



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL MANEJO DE RESIDUOS, ENTRE EL SISTEMA SANITARIO CONECTADO A UN BIODIGESTOR Y A UN SISTEMA DE COMPOSTAJE SECO PARA LA COMUNIDAD PIÑAL DE ABAJO, PARROQUIA LIMONAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Josué Fernando Paucar Arreaga  
Jeickol Adrián Álvarez Landa

**TUTOR:**

Ing. David Salomon Conforme Torres, Mgtr.

Guayaquil-Ecuador

2025

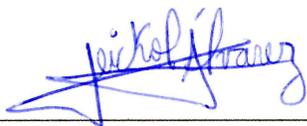
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Nosotros, Josué Fernando Paucar Arreaga con documento de identificación N° 0952689479 y Jeickol Adrián Álvarez Landa con documento de identificación N° 0956207351; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

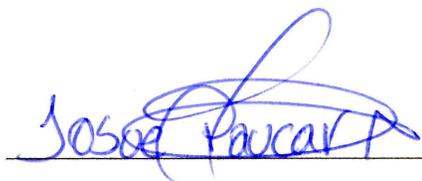
Guayaquil, 28 de enero del año 2025

Atentamente,



Jeickol Adrián Álvarez Landa

0956207351



Josué Fernando Paucar Arreaga

0952689479

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Jeickol Adrián Álvarez Landa con documento de identificación N° 0956207351 y Josué Fernando Paucar Arreaga con documento de identificación N° 0952689479, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto de titulación: “Análisis comparativo para el manejo de residuos, entre el sistema sanitario conectado a un biodigestor y a un sistema de compostaje seco para la comunidad piñal de abajo, parroquia Limonal”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 28 de enero del año 2025

Atentamente,



---

Jeickol Adrián Álvarez Landa

0956207351



---

Josué Fernando Paucar Arreaga

0952689479

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Ingeniero David Salomon Conforme Torres con documento de identificación N° 0919816629, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “Análisis comparativo para el manejo de residuos, entre el sistema sanitario conectado a un biodigestor y a un sistema de compostaje seco para la comunidad piñal de abajo, parroquia Limonal”, realizado por Jeickol Adrián Álvarez Landa con documento de identificación N° 0956207351 y por Josué Fernando Paucar Arreaga con documento de identificación N° 0952689479, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 28 de enero del año 2025

Atentamente,



Ing. David Salomon Conforme Torres, Mgtr.

0919816629

## DEDICATORIA

Con profunda gratitud, dedico mi trabajo de titulación, en primer lugar, a Dios, quien ha sido mi guía, fortaleza y refugio en cada paso de mi vida académica. Su sabiduría y gracia han iluminado mi camino, permitiéndome alcanzar este importante logro.

A mis queridos padres, Jaime Álvarez y Jazmín Landa, dedico este triunfo con todo mi corazón. Su apoyo constante y sus sacrificios han sido el motor que me ha impulsado a perseverar y alcanzar esta meta. Este logro es tanto suyo como mío, y les agradezco profundamente por ser mi mayor inspiración.

A mi familia y amigos, por sus enseñanzas y palabras de aliento, que han sido el pilar sobre el cual he construido mi formación. Cada consejo y cada gesto de apoyo han dejado una huella imborrable en mi vida. Gracias por ser mi mayor fortaleza y por acompañarme en este largo camino. Este logro es una prueba del inmenso valor de su amor y apoyo incondicional.

Jeickol Adrián Álvarez Landa

Con entusiasmo y gratitud, en primer lugar, dedico mi trabajo de titulación a Dios, que desde el primer día ha sido mi luz, guía y fuerza para poder cumplir con mis metas, este trabajo representa años de sacrificio y esfuerzo, que sin su ayuda no podría ser posible, no podría estar más agradecido de lo bendecido que me siento, al tener a Dios presente en mi vida.

A mi madre Maribel Julia Arreaga Avilés le dedico este logro, que, sin su ayuda, todo esto no hubiera sido posible, ella ha sido mi pilar, amor incondicional, y mi motivación más grande para poder concluir con mis metas, gracias, madre por a tus enseñanzas y motivaciones, he logrado concluir esta etapa de mi formación académica como profesional, en la cual conformas gran parte de ella.

Josué Fernando Paucar Arreaga

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco profundamente a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de este proceso académico, llenándome de sabiduría, fuerza y perseverancia en los momentos más difíciles de mi vida. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

A mi familia, en especial a mi madre. Jazmín Alexandra Landa Sánchez, quien ha sido mi mayor inspiración. Su ejemplo de valentía y esfuerzo, enfrentando con fortaleza cada obstáculo que la vida le ha puesto, me ha motivado a superar los desafíos que encontré en mi camino. Gracias, mamá, por estar siempre a mi lado y brindarme tu apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera.

Agradezco profundamente a cada docente de la Universidad Politécnica Salesiana, cuyo compromiso y dedicación me dejaron un legado de valores y conocimientos que trascienden lo académico. En especial, al Ing. Leonardo Javier Echeverría Fabre, DBA, por su invaluable paciencia, guía y confianza. Sus enseñanzas y orientaciones fueron fundamentales para la realización de este trabajo, marcando un camino de aprendizaje significativo.

A mi compañero de tesis, Josué Fernando Paucar Arreaga, gracias por su paciencia, compromiso y responsabilidad en la realización de este trabajo. A mi tutor, Ing. David Salomon Conforme Torres, Mgtr., le agradezco su orientación y apoyo, los cuales fueron esenciales para culminar esta etapa académica.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a la comunidad por abrirme sus puertas y permitirme contribuir a su bienestar. Este trabajo no solo representa el fruto de mi dedicación, sino también el compromiso colectivo por un futuro mejor. A todos ustedes mi más sincera gratitud por ser parte de este importante logro.

Jeickol Adrián Álvarez Landa

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía y mi fortaleza durante este arduo camino académico. Sin su luz, no habría logrado superar los momentos más difíciles, que se presentaron durante este proceso, gracias por su sabiduría y bendiciones, por su guía en cada uno de mis pasos.

A mi familia, especialmente a mi madre Maribel Julia Arreaga Avilés, por su apoyo incondicional, su amor infinito y por ser la persona que más ha formado parte de todos mis logros. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, por enseñarme que los sueños se cumplen y por ser mi mayor inspiración en cada una de mis metas, A mi padre José salvador Paucar, por sus sabios consejos, me ha inculcado valores y principios claves para mi formación, gracias por estar siempre a mi lado.

Agradezco a mi hermana Jeniffer Paucar Arreaga por sus consejos y ayuda en momentos difíciles, que junto a mi sobrina Darelis Campuzano han sido mis motivaciones para cumplir mis objetivos.

Agradezco a mi pareja Graciela Franco que me ha apoyado desde el inicio de la carrera, me ha ayudado en innumerables ocasiones durante todo este tiempo de mi formación como profesional, gracias por tu amor, paciencia y comprensión.

Agradezco a los docentes de la Universidad Politécnica salesiana, en particular al Ing. David Salomon Conforme Torres, Mgtr: que ha sido nuestro tutor y guía para nuestro trabajo de titulación su ayuda, paciencia y conocimientos nos ha ayudado a crecer profesionalmente y a entregar un trabajo digno y de calidad. Así mismo me gustaría mencionar al Ing. Fausto Francisco Cabrera Moran, Mgtr. y al Ing. Luis Eduardo Moya Chávez, Mgtr. Gracias por haber brindado palabras y consejo de apoyo durante la formación académica.

Josué Fernando Paucar Arreaga

## RESUMEN

Este proyecto de investigación se desarrolla en la comunidad Piñal de Abajo, parroquia Limonal, cantón Daule, Ecuador, y se centra en un análisis técnico comparativo de manejo de residuos entre un sistema sanitario conectado a un biodigestor y un sistema de compostaje seco. En donde se busca determinar el sistema más adecuado para mejorar la calidad de vida de los habitantes, alineándose con el ODS 6, que promueve el acceso equitativo a servicios de saneamiento y agua potable de calidad, especialmente en áreas rurales.

El desarrollo del proyecto incluye la recopilación de información y especificaciones técnicas sobre biodigestores y compostaje seco, así como un estudio de los sistemas de saneamiento tradicionales, identificando su falta de salubridad y el impacto negativo en la calidad de vida. Mediante una investigación de campo, se analizan las condiciones del sistema de saneamiento de la comunidad, recopilando datos sobre precios, beneficios y otros aspectos clave, lo que permite realizar una comparación precisa y fundamentada.

Este proyecto impulsa la creación de un entorno más saludable y eficiente, promoviendo el desarrollo sostenible en la comunidad mediante el manejo adecuado de residuos orgánicos y la disminución de la contaminación.

**Palabras claves:** Biodigestor, residuos orgánicos, compostaje seco, sistema sanitario, análisis comparativo

## **ABSTRACT**

This research project is developed in the community Piñal de Abajo, district Limonal, canton Daule, Ecuador, and focuses on a comparative technical analysis of waste management between a sanitation system connected to a biodigester and a dry composting system. It seeks to determine the most appropriate system to improve the quality of life of the inhabitants, in line with SDG 6, which promotes equitable access to sanitation services and quality drinking water, especially in rural areas. The development of the project includes the collection of information and technical specifications on biodigesters and dry composting, as well as a study of traditional sanitation systems, identifying their lack of sanitation and negative impact on quality of life. Through field research, the conditions of the community's sanitation system are analyzed, collecting data on prices, benefits and other key aspects, allowing for an accurate and informed comparison.

This project encourages the creation of a healthier and more efficient environment, promoting sustainable development in the community through the proper management of organic waste and the reduction of pollution.

**Key words:** Biodigester, organic waste, dry composting, sanitary system, comparative analysis.

## Contenido

CAPÍTULO I.....	17
1. TÍTULO.....	17
1.1. PROBLEMAS DE ESTUDIO .....	17
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	19
1.2.1. CALIDAD DE VIDA .....	20
1.2.2. SALUD PÚBLICA.....	20
1.2.3. MEDIO AMBIENTE.....	21
1.2.4. DESARROLLO SOCIOECONÓMICO .....	22
1.3. OBJETIVOS .....	23
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	23
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
CAPÍTULO II.....	24
MARCO HIPOTÉTICO .....	24
2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	24
2.1. UBICACIÓN .....	25
2.2. CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO .....	26
2.2.1. DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO .....	26
2.2.2. BIODIGESTORES .....	26
2.2.2.1. DEFINICIÓN DEL BIODIGESTOR.....	26
2.2.2.2. FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR.....	27
2.2.2.3. VIDA PROBABLE DE UN BIODIGESTOR.....	28
2.2.2.4. TIPOS DE BIODIGESTORES .....	29
2.2.2.5. PARTES DE UN BIODIGESTOR DE PLÁSTICO.....	33
2.2.2.6. TIPOS DE BACTERIAS QUE ACTÚAN EN UN BIODIGESTOR .....	34
2.2.2.7. CANTIDAD DE BACTERIAS QUE ACTÚAN EN UN BIODIGESTOR .....	35
2.2.3. SISTEMA DE COMPOSTAJE SECO .....	36
2.2.3.1. DEFINICIÓN DE COMPOSTAJE SECO .....	36
2.2.3.2. TIEMPO QUE SE DEMORA EN CONVERTIRSE LOS RESIDUOS ORGANICOS EN COMPOSTAJE.....	37
2.2.3.3. FUNCIONAMIENTO DE COMPOSTAJE SECO .....	37
2.2.3.4. MECANISMO DEL SISTEMA DE COMPOSTAJE SECO .....	38
2.2.3.5. MANTENIMIENTO DEL COMPOSTAJE SECO.....	40
2.2.3.6. TIPOS DE BACTERIAS QUE ACTÚAN EN EL COMPOSTAJE SECO .....	41
2.2.3.7. IMPACTO DE COMPOSTAJE SECO EN LA SALUD .....	42

2.2.3.8.	TIPOS DE SISTEMAS DE COMPOSTAJE SECO .....	43
2.2.4.	POZOS SÉPTICOS .....	44
2.2.4.1.	DEFINICIÓN DE LOS POZOS SÉPTICOS .....	44
2.2.4.2.	METODO CONSTRUCTIVO DE LOS POZOS SÉPTICOS .....	46
2.2.4.3.	TIPOS DE POZOS SÉPTICOS.....	47
2.2.5.	FOSAS SÉPTICAS .....	49
2.2.5.1.	DEFINICIÓN DE LAS FOSAS SÉPTICAS.....	49
2.2.5.2.	METODO CONSTRUCTIVO DE LAS FOSAS SÉPTICAS .....	50
2.2.5.3.	TIPOS DE FOSAS SÉPTICAS.....	51
2.2.6.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES SISTEMA DE SANEAMIENTO.....	54
2.2.6.1.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL BIODIGESTOR .....	54
2.2.6.2.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL BIODIGESTOR POR SU TIPO .....	55
2.2.6.3.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS ENTRE COMPOSTAJE Y COMPOSTAJE SECO .....	56
2.2.6.4.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS POZOS SÉPTICOS POR SU TIPO.....	57
2.2.6.5.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS ENTRE LOS POZOS Y FOSAS SÉPTICAS.....	58
2.2.7.	MARCO LEGAL .....	59
CAPÍTULO III	.....	63
3.	METODOLOGÍA .....	63
3.1.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	63
3.2.	POBLACIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	64
3.3.	PARAMETROS DE LA COMPARATIVA .....	66
3.3.1.	IMPACTO ECONÓMICO.....	66
3.3.1.1.	OPERACIÓN.....	67
3.3.1.2.	INSTALACIÓN.....	67
3.3.2.	IMPACTO SOCIAL .....	67
3.3.2.1.	CONVENIENCIA/ SATISFACCIÓN .....	67
3.3.3.	IMPACTO AMBIENTAL .....	67
3.3.3.1.	CONTAMINACIÓN.....	68
3.3.3.2.	EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO .....	68
3.3.3.3.	EMISIÓN DE OLORES .....	68
3.3.3.4.	LIXIVIADOS.....	68
3.3.3.5.	CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y CUERPOS HÍDRICOS.....	69
3.4.	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO .....	69
3.4.1.	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	70
3.4.2.	ESTUDIO POBLACIONAL.....	70
3.4.2.1.	ANÁLISIS DE DATOS CENSALES .....	70
3.4.2.2.	MUESTRA .....	71

3.4.2.3. TAMAÑO DE LA MUESTRA FINITA .....	72
3.4.3. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO SELECCIONADOS	74
3.4.4. RECOLECCIÓN DE DATOS .....	74
3.4.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	76
3.4.6. ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO .....	76
CAPÍTULO IV .....	77
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS .....	77
CAPITULO V .....	95
5.1. CRONOGRAMA .....	95
5.2. PRESUPUESTO .....	96
CAPITULO VI .....	101
6.1. CONCLUSIONES .....	101
6.2. RECOMENDACIONES .....	104
6.3. BIBLIOGRAFÍA .....	107
CAPÍTULO VII .....	110
7.1. ANEXOS .....	110

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación Piñal de Abajo - parroquia Limonal .....	25
Ilustración 2. Especificaciones técnicas del biodigestor.....	28
Ilustración 3. Sistema interconectado Biodigestor. ....	29
Ilustración 4. Biodigestor de Cámara Fija.....	30
Ilustración 5. Biodigestor de Globo .....	30
Ilustración 6. Biodigestor de Cámara Flotante. ....	31
Ilustración 7. Biodigestor de Flujo Pistón .....	31
Ilustración 8. Biodigestor de Mezcla Completa .....	32
Ilustración 9. Biodigestor de plástico - Económico.....	32
Ilustración 10. Partes de un biodigestor. ....	34
Ilustración 11. Sanitario Seco .....	36
Ilustración 12. Mecanismo sistema de compostaje seco.....	40
Ilustración 13. Tipos de Materiales para un sistema de compostaje seco. ....	41
Ilustración 14. Sistema de compostaje de cámara simple.....	43
Ilustración 15. Sistema de compostaje seco de cámara doble. ....	43
Ilustración 16. Sistema de compostaje seco modelo Clivus Multrum .....	44
Ilustración 17. Pozo séptico de concreto .....	47
Ilustración 18. Pozo séptico prefabricados de polietileno .....	47
Ilustración 19. Pozo séptico hecho de fibra de vidrio.....	48
Ilustración 20. Pozo séptico hecho de acero.....	48
Ilustración 21. Fosa séptica de una sola cámara .....	51
Ilustración 22. Fosa Séptica de dos compartimentos.....	51
Ilustración 23. Fosa séptica de tres compartimentos .....	52
Ilustración 24. Fosa séptica de acumulación .....	52
Ilustración 25. Fosa séptica con filtro biológico .....	53
Ilustración 26. Fosa séptica de oxidación total.....	53
Ilustración 27. Procedimiento Metodológico de la Investigación.....	69
Ilustración 28. Encuestas Representativas.....	121
Ilustración 29. Encuestas Representativas.....	122
Ilustración 30. Encuestas Representativas.....	123
Ilustración 31. Encuestas Representativas.....	124
Ilustración 32. Encuestas Representativas.....	125

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Habitantes de la comunidad Piñal de Abajo .....	71
Gráfica 2. ¿Qué tipo sistema de saneamiento utiliza para tratar los residuos orgánicos? .....	78
Gráfica 3. Uso del sistema compostaje seco por tamaño de hogar (Cantidad de personas).....	79
Gráfica 4. Uso del sistema conectado a un biodigestor por tamaño de hogar.....	79
Gráfica 5. Uso del sistema de Pozo séptico por tamaño de hogar (Cantidad de personas) .....	79
Gráfica 6. ¿Cuál es el costo aproximado del mantenimiento de su sistema de saneamiento (Biodigestor)?	81
Gráfica 7. ¿Cuál es el costo aproximado del mantenimiento de su sistema de saneamiento (Pozo séptico)? .....	81
Gráfica 8. ¿Cuál es el costo aproximado del mantenimiento de su sistema de saneamiento (sistema de compostaje seco)? .....	82
Gráfica 9. ¿Con que frecuencia usted realiza mantenimiento/limpieza a su sistema conectado a un biodigestor? .....	84
Gráfica 10. ¿Con que frecuencia usted realiza mantenimiento/limpieza a su sistema de compostaje seco?	85
Gráfica 11. ¿Con que frecuencia usted realiza mantenimiento/limpieza a su sistema de saneamiento pozo séptico? .....	85
Gráfica 12. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento? .....	88
Gráfica 13. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento (Biodigestor)?	89
Gráfica 14. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento (sistema de compostaje seco)? .....	90
Gráfica 15. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento (pozo séptico)?.....	90
Gráfica 16. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza?.....	91
Gráfica 17. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza (Biodigestor)? .....	92
Gráfica 18. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza (sistema de compostaje seco)? .....	92
Gráfica 19. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza (Pozo séptico)? .....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y desventajas del biodigestor.....	54
Tabla 2. Ventajas y desventajas de los biodigestores por su tipo .....	55
Tabla 3. Ventajas y desventajas entre el compostaje y compostaje seco .....	56
Tabla 4. Ventajas y desventajas de los pozos sépticos por su tipo .....	57
Tabla 5. Ventajas y desventajas entre los pozos y fosas sépticos .....	58
Tabla 6. Censo del año 2022.....	70
Tabla 7. No. de habitantes en la comunidad Piñal de Abajo .....	71
Tabla 8. Cálculo del tamaño de la muestra finita .....	73
Tabla 9. Nivel de confianza .....	73
Tabla 10. Cronograma de actividades para anteproyecto y trabajo de titulación.....	95
Tabla 11. Presupuesto para la instalación del biodigestor. ....	96
Tabla 12. Análisis de Precios Unitarios. ....	97
Tabla 13. Análisis de Precios Unitarios .....	98
Tabla 14. Análisis de Precios Unitarios. ....	99
Tabla 15. Análisis de Precios Unitarios. ....	100
Tabla 16. Encuestas Realizadas .....	126
Tabla 17. Tabulación de encuestas - Respuestas.....	127
Tabla 18. Pregunta #1 de las encuestas. ....	127
Tabla 19. Pregunta #2 de la encuesta. ....	127
Tabla 20. Pregunta #3 de la encuesta. ....	128
Tabla 21. Pregunta #4 de la encuesta .....	128
Tabla 22. Pregunta #5 de la encuesta. ....	128
Tabla 23. Pregunta #6 de la encuesta. ....	129
Tabla 24. Pregunta #7 de la encuesta. ....	129
Tabla 25. Pregunta #8 de la encuesta. ....	129
Tabla 26. Pregunta #9 de la encuesta. ....	130

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Investigación en campo - ubicación Piñal de Abajo .....	100
Fotografía 2. Investigación en campo - ubicación Piñal de Abajo .....	110
Fotografía 3. Recolección de información mediante encuestas .....	111
Fotografía 4. Vista de vivienda de bajos recursos. ....	111
Fotografía 5. Pozo séptico en funcionamiento .....	112
Fotografía 6. Josué Paucar, evaluando la situación en la que se presenta la comunidad. ....	112
Fotografía 7. Dialogo entre Jeickol Álvarez y habitantes del sector.....	113
Fotografía 8. Jeickol Álvarez participando en la instalación del biodigestor. ....	113
Fotografía 9. Habitante de la comunidad, nos explicó el proceso en el cual genera el compostaje seco. ..	114
Fotografía 10. Josué Paucar realizando el proceso de compostaje seco. ....	114
Fotografía 11. Problemas de saneamiento, presencia del Moho.....	115
Fotografía 12. Recolección de información mediante encuestas. ....	115
Fotografía 13. Recolección de información mediante encuestas. ....	116
Fotografía 14. Recolección de información mediante encuestas. ....	116
Fotografía 15. Recolección de información mediante encuestas. ....	117
Fotografía 16. Recolección de información mediante encuestas. ....	117
Fotografía 17. Recolección de información mediante encuestas. ....	118
Fotografía 18. Recolección de información mediante encuestas. ....	118
Fotografía 19. Recolección de información mediante encuestas. ....	119
Fotografía 20. Vista del parque en la comunidad Piñal de Abajo.....	119
Fotografía 21. Vista del parque en la comunidad Piñal de Abajo.....	120

## ÍNDICE DE ECUACIÓN

Ecuación 1. Ecuación para el cálculo del tamaño de muestra en poblaciones finitas .....	72
---	----

## **CAPÍTULO I**

### **1. TÍTULO**

“Análisis comparativo para el manejo de residuos, entre el sistema sanitario conectado a un biodigestor y a un sistema de compostaje seco para la comunidad piñal de abajo, parroquia Limonal”

#### **1.1. PROBLEMAS DE ESTUDIO**

La comunidad Piñal de Abajo, ubicada en la parroquia Limonal, en el cantón Daule, enfrenta serios problemas en el procesamiento de materiales orgánicos debido a la falta de infraestructura adecuada y sustentable para el tratamiento de los residuos orgánicos. Los residuos orgánicos generados por los hogares y las actividades agrícolas no son tratados adecuadamente, lo que conlleva problemas sanitarios, ambientales y socioeconómicos. El tratamiento inadecuado de estos residuos, como su acumulación en pozos sépticos o su quema al aire libre, incide en la contaminación ambiental de un lugar de manera alarmante, afectando a los locales ecosistemas y salud pública.

Esta situación favorece la propagación de enfermedades, provocadas por la mala gestión de los residuos orgánicos, que son propagados por insectos, mosquitos, roedores y otros animales, y producen emisiones de gases contaminantes que no sólo inciden en el cambio climático, sino que también tienen un impacto negativo en el planeta. la salud de la comunidad, por lo que es imperativo implementar un sistema de saneamiento en la parroquia de Limonal, y en la comuna de Piñal de Abajo en particular. Este sistema no solo debe abordar los temas de saneamiento, sino también tomar en cuenta sus impactos ambientales y ambientales. económicos impactos.

En este contexto, el análisis comparativo pretende encontrar una solución que traerá beneficios tanto ambientales como económicos a los vecinos de Piñal de Abajo, en la parroquia Limonal. Por ejemplo, la instalación de un biodigestor estándar puede convertir los residuos en

biogás y fertilizante, ayudando a prevenir la contaminación del entorno natural, como suelos y ríos cercanos, y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por otro lado, el compostaje seco ofrece una alternativa para hogares con recursos hídricos limitados, ya que puede procesar residuos orgánicos para convertirlos en compost sin necesidad de líquidos, mejorando así la calidad del suelo y promoviendo una agricultura más sostenible. Ambas opciones contribuyen a la conservación de los recursos naturales y a prevenir la degradación de los ecosistemas locales.

El desarrollo de un sistema de gestión de residuos orgánicos en Piñal de Abajo debe tomar en cuenta las condiciones geográficas, demográficas y socioeconómicas de la población local. Es fundamental realizar un diagnóstico integral, que incluya un censo actualizado, análisis del terreno y un estudio de patrones de uso del suelo, para determinar el sitio más adecuado y la tecnología más factible, ya sea biodigestor o compostaje seco. Estas alternativas deben ser evaluadas en términos de factibilidad técnica, económica y ambiental para asegurar que el sistema seleccionado sea sustentable y a largo plazo y adaptados a los recursos disponibles para la comunidad, además, se debe asegurar que el mantenimiento y operación del sistema puedan ser gestionados por los propios residentes, promoviendo así soluciones autónomas y duraderas.

Ambas alternativas son sostenibles a largo plazo, ya que reducen la dependencia de sistemas de gestión de residuos costosos y perjudiciales para el medio ambiente. Estas tecnologías permiten a las comunidades gestionar de forma autónoma sus propios residuos, aumentando así la conciencia y la responsabilidad medioambiental. Además, su implementación puede crear puestos de trabajo y nuevas oportunidades económicas, fortaleciendo la cohesión social de la comunidad. Por lo tanto, tanto los biodigestores como el compostaje seco son soluciones viables para abordar los desafíos actuales y promover el desarrollo sostenible en Piñal de Abajo.

Un aspecto fundamental es la participación de la comunidad en el proceso de planificación e implementación del sistema de gestión de residuos orgánicos. Involucrar a los residentes no sólo garantiza que el sistema satisfaga sus necesidades y expectativas, sino que también fortalece su sentido de responsabilidad y propiedad del proyecto. Esta participación es clave para garantizar la sostenibilidad a largo plazo, ya que fomenta un compromiso colectivo para operar y mantener el sistema de manera eficiente y autónoma. Además, la concienciación y la educación sobre la importancia del saneamiento y la gestión adecuada de las aguas residuales son esenciales para garantizarlo. La comunidad utiliza, mantiene y opera el sistema correctamente.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

El acceso a servicios sanitarios adecuados en zonas rurales es una problemática persistente que afecta la calidad de vida, medio ambiente y salud pública. En sectores como lo es la comunidad del Piñal de Abajo, la falta de infraestructura sanitaria convencional exige la implementación de soluciones sostenibles que no solo sean accesibles, sino también adaptables a las necesidades de cada familia que conforma la comunidad, Ajustándose en base a las condiciones socioeconómicas y ambientales.

La implementación de un sistema para el tratamiento de residuos orgánicos, como un biodigestor o un sistema de compostaje seco, es una necesidad urgente que debe ser atendida caso contrario de no existir un adecuado sistema de tratamiento de los residuos, ocasionaría afectaciones no solo en la salud de los pobladores, si no que a su vez ocasionaría daños al medio ambiente afectando al entorno y a los animales de la comunidad Piñal de Abajo en la parroquia Limonal, justificada por varios factores cruciales como los siguientes.

### **1.2.1. CALIDAD DE VIDA**

La implementación de un sistema sanitario basado en biodigestores o compostaje seco en la comuna Piñal de Abajo, tendrá un impacto que mejore la calidad de vida de sus habitantes. Ambas soluciones ofrecen la oportunidad de mejorar las condiciones de salubridad y reducir los riesgos sanitarios, proporcionando un entorno más limpio y saludable. Esto no solo disminuirá la exposición a enfermedades relacionadas con el mal manejo de residuos orgánicos, sino que también establecerá las bases para un desarrollo comunitario más sostenible y un mayor bienestar para la población.

### **1.2.2. SALUD PÚBLICA**

La gestión inadecuada de las aguas residuales, como el mal mantenimiento de pozos sépticos y la presencia de vertederos cercanos, propicia la proliferación de patógenos y contaminantes que afectan tanto al agua como al suelo, y ponen en riesgo la salud de las personas. Estas prácticas irresponsables tienen un impacto directo en las comunidades cercanas a las fuentes de contaminación, como los pozos sépticos, y facilitan la propagación de diversas enfermedades. Entre las enfermedades vinculadas al contacto con agua contaminada se encuentran la gastroenteritis, causada por bacterias como *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Shigella*, que provocan síntomas como diarrea, vómitos y dolores abdominales. La fiebre tifoidea, originada por *Salmonella typhi*, se transmite a través de agua y alimentos contaminados, causando fiebre y malestar general. El cólera, causado por *Vibrio cholerae*, también se difunde por agua contaminada, provocando diarrea severa y deshidratación. La hepatitis A, que se contrae por la ingestión de agua o alimentos contaminados, afecta el hígado y produce fiebre, fatiga y náuseas. Además, los pozos sépticos mal gestionados pueden convertirse en criaderos de mosquitos transmisores de enfermedades como el dengue y la malaria. Otras enfermedades, como la leptospirosis, originada por la bacteria *Leptospira* en aguas

contaminadas, y la esquistosomiasis, una infección parasitaria que afecta órganos vitales como el hígado y los riñones, también pueden ser causadas por una mala gestión de las aguas residuales. (OMS-Paho.org., (s.f.))

En conjunto con la visión del “Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS 6) que busca garantizar un suministro sostenible de agua y el acceso universal al saneamiento. El objetivo incluye una serie de metas específicas que deben alcanzarse hasta 2030. El progreso hacia estos objetivos se evaluará a través de una serie de indicadores específicos es evidente que la visión de estos objetivos mejoraría la salud pública de los habitantes en las zonas rurales. (World Health Organization, 2024).

### **1.2.3. MEDIO AMBIENTE**

La falta de sistemas adecuados de tratamiento de aguas residuales agrava la contaminación de los recursos hídricos y del suelo, tanto superficiales como subterráneos. Esta carencia no sólo afecta negativamente al medio ambiente local, sino que también afecta a la flora y fauna, alterando los ecosistemas y reduciendo la biodiversidad. Los recursos hídricos superficiales como ríos, lagos y estuarios están expuestos a contaminantes acumulados procedentes de residuos industriales, agrícolas y domésticos. Esta contaminación conduce a la proliferación de algas nocivas y afecta a la vida acuática.

Por otro lado, los recursos hídricos subterráneos como los acuíferos también se ven gravemente afectados por la filtración de sustancias tóxicas y nutrientes debido a la falta de un tratamiento adecuado de las aguas residuales. Los nitratos y otros contaminantes pueden filtrarse en el suelo y llegar a estos acuíferos, comprometiendo la calidad de las aguas subterráneas, que son esenciales para el suministro de agua potable en muchas regiones.

Además, la contaminación de estos recursos no sólo compromete la calidad del agua, sino que también supone una amenaza para la salud pública, ya que conduce a la propagación de enfermedades. La implementación de sistemas adecuados de tratamiento de aguas residuales ayudará a mitigar estos impactos ambientales y contribuirá a un medio ambiente más limpio y sostenible (INEN, 2014).

#### **1.2.4. DESARROLLO SOCIOECONÓMICO**

La falta de un sistema sanitario adecuado obstaculiza el desarrollo económico y social de la parroquia Limonal, especialmente en la comunidad Piñal de Abajo. La inadecuada gestión de los residuos orgánicos da lugar a problemas de salubridad que deterioran la calidad de vida, afectando sectores claves como la agricultura, el turismo rural y la producción local. Aunque la afluencia del turismo es media a baja en la comunidad de Piñal de Abajo, existe un creciente interés por el agroturismo y el ecoturismo. La comunidad se beneficia de su rica historia, tradiciones culturales y entorno natural, incluidos sus ríos, vegetación. (Portés, 2014)

En la comunidad Piñal de Abajo, ubicada en la parroquia Limonal, la producción agrícola es una parte importante de la economía local. Los principales productos agrícolas son el mango, el arroz, los cítricos, las hortalizas, el banano, el maíz y el tabaco. Estos productos se cultivan en fincas de tamaño pequeño y mediano, algunas de las cuales se comercializan en mercados locales y regionales. Además, existe un creciente interés por el agroturismo, donde los visitantes pueden experimentar de primera mano las actividades agrícolas y aprender sobre los métodos tradicionales de cultivo.

Esto a su vez, limita las oportunidades de crecimiento y desarrollo. La alta incidencia de enfermedades provoca una carga económica significativa, ya que se requieren recursos para cubrir los costos de salud pública.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Comparar la eficiencia económica y ambiental para el mejor aprovechamiento de los residuos entre el sistema sanitario conectado a un biodigestor y el sistema conectado a un compostaje seco.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Identificar los costos de mantenimiento e implementación de ambos sistemas.
- ✓ Evaluar ventajas y desventajas de cada sistema en términos económicos y ambientales
- ✓ Determinar el sistema óptimo de manejo de residuos en base a las distintas posibilidades y facilidades de cada familia.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO HIPOTÉTICO**

El análisis comparativo busca determinar la solución más eficiente y sostenible para el manejo de residuos orgánicos en la comuna del Piñal de Abajo, ubicado en la parroquia Limonal del cantón Daule. ¿Cuál es la solución más eficiente y sostenible para el manejo de residuos en la zona rural de la comunidad Piñal de Abajo del cantón Daule, parroquia Limonal: el sistema sanitario conectado a un biodigestor o el sistema de compostaje seco?

### **2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

Es fundamental analizar y evaluar los enfoques teóricos más relevantes relacionados con el tema. Para desarrollar el análisis y el proyecto, es necesario comprender los aspectos y características clave que influirán en la planificación del sistema de saneamiento y el tratamiento de aguas residuales. Además, contar con una base teórica sólida resulta esencial para comprender los principios y procesos involucrados.

## 2.1. UBICACIÓN

El análisis se concentra en un área rural del Cantón Daule, específicamente en la parroquia Limonal, comunidad Piñal de Abajo, Provincia del Guayas. Coordenadas 1°48'49"S 80°01'11"W



*Ilustración 1. Ubicación Piñal de Abajo - parroquia Limonal*

*Fuente: Google Earth Imagen*

## **2.2. CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO**

### **2.2.1. DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO**

Un sistema de saneamiento es un conjunto de procesos y estructuras diseñadas para gestionar y tratar las aguas residuales y los residuos sólidos. Su objetivo principal es proteger la salud pública y el medio ambiente. Este sistema abarca la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales, así como la gestión de excretas y desechos sólidos. Un sistema de saneamiento eficaz asegura la calidad del agua, reduce la contaminación y mejora las condiciones de vida de las comunidades.

En las zonas rurales, el acceso a saneamiento básico es un desafío que requiere un enfoque integral y la colaboración entre diversas instituciones. Ante la escasez de recursos, es crucial establecer condiciones que favorezcan la mejora de la calidad de vida, integrando aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales para lograr soluciones sostenibles. (Toro & Narea, (s.f.))

### **2.2.2. BIODIGESTORES**

#### **2.2.2.1 DEFINICIÓN DEL BIODIGESTOR**

Los biodigestores ofrecen una solución económica y eficiente, especialmente en áreas rurales. No solo ayudan a satisfacer la demanda energética de estas comunidades, sino que también facilitan una gestión adecuada de los residuos orgánicos. Además, constituyen una herramienta eficaz para mitigar el impacto del calor. (Argentina.gob.ar, (s.f.))

### **2.2.2.2. FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR**

El funcionamiento de un biodigestor se basa en un sistema compuesto por varias partes esenciales. En primer lugar, se encuentra la cámara de carga, un pequeño depósito donde se introduce la materia orgánica que alimenta el proceso. A continuación, el reactor, un tanque subterráneo alargado, actúa como el digestor principal, donde los desechos se descomponen. Este tanque está conectado a la cámara de carga en un extremo y a la cámara de descarga en el otro. La cámara de descarga, ubicada a un nivel inferior, recoge los residuos resultantes del proceso de digestión, que pueden ser utilizados como fertilizante o mejorador de suelo.

Sobre el reactor se coloca una cubierta de plástico, cuya función es evitar la entrada de aire y controlar la fuga de gas generado. Además, una tubería transporta el gas producido, y cuenta con una válvula de seguridad que regula la presión y expulsa el agua condensada. Finalmente, una llave de paso controla la salida del gas.

Existen diferentes tipos de biodigestores, como los de flujo discontinuo, semicontinuo, continuo y los diseñados para uso doméstico. La elección del modelo adecuado depende tanto del propósito específico como del presupuesto disponible. Por ejemplo, un biodigestor puede ser utilizado para eliminar desechos animales en una granja o como una herramienta de saneamiento en una comunidad.

El tiempo requerido para que las bacterias descompongan la materia orgánica varía según la temperatura ambiental. A 30 °C, el proceso tarda aproximadamente 10 días; a 20 °C, alrededor de 5 días; y a 10 °C, puede extenderse hasta 55 días. Por esta razón, el tamaño del reactor debe ajustarse a las condiciones climáticas de la zona (Fundación Aquae.org, 2021)

Biodigestor Autolimpiable Rotoplas				
Medidas	600 litros	1300 litros	3000 litros	7000 litros
A	0.85 m	1.15 m	1.45 m	2.36 m
B	1.64 m	1.96 m	2.67 m	2.65 m
C	1.07 m	1.25 m	1.75 m	1.36 m
D	0.95 m	1.15 m	1.54 m	1.25 m
E	0.32 m	0.45 m	0.72 m	1.10 m
F	0.24 m	0.24 m	0.20 m	0.26 m
G	0.55 m	0.55 m	0.55 m	0.55 m
H	0.03 m	0.03 m	--	0.08 m
I	4°	4°	4°	4°
J	2°	2°	2°	2°
K	2°	2°	2°	2°
L	45°	45°	45°	45°
M	0.66 m	0.89 m	0.89 m	0.89 m
N	0.350 m	0.318 m	0.318 m	0.318 m

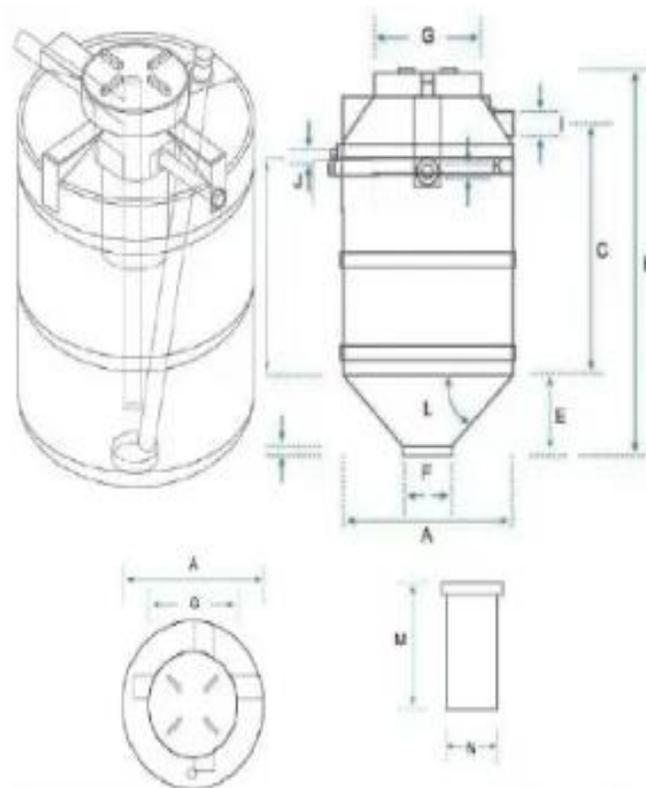


Ilustración 2. Especificaciones técnicas del biodigestor.  
Fuente: SCRIBD

### 2.2.2.3. VIDA PROBABLE DE UN BIODIGESTOR

El periodo de vida útil puede variar dependiendo de varios factores, como las condiciones ambientales, el material de construcción y el tipo del biodigestor y el mantenimiento del sistema.

Una de las características del biodigestor es que no presenta filtraciones y fisuras, ya que tiene un funcionamiento autónomo. Está fabricado con plástico de alta calidad y tiene una vida útil de más de 35 años. (Rotoplas más y mejor agua, (s.f).)

### 2.2.2.4. TIPOS DE BIODIGESTORES

Se dará revisión a los tipos de biodigestores existentes, de manera que podamos identificar el adecuado para la comunidad, Piñal de Abajo que busque adecuarse a una excelente calidad, beneficios, y economía. (Zúñiga, Tipos de biodigestores, 2007)

#### **Biodigestor Discontinuo**

Los biodigestores discontinuos son biorreactores anaeróbicos de carga única diseñados para convertir sustratos orgánicos en biogás a través de un proceso de fermentación en condiciones libres de oxígeno.

Estos sistemas son particularmente útiles cuando se puede garantizar la disponibilidad de residuos orgánicos al requerir una carga inicial completa, la producción continua de biogás y la descarga eficiente de aguas residuales. (Zúñiga, Tipos de biodigestores, 2007)

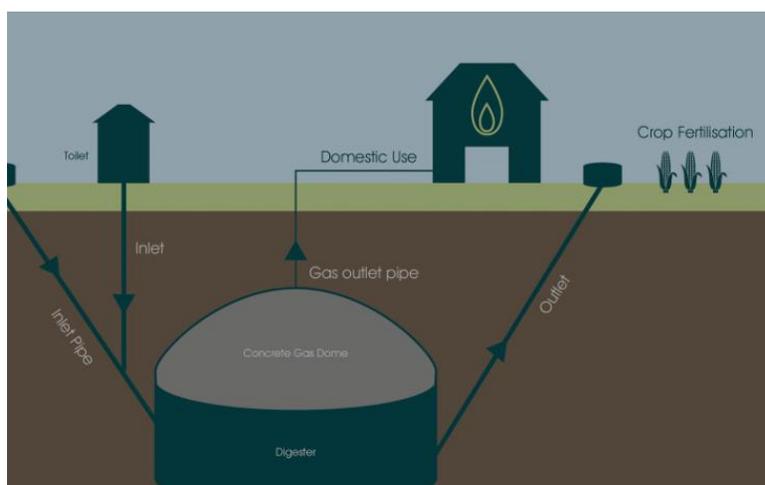


Ilustración 3. Sistema interconectado Biodigestor.

Fuente: ACD-BLOG

## Biodigestor semi- continuos

Estos biodigestores operan en modo de alimentación continua, recibiendo una pequeña carga diaria en comparación con el volumen total. A diferencia de los sistemas por lotes, el proceso se carga y descarga con frecuencia, lo que favorece la producción de nutrientes para la comunidad microbiana y contribuye a la depuración de las aguas residuales. (Zúñiga, Tipos de biodigestores, 2007)

A su vez se respecto al sistema constructivo utilizado existen 3 tipos de biodigestores comúnmente usados:

- ▲ Biodigestor de Cámara fija
- ▲ Biodigestor de globo
- ▲ Biodigestor de Cámara Flotante

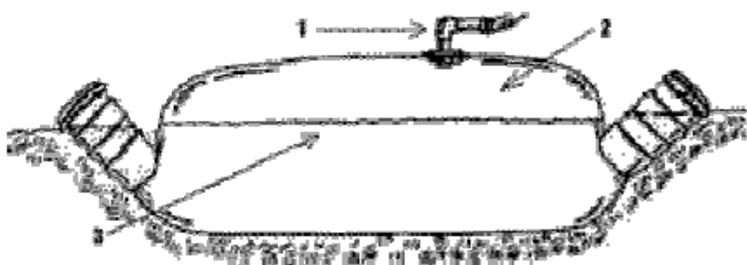


Ilustración 5. Biodigestor de Globo

Fuente: Cuba Solar

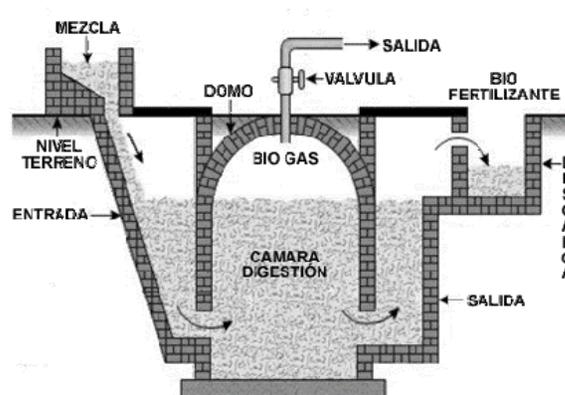
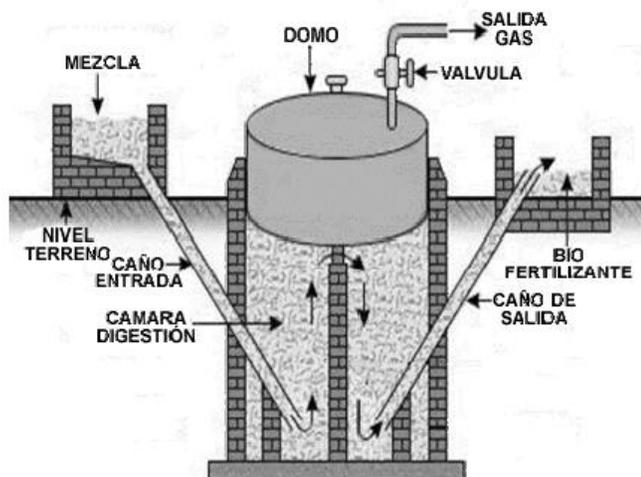


Ilustración 4. Biodigestor de Cámara Fija

Fuente: Blog. Energía Natural

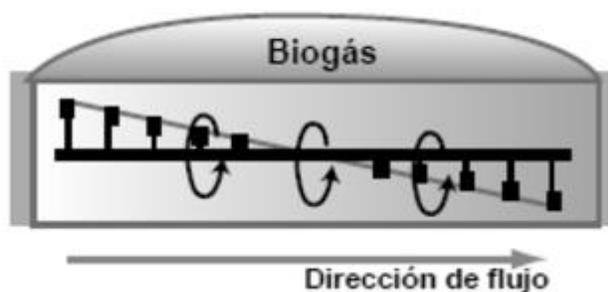


*Ilustración 6. Biodigestor de Cámara Flotante.*

*Fuente Blog. Energía Natural*

### **Biodigestores de dirección de flujo pistón**

Este tipo se caracteriza por tener una cámara de digestión alargada, lo que facilita la descomposición de los residuos a su paso por el biodigestor. En esta categoría se incluyen los digestores domésticos de bajo coste. Además, se utilizan para el tratamiento de aguas residuales y se emplean principalmente en el sector industrial debido a la gran cantidad de biogás que producen.



*Ilustración 7. Biodigestor de Flujo Pistón*

*Fuente: MDE Y GIZ*

### **Biodigestor de mezcla completa**

Los digestores totalmente mixtos son la forma más habitual de tratamiento de residuos orgánicos en la industria agrícola. Suelen ser tanques circulares cerrados, de acero u hormigón armado, en los que el sustrato se remueve de forma constante pero suave mediante agitadores. Se utilizan para contenidos medios o bajos de sólidos que puedan bombearse, como purines y aguas residuales ricas en materia orgánica.



*Ilustración 8. Biodigestor de Mezcla Completa*

*Fuente: MDE Y GIZ*

### **Biodigestores de Plástico**



*Ilustración 9. Biodigestor de plástico - Económico*

*Fuente: Blog- OYP*

Al igual que otros biodigestores, los biodigestores de plástico funcionan mediante fermentación anaeróbica. La materia orgánica (como heces y desechos de cocina) se introduce en el biodigestor, donde las bacterias descomponen el material en ausencia de oxígeno. Este proceso produce biogás (una mezcla de metano y dióxido de carbono) y biofertilizante rico en nutrientes.

Las ventajas del biodigestor de plástico, es su fácil acceso en el apartado económico y de transportación, También a ser de materiales herméticos se reducen las perdidas. (Zúñiga, Tipos de biodigestores, 2007)

#### **2.2.2.5. PARTES DE UN BIODIGESTOR DE PLÁSTICO**

##### **Entrada de los residuos**

Es un tanque cuadrado o redondo en el que se prepara una mezcla de materia orgánica y agua para el proceso de fermentación.

##### **Cámara de fermentación**

Es un reactor donde la materia orgánica se descompone en ausencia de aire, produciendo biogás y biofertilizante.

##### **Depósito de Salida**

Es donde se recibe el procesado final de la materia orgánica una vez llevado a cabo el proceso de fermentación que tiende a durar de 5 a 20 días.



*Ilustración 10. Partes de un biodigestor.*

*Fuente: Blog Rotoplas*

### **2.2.2.6. TIPOS DE BACTERIAS QUE ACTÚAN EN UN BIODIGESTOR**

#### **Bacterias Hidrolíticas.**

Estas bacterias actúan en la primera etapa y se lo conoce como hidrolisis.

La función que cumple es descomponer las moléculas complejas de la materia orgánica como los carbohidratos, proteínas y grasas en moléculas más simples como ácidos grasos, aminoácidos y azúcares.

#### **Bacterias Acidogénicas.**

Estas bacterias actúan en la segunda etapa y se lo conoce como acidogénesis.

La función que cumple es de transformar los productos de la hidrolisis en ácidos orgánicos como ácido acético dióxido de carbono, amoníaco y alcoholes.

**Bacterias Acetogénicas.**

Estas bacterias actúan en la tercera etapa y se lo conoce como acetogénesis.

La función que cumple es de convertir los ácidos orgánicos y alcoholes en dióxido de carbono, acetato e hidrogeno que es utilizado por las bacterias metanogénesis.

**Bacterias Metanogénesis.**

Estas bacterias actúan en la cuarta etapa y se lo conoce como metanogénesis además son responsables de le generación del biogás.

La función que cumple es de producir dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>) a partir del hidrogeno, acetato y dióxido de carbono generados en las etapas anteriores.

**2.2.2.7. CANTIDAD DE BACTERIAS QUE ACTÚAN EN UN BIODIGESTOR**

El número de bacterias en un biodigestor es variado y depende de varios factores como el tipo de residuos, el tamaño del biodigestor, el pH y la temperatura. Sin embargo, se estima que en un litro de lodo en un biodigestor pueden encontrarse entre: millones a billones de bacterias. Las bacterias están en grandes cantidades porque trabajan continuamente para llevar a cabo el proceso de descomposición.

### **2.2.3. SISTEMA DE COMPOSTAJE SECO**

#### **2.2.3.1. DEFINICIÓN DE COMPOSTAJE SECO**

El compostaje seco es una técnica de compostaje que no utiliza agua durante la descomposición de materiales orgánicos. En lugar de crear un ambiente húmedo, mantiene los materiales orgánicos relativamente secos, lo que ayuda a controlar los olores y reduce la presencia de plagas.

El compostaje seco implica la descomposición de la materia orgánica por parte de microorganismos, como las bacterias, que se alimentan de la materia orgánica. Muchos microorganismos son tan pequeños que no se pueden ver a simple vista. (BBVA, 2024)



*Ilustración 11. Sanitario Seco*

*Fuente: Miogas*

### **2.2.3.2. TIEMPO QUE SE DEMORA EN CONVERTIRSE LOS RESIDUOS ORGANICOS EN COMPOSTAJE**

Los residuos orgánicos tardan entre 3 a 9 meses en descomponerse, dependiendo del manejo que se le realiza. Para la optimización del compostaje se tiene que asegurar una relación aire y agua ya que es un proceso que necesita oxígeno y se lo conoce como proceso aeróbico.

(Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, 2020).

### **2.2.3.3. FUNCIONAMIENTO DE COMPOSTAJE SECO**

El compostaje seco es un método de descomposición de materia orgánica que se caracteriza por no añadir agua adicional durante el proceso. En primer lugar, se seleccionan materiales orgánicos secos como hojas, ramas, aserrín, paja y cartón, y se evitan los materiales húmedos.

Estos materiales se apilan en capas, alternando entre materiales gruesos y finos para mejorar la ventilación. Es fundamental que el compost no sea demasiado compacto para permitir una buena circulación del aire. (de Instrucciones, (s.f.))

La ventilación regular es esencial a medida que avanza el proceso, y el volteo frecuente del compost para garantizar que el oxígeno llegue a todas las partes del material es esencial para la actividad microbiana y para evitar olores desagradables. Durante el proceso de descomposición, microorganismos como bacterias y hongos, así como otros descomponedores visibles como lombrices e insectos, descomponen la materia orgánica. En este tipo de compostaje, estos organismos están adaptados para funcionar en condiciones de baja humedad.

La temperatura del compost debe controlarse, ya que la descomposición genera calor. Si la temperatura es demasiado alta, es necesario voltear el compost con más frecuencia para enfriarlo y garantizar que el proceso continúe de manera eficiente. Después de unas semanas o meses

(dependiendo de las condiciones ambientales y del tipo de material utilizado), el compost comienza a madurar. Finalmente, el compost se ha descompuesto completamente, emite un agradable olor a tierra y puede usarse como enmienda orgánica para mejorar la estructura y la fertilidad del suelo. Este método es particularmente útil en áreas donde el agua es escasa y ayuda a reducir los olores y la presencia de plagas, brindando una opción viable y sostenible para el manejo de desechos orgánicos. (Food and Agriculture Organization, (s.f.))

#### **2.2.3.4. MECANISMO DEL SISTEMA DE COMPOSTAJE SECO**

Sistema de compostaje seco también conocido como sanitario seco es un sistema de saneamiento que no utiliza agua para eliminar los desechos humanos. Este tipo de sanitario es ideal para zonas donde el agua es escasa o donde no hay sistema de alcantarillado como es la zona rural de la comunidad Piñal de Abajo que busca satisfacer esta necesidad y su mecanismo es el siguiente:

Un inodoro seco es un sistema de saneamiento que no requiere agua para desechar los desechos humanos. Este tipo de inodoro es particularmente útil en áreas donde el agua es escasa o donde no hay un sistema de alcantarillado. Así es como funciona su mecanismo básico. (MEDINA, 2012)

- ▲ Contenedor de desechos: El inodoro tiene un recipiente o compartimento que recoge los desechos. Está diseñado para separar los líquidos de los sólidos, lo que ayuda a reducir los olores y promover el proceso de compostaje.
  
- ▲ Separación de líquidos y sólidos: Algunos inodoros secos incluyen un sistema que dirige la orina a un recipiente o sistema de filtración separado, mientras que las heces permanecen en la cámara principal.
  
- ▲ Cobertura con material seco: Después de cada uso, se cubre con una capa de material seco, como aserrín, paja, ceniza o tierra, los desechos sólidos. Esto ayuda a absorber la humedad, controlar los olores y promover la descomposición.
  
- ▲ Aireación: La cámara de desechos está diseñada para permitir el paso del aire, lo cual es esencial para la descomposición aeróbica. Algunos modelos vienen con respiraderos o ventiladores para mejorar la circulación del aire y reducir los olores.
  
- ▲ Descomposición: Los residuos sólidos se descomponen lentamente dentro de la cámara. El proceso puede ser aeróbico (con oxígeno) o anaeróbico (sin oxígeno), dependiendo del diseño del sanitario seco.
  
- ▲ Extracción y uso del compost: Una vez que los residuos se han descompuesto por completo, el material resultante se puede extraer y utilizar como compost para su jardín o terreno agrícola. Debe asegurarse de que el compost esté completamente descompuesto y libre de patógenos antes de usarlo.



Ilustración 12. Mecanismo sistema de compostaje seco

Fuente: Aprende institute

### **2.2.3.5. MANTENIMIENTO DEL COMPOSTAJE SECO**

Para el mantenimiento y limpieza de los sanitarios es necesario contar con guantes de goma, escobas, fregonas, paños de limpieza, cepillos con mango, productos de limpieza biodegradables, periódicos y agua. Los trapos y cepillos deben utilizarse exclusivamente para la limpieza de los sanitarios. Dependiendo de la frecuencia de uso, los sanitarios necesitan ser limpiados a fondo una o dos veces por semana. Es fundamental evitar mojar la cámara donde se depositan las heces. Después de la limpieza, los paños y fregonas deben lavarse siempre y lavarse las manos con agua y jabón. Los paños pueden desinfectarse con una solución de peróxido de hidrógeno diluido o con agua recién hervida. También es importante marcar los productos de limpieza para sanitarios secos para evitar confusiones. (García-Ubaque, C. A., Vaca-Bohórquez, M. L., & García-Ubaque, J. C. (2014)

La limpieza del baño es fundamental para que sea un espacio agradable y para fomentar su cuidado por parte de quienes lo usan. En los baños secos escolares, recomendamos que al finalizar las clases se realice una limpieza completa del sanitario. Esto incluye rellenar el recipiente con la mezcla secante y verificar que haya papel higiénico junto a la taza y jabón cerca del lavabo, para que al día siguiente los estudiantes lo encuentren en buen estado. Para llevar a cabo la limpieza, es necesario barrer, trapear, limpiar la taza desviadora y el mingitorio, así como el exterior del contenedor de mezcla secante y vaciar y limpiar el bote de basura.



*Ilustración 13. Tipos de Materiales para un sistema de compostaje seco.*

*Fuente: Lima Compost*

### **2.2.3.6. TIPOS DE BACTERIAS QUE ACTÚAN EN EL COMPOSTAJE SECO**

#### **Bacterias mesófilas**

Estas bacterias actúan en la primera fase del compostaje entre una temperatura de 20 a 40 °C. Descomponiendo compuestos simples como almidones, azúcares y proteínas generando calor inicial.

#### **Bacterias termófilas**

Estas bacterias son esenciales durante la fase termófila del compostaje cuando las temperaturas alcanzan los 40 y 70 °C. Descomponiendo compuestos más complejos como celulosa, lignina y eliminando organismos patógenos gracias al calor generado.

**Bacterias nitrificantes**

Estas bacterias oxidan compuestos de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) a nitrato ( $\text{NONO}_3^-$ ), reduciendo los olores de amoniaco, estabilizando el contenido nitrogenado del compost.

**Bacterias acidogénicas**

Estas bacterias fermentan otros compuestos y azúcares fácilmente degradables produciendo ácidos orgánicos que ayudan a reducir el pH.

**Bacterias actinobacterias**

Estas bacterias descomponen compuestos resistentes como queratina y lignina contribuyendo al control de patógenos produciendo compuestos antibacterianos naturales.

**Bacterias celulíticas**

Estas bacterias degradan hemicelulosa y celulosa presentes en residuos vegetales mezclados con el compost seco.

**2.2.3.7. IMPACTO DE COMPOSTAJE SECO EN LA SALUD**

Si se gestiona de manera adecuada, el compostaje seco ayuda a prevenir la contaminación de fuentes de agua potable y reducir la transmisión de enfermedades relacionadas con un saneamiento inadecuado, como la diarrea o el cólera. Además, contribuye a mejorar la higiene en las comunidades al evitar la acumulación de excrementos en el entorno (Musetti, V. M. Z. (2005).

### 2.2.3.8. TIPOS DE SISTEMAS DE COMPOSTAJE SECO

**Inodoros de una sola cámara o de cámara simple:** Adecuados para hogares pequeños, en los que los desechos se comportan en un único contenedor.



*Ilustración 14. Sistema de compostaje de cámara simple*

*Fuente: Taller Karuna*

**Inodoros de cámaras múltiples:** Permiten un uso más continuo, ya que mientras una cámara está en uso, la otra se encuentra en proceso de análisis, lo que es más eficiente para comunidades más grandes.



*Ilustración 15. Sistema de compostaje seco de cámara doble.*

*Fuente Taller Karuna*

**Sistemas de compostaje seco Clivus Multrum:** modelo que separan orina; Estos inodoros separan los desechos sólidos de los líquidos, lo que acelera el proceso de compostaje y reduce los olores (Dukare A- S., Prasanna R,2019).



Ilustración 16. Sistema de compostaje seco modelo Clivus Multrum

Fuente: Taller Karuna

## 2.2.4. POZOS SÉPTICOS

### 2.2.4.1 DEFINICIÓN DE LOS POZOS SÉPTICOS

Los pozos sépticos pueden tener una vida útil de 15 a 40 años dependiendo de factores como su construcción, diseño y mantenimiento. Estos pozos se lo utilizan en áreas rurales que están completamente alejadas de un sistema de alcantarillado y está diseñado para recibir y descomponer los desechos orgánicos de manera eficiente y segura. (Engeikos, Naturaleza limpia, 2021)

El funcionamiento de un pozo séptico es efectivo, pero bastante simple y requiere poco mantenimiento una vez instalado correctamente. Los desechos orgánicos ingresan al pozo séptico a través de un sistema de tuberías y se separan en tres tipos de capas: líquidos, sólidos y grasas. Los sólidos más pesados se hunden en el fondo del pozo formando una capa de lodo. Los líquidos más ligeros se ubican en la capa de en medio y las grasas flotan en la parte superior.

El proceso de descomposición de los desechos se lleva a cabo gracias a las bacterias anaeróbicas y aeróbicas que se encuentran en el tanque. Estas bacterias descomponen la materia orgánica y la convierten en líquidos y gases más simples.

Una vez que el proceso de descomposición se llevó a cabo, el líquido tratado se filtra a través del suelo en donde los microorganismos naturales del suelo completan el proceso de purificación. Este sistema de tratamiento es seguro para el medio ambiente y proporciona una solución eficiente para la eliminación adecuada de los desechos orgánicos.

Un pozo séptico es generalmente construido de plástico o concreto y tienen dos compartimentos separados por una pared. La entrada de los desechos se encuentra en el primer compartimento y en la salida de líquidos tratados se encuentra en el segundo compartimento, además del pozo se requieren de tuberías de entrada y salida, así como un sistema de drenaje para filtrar los líquidos tratados hacia el suelo.

A los pozos sépticos construidos de concreto se le pueden realizar un mantenimiento periódico y una limpieza adecuada para poder garantizar su correcto funcionamiento y evitar problemas ambientales y de salud pública. La limpieza del pozo séptico dependerá del tamaño y de la cantidad de los desechos generados, pero se recomienda realizarla cada 2 a 5 años (MUNGIA, ANULACIONES SÉPTICAS, 2023)

#### **2.2.4.2. METODO CONSTRUCTIVO DE LOS POZOS SÉPTICOS**

Para la construcción del pozo séptico se debe tener en cuenta los parámetros evitando problemas de filtración de aguas residuales, funcionamiento y que no exista contacto directo con el suelo para evitar la contaminación de fuentes de aguas subterráneas como los acuíferos.

Siguiendo la norma INEN 0059. El pozo séptico debe tener una profundidad mínima de 100 cm, independientemente del tamaño para poder separar de una manera adecuada la materia orgánica del agua residual y los residuos sólidos. La profundidad total aproximada si se suma la zona libre superior del pozo sería de entre 120 y 150 cm. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S., (s.f.))

Para que el pozo séptico funcione adecuadamente, la construcción debe contar con una capa inferior de recebo, debe estar empleado con materiales como ladrillo, la base debe construirse en concreto impermeabilizado y reforzado además debe tener una tapa que cubre el sistema construido en concreto reforzado, impermeabilizada y con un ducto en donde se permita realizar el mantenimiento, finalmente con un tubo de ventilación para el escape de los gases.

Las aguas residuales que son tratadas en el pozo séptico no se pueden verter directamente a la fuente hídrica ya que el proceso de tratamiento no ha concluido entre el pozo y el cauce de un río debe haber un sistema de filtración, donde este compuesto por zanjas con tuberías ubicada sobre un pozo relleno de arena y con paredes porosas que retengan el recurso y lo filtren hacia el subsuelo, permitiendo que esa materia orgánica presente aun en el agua sea consumida por microorganismo que residen en el suelo antes que lleguen a una capa freática o a un cauce. El vaciado de los lodos que están presentes en un tanque séptico debe realizarse anualmente mediante un camión cisterna que cuente con una bomba que permita extraer los lodos.

### **2.2.4.3. TIPOS DE POZOS SÉPTICOS**

#### **Pozos sépticos de concreto**

Los pozos sépticos de concreto se dividen mediante dos compartimentos en donde se desarrolla el proceso de fermentación anaeróbica y el proceso de decantación separando el líquido de los elementos sólidos. Hoy en día no se utilizan debido a que la gran mayoría de los hogares ya cuentan con acceso a la red de alcantarillado, pero en zonas rurales sigue siendo una buena elección. (MORGA DESATASCOS Y FONTANERIA , (s.f.)



*Ilustración 17. Pozo séptico de concreto*

*Fuente: Fibras y Normas de Colombia S.A.S.*

#### **Pozos sépticos prefabricados de polietileno**

Estos pozos sépticos están fabricados de polietileno y son más resistentes a los procesos químicos naturales que ocurren en el interior de estos y a la oxidación, se los fabrican en una sola pieza y se evita el riesgo de fugas, la principal desventaja de estos pozos es que al ser más ligero es más susceptibles a los daños estructurales.



*Ilustración 18. Pozo séptico prefabricados de polietileno*

*Fuente: Fibras y Normas de Colombia S.A.S.*

### **Pozos sépticos prefabricados en fibra de vidrio**

Estos pozos construidos con fibra de vidrio hacen que su peso sea mucho mayor a los que son fabricados con polietileno, generalmente son cilíndricos y si la fabricación del pozo no cumple con la normativa establecida pueden romperse con facilidad. Su instalación es sencilla pero no es recomendable instalarlos en suelos que sean arcillosos ya que un posible movimiento del suelo puede generar alguna afectación en el sistema.



*Ilustración 19. Pozo séptico hecho de fibra de vidrio*

*Fuente: Fibras y Normas de Colombia S.A.S.*

### **Pozos sépticos prefabricados en acero**

Estos pozos sépticos se oxidan principalmente cuando los colocan en espacios enterrados en el suelo. Estos pozos no son recomendables y suelen estar diseñados para tener una vida útil entre 20 a 30 años.



*Ilustración 20. Pozo séptico hecho de acero*

*Fuente: Fibras y Normas de Colombia S.A.S.*

## **2.2.5. FOSAS SÉPTICAS**

### **2.2.5.1 DEFINICIÓN DE LAS FOSAS SÉPTICAS**

Una fosa séptica es un sistema depurador para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas. En ella se realiza la transformación fisicoquímica de la contaminación en esas aguas y la separación. Gracias a ella se logran eliminar los sólidos en estas aguas a través de la sedimentación y decantación. (Zarza, (s.f).)

Las aguas residuales que no vayan a un sistema de alcantarillado pueden ser tratados en una fosa séptica, una vez que los residuos orgánicos caen dentro de la fosa, determinadas bacterias aeróbicas y anaeróbicas actúan sobre la materia orgánica de las aguas residuales descomponiéndolas en componentes inertes a su vez convirtiendo parte de los sólidos en materia soluble en el agua. Esta descomposición es importante pues reduce la cantidad de materia orgánica y cerca del 40% del agua puede devolverse a la naturaleza con un menor perjuicio para ella. (WIKIPEDIA, La enciclopedia libre, 2024)

Luego de esto la parte solida restante debe ser retirada cada cierto tiempo, cada uno o dos años dependiendo del número de usuarios que la usan o del tipo de fosa que sea. Los residuos que se retiran se deben llevar a un lugar en donde puedan ser tratados correctamente. Los beneficios de una fosa séptica son: minimizar la contaminación del aire y optimizar el uso del suelo, mejorar la calidad del agua y así mismo se trata de una alternativa asequible y rentable para áreas rurales. (ELECTROBOMBAS JÁVEA, TECNOLOGÍAS DEL AGUA, (s.f).)

### **2.2.5.2. METODO CONSTRUCTIVO DE LAS FOSAS SÉPTICAS**

Lo primero que se debe hacer es excavar un pozo y colocar dentro un tanque hacia el cual se puedan drenar las aguas residuales que son generadas en una escuela rural, casa, baños públicos o cualquier edificación que este alejada de un sistema de alcantarillado.

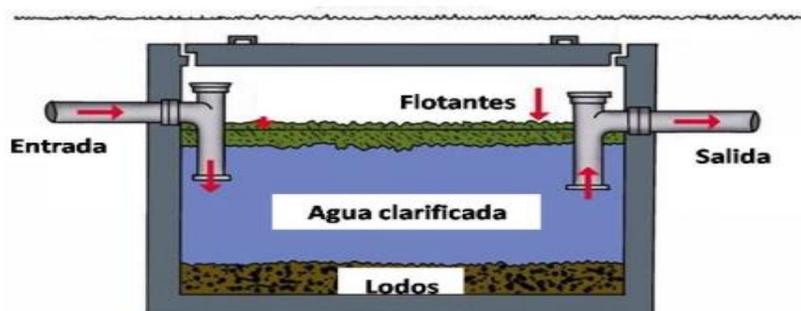
En las fosas sépticas se producen la separación de los líquidos de las aguas residuales y de los sólidos, todo este material pasa a través de una tubería de entrada hasta la fosa y una vez dentro los sólidos se separan de los líquidos. Los primeros se quedan en el fondo en forma de sedimentos o lodos para después las bacterias vayan reduciendo los sólidos.

Se debe tener en cuenta evitar la entrada de aguas lluvias ya que al tener un exceso de agua hay un efecto negativo sobre las bacterias que están dentro de la fosa y colocar un punto de ventilación para que escapen los gases producto de la actividad bacteriana.

### 2.2.5.3. TIPOS DE FOSAS SÉPTICAS

#### Fosas sépticas de un compartimento

Las fosas sépticas para minimizar el escape al exterior de los sólidos en suspensión, se utilizan los filtros que se disponen en la zona de salida y que hacen el papel de un segundo compartimento.

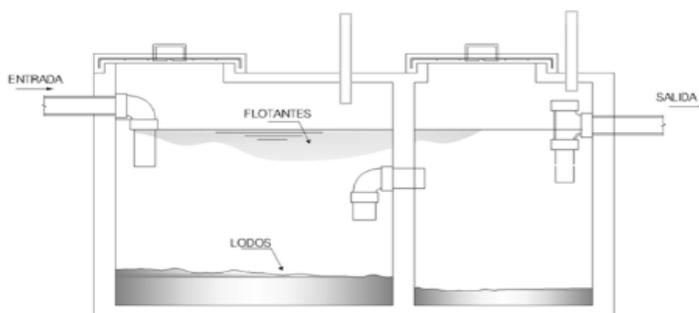


*Ilustración 21. Fosa séptica de una sola cámara*

*Fuente: Laura F. Zara*

#### Fosas sépticas de dos compartimentos

Estas fosas son las más habituales, el agua en el primer compartimento pasa al segundo a través de un orificio ubicado en un espacio intermedio entre las capas de lodos y flotantes para evitar el arrastre de estos. En el segundo compartimento se le vuelve a dar una separación de materias sedimentables y flotantes.

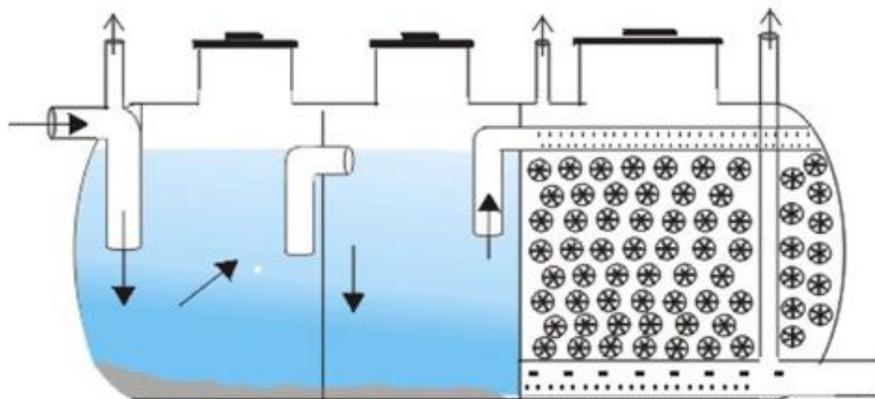


*Ilustración 22. Fosa Séptica de dos compartimentos*

*Fuente: Laura F. Zara*

### Fosas sépticas de tres compartimentos

Esta fosa séptica cuenta con un tercer compartimento y disponen de un material soporte para la fijación de la biomasa bacteriana usado como filtro biológico, incrementando los rendimientos de eliminación de los contaminantes.



*Ilustración 23. Fosa séptica de tres compartimentos*

*Fuente: Laura F. Zara*

### Fosas sépticas de acumulación

Son fosas cerradas en las que se reciben las aguas residuales para después ser retiradas periódicamente y el uso de estas fosas debe ser autorizado por un gestor legal.

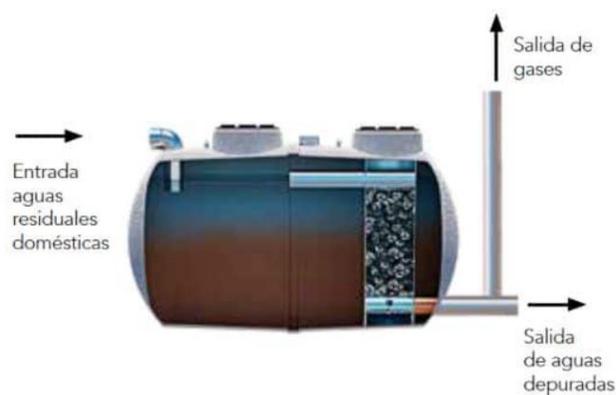


*Ilustración 24. Fosa séptica de acumulación*

*Fuente: Fontecs Azul*

### Fosas sépticas de filtro biológico

Estas fosas cuentan con un sistema de filtros a los que se fijan la mayor parte de los residuos. Este sistema permite el tratamiento con un filtro biológico de las aguas residuales proporcionando un rendimiento mejorado en la calidad del agua que sale del equipo



*Ilustración 25. Fosa séptica con filtro biológico*

*Fuente: ACO REMOSA*

### Fosas sépticas de oxidación total

Estas fosas cuentan con un sistema de funcionamiento que se basa en la recirculación de los fangos que permite la eliminación de una gran parte del agua residual.



*Ilustración 26. Fosa séptica de oxidación total*

*Fuente: POLIESTER A. RODRIGUEZ*

## **2.2.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES SISTEMA DE SANEAMIENTO**

### **2.2.6.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL BIODIGESTOR**

*Tabla 1. Ventajas y desventajas del biodigestor*

Ventajas y desventajas de un biodigestor		
Ventajas	1	Reduce la contaminación ambiental al convertir el estiércol, que favorece la proliferación de patógenos, larvas e insectos, en residuos útiles.
	2	Produce fertilizante orgánico con un contenido nutricional comparable al del estiércol fresco o al compost de la más alta calidad y es igualmente beneficioso para el suelo.
	3	Costo de implementación bajos, sistema de saneamiento adecuado para el manejo de residuos orgánicos en zonas rurales
Desventajas	1	Este tratamiento puede ser lento de implementar debido al lento crecimiento de los microorganismos.
	2	Se requieren temperaturas de al menos 35°C para una actividad bacteriana óptima.
	3	Se requiere personal capacitado para realizar tareas de mantenimiento, que por lo general no son muy frecuentes.

*Fuente: Autores, 2025*

## 2.2.6.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL BIODIGESTOR POR SU TIPO

Tabla 2. Ventajas y desventajas de los biodigestores por su tipo

	Biodigestor de globo	Biodigestor de cámara fija	Biodigestor de cámara flotante	Biodigestor de plástico
Ventajas	Bajo costo	Costo de construcción medio	Operación sencilla	Muy bajo costo
	Fácil transportación	Larga durabilidad	fácil construcción	fácil transportación (sitios difíciles)
	Dificultad de instalación	construcción subterránea (ahorro de espacio)	Mayor cantidad de producción de compostaje y biogás	Reducción de pérdidas por tipo de construcción y materiales
Desventajas	Corto tiempo de vida	Problemas con la permeabilidad para gases debido a su construcción de paredes de ladrillos	Costos altos de materiales (principalmente por la cámara flotante de acero)	Tiempo de vida útil baja
	Elevada susceptibilidad	Costo de mantenimiento elevados	Susceptible a la corrosión	Vulnerabilidad por condiciones climáticas, animales o acción humana
	Consumo excesivo de Agua	Frecuencia de limpiado y mantenimiento	Costo de mantenimiento frecuente	Desechos líquidos tiene un impacto negativo ambiental

Fuente: Autores, 2025

### **2.2.6.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS ENTRE COMPOSTAJE Y COMPOSTAJE SECO**

*Tabla 3. Ventajas y desventajas entre el compostaje y compostaje seco*

	Compostaje	Compostaje seco
Ventajas	Eficiente en condiciones controladas	Menor consumo de agua
	Mejora la calidad del suelo	Más fácil de implementar
	Produce un compost de alta calidad	Simplicidad y portabilidad
Desventajas	Manejo frecuente	Compost menos uniforme
	Malos olores	Largo tiempo de compostaje
	Humedad constante	Mayor riesgo de contaminación

*Fuente: Autores, 2025*

## 2.2.6.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS POZOS SÉPTICOS POR SU TIPO

Tabla 4. Ventajas y desventajas de los pozos sépticos por su tipo

	Tipos de pozos sépticos			
	Pozo de concreto	Pozo de fibra de vidrio	Pozo de polietileno	Pozo de acero
Ventajas	Durabilidad	Fácil de instalar	fácil de transportar	Versatilidad
	Alta resistencia	Ligero	Son completamente impermeables	Facilidad de limpieza
	Disponibilidad de materiales	Resistente a la corrosión	Económicos	Facilidad de reparación
Desventajas	Costo inicial elevado	Fragilidad	Vida útil limitada	Susceptible a la corrosión
	Fallas estructurales	Deformación bajo calor extremo	Limitaciones en climas extremos	Pesados
	Difícil de reparar	Poca resistencia a impactos severos	Capacidad limitada	Difícil de transportar

Fuente: Autores, 2025

### **2.2.6.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS ENTRE LOS POZOS Y FOSAS SÉPTICAS**

*Tabla 5. Ventajas y desventajas entre los pozos y fosas sépticas*

	Pozos sépticos	Fosas sépticas
Ventajas	Duraderos	Autonomía
	Adaptables	No consumen energía
	Larga vida útil	Mantenimiento económico
Desventajas	Riesgo de contaminación del suelo y aguas subterráneas	Generan malos olores
	Capacidad limitada	Vida útil limitada
	Dificultad de mantenimiento	Requieren de un espacio suficiente

*Fuente: Autores, 2025*

### **2.2.7. MARCO LEGAL**

#### **La Constitución de la República del Ecuador indica**

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, (sumak kawsay). 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.

#### **Código Orgánico del Ambiente (COA)**

Artículo 1: El COA regula las actividades relacionadas con el manejo de residuos líquidos y sólidos, así como su impacto ambiental garantizando la protección de los suelos y del agua.

Artículo 44: Establece la obligatoriedad de implementar sistemas de tratamientos de aguas residuales para prevenir la contaminación de fuentes hídricas.

Artículo 79: Obliga a las autoridades locales a sancionar a las personas por el manejo inadecuado de los residuos y supervisar la gestión de residuos.

#### **Ley de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua (Ley No. 2014-017)**

Artículo 18: Prohíbe cualquier actividad que afecte o contamine la calidad de los cuerpos de agua

Artículo 28: Regula las descargas de aguas residuales a fuentes de agua y exige sistemas de pretratamiento.

#### **Norma INEN 0059: Sistema de saneamientos autónomos**

Se especifican los requisitos técnicos para construcción, diseño y operación de pozos y fosas sépticas.

## **ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible)**

Los ODS son las siglas de Objetivos de Desarrollo Sostenible, que son 17 objetivos globales establecidos por las Naciones Unidas en 2015 como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Estos objetivos tienen como objetivo poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas puedan disfrutar de paz y prosperidad para 2030. (Gamez, M.J. ODS, 2015)

Los ODS constan de 17 objetivos estos son:

1. Fin de la pobreza: Erradicar la pobreza en todas sus formas.
2. Hambre cero: Eliminar el hambre y lograr la seguridad alimentaria.
3. Salud y bienestar: Garantizar una vida saludable y promover el bienestar.
4. Educación de calidad: Asegurar una educación inclusiva y equitativa.
5. Igualdad de género: Lograr la igualdad entre los géneros.
6. Agua limpia y saneamiento: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible.
7. Energía asequible y no contaminante: Asegurar el acceso a energía sostenible.
8. Trabajo decente y crecimiento económico: Promover el empleo inclusivo y sostenible.
9. Industria, innovación e infraestructura: Fomentar la industrialización inclusiva y sostenible.
10. Reducción de las desigualdades: Reducir las brechas entre los países y dentro de ellos.
11. Ciudades y comunidades sostenibles: Crear espacios urbanos sostenibles.
12. Producción y consumo responsables: Promover patrones de consumo y producción sostenibles.
13. Acción por el clima: Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático.
14. Vida submarina: Conservar y usar de manera sostenible los océanos, mares y recursos marinos.

15. Vida de ecosistemas terrestres: Proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas.

16. Paz, justicia e instituciones sólidas: Promover sociedades justas y pacíficas.

17. Alianzas para lograr los objetivos: Fortalecer los medios de implementación y revitalizar las asociaciones globales.

En conjunto con los objetivos de desarrollo sostenibles, nos enfocaremos en el ODS6, que detalla lo siguiente.

El ODS 6: Agua limpia y saneamiento tiene como objetivo garantizar que el agua y el saneamiento estén disponibles y se gestionen de manera sostenible para todos. El objetivo reconoce que el acceso al agua potable y al saneamiento adecuado es un derecho humano fundamental y esencial para la salud, la dignidad y el desarrollo sostenible.

### **Metas ODS 6**

**6.1:** Lograr, para 2030, el acceso universal y equitativo al agua potable segura y asequible para todas las personas.

**6.2:** Asegurar, para 2030, el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos, eliminando la defecación al aire libre y prestando atención especial a las mujeres, niñas y personas vulnerables.

**6.3:** Mejorar la calidad del agua, reduciendo la contaminación, eliminando vertimientos y reduciendo el uso de productos químicos peligrosos. También se busca reducir a la mitad las aguas residuales no tratadas y promover el reciclaje y reutilización del agua de manera segura.

**6.4:** Aumentar significativamente el uso eficiente del agua en todos los sectores para garantizar la sostenibilidad del abastecimiento de agua dulce y reducir la escasez de agua.

**6.5:** Implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluida la cooperación transfronteriza cuando sea necesario.

**6.6:** Proteger y restaurar los ecosistemas relacionados con el agua, como bosques, montañas, humedales, ríos, acuíferos y lagos, para 2020. (Moran, M. ODS, 2015)

## CAPÍTULO III

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada cuyo objetivo principal es resolver un problema real en la comunidad Piñal de Abajo, que es el manejo de residuos orgánicos. Para ello se optó por un enfoque mixto, cuantitativo y cualitativo:

En la parte cuantitativa se medirán variables como la eficacia en el tratamiento de residuos, costos asociados a cada sistema, beneficios, impacto ambiental y capacidad de almacenamiento de los residuos.

Por otro lado, en la parte cualitativa permitirá explorar en profundidad los factores sociales, las experiencias, las percepciones y opiniones de los beneficiarios sobre estos sistemas que son el sistema sanitario conectado a un biodigestor y el compostaje seco.

##### **Diseño de estudio**

Este estudio se empleará un diseño comparativo y descriptivo para poder evaluar la eficacia y sostenibilidad de los dos sistemas para el manejo de residuos orgánicos en la comunidad Piñal de Abajo que son el sistema sanitario conectado a un biodigestor y el sistema de compostaje seco, se realizara una comparación por pares evaluando cada hogar en términos de ambos sistemas.

Se comparará las siguientes variables que son: costos de implementación, costos de operación, mantenimiento y percepciones de los usuarios sobre la facilidad de uso. También se describirán las características, ventajas y desventajas de ambos sistemas.

### 3.2. **POBLACIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

#### **Población**

La población son los habitantes de la comunidad Piñal de Abajo

#### **Tipo de muestra**

Se utilizo un muestreo no probabilístico por conveniencia e intencional debido a:

- ✓ Las características particulares de la comunidad Piñal de Abajo, parroquia Limonal del Cantón Daule
- ✓ Disposición de las familias para participar en el estudio

#### **Selección de los sistemas de saneamiento**

##### **Sistema sanitario conectado a un biodigestor**

Este sistema permite tratar las aguas residuales a través de un proceso anaeróbico, generando un efluente menos contaminante. El modelo específico del biodigestor es de la marca Rotoplas fabricado con plástico de alta calidad con una capacidad de 600 L, con una altura máxima de 1.6 m y con diámetro máximo de 0.86 m

##### **Sistema de compostaje seco**

Este sistema permite la transformación de los residuos fecales en compost orgánico mediante bacterias y para un adecuado compostaje es necesario colocar aserrín, hojas secas, cascaras de manzana o de zanahoria.

### **Criterios de selección de la muestra**

Para la selección de los espacios donde se analizarán ambos sistemas es necesario saber:

- ✓ Que deben ser lugares que no cuenten con un sistema de alcantarillado
- ✓ Las familias deben contar con espacio físico para la instalación del sistema sanitario conectado a un biodigestor o de un sistema de compostaje seco.

### **Tamaño de la muestra**

La muestra del estudio se enfocará en la investigación de casos de estudio representativos donde se utilicen los dos sistemas seleccionados en este caso, el sistema sanitario conectado a un biodigestor y el sistema de compostaje seco. La selección de los casos estará basada en las necesidades específicas de saneamiento de los hogares en la comunidad Piñal de Abajo.

El biodigestor de 600 litros está diseñado para satisfacer las necesidades de tratamiento de aguas residuales de familias promedio conformadas por 4 a 6 personas, dependiendo del consumo de agua y la generación de residuos orgánicos de cada hogar. En poblaciones rurales, donde el uso de agua es generalmente más limitado en comparación con áreas urbanas, este tamaño de biodigestor resulta adecuado para procesar los desechos generados diariamente, garantizando una gestión eficiente y sostenible. Por lo tanto, este biodigestor es una solución para poblaciones rurales, adaptándose tanto a las necesidades de saneamiento como al contexto socioeconómico de la comunidad.

### **3.3. PARAMETROS DE LA COMPARATIVA**

En la actualidad, la gestión y el tratamiento de los residuos orgánicos se ha convertido en un gran reto para las comunidades rurales y urbanas. Las dos tecnologías más utilizadas para abordar esta problemática son los sistemas de biodigestión y los sistemas de compostaje seco. Estos sistemas no sólo permiten una gestión eficiente de los residuos, sino que también producen productos útiles como lo es el compost que pueden reutilizarse en diversas aplicaciones. Sin embargo, la selección del sistema más adecuado depende de varios factores, entre ellos tenemos:

#### **3.3.1. IMPACTO ECONÓMICO**

El impacto económico de estos sistemas es un aspecto fundamental que afecta a la viabilidad y sostenibilidad a largo plazo de las soluciones propuestas. Este trabajo se centra en una comparación detallada de los impactos económicos entre un sistema conectado a un biodigestor y un sistema de compostaje seco. A través de un análisis profundo de los costos iniciales, los costos de operación y mantenimiento, el retorno de la inversión y otros factores económicos relevantes, buscamos comprender plenamente las ventajas y desventajas de cada sistema desde una perspectiva económica.

En este apartado, analizaremos aspectos como la operación, la instalación y la conveniencia/satisfacción, con un enfoque en cómo estos factores pueden influir en el impacto económico de los sistemas en cuestión.

### **3.3.1.1. OPERACIÓN**

En operación se analizará en función de procedimientos, mantenimiento y limpieza diarios, requerimiento de personal, consumo de recursos de ambos sistemas, enfocados el coste económico de cada uno de los sistemas.

### **3.3.1.2. INSTALACIÓN**

En este apartado se analizará los costos de instalación de cada uno de los sistemas, así como, los materiales a utilizar, a su vez análisis de presupuestos, costos indirectos, directos y su debido análisis de precio unitario

## **3.3.2. IMPACTO SOCIAL**

### **3.3.2.1. CONVENIENCIA/ SATISFACCIÓN**

Según las necesidades de los habitantes, se llevará a cabo una investigación que planteará diversos casos de uso de los sistemas, tanto un sistema conectado a un biodigestor como un sistema de compostaje seco. El objetivo es determinar la conveniencia y satisfacción de los pobladores en función de sus necesidades y tipos de uso, lo cual nos permitirá identificar el sistema elegido en cada caso específico.

### **3.3.3. IMPACTO AMBIENTAL**

El impacto de los sistemas de gestión de residuos en el medio ambiente es un factor clave para evaluar su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo. Este estudio se centra en una comparación exhaustiva de los impactos ambientales de los sistemas de biodigestión y los sistemas basados en el compostaje seco. A través de un análisis detallado de las emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de recursos naturales, la gestión de residuos y otros factores ambientales importantes

tales como:

### **3.3.3.1. CONTAMINACIÓN**

En este apartado se abordarán diversos aspectos de la contaminación generada por la implementación de sistemas de biodigestión y compostaje seco. La contaminación es un factor determinante para evaluar el impacto ambiental de estos sistemas, ya que afecta la calidad del aire, agua y suelo, así como la salud de los ecosistemas y las comunidades aledañas.

### **3.3.3.2. EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO**

Se compararán las emisiones de gases como metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) generados durante la biodigestión y el compostaje. Se analizará cómo cada sistema reduce o incrementa estas emisiones, así como las tecnologías utilizadas para mitigarlas.

### **3.3.3.3. EMISIÓN DE OLORES**

Se estudiará la generación de olores y su impacto en la calidad de vida de las comunidades cercanas. El control de olores es un aspecto fundamental en la aceptación social de estos sistemas, por lo que se evaluarán las medidas adoptadas para minimizar los olores desagradables.

### **3.3.3.4. LIXIVIADOS**

Se evaluará la generación de lixiviados, que son líquidos generados por la filtración de residuos y que pueden contener contaminantes. Se comparará la capacidad de cada sistema para gestionar y tratar estos líquidos para evitar la contaminación de fuentes de suelo y aguas subterráneas.

### 3.3.3.5. CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y CUERPOS HÍDRICOS

Se analizará el impacto potencial de la lixiviación de sustancias químicas y biológicas al suelo y a los cuerpos de agua provenientes de los sistemas de manejo de residuos. Se evaluarán los riesgos de contaminación y las medidas de prevención implementadas en cada sistema afectando el suelo y los posibles cuerpos hídricos cercanos o subterráneos debido a la infiltración de los lixiviados.

### 3.4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Para la realización de la investigación se ha optado por la siguiente secuencia:



Ilustración 27. Procedimiento Metodológico de la Investigación

Fuentes: Autores, 2025

### **3.4.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

Zona rural del Cantón Daule, específicamente en la parroquia Limonal-Piñal de Abajo, Provincia del Guayas. Coordenadas 1°48'49"S 80°01'11"W en formato UTM- 84

- Zona UTM: 17M
- Coordenadas Este: 607,500 metros
- Coordenadas Norte: 9,798,050 metros

### **3.4.2. ESTUDIO POBLACIONAL**

#### **3.4.2.1. ANÁLISIS DE DATOS CENSALES**

Se eligió la comunidad Piñal de Abajo, ubicada en la parroquia Limonal, perteneciente al cantón Daule

*Tabla 6. Censo del año 2022*

Provincia	Cantón	Parroquia	Población	Superficie de la parroquia (Km <sup>2</sup> )	Densidad Poblacional (Hab/km <sup>2</sup> )
GUAYAS	DAULE	LIMONAL	9.414	49	194

*Fuente: Censo Ecuador*

### 3.4.2.2. MUESTRA

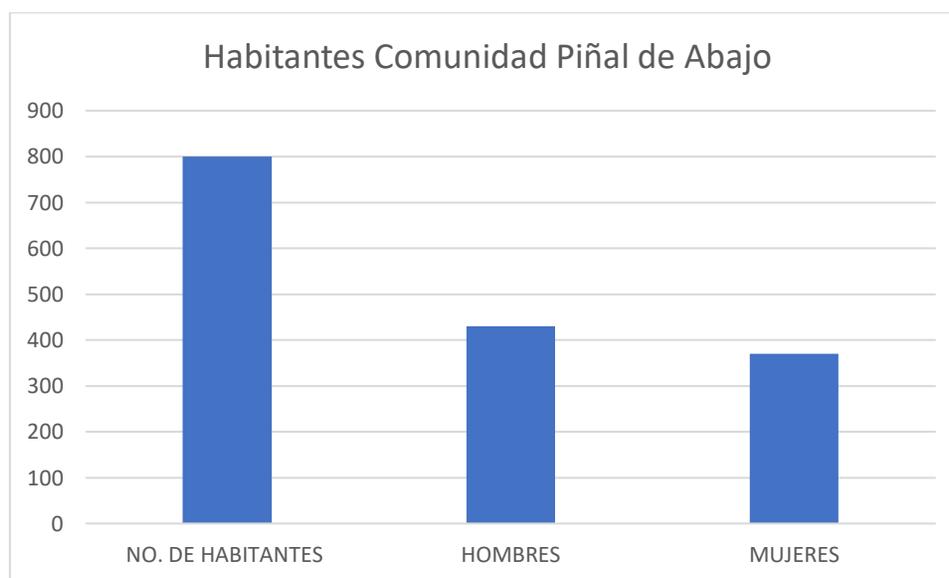
Para determinar el número de habitantes, se utilizó el dato del censo realizado en el año 2022, por El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) de Ecuador, el cual revelo una población aproximada de 800 habitantes. Este dato fue clave para calcular el tamaño de la muestra finita y garantizar que los resultados sean confiables.

*Tabla 7. No. de habitantes en la comunidad Piñal de Abajo*

COMUNIDAD	NO. DE HABITANTES	HOMBRES	MUJERES
Piñal de Abajo	800	430	370

*Fuente: Autores, 2025*

*Gráfica 1. Habitantes de la comunidad Piñal de Abajo*



*Fuente: Autores, 2025*

### **3.4.2.3. TAMAÑO DE LA MUESTRA FINITA**

Para determinar el tamaño de la muestra finita, es fundamental contar con el dato del número de habitantes de la comunidad Piñal de Abajo, que es un aproximado de 800 personas. A partir de este dato, se procede a calcular el tamaño de la muestra finita utilizando fórmulas que permitan obtener resultados confiables.

#### **Método estadístico**

Muestreo probabilístico para poblaciones finitas.

#### **Ecuación:**

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

*Ecuación 1. Ecuación para el cálculo del tamaño de muestra en poblaciones finitas*

Donde:

n = Tamaño de muestra buscado

N = Tamaño de la Población o Universo

Z = Parámetros estadísticos que depende el Nivel de confianza (NC)

e = Error de estimación máximo aceptado

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q = (1 - p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Tabla 8. Cálculo del tamaño de la muestra finita

Parámetro	Valores asignados en la ecuación
N	800
Z	0,674
p	50%
q	50%
e	2%

Tamaño de muestra  
 “n”  
 209,75  
 210 redondeado

Fuente: Autores, 2025

Tabla 9. Nivel de confianza

Nivel de confianza	Z <sub>alfa</sub>
99.7%	3
99%	2,58
98%	2,33
96%	2,05
95%	1,96
90%	1,645
80%	1,28
50%	0,674

Fuente: Fernando Bomba

El nivel de confianza en el método estadístico que es por muestreo probabilístico para poblaciones finitas utilizado indica la seguridad que tenemos de que un intervalo de estimación contiene el valor verdadero.

El tamaño de la muestra es de 210 redondeado. Para el análisis de resultados, se aplicó una encuesta por cada vivienda, lo que permitió recopilar información detallada. Además, se determinó que cada vivienda alberga, en promedio, alrededor de cinco personas.

### **3.4.3. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO SELECCIONADOS**

La carencia de un sistema de saneamiento adecuado para la comunidad Piñal de Abajo que se encuentra en una zona rural han optado por alternativas para el manejo de residuos orgánicos, en el cual obtienen mejores beneficios, tanto económicos como ambientales.

Los sistemas de saneamiento en esta zona son inseguros y no cumplen con los estándares mínimos de salubridad. Muchos de los sistemas son improvisados con materiales de mala calidad y algunos incluso están llenos. La falta de sistemas básicos de saneamiento para tratar las heces ha obligado a las personas a tener un manejo inadecuado de los residuos orgánicos, lo que ha provocado contaminación ambiental y desencadenado enfermedades gastrointestinales.

Por la cual se ha optado por analizar las dos alternativas de sistema de saneamiento que se encuentran en la zona que son el sistema de saneamiento conectado a un biodigestor y sistema de compostaje seco para determinar el costo/beneficio según las necesidades de los pobladores.

### **3.4.4. RECOLECCIÓN DE DATOS**

La obtención de datos se hará mediante encuesta realizadas a los pobladores de la comunidad, para conocer con exactitud el sistema que usa de acuerdo a sus necesidades, así como los beneficios que obtiene, esto basado en inspecciones visuales en campo y conocimiento sobre los seguimientos de un sistema de saneamiento que satisfaga las necesidades de las personas y aporte positivamente en la comunidad.

PROYECTO DE TITULACIÓN  
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA- INGENIERÍA CIVIL  
ENCUESTA DE ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL MANEJO DE RESIDUOS EN LA  
COMUNIDAD PIÑAL DE ABAJO PARROQUIA LIMONAL

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

1. ¿Qué tipo sistema de saneamiento utiliza para tratar los residuos orgánicos?

Sistema conectado a un biodigestor  sistema de compostaje seco  Pozo séptico

2. De acuerdo con el tipo de sistema de saneamiento que poseen, ¿Cuántas personas utilizan el sistema?

De 1 a 3 personas  De 4 a 7 personas  De 7 a 9 personas  De 10 a más personas

3. ¿Con que frecuencia usted realiza mantenimiento a su sistema de saneamiento?

Cada mes  cada 3 meses  cada 6 meses  Cada año o más

4. ¿Cuál es el costo aproximado del mantenimiento/Limpieza de su sistema de saneamiento?

\$0- \$10  \$10-\$25  \$25-\$50  \$50-\$100  \$100 o más

5. ¿Qué necesito para la construcción de su sistema de saneamiento?

Mano de obra  Maquinaria  materiales de construcción  Materiales reciclables (aserrín, papel, hojas secas)

6. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento?

\$0/Gratis  \$10-\$40  \$41-\$150  \$150 o más (especifique Cantidad) \_\_\_\_\_

7. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza?

Desconoce  Ninguno  ahorro económico  generación de compost

8. ¿De acuerdo con su sistema de saneamiento, si obtiene como beneficio la generación de compostaje, cuanto tarda en generar el compost?

1 mes  2-3 meses  4-6 meses  8 meses o más

9. ¿De acuerdo con su sistema de saneamiento, si es por medio de un sistema de compostaje seco, que tipo de material utiliza para la generación de compost?

Tierra  aserrín  Hojas secas  otros \_\_\_\_\_ (especifique)

### **3.4.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para llevar a cabo este trabajo se emplearon diversas técnicas de investigación, entre ellas el análisis documental que comprende a la revisión del material bibliográfico llevado a cabo en la investigación, la observación y el muestreo de campo basado en inspecciones in situ y encuesta a los moradores del sector. El análisis de literatura incluye la revisión del material bibliográfico necesario para comprender y desarrollar cada uno de los procesos involucrados en el estudio. La observación permite obtener información sobre la situación actual del área de estudio y las características más relevantes que podrían afectar el estudio y desarrollar posibles soluciones.

### **3.4.6. ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO**

Se determinará los rubros necesarios para la construcción de los dos sistemas de saneamiento, tomando en cuenta los distintos materiales de operación/construcción y los precios unitarios correspondientes. Al multiplicar estos precios por las cantidades correspondientes se obtiene la inversión total para cada rubro. La suma de estos montos totales es la inversión total para cada sistema. Estos valores son esenciales para realizar el análisis técnico/económico.

## **CAPÍTULO IV**

### **4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS**

El análisis de los distintos sistemas para el manejo de residuos orgánicos en la comunidad del Piñal de Abajo, entre estos tenemos el pozo séptico, sistema de compostaje seco y un sistema conectado al biodigestor en estos se muestra que cada sistema tiene sus ventajas y desventajas. El sistema sanitario a un biodigestor tiene una solución más compleja que ofrece posibilidad de generar energía en forma de biogás. El biogás es una mezcla de gases, principalmente metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que se produce a partir de la descomposición anaeróbica de materia orgánica; este sistema tiene como finalidad reducir la contaminación de los residuos. El sistema de compostaje seco es más sencillo de bajo costo y eficiente en términos de espacios, pero no ofrece subproductos energéticos y su proceso tarda más tiempo.

La elección del sistema que sea adecuado para los habitantes en Piñal de Abajo dependerá también del presupuesto disponible. Si se busca una solución que combine la producción de energía que se produce en forma de biogás y fertilizante el biodigestor sería la opción ideal. Si se busca una implementación rápida y económica el sistema de compostaje seco sería más adecuado. Sin embargo, también se considerará el sistema de pozo séptico que a pesar de ser un sistema rudimentario y con los escasos beneficios; es necesario para la comparativa para determinar el más adecuado para la comunidad

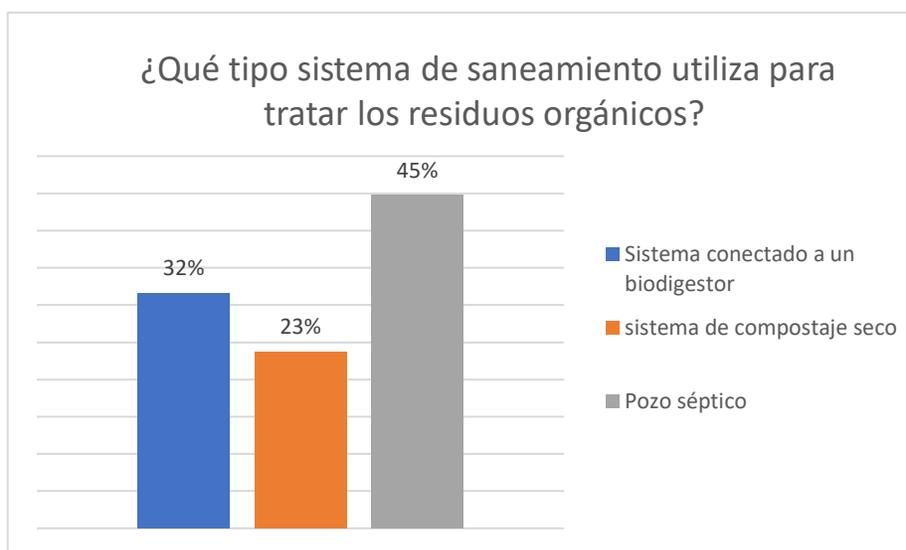
Con la recopilación de información mediante las encuestas, en la comunidad de Piñal de Abajo parroquia Limonal, se realizó un total de 38 encuestas, equivalente a 38 casas del sector, mediante la determinación del tamaño de la muestra finita en el estudio poblacional obtendremos que nuestro tamaño de muestra es alrededor de 210 aproximadamente partiendo de los datos estadísticos del censo del año 2022 realizado por El Instituto Nacional de Estadística y Censos

(INEC) de Ecuador. En relación con las 38 encuestas con los 210 habitantes, se utilizó el método de muestreo probabilístico para poblaciones finitas. Este método nos indica que las 38 encuestas representan una muestra de la población total de 210 habitantes. Esta muestra debería ser suficiente para proporcionar una idea representativa de las características u opiniones de toda la población.

Con la información obtenida de las encuestas estableceremos análisis y comparativas de los distintos sistemas existentes, con la finalidad de determinar el adecuado para esta zona rural.

- En la Gráfica #2 determinamos que tipo de sistema de saneamiento usan actualmente los habitantes.

Gráfica 2. ¿Qué tipo sistema de saneamiento utiliza para tratar los residuos orgánicos?

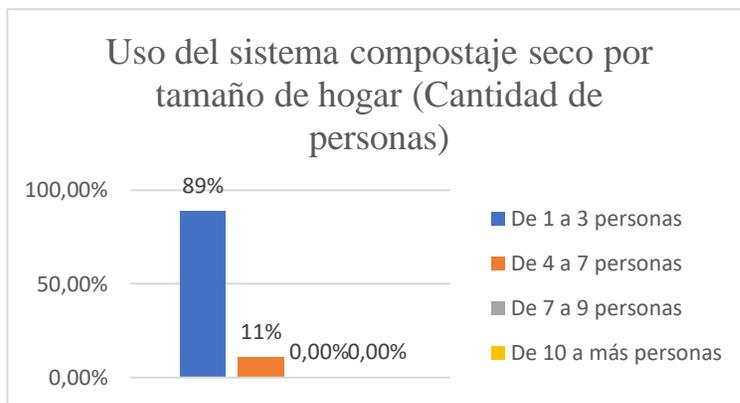


Fuente: Autores, 2025

El análisis de la encuesta revela que un gran porcentaje de las personas encuestadas utiliza pozos sépticos como sistema de saneamiento. No obstante, hay un aumento significativo en el número de personas que han optado por alternativas más sostenibles en comparación de años anteriores en comparativa hace 3 años atrás (2022) en el que la mayor parte de la población utilizaba el sistema de saneamiento tradicional (Pozo Séptico); En este año 2025 ha recibido un aumento en la utilización de otros sistemas como los biodigestores y los sistemas de compostaje seco.

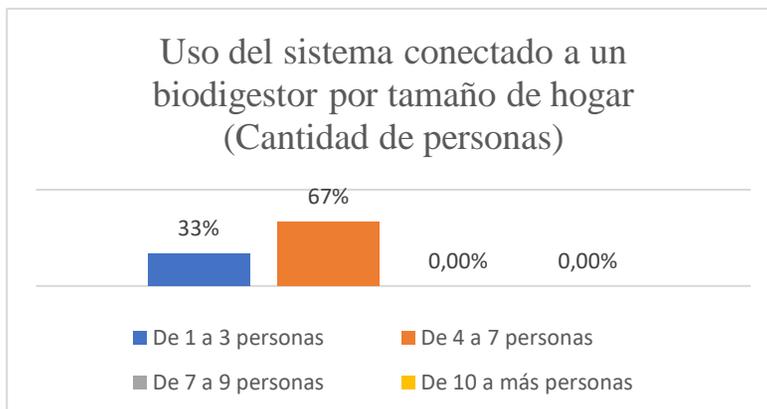
## Comparativa de cantidad de personas que usan los diferentes sistemas

Gráfica 3. Uso del sistema compostaje seco por tamaño de hogar (Cantidad de personas)



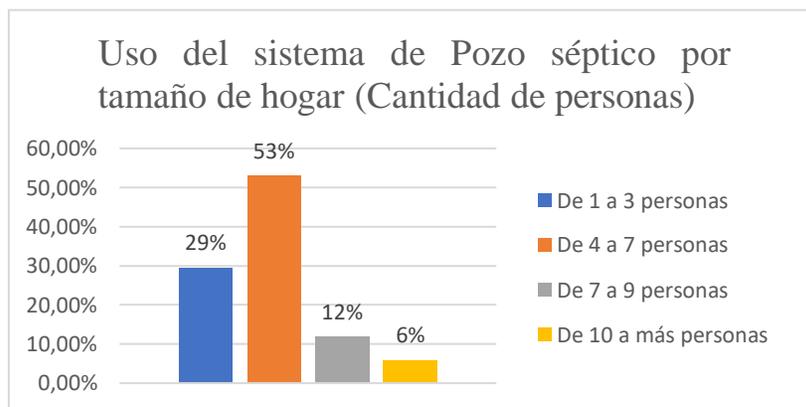
Fuente: Autores, 2025

Gráfica 4. Uso del sistema conectado a un biodigestor por tamaño de hogar



Fuente: Autores, 2025

Gráfica 5. Uso del sistema de Pozo séptico por tamaño de hogar (Cantidad de personas)



Fuente: Autores, 2025

**Descripción:** Las gráficas muestran distintos tamaños de grupo familiares; es decir es la cantidad de personas o grupo familiar en total en relación con los sistemas de saneamiento escogidos, agrupadas por categorías de tamaño de hogar o números de personas que habitan la casa.

Sistema de compostaje seco perteneciente a la gráfica # 3: Predomina su uso en grupos pequeños de 1 a 3 personas (89%), con muy pocos grupos de 4 a 7 personas (11%).

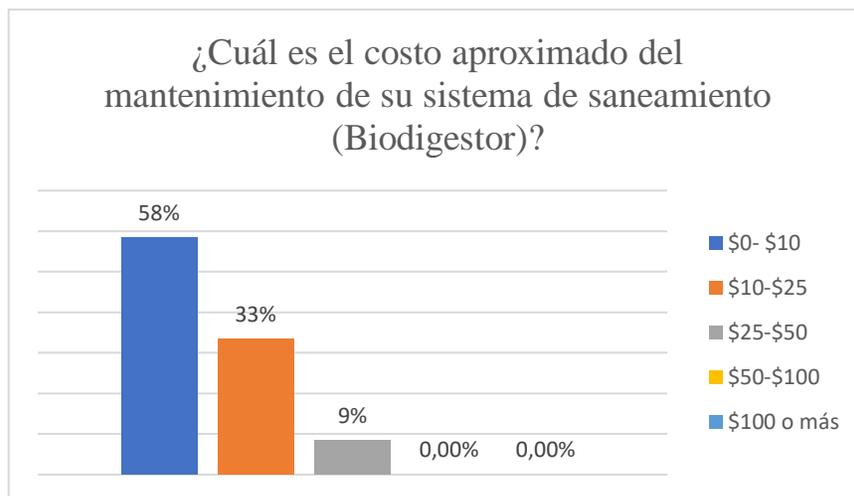
Sistema conectado a un biodigestor perteneciente a la gráfica #4: Este sistema es utilizado principalmente por grupos de 4 a 7 personas (67%), con una minoría de 1 a 3 personas (33%).

Pozo séptico perteneciente a la gráfica #5: Tiene una distribución más variada, siendo utilizado en su mayoría por grupos de 4 a 7 personas (53%), seguido por 1 a 3 personas (29%), 7 a 9 personas (12%) y 10 o más personas (6%).

En resumen, el sistema de compostaje seco es preferido por grupos pequeños, mientras que el biodigestor se utiliza en una mayor diversidad de situaciones en cuanto al número de personas. Por otro lado, el pozo séptico es empleado por una amplia variedad de usuarios en términos de tamaño del grupo. Sin embargo, el pozo séptico carece de beneficios a largo plazo y de adaptabilidad, lo que hace que el biodigestor sea una opción más favorable en muchos casos., por lo que el sistema conectado a un biodigestor suele ser una opción altamente recomendada en la relación calidad/beneficio.

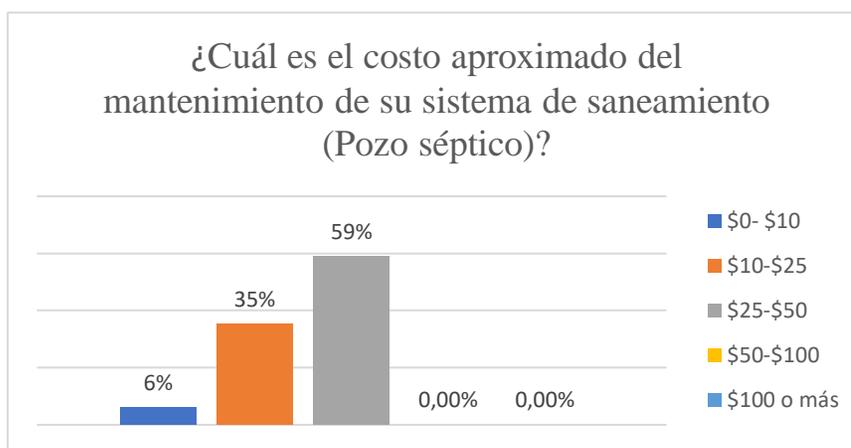
## Comparativa del costo de mantenimiento en los distintos sistemas de saneamiento

Gráfica 6. ¿Cuál es el costo aproximado del mantenimiento de su sistema de saneamiento (Biodigestor)?



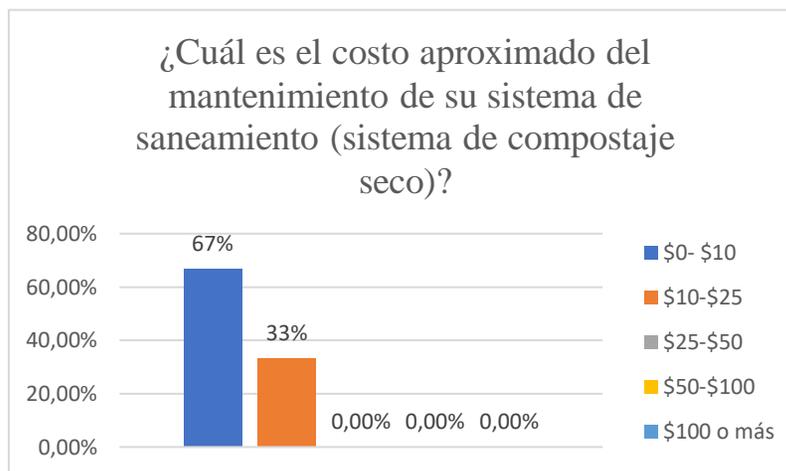
Fuente: Autores, 2025

Gráfica 7. ¿Cuál es el costo aproximado del mantenimiento de su sistema de saneamiento (Pozo séptico)?



Fuente: Autores, 2025

Gráfica 8. ¿Cuál es el costo aproximado del mantenimiento de su sistema de saneamiento (sistema de compostaje seco)?



Fuente: Autores, 2025

El biodigestor tiene un 58% de costos de mantenimiento en el rango más bajo (\$0-\$10), lo que es ligeramente menor que el sistema de compostaje seco (67%) pero significativamente mayor que el pozo séptico (6%).

**Biodigestor (Gráfica #6):** Según la encuesta, el 58% de los usuarios reportan que el costo de mantenimiento de su biodigestor está entre \$0 y \$10, mientras que un 33% gasta entre \$10 y \$25, y un 9% entre \$25 y \$50. Ninguno de los encuestados gasta más de \$50 en mantenimiento.

#### Recomendaciones de mantenimiento:

- ✓ Verificar y limpiar los filtros regularmente para asegurar que no estén obstruidos.
- ✓ Revisar que no haya fugas en las conexiones y tubos.
- ✓ Controlar el nivel de lodos y retirarlos cuando sea necesario para evitar la acumulación excesiva.

**Pozo séptico (Gráfica # 7):** En este caso, el 58.82% de los usuarios mencionan que el costo de mantenimiento de su pozo séptico es de \$25 a \$50, un 35.29% gasta entre \$10 y \$25, y un 5.88% entre \$0 y \$10. No hay reportes de gastos mayores de \$50.

**Recomendaciones de mantenimiento:**

- ✓ Bombear el tanque séptico regularmente para evitar la acumulación de sólidos.
- ✓ Mantener una zona libre de árboles alrededor del pozo séptico para evitar daños en las tuberías por raíces.
- ✓ Evitar verter químicos agresivos en el sistema para proteger las bacterias que ayudan en la descomposición de los residuos.

**Sistema de compostaje seco (Gráfica #8):** Aquí, el 67% de los encuestados indicó que el costo de mantenimiento de su sistema de compostaje seco está entre \$0 y \$10, mientras que el 33% gasta entre \$10 y \$25. Ninguno de los encuestados reportó gastos superiores a \$25.

**Recomendaciones de mantenimiento:**

- ✓ Asegurarse de que los residuos estén bien cubiertos con material seco como aserrín o paja para controlar los olores y facilitar el proceso de compostaje.
- ✓ Inspeccionar regularmente para detectar cualquier signo de plagas o roedores y tomar medidas correctivas.
- ✓ Retirar el compost maduro de manera periódica y utilizarlo como fertilizante orgánico.

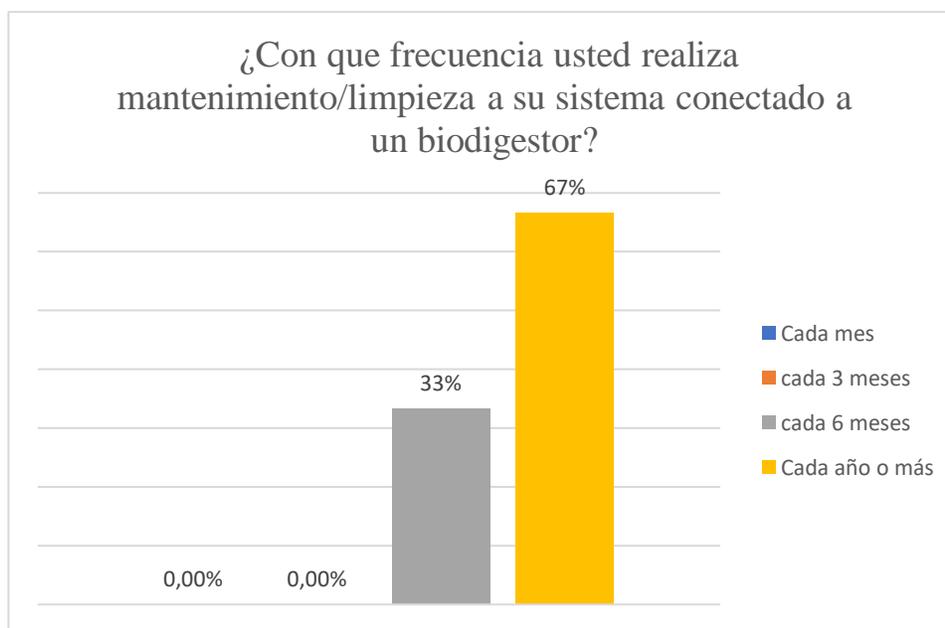
### Análisis en Variación en costos de mantenimiento de Biodigestores

La variación de costos de mantenimiento en los biodigestores puede deberse a varios factores, incluyendo:

- Eficiencia del diseño: Diseños más eficientes pueden requerir menos mantenimiento.
- Condiciones ambientales: La ubicación y las condiciones climáticas pueden afectar el desgaste del biodigestor.
- Frecuencia y calidad del mantenimiento: Mantenimientos más frecuentes y de mejor calidad pueden reducir costos a largo plazo.
- Capacidad del biodigestor: Biodigestores de mayor capacidad pueden requerir más mantenimiento.

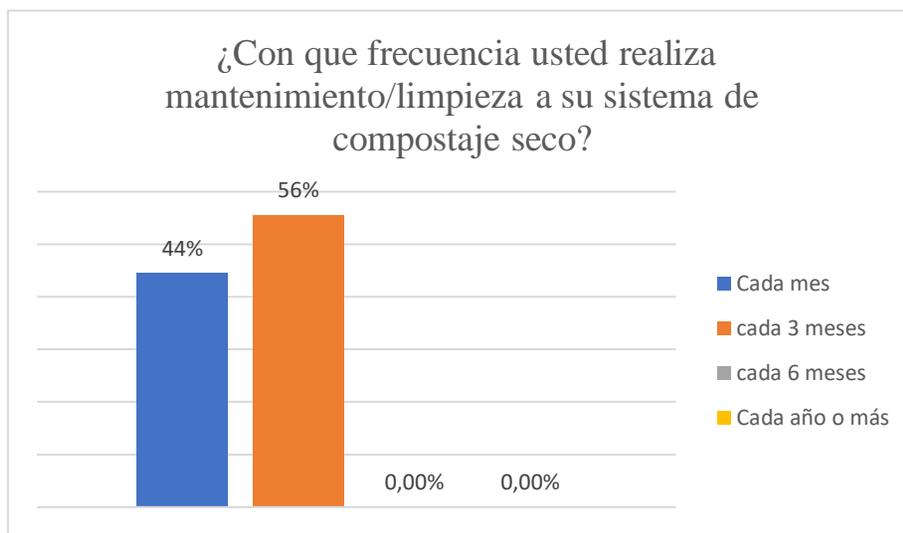
### Análisis comparativo de costos de mantenimiento y frecuencia (plazo) de mantenimiento

Gráfica 9. ¿Con que frecuencia usted realiza mantenimiento/limpieza a su sistema conectado a un biodigestor?



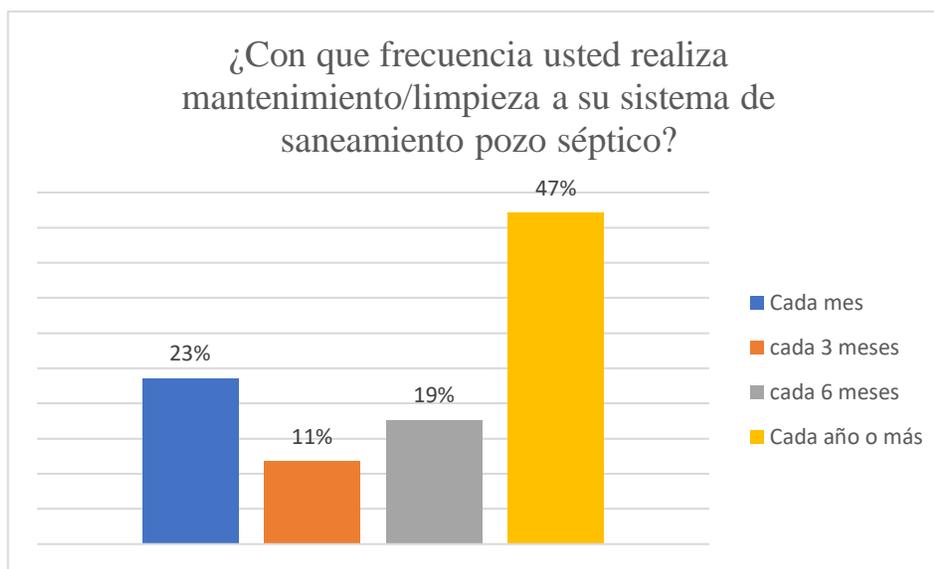
Fuente: Autores, 2025

Gráfica 10. ¿Con que frecuencia usted realiza mantenimiento/limpieza a su sistema de compostaje seco?



Fuente: Autores, 2025

Gráfica 11. ¿Con que frecuencia usted realiza mantenimiento/limpieza a su sistema de saneamiento pozo séptico?



Fuente: Autores, 2025

**Frecuencia de Mantenimiento Biodigestor (Gráfica #9):**

- Un 67% realiza mantenimiento cada año o más.
- El 33% lo hace cada 6 meses.
- No se registran frecuencias de mantenimiento más cortas (cada mes o cada 3 meses).

**Análisis:** El biodigestor presenta costos bajos de mantenimiento, reflejados en el rango predominante de \$0-\$10. La baja frecuencia de mantenimiento (anual o más) refuerza su costo accesible y lo convierte en una opción económica para los usuarios.

**Frecuencia de Mantenimiento Sistema de compostaje seco (Gráfica#10):**

- Un 56% realiza mantenimiento cada 3 meses.
- El 44% lo hace cada mes.
- No se reporta mantenimiento cada 6 meses o cada año o más.

**Análisis:** El sistema de compostaje seco tiene costos bajos, mayoritariamente en el rango de \$0-\$10. Sin embargo, su frecuencia de mantenimiento es mucho mayor, con una mayoría realizando tareas cada mes o cada 3 meses, lo que puede aumentar el esfuerzo requerido a pesar del bajo costo.

**Frecuencia de Mantenimiento Pozo séptico (Gráfica#11):**

- Un 47% realiza mantenimiento cada año o más.
- Un 23% lo hace cada mes.
- El 19% lo realiza cada 6 meses.
- Un 11% lo realiza cada 3 meses.

**Análisis:** El pozo séptico implica costos moderados, mayormente en el rango de \$25-\$50. La frecuencia de mantenimiento es más variable, con casi la mitad de los usuarios optando por un mantenimiento anual o más, mientras que otros lo realizan con mayor regularidad, lo que incrementa los costos.

El biodigestor se consolida como una opción altamente competitiva en términos de costos/plazos de mantenimiento, predominando en los rangos más bajos (\$0-\$10 y \$10-\$25). Este bajo costo puede atribuirse a su diseño eficiente y al hecho de que requiere un mantenimiento poco frecuente, con la mayoría de los usuarios realizando estas tareas cada año o más. Adicionalmente, el biodigestor ofrece beneficios ambientales significativos, como la reducción de desechos orgánicos y la generación de biogás y compost, lo que lo convierte en una solución sostenible, especialmente para comunidades rurales o áreas donde se busca minimizar el impacto ambiental.

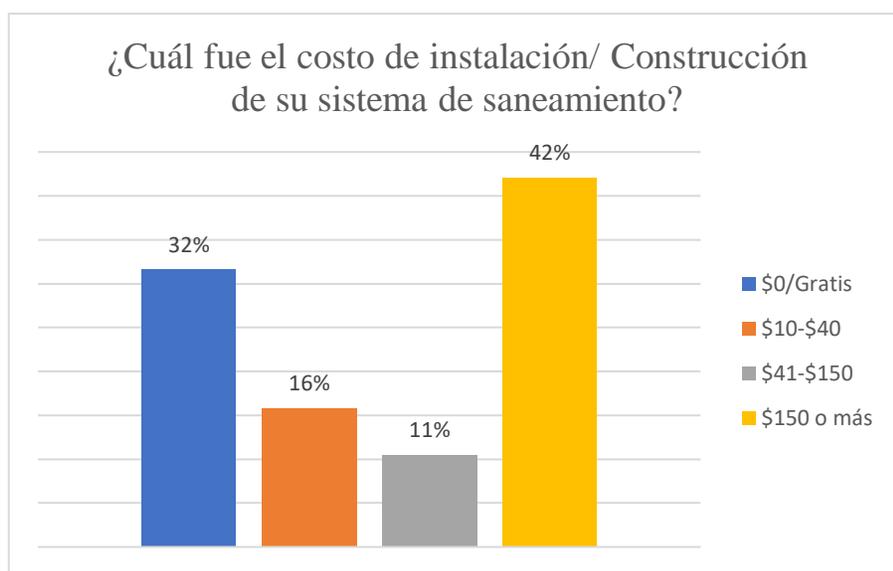
Por otro lado, el sistema de compostaje seco, aunque presenta costos similares en el rango bajo (\$0-\$10 y \$10-\$25), es notable que su ahorro puede estar relacionado con el uso de materiales reutilizables como aserrín, hojas secas y otros residuos orgánicos disponibles localmente. Sin embargo, su desventaja principal radica en la alta frecuencia de mantenimiento, con la mayoría de los usuarios llevando a cabo tareas cada mes o cada tres meses, lo que podría representar una mayor inversión de tiempo y esfuerzo, a pesar de los bajos costos económicos.

En contraste, el pozo séptico implica costos más elevados, con una mayoría de usuarios reportando gastos en el rango de \$25-\$50. Esto puede deberse a los servicios especializados requeridos para su limpieza y mantenimiento, como el uso de equipos para la extracción de lodos. Aunque una proporción significativa de usuarios realiza mantenimiento anual o menos frecuente, la variabilidad en las prácticas (algún cada mes o cada tres meses) refleja una mayor complejidad en su gestión, lo que lo hace menos accesible económicamente en comparación con las otras opciones.

En resumen, el biodigestor se posiciona como una solución económica y ambientalmente sostenible, especialmente frente al pozo séptico, que presenta mayores costos operativos. Aunque el sistema de compostaje seco compite en términos de bajo costo, su mayor frecuencia de mantenimiento puede ser un factor limitante para algunas comunidades. Por lo tanto, para aquellos que priorizan costos bajos, sostenibilidad y menor frecuencia de mantenimiento, el biodigestor emerge como la opción más equilibrada y eficiente.

- En las siguientes gráficas se analizó el costo de instalación del sistema que utiliza.

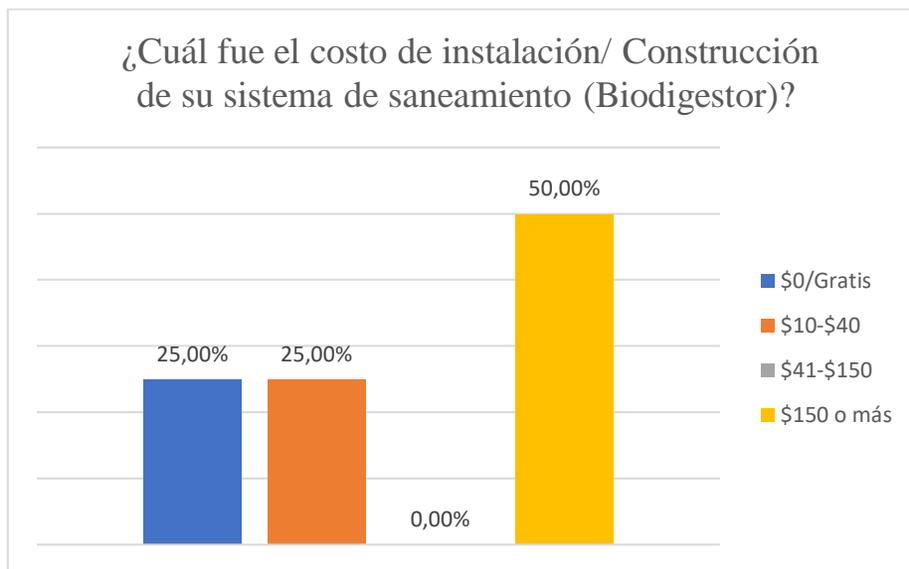
Gráfica 12. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento?



Fuente: Autores, 2025

## Comparativa del costo de instalación de los diferentes sistemas

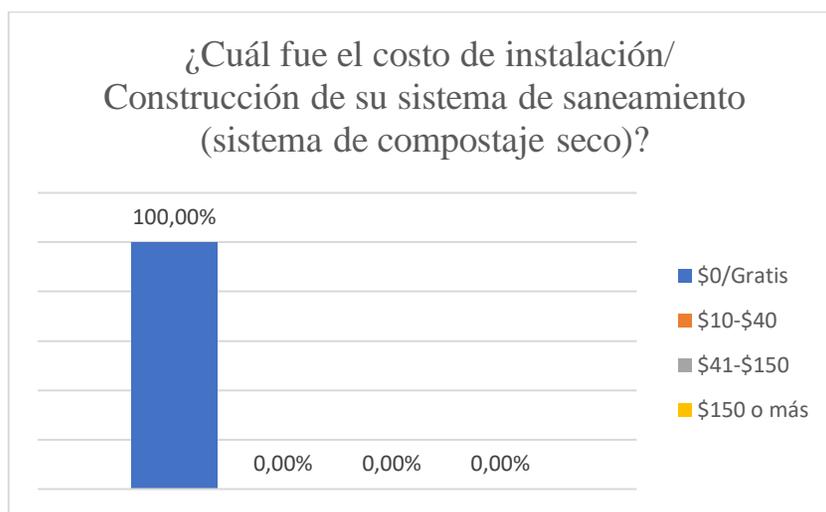
Gráfica 13. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento (Biodigestor)?



Fuente: Autores, 2025

El análisis de la gráfica 13 muestra que la opción del 50 % fue señalada por 6 familias y tuvieron un costo de \$150 o más, mientras que un 25 % fue señalada por 3 familias y fueron instalados de forma gratuita y el otro 25 % fue señalada por 3 familias costando entre \$10 y \$40. En el rango de \$41 a \$150 no se registró costos de instalación. Algunos sistemas sanitarios conectados a un biodigestor fueron financiados por programas de ayuda, como los promovidos por la organización Techo Ecuador. Sin embargo, hubo casos en los que algunas familias realizaron estas instalaciones por cuenta propia, con un presupuesto aproximado de \$550.

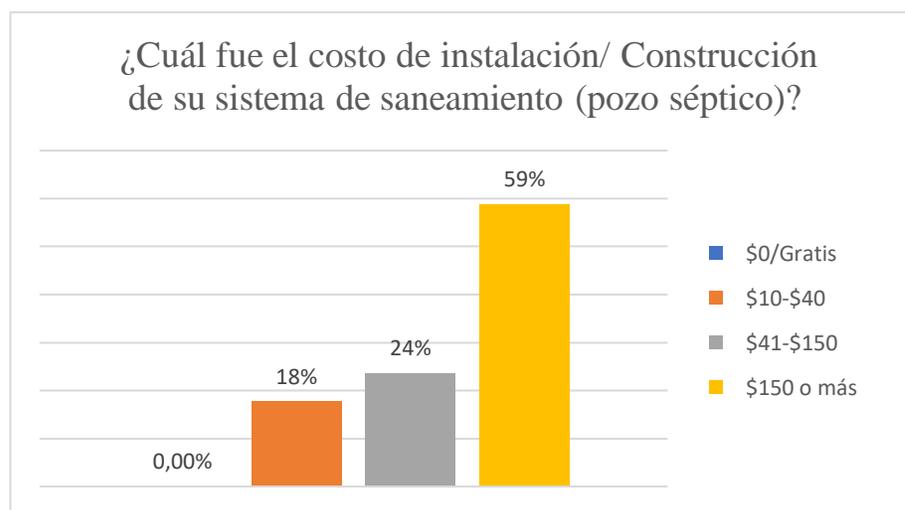
Gráfica 14. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento (sistema de compostaje seco)?



Fuente: Autores, 2025

El análisis de la gráfica 14 muestra que el 100% fue señalado por 9 familias y fueron instalados de forma gratuita, sin registros en otros rangos de costos. Este resultado resalta la importancia de implementar iniciativas que prioricen la gratitud en proyectos de saneamientos, asegurando su adopción incluso en comunidades con recursos económicos limitados.

Gráfica 15. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento (pozo séptico)?



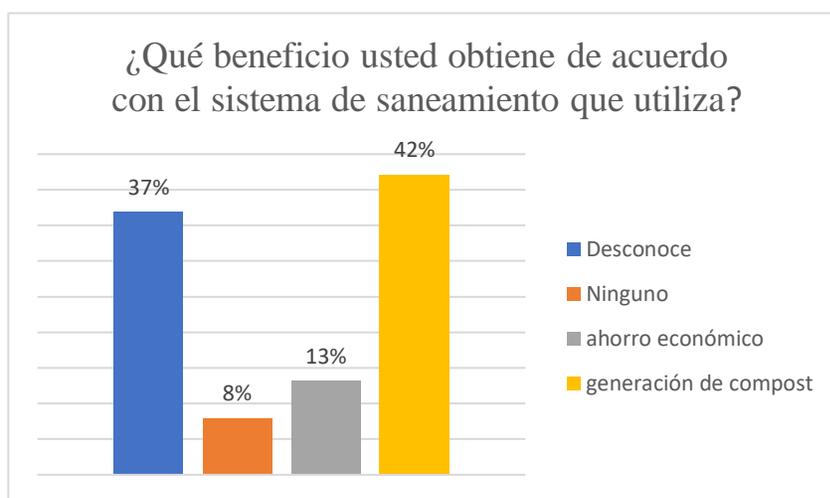
Fuente: Autores, 2025

El análisis de la gráfica 15 muestra que la opción más común, con el 59% fue señalada por 10 familias y tuvo un costo de instalación de \$150 o más, reflejando una inversión significativa. El costo, entre \$10 y \$40, corresponde al 18% señalado por 3 familias, mientras que el 24% se encuentra en un rango intermedio con el costo de \$41 a \$150 señalado por 4 familias y la última opción no fue seleccionada por que el pozo séptico no fue gratis para nadie si se gastó dinero para su construcción.

En resumen, el biodigestor, aunque tiene un costo de instalación alto, ofrece beneficios a largo plazo siendo una opción más sostenible que el pozo séptico. Algunos biodigestores fueron financiados por Techo Ecuador, lo que facilito su acceso. En comparación el compostaje seco es completamente gratuito para cualquier persona, pero su eficiencia es limitada ya que solo maneja residuos sólidos y no líquidos. El pozo séptico, por su parte, tiene costos muy elevados lo que lo hace menos accesible y eficiente en términos de sostenibilidad en comparación al biodigestor.

- En las siguientes gráficas se analizó el beneficio que se obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza.

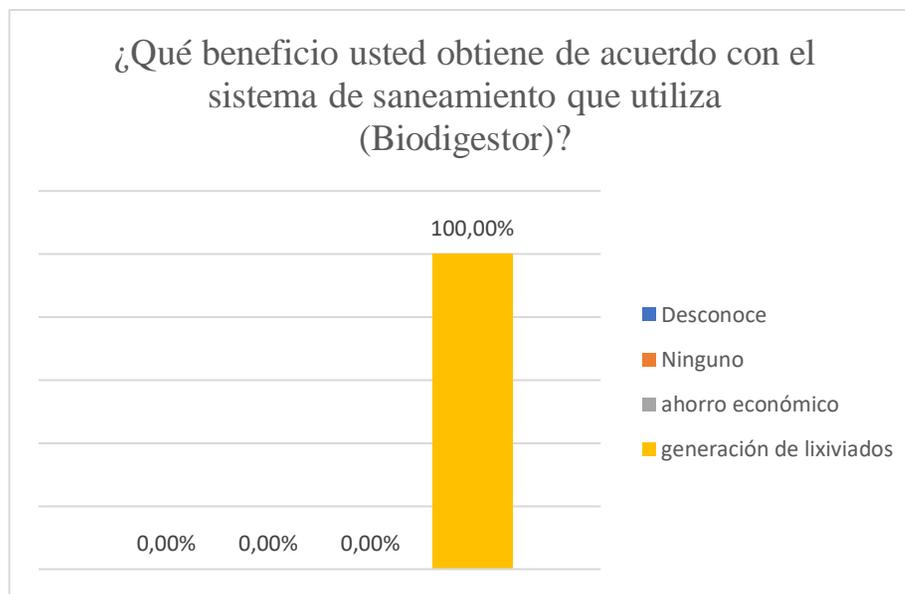
Gráfica 16. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza?



Fuente: Autores, 2025

## Comparativa del beneficio de acuerdo con el sistema de saneamiento

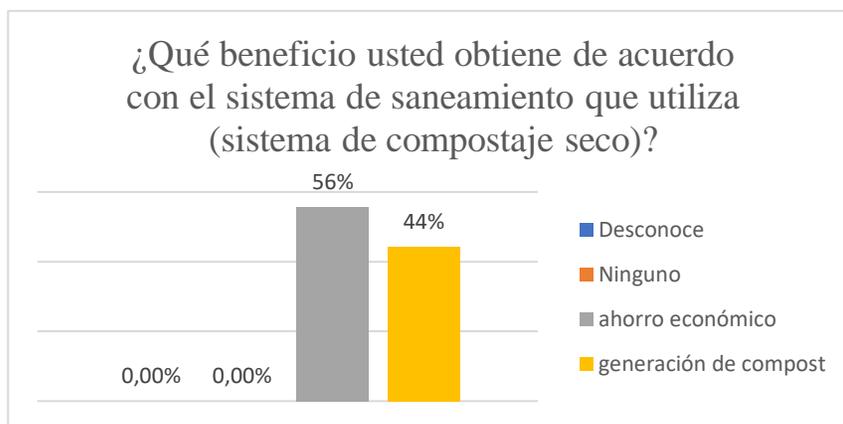
Gráfica 17. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza (Biodigestor)?



Fuente: Autores, 2025

El análisis de la gráfica 17 muestra que el 100% obtienen el beneficio de generar lixiviados usados como fertilizantes, control de malos olores y al tratamiento de suelo degradado. Este beneficio no solo permite a la comunidad aprovechar los desechos para mejorar la fertilidad del suelo, sino que también ofrece una solución ecológica. Lo que subraya una ventaja significativa de este sistema.

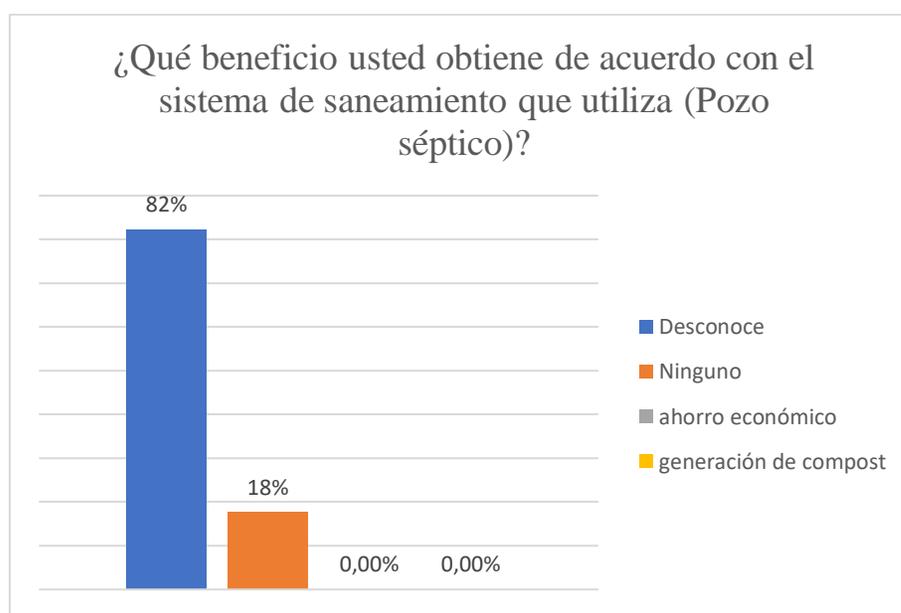
Gráfica 18. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza (sistema de compostaje seco)?



Fuente: Autores, 2025

El análisis de la gráfica 18 muestra que los beneficios son limitados. Un 56% destacó el ahorro económico, mientras que un 44% mencionó la generación de compost como beneficio. No se reportaron respuestas de desconocimiento o de no obtener beneficios, lo que indica que el compostaje seco tiene un impacto más reducido en comparación con otros sistemas de saneamiento. El ahorro económico se logra al reutilizar cascaras de zanahoria, cartón o aserrín en el compostaje seco, reduciendo la compra de fertilizantes químicos. Este proceso convierte los desechos en abono natural, disminuyendo costos y promoviendo una gestión eficiente de recursos.

Gráfica 19. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza (Pozo séptico)?



Fuente: Autores, 2025

El análisis de la gráfica 19 muestra un 82% que desconoce los beneficios del sistema, mientras que un pequeño porcentaje del 18% no reporta ningún beneficio. Además, no se mencionaron beneficios relacionados con el ahorro económico ni con la generación de compost, lo que sugiere que el pozo séptico, aunque es funcional en el tratamiento de aguas residuales, no ofrece ventajas adicionales percibidas por los usuarios, como el compostaje o ahorros económicos en comparación con otros sistemas de saneamiento.

En resumen, el biodigestor se destaca como la opción más viable entre los sistemas de saneamientos analizados y que el 100 % de los usuarios obtiene el beneficio de generar lixiviados usados como fertilizantes, control de malos olores y al tratamiento de suelo degradado. En comparación, el compostaje seco tiene beneficios limitados ya que solo un 56% destacó el ahorro económico y un 44% la generación de compost lo que refleja un impacto menor. Por otro lado, el pozo séptico muestra que un 82% de los usuarios desconoce los beneficios del sistema, sin reportar ventajas adicionales como ahorro económico o generación de compost, lo que lo hace menos factible en comparación con el biodigestor.

## CAPITULO V

### 5.1. CRONOGRAMA

*Tabla 10. Cronograma de actividades para anteproyecto y trabajo de titulación*

RESULTADO/PRODUCTO/APRENDIZAJE	RESPONSABLE	DURACIÓN (SEMANAS)																			
		OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Elección del tema para el anteproyecto	Grupo de tesis																				
Analizar los problemas y justificación que se presenta en la zona a relizar el proyecto	Grupo de tesis																				
Investigacion de ambos sistemas a comparar	Grupo de tesis																				
Plantear el objetivo general y objetivos específicos	Grupo de tesis																				
Revisión del anteproyecto	Grupo de tesis																				
Sustentación del Anteproyecto	Grupo de tesis y tutor																				
Observaciones que hay entre ambos sistemas	Grupo de tesis																				
Análisis de la comparación de ambos sistemas que se usan en la zona rural	Grupo de tesis																				
Presentación del avance	Grupo de tesis y tutor																				
Comprobación de resultados obtenidos	Grupo de tesis																				
Presentación de las ventajas y desventajas	Grupo de tesis																				
Corrección de los resultados obtenidos	Grupo de tesis y tutor																				
Entrega de los documentos finales	Grupo de tesis																				
Defensa del proyecto final	Grupo de tesis																				

*Fuente: Autores, 2025*

## 5.2. PRESUPUESTO

Tabla 11. Presupuesto para la instalación del biodigestor.

No.	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
<b>OBRA CIVIL</b>					
1	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	2,40	\$ 0,75	\$ 1,80
2	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN MANUAL	M3	4,68	\$ 7,86	\$ 36,78
3	REPLANTILLO DE HORMIGÓN SIMPLE F´C=140 KG/CM2 E=5CM	M2	2,40	\$ 7,20	\$ 17,28
<b>OBRA SANITARIA</b>					
8	BIODIGESTOR ROTOPLAST 600 L.(INCLUYE ACCESORIOS E INSTALACION)	U	1,00	\$ 506,75	\$ 506,75
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 562,61</b>

Fuente: Autores, 2025

Tabla 12. Análisis de Precios Unitarios.

RUBRO 1					
					HOJA 1/4
<b>1.6 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO: 1				UNIDAD:	M2
DETALLE: TRAZADO Y REPLANTEO					
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores (5% M/O)			\$ -		\$ 0,021
			\$ -		\$ -
			\$ -		\$ -
			\$ -		\$ -
SUBTOTAL M					\$ 0,021
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	3,000	\$ 4,05	\$ 12,15	0,032000	\$ 0,389
Maestro	0,200	\$ 4,55	\$ 0,91	0,032000	\$ 0,029
			\$ -		\$ -
			\$ -		\$ -
			\$ -		\$ -
			\$ -		\$ -
			\$ -		\$ -
SUBTOTAL N					\$ 0,418
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Accesorios (Clavos, cuartones, piola, tiras, etc.)	u	1,000	0,2000	\$	0,20
				\$	-
				\$	-
				\$	-
				\$	-
				\$	-
SUBTOTAL O					\$ 0,200
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				\$	-
				\$	-
				\$	-
				\$	-
				\$	-
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO ( M+N+O+P)					\$ 0,639
INDIRECTOS %					7% \$ 0,045
UTILIDAD %					10% \$ 0,068
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 0,752
VALOR OFERTADO					\$ 0,75
<b>ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					

Tabla 13. Análisis de Precios Unitarios

<b>RUBRO 2</b>						<b>HOJA 2/4</b>
<b>1.6 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>RUBRO: 2</b>				<b>UNIDAD:</b>	<b>M3</b>	
<b>DETALLE: EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN MANUAL</b>						
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas Menores (5% MO)			\$ -		\$ 0,318	
			\$ -		\$ -	
			\$ -		\$ -	
			\$ -		\$ -	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>\$ 0,318</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Peón	3,000	\$ 4,05	\$ 12,15	0,487000	\$ 5,917	
Maestro	0,200	\$ 4,55	\$ 0,91	0,487000	\$ 0,443	
			\$ -		\$ -	
			\$ -		\$ -	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>\$ 6,360</b>	
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>\$ -</b>	
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>\$ -</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO ( M+N+O+P)</b>					<b>\$ 6,678</b>	
<b>INDIRECTOS %</b>					<b>7%</b>	<b>\$ 0,467</b>
<b>UTILIDAD %</b>					<b>10%</b>	<b>\$ 0,715</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>\$ 7,860</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 7,86</b>	
<b>ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA</b>						

Fuente: Autores, 2025

Tabla 14. Análisis de Precios Unitarios.

<b>RUBRO 3</b>						<b>HOJA 3/4</b>
<b>1.6 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>RUBRO: 3</b>				<b>UNIDAD:</b>	<b>M2</b>	
<b>DETALLE: REPLANTILLO DE HORMIGÓN SIMPLE F'c=140 KG/CM2 E=5CM</b>						
<b>EQUIPOS</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>\$</b>	<b>-</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HR</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>	
Maestro	1,000	\$ 4,55	\$ 4,55	0,060000	\$ 0,273	
Albañil	2,000	\$ 4,10	\$ 8,20	0,060000	\$ 0,492	
Peón	3,000	\$ 4,05	\$ 12,15	0,060000	\$ 0,729	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>\$</b>	<b>1,494</b>
<b>MATERIALES</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNITARIO</b>	<b>COSTO</b>		
Hormigon Premezclado F'c=140 KG/CM2	M3	0,05	90,00	\$ 4,500		
Encofrado	M2	0,10	1,20	\$ 0,120		
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>\$</b>	<b>4,620</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO</b>		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>\$</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO ( M+N+O+P)</b>				<b>\$</b>	<b>6,114</b>	
<b>INDIRECTOS %</b>				<b>7%</b>	<b>\$</b>	<b>0,428</b>
<b>UTILIDAD %</b>				<b>10%</b>	<b>\$</b>	<b>0,654</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>\$</b>	<b>7,196</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>\$</b>	<b>7,20</b>	
<b>ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA</b>						

Tabla 15. Análisis de Precios Unitarios.

<b>RUBRO 4</b>						<b>HOJA 4/4</b>
<b>1.6 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>RUBRO: 4</b>				<b>UNIDAD:</b>	<b>U</b>	
<b>DETALLE: BIODIGESTOR</b>						
<b>EQUIPOS</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>	
Herramientas Menores (5% M/O)			\$ -	2,660000	\$ 2,289	
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>\$ 2,289</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HR</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>	
Maestro	0,200	\$ 4,55	\$ 0,91	2,660000	\$ 2,421	
Peón	2,000	\$ 4,05	\$ 8,10	2,660000	\$ 21,546	
GAFITERO	2,000	\$ 4,10	\$ 8,20	2,660000	\$ 21,812	
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>\$ 45,779</b>
<b>MATERIALES</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNITARIO</b>	<b>COSTO</b>		
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PEAD/POLIETILENO 110 MM	M	1,00	\$ 9,03	\$ 9,030		
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PEAD/POLIETILENO 50 MM	M	1,00	\$ 3,71	\$ 3,710		
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO PEAD PE Ø 110MM 90°	UNIDAD	1,00	\$ 1,94	\$ 1,940		
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO PEAD PE Ø 110MM 45°	UNIDAD	1,00	\$ 1,93	\$ 1,930		
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO PEAD PE Ø 50MM 90°	UNIDAD	1,00	\$ 0,92	\$ 0,920		
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO PEAD PE Ø 50MM 45°	UNIDAD	1,00	\$ 0,59	\$ 0,590		
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE YEE PEAD PE Ø 110MM A Ø 50 MM	UNIDAD	1,00	\$ 3,40	\$ 3,400		
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE PEAD PE Ø 110MM X 110MM	UNIDAD	1,00	\$ 2,81	\$ 2,810		
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VALVULA DE PASO PEAD PE Ø 50MM	UNIDAD	1,00	\$ 3,00	\$ 3,000		
BIODIGESTOR ROTOPLAST 600 L	UNIDAD	1,00	\$ 350,00	\$ 350,000		
SIFON DESG. 50mm (PARA DUCHA)	UNIDAD	1,00	\$ 1,88	\$ 1,880		
KALIPEGA 125CC (FAB.)	UNIDAD	1,00	\$ 3,27	\$ 3,270		
<b>SUBTOTAL O</b>						<b>\$ 382,480</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO</b>		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>\$ -</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO ( M+N+O+P)</b>					<b>\$ 430,548</b>	
<b>INDIRECTOS %</b>				7%	<b>\$ 30,138</b>	
<b>UTILIDAD %</b>				10%	<b>\$ 46,069</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>\$ 506,754</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 506,75</b>	
<b>ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA</b>						

Fuente: Autores, 2025

## CAPITULO VI

### 6.1. CONCLUSIONES

- ❖ Se logró identificar y analizar los costos asociados a la implementación y mantenimiento de todos los sistemas. El biodigestor, aunque presenta un costo inicial alto en lo que refiere a costos a comparación del pozo séptico, puede ofrecer beneficios económicos a largo plazo a través de la producción de fertilizantes y menor impacto ambiental. En contraste, el sistema de compostaje seco tiene costos de instalación más bajos, pero puede requerir un mayor esfuerzo en su mantenimiento diario. Así mismo como la construcción de un pozo séptico no genera un beneficio que aporte a los habitantes, por lo cual la mejor opción en relación costo/beneficio es el biodigestor.
  
- ❖ La evaluación de las ventajas y desventajas de cada sistema permitió comprender mejor sus implicaciones económicas y ambientales. El biodigestor se destaca por su capacidad de generar energía y reducir la contaminación, mientras que el compostaje seco es más sencillo y eficiente en términos de espacio, aunque su proceso es más lento y no produce subproductos energéticos. A su vez se analizó el pozo séptico además de generar un mayor impacto ambiental y un hedor en cuestión de olores, parece ser el más utilizado debido al desconocimientos de las ventajas que generan los demás sistemas, en el que destaca el biodigestor.
  
- ❖ La investigación facilitó la identificación del sistema más adecuado para la comunidad, considerando las necesidades y preferencias de los habitantes. La elección del sistema depende de factores como el presupuesto disponible, la urgencia de implementación y la capacidad de los usuarios para manejar cada sistema. Esto sugiere que no hay una solución única, sino que se debe adaptar la elección a las circunstancias específicas de cada familia.

- ❖ El biodigestor destaca como la opción más equilibrada y sostenible en términos de costos y frecuencia de mantenimiento, predominando en los rangos más bajos (\$0-\$25) y requiriendo mantenimiento anual o menos frecuente, lo que lo convierte en una alternativa eficiente y accesible. Aunque el sistema de compostaje seco comparte costos bajos, su alta frecuencia de mantenimiento puede ser una desventaja para los usuarios. En contraste, el pozo séptico, con costos significativamente más altos (\$25-\$50), demanda una mayor inversión económica y una gestión más compleja. Por lo tanto, el biodigestor se posiciona como la mejor opción para quienes buscan reducir costos, tiempo y esfuerzo, mientras contribuyen a la sostenibilidad ambiental.
- ❖ El proyecto de investigación se encuentra alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el ODS 6, que promueve el acceso universal y equitativo a agua potable segura y asequible, así como a servicios de saneamiento adecuados. Al centrarse en el desarrollo y análisis de sistemas de saneamiento como biodigestores, pozos sépticos y compostaje seco, se fomenta la implementación de soluciones sostenibles que no solo mejoran la calidad de vida de las comunidades rurales más vulnerables, sino que también contribuyen a reducir las desigualdades en el acceso a estos servicios básicos. Asimismo, la investigación impulsa el manejo eficiente de recursos hídricos y el tratamiento seguro de desechos, promoviendo prácticas que disminuyen el impacto ambiental y fortalecen la resiliencia de las comunidades frente a desafíos sanitarios y climáticos. De este modo, se aporta directamente al cumplimiento de metas específicas del ODS 6, como la reducción de la contaminación del agua y el aumento del acceso a infraestructura sostenible, mientras se fomenta la inclusión social y el respeto por el medio ambiente.

- ❖ El Impacto Económico y Social La elección del sistema de manejo de residuos debe equilibrar los costos de implementación y operación con su impacto social y ambiental. Es fundamental que el sistema se adapte a las condiciones culturales, socioeconómicas y educativas de la comunidad, promoviendo autonomía en su mantenimiento y operación.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- ❖ Se recomienda priorizar la instalación del biodigestor en la comunidad, ya que ofrece la mejor relación costo y beneficio al generar fertilizante orgánico y contribuyendo en una reducción de impacto ambiental. Además, este sistema contribuye a la sostenibilidad a largo plazo al aprovechar los residuos de manera eficiente, generando un recurso valioso que mejora la productividad agrícola y reducir la dependencia de fertilizantes químicos. Para maximizar su efectividad y garantizar su funcionamiento óptimo, se puede capacitar a los habitantes de la comunidad sobre su uso y mantenimiento adecuado asegurando que comprendan sus beneficios y el impacto positivo que puede tener en su calidad de vida y en el medio ambiente. Además, realizarle un seguimiento para evaluar su desempeño, detectar posibles problemas y realizar ajustes en el mantenimiento cuando sea necesario.
  
- ❖ Se recomienda promover el uso del biodigestor, dado que sus beneficios ambientales lo posicionan como la opción más adecuada y ventajosa a largo plazo. En comparación con el compostaje seco, que, aunque es eficiente en términos de espacios, tiene un proceso lento, el biodigestor ofrece una solución más rápida y efectiva para el manejo de residuos. Por otro lado, los pozos sépticos a pesar de ser ampliamente utilizados ocasionan problema de olores que afectan negativamente la calidad de vida de los habitantes, el biodigestor minimiza estos impactos, mejorando así el entorno local.

- ❖ Se recomienda llevar a cabo una evaluación detallada de las necesidades y capacidades de cada familia antes de decidir qué sistema implementar, adaptando la elección a la circunstancia específicas de cada hogar. Es fundamental considerar factores como el presupuesto disponible y el nivel de conocimiento de los usuarios sobre el mantenimiento de los sistemas. De esta forma, se garantizará una implementación efectiva en cada caso particular.
- ❖ Se recomienda optar por el biodigestor ya que es la opción más adecuada, dado que ofrece un equilibrio óptimo entre costos y frecuencia de mantenimiento. Con costos iniciales de mantenimiento en un rango de (\$0-\$25) y requiriendo mantenimiento anual o menos frecuente. Aunque el sistema de compostaje seco también es una opción económica, su alta frecuencia de mantenimiento puede ser una desventaja para los usuarios. En comparación, el pozo séptico implica mayores costos de mantenimiento en un rango entre (\$25-\$50), demandando una mayor inversión económica. Por lo tanto, se sugiere la implementación del biodigestor, ya que no solo reduce costos y esfuerzos, sino que también favorece la sostenibilidad ambiental, alineándose con los objetivos de una gestión eficiente y accesible de los recursos.
- ❖ Se recomienda orientar el proyecto de investigación hacia soluciones que fortalezcan el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 6 que promueve el acceso universal y equitativo al agua potable segura y servicios de saneamiento adecuados. Al enfocarse en el desarrollo y análisis sostenible, como biodigestores, pozos sépticos y compostaje seco, que busca mejorar la calidad de vida de la comunidad. Así mismo, garantizar un manejo eficiente de los recursos hídricos y el tratamiento adecuado de desechos, promoviendo prácticas que minimicen el impacto ambiental y fortalezcan la resiliencia comunitaria frente a desafíos sanitarios y climáticos. De esta manera, el proyecto contribuirá directamente a reducir la contaminación del agua, al incremento de la infraestructura sostenible

y al impulso de la inclusión social, al mismo tiempo que promueve el respeto por el medio ambiente.

- ❖ Se recomienda elegir un sistema de manejo de residuos que equilibre de manera efectiva los costos de implementación y operación con su impacto ambiental. Es importante optar por soluciones que se adapten a las condiciones socioeconómicas y educativas de la comunidad, fomentando su autonomía en el mantenimiento y la operación. Además, el sistema debe promover un sentido de responsabilidad que contribuya al bienestar general y garantice su viabilidad a largo plazo.

### 6.3. BIBLIOGRAFÍA

- Argentina.gob.ar. ((s.f.)). *Biodigestores: los residuos como generadores de energía*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/accion/biodigestores#:~:text=Un%20biodigestor%20es%20un%20recipiente,mediante%20un%20generador%20a%20gas.>
- BBVA. (10 de 10 de 2024). Obtenido de *¿Qué es el compost y cuáles son sus fases?:* <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-compost-y-cuales-son-sus-fases-el-poder-del-suelo-vivo/>
- BBVA. (10 de 10 de 2024). *¿Qué es el compost y cuáles son sus fases?* Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-compost-y-cuales-son-sus-fases-el-poder-del-suelo-vivo/>
- de Instrucciones, M. S. ((s.f.)). *Sistema de Saneamiento Seco por Compostaje de “Humanure”*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://humanurecentral.com/downloads/humanure\_manual\_Spanish.pdf
- ELECTROBOMBAS JÁVEA, TECNOLOGÍAS DEL AGUA. ((s.f.)). *Fosa sépticas: qué son, cómo funcionan, tipos y beneficios*. Obtenido de <https://electrobombasjavea.com/blog/fosas-septicas-que-son-como-funcionan-tipos-y-beneficios>
- Engeikos, Naturaleza limpia. (2021). *Todo sobre pozos sépticos: Funcionamiento y ventajas*. Obtenido de <https://engeikos.com/pozos-septicos-funcionamiento/>
- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARROQUIA RURAL “EL LAUREL” DEL CANTON DAULE*. (Junio de 2014). Obtenido de chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbdm/adm/file:///D:/Descargas/8586015.pdf
- Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. (15 de 05 de 2020). *Compostaje: una práctica sustentable para reducir basura*. Obtenido de <https://agronomia.uchile.cl/noticias/163465/compostaje-una-practica-sustentable-para-reducir-basura>
- Fibras y Normas de Colombia S.A.S. ((s.f.)). *POZOS SÉPTICOS: DEFINICION, ESTRUCTURA Y TIPOS*. Obtenido de <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/pozos-septicos-estructura-y-tipos/>
- Food and Agriculture Organization. ((s.f.)). *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf
- Fundación Aquae.org. (11 de 03 de 2021). *Descubre todos los detalles acerca del biodigestor*. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/biodigestor/>

Gámez, M. J. (2015, septiembre 17). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Morán, M. (2015, enero 7). *Agua y saneamiento*. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

MEDINA, M. J. (2012). *ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST CON FINES COMERCIALES UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO CON LA ASOCIACIÓN SANTA CATALINA DEL CANTÓN PÍLLARO*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6e07429c-8cce-4817-b190-70d45da315a0/content>

MORGA DESATASCOS Y FONTANERIA . ((s.f.)). *Cuáles son los tipos de pozos sépticos que existen*. Obtenido de <https://limpiezasmorgasl.com/blog/tipos-pozos-septicos-existen/>

MUNGIA, ANULACIONES SÉPTICAS. (31 de 05 de 2023). *¿Qué es un pozo séptico?* Obtenido de <https://saneamientosmungia.com/que-es-un-pozo-septico/>

OMS-Paho.org. ((s.f.)). *Agua y Saneamiento9*. Obtenido de <https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>

Portés, n. S. (Junio de 2014). *estudio de impacto ambiental proyecto alcantarillado sanitario y pluvial parroquia rural “el laurel” del cantón Daule, en la provincia del Guayas*. Obtenido de chrome-extension://oemmnrcbldboiebfnladdacbfmadadm/file:///D:/Descargas/8586015.pdf

Rotoplas más y mejor agua. ((s.f.)). *Biodigestor Autolimpiable: características y beneficios*. Obtenido de <https://rotoplascentroamerica.com/biodigestor-autolimpiable-caracteristicas-y-beneficios/#:~:text=Otra%20de%20las%20caracter%20C3%ADsticas%20del,de%20m%C3%A1s%20de%2035%20a%C3%B1os>

Toro, E. R., & Narea, M. S. ((s.f.)). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a5f80abc-8063-4e19-b871-e954f1db5bf6/content>

WIKIPEDIA, La enciclopedia libre. (8 de 08 de 2024). *Fosa séptica*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Fosa\\_s%C3%A9ptica](https://es.wikipedia.org/wiki/Fosa_s%C3%A9ptica)

Wikipedia contributors. (s/f). *Objetivo de Desarrollo Sostenible 6*. Wikipedia, The Free

Encyclopedia.[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Objetivo\\_de\\_Desarrollo\\_Sostenible\\_6&oldid=159878410](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Objetivo_de_Desarrollo_Sostenible_6&oldid=159878410)

Zarza, L. F. ((s.f.)). *¿Qué es una fosa séptica?* Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/ques-fosa-septica>

Zúñiga, I. C. (12 de 2007). *Biodigestores* . Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/bitstream/231104/362/1/Biodigestores.pdf

Zúñiga, I. C. (12 de 2007). *Tipos de biodigestores*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/bitstream/231104/362/1/Biodigestores.pdf

## CAPÍTULO VII

### 7.1. ANEXOS



*Fotografía 1. Investigación en campo - ubicación Piñal de Abajo*



*Fotografía 2. Investigación en campo - ubicación Piñal de Abajo*



*Fotografía 3. Recolección de información mediante encuestas*



*Fotografía 4. Vista de vivienda de bajos recursos.*



*Fotografía 5. Pozo séptico en funcionamiento*



*Fotografía 6. Josué Paucar, evaluando la situación en la que se presenta la comunidad.*



*Fotografía 7. Dialogo entre Jeickol Álvarez y habitantes del sector.*



*Fotografía 8. Jeickol Álvarez participando en la instalación del biodigestor.*



*Fotografía 9. Habitante de la comunidad, nos explicó el proceso en el cual genera el compostaje seco.*



*Fotografía 10. Josué Paucar realizando el proceso de compostaje seco.*



*Fotografía 11. Problemas de saneamiento, presencia del Moho.*



*Fotografía 12. Recolección de información mediante encuestas.*



*Fotografía 13. Recolección de información mediante encuestas.*



*Fotografía 14. Recolección de información mediante encuestas.*



*Fotografía 15. Recolección de información mediante encuestas.*



*Fotografía 16. Recolección de información mediante encuestas.*



*Fotografía 17. Recolección de información mediante encuestas.*



*Fotografía 18. Recolección de información mediante encuestas.*



*Fotografía 19. Recolección de información mediante encuestas.*



*Fotografía 20. Vista del parque en la comunidad Piñal de Abajo.*



*Fotografía 21. Vista del parque en la comunidad Piñal de Abajo.*



PROYECTO DE TITULACIÓN  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA- INGENIERÍA CIVIL  
ENCUESTA DE ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL MANEJO DE RESIDUOS EN LA  
COMUNIDAD PIÑAL DE ABAJO PARROQUIA LIMONAL

Nombre: Sionigá Susana  
Edad: 21 años

1. ¿Qué tipo sistema de saneamiento utiliza para tratar los residuos orgánicos?  
Sistema conectado a un biodigestor  sistema de compostaje seco  Pozo séptico
2. De acuerdo con el tipo de sistema de saneamiento que poseen, ¿Cuántas personas utilizan el sistema?  
De 1 a 3 personas  De 4 a 7 personas  De 7 a 9 personas  De 10 a más personas
3. ¿Con que frecuencia usted realiza mantenimiento a su sistema de saneamiento?  
Cada mes  cada 3 meses  cada 6 meses  Cada año o más
4. ¿Cuál es el costo aproximado del mantenimiento de su sistema de saneamiento?  
\$0- \$10  \$10-\$25  \$25-\$50  \$50-\$100  \$100 o más
5. ¿Qué necesito para la construcción de su sistema de saneamiento?  
Mano de obra  Maquinaria  materiales de construcción  Materiales reciclables (aserrín, papel, hojas secas)
6. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento?  
\$0/Gratis  \$10-\$40  \$41-\$150  \$150 o más (especifique Cantidad) \_\_\_\_\_
7. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza?  
Desconoce  Ninguno  ahorro económico  generación de compost
8. ¿De acuerdo a su sistema de saneamiento, si obtiene como beneficio la generación de compostaje, cuanto tarda en generar el compost?  
1 mes  2-3 meses  4-6 meses  8 meses o más
9. ¿De acuerdo con su sistema de saneamiento, si es por medio de un sistema de compostaje seco, que tipo de material utiliza para la generación de compost?  
Tierra  aserrín  Hojas secas  otros \_\_\_\_\_ (especifique)

Ilustración 28. Encuestas Representativas

Fuente: Autores, 2025



PROYECTO DE TITULACIÓN  
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA- INGENIERÍA CIVIL  
ENCUESTA DE ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL MANEJO DE RESIDUOS EN LA  
COMUNIDAD PIÑAL DE ABAJO PARROQUIA LIMONAL

Nombre: Nicole Lino  
Edad: 20 años

1. ¿Qué tipo sistema de saneamiento utiliza para tratar los residuos orgánicos?

Sistema conectado a un biodigestor  sistema de compostaje seco  Pozo séptico

2. De acuerdo con el tipo de sistema de saneamiento que poseen, ¿Cuántas personas utilizan el sistema?

De 1 a 3 personas  De 4 a 7 personas  De 7 a 9 personas  De 10 a más personas

3. ¿Con que frecuencia usted realiza mantenimiento a su sistema de saneamiento?

**NO** Cada mes  cada 3 meses  cada 6 meses  Cada año o más

4. ¿Cuál es el costo aproximado del mantenimiento de su sistema de saneamiento?

\$0- \$10  \$10-\$25  \$25-\$50  \$50-\$100  \$100 o más

5. ¿Qué necesito para la construcción de su sistema de saneamiento?

Mano de obra  Maquinaria  materiales de construcción  Materiales reciclables (aserrín, papel, hojas secas)

6. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento?

\$0/Gratis  \$10-\$40  \$41-\$150  \$150 o más (especifique Cantidad) \_\_\_\_\_

7. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza?

Desconoce  Ninguno  ahorro económico  generación de compost

8. ¿De acuerdo a su sistema de saneamiento, si obtiene como beneficio la generación de compostaje, cuanto tarda en generar el compost?

1 mes  2-3 meses  4-6 meses  8 meses o más

9. ¿De acuerdo con su sistema de saneamiento, si es por medio de un sistema de compostaje seco, que tipo de material utiliza para la generación de compost?

Tierra  aserrín  Hojas secas  otros \_\_\_\_\_ (especifique)

*Ilustración 29. Encuestas Representativas*

*Fuentes: Autores, 2025*



PROYECTO DE TITULACIÓN  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA- INGENIERÍA CIVIL  
ENCUESTA DE ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL MANEJO DE RESIDUOS EN LA  
COMUNIDAD PIÑAL DE ABAJO PARROQUIA LIMONAL

Nombre: Johana Alvarado  
Edad: 40

1. ¿Qué tipo sistema de saneamiento utiliza para tratar los residuos orgánicos?  
Sistema conectado a un biodigestor  sistema de compostaje seco  Pozo séptico
2. De acuerdo con el tipo de sistema de saneamiento que poseen, ¿Cuántas personas utilizan el sistema?  
De 1 a 3 personas  De 4 a 7 personas  De 7 a 9 personas  De 10 a más personas
3. ¿Con que frecuencia usted realiza mantenimiento a su sistema de saneamiento?  
Cada mes  cada 3 meses  cada 6 meses  Cada año o más
4. ¿Cuál es el costo aproximado del mantenimiento de su sistema de saneamiento?  
\$0-\$10  \$10-\$25  \$25-\$50  \$50-\$100  \$100 o más
5. ¿Qué necesito para la construcción de su sistema de saneamiento?  
Mano de obra  Maquinaria  materiales de construcción  Materiales reciclables (aserrín, papel, hojas secas)
6. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento?  
\$0/Gratis  \$10-\$40  \$41-\$150  \$150 o más (especifique Cantidad) \_\_\_\_\_
7. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza?  
Desconoce  Ninguno  ahorro económico  generación de compost
8. ¿De acuerdo a su sistema de saneamiento, si obtiene como beneficio la generación de compostaje, cuanto tarda en generar el compost?  
1 mes  2-3 meses  4-6 meses  8 meses o más
9. ¿De acuerdo con su sistema de saneamiento, si es por medio de un sistema de compostaje seco, que tipo de material utiliza para la generación de compost?  
Tierra  aserrín  Hojas secas  otros \_\_\_\_\_ (especifique)

Ilustración 30. Encuestas Representativas

Fuentes: Autores, 2025



PROYECTO DE TITULACIÓN  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA- INGENIERÍA CIVIL  
ENCUESTA DE ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL MANEJO DE RESIDUOS EN LA  
COMUNIDAD PIÑAL DE ABAJO PARROQUIA LIMONAL

Nombre: Maxixi Lino  
Edad: 45

1. ¿Qué tipo sistema de saneamiento utiliza para tratar los residuos orgánicos?  
Sistema conectado a un biodigestor  sistema de compostaje seco  Pozo séptico
2. De acuerdo con el tipo de sistema de saneamiento que poseen, ¿Cuántas personas utilizan el sistema?  
De 1 a 3 personas  De 4 a 7 personas  De 7 a 9 personas  De 10 a más personas
3. ¿Con qué frecuencia usted realiza mantenimiento a su sistema de saneamiento?  
Cada mes  cada 3 meses  cada 6 meses  Cada año o más
4. ¿Cuál es el costo aproximado del mantenimiento de su sistema de saneamiento?  
\$0- \$10  \$10-\$25  \$25-\$50  \$50-\$100  \$100 o más
5. ¿Qué necesito para la construcción de su sistema de saneamiento?  
Mano de obra  Maquinaria  materiales de construcción  Materiales reciclables (aserrín, papel, hojas secas)
6. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento?  
\$0/Gratis  \$10-\$40  \$41-\$150  \$150 o más (especifique Cantidad) \_\_\_\_\_
7. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza?  
Desconoce  Ninguno  ahorro económico  generación de compost
8. ¿De acuerdo a su sistema de saneamiento, si obtiene como beneficio la generación de compostaje, cuanto tarda en generar el compost?  
1 mes  2-3 meses  4-6 meses  8 meses o más
9. ¿De acuerdo con su sistema de saneamiento, si es por medio de un sistema de compostaje seco, que tipo de material utiliza para la generación de compost?  
Tierra  aserrín  Hojas secas  otros \_\_\_\_\_ (especifique)

Ilustración 31. Encuestas Representativas

Fuentes: Autores, 2025



PROYECTO DE TITULACIÓN  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA- INGENIERÍA CIVIL  
ENCUESTA DE ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL MANEJO DE RESIDUOS EN LA  
COMUNIDAD PIÑAL DE ABAJO PARROQUIA LIMONAL

Nombre: Joselyn Pita  
Edad: 29

1. ¿Qué tipo sistema de saneamiento utiliza para tratar los residuos orgánicos?  
Sistema conectado a un biodigestor  sistema de compostaje seco  Pozo séptico
2. De acuerdo con el tipo de sistema de saneamiento que poseen, ¿Cuántas personas utilizan el sistema?  
De 1 a 3 personas  De 4 a 7 personas  De 7 a 9 personas  De 10 a más personas
3. ¿Con qué frecuencia usted realiza mantenimiento a su sistema de saneamiento?  
Cada mes  cada 3 meses  cada 6 meses  Cada año o más
4. ¿Cuál es el costo aproximado del mantenimiento de su sistema de saneamiento?  
\$0- \$10  \$10-\$25  \$25-\$50  \$50-\$100  \$100 o más
5. ¿Qué necesito para la construcción de su sistema de saneamiento?  
Mano de obra  Maquinaria  materiales de construcción  Materiales reciclables (aserrín, papel, hojas secas)
6. ¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento?  
\$0/Gratis  \$10-\$40  \$41-\$150  \$150 o más (especifique Cantidad) \_\_\_\_\_
7. ¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza?  
Desconoce  Ninguno  ahorro económico  generación de compost
8. ¿De acuerdo a su sistema de saneamiento, si obtiene como beneficio la generación de compostaje, cuanto tarda en generar el compost?  
1 mes  2-3 meses  4-6 meses  8 meses o más
9. ¿De acuerdo con su sistema de saneamiento, si es por medio de un sistema de compostaje seco, que tipo de material utiliza para la generación de compost?  
Tierra  aserrín  Hojas secas  otros \_\_\_\_\_ (especifique)

Ilustración 32. Encuestas Representativas

Fuentes: Autores, 2025

Tabla 16. Encuestas Realizadas

	No. DE ENCUESTAS	1. ¿Qué tipo sistema de saneamiento utiliza para tratar los residuos orgánicos?	2. De acuerdo con el tipo de sistema de saneamiento que poseen, ¿Cuántas personas utilizan el sistema?	3.¿Con que frecuencia usted realiza mantenimiento/limpieza a su sistema de saneamiento?	4.¿Cuál es el costo aproximado del mantenimiento de su sistema de saneamiento?	5. ¿Qué necesito para la construcción de su sistema de saneamiento?	6.¿Cuál fue el costo de instalación/ Construcción de su sistema de saneamiento?	7.¿Qué beneficio usted obtiene de acuerdo con el sistema de saneamiento que utiliza?	8.¿De acuerdo a su sistema de saneamiento, si obtiene como beneficio la generación de compostaje, cuanto tarda en generar el compost?	9. ¿De acuerdo con su sistema de saneamiento, si es por medio de un sistema de compostaje seco, que tipo de material utiliza para la generación de compost?
USUARIO/ENCUESTADO	1	1	2	4	2	1	4	4		
USUARIO/ENCUESTADO	2	1	2	3	1	1	4	4		
USUARIO/ENCUESTADO	3	3	2	4	2	1	4	1		
USUARIO/ENCUESTADO	4	1	2	4	1	1	1	4		
USUARIO/ENCUESTADO	5	2	1	1	1	3	1	3	3	3
USUARIO/ENCUESTADO	6	2	1	1	1	3	1	4	3	2
USUARIO/ENCUESTADO	7	2	2	2	2	3	1	4	3	2
USUARIO/ENCUESTADO	8	2	1	2	1	3	1	4	3	2
USUARIO/ENCUESTADO	9	2	1	2	2	3	1	3	4	3
USUARIO/ENCUESTADO	10	2	1	1	1	3	1	4	3	3
USUARIO/ENCUESTADO	11	3	3	4	3	1	4	1		
USUARIO/ENCUESTADO	12	3	1	3	1	1	4	1		
USUARIO/ENCUESTADO	13	1	2	4	3	1	4	4		
USUARIO/ENCUESTADO	14	1	1	4	2	1	4	4		
USUARIO/ENCUESTADO	15	3	2	3	2	1	4	1		
USUARIO/ENCUESTADO	16	3	3	4	3	1	3	1		
USUARIO/ENCUESTADO	17	1	1	3	1	1	2	4		
USUARIO/ENCUESTADO	18	3	2	4	3	1	4	1		
USUARIO/ENCUESTADO	19	3	1	1	3	1	2	1		
USUARIO/ENCUESTADO	20	2	1	2	2	3	1	3	2	2
USUARIO/ENCUESTADO	21	2	1	1	1	3	1	3	2	3
USUARIO/ENCUESTADO	22	2	1	2	1	3	1	3	3	1
USUARIO/ENCUESTADO	23	3	1	1	3	1	4	1		
USUARIO/ENCUESTADO	24	3	2	2	3	1	3	1		
USUARIO/ENCUESTADO	25	1	1	3	1	1	2	4		
USUARIO/ENCUESTADO	26	3	2	4	2	1	4	2		
USUARIO/ENCUESTADO	27	1	2	4	1	1	1	4		
USUARIO/ENCUESTADO	28	3	1	3	3	1	2	2		
USUARIO/ENCUESTADO	29	3	1	1	3	1	2	2		
USUARIO/ENCUESTADO	30	3	2	4	2	1	3	1		
USUARIO/ENCUESTADO	31	1	1	4	2	1	2	4		
USUARIO/ENCUESTADO	32	3	2	4	3	1	4	1		
USUARIO/ENCUESTADO	33	1	2	4	1	1	1	4		
USUARIO/ENCUESTADO	34	3	2	2	2	1	3	1		
USUARIO/ENCUESTADO	35	1	2	3	2	1	4	4		
USUARIO/ENCUESTADO	36	3	2	4	2	1	4	1		
USUARIO/ENCUESTADO	37	1	2	4	1	1	4	4		
USUARIO/ENCUESTADO	38	3	4	1	3	1	4	1		

Fuente: Autores, 2025

Tabla 17. Tabulación de encuestas - Respuestas

Tabulación de encuestas									
RESPUESTAS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	Sistema conectado a un biodigestor	De 1 a 3 personas	Cada mes	\$0- \$10	Mano de obra menor y materiales de construcción	\$0/Gratis	Desconoce	1 mes	Tierra
2	sistema de compostaje seco	De 4 a 7 personas	cada 3 meses	\$10-\$25	Maquinaria	\$10-\$40	Ninguno	2-3 meses	aserrín
3	Pozo séptico	De 7 a 9 personas	cada 6 meses	\$25-\$50	Materiales reciclables (aserrín, papel, hojas secas)	\$41-\$150	ahorro económico	4-6 meses	Hojas secas
4		De 10 a más personas	Cada año o más	\$50-\$100		\$150 o más	generación de compost	8 meses o más	otros
5				\$100 o más					

Fuente: Autores, 2025

Tabla 18. Pregunta #1 de las encuestas.

PREGUNTA #1		
RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Sistema conectado a un biodigestor	12	32%
sistema de compostaje seco	9	23%
Pozo séptico	17	45%
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Autores, 2025

Tabla 19. Pregunta #2 de la encuesta.

PREGUNTA#2		
RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
De 1 a 3 personas	17	44,74%
De 4 a 7 personas	18	47,37%
De 7 a 9 personas	2	5,26%
De 10 a más personas	1	2,63%
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Autores, 2025

Tabla 20. Pregunta #3 de la encuesta.

PREGUNTA#3		
RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Cada mes	8	21,05%
cada 3 meses	7	18,42%
cada 6 meses	7	18,42%
Cada año o más	16	42,11%
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Autores, 2025

Tabla 21. Pregunta #4 de la encuesta

PREGUNTA #4		
RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
\$0- \$10	14	36,84%
\$10-\$25	13	34,21%
\$25-\$50	11	28,95%
\$50-\$100	0	0,00%
\$100 o más	0	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Autores, 2025

Tabla 22. Pregunta #5 de la encuesta.

PREGUNTA #5		
RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Mano de obra menor y materiales de construcción	29	76,32%
Maquinaria	0	0,00%
Materiales reciclables (aserrín, papel, hojas secas)	9	23,68%
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Autores, 2025

Tabla 23. Pregunta #6 de la encuesta.

PREGUNTA #6		
RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
\$0/Gratis	12	31,58%
\$10-\$40	6	15,79%
\$41-\$150	4	10,53%
\$150 o más	16	42,11%
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Autores, 2025

Tabla 24. Pregunta #7 de la encuesta.

PREGUNTA #7		
RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Desconoce	14	36,84%
Ninguno	3	7,89%
ahorro económico	5	13,16%
generación de compost	16	42,11%
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Autores, 2025

Tabla 25. Pregunta #8 de la encuesta.

PREGUNTA #8		
RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
1 mes	0	0,00%
2-3 meses	2	22,22%
4-6 meses	6	66,67%
8 meses o más	1	11,11%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Autores, 2025

*Tabla 26. Pregunta #9 de la encuesta.*

PREGUNTA #9		
RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Tierra	1	11,11%
aserrín	4	44,44%
Hojas secas	4	44,44%
otros	0	0,00%
TOTAL	9	100,00%

*Fuente: Autores, 2025.*