



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

TEMA

**ANÁLISIS DE SISTEMA DE BIOTANQUE SÉPTICO PARA
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA
ROSA, CANTÓN BABA**

TUTOR

Mgtr. KEVIN MENDOZA VILLACIS

AUTORES

FAJARDO ARTEAGA ERIK JACKSON

RIVAS MONCAYO ALEX VINICIO

GUAYAQUIL

2025

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS			
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Análisis de sistema de Biotanque Séptico para tratamiento de aguas residuales en la comunidad Santa Rosa, cantón Baba			
AUTOR/ES: Fajardo Arteaga Erik Jackson Rivas Moncayo Alex Vinicio		TUTOR: Mgr. KEVIN 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: 113	
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción			
PALABRAS CLAVE: Tratamiento de desechos, Agua residual, Medio ambiente, Diseño.			
RESUMEN: El tratamiento de aguas residuales es clave para preservar la salud y el ambiente, especialmente en zonas rurales sin acceso a sistemas sanitarios adecuados. En este contexto, el diseño de un sistema de biotanque séptico para la comunidad de Santa Rosa se presenta como una alternativa técnica y sostenible que permite tratar eficientemente las aguas residuales domésticas, mejorando así las condiciones de vida de la población. El proceso de diseño inicia con un levantamiento detallado del área, que incluye datos del terreno, diagnóstico del sistema actual y aspectos sociales. Esta información permite formular una propuesta técnica adaptada a las condiciones locales. Posteriormente, se elabora una ficha técnica con parámetros ambientales, normativos y de diseño hidráulico, que respalde la planificación de la red de recolección y del sistema de tratamiento. Finalmente, se realiza un presupuesto referencial, en el que se incluyen los costos de implementación, materiales, mano de obra y mantenimiento, a través del análisis de precios unitarios. Este presupuesto permite evaluar la viabilidad económica del sistema propuesto, facilitando la toma de decisiones por parte de las autoridades o financiadores del proyecto. Así, el biotanque séptico se convierte en una solución viable, duradera y acorde con las necesidades rurales.			
N. DE REGISTRO (en base de datos):		N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):			
ADJUNTO PDF:	SI	☒	NO ☐

CONTACTO CON AUTOR/ES: Fajardo Arteaga Erik Jackson Rivas Moncayo Alex Vinicio	Teléfono: 0993396706 0978858169	E-mail: efajardo@ulvr.edu.ec arivasm@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Dr. Marcial Sebastián Amores Calero Teléfono: (04) 2596500 Ext. 241 E-mail: mcalero@ulvr.edu.ec Torres Rodríguez Jorge Enrique Teléfono: (04) 2596500 Ext. 242 E-mail: jtorres@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

ANÁLISIS DE SISTEMA DE BIOTANQUE SEPTICO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA ROSA, CANTON BABA



Nombre del documento: TT_2025A_FAJARDO-41VAS.pdf
ID del documento: 04b4e05ebd4ef652d8e54cf3c19a4dc30675
Tamaño del documento original: 7,37 MB
Autor(es): ENK FAJARDO ARTEAGA, ALEX RIVAS MONCAYO

Depositante: ENK FAJARDO ARTEAGA
Fecha de depósito: 17/8/2025
Tipo de carga: uL submisión
Fecha de fin de análisis: 17/8/2025

Número de palabras: 23.552
Número de caracteres: 166.802

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.pantana.org.co/ http://www.pantana.org.co/boletines/contenidos/publicaciones/lector.pdf 28 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (758 palabras)
2	repositorio.cebsa.int/bitstream/handle/123456789/1/213-TRABAJO-DE-GRADO-2013-2014.pdf 30 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (511 palabras)
3	repositorio.cebsa.int/bitstream/handle/123456789/1/213-TRABAJO-DE-GRADO-2013-2014.pdf 26 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (506 palabras)
4	repositorio.cebsa.int/bitstream/handle/123456789/1/213-TRABAJO-DE-GRADO-2013-2014.pdf 15 fuentes similares	<1%		Palabras idénticas: <1% (246 palabras)
5	repositorio.cebsa.int/bitstream/handle/123456789/1/213-TRABAJO-DE-GRADO-2013-2014.pdf 15 fuentes similares	<1%		Palabras idénticas: <1% (196 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario Viene de otro grupo	<1%		Palabras idénticas: <1% (40 palabras)
2	diagnóstico de agua residual http://repositorio.cebsa.int/bitstream/handle/123456789/1/213-TRABAJO-DE-GRADO-2013-2014.pdf	<1%		Palabras idénticas: <1% (40 palabras)
3	www.pantana.org.co/ http://www.pantana.org.co/boletines/contenidos/publicaciones/lector.pdf	<1%		Palabras idénticas: <1% (24 palabras)
4	www.pantana.org.co/ http://www.pantana.org.co/boletines/contenidos/publicaciones/lector.pdf	<1%		Palabras idénticas: <1% (29 palabras)
5	www.pantana.org.co/ http://www.pantana.org.co/boletines/contenidos/publicaciones/lector.pdf	<1%		Palabras idénticas: <1% (21 palabras)

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

- <http://www.pantana.org.co/>
- <http://repositorio.cebsa.int/bitstream/handle/123456789/1/213-TRABAJO-DE-GRADO-2013-2014.pdf>
- <http://www.pantana.org.co/>
- <http://www.pantana.org.co/>
- <http://www.pantana.org.co/>

KEVIN ANGEL
MENDOZA
VILLACIS

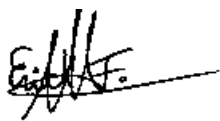
Firmado digitalmente
por KEVIN ANGEL
MENDOZA VILLACIS
Fecha: 2025.08.18
23:08:55 -05'00'

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El (Los) estudiante(s) egresado(s) Fajardo Arteaga Erik Jackson y Rivas Moncayo Alex Vinicio (mos) bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **ANÁLISIS DE SISTEMA DE BIOTANQUE SÉPTICO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA ROSA, CANTÓN BABA** totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autor



Firma:

Fajardo Arteaga Erick Jackson

C.I. 0993396706

Autor



Firma:

Rivas Moncayo Alex Vinicio

C.I. 0978858169

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación **ANÁLISIS DE SISTEMA DE BIOTANQUE SÉPTICO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA ROSA, CANTÓN BABA** 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: **ANÁLISIS DE SISTEMA DE BIOTANQUE SÉPTICO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA ROSA, CANTÓN BABA** presentado por el (los) estudiante (s) Fajardo Arteaga Erik Jackson y Rivas Moncayo Alex Vinicio como requisito previo, para optar al Título de **INGENIERO**, encontrándose apto para su sustentación.

KEVIN ANGEL
MENDOZA
VILLACIS



Firmado digitalmente
por KEVIN ANGEL
MENDOZA VILLACIS
Fecha: 2025.08.18
23:08:55 -05'00'

Firma:

C.C. 0922290010

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco a Dios por haberme dado la vida, la salud y la fuerza necesaria para alcanzar esta meta. Expreso mi sincero agradecimiento al Ing. Kevin Mendoza VILLACIS, tutor de este trabajo, por su compromiso, orientación y apoyo constante durante el desarrollo de este proyecto. Su guía fue clave para superar los desafíos del camino. A mi madre, María Intriago, gracias por su amor inmenso, por su entrega incondicional y por ser un pilar fundamental en mi vida.

Cada paso que he dado ha sido posible por todo lo que ha hecho por mí. A mi esposa, Adriana Coello, por su paciencia, comprensión y por caminar a mi lado en los momentos más difíciles. Gracias por ser mi compañera de vida y por apoyarme en cada decisión. Y a mi hijo, Jaziel Fajardo, por ser mi mayor motivación. Su existencia me impulsa cada día a ser mejor y a seguir adelante con firmeza y esperanza.

A cada uno de ellos, gracias por ser parte de este logro. Esta meta también es suya.

ERIK FAJARDO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fuerza y la sabiduría para culminar con éxito esta meta. A mi mamita Romina que siempre creyó en mí y siempre me brindo su apoyo incondicional para poder cumplir mis objetivos. A mi esposa Lisseth por todo su amor y motivación para no dejarme caer y seguir adelante.

A mi tutor por ayudarnos a realizarnos profesionalmente.

ALEX RIVAS

DEDICATORIA

A la memoria de tres seres que dejaron una huella imborrable en mi vida: Mi papá, mi hermanito y mi primo. Este trabajo está dedicado a ustedes, que, aunque ya no están físicamente, siguen presentes en mi mente y en mi corazón. A mi papá, ATENOGENES FAJARDO por ser mi mayor ejemplo de fortaleza, amor y dedicación. Por enseñarme con su vida el valor del esfuerzo, la responsabilidad y el cariño incondicional. A mi hermanito, JESUS FAJARDO que con su ternura y alegría me enseñó lo que significa amar sin medida. Y a mi primo, ISAAC FAJARDO compañero de infancia y de tantos recuerdos felices, cuyo espíritu aún me acompaña. Cada uno de ustedes ha sido una luz en mi camino. Esta meta también es suya, porque su amor y su recuerdo me dieron la fuerza para seguir adelante.

Siempre los llevaré conmigo

ERIK FAJARDO

Dedico mi tesis a mi madre y a mi padre, Alex y Romina, gracias a su formación y enseñanzas pude concluir con mi carrera. A mi esposa Lisseth por ser mi motor en todo momento. También a mis hermanos Eddy, Jael y Jair que me brindaron su apoyo moral en este proceso.

ALEX RIVAS

RESUMEN

El tratamiento adecuado de aguas residuales es esencial para preservar la salud pública y el medio ambiente, especialmente en comunidades rurales que carecen de infraestructura sanitaria. En este contexto, el diseño e implementación de un sistema de biotanco séptico en la comunidad Santa Rosa representa una solución técnica y sostenible para mejorar las condiciones de saneamiento. Este tipo de sistema permite tratar las aguas residuales domésticas de forma eficiente, adaptándose a las características del entorno y contribuyendo al bienestar de la población.

Para llevar a cabo el diseño del sistema de biotanco séptico en la comunidad Santa Rosa, se debe iniciar con un levantamiento detallado del área. Esta etapa incluye la recopilación de datos técnicos del terreno, condiciones actuales de saneamiento, así como información social relevante que permita entender las necesidades reales de la población. Esta información constituye la base para formular una propuesta técnica adecuada, adaptada a las características y limitaciones del lugar.

Posteriormente, es fundamental la elaboración de una ficha técnica que detalle los aspectos claves del diseño del sistema. Esta ficha debe contemplar parámetros técnicos, criterios ambientales y el cumplimiento de la normativa vigente. A partir de ello, se procederá al diseño de la red de recolección y el sistema de tratamiento de aguas residuales, garantizando una solución eficiente y sostenible que mejore la calidad de vida de los habitantes de la comunidad.

Finalmente, para analizar la viabilidad económica del proyecto, se elaborará un presupuesto referencial del sistema propuesto. Este incluirá tanto los costos de implementación como los de mantenimiento a través de un análisis de precios unitarios. Con estos datos, se podrá realizar una evaluación objetiva de la factibilidad financiera del sistema de biotanco séptico, facilitando la toma de decisiones para su ejecución.

Palabras claves: Tratamiento de desechos, Agua residual, Medio ambiente, Diseño.

ABSTRACT

Proper wastewater treatment is essential to preserve public health and protect the environment, especially in rural communities that lack adequate sanitation infrastructure. In this context, the design and implementation of a septic biotank system in the community of Santa Rosa represents a technical and sustainable solution to improve sanitation conditions. This type of system efficiently treats domestic wastewater, adapting to the characteristics of the area and contributing to the well-being of the population.

To carry out the design of the septic biotank system in the community of Santa Rosa, it is necessary to begin with a detailed survey of the area. This stage includes the collection of technical data related to the terrain, current sanitation conditions, as well as relevant social information that helps understand the real needs of the population. This information forms the foundation for developing a suitable technical proposal tailored to the site's specific characteristics and limitations.

Subsequently, it is essential to prepare a technical datasheet outlining the key aspects of the system's design. This document should include technical parameters, environmental criteria, and compliance with applicable regulations. Based on this, the collection network and wastewater treatment system will be designed to ensure an efficient and sustainable solution that improves the quality of life for the community's residents.

Finally, to assess the economic viability of the project, a reference budget for the proposed system will be developed. This will include both implementation and maintenance costs through a unit price analysis. These figures will allow for an objective evaluation of the financial feasibility of the septic biotank system, supporting informed decision-making for its execution.

Keywords: Waste treatment, Wastewater, Environment, Design.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ANEXOS	XVII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1.1 TEMA:	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	2
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:	3
1.4 OBJETIVO GENERAL	3
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.6 IDEA A DEFENDER (HIPÓTESIS)	3
1.7 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL / FACULTAD	3
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 ANTECEDENTES:	5
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:	8
2.2.1 Biotanque Séptico	8
2.2.2 Sistema de Pozo séptico y tanque de filtración	9
2.2.3 Sistema de pozo séptico con trinchera para absorción	9
2.2.4 Línea base para el diseño de sistema de alcantarillado sanitario ...	10
2.2.5 Parámetros hidráulicos de sistema de alcantarillado sanitario	12
2.2.6 Criterios para el diseño de la red de alcantarillado sanitario	14
2.2.7 Estimación de la población futura	15
2.2.8 Aguas residuales	17
2.2.9 Procesos Primarios de Aguas Servidas	18
2.2.10 Tratamiento Secundario	19
2.2.11 Sistemas Sépticos integrados e independientes	21
2.2.12 Sistemas de recolección de líquidos en residuos domésticos	22
2.2.13 Tuberías: materiales y diámetros	23
2.2.14 Parámetros para el diseño de recolección de aguas residuales	23
2.2.15 Fórmulas de cálculo para la recolección de aguas residuales	26
2.3 MARCO LEGAL	28

2.3.1 Constitución de la Republica del Ecuador 2008 Título I: Elementos constitutivos del estado	28
2.3.2 Capítulo segundo: derechos del buen vivir Sección primera: agua y alimentación	28
2.3.3 Sección sexta: Habitación y vivienda	28
2.3.4 Capítulo Séptimo: Derechos de la Naturaleza	28
2.3.5 Organización territorial del estado Régimen de competencias	29
2.3.6 Régimen de Desarrollo; Sectores estratégicos	29
2.3.7 Régimen del Buen vivir: Biodiversidad y recursos naturales	29
2.3.8 Norma generales para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado	30
CAPITULO III	33
MARCO METODOLOGICO	33
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN:	33
3.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	34
3.3.1 Técnicas utilizadas:	34
3.3.2 Instrumentos:	35
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	37
3.4.1 Población	37
3.4.2 Muestra	37
3.5 DIAGRAMA DE PROCESOS	37
CAPITULO IV	40
4.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	40
4.1.1 Resultados de las encuestas	40
4.1.2 Resultados del levantamiento topográfico	47
4.1.3 Ficha técnica para el sistema de Biotanque	52
4.1.4 Elementos complementarios para sistema	54
4.1.5 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario	62
4.1.6 Resultados del presupuesto referencial del sistema con Biotanque	74
4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	78

CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES	82
BIBLIOGRAFIA	83
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Línea de investigación.....	4
Tabla 2.Composición de aguas residuales domesticas	18
Tabla 3.Volúmenes y material filtrante por sistema.....	20
Tabla 4.Período de Retorno	24
Tabla 5.Parámetros de aguas residuales domesticas.....	25
Tabla 6.Coeficiente de Rigurosidad	25
Tabla 7.Valores de coeficientes de caudales	26
Tabla 8.Pregunta 1.....	40
Tabla 9.Pregunta 2.....	41
Tabla 10.Pregunta 3.....	41
Tabla 11.Pregunta 4.....	42
Tabla 12.Pregunta 5.....	43
Tabla 13.Pregunta 6.....	44
Tabla 14.Pregunta 7	44
Tabla 15.Pregunta 8.....	45
Tabla 16.Pregunta 9.....	46
Tabla 17.Planilla de coordenadas 1	47
Tabla 18.Planilla de coordenadas 2	48
Tabla 19.Planilla de coordenadas 3	49
Tabla 20.Dimensiones de las medidas del biotankue	53
Tabla 21.Volúmenes y material filtrante por sistema.....	54
Tabla 22.Dimensiones de trampas de grasa.....	55
Tabla 23.Dimensiones de caja de inspección y muestreo.....	56
Tabla 24.Dimensiones de la capacidad Séptica.....	57
Tabla 25.Secuencia de instalación.....	59
Tabla 26.Mantenimiento Séptico	60
Tabla 27.Mantenimiento de filtros	61
Tabla 28.Planilla Hidráulica para el diseño de alcantarillado Sanitario	64
Tabla 29.Presupuesto del sistema de Biotankue para el tratamiento de aguas residuales.....	75
Tabla 30.Presupuesto de pozo sépticos convencionales.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema de Diseño de pozo séptico residencial	9
Figura 2. Pozo Séptico de Absorción	10
Figura 3. Alcantarillados sanitarios	12
Figura 4. Criterios de diseño de alcantarillado sanitario	13
Figura 5. Planta de tratamiento de Aguas Potable	19
Figura 6. Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)	20
Figura 7. Sistema Séptico integrado de 7500 lts	21
Figura 8. Sistema séptico integrado de 7500 lts auto-limpiable	21
Figura 9. Sistema de recolección de aguas residuales	22
Figura 10. Límites de descarga al sistema de alcantarillado Público	32
Figura 11. Diagrama de procesos	39
Figura 12. Tabulación de la pregunta 1	40
Figura 13. Tabulación de la pregunta 2	41
Figura 14. Tabulación pregunta 3	42
Figura 15. Tabulación pregunta 4	42
Figura 16. Tabulación pregunta 5	43
Figura 17. Tabulación de la pregunta 6	44
Figura 18. Tabulación pregunta 7	45
Figura 19. Tabulación de la pregunta 8	45
Figura 20. Tabulación de la pregunta 9	46
Figura 21. Ubicación del sector formato relieve	50
Figura 22. Levantamiento de las viviendas en el sitio	51
Figura 23. Levantamiento del área de la Comunidad Santa Rosa	52
Figura 24. Trampas de grasa en biotankes	55
Figura 25. Dimensiones de la caja de distribución	55
Figura 26. Caja de distribución	56
Figura 27. Caja de inspección	56
Figura 28. Sistemas sépticos integrados	58
Figura 29. Sistemas sépticos integrados autolimpiables	58
Figura 30. Mantenimiento de sistema Séptico con sistema de purgas de lodo	60
Figura 31. Especificaciones de viviendas y detalles de conexión	65

Figura 32.Resultados del diseño de tratamiento de aguas residuales con biotankue Séptico	66
Figura 33.Trampas de grasa y dimensiones de tramos en tuberías	67
Figura 34.Dimensión de tramo C1 a C2	70
Figura 35.Dimensión de tramo C2 a C3	70
Figura 36. Dimensión de tramo C3 a C4	71
Figura 37.Dimensión de tramo C4 a C5	71
Figura 38.Dimensión de tramo C5	72
Figura 39.Sistema de Biotankue Séptico	72
Figura 40.Dimensiones del biotankue Séptico	73
Figura 41.Análisis de costos referenciales entre Biotankue Sépticos y Pozos Sépticos	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Levantamiento topográfico	87
Anexo 2 Verificación de Coordenadas	88
Anexo 3 Delimitaciones de viviendas	89
Anexo 4 Sistema de agua potable	90
Anexo 5 Llaves de paso de suministro de agua	91
Anexo 6 Sistemas de bombeo	92
Anexo 7 Pozos en mal estado	93
Anexo 8 Cajas de registro en mal estado	94
Anexo 9 Contaminación ambiental por sistemas de pozos Sépticos	95
Anexo 10 Pozos sépticos	96

INTRODUCCIÓN

En localidades donde no existe un sistema de alcantarillado sanitario, es indispensable desarrollar una alternativa que permita la disposición adecuada e higiénica de las aguas negras o grises generadas en los hogares, evitando impactos negativos en el medio ambiente. Esta investigación tiene como objetivo servir como una guía para implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales en la comunidad Santa Rosa, cantón Baba, utilizando un Biotanque séptico como solución eficiente y sostenible.

Según el conocimiento obtenido, se ha estudiado la función de los tanques sépticos y otros métodos similares para la gestión individual de aguas residuales. Muchas casas, especialmente en las zonas rurales, utilizan tanques sépticos tradicionales con restricciones a la sostenibilidad y la eficiencia.

La necesidad de mejorar el tratamiento actual de las aguas residuales en la comunidad de Santa Rosa mejora mediante el desarrollo de un sistema séptico de biotanka, que se plantea como una alternativa innovadora para prevenir los métodos tradicionales para facilitar su introducción en la ciudad. El proyecto se centra en el tratamiento de aguas residuales, ya que la práctica que afecta el medio ambiente y la calidad de vida de la población, como el uso de sistemas inapropiados o la ausencia de tratamiento, aún se observa. Para apoyar este estudio, se recopilieron datos sobre las características de la población y sus prácticas diarias a través de la investigación.

Es importante tener en cuenta que la falta de tratamiento de aguas residuales o residuos causa serios problemas para la población, como la prevalencia de enfermedades infecciosas, el olor desagradable y la distribución de insectos como moscas y mosquitos.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema:

Análisis de sistema de biotanco séptico para tratamiento de aguas residuales en la comunidad Santa Rosa, cantón Baba.

1.2 Planteamiento del Problema:

En la comunidad de Santa Rosa, cantón Baba, se presenta una situación crítica relacionada con el tratamiento y disposición de los líquidos contaminantes, lo que afecta tanto la salud poblacional como el ecosistema. Actualmente, la falta de un mecanismo adecuado de depuración para la gestión de las aguas contaminadas genera controversias el cual genera el deterioro ambiental en las fuentes de agua cercanos y aumenta los riesgos sanitarios entre los habitantes. La comunidad carece de una estructura de desagüe sanitario funcional y, en consecuencia, las aguas contaminadas son vertidas sin tratamiento, lo que agrava la situación. (Ministerio de Ambiente, 2024)

A nivel mundial se estima que el 80% de las aguas residuales generadas son vertidas al suelo o en cuerpos de agua, sin el tratamiento de los componentes orgánicos previo a ser desechada, lo que puede minimizar la liberación de gases contaminantes, siendo las naciones con mayor ingreso con un 70% de aguas residuales, países con ingresos medios un 28%, y bajos con un 8% de aguas residuales recibe tratamiento. (UNESCO, 2020)

Por lo que se plantea un análisis para la implementación de un sistema de biotanco séptico como solución para el tratamiento de las aguas servidas domiciliarias, asegurando un proceso de depuración eficiente que cumpla con las normativas ambientales. Sin embargo, la instalación de dicho sistema requiere un análisis detallado de los caudales de aguas residuales generados en la población, así como un estudio de calidad del agua para determinar los parámetros adecuados que garanticen a cabalidad las normas y estándares a nivel sanitario y medio ambientales.

El desafío radica en realizar un diseño técnico que contemple el dimensionamiento del sistema de recolección de aguas residuales. De esta manera,

es esencial evaluar las características locales y la capacidad de la comunidad para implementar y mantener este sistema, el cual ayudara a contribuir y mejorar las condiciones de salud y medioambiental en la comunidad Santa Rosa.

1.3 Formulación del Problema:

¿Cuál es el impacto de la falta de tratamiento de las aguas contaminadas vertidas en fuentes hídricas y los impactos adversos en el ecosistema, para los habitantes de la comunidad Santa Rosa?

1.4 Objetivo General

Analizar un sistema de Biotanque séptico para el tratamiento adecuado de las aguas residuales domiciliarias en la comunidad Santa Rosa, cantón Baba.

1.5 Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento del área existente mediante recolección de datos técnicos y sociales para propuesta de diseño del biotanque séptico
- Elaborar una ficha técnica para el diseño de un sistema de biotanque séptico destinado al tratamiento de aguas residuales con base en criterios técnicos, ambientales y normativos.
- Diseñar la red de recolección y sistema de tratamiento para aguas residuales como mejora para los habitantes de la comunidad Santa Rosa.
- Elaborar el presupuesto referencial del sistema de biotanque séptico y costos de mantenimiento, mediante análisis de precio unitario, para evaluación de la factibilidad económica del proyecto.

1.6 Idea a Defender (Hipótesis)

El análisis de aplicación de un biotanque séptico para tratar las aguas servidas domiciliarias en el sector de Santa Rosa, permitirá reducir la contaminación y contribuirá al mejoramiento de la salud pública y medioambiental.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Las líneas de investigación de la Facultad de ingeniería, industria y construcción se basan en Territorio, Habitación, diseño y construcción (Universidad Laica Vicente Rocafuerte, 2025)

Tabla 1. Línea de investigación

Dominios ULVR	Línea de Investigación Institucional	Línea de Investigación Facultad	Sub-línea de Investigación Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Técnica, Tecnología e Innovación	Modelaciones

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2025)

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2. Marco Teórico

2.1 Antecedentes:

Según el estudio realizado por Trujillo (2022), cuya propuesta contiene el uso de un diseño de fosa séptica y efecto ambiental, aplicado en una vivienda de la localidad Canchagua, ubicado en el Cantón de Saquisilí, provincia de Cotopaxi, se aplican distintas metodologías de diseño y ajustes de forma específica.

En este estudio se tomó la decisión de realizar muestreos en distintos días, para un análisis con menor incidencia a errores, utilizando la NTE-INEM 1108, en la obtención del muestreo, el cual se procedió a aplicar un análisis tanto a nivel físico, químico y bacteriológicos; permitiendo un mejor reconocimiento en las propiedades del agua y comparar los posibles límites superiores permitidos y asignados por el Acuerdo Ministerial No.097-a, del año 2015.

Por ende, al obtener los datos, se realizan los análisis y cálculos, en la implementación del diseño para una fosa séptica, como el uso de una trampa de grasas, sistema para el cribado, sedimentador del sistema primario y el tanque para la cloración, el cual fue diseñado para reutilizar el agua en los sistemas de irrigación para el uso agrícola.

Otro estudio realizado por Ríos (2021), cuyo trabajo considera evaluar la planta de depuración de agua servidas, en la población de Marcabellí, el cual permite corroborar al efluente que cumpla los parámetros para el descargue del cuerpo destinatario como se establece en el ministerio de ambiente, el proceso se implementa mediante una evaluación hidráulica en las unidades de tratamiento de aguas negras.

Para ello se aplica un análisis tanto a nivel físico, químico y microbiano de las aguas negras, mediante los parámetros de pH, DBO5, DQO, nitrógeno, sólidos, entre otras. (Rios, 2021)

El análisis para este estudio se aplicó mediante laboratorio de MSV, la cual realiza estudio de agua, suelo y alimentos; esta fue realizada en cuenca, está avalado del Servicio de Acreditación Ecuatoriano pública. Para determinar la composición completa de las aguas negras, fue aplicado mediante la obtención de muestras, las cuales fueron cuatro, adquiridas en los puntos tanto de ingreso como también en la salida de la planta y las unidades de egreso en el procedimiento de tratamiento del tanque séptico y filtración, siendo requerido para la evaluación de los parámetros de la liberación y efectividad en la remoción de los contaminantes de las unidades para el tratamiento de aguas.

Las evaluaciones hidráulicas en los tanques sépticos de tratamiento mostraron que la masa existente no será suficiente para el tratamiento de la demanda futura en el final del periodo de diseño; los resultados en el afluente de la planta presentaron que los datos que se analizaron no concuerdan con los límites permitidos en la descargas de aguas negras, según lo definido en la normativa ambiental actual, esto se debe por la ausencia de mantenimiento en las unidades de tratamiento, por ende se pretende construir unidades adicionales en este caso dos tanques sépticos y tres filtros de tipo anaerobio, las cuales son necesarias para la demanda futura y el cumplimiento de los tiempos de retención del líquido recomendado, prolongando la vida útil de la PTAR hasta finales del 2035.

Según el estudio realizado por Meneses (2023), dicho trabajo de investigación se efectúa cuando la estación de Tratamiento de líquidos contaminados, está fuera de servicio por diversos motivos como la catástrofe y la falta de cuidado. Este estudio investigativo se realizó mediante etapas: la primera etapa fue el levantamiento de datos recopilados, las cuales existen en dicha estación de tratamiento ya antes mencionada, las cuales son: actividades socio económicas, componentes, dimensiones y año de construcción.

La segunda parte de la investigación de campo, se aplicó una evaluación del caudal en la salida de la estación de Tratamiento de líquidos contaminados, logrando diagnosticar una estimación real del caudal de diseño, considerando que ese valor se realiza en la salida, por medio de diversas formas en la ejecución y fácil acceso del pozo central, para determinar el caudal obtenido en el sondeo de la zona de desagüe en la planta de tratamiento, la cual tiene unos 4.5 metros cúbicos por segundo.

El tercer punto es la investigación de laboratorio en los atributos del agua, la cual fue determinante para los valores y características del pH, DQO5, DBO, aceite, grasas, detergentes, entre otras descargas realizadas dentro del sistema de drenaje del sector investigado. Por último, se contrasta y comprueba los componentes de la planta en funcionamiento, otorgando un rediseño de la estación de tratamiento de aguas contaminadas. Otro estudio desarrolla por Méndez (2022), cuyo estudio tiene el propósito de implementar un método para tratar los líquidos negros domiciliarios con tanques sépticos y cada elemento que lo componen para la intervención en el proceso sanitario y tratamiento.

Por este motivo se logra contribuir con las mejoras en los trabajos de campo y las bondades con la ecología ambiental para el rediseño de dicho método de tratamiento antes mencionado con los tanques sépticos o biodigestores.

El biodigestor o conocido también como tanque séptico, el cual es un tanque cerrado en el que se vierten de manera temporal las aguas grises o de tipo residual, dentro de una vivienda para su descomposición, contribuyendo a la disminución de los malos efectos medio ambientales. Esto puede estructurarse con más de un tanque, las cuales pueden conectar entre sí, mediante los requerimientos que justifiquen en esta situación la elaboración del diseño de un biodigestor en cada vivienda, con su estructura, tamaño y los tubos de ingreso y salida, con el diseño para los líquidos residuales que permanecen en el tanque con un tiempo mínimo de 24 horas, cuya finalidad es la descomposición de la materia obtenida, separando los procesos físicos, sedimentos y flotación.

Por ende, el sistema de biodigestores serviría como alternativa en el área para conservar el ecosistema y mejorar el bienestar de vida de los habitantes, depurándolo para una resolución de manera integral que cuenta con tres etapas: la primera etapa es la retención y digestión de la materia orgánica, como son los sólidos de aguas residuales, la segunda etapa es la activación de cámaras de filtración y distribución de agua en un lugar determinado; por último, el suelo en las cámaras de filtración y la depuración del agua.

En este último, estudio realizado por Parrales (2020), tiene como objetivo principal la aplicación de prácticas de colocación de un biotank como son los tanques de tipo séptico, siendo cada uno de estos elementos que se estructuran y las

cuales intervienen para el procedimiento sanitario en el tratamiento de los líquidos contaminados. Cuyo objetivo se proyecta para mejoras prácticas en el área de construcción y dar concientización con la ecología medio-ambiental, mediante un diseño de infraestructura para el saneamiento de líquidos contaminantes residenciales, con el uso de tanques sépticos.

Considerando el uso del mismo, como una opción para la ecología medio ambiental y mejorar el bienestar personal y social, se utiliza un sistema séptico de aguas negras, la cual consiste en cuatro etapas principales, las cuales son: Pre-tratamiento, tratamiento, postratamiento y disposición del agua efluente.

Por ende, se aplica un diseño de recipiente de Biotanque para depositar temporalmente las aguas negras en cada vivienda, conforme a la forma, el tamaño y la disipaciones de las tuberías para la entrada y salida, las cuales están estructuradas para aguas contaminadas y se queden en el tanque alrededor de un tiempo a jornada completa con la finalidad en la cual se disuelva la sustancia biológica y convertirlos en gases, líquidos y sólidos; separándolas en el interior de un biotanque séptico con el proceso físico, en la sedimentación y flotación.

2.2 Fundamentación teórica:

2.2.1 *Biotanque Séptico*

Un tanque séptico, se define como un envase o cisterna cerrada, en la cual se almacena de forma temporal las aguas servidas, las cuales provienen de los hogares, siendo el conjunto de tipo residencial o instituciones tales como: hoteles, escuelas, entre otras.

El sistema de tanques con un tanque o varias conectadas de forma adecuada según la necesidad del caso, considerando el tamaño y la estructura en las tuberías de entrada como también de salida, este diseño ayuda a mantener las aguas negras para que permanezcan en los tanques con un mínimo de 24 horas, con la finalidad en la que se efectúan los procesos bioquímicos y físicos, por medio de bacterias anaeróbicas contenidas en aguas negras. (Rosales, 2020)

2.2.2 Sistema de Pozo séptico y tanque de filtración

El sistema suele constar de dos tanques, siendo el primer tanque para la sedimentación y la disposición de los desperdicios. El segundo es un tanque filtrado, en la cual tiene un afluyente dentro que filtra hacia el suelo, dicha práctica es recomendable para la percolación del terreno, la cual debe ser buena con un menor espacio diferente a las que se fabrican de forma tradicional, por este motivo no es recomendable la cota freática, siendo esta alta. (Patoño, 2023)

En la figura 1 se detalla el esquema del diseño de un pozo séptico residencial, donde se tiene trampa de grasas, tanque séptico y campo de infiltración.

Figura 1. Esquema de Diseño de pozo séptico residencial



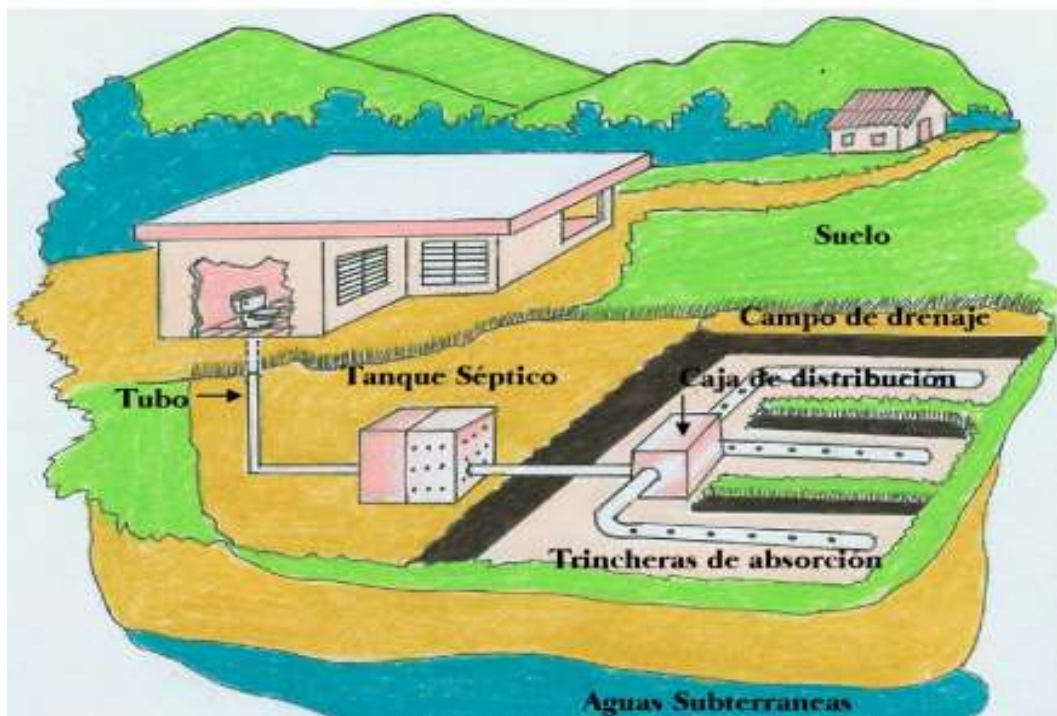
Fuente: Rotoplast (2020)

2.2.3 Sistema de pozo séptico con trinchera para absorción

La definición de un pozo séptico con trinchera tiene como estructura un tanque y varias trincheras para la absorción, estas realizan un riego en el afluyente del tanque sobre el mismo terreno, la cual necesita una caja de distribución para el manejo del flujo de forma uniforme logrando llegar a las trincheras, considerando la aplicación hábil para estas trincheras se puede lograr varios beneficios de forma marginal, las cuales tienen una faja en el terreno fértil. (Mendez, 2021)

En la figura 2, se ilustra el desempeño de un pozo séptico de absorción

Figura 2. Pozo Séptico de Absorción



Fuente: Tito (2022)

2.2.4 Línea base para el diseño de sistema de alcantarillado sanitario

La línea base constituye el punto de partida para el desarrollo del diseño de redes de alcantarillado sanitario, ya que permite comprender las condiciones actuales del área de estudio. Esta incluye la recopilación de información física, ambiental, social y técnica del sitio donde se implantará el sistema. Entre los principales aspectos considerados se encuentran la topografía del terreno, el tipo de suelo, el uso del suelo, la densidad poblacional, el crecimiento proyectado, así como la infraestructura existente relacionada con el saneamiento.

Asimismo, se analizan los hábitos de consumo de agua potable, ya que estos datos permiten estimar con mayor precisión la generación de aguas residuales. La línea base también contempla el estado actual de los sistemas de recolección, conducción y disposición final de aguas servidas, lo que permite identificar deficiencias y posibles interferencias con las nuevas redes proyectadas. Esta evaluación preliminar es esencial para garantizar que el diseño propuesto sea eficiente, sostenible y adaptable a las necesidades presentes y futuras de la población beneficiaria. Algunos de los factores a considerar son los siguientes:

Estudio topográfico: El análisis de la topografía del terreno es fundamental para diseñar un sistema de alcantarillado sanitario eficiente. Conocer las pendientes naturales permite aprovechar la gravedad para la conducción de aguas residuales, minimizando el uso de estaciones de bombeo y reduciendo así los costos operativos. Además, el levantamiento topográfico define las cotas de inicio y descarga del sistema, lo cual influye directamente en la profundidad y trazo de las tuberías.

Caracterización de la población: Es fundamental conocer el número de habitantes en la actualidad y proyectar cómo se verá la población en el futuro, tanto a mediano como a largo plazo. Esta información es clave para estimar el volumen de aguas residuales que el sistema necesitará manejar. También es importante tener en cuenta la densidad de la población y el tipo de desarrollo (urbano o rural), ya que estos factores influyen en el diseño y alcance de las infraestructuras requeridas.

Tipo de suelo: La clase de suelo afecta la elección de los materiales, la profundidad de las excavaciones y la seguridad de las zanjas. Suelos que sean arcillosos, arenosos o que contengan abundante agua subterránea demandan tratamientos específicos para prevenir colapsos y garantizar la longevidad del sistema. Igualmente, la capacidad portante del terreno define las condiciones de construcción y el refuerzo necesario para las instalaciones.

Materiales y diámetros de tuberías: La selección del material para las tuberías debe asegurar que sean resistentes, duraderas y fáciles de instalar. Los diámetros se determinan según el caudal que se deba transferir y deben permitir una velocidad mínima que garantice la autolimpieza, previniendo la acumulación de desechos. Un diseño apropiado garantiza el correcto funcionamiento de todo el sistema y disminuye la necesidad de mantenimiento.

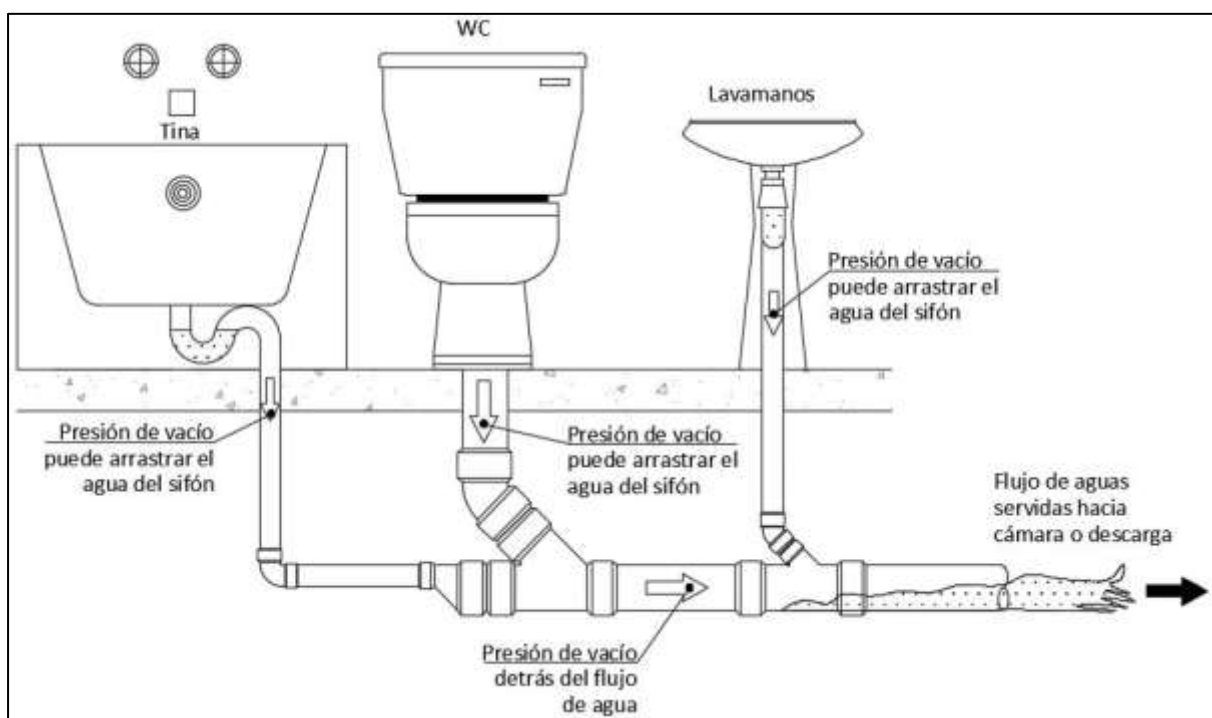
Condiciones ambientales: También es crucial analizar el entorno físico y ambiental del área en cuestión. Regiones con riesgo de inundaciones, zonas protegidas o próximas a cuerpos de agua requieren precauciones adicionales. Estos aspectos afectan la localización de las redes y el diseño de las descargas, con el objetivo de mitigar impactos adversos en el medio ambiente.

Infraestructura existente: Es necesario detectar los sistemas subterráneos y a nivel de superficie ya existentes, como las redes de abastecimiento de agua,

electricidad, gas o telecomunicaciones. Esta información es esencial para prevenir inconvenientes durante la construcción y facilita la planificación de la disposición de las nuevas redes de alcantarillado.

Factibilidad técnica y económica: Por último, es preciso hacer un análisis técnico y económico que aclare la viabilidad del proyecto. Esto involucra una evaluación de los costos de construcción, operación y mantenimiento, así como una comparación de diferentes opciones de diseño. Esta fase es vital para elegir la solución más eficaz y sostenible para la comunidad.

Figura 3. Alcantarillados sanitarios



Fuente: Berruz (2022)

2.2.5 Parámetros hidráulicos de sistema de alcantarillado sanitario

El diseño hidráulico de un sistema de alcantarillado sanitario requiere considerar diversos parámetros que permiten garantizar un funcionamiento adecuado del sistema bajo condiciones normales y extremas. Estos parámetros son fundamentales para dimensionar las tuberías, definir las pendientes y seleccionar los materiales apropiados.

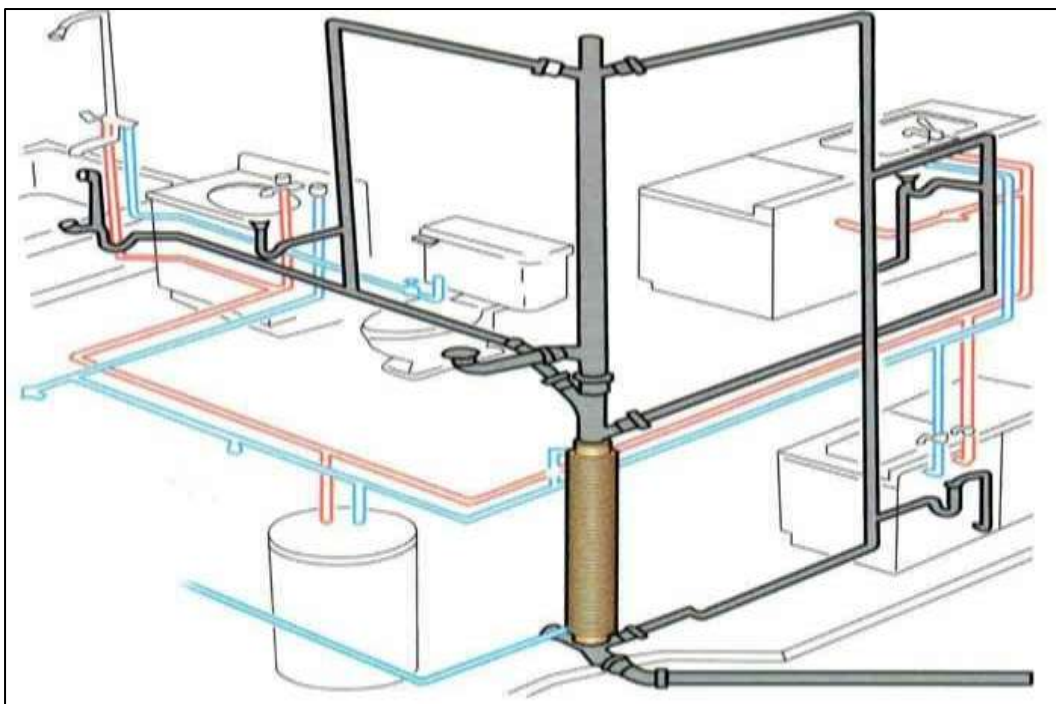
Uno de los principales factores es el caudal de diseño, que representa el volumen de aguas residuales que se espera transportar en un tiempo determinado. Este caudal se calcula a partir del consumo de agua de la población y debe considerar

tanto el caudal medio como el caudal máximo horario, incluyendo márgenes de seguridad ante variaciones imprevistas.

Otro factor crucial es la inclinación de las tuberías, la cual debe ser adecuada para permitir que el flujo se mueva por gravedad y lograr una velocidad mínima que prevenga la acumulación de sólidos. Por lo general, se establece que esta velocidad no debe ser inferior a 0,6 m/s para garantizar la auto-limpieza del sistema. Además, es importante considerar el coeficiente de rugosidad, que cambia según el material de las tuberías (como PVC, concreto y gres) y que tiene un impacto directo en la resistencia al flujo. Este coeficiente se utiliza en fórmulas como la de Manning, que es comúnmente empleada para calcular el flujo en conductos cerrados.

Asimismo, se evalúa el diámetro hidráulico de las tuberías, que está influenciado por el caudal a transportar, la pendiente disponible y la velocidad requeridas. Un diámetro óptimo evita desbordamientos y simplifica el mantenimiento del sistema. Finalmente, se consideran las condiciones de carga, es decir, si las tuberías trabajarán parcialmente llenas (flujo a superficie libre) o a presión, aunque en los sistemas sanitarios se prefiere el primero por razones operativas y de control. Estos parámetros permiten desarrollar un diseño técnico funcional, seguro y adaptado a las características del terreno y de la población a servir.

Figura 4. Criterios de diseño de alcantarillado sanitario



Fuente: Naranjo (2022)

2.2.6 Criterios para el diseño de la red de alcantarillado sanitario

El diseño de una red de alcantarillado sanitario requiere una planificación técnica precisa que garantice la recolección, conducción y disposición segura de las aguas residuales generadas por una comunidad. Para lograr un sistema eficiente, duradero y funcional, es necesario aplicar una serie de criterios técnicos que respondan a las condiciones específicas del entorno, la demanda actual y futura, así como a las normativas vigentes. Estos criterios permiten establecer parámetros de diseño que aseguren el buen desempeño hidráulico del sistema, la facilidad de operación y mantenimiento, y la protección del medio ambiente y la salud pública. Los criterios más importantes para el diseño de una red de alcantarillado sanitario son:

Flujo por gravedad: El sistema debe diseñarse preferentemente para funcionar por gravedad, evitando el uso de estaciones de bombeo, salvo en casos justificados.

Caudal de diseño: Deben considerarse el caudal medio diario, el caudal máximo horario y un factor de seguridad para posibles aumentos de generación de aguas residuales. El caudal de diseño en sistemas de alcantarillado sanitario está conformado por la suma de diferentes tipos de aportes que representan el volumen de aguas residuales que circulará por la red. Este caudal se determina con el fin de garantizar que el sistema funcione adecuadamente en condiciones normales y en picos de demanda.

Velocidad mínima de autolimpieza: La velocidad mínima de autolimpieza en una red de alcantarillado sanitario es la velocidad que debe alcanzar el flujo dentro de las tuberías para evitar la sedimentación de sólidos y asegurar el arrastre continuo de los residuos. Generalmente, esta velocidad se establece en 0,6 metros por segundo (m/s) como valor mínimo recomendado. Este parámetro permite mantener las condiciones de autolimpieza del sistema y reducir la frecuencia de mantenimientos por obstrucciones o acumulación de sedimentos. Esta velocidad puede variar ligeramente según las normativas técnicas locales y el tipo de material transportado.

Pendiente mínima: Las pendientes deben ser suficientes para permitir el flujo continuo por gravedad, de acuerdo con los diámetros de las tuberías y las normativas locales. Generalmente, la pendiente mínima recomendada para tuberías depende del diámetro, pero para diámetros menores a 200 mm suele ser de 0.5% (5 mm por

metro). Por otro lado, la pendiente máxima no debe superar el 15%, ya que pendientes excesivas pueden generar velocidades altas que ocasionen desgaste en las tuberías o dificulten el transporte uniforme de sólidos. Estos valores pueden ajustarse según normativas locales o condiciones específicas del terreno.

Diámetro mínimo de tubería: El diseño no debe considerar diámetros menores a 150 mm en tramos principales, garantizando así capacidad hidráulica y facilidad de mantenimiento.

Profundidad de instalación: Las tuberías deben ubicarse a una profundidad adecuada para protegerlas de cargas externas, permitir conexiones domiciliarias y evitar interferencias con otras redes. De acuerdo a la normativa, la profundidad vigente de cajas domiciliarias es de 0,6m y para cámara de inspección 0,8m

Materiales adecuados: Deben seleccionarse materiales resistentes a la corrosión, abrasión y a las condiciones del suelo, asegurando durabilidad del sistema.

Accesibilidad para mantenimiento: Se debe incorporar pozos de registro a intervalos regulares, en cambios de dirección o pendiente, para facilitar la limpieza e inspección del sistema.

Evitar conexiones de aguas lluvias: Las redes deben ser exclusivas para aguas residuales, evitando que ingresen aguas pluviales que puedan sobrecargar el sistema.

2.2.7 Estimación de la población futura

La estimación de la población futura es un elemento clave en el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario, ya que permite dimensionar adecuadamente la infraestructura para atender no solo las necesidades actuales, sino también las demandas a largo plazo. Este proceso se basa en datos censales históricos y proyecciones estadísticas, aplicando métodos como el crecimiento aritmético, geométrico o logístico, según las características demográficas de la zona de estudio.

El análisis debe considerar factores como el crecimiento urbano, los planes de desarrollo municipal, la migración y la expansión de servicios básicos. Con esta información se determina la población proyectada en un horizonte de diseño que

comúnmente abarca entre 20 y 30 años, dependiendo del tipo de proyecto y su importancia.

Una estimación precisa evita el sobredimensionamiento innecesario del sistema, lo que implicaría mayores costos, o un subdimensionamiento que comprometería la eficiencia del servicio en el futuro. Por lo tanto, este análisis es fundamental para garantizar la sostenibilidad y funcionalidad del sistema de alcantarillado a lo largo del tiempo.

El método geométrico se basa en la premisa de que la población crece proporcionalmente a su tamaño actual, es decir, a una tasa porcentual constante cada año. Este modelo es ampliamente utilizado en estudios de planificación urbana y sanitaria porque refleja con mayor precisión la realidad de muchas comunidades en expansión, especialmente en contextos donde el crecimiento poblacional responde a dinámicas sostenidas. Para su aplicación, se requiere conocer la población base, la tasa de crecimiento y el periodo de proyección, lo que permite calcular el número de habitantes futuros mediante una progresión exponencial.

Por otro lado, el método aritmético considera que el crecimiento poblacional ocurre de manera lineal, es decir, con un incremento constante en número absoluto de personas por año. Este enfoque resulta útil en zonas donde la tasa de crecimiento es baja o estable, como en comunidades pequeñas o con poca variación demográfica.

A diferencia del método geométrico, aquí no se considera un porcentaje de crecimiento, sino una diferencia fija entre dos censos conocidos, la cual se aplica sobre el tiempo proyectado. Ambos métodos son herramientas valiosas que se seleccionan según el comportamiento histórico de la población y los objetivos del estudio.

Para el cálculo de la población a futuro se efectúa el análisis de las siguientes fórmulas que se plantea mediante el método aritmético y geométrico:

$$Pf = Puc * (1 + r)^{Tf-Tue}$$

$$Rr = \left(\frac{Puc}{Pci} \right)^{1/(Tue-Tci)-1}$$

- Pf= Población final (Proyección)
- Tf= Tiempo en años final
- Puc= Población último censo
- Tuc= Tiempo en los últimos años
- Pci= Población censo inicial
- Tci= Tiempo en años censo inicial
- R= Tasa de crecimiento anual

2.2.8 Aguas residuales

Según Ríos y Cisneros (2022), los cuales en su estudio de aguas residuales y teoría, indicaron que los residuos de agua son un compuesto no riesgoso para las personas que lo manipulan y son eliminados por su alta concentración de materiales y órganos microbianos, consideradas como líquidos alterados en su composición por las actividades humanas y se requiere aplicar un proceso previo antes de mantener una calidad requerida y ser reciclada, arrojada al agua natural o liberado en un sistema de alcantarillado.

Según estudios realizados por Miranda (2020), un análisis del 2003 más del 94% del agua arrojada contienen cuerpos extraños en el agua y se usa sin un proceso previo para el consumo. En el año 1973, fue establecido un manual después de aplicar un proceso investigativo profundo en los estudios epidemiológicos en las que se producen conclusiones en la cual existen individuos que manipularon cuerpos de agua contaminados, también ayuda a proporcionar normas específicas en el uso seguro para aguas servidas, como aguas grises y excrementos.

La idea principal de estas pautas son las de preservar a la sociedad pública de las posibilidades de riesgos en la salud por medio de la manipulación de líquidos contaminados, con esto se evita el enfriamiento de contacto crónico, siendo la eliminación de desechos de todo tipo de agua son los más contaminados y suelen ser las personas en las comunidades con las aguas negras.

El motivo por el cual se puede mencionar que, por efecto a las acciones de los humanos, han contaminado y perjudicado el medio en el que viven hasta que no se desarrolle un tratamiento adecuado. A continuación, se mostrará la tabla sobre la estructura de las aguas residuales en el ámbito doméstico.

Tabla 2.Composición de aguas residuales domesticas

Componentes	Fuerte	Media	Débil
Solidos totales	1200	720	35
Solidos disueltos	950	500	250
Solidos disueltos fijos	525	300	145
Solidos disueltos volátiles	325	200	105
Solidos suspendidos	350	220	100
Solidos fijos	75	55	20
Solidos volátiles	275	165	80
Sedimentables	20	10	5
DBO	400	220	110
CQT	290	160	80
DQO	1000	500	250
Nitrógeno total	85	40	30
Nitrógeno Orgánico	35	15	8
Nitrógeno Amoniacal	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fosforo total	15	8	4
Fosforo Orgánico	5	3	1
Fosforo Inorgánico	10	5	3
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad	200	100	50
Grasas y Aceites	150	100	50

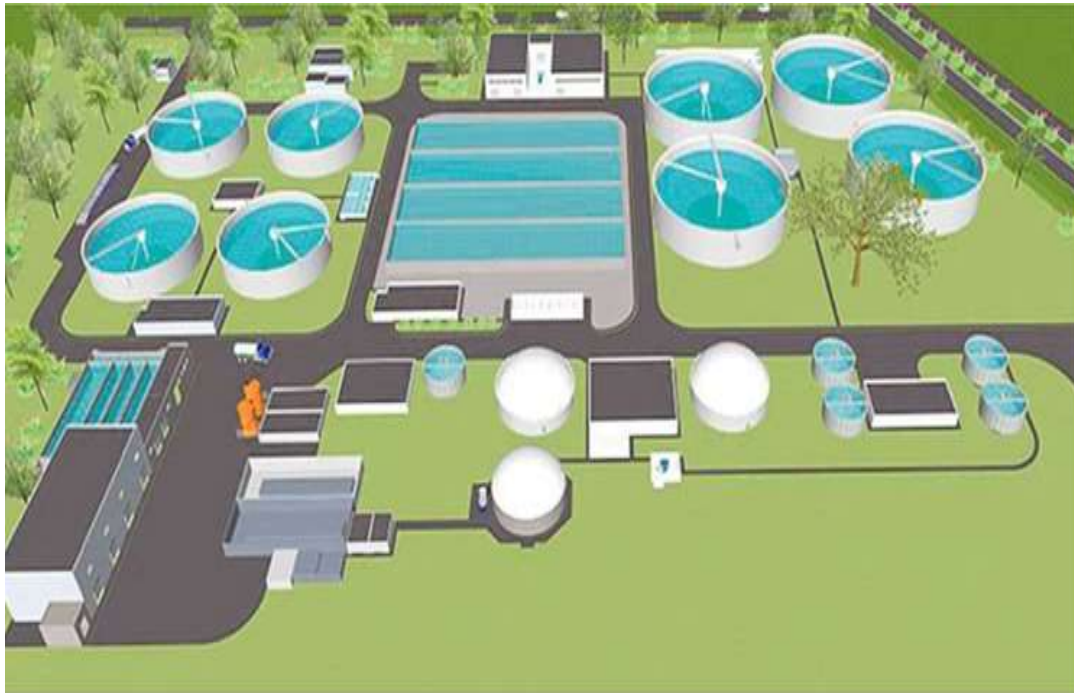
Fuente: Rios (2022)

2.2.9 Procesos Primarios de Aguas Servidas

En la depuración de aguas contaminadas comprende un proceso a nivel físico, químicos y biológicos, las cuales están diseñadas para una mejora en las condiciones en el agua, por medio de etapas preliminares primarias, esta consta de coagulación y floculación, mientras que las secundarias incluyen un análisis microbiológico, y finalmente avanzada como la bio-rremediación, cuya finalidad es el cumplimiento de normativas ya preestablecidas. (Fabregas, 2024)

La recuperación de aguas residuales no se busca solamente la esterilización del agua eliminada de todas las especies microbianas, sino reducir microorganismos que sean perjudiciales para uso industrial y de riesgo, dichos tratamientos empelan tecnologías conocidas como mejora de calidad del agua, mediante un proceso físico-químico, esta combina la metodología mecánica, química y biológica. El principal propósito de este procedimiento es eliminar tantos elementos corrosivos, grasos, y solidificados, entre otras, esto servirá con el fin de realizar el proceso de disminución de contaminantes en las aguas servidas de forma eficaz para su posible reutilización o reenvió a un afluente de manera segura. (Eldon, 2021)

Figura 5. Planta de tratamiento de Aguas Potable



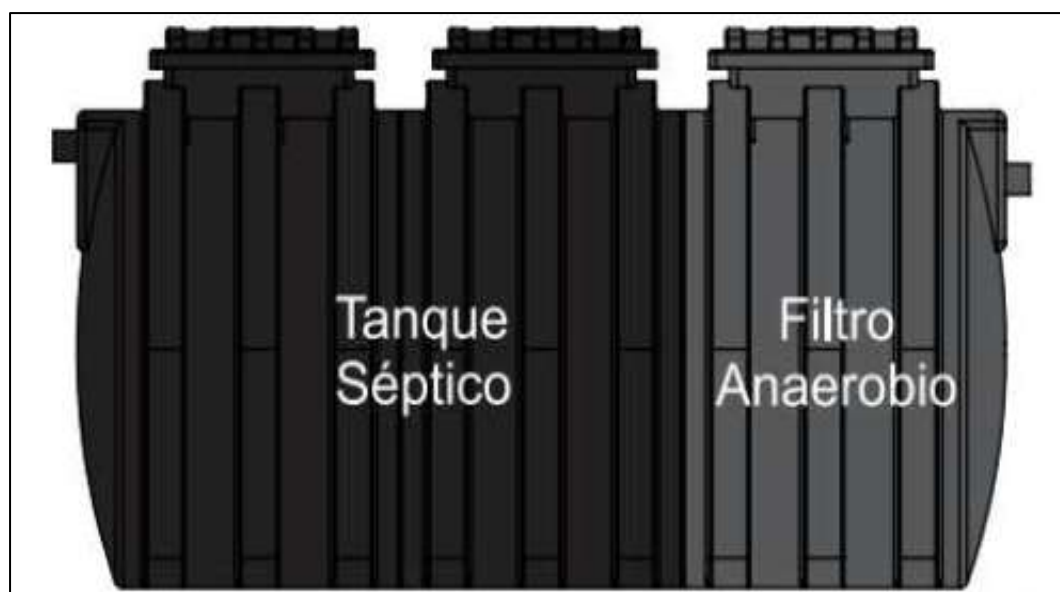
Fuente: Arellano (2022)

2.2.10 Tratamiento Secundario

Filtro Anaerobio de flujo ascendente: Se considera como un tipo de cámara en la cual se realiza un proceso de tratamiento secundario del agua que proviene por medio de un tanque séptico, en la cual ingresa mediante las tuberías que conducen al fondo para que suba mediante el material de filtro conocido como Colmena Rotoplast, este va siendo cubierto por un manto biológico de tipo bacteriano, estas se descomponen en materia orgánica para dejar el agua en óptimas condiciones para que se pueda utilizar en el riego de cultivos e infiltrado en un lugar considerando las condiciones del suelo. (Mejia, 2024)

En cada una de las cámaras de sedimentación se encuentran filtros anaeróbicos de flujo ascendente (FAFA), con el propósito de eliminar moléculas no sedimentadas para la reducción de organismos o posible patógenos. Mientras que al fondo del piso se encuentran los tubos de ingreso hacia el caudal para la ascensión de forma vertical y el flujo para el filtrado de grava con un máximo de 2 pulgadas y 1 metro de altura, la cual se asienta en un piso creado por losetas cuadradas, estas son prefabricadas de tipo hormigón con una altura y anchura de 60cm.

Figura 6.Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)



Fuente: Rotoplash (2022)

Tabla 3.Volúmenes y material filtrante por sistema

VOLUMEN TOTAL (TOTAL)	TANQUE SÉPTICO VOLUMEN (LITROS)	Filtro anaerobio	
		Vol (LTS)	Unidades de material filtrante
1650	1100	550	180
2000	1500	500	180
3000	2000	1000	370
5000	2500	2500	935
7500	5000	2500	935
10000	7500	2500	935
12500	7500	5000	1870
15000	10000	5000	1870
17500	12500	5000	1870
20000	15000	5000	1870
25000	15000	10000	3740
30000	20000	10000	3740
35000	25000	10000	3740
40000	25000	15000	5600
45000	30000	15000	5600
50000	35000	15000	5600

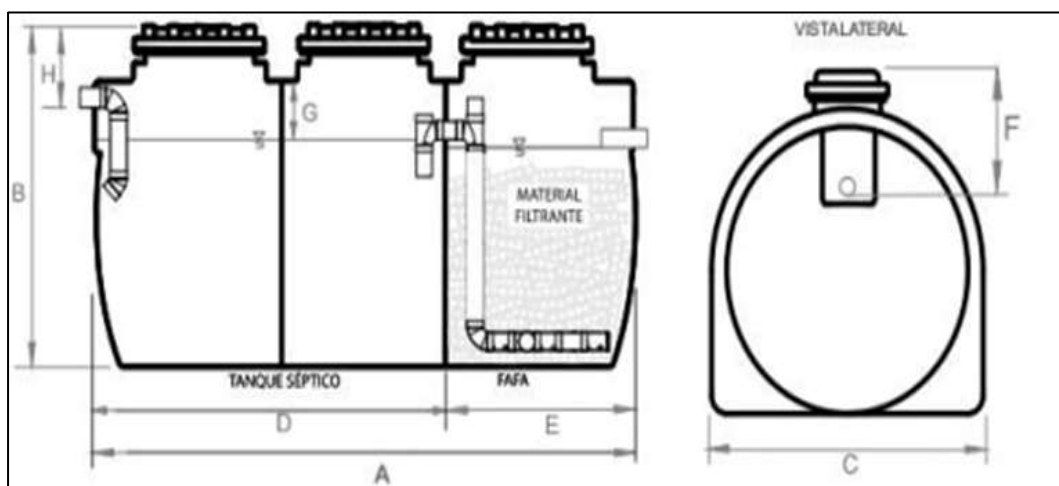
Fuente: Rotoplash (2020)

La siguiente tabla contienen cálculos de los caudales y la carga orgánica típica, las cuales soportan los sistemas sépticos, considerando las caracterizaciones de aguas residuales domésticas típicas de una vivienda que demuestran una contaminación media de 500 mg/lit de DQO, 350 mg/lit de DBO y con una dotación de 150 lt/pers/d para cada volumen.

2.2.11 Sistemas Sépticos integrados e independientes

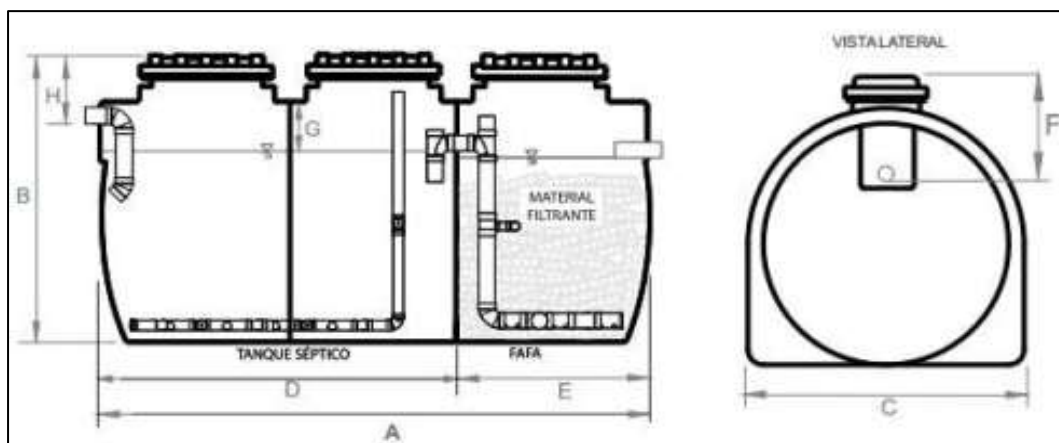
Se requieren varios sistemas para la capacidad del sistema séptico con un máximo de 50.000 litros, ROTOPLAST recomienda la utilización de las siguientes alternativas, las cuales se muestran a continuación: Sistemas Sépticos Integrados instalados en paralelo y Sistemas Sépticos Independientes instalados en serie con una relación en volumen del orden de 60/40 entre el tanque séptico y el FAFA.

Figura 7. Sistema Séptico integrado de 7500 lts



Fuente: Rotoplash (2020)

Figura 8. Sistema séptico integrado de 7500lts auto-limpiable



Fuente: Rotoplash (2020)

2.2.12 Sistemas de recolección de líquidos en residuos domésticos

Las aguas servidas que son producidas en el ámbito doméstico en los hogares se presentan con un mayor aumento numérico de contaminantes para elaborar un tratamiento eficaz en la liberación de afluentes de manera natural, volviéndose en partes fundamentales para la prevención en el deterioro del ambiente provocada por los humanos. (Acuatecnica S.A.S, 2023)

Los procesos de aguas contaminadas se producen por el uso de líquidos distintos mediante las actividades hogareñas, esta suele producirse en un nivel de contaminación del líquido vital, la cual puede presentarse por la presencia de detergentes, grasas, jabones, desechos, entre otras; esto ayuda a un proceso preciso en la eliminación de la misma.

Considerando el posible tratamiento de las aguas servidas de tipo domestico se realiza por medio de una recolección del agua de manera residual por medio de pozos sépticos, estas fueron realizadas mediante una depuración.

En dicho apartado, en la que se procede a dar un efecto anaeróbico para que los residuos se asienten, como los sólidos que están presentes en el agua, y pueda facilitar el filtrado posterior.

Figura 9. Sistema de recolección de aguas residuales



Fuente: Emapao (2022)

2.2.13 Tuberías: materiales y diámetros

Este sistema de aguas residuales de tipo doméstica, suele contar con tuberías que suelen ser de PVC, polietileno de alta densidad (HDPE) o hierro dúctil. Los diámetros de tuberías dependen del tipo de material y del uso en la cual se utilizará. (Macas, 2023)

Materiales: PVC, Polietileno de alta densidad (HDPE), Hierro dúctil, Hormigón, Cemento, Barro vitrificado, Acero galvanizado, Asbesto-cemento, Fierro fundido, Cobre.

Diámetros: Para instalaciones interiores domésticas, se usan diámetros pequeños de hasta 50 mm.

- Para sistemas de alcantarillado doméstico, se usan diámetros medianos de hasta 300 mm.
- Para la acometida, se usan diámetros de PVC corrugado de mínimo 160 mm.
- Para los ramales de desagüe, se usan diámetros de 2" (50 mm) o 4" (100 mm).
- Para los desagües de lavamanos y lavaderos, se usan diámetros de 1 ¼ y 2 "(32 y 50 mm).

Los tamaños de los tubos suelen ser determinadas por el tipo de vivienda, la cantidad de líquido vital que se requiere y a su vez la distancia que existe entre el sistema de drenaje y la casa.

2.2.14 Parámetros para el diseño de recolección de aguas residuales

Período u horizonte de diseño: Se puede definir como el intervalo del tiempo en la que se espera que una obra logre alcanzar cierto nivel de saturación, dicho predio debe estar por debajo que el tiempo de vida útil de la misma, siendo la duración practica de una obra que sirve de manera adecuada con los propósitos con los que fue diseñada, sin tener gastos elevados para las operaciones y el mantenimiento que hagan que la obra sea cancelada o eliminada por insuficiencia económica de inversión. (Gruconsa, 2022)

Las estructuras de un sistema de desagüe se diseñan para mejorar la vida útil de la misma, la cual no debe ser por un tiempo inferior a 30 años, en su planificación para el drenaje urbano y la secuencia de las medidas estructurales y no estructuradas con un horizonte integrador no inferior hasta los 10 años, al igual que el proceso del plan de estructuración debería ser flexible, logrando permitir la actualización por 5 años cada vez, cambiando los desvíos que puedan producirse.

Período de retorno: Se asume que los factores naturales son esenciales y aleatorias, como los caudales o sus precipitaciones que pueden presentarse, lo cual se debe tener claro, un ejemplo de esto ha considerar son el evento periódico de retorno decenal, la cual ocurre con un promedio cada 10 años en el mediano y largo plazo.

Tabla 4. Período de Retorno

Tipo de obra	Tipo de ocupación del área de influencia de la obra	Tr (años)
Micro drenaje	Residencial	5
Micro drenaje	Comercial	5
Micro drenaje	Área con edificios de servicio público	5
Micro drenaje	Aeropuertos	10
Micro drenaje	Áreas comerciales y vías de tránsito intenso	10 – 25
Micro drenaje	Áreas comerciales y residenciales	25
Micro drenaje	Áreas de importancia específica	50 – 100

Fuente: Amagua (2022)

Área de drenaje: Los límites que tiene una zona o área de desagüe, las cuales pueden ser alteradas por construcciones que los hombres realizan, siendo estas las siguientes: calles, alcantarillados, bordos, vías, entre otras. Por ende, la ubicación de drenaje completa corresponde a una población que requiere ser separada por los diseñadores de infraestructuras hidráulicas de la red de evacuación en subzonas o sub cuencas, de diferentes caracterizaciones a nivel geomorfológica y homogéneas hidrológicas.

Calidad del agua residual: Se presentan las siguientes características,

- DBO
- DQO
- SSV
- Coliformes fecales

- Parásitos
- Nitrógeno amoniacal y orgánico
- Sólidos sedimentales

Tabla 5. Parámetros de aguas residuales domesticas

APORTE PER CAPITA PARA AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	
PARAMETROS	
- DBO 5 días, 20°C, g / (hab.d)	50
- Sólidos en suspensión g / (hab.d)	90
- NH ₃ – N como N, g / (hab.b)	8
- N kjeldahi total como N, g /hab.d)	12
- Fosforo tota, g/(hab.b)	3
- Coliformes fecales. N° de bacterias / (hab.d)	2x10 ¹¹
- Salmonella Sp., N° de bacterias / (hab.d)	1x10 ⁸

Fuente: Amagua (2022)

Tabla 6. Coeficiente de Rigurosidad

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD “N” DE MANNING			
Valores del coeficiente de rugosidad “n” de manning para conducciones a superficie libre:			
MATERIAL	COEFICIENTE “N” DE MANNING	REFERENCIA	IMAGEN DE MUESTRA
Concreto	0.012 – 0.014	Ven Te Chow (1994)	
Policloruro de vinilo (PVC), pared solida	0.009	UTAH, Department of transportation (2004)	
Fibrocemento	0.011 – 0.015	ASCE/EWRI (2006)	
Policloruro de vinilo (PVC) corrugado, pared interior lisa.	0.010 – 0.013 (Valor más usado para diseño 0.012)	California Department of Transportation (2014)	
Polietileno de alta densidad (PEAD) corrugado, pared interior lisa.	0.010 – 0.013 (Valor más usado para diseño 0.012)	California Department of Transportation (2014)	
Polietileno de alta densidad (PEAD), pared interior corrugada.	0.020 – 0.025 (Valor más usado para diseño 0.022)	California Department of Transportation (2014)	
Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)	0.009	American Water Works Association (2014)	

Fuente: Rojas (2018)

2.2.15 Fórmulas de cálculo para la recolección de aguas residuales

Caudal de Diseño: El caudal total de producción de aguas servidas, para el diseño de colectores de la red de alcantarillado sanitario, corresponde al caudal máximo horario más el caudal de infiltración más el caudal de aguas ilícitas, en l/s.

$$Q_{total} = (Q_{med_d} * F_{may}) + Q_{inf} + Q_{A_{ilic}}$$

Caudal medio diario: El caudal medio diario será la suma del caudal doméstico más el caudal debido a aportaciones industriales, domésticas y comerciales.

Caudal doméstico: Para el cálculo del caudal doméstico se utilizará la ecuación establecida en el literal 4.5.1 de la NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL.

$$Q_{dom} = \frac{Pob * Dot * R}{86400}$$

- Qm: Caudal medio diario (l/s)
- Pob.: Población (hab.)
- Dot.: Dotación diaria por habitante (l/hab/día)
- R: Coeficiente de retorno (0.80)

Para calcular la aportación por aguas industriales, institucional y comerciales se consideraron factores, que dependen del área de aportación del tramo a diseñarse. A continuación, se muestra la siguiente tabla:

Tabla 7. Valores de coeficientes de caudales

Tipo de aportación	Coeficientes (l/s*Ha)
Industrial	0.60
Institucional	0.50
Comercial	0.50

Fuente: Amagua (2022)

Factor de Mayoración:

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

- P=Población aportante del tramo de colector (Habitantes)

Caudal por infiltración (Q_{inf}): En la proyección de recolección en un sistema de alcantarillado sanitario, se considera a la inclusión de aguas de infiltración, teniendo una presencia de estas de manera dependiente de diversos factores, las cuales se muestran:

- Método de construcción y aplicación de la ejecución del sistema
- Características de la unión de tuberías
- Altura de nivel freático
- Permeabilidad de suelo
- Detalles del colector y área de aportación
- Detalles en las conexiones domiciliarias.

Para este diseño se escogen los siguientes valores:

$$Q_{inf} = 0.15 * A_{Ap}$$

- A_{Ap} = Área de aportación del colector (Ha)

Dimensiones de las tuberías: En el dimensionamiento de tuberías, se utilizan formulación que se basa en el número de manning y del caudal de diseño, entre otras; para dicho calculo el diámetro teórico es necesario para el tramo de la tubería, siendo esta la siguiente:

$$D = \left[\frac{3.21 * Q_{total} * n}{S^{\frac{1}{2}}} \right]^{\frac{3}{8}}$$

- En donde:
- D=Diametro nominal, en m.
- Q_{total} = Caudal de diseño, l/s.
- N=Coeficiente de manning.
- S= Pendiente del terreno, m/m.

2.3 Marco Legal

2.3.1 Constitución de la Republica del Ecuador 2008 Título I: Elementos constitutivos del estado

Art. 3.- Son deberes primordiales del Estado: Garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social y el agua para sus habitantes. (Constitucion de la republica, 2008)

2.3.2 Capítulo segundo: derechos del buen vivir Sección primera: agua y alimentación

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art.14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

2.3.3 Sección sexta: Habitación y vivienda

Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

2.3.4 Capítulo Séptimo: Derechos de la Naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir ala autoridad el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos,

para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

2.3.5 Organización territorial del estado Régimen de competencias

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley.

2.3.6 Régimen de Desarrollo; Sectores estratégicos

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

2.3.7 Régimen del Buen vivir: Biodiversidad y recursos naturales

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control

ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a: Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

Sección sexta: Agua Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Sección séptima: Biosfera, ecología urbana y energías alternativas Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

2.3.8 Norma generales para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado

ART 5.2.3.1 Los sistemas de drenaje industrial para las aguas domésticas y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores.

ART 5.2.3.2 Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.

ART 5.2.3.3 Las descargas líquidas provenientes de sistemas de potabilización de agua no deberán disponerse en sistemas de alcantarillado, a menos que exista capacidad de recepción en la planta de tratamiento de aguas residuales, para tratamiento conjunto. En cuyo caso se deberá contar con la autorización de la Autoridad Nacional de Control Ambiental.

ART 5.2.3.4 Cuando los regulados, aun cumpliendo con las normas de descarga, contribuyan con una carga que afecte a la planta de tratamiento, la Autoridad Nacional de Control Ambiental podrá exigirles valores más restrictivos en la descarga, previo a los estudios técnicos que la Entidad Prestadora de Servicio deberá realizar para justificar esta decisión.

ART 5.2.3.5 Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado sanitario o de aguas lluvias de cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:

a) Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, entre otras; (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).

b) Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.

c) Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.

d) Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, aceites minerales usados, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.

e) Cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno y sustancias tóxicas.

ART 5.2.3.6 Se prohíbe la descarga hacia el sistema de alcantarillado de residuos líquidos no tratados, que contengan restos de aceite lubricante, grasas, etc, provenientes de los talleres mecánicos, vulcanizadoras, restaurantes, hoteles y otras actividades de servicio.

Figura 10. Límites de descarga al sistema de alcantarillado Público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/l	50,0
Explosivos o inflamables.	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organodorados	Organodorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados y carbamatos	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables		ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220,0
Sólidos totales		mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 45,0
Tensoactivos	Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

Fuente: Tulsma (2021)

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1 Enfoque de la investigación:

Para el desarrollo del diseño del sistema de biotank séptico en la comunidad de Santa Rosa, se adopta un enfoque metodológico mixto, el cual integra herramientas tanto cuantitativas como cualitativas. Esta elección responde a la necesidad de abordar el proyecto desde una perspectiva técnica y social. Por un lado, se requiere recopilar y analizar datos numéricos como el número de viviendas, consumo de agua, caudales generados, pendientes del terreno y costos de materiales, lo que permite dimensionar adecuadamente la red de recolección y el sistema de tratamiento.

Por otro lado, es imprescindible comprender las condiciones sociales, culturales y ambientales del entorno para garantizar que el sistema propuesto sea aceptado y funcional dentro del contexto local. Desde la perspectiva cualitativa, se considera la recolección de información social mediante entrevistas, observación directa y encuestas, que permiten identificar las prácticas comunitarias relacionadas con el uso del agua, disposición de residuos y participación en proyectos ambientales.

Esta dimensión ofrece una percepción más amplia sobre las interacciones comunitarias y su apertura al cambio, factores clave para garantizar la sostenibilidad del sistema. Igualmente, los componentes normativos y ambientales no pueden ser examinados solo desde una perspectiva técnica; requieren una interpretación contextual y diálogo con los involucrados a nivel local.

Por otro lado, la parte cuantitativa es crucial para elaborar la ficha técnica del biotank, determinar la capacidad del sistema, diseñar la red de recolección hidráulica y fijar un presupuesto de referencia a través de un análisis de precios unitarios. Esta información facilita la evaluación de la viabilidad económica y operativa del proyecto. Al unir estos dos enfoques, el estudio presenta una propuesta integral que no solo satisface los criterios técnicos y normativos, sino que también se ajusta a la realidad social de la comunidad, garantizando su efectividad y aceptación a largo plazo.

3.2 Alcance de la investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva y explicativa, ya que busca caracterizar y analizar el funcionamiento del sistema de recolección de aguas residuales domésticas y biotanco séptico implementado en la comunidad Santa Rosa, cantón Baba, para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

Desde un punto de vista descriptivo, se pretende caracterizar detalladamente los componentes estructurales, el diseño hidráulico y el proceso de operación del sistema de biotanco séptico, incluyendo su capacidad instalada, frecuencia de mantenimiento, tipo de aguas que recibe y el perfil de uso por parte de los usuarios. Además, se analizará el entorno físico y social donde se lleva a cabo la implementación del sistema, teniendo en cuenta aspectos como la densidad de la población, la gestión de residuos y la disponibilidad de servicios básicos.

En su aspecto explicativo, la investigación examinará la efectividad del sistema al comparar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua que entra y sale. De esta manera, se intentará establecer conexiones causales entre el diseño o condición actual del biotanco y los niveles de tratamiento logrados. Esto facilitará la identificación de las fortalezas y debilidades del sistema, además de permitir la formulación de recomendaciones técnicas orientadas a optimizar su desempeño.

El estudio incluirá trabajo de campo (recolección de muestras de agua, inspección técnica del sistema), análisis de laboratorio, entrevistas a responsables del sistema y encuestas a usuarios locales, con lo cual se obtendrá una visión amplia del impacto del biotanco tanto en términos ambientales como sanitarios.

3.3 Técnicas e instrumentos

Para el desarrollo de esta investigación se utilizarán técnicas de recolección de datos tanto cuantitativas como cualitativas, con el fin de obtener información precisa, confiable y contextualizada sobre el funcionamiento del sistema de biotanco séptico y la percepción que tiene la comunidad sobre su impacto sanitario y ambiental.

3.3.1 Técnicas utilizadas:

Observación directa: Se empleará para registrar el estado físico del sistema, su diseño, mantenimiento, y condiciones del entorno inmediato.

Análisis de laboratorio: Para evaluar la calidad del agua tratada, mediante parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Encuesta estructurada: Aplicada a los habitantes de la comunidad beneficiaria del sistema, con el fin de conocer su experiencia, nivel de satisfacción, y grado de conocimiento sobre el funcionamiento y beneficios del biotanque.

3.3.2 Instrumentos:

Los instrumentos que se utilizaron en el proyecto para un análisis exhaustivo y detallado son la guía de observación técnica para el registro en campo, fichas de análisis de agua para recolección y envío de muestras y cuestionario cerrado de 10 preguntas con opciones múltiples, que se presenta a continuación. A continuación, se detalla la encuesta que se realizó en la cual se estimó un total de 54 personas a quien fue realizada siendo un total de 10 preguntas: Encuesta dirigida a los habitantes de la comunidad Santa Rosa

TEMA: Análisis de sistema de biotanque séptico para tratamiento de aguas residuales en la comunidad santa rosa, cantón baba

¿Cuántas personas viven en su domicilio?

- 1-3 Personas
- 3-5 Personas
- Otros: _____

¿Hacia dónde dirige las aguas residuales provenientes de su vivienda?

- Pozo séptico
- Terreno natural;
- Otros: _____

¿Cómo realiza el consumo de agua potable?

- Tanquero;
- Pozo de agua profundo;
- cOtros: _____

¿Considera usted que la instalación de un biotanque séptico va a contribuir mejorar las condiciones de saneamiento?

- Sí, de manera significativa
- Ligeramente
- No va a generar mejoras

¿Percibe malos olores provenientes de la incorrecta disposición del agua residual doméstica?

- Nunca
- Esporádicamente
- Frecuentemente

¿Considera pagar un valor adicional para el mantenimiento del biotanco séptico?

- Si considero
- No está a mi alcance
- No considero

¿Quién considera usted que debería asumir la responsabilidad del mantenimiento preventivo del sistema?

- La comunidad organizada
- El gobierno local o municipalidad
- Personal técnico externo

¿Consideraría participar en la limpieza y mantenimiento del sistema a instalar?

- Sí, con la debida orientación técnica
- No, no me corresponde
- Depende de las condiciones

¿Estaría de acuerdo con la implementación del sistema para mejorar la calidad de vida en su entorno?

- Si estoy de acuerdo
- No lo creo conveniente
- No tengo conocimiento del tema

¿Qué opinión tiene sobre la implementación de un sistema de biotanco séptico como solución para mejorar el tratamiento de aguas residuales en su comunidad?

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población objeto de estudio está conformada por los habitantes de la comunidad Santa Rosa, ubicada en el cantón Baba, provincia de Los Ríos, quienes hacen uso directo del sistema de biotanco séptico para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Esta población incluye a todas las familias que residen permanentemente en el sector y que disponen de una conexión activa al sistema. Según detalles encontrados por el GAD cantonal y líderes comunitarios, la comunidad cuenta con aproximadamente 13 viviendas habitadas, lo que representa una población estimada de aproximadamente 54 personas.

3.4.2 Muestra

Dado que resulta poco viable encuestar a la totalidad de los habitantes por limitaciones de tiempo y recursos, se aplicará un muestreo no probabilístico de tipo intencional, seleccionando a los informantes clave que cumplan con ciertos criterios: ser residentes permanentes, tener uso directo del sistema y estar en capacidad de brindar información relevante sobre su funcionamiento. La muestra estará compuesta por un total de 54 personas, lo cual permitirá obtener información representativa de la percepción comunitaria, el nivel de conocimiento sobre el sistema, y su impacto sanitario y ambiental. Este tamaño muestral se considera adecuado para estudios de tipo descriptivo, ya que busca recoger tendencias generales más que realizar inferencias estadísticas complejas.

3.5 Diagrama de procesos

Para desarrollar un sistema de tratamiento de aguas residuales eficiente en la comunidad de Santa Rosa, es fundamental realizar un análisis detallado del funcionamiento del biotanco séptico. Este análisis permite identificar las etapas necesarias para su diseño, instalación y operación, asegurando su adecuación a las condiciones locales. El uso de un diagrama de procesos facilita la visualización secuencial de las actividades técnicas y sociales involucradas. Además, permite organizar los recursos y tomar decisiones informadas para garantizar la sostenibilidad del sistema. A continuación, se presenta el flujo general del proceso aplicado en esta comunidad.

Revisiones en el sitio y ubicación de pozos: Dentro del marco del diseño de un sistema de biotank séptico destinado al tratamiento de aguas residuales en la localidad de Santa Rosa, las revisiones en el sitio y la identificación de pozos sépticos ya existentes son etapas cruciales en el diagnóstico técnico. Estas acciones permiten evaluar cómo están distribuidas las viviendas, el estado actual de los sistemas de saneamiento individuales, así como las características del terreno, que incluyen la inclinación, el tipo de suelo y la facilidad de acceso. La información recabada resulta esencial para determinar el lugar apropiado para el biotank, asegurar un funcionamiento eficaz y evitar posibles riesgos de contaminación. Este primer análisis garantiza que la propuesta se ajuste a las condiciones reales del entorno y responda de manera adecuada a las demandas de la comunidad.

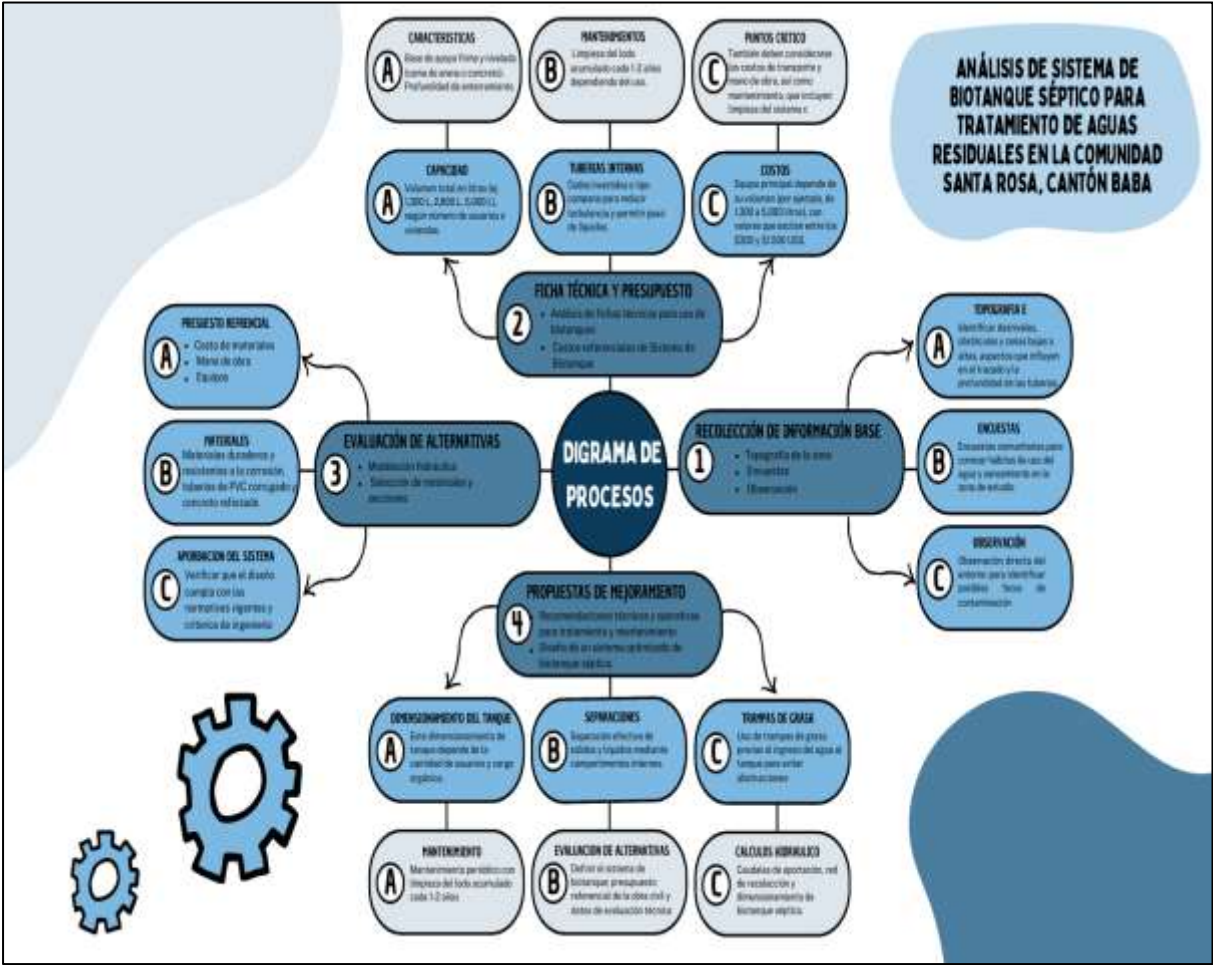
Diseño de la red de recolección y conexión al biotank séptico: El proyecto contempla la implementación de un sistema de biotank séptico acompañado de una red de captación de aguas residuales, diseñado en función de las características topográficas y el número de habitantes de la comunidad de Santa Rosa. La propuesta busca garantizar un tratamiento primario eficiente que disminuya la carga de contaminantes antes de su descarga final, contribuyendo así a la mejora de las condiciones de salubridad y del entorno.

Especificaciones técnicas: El sistema estará conformado por un biotank séptico fabricado en polietileno de alta densidad, dimensionado de acuerdo con la cantidad de usuarios beneficiados. La infraestructura incluye tuberías para la recolección, cámaras de inspección y un sistema de ventilación adecuado. El diseño modular permite un transporte e instalación más sencilla, especialmente en áreas rurales. El proceso de depuración se realiza en tres compartimentos internos que facilitan la sedimentación de sólidos, la digestión anaerobia y la clarificación del efluente. Este tipo de sistema opera sin requerir energía eléctrica y demanda un mantenimiento mínimo.

Estimación de costos: La estimación económica se efectúa bajo un enfoque analítico, considerando los rubros necesarios para la instalación del sistema. Entre las partidas contempladas están la adquisición del biotank, el suministro de materiales, excavación, transporte, mano de obra, tuberías y elementos filtrantes. Asimismo, se toman en cuenta los costos de mantenimiento preventivo. La evaluación se basa en

un análisis de precios unitarios, lo que permite valorar la viabilidad técnica y financiera del proyecto previo a su ejecución.

Figura 11. Diagrama de procesos



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

CAPITULO IV

PROPUESTA O INFORME

4.1 Resultados y Análisis de los resultados

4.1.1 Resultados de las encuestas

Como parte del estudio, se aplicó una encuesta a los habitantes de la comunidad Santa Rosa con el propósito de recopilar información relevante sobre el manejo actual de aguas residuales y la aceptación del diseño propuesto. Los resultados evidenciaron que un alto porcentaje de la población no cuenta con un sistema de tratamiento adecuado, lo que genera preocupaciones sanitarias y ambientales.

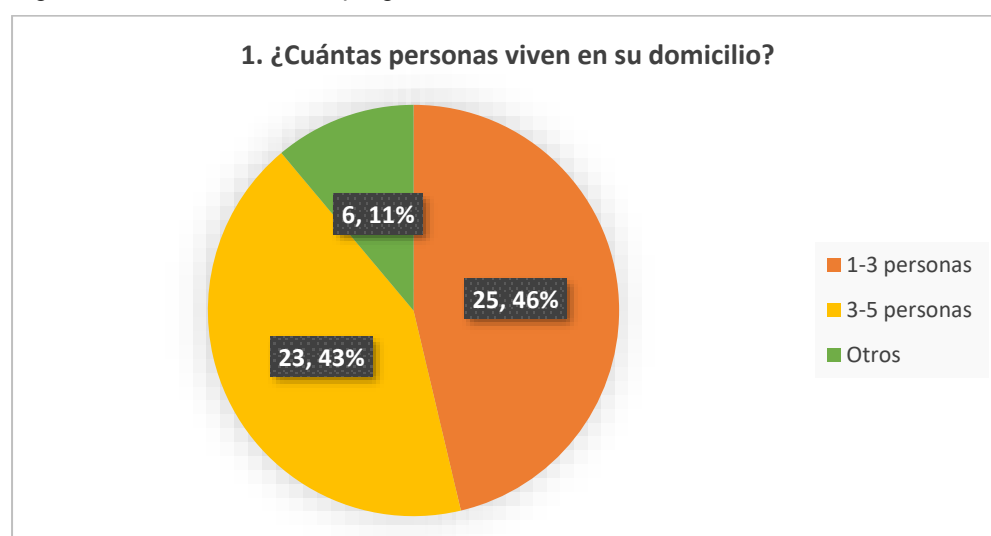
A continuación, se detalla los resultados de las 10 preguntas que se le hicieron a los 54 habitantes que existen en la zona teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 8.Pregunta 1

1. ¿Con qué frecuencia utiliza o visita el parque Mapasingue Oeste?	TOTAL
Todos los días	25
Varias veces por semana	15
Una vez a la semana	9
Solo en ocasiones especiales	1

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 12. Tabulación de la pregunta 1



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Análisis: Los datos indican que la mayoría de los hogares encuestados (46.3%) están conformados por 1 a 3 personas, seguidos por un 42.6% con 3 a 5 integrantes. Solo el 11.1% reportó una cantidad diferente. Estos resultados reflejan una tendencia hacia núcleos familiares pequeños en la comunidad evaluada.

Tabla 9.Pregunta 2

2. ¿Hacia dónde dirige las aguas residuales provenientes de su vivienda?	TOTAL
Pozo Séptico	33
Terreno Natural	11
Otros	10
TOTAL	54p

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 13.Tabulación de la pregunta 2



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

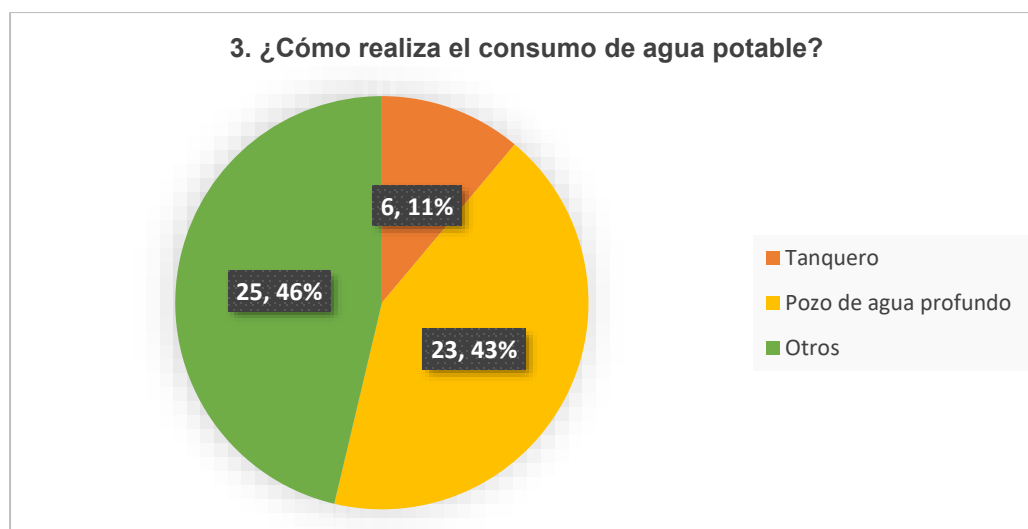
Análisis: Los resultados muestran que el 61.1% de los encuestados descarga sus aguas residuales en un pozo séptico, mientras que el 20.4% las vierte directamente al terreno natural. El 18.5% indicó otros métodos. Esto evidencia que aún existen prácticas inadecuadas de disposición que requieren soluciones técnicas.

Tabla 10.Pregunta 3

1. ¿Cómo realiza el consumo de agua potable?	TOTAL
Tanquero	6
Pozo de agua profundo	23
Otros	25
TOTAL	54p

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 14. Tabulación pregunta 3



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

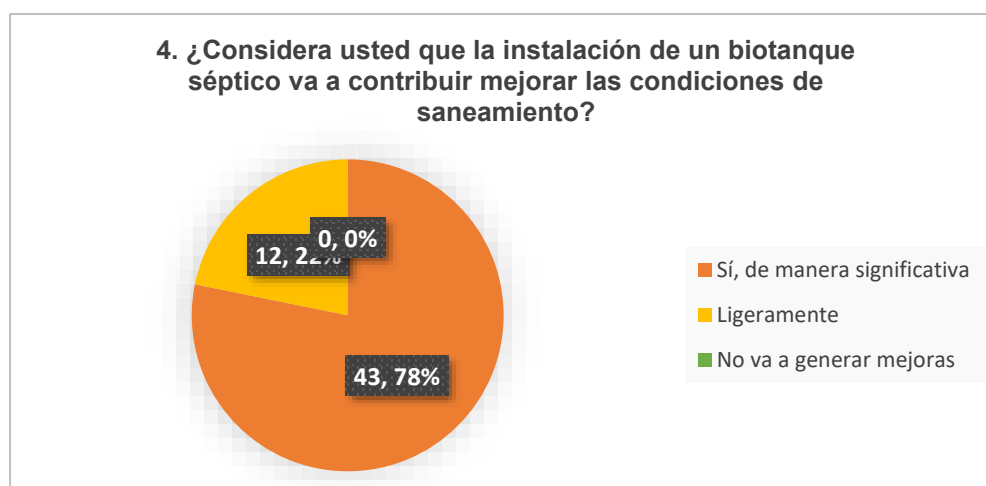
Análisis: El análisis refleja que el 46.3% de los encuestados obtiene agua potable por medios alternativos clasificados como “otros”, mientras que el 42.6% utiliza pozos profundos y solo el 11.1% depende de tanqueros. Estos resultados evidencian la falta de una red pública de abastecimiento regular en la comunidad.

Tabla 11. Pregunta 4

4. ¿Considera usted que la instalación de un biotank séptico va a contribuir mejorar las condiciones de saneamiento?	TOTAL
Sí, de manera significativa	43
Ligeramente	12
No va a generar mejoras	0
TOTAL	54p

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 15. Tabulación pregunta 4



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

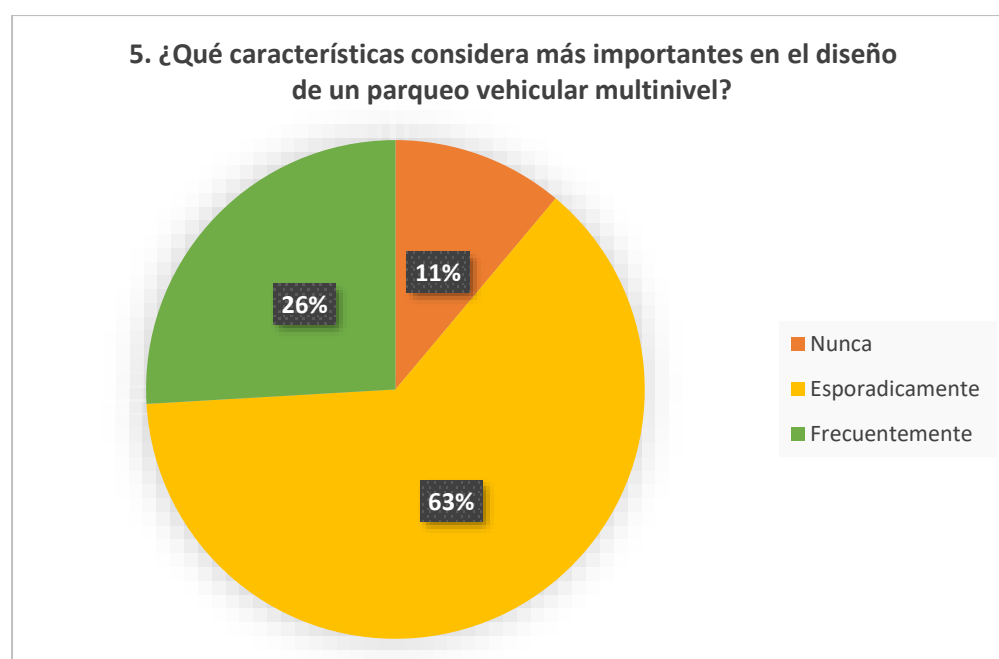
Análisis: Los resultados muestran que el 79.6% de los encuestados considera que la instalación de un biotanco séptico mejorará significativamente las condiciones de saneamiento, mientras que el 20.4% cree que lo hará de forma ligera. Ningún encuestado indicó que no generaría mejoras, lo que refleja una alta aceptación y expectativa positiva hacia el proyecto.

Tabla 12.Pregunta 5

5. ¿Percibe malos olores provenientes de la incorrecta disposición del agua residual doméstica?	TOTAL
Nunca	6
Esporádicamente	34
Frecuentemente	14
TOTAL	54P

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 16. Tabulación pregunta 5



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

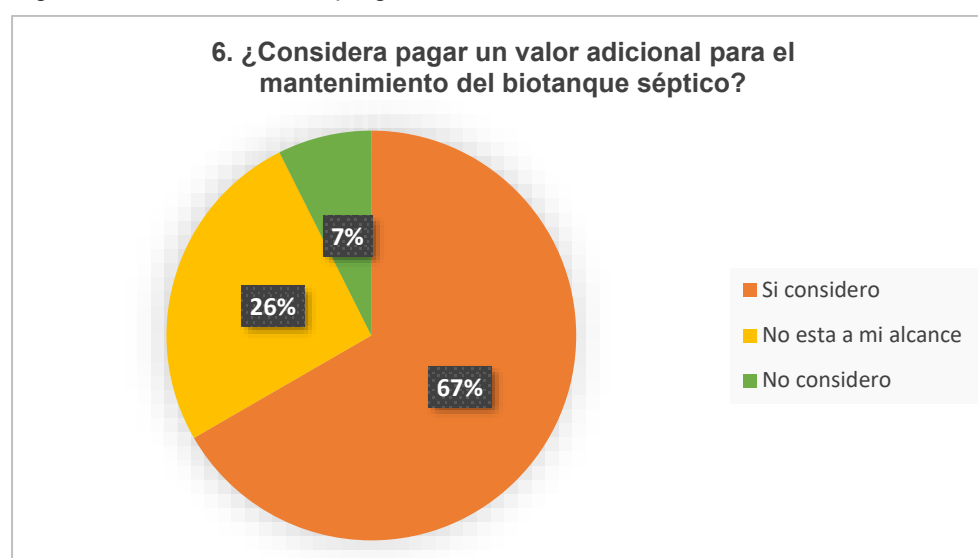
Análisis: Los resultados indican que el 62.9% de los encuestados percibe malos olores de forma esporádica, mientras que el 25.9% los experimenta con frecuencia. Solo el 11.1% afirma no percibirlos. Esto evidencia que la mayoría de la población se ve afectada, en mayor o menor grado, por la mala disposición de aguas residuales.

Tabla 13.Pregunta 6

6. ¿Considera pagar un valor adicional para el mantenimiento del biotank séptico?	TOTAL
Si considero	36
No está a mi alcance	14
No considero	4
TOTAL	54p

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 17.Tabulación de la pregunta 6



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

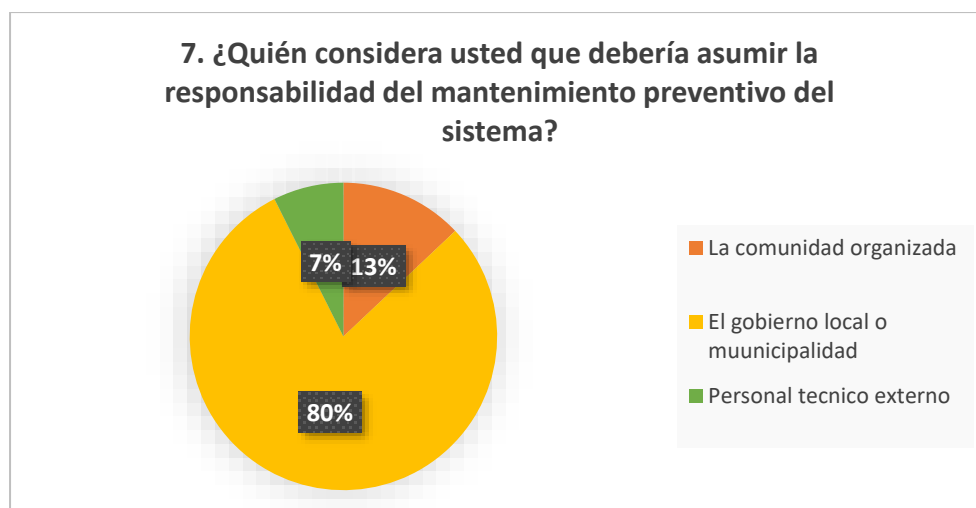
Análisis: El 66.7% de los encuestados manifestó estar dispuesto a pagar un valor adicional para el mantenimiento del biotank séptico, mientras que el 25.9% indicó que no está a su alcance económicamente y solo el 7.4% no lo considera. Esto refleja una buena predisposición comunitaria hacia la sostenibilidad del sistema propuesto.

Tabla 14.Pregunta 7

7. ¿Quién considera usted que debería asumir la responsabilidad del mantenimiento preventivo del sistema?	TOTAL
La comunidad organizada	7
El gobierno local o municipalidad	43
Personal técnico externo	4
TOTAL	54p

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 18.Tabulación pregunta 7



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

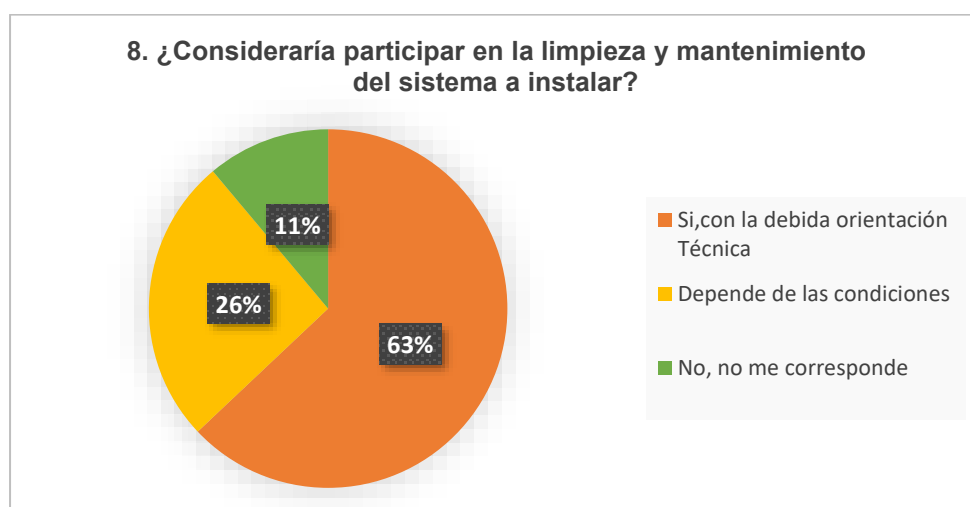
Análisis: El 79.6% de los encuestados considera que la responsabilidad del mantenimiento preventivo del sistema debe ser asumida por el gobierno local o municipalidad. Un 13% opina que debe encargarse la comunidad organizada, mientras que solo el 7.4% sugiere la participación de personal técnico externo. Esto refleja una alta expectativa hacia la gestión pública en temas de saneamiento.

Tabla 15.Pregunta 8

8. ¿Consideraría participar en la limpieza y mantenimiento del sistema a instalar?	TOTAL
Si, con la debida orientación Técnica	34
Depende de las condiciones	14
No, no me corresponde	6
TOTAL	54p

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 19.Tabulación de la pregunta 8



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Análisis: El 63% de los encuestados está dispuesto a participar en la limpieza y mantenimiento del sistema, siempre que reciba orientación técnica adecuada. Un 25.9% condiciona su participación a ciertos factores, y solo el 11.1% no considera que sea su responsabilidad.

Tabla 16.Pregunta 9

9. ¿Estaría de acuerdo con la implementación del sistema para mejorar la calidad de vida en su entorno?	TOTAL
Sí estoy de acuerdo	51
No lo creo conveniente	3
No tengo conocimiento del tema	0
TOTAL	54p

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 20.Tabulación de la pregunta 9



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Análisis: El 94.4% de los encuestados expresó estar de acuerdo con la implementación del sistema, lo que refleja un alto nivel de aceptación y reconocimiento de sus beneficios. Solo el 5.6% no lo considera conveniente, y ningún encuestado indicó desconocimiento del tema. Para finalizar con los resultados de las preguntas se efectuó una pregunta abierta la cual tiene que ver con la opinión sobre la implementación de un sistema de biotanco séptico como solución para mejorar el tratamiento de aguas residuales en su comunidad, teniendo como respuesta de la mayoría de los ciudadanos que siempre han querido que se efectuó un proyecto así ya que pasan por diversos indoles que no solo están afectando a ellos como ciudadanos sino también al ecosistema en general.

4.1.2 Resultados del levantamiento topográfico

Tabla 17. Planilla de coordenadas 1

N°	X	Y	N°		
386	651467.955	9809663.78	Flag, Blue	17 908 474	2025/07/06 14:56:29+00
387	651464.371	9809629.51	Flag, Blue	1 802 935	2025/07/06 15:19:18+00
388	651479.507	9809636.57	Flag, Blue	17 448 032	2025/07/06 15:20:50+00
389	651499.209	9809650.49	Flag, Blue	18 136 631	2025/07/06 15:23:25+00
390	651506.779	9809657.12	Flag, Blue	17 338 057	2025/07/06 15:24:37+00
391	651509.455	9809665.08	Flag, Blue	17 324 278	2025/07/06 15:26:12+00
392	651562.96	9809651.55	Flag, Blue	17 061 237	2025/07/06 15:27:56+00
393	651562.741	9809656.75	Flag, Blue	16 079 203	2025/07/06 15:29:04+00
394	651567.871	9809673.55	Flag, Blue	14 733 019	2025/07/06 15:30:50+00
395	651538.179	9809692.92	Flag, Blue	16 002 783	2025/07/06 15:33:04+00
396	651503.703	9809711.52	Flag, Blue	15 410 755	2025/07/06 15:36:41+00
397	651470.793	9809742.61	Flag, Blue	1 645 685	2025/07/06 15:39:34+00
398	651454.024	9809785.96	Flag, Blue	15 786 875	2025/07/06 15:41:11+00
399	651416.626	9809763.99	Flag, Blue	16 294 628	2025/07/06 15:42:45+00
400	651395.572	9809726.52	Flag, Blue	16 473 242	2025/07/06 15:45:53+00
401	651403.213	9809677.09	Flag, Blue	16 699 038	2025/07/06 15:48:28+00
402	651431.233	9809653.86	Flag, Blue	16 129 673	2025/07/06 15:51:10+00
403	651438.905	9809646.33	Flag, Blue	16 588 028	2025/07/06 15:54:11+00
404	651469.629	9809670.19	Flag, Blue	14 201 501	2025/07/06 15:57:29+00
405	651460.175	9809674.51	Flag, Blue	1 580 226	2025/07/06 15:58:34+00
406	651455.948	9809675.29	Flag, Blue	15 972 848	2025/07/06 15:59:44+00
407	651453.83	9809669.21	Flag, Blue	15 999 515	2025/07/06 16:00:50+00
408	651460.281	9809666.66	Flag, Blue	15 566 565	2025/07/06 16:02:02+00
409	651453.398	9809688.34	Flag, Blue	13 982 873	2025/07/06 16:06:01+00
410	651450.391	9809684.36	Flag, Blue	13 949 398	2025/07/06 16:07:08+00
411	651444.609	9809688.34	Flag, Blue	12 444 743	2025/07/06 16:08:03+00
412	651442.827	9809686.02	Flag, Blue	13 546 475	2025/07/06 16:08:57+00
413	651435.044	9809692.11	Flag, Blue	14 203 626	2025/07/06 16:09:53+00
414	651442.727	9809702.05	Flag, Blue	15 348 853	2025/07/06 16:11:13+00

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Tabla 18. Planilla de coordenadas 2

416	651447.952	9809696.3	Flag, Blue	14 805 765	2025/07/06 16:13:17+00
417	651436.278	9809706.37	Flag, Blue	15 815 808	2025/07/06 16:14:42+00
418	651431.936	9809703.39	Flag, Blue	15 788 768	2025/07/06 16:15:29+00
419	651430.713	9809703.83	Flag, Blue	15 374 012	2025/07/06 16:16:19+00
420	651435.276	9809705.82	Flag, Blue	14 919 671	2025/07/06 16:17:17+00
421	651432.387	9809711.24	Flag, Blue	14 649 173	2025/07/06 16:18:12+00
422	651428.829	9809714.89	Flag, Blue	15 447 421	2025/07/06 16:19:00+00
423	651432.392	9809718.87	Flag, Blue	15 155 123	2025/07/06 16:20:11+00
424	651433.282	9809718.42	Flag, Blue	15 149 668	2025/07/06 16:21:20+00
425	651433.839	9809718.53	Flag, Blue	15 010 752	2025/07/06 16:22:09+00
426	651445.078	9809722.73	Flag, Blue	13 577 523	2025/07/06 16:23:43+00
427	651441.413	9809731.13	Flag, Blue	12 879 219	2025/07/06 16:25:09+00
428	651447.09	9809735.55	Flag, Blue	1 237 782	2025/07/06 16:26:03+00
429	651450.98	9809729.36	Flag, Blue	11 052 938	2025/07/06 16:27:03+00
430	651451.202	9809728.91	Flag, Blue	11 398 301	2025/07/06 16:27:54+00
431	651445.074	9809716.54	Flag, Blue	13 076 182	2025/07/06 16:29:50+00
432	651449.971	9809718.74	Flag, Blue	13 194 095	2025/07/06 16:30:51+00
433	651456.863	9809710.34	Flag, Blue	1 132 626	2025/07/06 16:31:57+00
434	651454.19	9809706.58	Flag, Blue	11 402 704	2025/07/06 16:32:49+00
435	651465.316	9809706.68	Flag, Blue	12 538 571	2025/07/06 16:33:57+00
436	651457.869	9809716.53	Flag, Blue	12 157 362	2025/07/06 16:34:59+00
437	651465.77	9809719.62	Flag, Blue	8 594 524	2025/07/06 16:36:33+00
438	651467.887	9809723.82	Flag, Blue	9 018 974	2025/07/06 16:39:55+00
439	651474.778	9809714.41	Flag, Blue	7 223 137	2025/07/06 16:41:15+00
440	651469.092	9809697.61	Flag, Blue	9 571 382	2025/07/06 16:42:50+00
441	651479.109	9809702.47	Flag, Blue	8 769 358	2025/07/06 16:44:26+00
442	651485.452	9809705.56	Flag, Blue	8 170 994	2025/07/06 16:45:15+00
443	651487.115	9809696.27	Flag, Blue	726 269	2025/07/06 16:46:17+00
444	651477.096	9809689.09	Flag, Blue	1 504 869	2025/07/06 16:49:52+00
445	651472.645	9809687.55	Flag, Blue	1 609 462	2025/07/06 16:51:20+00
446	651468.078	9809679.81	Flag, Blue	18 214 478	2025/07/06 16:52:38+00
447	651479.202	9809677.48	Flag, Blue	17 636 696	2025/07/06 16:53:30+00
448	651482.212	9809685.77	Flag, Blue	17 604 961	2025/07/06 16:54:33+00
449	651494.891	9809680.01	Flag, Blue	15 700 621	2025/07/06 16:55:44+00
450	651498.01	9809685.32	Flag, Blue	13 060 701	2025/07/06 16:56:33+00
451	651490.873	9809692.16	Flag, Blue	8 846 240	2025/07/06 16:13:17+01
452	651492.732	9809691.3	Flag, Blue	8 697 746	2025/07/06 16:14:42+01
453	651494.591	9809690.44	Flag, Blue	8 549 251	2025/07/06 16:15:29+01
454	651496.45	9809689.58	Flag, Blue	8 400 757	2025/07/06 16:16:19+01
455	651498.31	9809688.73	Flag, Blue	8 252 262	2025/07/06 16:17:17+01
456	651500.169	9809687.87	Flag, Blue	8 103 768	2025/07/06 16:18:12+01

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Tabla 19. Planilla de coordenadas 3

457	651550.623	9809669.03	Flag, Blue	12 686 486	2025/07/06 17:04:25+00
458	651466.854	9809679.04	Flag, Blue	1 914 098	2025/07/06 17:13:36+00
459	651458.516	9809688.66	Flag, Blue	17 474 825	2025/07/06 17:25:51+00
460	651475.195	9809674.94	Flag, Blue	18 817 238	2025/07/06 17:28:16+00
461	651435.502	9809711.13	Flag, Blue	16 189 514	2025/07/06 18:49:45+00
462	651444.738	9809713.66	Flag, Blue	15 979 884	2025/07/06 18:52:12+00
463	651455.742	9809699.39	Flag, Blue	15 473 491	2025/07/06 18:53:41+00
464	651465.31	9809698.17	Flag, Blue	12 882 198	2025/07/06 18:56:13+00
465	651470.191	9809678.04	Flag, Blue	8 511 002	2025/07/06 18:58:47+00
466	651488.546	9809674.82	Flag, Blue	14 284 908	2025/07/06 19:02:06+00
467	651519.802	9809665.96	Flag, Blue	1 418 152	2025/07/06 19:05:36+00
468	651523.259	9809676.68	Flag, Blue	13 866 258	2025/07/06 19:07:09+00
469	651458.738	9809687.67	Flag, Blue	19 060 051	2025/07/06 19:36:52+00
470	651457.738	9809689.11	Flag, Blue	19 283 552	2025/07/06 19:37:36+00
471	651459.297	9809690.76	Flag, Blue	19 401 201	2025/07/06 19:38:17+00
472	651459.184	9809689.66	Flag, Blue	19 209 904	2025/07/06 19:38:57+00

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

El levantamiento topográfico Ejecutado permitió la viabilidad de la información precisa sobre la altimetría y configuración del terreno, identificando pendientes naturales, puntos críticos y niveles de cota relevantes para el diseño del sistema de saneamiento. Los datos recopilados facilitaron la delimitación de áreas aptas para la instalación del biotanco séptico y la disposición del sistema de infiltración, garantizando un adecuado flujo gravitacional y evitando acumulaciones o retrocesos de aguas residuales.

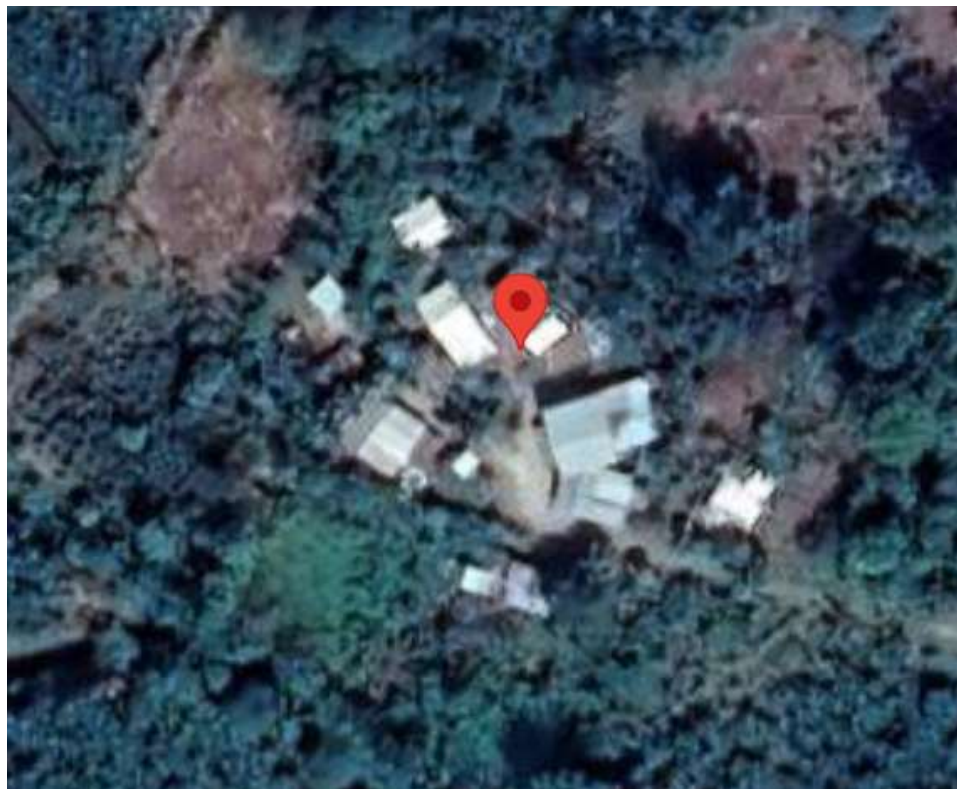
Durante el recorrido y evaluación en campo se realizó el levantamiento físico de las viviendas presentes en la comunidad objeto de estudio. Este proceso permitió identificar la ubicación exacta de cada vivienda, su distribución espacial y su relación con las condiciones topográficas del terreno. La información fue georreferenciada para facilitar la planificación del sistema de saneamiento y establecer conexiones eficientes hacia el biotanco séptico.

La comunidad Santa Rosa se encuentra ubicada Latitud: -1.7995 y Longitud: -79.461. Sus coordenadas aproximadas están:

- Latitud (Norte): 1°47'58" S → Sur, porque está debajo del ecuador
- Longitud (Oeste): 79°27'40" O

Estas coordenadas permiten ubicar con precisión el área de intervención para el diseño del sistema de biotanco séptico. Además, facilitan la integración de la información en herramientas de georreferenciación y sistemas de información geográfica (SIG) para una mejor planificación técnica.

Figura 21. Ubicación del sector formato relieve

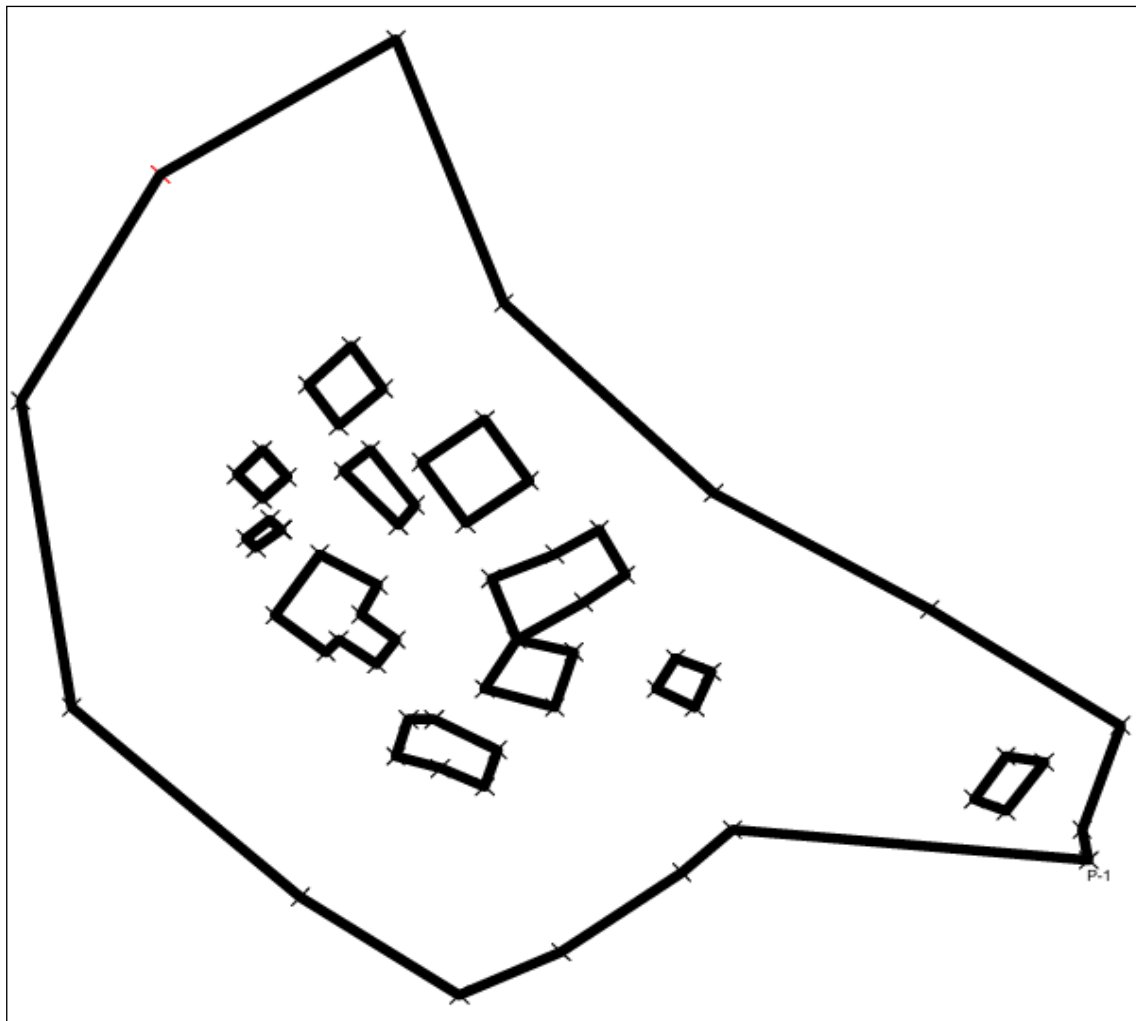


Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Como resultado del levantamiento, se identificó que en el sitio existen únicamente 12 viviendas habitadas, lo cual representa una demanda limitada pero constante de tratamiento de aguas residuales. Este número reducido de unidades permite una planificación más sencilla del sistema. Además, facilita el dimensionamiento técnico del biotanco séptico, asegurando su correcto funcionamiento. La baja densidad poblacional también mejora la viabilidad económica del proyecto.

Por esta razón, se procedió a delimitar la zona de intervención, identificando cada una de las viviendas dentro del área evaluada. En la figura 22 se muestra el plano resultante, donde se representa gráficamente la ubicación de las viviendas registradas. Esta información es fundamental para diseñar un sistema eficiente y acorde a las condiciones reales del sitio. Asimismo, permite establecer conexiones directas y adecuadas al biotanco propuesto.

Figura 22. Levantamiento de las viviendas en el sitio

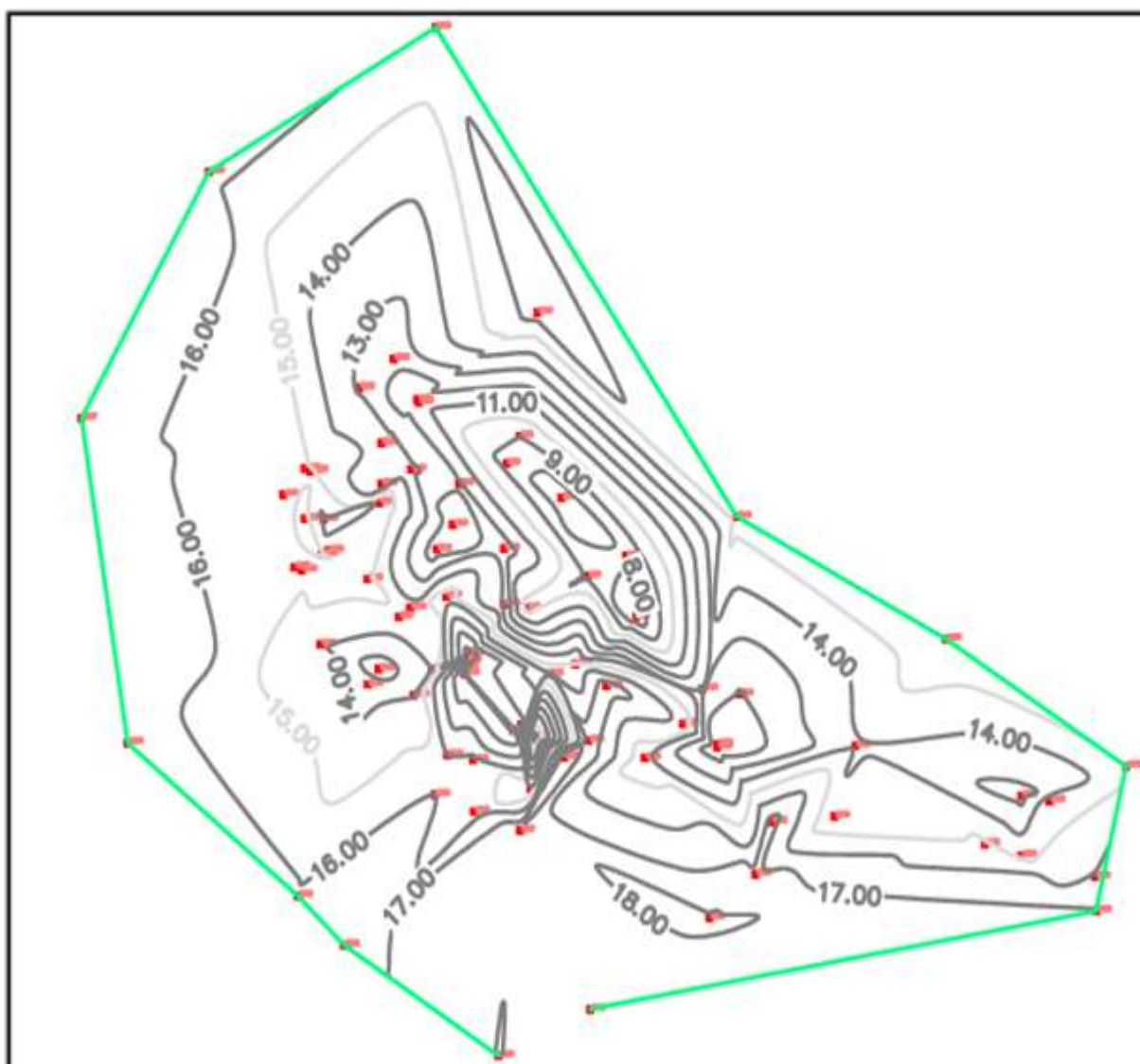


Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Así mismo, se hizo la verificación de las coordenadas para la verificación del perímetro en donde se desarrolló el diseño de biotanque, teniendo como resultado final que el diseño si esta apto para la elaboración en tal punto, ya que es de beneficio para los pobladores del sector.

En la figura 23 se detalla el levantamiento del área de la comunidad Santa Rosa para el respectivo diseño de biotanque a implementar para mejoramiento tanto urbano como ambiental.

Figura 23. Levantamiento del área de la Comunidad Santa Rosa



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

4.1.3 Ficha técnica para el sistema de Biotanque

Los sistemas descritos destacan por su fácil instalación y mantenimiento gracias a su diseño modular y autolimpiante. Son reutilizables, ideales para instalaciones temporales. Su flexibilidad les permite adaptarse a movimientos sísmicos y cambios del terreno. Están fabricados con materiales resistentes a los rayos UV, lo que prolonga su vida útil. Además, su color y estructura optimizan la eficiencia del sistema.

A continuación, se detalla las medidas generales sépticas integradas para el sistema:

Tabla 20. Dimensiones de las medidas del biotank

CAPACIDAD NOMINAL (LITROS)	MEDIDAS EN CM		
	A	B	C
1650	230	107	100
2000	230	123	114
3000	225	150	131
5000	242	183	173
7500	342	183	173
10000	442	183	173
12500	542	183	173
15000	642	183	173
17500	742	183	173
20000	500	246	230
25000	610	246	230
30000	724	246	230
35000	838	246	230
40000	952	246	230
45000	1066	246	230
50000	1180	246	230

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Componentes: La configuración de los tubos de entrada y salida está pensada para que las aguas residuales permanezcan dentro del tanque durante al menos 24 horas, permitiendo que ocurran procesos físicos y bioquímicos.

En este tiempo, bacterias anaerobias actúan sobre la materia orgánica, transformándola en gases, líquidos y sólidos que se separan por sedimentación y flotación. Como resultado, se forman tres capas: lodos en el fondo, una capa líquida en el centro y una capa de natas en la superficie.

A medida que el tanque recibe nuevas aguas, el líquido intermedio se dirige hacia el filtro anaerobio. Con el tiempo, los lodos y las natas aumentan, por lo que es necesario extraer parte de ellos periódicamente según las recomendaciones de mantenimiento.

Tabla 21. Volúmenes y material filtrante por sistema

VOLUMEN TOTAL	TANQUE SÉPTICO VOLUMEN (LITROS)	FILTRO ANAEROBIO	
		VOL (LTS)	UNIDADES DE MATERIAL FILTRANTE
1650	1100	550	180
2000	1500	500	180
3000	2000	1000	370
5000	2500	2500	935
7500	5000	2500	935
10000	7500	2500	935
12500	7500	5000	1870
15000	10000	5000	1870
17500	12500	5000	1870
20000	15000	5000	1870
25000	15000	10000	3740
30000	20000	10000	3740
35000	25000	10000	3740
40000	25000	15000	5600
45000	30000	15000	5600
50000	35000	15000	5600

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

4.1.4 Elementos complementarios para sistema

Trampas de grasa: La trampa de grasas es un recipiente plástico cuyo tamaño varía según el caudal y la naturaleza de las aguas residuales. Está equipada con dispositivos que permiten retener las grasas en la parte superior, debido a su menor densidad en comparación con el agua, impidiendo que lleguen al tanque séptico. En edificaciones nuevas, puede colocarse junto a la vivienda, conectándose únicamente al desagüe de la cocina. En construcciones existentes, es necesario verificar si la profundidad y ubicación de las tuberías permiten su correcta instalación. En sistemas que atienden a varias viviendas, se debe colocar una trampa de grasas por cada unidad habitacional.

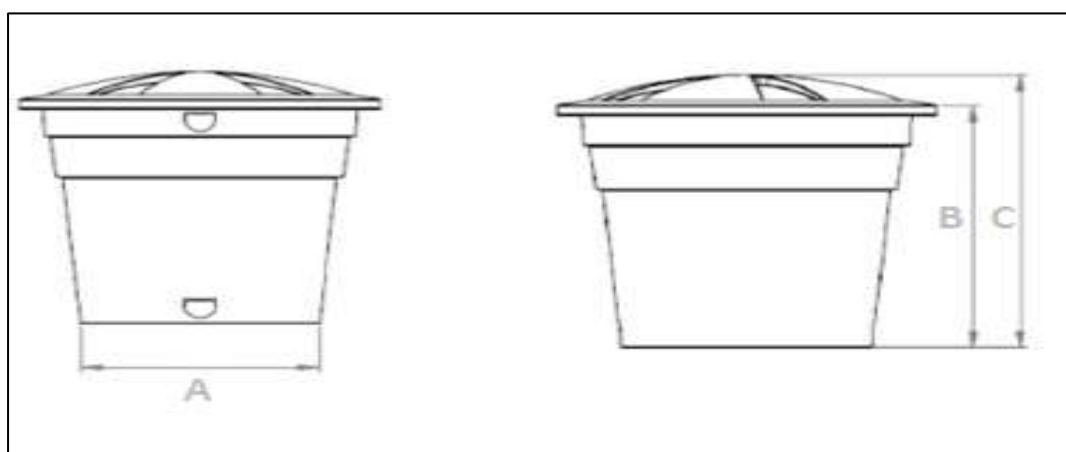
Cabe mencionar que los accesorios de PVC se adquieren por separado. Este componente es esencial para proteger el sistema séptico, ya que evita la acumulación de grasas que podrían obstruirlo. Su correcta instalación mejora la eficiencia y prolonga la vida útil del tratamiento de aguas residuales.

Tabla 22. Dimensiones de trampas de grasa

REF.	105 L	250 L	500 L	1000 L
A	56	83	106	140
B	68	85	108	135
C	51	58	70	87
D	40	64	87	112
E	36	56	78	102
F	20	20	43	77
G	20	20	43	77

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 24. Trampas de grasa en biotankues



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

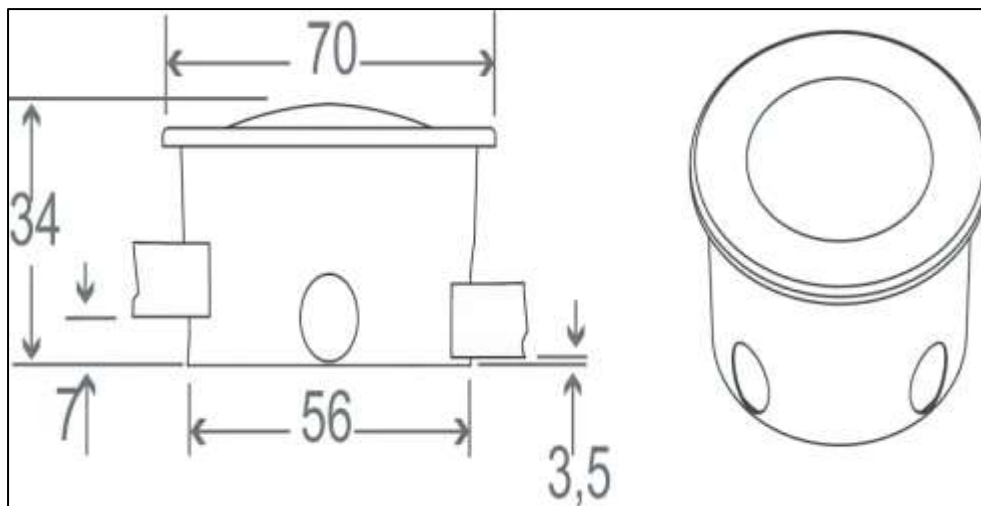
La caja de distribución: se emplea únicamente cuando el efluente del sistema séptico se dirige a zanjas o campos de infiltración. La abertura superior funciona como entrada y se conecta al filtro anaerobio, mientras que las otras tres son salidas destinadas a las tuberías perforadas para irrigación. Si alguna de estas salidas no se utiliza, debe colocarse un tubo corto con tapón. En caso de que el efluente se destine a un pozo de absorción, a un cuerpo de agua o se use para riego, basta con conectar una tubería o manguera con una inclinación mínima del 2 %.

Figura 25. Dimensiones de la caja de distribución

REF.	MEDIDA CM
A	34
B	70
C	56
D	7
E	3,5

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 26.Caja de distribución



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Caja de inspección y muestreo: Si es necesario, se puede colocar una caja de inspección antes del tanque séptico y otra después del filtro anaerobio con el fin de realizar monitoreos, tomar muestras requeridas por las autoridades ambientales, verificar el correcto funcionamiento del sistema y facilitar la medición del caudal tratado.

Tabla 23.Dimensiones de caja de inspección y muestreo

REF.	MEDIDA CM
A	66
B	57
C	43
D	24
E	2

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 27.Caja de inspección



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Sistemas Sépticos integrados e independientes: Cuando la capacidad del sistema séptico supera los 50.000 litros o se requiere la implementación de múltiples unidades, ROTOPLAST recomienda dos alternativas: la instalación de Sistemas Sépticos Integrados en paralelo o la colocación de Sistemas Sépticos Independientes en serie, manteniendo una relación de volumen cercana al 60 % para el tanque séptico y 40 % para el FAFA. Estas soluciones permiten una mayor eficiencia en el tratamiento de aguas residuales. Además, son adecuadas en situaciones donde el acceso al sitio es limitado o el espacio disponible es reducido.

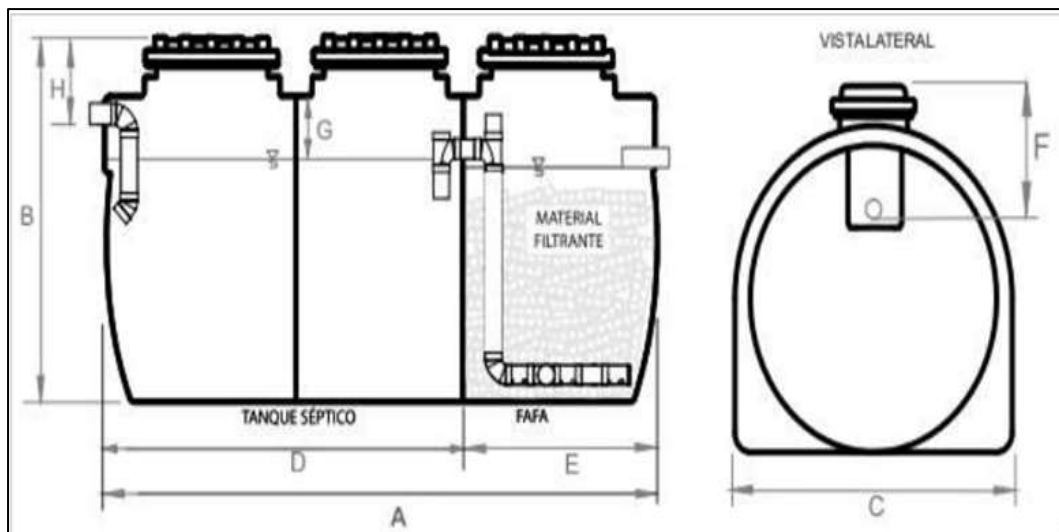
Cuando la capacidad del sistema séptico sobrepasa los 50.000 litros o es necesario instalar más de un sistema, ROTOPLAST aconseja dos opciones: utilizar sistemas sépticos integrados colocados en paralelo, o instalar sistemas independientes en serie, asegurando una proporción de volumen cercana al 60 % para el tanque séptico y 40 % para el filtro anaerobio (FAFA). Estas alternativas permiten un funcionamiento más eficiente y flexible del sistema de tratamiento. Además, son viables cuando existen restricciones de espacio o dificultades de acceso al lugar de instalación.

Tabla 24. Dimensiones de la capacidad Séptica

VOLUMEN TOTAL (LITROS)	LONGITU D TOTAL A (cm)	ALTO TOTAL B (cm)	ANCHO TOTAL C (cm)	D (cm)	E (cm)	F (cm)	G (cm)	H (cm)
1650	230	107	100	147	83	32	15	20
2000	230	123	114	167	63	38	15	32
3000	225	150	131	134	91	43	20	34
5000	242	183	173	121	121	53	20	43
7500	342	183	173	221	121	53	20	43
10000	442	183	173	321	121	53	20	43
12500	542	183	173	321	221	53	20	43
15000	642	183	173	421	221	53	20	43
17500	742	183	173	521	221	53	20	43
20000	496	246	230	362	134	63	20	48
25000	610	246	230	362	248	63	20	48
30000	724	246	230	476	248	63	20	48
35000	838	246	230	590	248	63	20	48
40000	952	246	230	590	362	63	20	48
45000	1066	246	230	704	362	63	20	48
50000	1180	246	230	818	362	63	20	48

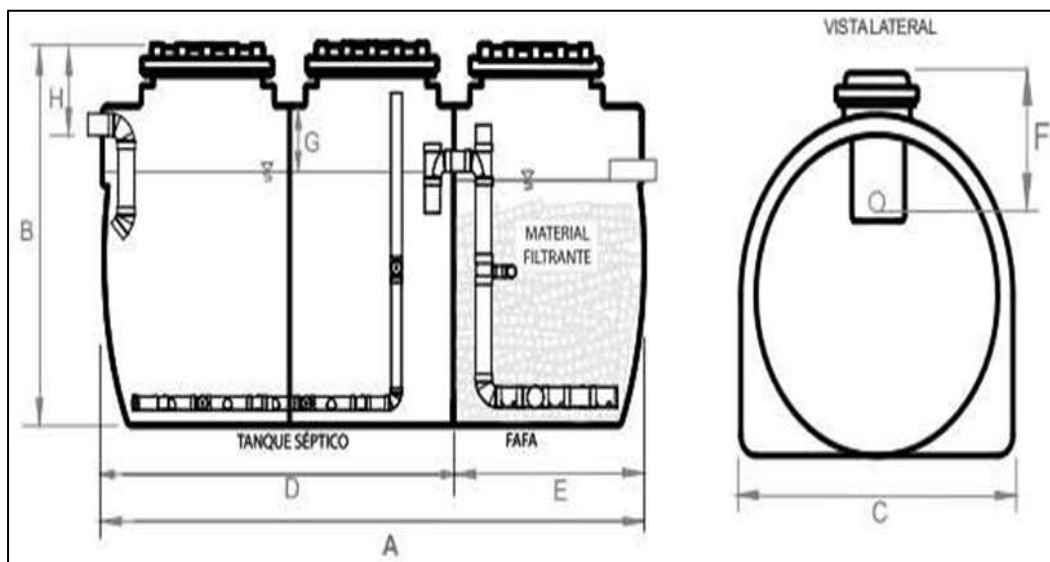
Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 28. Sistemas sépticos integrados



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

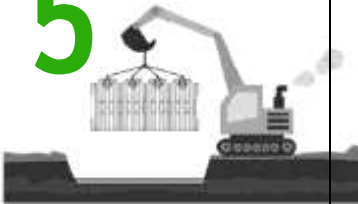
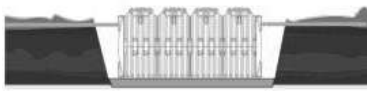
Figura 29. Sistemas sépticos integrados autolimpiables

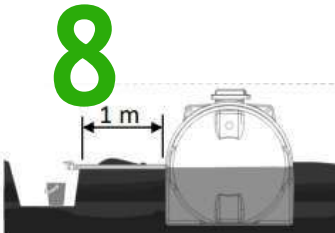
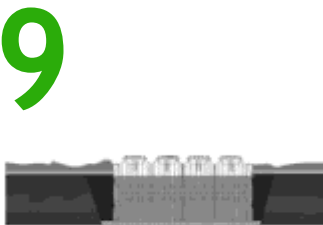


Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Secuencia de la instalación: La instalación de un sistema de biotank séptico requiere una secuencia técnica bien definida para asegurar su correcto funcionamiento y durabilidad. Este proceso incluye una serie de etapas que deben cumplirse cuidadosamente, desde la preparación del terreno hasta la conexión final del sistema. A continuación, se describe de forma resumida cada una de las fases que conforman esta instalación.

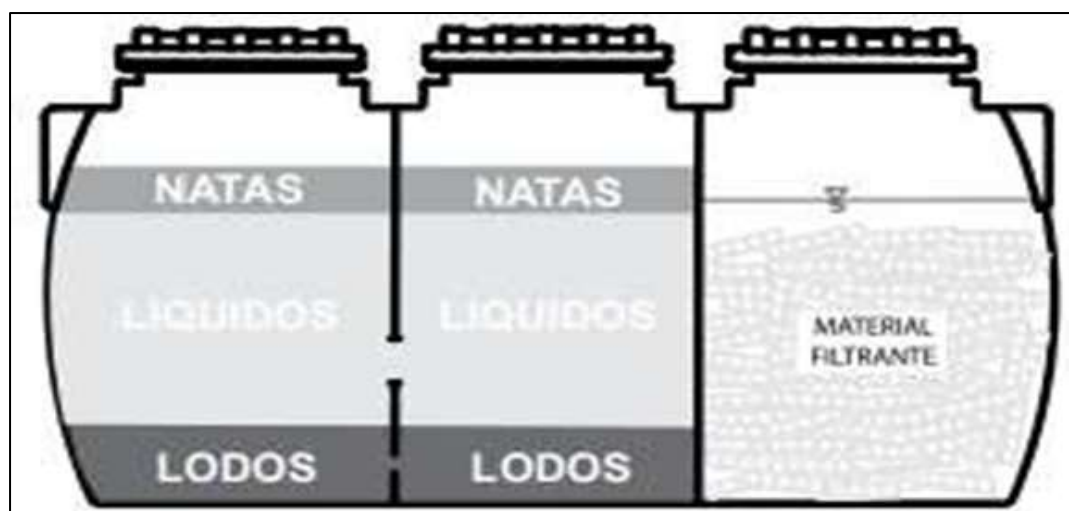
Tabla 25. Secuencia de instalación

1	Se debe instalar en sitios donde no transiten personas, animales ni vehículos. Las condiciones del suelo deben ser estables y se debe tener presente que el nivel freático nunca debe superar el nivel interno de agua en el sistema durante su uso o mantenimiento.
2  Válvula	Si va a hacer uso del sistema de autolimpieza roscar un accesorio hembra que permita ensamblar la tubería para transportar los lodos al punto de disposición. En el extremo de la salida de lodos se instala una válvula que debe permanecer cerrada durante el funcionamiento del sistema. En caso de dejar la válvula abierta el sistema no funcionará.
3  50% - 80	Realizar una excavación para que el sistema quede enterrado entre el 50% y el 80% de su altura por todo su perímetro. Asegúrese de dejar la distancia necesaria para la manipulación de la válvula y recolección de lodos.
4  Arena	Nivele y retire las piedras que puedan dañar el tanque, si es necesario agregue 5 cm o más de arena en el fondo de la excavación con el fin de que el tanque se apoye sobre una superficie plana, firme, continua y nivelada.
5 	Coloque el tanque en la excavación. En caso de que se requiera maquinaria para movilizar el tanque, asegúrese de sujetarlo de cada uno de los pasadores como se muestra en la figura y asegúrese que las correas se encuentren en buen estado.
6 	Conecte las tuberías del tanque.
7 	Llene el tanque de agua, y simultáneamente llene el hueco de tierra o arena apisonando manualmente.

	Si hace uso de la purga de lodos, asegúrese que la tubería para la extracción de lodos quede completamente apoyada para evitar la ruptura o desajuste de los accesorios. La válvula debe quedar a 1 metro de distancia del tanque.
	Desde el momento en que el Sistema esté lleno de agua e instalado con las indicaciones de este manual puede hacer uso del sistema. Asegúrese que no queden fugas en la tubería, de haberlas debe usar silicona para sellar.

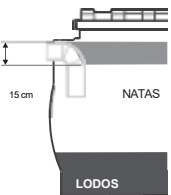
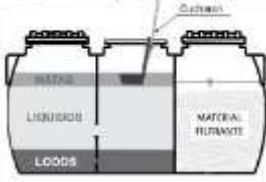
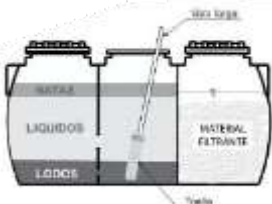
Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

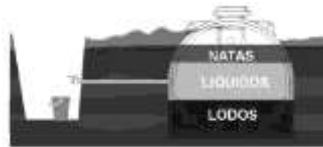
Figura 30. Mantenimiento de sistema Séptico con sistema de purgas de lodo



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Tabla 26. Mantenimiento Séptico

1  Revisar si el espesor aproximado de las natas es mayor a 15 cm moviéndolas con una vara, si es así se debe proceder con el paso 2, de lo contrario continúe con el paso 3.	2  Puede usar una pala o cucharón para extraer el 70% de las natas dejando una parte que es rica en bacterias para que continúe su proceso de descomposición de materia orgánica.	3  El lodo se mide con una vara larga con una toalla clara amarrada en la punta de abajo.
---	--	---

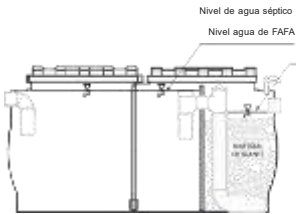
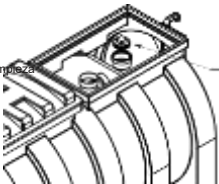
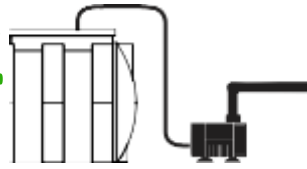
4  3 a 4 minutos Se sumerge la vara y se deja 3 o 4 minutos tocando el fondo.	5  Al sacar la vara lentamente, aparece marcado un poco más oscuro el nivel del lodo en la toalla. Si el nivel del lodo tiene más de 35 cm, proceda a realizar la extracción controlada de lodos.	6  Ubicar una cubeta, balde, o recipiente en el cual caerán los lodos.
7  Abra la válvula y recoja los lodos en un balde o deposítelos directamente en un lecho de secado y dispóngalos de acuerdo a las recomendaciones que se expresan más adelante en este manual y normatividad ambiental vigente.	8  Cierre la válvula y llene nuevamente de agua el sistema.	

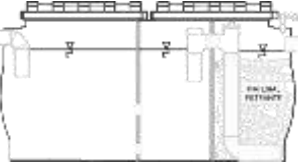
Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

El mantenimiento del filtro anaerobio básico es esencial para asegurar su buen funcionamiento y prolongar su vida útil. Se recomienda realizar inspecciones periódicas para verificar posibles obstrucciones en el material filtrante. Es importante remover los lodos acumulados y lavar los elementos filtrantes cuando se detecte una reducción en la eficiencia del sistema.

La limpieza debe hacerse con herramientas adecuadas y siguiendo normas de seguridad sanitaria. Además, se debe evitar el vertido de sustancias químicas que afecten la actividad biológica. Un mantenimiento adecuado previene malos olores y asegura un tratamiento efectivo de las aguas residuales.

Tabla 27. Mantenimiento de filtros

 Si el nivel de agua en el tanque séptico está por encima de lo normal y fluye lento hacia el FAFA significa que el filtro está taponado y requiere mantenimiento.	1  Retire el tapón de limpieza.	2  Extraiga toda el agua con una motobomba o sifonear si el nivel de terreno lo permite. Verifique que no haya nivel freático alto ya que podría hacer flotar el tanque o deformarlo.
--	---	---

3  En caso de estar muy taponado llene el filtro anaerobio de agua adicionándole 1kg de Cal.	4  8 a 12 Horas Deje reposar de 8 a 12 horas y retire el agua con Cal llenando de nuevo el FAFA con agua.	5  Por último, deje el sistema funcionando.
--	---	---

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

4.1.5 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario

La presente sección expone los resultados obtenidos en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario propuesto para la zona de estudio. El diseño se basó en los datos recopilados durante el levantamiento topográfico, el análisis de la población actual y futura, así como en los criterios técnicos establecidos por las normativas vigentes. Se determinaron los caudales generados, las pendientes necesarias, los diámetros de tubería y la ubicación óptima de las estructuras del sistema, garantizando una evacuación eficiente de las aguas residuales y contribuyendo al mejoramiento de las condiciones sanitarias del área intervenida.

Formula de Manning:

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

- Rh, 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.

Consideraciones para diseño de ramal domiciliario:

- Ramal domiciliario
- Tubería 110mm PVC
- Recinto Santa Rosa

Población total proyectada = 78 habitantes

$$Q_{med} = \frac{Pobl * Dotación * 0,8}{86400} = \frac{78 * 150 * 0,8}{86400} = 0,11 \text{ l/s}$$

Factor de mayoración

$$F.M. = \frac{18 + \left(\frac{Pobl}{1000}\right)^{0,5}}{4 + \left(\frac{Pobl}{1000}\right)^{0,5}} = \frac{18 + \left(\frac{78}{1000}\right)^{0,5}}{4 + \left(\frac{78}{1000}\right)^{0,5}} = 4,27$$

Caudal máximo

$$Q_{max} = Q_{med} * F.M. = 0,11 * 4,27 = 0,46 \text{ l/s}$$

Caudal de diseño

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

Caudal de ilícitas

$$Q_{ilic} = Área * 0,15 = 0,39 * 0,15 = 0,21 \text{ l/s}$$

$$Q_{inf} = Área * 0,15 = 0,39 * 0,15 = 0,21 \text{ l/s}$$

$$q_{diseño} = 0,46 + 0,21 + 0,21 = 0,88 \text{ l/s}$$

Cálculo por tramo: Considerando los anteriores cálculos, ahora se define para el ramal que recoge 12 habitantes, tendremos un caudal de diseño con $q_{diseño} = 0,48$ l/s. Considerando una tubería de diámetro interior mínimo 110mm y pendiente 0,006; incorporando estos datos en la ecuación de Manning nos da un caudal de 6,10 l/s y finalmente calculamos la velocidad 0,64 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 = 11,97 y la cota de invert es CI = 11,36,

$$\Delta H = L * S = 11,68 \text{ m} * 0,006 \frac{\text{m}}{\text{m}} = 0,07 \text{ m}$$

Por tanto, la cota de invert hasta la descarga a la siguiente caja domiciliaria será de $11,36 - 0,07 = 11,29$

Tabla 28. Planilla Hidráulica para el diseño de alcantarillado Sanitario



CÁLCULO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO



SECTOR: Comuna Santa Rosa

FECHA: Cantón Baba

TRAMO		L	HAB	DOT	q med. Ap	FR	q med As	FM	Area	q Ilíc.	q Inf.	q max.	q dis.	MAT TUB	D	S	Q	V	q/Q	d/D	w/V	d	v	DES.	TERRENO		INVERT		Dint+e	RELLENO		CORTE	
De	a	m	TOTAL	Lt/Hab-día	Lt/s	%	Lt/s	-	Has	Lt/s	Lt/s	Lt/s	Lt/s	PVC	mm	‰	Lt/s	m/s	-	-	-	mm	m/s	m	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	m	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
C1	C2	11.68	12	150.00	0.02	0.80	0.02	4.41	1.35	0.20	0.20	0.07	0.48	PVC	110	6.00	6.10	0.64	0.08	0.19	0.59	21	0.38	0.07	11.97	11.85	11.36	11.28	0.11	0.50	0.46	0.61	0.57
C2	C3	16.04	12	150.00	0.02	0.80	0.02	4.41	1.35	0.20	0.20	0.07	0.96	PVC	110	6.00	6.71	0.71	0.14	0.25	0.71	28	0.50	0.10	11.85	12.02	11.28	11.17	0.11	0.46	0.74	0.57	0.85
C3	C4	11.31	12	150.00	0.02	0.80	0.02	4.41	2.35	0.35	0.35	0.07	1.74	PVC	110	6.00	6.71	0.71	0.26	0.35	0.84	38	0.59	0.07	12.02	11.94	11.17	11.10	0.11	0.74	0.73	0.85	0.84
C5	C4*	15.80	12	150.00	0.02	0.80	0.02	4.41	2.35	0.35	0.35	0.07	0.78	PVC	110	6.00	6.10	0.64	0.13	0.24	0.68	26	0.44	0.09	12.04	11.94	11.43	11.34	0.11	0.50	0.49	0.61	0.60
C4	C6	17.70	0	150.00	0.00	0.80	0.00	4.50	2.35	0.35	0.35	0.00	3.22	PVC	110	6.00	6.10	0.64	0.53	0.51	1.01	56	0.65	0.11	11.94	12.02	11.10	10.98	0.11	0.73	0.93	0.84	1.04
C6	C7	27.20	12	150.00	0.02	0.80	0.02	4.41	2.35	0.35	0.35	0.07	4.00	PVC	110	6.00	6.10	0.64	0.65	0.59	1.06	65	0.68	0.16	12.02	11.95	10.98	10.81	0.11	0.93	1.03	1.04	1.14
C8	C7*	24.39	6	150.00	0.01	0.80	0.01	4.43	2.35	0.35	0.35	0.04	0.74	PVC	110	6.00	6.10	0.64	0.12	0.24	0.68	26	0.43	0.15	12.00	11.95	11.39	11.24	0.11	0.50	0.60	0.61	0.71
C7	C9	33.21	6	150.00	0.01	0.80	0.01	4.43	2.35	0.35	0.35	0.04	5.48	PVC	110	7.00	6.59	0.69	0.83	0.70	1.12	76	0.78	0.23	11.95	11.91	10.81	10.56	0.11	1.03	1.24	1.14	1.35
C10	C9*	20.56	6	150.00	0.01	0.80	0.01	4.43	2.35	0.35	0.35	0.04	0.74	PVC	110	6.00	6.10	0.64	0.12	0.24	0.68	26	0.43	0.12	12.05	11.91	11.44	11.32	0.11	0.50	0.48	0.61	0.59
C9	Llegada Tanque	2.59	0	150.00	0.00	0.80	0.00	4.50	2.35	0.35	0.35	0.00	6.93	PVC	110	11.00	8.26	0.87	0.84	0.70	1.12	77	0.97	0.03	11.91	11.91	10.56	10.53	0.11	1.24	1.27	1.35	1.38

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Para continuar con el detalle de los resultados en la figura 32 se grafica el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad Santa Rosa, en la que se observa la delimitación del área de intervención, la ubicación de las viviendas y el trazado de la red de tuberías. Las conexiones están organizadas de forma ramificada, permitiendo recolectar las aguas residuales desde cada vivienda hacia una estructura principal ubicada en la parte baja del terreno. Esta disposición obedece al aprovechamiento de la pendiente natural del terreno, lo cual favorece el flujo por gravedad sin necesidad de bombeo, optimizando así los costos de operación y mantenimiento del sistema.

Además, se identifican claramente los ramales, las cajas domiciliarias y la ubicación probable del sistema de tratamiento. El diseño asegura que todas las viviendas dentro del perímetro estén conectadas, garantizando una cobertura sanitaria adecuada. Este sistema responde a las condiciones topográficas y ambientales del sitio, promoviendo una solución técnica eficiente y sostenible para el manejo de aguas residuales en la comunidad.

Figura 31. Especificaciones de viviendas y detalles de conexión

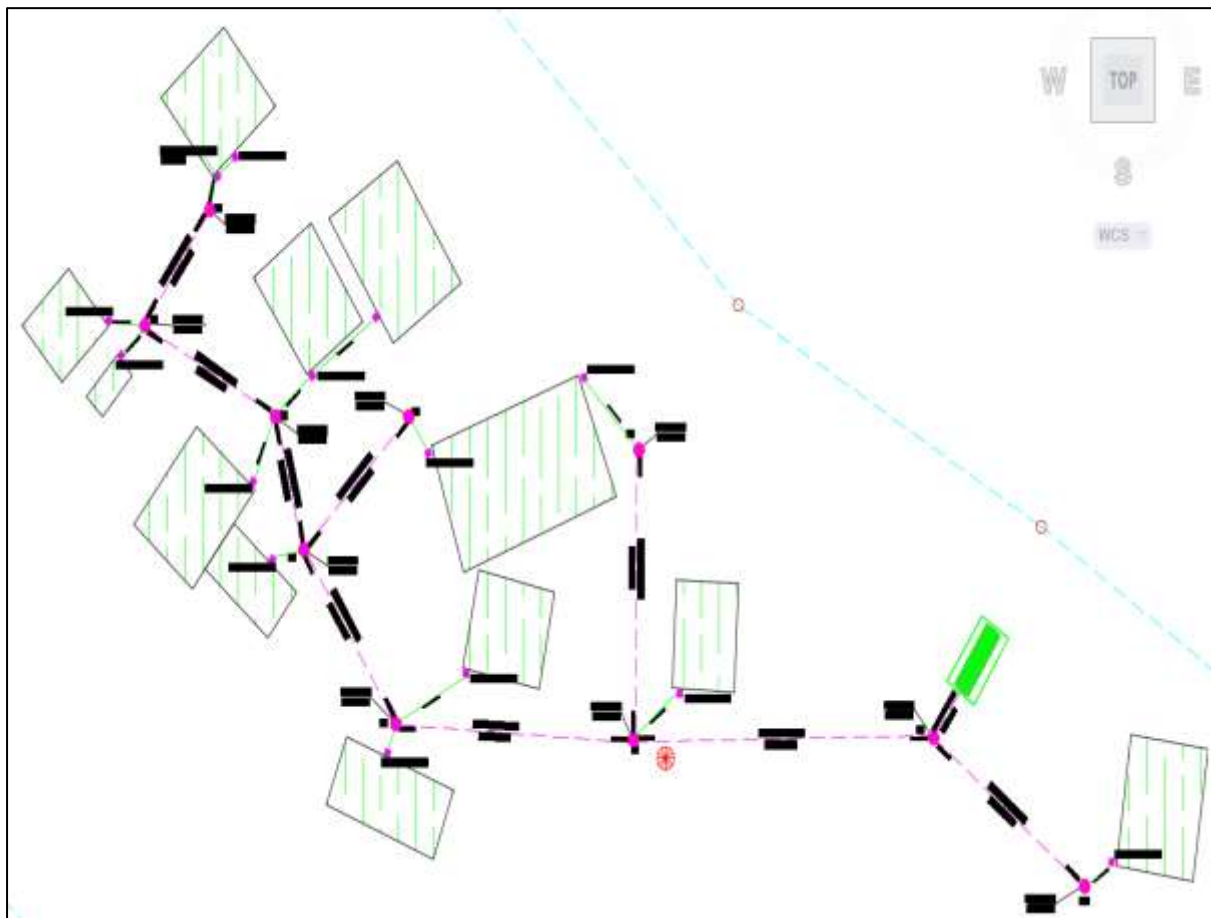


Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

En la figura 33 se puede observar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario que desarrollamos para la comunidad de Santa Rosa. Cada una de las viviendas está conectada mediante una red de tuberías que recolecta las aguas residuales y las dirige hacia un sistema de tratamiento ubicado al final del trazado. Esta red fue diseñada para funcionar por gravedad, aprovechando la pendiente natural del terreno, lo que nos permite evitar el uso de equipos de bombeo y reducir los costos operativos.

El sistema culmina en un biotanco séptico, que está representado en color verde en la parte baja del plano. Este tanque es el encargado de realizar el tratamiento primario de las aguas servidas, separando los sólidos y reduciendo la carga contaminante antes de su disposición final. Además, se colocaron cajas domiciliarias de H.S. en puntos estratégicos para facilitar el mantenimiento del sistema. Con este diseño se busca mejorar las condiciones sanitarias de la comunidad de forma eficiente, segura y sostenible.

Figura 32. Resultados del diseño de tratamiento de aguas residuales con biotanco Séptico

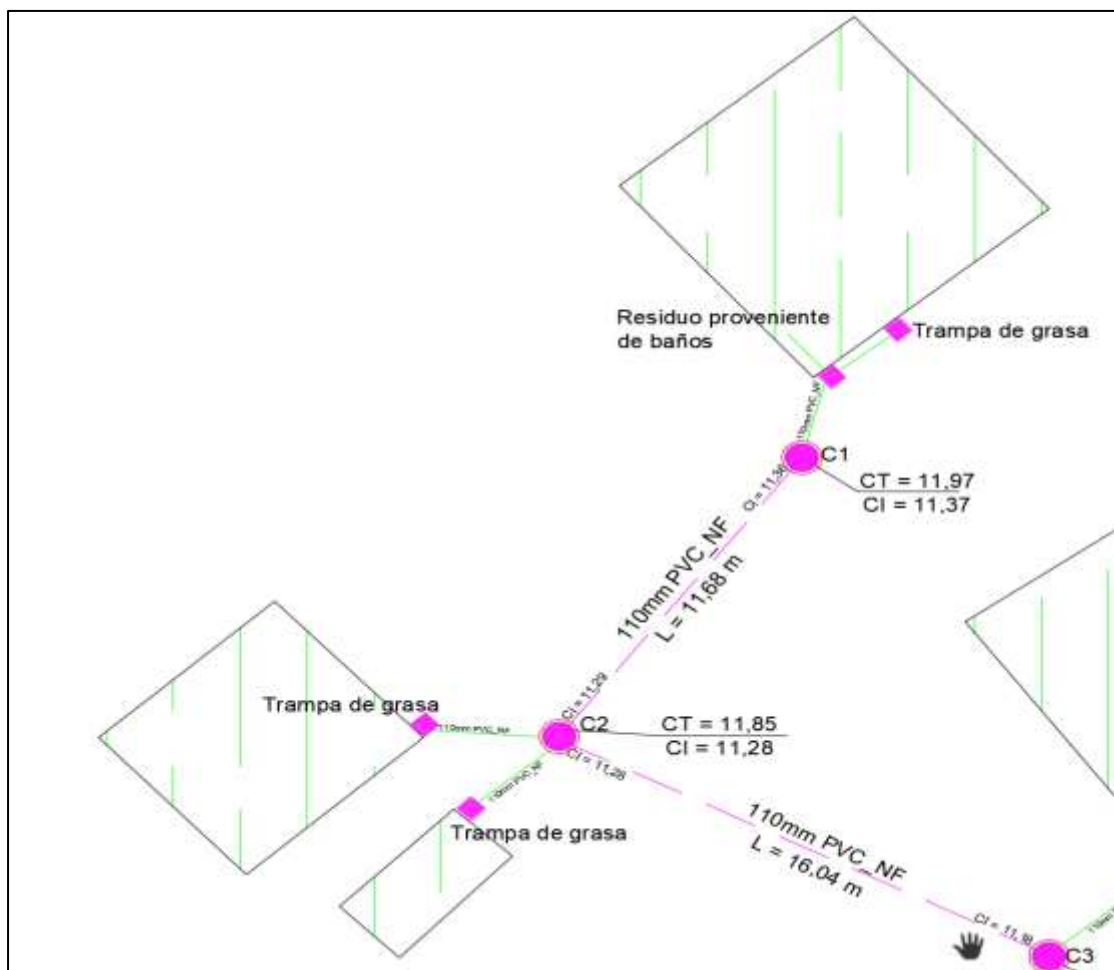


Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

En esta parte del diseño se muestra un tramo del sistema de alcantarillado sanitario que conecta varias viviendas con el colector principal. Cada una de las casas deberán considerar la implementación de una trampa de grasa, elemento importante que permite retener grasas y aceites que podrían obstruir las tuberías. Además, en las viviendas, por separado, deberán recoger residuos provenientes de los baños, lo que indica que el sistema está diseñado para manejar aguas residuales tanto domésticas como sanitarias.

Las tuberías utilizadas en este tramo son de PVC de 110 mm, y cada segmento indica su longitud. Por ejemplo, entre la cámara C1 y la cámara C2 hay un tramo de 11.68 metros, y entre la C2 y la C3 un tramo de 16.04 metros. También se muestran las cotas de terreno (CT) y cotas de invert (CI), que indican las alturas a las que están el suelo y la base de la tubería respectivamente. Estos datos son claves para asegurarnos de que el sistema funcione por gravedad.

Figura 33. Trampas de grasa y dimensiones de tramos en tuberías



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

En el tramo que va desde la cámara C1 hasta la cámara C2 figura 35, se tiene una longitud total de 15,80 metros de tubería de PVC de 110 mm de diámetro. Esta sección del sistema recoge aguas residuales provenientes de varias viviendas, incluyendo desechos sanitarios y aguas con contenido de grasa, las cuales previamente pasan por trampas de grasa individuales instaladas en cada vivienda.

Para este segmento se han tenido en cuenta las elevaciones del terreno (ET) y las elevaciones de instalación (EI) requeridas para asegurar el paso del agua por gravedad. En la cámara C1, la elevación de instalación se sitúa en 11,37 m, mientras que en la cámara C2 se encuentra a 11,28 m. Estos valores reflejan una inclinación adecuada para permitir el movimiento constante del flujo. Esta configuración facilita el traslado de las aguas residuales sin depender de sistemas de bombeo, lo que contribuye a un sistema que es más eficiente y requiere poco mantenimiento para la comunidad.

El siguiente tramo del sistema va desde la cámara C2 hasta la cámara C3 figura 36, tiene una longitud de 16,04 metros, utilizando también tubería de PVC de 110 mm de diámetro. Este tramo continúa recolectando las aguas residuales que vienen desde las viviendas conectadas aguas arriba, incluyendo aquellas que ya pasaron por trampas de grasa, asegurando así una mejor calidad del agua residual que llega al sistema principal.

En esta situación, la altura de instalación en la cámara C2 se establece en 11,28 metros, mientras que en la cámara C3 es de 11,18 metros, lo que resulta en una diferencia de 0,10 metros. Esto produce una inclinación cercana al 0,62%, la cual es adecuada para facilitar un flujo gravitacional continuo, evitando acumulaciones y asegurando un correcto funcionamiento del sistema.

Además, el tramo que conecta la cámara C3 con la cámara C4, según se muestra en la figura 37, tiene una extensión de 11,31 metros y, al igual que los tramos mencionados previamente, se compone de tubería de PVC con un diámetro de 110 mm. Este segmento sigue encargado de transportar las aguas residuales recolectadas de las viviendas anteriores, garantizando así la continuidad del sistema hacia el punto de tratamiento.

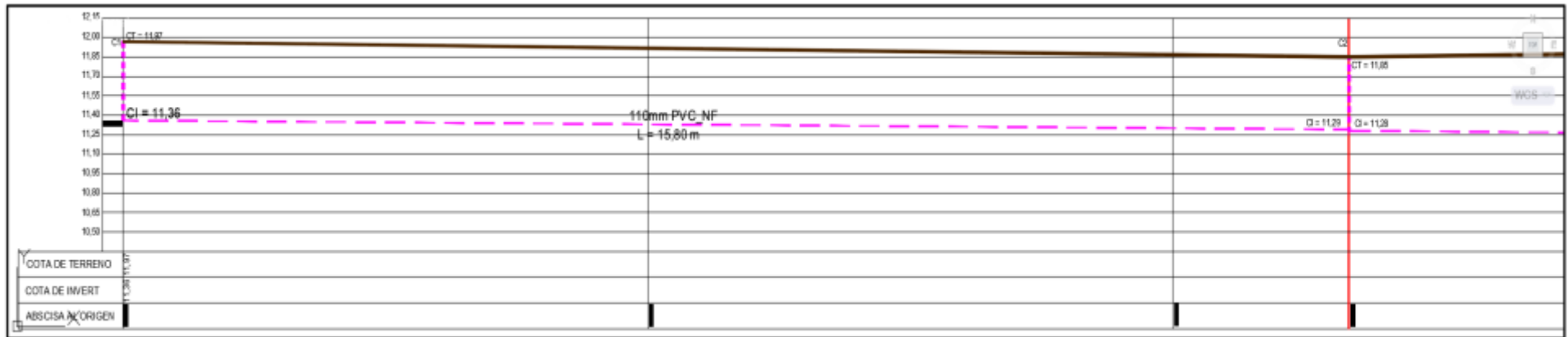
La cota de instalación en C3 es de 11,18 metros, y en C4 es de 11,08 metros, lo que representa una diferencia de altura de 0,10 metros. Con estos valores, la pendiente resultante para este tramo es de aproximadamente 0,88%, lo que asegura un flujo adecuado por gravedad. Esta pendiente permite mantener la velocidad mínima necesaria para evitar sedimentaciones dentro de la tubería, contribuyendo al buen desempeño y durabilidad del sistema de alcantarillado.

El tramo entre la cámara C4 y la cámara C5 figura 38 tiene una longitud de 17,70 metros y está equipado con tubería de PVC de 110 mm de diámetro. Este segmento continúa el transporte de las aguas residuales provenientes de las viviendas conectadas en la parte alta del sistema, asegurando que el flujo se mantenga constante y eficiente.

Los tramos analizados entre las cámaras C1 y C5, con tuberías de PVC de 110 mm de diámetro y pendientes cuidadosamente calculadas, garantizan un flujo por gravedad eficiente y continuo a lo largo del sistema de alcantarillado sanitario. Las pendientes, que oscilan entre aproximadamente 0,62% y 0,88%, son adecuadas para evitar estancamientos y sedimentaciones, lo que contribuye a mantener la funcionalidad hidráulica y prolongar la vida útil de las tuberías. Además, el diseño evita la necesidad de sistemas de bombeo, favoreciendo un funcionamiento económico y de bajo mantenimiento.

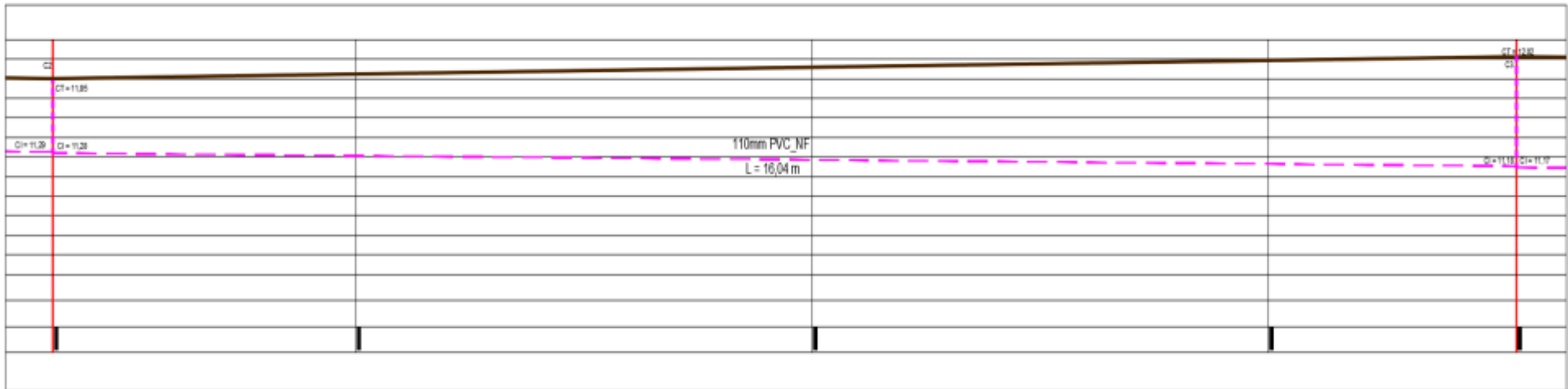
De esta forma, el sistema logra recolectar y transportar las aguas residuales de manera efectiva desde las viviendas hasta el punto de tratamiento, asegurando la calidad y continuidad del servicio sanitario para la comunidad. La correcta disposición de las cotas y la selección de materiales permiten un diseño sostenible y confiable, que facilita el mantenimiento y previene problemas futuros asociados a obstrucciones o acumulación de residuos dentro de las tuberías.

Figura 34. Dimensión de tramo C1 a C2



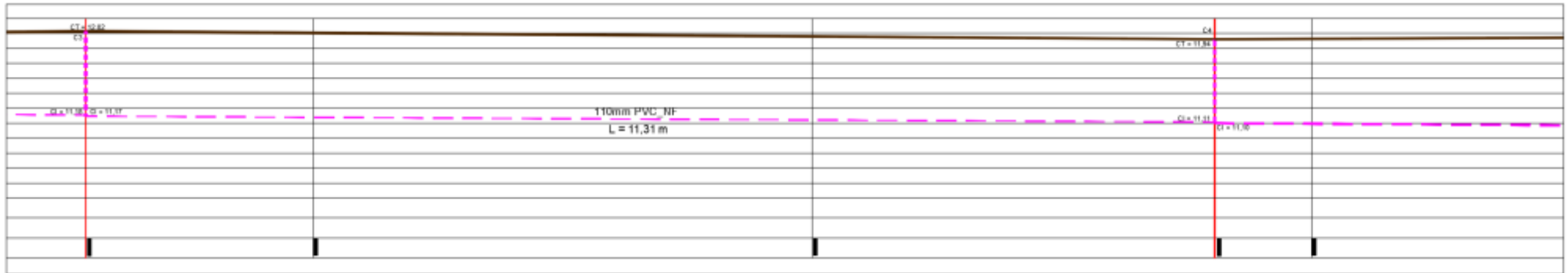
Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 35. Dimensión de tramo C2 a C3



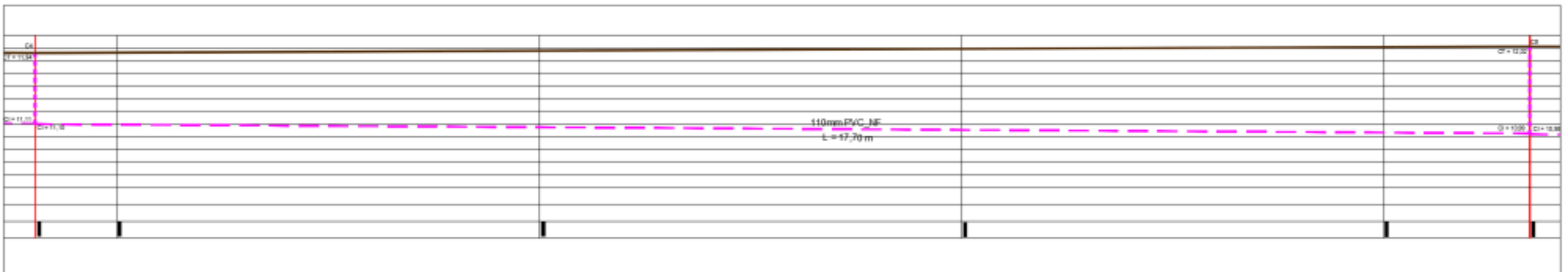
Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 36. Dimensión de tramo C3 a C4



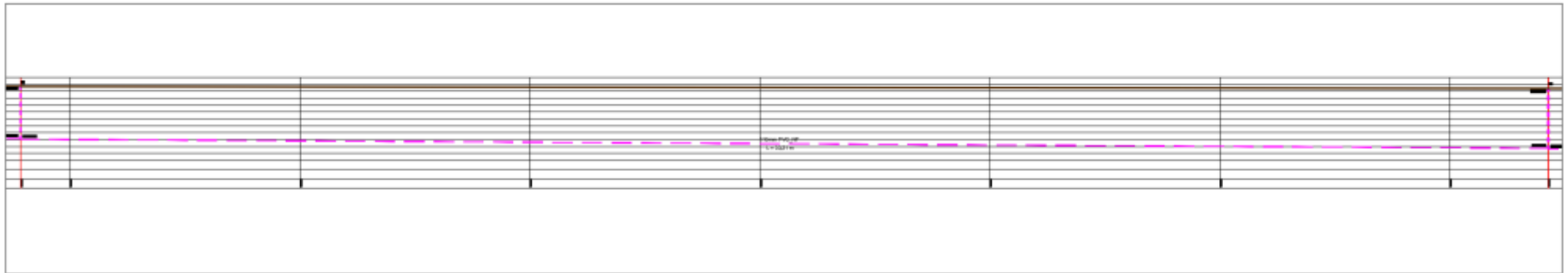
Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 37. Dimensión de tramo C4 a C5



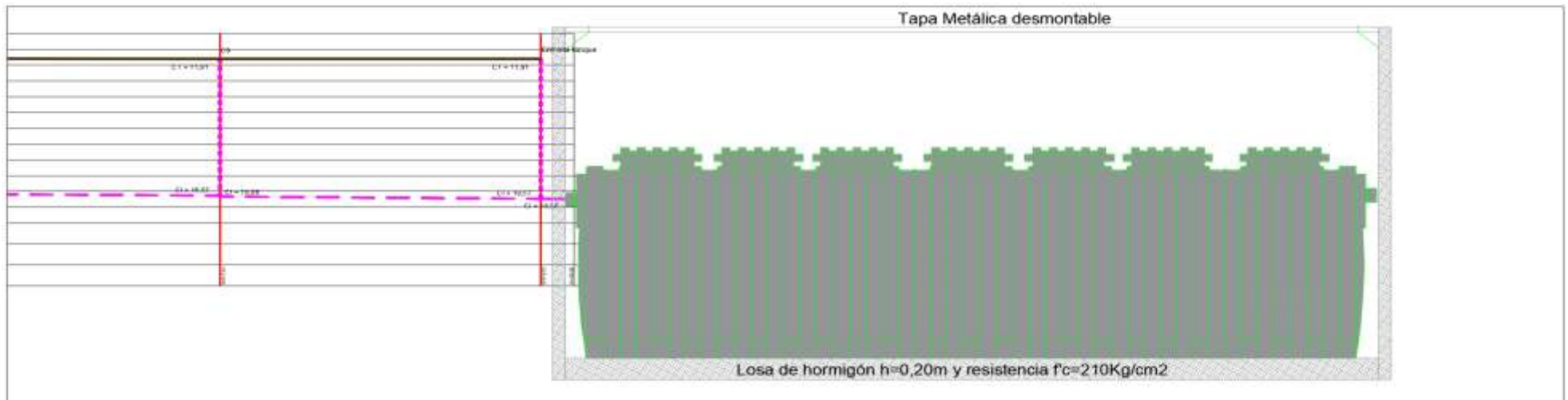
Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 38. Dimensión de tramo C5



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Figura 39. Sistema de Biotanque Séptico

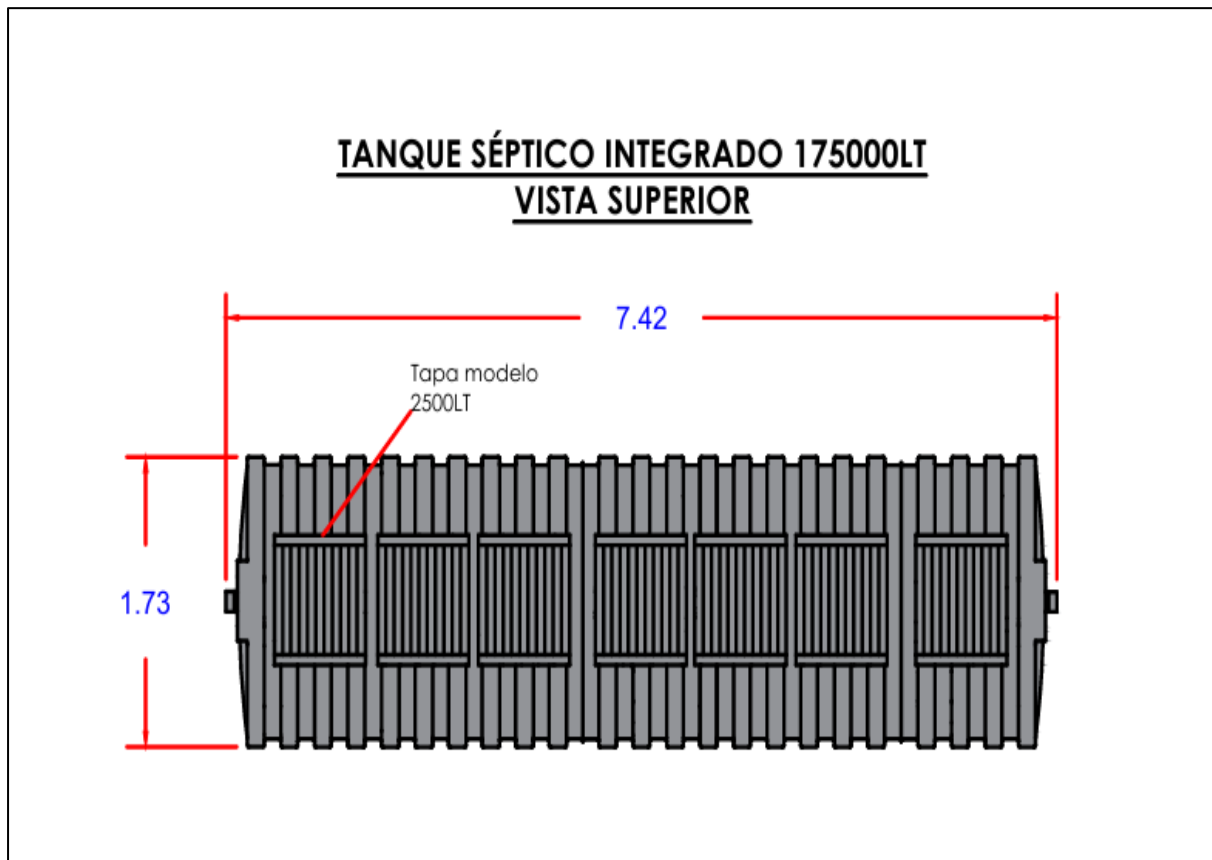


Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Las dimensiones de Biotanque El biotanque séptico diseñado para la comunidad de Santa Rosa tiene como objetivo dar tratamiento primario a un gran volumen de aguas residuales domésticas. Su capacidad total es de 175.000 litros, equivalente a 175 m³, y se han considerado dimensiones en planta de 7,42 metros de largo por 1,73 metros de ancho.

La profundidad estimada del biotanque es de aproximadamente 13,64 metros. Esta altura permite alcanzar el volumen de almacenamiento necesario para garantizar una adecuada retención del agua residual y favorecer los procesos de sedimentación y digestión anaerobia en el interior del tanque. Dadas sus dimensiones considerables, este biotanque está pensado para ser de tipo prefabricado industrial o de construcción en sitio reforzada, y debe contar con compartimentos internos y cámaras de inspección para facilitar su mantenimiento y operación eficiente. Estas proporciones también aseguran una velocidad de flujo reducida, promoviendo la decantación de sólidos y mejorando el rendimiento del tratamiento.

Figura 40. Dimensiones del biotanque Séptico



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

4.1.6 Resultados del presupuesto referencial del sistema con Biotanque

El presente presupuesto corresponde al coto referencial del proyecto de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante un biotanque séptico en la comunidad de Santa Rosa, cantón Baba. El monto total estimado de la inversión asciende a \$15.938,42, incluido el IVA, y contempla tanto los costos directos de obra como los indirectos e impuestos aplicables.

La mayor parte del presupuesto corresponde a la adquisición de materiales, con un valor de 10.832,17 dólares, lo que equivale aproximadamente al 68% del costo total del proyecto. En este rubro, el componente más significativo es el biotanque séptico de 17.500 litros, cuyo valor alcanza los 7.164,00 dólares, representando el 45% del monto global. Este elemento constituye el centro operativo del sistema, diseñado para cubrir una demanda considerable a nivel comunitario. Dentro de la misma categoría se incluyen accesorios como tuberías de PVC y cajas domiciliarias de hormigón armado, fundamentales para la instalación de la red de transporte y conexión de aguas residuales.

En cuanto a las partidas asociadas al alcantarillado sanitario, se consideran trabajos de excavación, colocación de material de mejoramiento, replanteo, y relleno con piedra y cascajo. Estas labores suman 1.240,81 dólares y resultan esenciales para garantizar la estabilidad y el correcto funcionamiento de las redes enterradas. Finalmente, se contemplan obras complementarias como la instalación de tuberías, ensayos de estanqueidad, pruebas de deformación e inspecciones mediante equipos CCTV, con un costo de 761,77 dólares, orientadas a asegurar la calidad y operatividad del sistema.

Finalmente, se consideran gestiones adicionales con un valor total de \$364,77, que incluyen medidas de seguridad física e industrial según normativa de Interagua, el presupuesto también contempla un 5% de costos indirectos que ascienden a \$659,98, destinados a cubrir gastos generales, administrativos e imprevistos. Al aplicar el IVA del 15%, se obtiene un monto adicional de \$2.078,92, alcanzando así el costo total final de \$16.10868 . En resumen, se trata de un presupuesto técnicamente detallado, económicamente justificado y con enfoque social, orientado a garantizar un sistema de saneamiento adecuado para la comunidad de Santa Rosa.

Tabla 29. Presupuesto del sistema de Biotanque para el tratamiento de aguas residuales

				Fecha:	3 Agosto 2025
				Código	
PRESUPUESTO DE OBRA					
PROYECTO	ANÁLISIS DE SISTEMA DE BIOTANQUE SÉPTICO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA ROSA, CANTÓN BABA		TEMA	PRESUPUESTO DE BIOTANQUE SÉPTICO	
DIRECCIÓN	SANTA ROSA- CANTÓN BABA		ANALISTA	Elaborado	ERICK FAJARDO ALEX RIVAS
				Revisado	KEVIN MENDOZA
				Aprobado	KEVIN MENDOZA
Item	Cantidad	Unidad	Descripción	Precio U	Precio T
Materiales					
22.13.132	180.00	m	TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D	\$3.27	\$588.60
03.31.016	13.00	u	CAJA DOMICILIARIA DE HA, INCLUYE TAPA DE 0.83 X 0.68 X 0.10,	\$236.89	\$3 079.57
03.31.017	1.00	u	PUERTA METALICA DESMONTABLE	\$85.00	\$85.00
03.31.066	1.00	u	BIOTANQUE SÉPTICO MODELO 17.500 LTS	\$7 164.00	\$7 164.00
					\$10 917.17
Alcantarillado Sanitario					
31.23.002	105.30	m3	EXCAVACIÓN A MÁQUINA HASTA 1.50M DE PROFUNDIDAD	\$2.46	\$259.04
31.23.011	35.10	m3	MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO CON CASCAJO	\$12.48	\$438.05
31.23.015	11.70	m3	REPLANTILLO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4" (ARENA)	\$10.41	\$121.80
31.23.021	9.64	m3	RELLENO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	\$28.50	\$274.74
31.23.019	11.70	m3	RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO	\$12.58	\$147.19
					\$1 240.81
Obras adicionales					
22.13.104	180.00	m	TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RÍGIDO DE PARED	\$2.12	\$381.60
22.13.106	180.00	m	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERÍA PVC RÍGIDO DE PARED	\$1.18	\$212.40
22.13.124	160.00	m	PRUEBA DE DEFORMACIÓN PARA TUBERÍAS ALCANTARILLADO	\$0.78	\$124.80
22.13.125	17.23	m	MURO DE CONTENCIÓN PARA PROTECCIÓN DE BIOTANQUE	\$3.25	\$56.00
22.13.108	20.27	m	INSPECCIÓN CCTV DE RAMALES DOMICILIARIOS, TIRANTES Y CRUCES	\$2.12	\$42.97
					\$817.77
Gestiones adicionales					
44.01.001	1.00	u	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FÍSICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN	\$264.77	\$264.77
	1.00	u	SOCIALIZACIÓN E INTERVENCIÓN DE ESPACIO PÚBLICO EN PREDIOS	\$100.00	\$100.00
					\$364.77
SUBTOTAL DE PRESUPUESTO				\$	13 340.52
COSTOS INDIRECTOS (5%)				\$	667.03
SUBTOTAL (SIN IVA)				\$	14 007.54
IVA 15%				\$	2 101.13
TOTAL				\$	16 108.68

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Además, se desarrolló el análisis de un presupuesto referencial con la implementación de pozos sépticos para realizar un análisis comparativo del mismo teniendo como resultado lo siguiente. En este caso, el proyecto incluye una serie de materiales y actividades específicas, como tubería PVC, cajas domiciliarias, y pozos sépticos prefabricados, que conforman el sistema completo. El valor total del presupuesto asciende a \$15.293,62 USD, incluyendo materiales, obras civiles, pruebas técnicas, seguridad, y costos indirectos. Entre los materiales considerados se destacan 13 unidades de pozos sépticos convencionales con un valor total de \$6.630,00 USD, y 180 metros de tubería PVC rígida, con un costo de \$588,60 USD, que constituyen elementos clave del sistema.

Se incluyen igualmente 13 cajas domiciliarias fabricadas en hormigón armado, esenciales para establecer las conexiones entre las viviendas y el sistema principal. El valor total de los materiales asciende a 10.298,17 dólares, lo que representa más del 67% del presupuesto global del proyecto.

Dentro del apartado de obras civiles se contemplan trabajos como excavaciones, preparación y mejoramiento del terreno, así como rellenos compactados, con un costo de 1.240,81 dólares. A ello se suman ensayos técnicos entre ellos, pruebas de estanqueidad, verificaciones de deformación e inspecciones mediante equipos de CCTV cuyo monto totaliza 761,77 dólares, destinados a garantizar la calidad, integridad y correcto funcionamiento de la infraestructura instalada. Finalmente, el presupuesto considera gastos de seguridad industrial, señalización y socialización comunitaria por un valor de \$364,77 USD, además de un cálculo de costos indirectos del 5%, y el correspondiente IVA del 15%. Todo esto suma un total final de \$15.293,62 USD.

Tabla 30. Presupuesto de pozo sépticos convencionales

				Fecha:	3 Agosto 2025
				Código	
PRESUPUESTO DE OBRA					
PROYECTO	ANÁLISIS DE SISTEMA DE BIOTANQUE SÉPTICO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SANTA ROSA, CANTÓN BABA		TEMA	PRESUPUESTO DE POZO SÉPTICO CONVENCIONAL	
DIRECCIÓN	SANTA ROSA- CANTÓN BABA		ANALISTA	Elaborado	ERICK FAJARDO ALEX RIVAS
				Revisado	KEVIN MENDOZA
				Aprobado	KEVIN MENDOZA
Item	Cantidad	Unidad	Descripción	Precio U	Precio T
Materiales					
22.13.132	180.00	m	TUBO PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D EXTERIOR = 115 MM , D INTERIOR 110 MM SERIE 5(*)	\$3.27	\$588.60
03.31.016	13.00	u	CAJA DOMICILIARIA DE HA, INCLUYE TAPA DE 0.83 X 0.68 X 0.10,	\$236.89	\$3 079.57
03.31.066	13.00	u	POZOS SEPTICOS CONVENCIONALES	\$510.00	\$6 630.00
					\$10 298.17
Alcantarillado Sanitario					
31.23.002	105.30	m3	EXCAVACIÓN A MÁQUINA HASTA 1.50M DE PROFUNDIDAD	\$2.46	\$259.04
31.23.011	35.10	m3	MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO CON CASCAJO	\$12.48	\$438.05
31.23.015	11.70	m3	REPLANTILLO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4" (ARENA)	\$10.41	\$121.80
31.23.021	9.64	m3	RELLENO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	\$28.50	\$274.74
31.23.019	11.70	m3	RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO	\$12.58	\$147.19
					\$1 240.81
Obras adicionales					
22.13.104	180.00	m	TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RÍGIDO DE PARED	\$2.12	\$381.60
22.13.106	180.00	m	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERÍA PVC RÍGIDO DE PARED	\$1.18	\$212.40
22.13.124	160.00	m	PRUEBA DE DEFORMACIÓN PARA TUBERÍAS ALCANTARILLADO	\$0.78	\$124.80
22.13.108	20.27	m	INSPECCIÓN CCTV DE RAMALES DOMICILIARIOS, TIRANTES Y CRUCES	\$2.12	\$42.97
					\$761.77
Gestiones adicionales					
44.01.001	1.00	u	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FÍSICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN	\$264.77	\$264.77
	1.00	u	SOCIALIZACIÓN E INTERVENCIÓN DE ESPACIO PUBLICO EN PREDIOS	\$100.00	\$100.00
					\$364.77
SUBTOTAL DE PRESUPUESTO				\$	12 665.52
COSTOS INDIRECTOS (5%)				\$	633.28
SUBTOTAL (SIN IVA)				\$	13 298.80
IVA 15%				\$	1 994.82
TOTAL				\$	15 293.62

Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

4.2 Análisis de los resultados

El análisis del biotank séptico de 175.000 litros, diseñado con dimensiones aproximadas de 7,42 metros de largo por 1,73 metros de ancho y una profundidad estimada de 13,64 metros, muestra una capacidad significativamente mayor en comparación con los biotank sépticos comerciales estándar ofrecidos por marcas como Rotoplas. Según su ficha técnica, los modelos de mayor capacidad disponibles comercialmente suelen tener volúmenes que oscilan entre 600 y 5.000 litros, diseñados para atender entre 5 y 25 personas. Esto evidencia que el biotank planteado es de tipo industrial o comunitario, con un enfoque hacia el tratamiento de aguas residuales a gran escala, como el de una comunidad completa, lo cual supera ampliamente los modelos domiciliarios convencionales.

En cuanto a los materiales, los biotank Rotoplas están fabricados con polietileno de alta densidad (PEAD), lo que les otorga resistencia química, durabilidad y facilidad de instalación, además de que son herméticos y de una sola pieza. Sin embargo, dada la gran capacidad del tanque propuesto (175 m³), sería inviable producirlo con las mismas características estructurales y materiales que un Rotoplas estándar. Esto implica que, aunque se tomen como referencia los principios de diseño de Rotoplas (como compartimentos internos, procesos anaerobios, entrada-salida con tees y ventilación), la fabricación del tanque comunitario debe recurrir a otro tipo de construcción, probablemente en sitio con concreto armado o materiales compuestos reforzados.

Finalmente, desde el punto de vista técnico-funcional, el diseño comunitario debería mantener los criterios clave de la ficha técnica Rotoplas, como el tiempo de retención hidráulica, la separación de fases (lodos, líquidos y gases), y la presencia de un sistema de pretratamiento. La gran diferencia de escala obliga a incorporar medidas adicionales de seguridad estructural, mantenimiento y control de gases. Aunque no es posible comparar directamente ambos sistemas por su magnitud, el análisis permite adaptar las ventajas técnicas de los biotank Rotoplas domiciliarios a una escala mayor, asegurando así un sistema confiable y sostenible para el tratamiento de aguas residuales en la comunidad de Santa Rosa.

Análisis de los resultados del diseño de sistema de alcantarillado y Biotanque Séptico: El análisis general de los tramos diseñados para el sistema de alcantarillado sanitario de la comunidad evidencia un enfoque adecuado hacia el funcionamiento por gravedad, con pendientes constantes y dentro de los rangos recomendados para tuberías de 110 mm de diámetro. A lo largo de los tramos C1 a C5 se han mantenido pendientes entre 0,57% y 0,88%, lo cual permite un flujo continuo y evita tanto la acumulación de sólidos como el arrastre excesivo que podría generar desgaste en las tuberías. Esta uniformidad en las pendientes demuestra una planificación hidráulica eficiente y compatible con las normas técnicas para redes de saneamiento básico.

En cuanto a la elección del material, el uso de tubería PVC de 110 mm resulta adecuado para este tipo de aplicaciones domiciliarias o comunitarias de escala media. El material empleado presenta beneficios como alta durabilidad, resistencia frente a la corrosión, bajo peso y facilidad de montaje. Asimismo, la incorporación de trampas de grasa en las conexiones domiciliarias, como se indicó en las fases iniciales del diseño, contribuye a mejorar la calidad del efluente que ingresa al sistema, previniendo obstrucciones y disminuyendo la presencia de sólidos y grasas en las etapas posteriores del tratamiento.

Este componente refleja una estrategia preventiva orientada a prolongar la vida útil y reducir las necesidades de mantenimiento del sistema. Por otro lado, los cálculos realizados de cotas y pendientes evidencian que la topografía del terreno es favorable para un diseño que no requiere sistemas de bombeo ni estaciones elevadoras, lo que permite disminuir los gastos de operación y simplificar su administración a largo plazo. La disposición continua del flujo y la ubicación estratégica de las cámaras de inspección (C1 a C5) facilitan las labores de control, limpieza y mantenimiento.

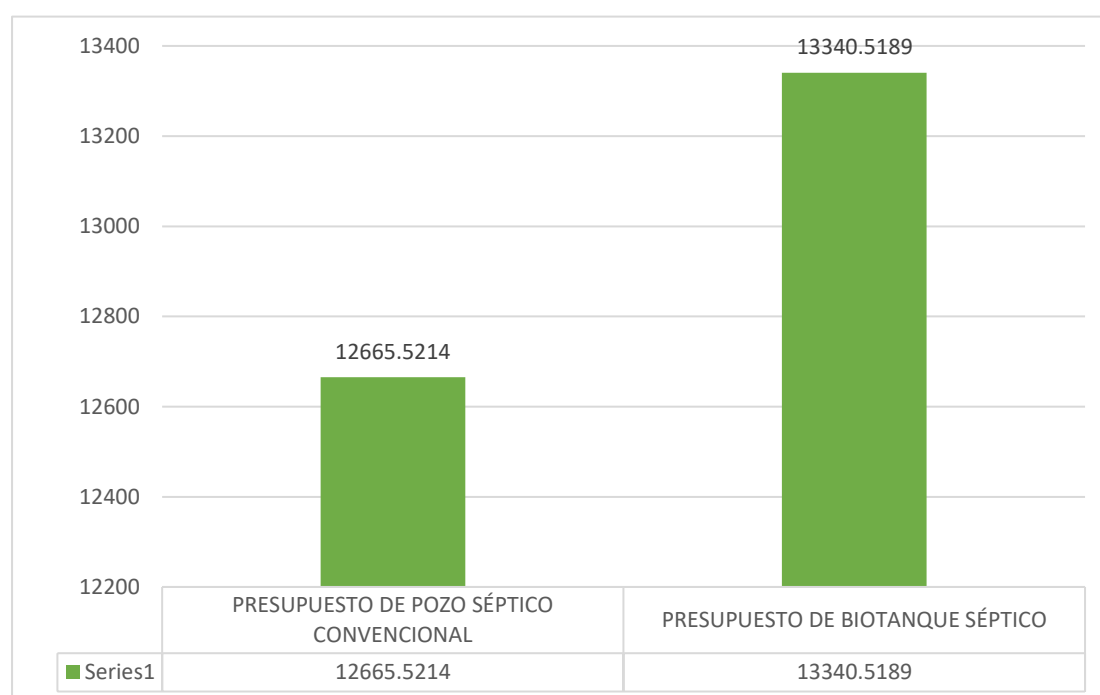
En su conjunto, el diseño hidráulico propuesto ofrece una alternativa eficiente, sostenible y de bajo mantenimiento para la captación y transporte de aguas residuales en la comunidad. Finalmente, el análisis presupuestario indica que la construcción de un pozo séptico tradicional tiene un costo aproximado de 12.665,52 unidades monetarias, mientras que la instalación de un biotanque séptico prefabricado asciende a 13.340,52 unidades. Esto representa un aumento de tan solo el 4,66% en el valor total al optar por la alternativa prefabricada, incremento que se justifica por las ventajas operativas y de durabilidad que ofrece este sistema. Aunque a primera

vista el biotank puede parecer más costoso, es importante evaluar los beneficios técnicos y operativos que este sistema ofrece.

El biotank séptico ofrece ventajas destacables como alta resistencia estructural, larga vida útil, montaje ágil y reducida demanda de mantenimiento. Al tratarse de un sistema prefabricado similar a los modelos de reconocidas marcas comerciales como Rotoplas permite acortar los plazos de instalación, asegurar la uniformidad en la calidad del producto y disminuir los riesgos asociados a la construcción en sitio. Además, incluye componentes internos ya diseñados para mejorar la eficiencia del tratamiento primario. En contraste, el pozo séptico convencional, aunque más económico inicialmente, implica mayores tiempos de construcción, uso intensivo de materiales de obra civil y puede presentar variabilidad en su eficiencia dependiendo de la ejecución en campo.

En síntesis, pese a que el biotank séptico implica una inversión inicial algo superior, constituye una alternativa más rentable a largo plazo, sobre todo para aquellas comunidades que requieren sistemas sanitarios resistentes, uniformes y de sencillo mantenimiento.

Figura 41. Análisis de costos referenciales entre Biotank Sépticos y Pozos Sépticos



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

CONCLUSIONES

La implementación del sistema de biotanque séptico en la comunidad Santa Rosa representa una alternativa técnica viable y ambientalmente sostenible para el tratamiento de aguas residuales domésticas. A partir del levantamiento del área, se identificaron las condiciones sociales, físicas y sanitarias del entorno, lo que permitió conocer con precisión las necesidades de los habitantes y establecer criterios adecuados para el diseño del sistema. Esta fase inicial fue clave para garantizar que la propuesta responda de manera efectiva a la realidad de la comunidad.

El planteamiento del sistema se respaldó en una ficha técnica que integró criterios normativos, operativos y ambientales, garantizando su adecuación a los estándares vigentes y a las particularidades del entorno local. Se diseñó una red de captación eficiente que enlaza los puntos de generación de aguas residuales con el biotanque séptico, priorizando materiales duraderos, bajo requerimiento de mantenimiento y armonía con el medio natural.

La preparación del presupuesto estimado, junto con el análisis de precios unitarios, permitió valorar la factibilidad económica del proyecto. Los resultados evidencian que, con una planificación financiera adecuada, es posible ejecutar el sistema con recursos asequibles y asegurar su operatividad a largo plazo mediante labores periódicas de mantenimiento. De esta manera, se confirma que la propuesta no solo cumple con los criterios técnicos y ambientales, sino que también resulta financieramente viable, consolidándose como una alternativa integral para el saneamiento rural.

En síntesis, la ejecución de este proyecto no solo atiende una necesidad prioritaria de infraestructura sanitaria, sino que también establece un precedente para futuras iniciativas en comunidades rurales con condiciones similares. La metodología adoptada, basada en un enfoque participativo y técnico, garantiza que el modelo pueda reproducirse de manera efectiva, impulsando soluciones sostenibles y contextualizadas. Con ello, se aporta al cumplimiento de metas vinculadas a salud pública, acceso a agua segura y saneamiento, fortaleciendo el bienestar y la calidad de vida de las poblaciones en situación de mayor vulnerabilidad.

RECOMENDACIONES

Como resultado del análisis técnico y social realizado en la comunidad Santa Rosa, se recomienda continuar fortaleciendo los procesos de participación comunitaria. Involucrar a los habitantes en cada etapa del proyecto, desde el diseño hasta la operación y mantenimiento del sistema, fomenta un mayor sentido de pertenencia y compromiso. Esto no solo garantiza el uso adecuado del biotanco séptico, sino que también facilita la capacitación en el manejo responsable del sistema y su correcta conservación.

Se recomienda establecer un programa de seguimiento continuo que permita verificar el desempeño del sistema de tratamiento de aguas residuales. Este control debe incluir evaluaciones técnicas periódicas, inspección del estado de los elementos estructurales y pruebas para determinar la calidad del agua tratada. Asimismo, resulta fundamental brindar formación a representantes de la comunidad o encargados locales, de manera que puedan detectar de forma temprana posibles fallas y ejecutar labores de mantenimiento básico, disminuyendo así la necesidad de apoyo externo.

Otra recomendación importante es gestionar el apoyo de entidades gubernamentales o instituciones relacionadas con el agua y saneamiento para obtener recursos económicos o técnicos que respalden la sostenibilidad del proyecto. La vinculación institucional puede facilitar mejoras futuras, la ampliación del sistema o incluso su adaptación a tecnologías más avanzadas, de acuerdo con el crecimiento de la comunidad o cambios normativos.

Como recomendación final, se plantea la posibilidad de implementar este tipo de solución en otras zonas rurales que presenten problemáticas semejantes. La propuesta de diseño del biotanco séptico desarrollada para la comunidad de Santa Rosa, fundamentada en criterios técnicos, ambientales y de costo-beneficio, puede funcionar como referencia para proyectos posteriores. La sistematización y divulgación de los resultados obtenidos contribuirán a generar conocimientos aplicables y a impulsar estrategias y políticas públicas que promuevan un saneamiento rural eficiente y sostenible.

BIBLIOGRAFIA

- Acuatecnica S.A.S. (2023). *Tratamiento de aguas residuales domésticas*. Recuperado el 8 de Agosto de 2023, de <https://acuatecnica.com/tratamiento-aguas-residuales-domesticas-2/#:~:text=El%20proceso%20de%20tratamiento%20de,que%20facilita%20su%20filtrado%20posterior.>
- Arellano, M. (2022). *Diseño hidráulico de plantas de tratamiento de agua potable* (1ra Edición ed.). Quiro, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Castillo, C. (2022). *Estrategias para el diseño de sistemas de drenaje urbano en la ciudad de Santa Clara*. La Habana, Cuba: Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Recuperado el 20 de Mayo de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382022000200044
- Constitucion de la republica. (2008). *Constitucion de la Republica del Ecuador*. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Eldon, R. (2021). *Tecnologías de tratamiento de aguas residuales y recuperación de recursos*. Tecnologías y evaluaciones de energía sostenible. doi:10.1016/j.seta.2021.101432
- Fabregas, J. (31 de Enero de 2024). *Tratamiento primario de aguas residuales mediante sistemas DAF*. Obtenido de <https://sigmadafclarifiers.com/la-flotacion-daf-como-tratamiento-primario-en-la-depuracion-de-aguas/>
- Gruconsa, M. (2022). INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA DISTRIBUCIÓN POR BOMBEO PARA COOPERATIVA SAN FRANCISCO. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Criterios de Diseño Hidráulico FASE II. Recuperado el 1 de Febrero de 2020, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2941_C.pdf
- INEN. (2020). *Normativas para la construccion de vias* (Vol. 2). Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec>
- León, P. (2020). Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec>

- Ley organica de control y gestion de riesgos . (2018). Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-PREVENCION-Y-CONTROL-DE-LA-CONTAMINACION-AMBIENTAL.pdf>
- Macas, M. (Junio de 2023). Estudio del tratamiento complementario en sistemas. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Recuperado el 27 de Febrero de 2023, de <http://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/101>
- Maldonado, J. (Agosto de 2023). Obtenido de <https://www.finanzas.gob.ec/normas-tecnicas-del-sinfip/>
- Manterola, C. (Septiembre de 2022). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Mejia, T. (2024). *Aplicación de filtros anaerobios de flujo ascendente en tratabilidad de aguas residuales domesticas generadas en Puerto Ayora*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27481/1/UPS-GT004993.pdf>
- Mendez, J. (2021). *Sistema de tratamiento de aguas residuales domiciliarias*. Jipijapa, Manabí, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Obtenido de <https://institutodelagua.es/aguas-residuales/sistema-de-tratamiento-de-aguas-residuales-para-una-viviendaaguas-residuales/>
- Mendez, W. (2022). *SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMICILIARIAS CON BIODIGESTORES PARA LA COMUNIDAD EL RAMITO, PARROQUIA LA UNION DEL CANTÓN JIPIJAPA*. Manabí, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Mendoza. (Abril de 2022). Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/ministerio-transporte-baja-ejecucion-presupuesto-obras/>
- Meneses, D. (2023). *EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA MULALÓ, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI*. Ambato, Ecuador: Unidad Técnica de Ambato.

- Ministerio de Ambiente. (2024). *Benefician de un Sistema de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales*. Santa Rosa - Cayambe. Recuperado el 25 de Abril de 2024, de <https://www.ambiente.gob.ec/455-habitantes-de-santa-rosa-de-cusubamba-se-benefician-de-un-sistema-de-alcantarillado-y-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales/>
- Miranda, G. (2020). *Evaluación del tratamiento de aguas residuales para disminuir la contaminación de efluentes generados por la empresa de lácteos Marlen ubicada en el cantón Tisaleo provincia de Tungurahua*. Ambato, Ecuador: UNIVERSIDAD REGIONAL AUTÓNOMA DE LOS ANDES. Obtenido de <http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/6535>
- Patoño, D. (2023). *Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales confromado por humedales verticales y pozos sépticos para la parroquia de Quingeo*. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25595/1/UPS-CT010715.pdf>
- Rios, L. (2021). *EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE MARCABELÍ EN LA PROVINCIA DE EL ORO*. Machala, Ecuador: UTMACH.
- Rosales, E. (2020). *Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones* (Vol. 18). Cartago, Costa Rica: Tecnología en Marcha. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835597.pdf>
- rotoplast.com. (10 de Febrero de 2020). *Sistema septico integrado*. Obtenido de rotoplast.com: <https://www.rotoplast.com.co/es/producto/sistema-septico-integrado>
- Trujillo. (2022). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE TANQUES SÉPTICOS, CON SU ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, EN LA COMUNA MANCHACASO DE LA PARROQUIA CANCHAGUA CANTÓN SAQUISILÍ*. Quito, Cotopaxi, Ecuador: Universidad Salesiana.
- UNESCO. (2020). *Agua y cambio climático*. Revista de Obras Públicas.
- Universidad Laica Vicente Rocafuerte. (23 de 02 de 2025). *Universidad Laica Vicente Rocafuerte* . Obtenido de Universidad Laica Vicente Rocafuerte : <https://www.ulvr.edu.ec/unidad-de-titulacion-2>

Vera, E. (2022). Diseño de un filtro anaerobio de flujo ascendente para el tratamiento de aguas residuales (Vol. vol.5). Revista científica Ingeniar. Retrieved. Recuperado el 23 de Noviembre de 2022, de <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/101>

ANEXOS

Anexo 1

Levantamiento topográfico



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Anexo 2

Verificación de Coordenadas



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Anexo 3

Delimitaciones de viviendas



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Anexo 4

Sistema de agua potable



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Anexo 5

Llaves de paso de suministro de agua



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Anexo 6
Sistemas de bombeo



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Anexo 7

Pozos en mal estado



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Anexo 8

Cajas de registro en mal estado



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Anexo 9

Contaminación ambiental por sistemas de pozos Sépticos



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)

Anexo 10

Pozos sépticos



Elaborado por: Fajardo y Rivas (2025)