido mejora percibida en salud.
¿El mal estado del sistema de aguas afecta la salud de los niños?	Sí	Prefieren saneamiento sobre otros proyectos.
¿Cree que el problema del saneamiento requiere atención urgente del municipio?	Sí	Costos en salud afectan la economía doméstica.
¿Considera que este problema se ha agravado en los últimos años?	Sí	Muchos deben comprar agua limpia por seguridad.
¿Estaría de acuerdo con que se invierta presupuesto en soluciones sostenibles?	Sí	Ven el proyecto como fuente de empleo local.
¿Confía en que la comunidad puede organizarse para exigir mejoras?	Sí	Han observado proyectos similares en zonas cercanas.
¿Cree que la comunidad esté bien informada sobre el funcionamiento del alcantarillado?	No	Participación previa en consultas es baja.

¿Ha escuchado sobre enfermedades vinculadas al tratamiento inadecuado de aguas?	Sí	Quieren ser incluidos en decisiones del proyecto.
¿Cree que la solución debe involucrar a técnicos y especialistas?	Sí	Sienten que el problema desalienta visitas o turismo.
¿Considera que se debe implementar educación ambiental permanente?	Sí	Aceptan nuevas tecnologías si son efectivas.
¿Se ha aplicado algún tratamiento al agua que se consume en su hogar?	Sí	Desean que se incluya tratamiento al agua.
¿La mayoría de los vecinos sabe cómo funciona el sistema de alcantarillado?	No	La mayoría no tiene tratamiento doméstico.
¿Le gustaría que se implemente un sistema ecológico para tratar las aguas residuales?	Sí	Los pozos colapsan en época de lluvia.
¿Está dispuesto a pagar una contribución justa por una obra de saneamiento?	Sí	El agua servida afecta producción agrícola.
¿Participaría en comités ciudadanos de control de obras sanitarias?	Sí	Enfermedades han generado gastos adicionales.
¿Desea usted vigilar y cuidar que la obra de alcantarillado se haga bien?	Sí	Desean vigilar y cuidar la obra.
¿Sabe a qué institución acudir si falla el sistema de alcantarillado?	No	No saben a quién acudir por fallas.
¿Aprueba usted la implementación de soluciones sostenibles para el alcantarillado?	Sí	Aprueban soluciones sostenibles.
¿Considera que las instituciones están haciendo un trabajo transparente en el tema?	Sí	Desean ser capacitados.

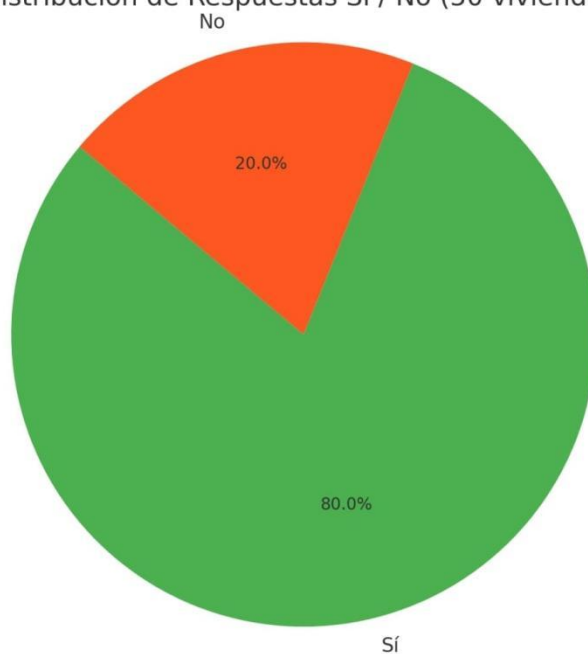
¿Cree que la obra de alcantarillado tendrá un impacto positivo en el valor de su propiedad	Sí	Ven un impacto positivo en el valor de su propiedad.
¿Conoce qué institución es la encargada de gestionar el alcantarillado en su zona?	No	Desconocen qué institución gestiona el alcantarillado.
¿Confía en el diseño propuesto por la universidad para solucionar el problema?	Sí	Confían en el diseño propuesto por la universidad.

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 21.

Distribución grafica de resultados en respuesta a encuesta dirigida a la población sobre el alcantarillado

Distribución de Respuestas Sí / No (50 viviendas)



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Tabla 15.

Resultado de encuesta en vivienda del sector Santa Elena de Bucay con método Likert

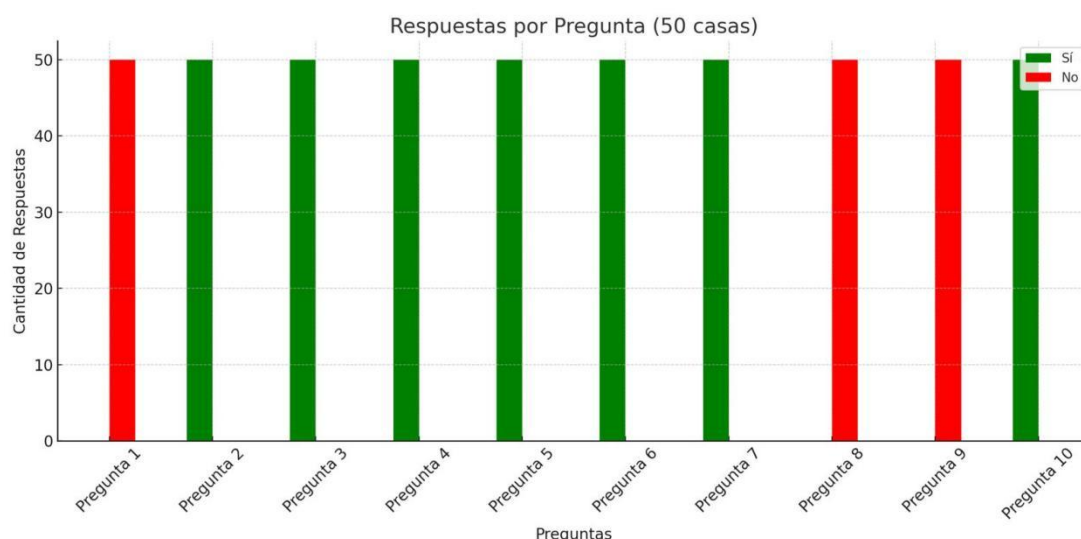
Ítem N°	Pregunta	Respuesta (1-5)	Justificación
1	Considero que el sistema de alcantarillado propuesto es necesario para la comunidad.	5	Es visto como una necesidad urgente.
2	Estoy dispuesto a pagar una tarifa mensual justa por este servicio.	4	Hay disposición con cautela financiera.
3	Confío en que el proyecto será implementado correctamente.	4	Confianza moderada por experiencias pasadas.
4	El nuevo sistema contribuirá significativamente a la mejora de la salud en mi familia.	5	Se espera una mejora directa en salud.
5	Estoy interesado en participar en las decisiones comunitarias del proyecto.	5	Desean ser incluidos activamente.
6	Este proyecto debería ser prioridad sobre otros en el sector.	5	Se percibe como prioritario.
7	Considero que la tecnología propuesta (biodigestor) es adecuada.	4	Aprobación parcial por desconocimiento inicial.
8	Me gustaría recibir información y capacitación sobre el uso del sistema.	5	Gran interés en aprender.
9	Creo que este sistema reducirá los malos olores y plagas.	5	Gran expectativa por mejoras ambientales.

10	Estoy comprometido a cuidar la infraestructura una vez construida.	5	Compromiso comunitario alto.
----	--	---	------------------------------

Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Ilustración 22.

Gráfica de resultado de encuesta a la población del sector Santa Elena de Bucay con el método de escalamiento de Likert



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

4.2. Propuesta

Como propuesta tenemos de que ya sabiendo la existencia de la red de AASS nos puede ayudar a conducir las aguas servidas hacia las lagunas de oxidación, ya que en el sector estudiado y delimitado no hay red de AASS , entonces lo que se hizo fue hacer el diseño de cámaras y ramales para poder conectar directamente a la red principal de AASS ya existente.

Nuestra propuesta se basa en los estudios de cálculos ya existentes y nuevos lo cual se llega a la propuesta de la red de AASS que se conectará directamente a la red ya existente que lleva a las lagunas de oxidación.

2.2.1. Presupuesto

PRESUPUESTO DE OBRA					
PROYECTO	TESIS: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR SANTA ELENA DEL CANTÓN BUCAY		Contratista	GUARTATANGA-MIRANDA	
Dirección			Analista	Elaborado	GUARTATANGA MIRANDA
				Revisado	KEVIN MENDOZA
				Aprobado	ULVR
Item	Cantidad	Unidad	Descripción	Precio U	Precio T
Materiales					
1	1456.00	m	TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D EXTERIOR = 175 MM , D INTERIOR 160 MM SERIE 5(*)	\$4.25	\$6,188.00
2	451.07	m	TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D EXTERIOR = 220 MM , D INTERIOR 200 MM SERIE 5(*)	\$6.47	\$2,918.42
3	83.00	u	CAJA DOMICILIARIA DE HA, INCLUYE TAPA DE 0.83 X 0.68 X 0.10, F'C=280KG/CM².	\$284.17	\$23,586.11
4	7.00	u	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA DE VÁLVULA DE HA, DE 3.01M A 3.50M TIPO II (INCLUYE LOSA DESMONTABLE).	\$2,436.55	\$17,055.85
					\$49,748.38
Alcantarillado Sanitario					
19	411.76	m3	EXCAVACIÓN A MÁQUINA HASTA 2M DE PROFUNDIDAD	\$3.50	\$1,441.16
20	411.76	m3	DESALOJO DE MATERIAL DE 25,01 KM. A 30 KM. O MAS (INCLUYE ESPONJAMIENTO)	\$7.35	\$3,026.44
23	32.54	m3	REPLANTILLO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4" COMPACTADO	\$22.08	\$718.48
24	136.88	m3	RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	\$22.08	\$3,022.31
25	119.54	m3	RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO.	\$12.43	\$1,485.88
					\$9,694.27
Gestiones adicionales					
36	1.00	u	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FÍSICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL DE INTERAGUA	\$852.00	\$852.00
39	1.00	u	SOCIALIZACIÓN PARA PERMISO DE INTERVENCIÓN EN VÍA PÚBLICA CON ATM	\$1,000.00	\$1,000.00
					\$1,852.00
				SUBTOTAL DE PRESUPUESTO	\$ 61,294.65
				COSTOS INDIRECTOS (12%)	\$ 7,355.36
				SUBTOTAL (SIN IVA)	\$ 68,650.01
				IVA 15%	\$ 10,297.50
				TOTAL	\$ 78,947.52

CONCLUSIONES

- Se hizo un diagnóstico de la situación actual del sector por la falta de redes de sistemas de AASS, donde se pudo evidenciar la existencia de viviendas de hormigón con acceso al consumo de agua potable mediante acometida y medidor, el cual está conectado al sistema de distribución.
- En el sector se realizó el levantamiento de información social mediante encuesta en el cual se pudo obtener información de la cantidad de viviendas y personas que viven en cada unidad habitacional existente; sin embargo, de acuerdo a la información disponible y facilitada del municipio, se evidenció una planificación

urbanística, donde cada manzana posee una distribución destinada para solares.

- El diseño del sistema de alcantarillado para el sector Santa Elena en el Cantón Bucay, constará de cajas domiciliarias, ramales, cámaras de inspección y colectores, los cuales recogerán el agua residual doméstica para finalmente sean entregados al sistema de alcantarillado sanitario existente.
- Se realizó el diseño hidráulico de las cámaras y ramales del área estudiada asegurando lo que son los cumplimientos de las normativas técnicas y ambientales.

RECOMENDACIONES

Nuestras recomendaciones que damos son la perfecta conexión de los ramales y cámaras diseñados a la red principal de AASS que llevarían a las lagunas de oxidación. También garantizamos el uso adecuado y muy responsable de la red de AASS para mayor durabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroproyectos. (15 de 09 de 2020). *Evaluación de proyectos: perfil, anteproyecto y proyecto definitivo*. Obtenido de Agroproyectos: <https://agroproyectos.org/evaluacion-de-proyectos-perfil-anteproyecto-y-proyecto-definitivo/>
- Andena Water Treatment. (19 de 04 de 2023). Obtenido de AWT: <https://awtsa.com/aguas-residuales-clasificacion-y-caracteristicas/>
- Ayuntamiento de Siero. (s.f.). DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE COLECTORES . En O. T. Ingeniería.
- Bastida, S. (17 de 12 de 2024). Obtenido de Referent Solutions: <https://referentsolutions.com/que-es-topografia-para-que-sirve/>
- Bedoya García, V. D., Serna Porras , N. A., & Sánchez Osorio , P. F. (11 de 2021). *Propuesta de diseño de un modelo de consultorio empresarial para la UNAD ECACEN ZOCC*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios . Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/43491/vdbedoyag.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Civil Lead. (18 de 09 de 2019). *Liderazgo Civil*. Obtenido de Civil Lead: <https://www.civillead.com/types-of-sewerage-system/>
- Contyquim. (10 de 07 de 2025). Obtenido de Contyquim: <https://contyquim.com/blog/nom-001-semarnat-y-tratamiento-de-aguas-residuales>
- Conventional sewers. (25 de 08 de 2010). (s. i. gmbh, Editor) Obtenido de Sswm.info: <https://sswm.info/sswm-university-course/module-2-centralised-and-decentralised-systems-water-and-sanitation/further/conventional-sewers-%28combined-sewers%29>
- FlowGuard Mx . (15 de 04 de 2022). Obtenido de Flowguard.com: <https://www.flowguard.com/blog-sp/ramaleo-conceptos-basicos-instalaciones-hidraulicas-residenciales>
- Hidrotec. (28 de 05 de 2018). Recuperado el 27 de 07 de 2025, de Hidrotec: <https://www.hidrotec.com/blog/componentes-sistema-alcantarillado/>
- INEC. (06 de 01 de 2023). Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/inec-boletin-publica-calendario-estadistico-2023/>
- Innovaequipos. (s.f de s.f de s.f). Recuperado el 27 de 07 de 2025, de Innovaequiposecuador.com: <https://innovaequiposecuador.com/camaras-para-inspeccion-de-tuberias/>
- López Moreira, D., Jaramillo Jiménez, E., & Ramírez Pinela, A. (29 de 05 de 2020). Sistema de alcantarillado y aguas residuales en Guayaquil. 13.
- López, V. (25 de 07 de 2023). *Henares*. Obtenido de Desatascos Henares: <https://www.desatascoshenares.com/blog/diametros-canerias-pvc-mm/>

- Molist López, S. (25 de 11 de 2019). (Certicalia) Obtenido de Certicalia | Soluciona todos tus trámites y gestiones: <https://www.certicalia.com/blog/pendiente-minima-saneamiento-cte>
- NEC-SE-HS. (2015). Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-nacional-de-chimborazo/instalaciones-hidrosanitarias/nec11-cap16-norma-hidrosanitaria/29840013>
- Olmedo, M. A. (08 de 08 de 2021). *Compromiso con los derechos de los pueblos indígenas al agua y saneamiento*. Obtenido de Volvamos a la fuente: <https://app.bibguru.com/p/69983415-1154-49c4-b5fb-d43dbd02c858>
- OMS. (22 de 03 de 2024). Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>
- ONU. (2020). Recuperado el 26 de 07 de 2025, de <https://app.bibguru.com/p/69983415-1154-49c4-b5fb-d43dbd02c858>
- OpenFlows SewerGEMS. (10 de 11 de 2022). (Bentley - Aufiero Informatica) Obtenido de Bentley - Aufiero Informática: <https://bentley.aufieroinformatica.com/openflows-sewergems-es/>
- Osorio-Rivera, M. A. (2021). Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2360/4800>
- PADILLA GARATE, D. V., & PINEDA FAREZ, R. M. (2021). *ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS INTERCEPTORES SANITARIOS I, II, III, IX, X, XII-A, XVI Y XVIII DE LA CIUDAD DE CUENCA ENFOCÁNDOSE EN EL CAUDAL SANITARIO Y DE INFILTRACIÓN*. . UNIVERSIDAD DEL AZUAY , FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, CUENCA.
- RAS. (2022). *Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio*. Obtenido de GOV.CO: <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico-reglamento-tecnico-sector-reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>
- Telwesa. (09 de 10 de 2024). Obtenido de Telwesa: <https://telwesa.com/aguas-residuales/>
- Tutoriales al Día - Ingeniería Civil. (22 de 08 de 2021). (Tutoriales al Día - Ingeniería Civil) Obtenido de Tutoriales al Día - Ingeniería Civil | Tutoriales y Artículos para Ingenieros Civiles, Tips, y aplicaciones prácticas de la Ingeniería Civil.
- Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. (02 de 02 de 2025). *Trabajo de titulación*. Obtenido de <https://www.ulvr.edu.ec/unidad-de-titulacion-2>
- Vigo, V., Vigil, S., Sánchez, M., & Medianero, D. (2018). *MANUAL DE DISEÑO DE PROYECTOS de Desarrollo Sostenible*. Cajamarca: Asociación Los Andes de Cajamarca.
- Zenteno, M. C. (28 de 03 de 2017). Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/386702279/Calculo-de-poblaciones-futuras-por-metodo-aritmetico-geometrico-y-parabolico>

ANEXOS

Anexo 1.

Ubicación por Google earth



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Anexo 2.

Ubicación de la zona a estudiar.



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Anexo 3.

Ubicación de las viviendas de la zona



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)

Anexo 4.

Ubicación final de toda la zona de las viviendas.



Elaborado por: Guartatanga y Miranda (2025)