

**Propuesta de mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas
del Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida, Parque Natural y Cultural KENKE.**

Trabajo final presentado por:	Weymar Jamit Peña Evaristo Cristian Esneider Sepúlveda Bedoya
Programa:	Especialización en Gerencia de Proyectos
Docente:	Andrea Peña Rodríguez
Fecha:	Julio 28 -2026

Índice de contenidos

Resumen.....	3
Abstract	3
Introducción	5
Objetivo General	6
Objetivos Específicos.....	6
Metodología	6
Identificación y Análisis del Problema.....	7
Planificación de la Solución	9
Identificación y descripción un problema al interior de la organización	9
Descripción de la empresa a intervenir.....	10
Misión.....	10
Visión.....	10
Mapa de procesos	11
Descripción del proceso a intervenir.....	11
Descripción del problema que presenta el proceso.....	13
Establecimiento de planes de acción para la solución del problema	14
Establecimiento de objetivos	14
Descripción de la solución	15
Secuencia de actividades para ejecución de la solución	18
Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución.....	19
Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos.....	20
Alcance final de la solución	20
Identificación de responsables de las actividades para ejecución.....	22
Cronograma de ejecución	24
Presupuesto.....	25
Referencias bibliográficas	28

Resumen

El presente trabajo formula una propuesta de mejoramiento para el sistema de recolección y disposición de aguas residuales domésticas del Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida, ubicado en el Parque Natural y Cultural KENKE. La investigación se desarrolló mediante la metodología de Investigación-Acción, complementada con herramientas de Gerencia de Proyectos, permitiendo diagnosticar las causas del funcionamiento deficiente del sistema sanitario durante las temporadas de lluvia y estructurar una alternativa de solución acorde con las condiciones del entorno.

Como resultado, se propuso un sistema integrado conformado por un tanque séptico estanco, un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA) y un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal, diseñado para reducir los rebosamientos, mejorar las condiciones sanitarias y fortalecer la sostenibilidad ambiental del parque. Adicionalmente, se elaboró un plan de implementación que incluye el alcance, los recursos, los responsables, el cronograma, el presupuesto y los indicadores de seguimiento, proporcionando una base para la futura ejecución del proyecto y la toma de decisiones por parte de la organización.

Palabras clave: Investigación-Acción; Gerencia de Proyectos; saneamiento ambiental; aguas residuales domésticas; sostenibilidad ambiental.

Abstract

This study presents an improvement proposal for the domestic wastewater collection and disposal system of the Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida, located within the KENKE Natural and Cultural Park. The research was conducted using the Action Research methodology, supported by Project Management tools to identify the causes of the system's poor performance during the rainy season and to develop a solution adapted to the environmental conditions of the site.

The proposed solution consists of an integrated system including a sealed septic tank, an Upflow Anaerobic Filter (FAFA), and a horizontal subsurface-flow constructed wetland to reduce

sewage overflows, improve sanitary conditions, and strengthen environmental sustainability. In addition, an implementation plan was developed, including the project scope, resources, responsibilities, schedule, budget, and performance indicators, providing a practical framework for future project execution and organizational decision-making.

Keywords: Action Research; Project Management; environmental sanitation; domestic wastewater; environmental sustainability.

Introducción

La gestión adecuada de los sistemas de saneamiento básico constituye un elemento fundamental para garantizar la sostenibilidad ambiental y la continuidad operativa de las organizaciones dedicadas al ecoturismo, especialmente cuando desarrollan sus actividades en ecosistemas con condiciones geográficas e hidrológicas particulares. Un manejo inadecuado de las aguas residuales domésticas puede generar impactos ambientales, afectar la experiencia de los visitantes y comprometer el cumplimiento de los objetivos de conservación que caracterizan este tipo de organizaciones.

El Parque Natural y Cultural KENKE, ubicado en el departamento del Guainía, desarrolla sus actividades en un ecosistema de sabanas inundables y bosques tropicales. Dentro de su oferta turística se encuentra el Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida, cuya infraestructura sanitaria presenta dificultades operativas derivadas de la saturación y el rebosamiento periódico de los pozos sépticos convencionales durante las temporadas de lluvia. Esta situación ha ocasionado afectaciones ambientales y operativas, además de generar inconformidad en algunos visitantes debido a la presencia de olores ofensivos en áreas comunes.

Con el propósito de analizar esta problemática y plantear una alternativa de mejora, el presente proyecto se desarrolló mediante la metodología de Investigación-Acción, la cual permitió realizar un diagnóstico del proceso de saneamiento básico, identificar las causas que originan la problemática y formular una propuesta de intervención acorde con las condiciones técnicas y ambientales del parque.

De manera complementaria, la propuesta fue estructurada bajo principios de la Gerencia de Proyectos, definiendo el alcance, los objetivos, los recursos, el cronograma y el presupuesto necesarios para su implementación. La integración de ambos enfoques permitió formular una solución técnicamente viable, orientada a fortalecer la gestión ambiental, mejorar la operación del

sistema de saneamiento y contribuir al cumplimiento de la misión institucional del Parque Natural y Cultural KENKE.

Objetivo General

Diseñar una propuesta de mejoramiento para el sistema de recolección y disposición de aguas residuales domésticas del Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida, perteneciente al Parque Natural y Cultural KENKE, mediante la aplicación de la metodología de Investigación-Acción y herramientas de Gerencia de Proyectos, con el fin de fortalecer la sostenibilidad ambiental, la continuidad operativa y la calidad del servicio ofrecido a los visitantes.

Objetivos Específicos

Para cumplir con el objetivo general, se establecieron tres objetivos específicos:

1. Realizar el diagnóstico técnico y organizacional del sistema actual de saneamiento básico del Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida, identificando las causas que originan el colapso recurrente del sistema de disposición de aguas residuales.
2. Diseñar una propuesta de mejoramiento del sistema de recolección y disposición de aguas residuales que incorpore criterios de sostenibilidad ambiental, viabilidad técnica y gestión de proyectos.
3. Elaborar un plan de implementación que incluya alcance, cronograma, recursos, presupuesto, responsables, riesgos e indicadores para facilitar la ejecución de la solución propuesta.

Metodología

El presente proyecto se desarrolló bajo la metodología de Investigación-Acción, por tratarse de un enfoque que permite analizar problemáticas reales dentro de una organización y formular soluciones fundamentadas mediante un proceso participativo, sistemático y orientado a la mejora continua. Esta metodología facilitó comprender la problemática asociada al sistema de recolección y

disposición de aguas residuales domésticas del Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida, involucrando el análisis del contexto operativo, la identificación de las causas que originan el problema y la estructuración de una propuesta de mejoramiento acorde con las necesidades del Parque Natural y Cultural KENKE.

De manera complementaria, el proyecto incorporó herramientas de Gerencia de Proyectos, con el propósito de estructurar la propuesta de intervención bajo criterios de planificación, organización y viabilidad. En este sentido, se definieron el alcance, los objetivos, las actividades, los recursos, el cronograma, el presupuesto y los responsables requeridos para facilitar una futura implementación de la solución propuesta.

El desarrollo metodológico se estructuró en tres fases principales que permitieron avanzar desde el diagnóstico de la problemática hasta la formulación de una propuesta de intervención técnicamente viable.

Identificación y Análisis del Problema

La primera etapa consistió en el diagnóstico del sistema actual de saneamiento básico, con el propósito de identificar las causas que generan las fallas recurrentes durante las temporadas de lluvia. Para ello se emplearon técnicas como la observación directa de la infraestructura, entrevistas semiestructuradas al personal del parque y la revisión de comentarios y registros de los huéspedes.

La información recopilada fue analizada mediante triangulación de datos y complementada con herramientas como el árbol de problemas que se muestra en la Figura 1, permitiendo identificar las causas raíz, los efectos sobre la operación del parque y los aspectos prioritarios para la intervención.

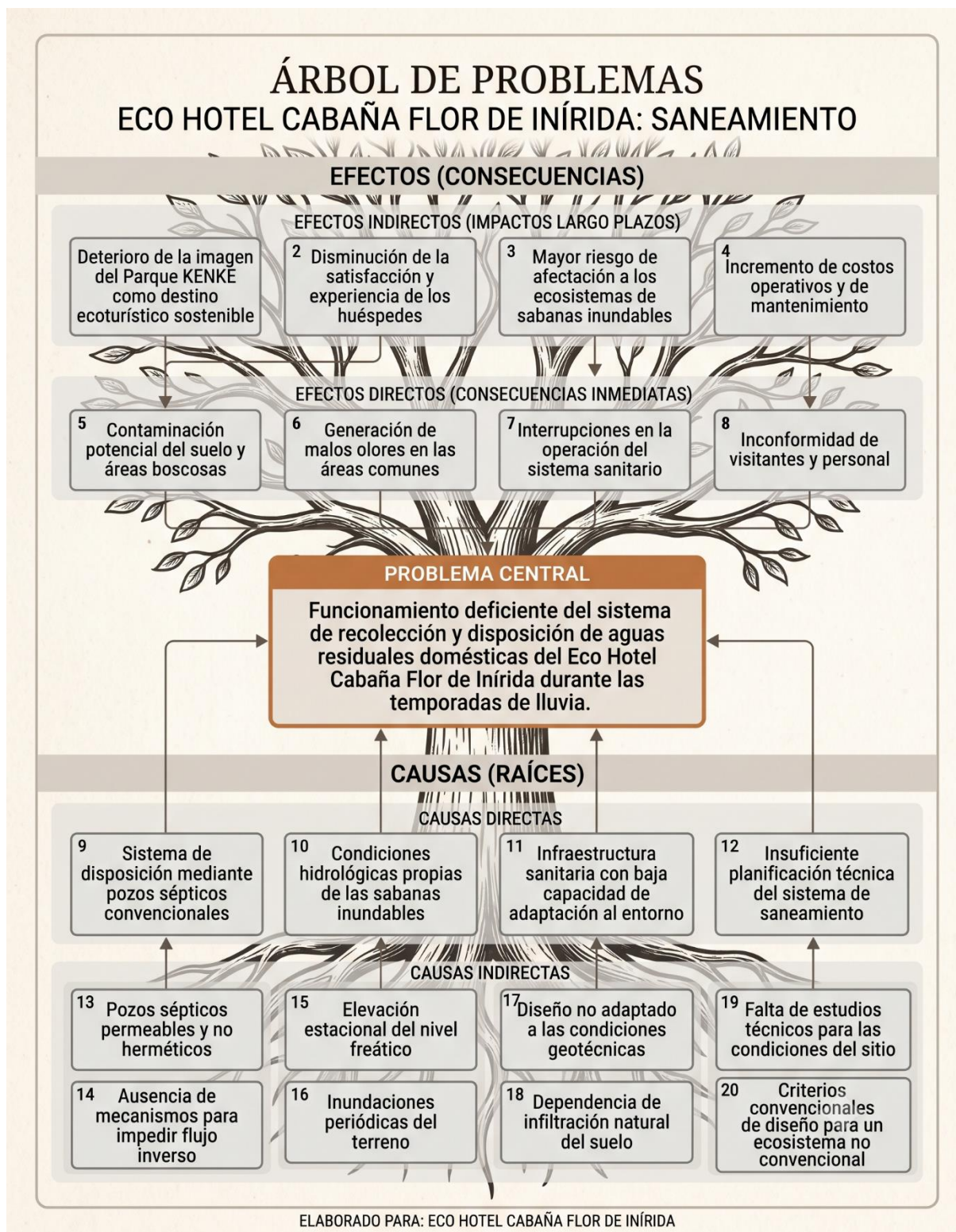


Figura 1- Árbol de problemas para Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida

Planificación de la Solución

A partir del diagnóstico realizado se diseñó una propuesta de mejoramiento orientada a optimizar el sistema de recolección y disposición de aguas residuales domésticas del Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida. La propuesta se formuló considerando criterios de sostenibilidad ambiental, viabilidad técnica y gestión de proyectos, definiendo las actividades necesarias para responder a las causas identificadas y fortalecer la operación del sistema de saneamiento.

Definición de Alcance y Recursos

Finalmente, se estableció el alcance de la propuesta, identificando los procesos a intervenir, los recursos requeridos y los responsables de las actividades. Asimismo, se elaboró un cronograma y una estimación presupuestal que permiten planificar una futura implementación de la solución, proporcionando a la organización una herramienta para la toma de decisiones y el mejoramiento continuo del proceso.

Identificación y descripción un problema al interior de la organización

La adecuada gestión de las aguas residuales domésticas constituye un componente fundamental para la operación de establecimientos turísticos ubicados en ecosistemas ambientalmente sensibles, ya que contribuye a la protección de los recursos naturales, la continuidad de los servicios ofrecidos y el cumplimiento de los principios de sostenibilidad que caracterizan este tipo de organizaciones.

En el Parque Natural y Cultural KENKE, el proceso de saneamiento básico forma parte de las actividades de apoyo que garantizan el funcionamiento del Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida. Este proceso tiene como finalidad recolectar, conducir y disponer de manera segura las aguas residuales generadas por los huéspedes y el personal, evitando afectaciones ambientales y sanitarias que puedan comprometer la operación del parque.

Sin embargo, durante el diagnóstico realizado se identificó que el sistema convencional de disposición mediante pozos sépticos presenta un comportamiento deficiente durante las temporadas de lluvia, debido a las condiciones hidrológicas propias del ecosistema de sabanas inundables donde se encuentra ubicado el parque. Esta situación ocasiona rebosamientos recurrentes, generación de olores ofensivos y riesgos potenciales para el entorno natural y la calidad del servicio ofrecido a los visitantes.

A partir de esta problemática se desarrolló el presente proyecto de Investigación-Acción, orientado a analizar las causas que afectan el funcionamiento del sistema y formular una propuesta de mejoramiento técnica y organizacional que contribuya al fortalecimiento de la gestión ambiental del Parque Natural y Cultural KENKE.

Descripción de la empresa a intervenir

El Parque Natural y Cultural KENKE es una organización dedicada al ecoturismo, la conservación ambiental y la promoción del patrimonio cultural del departamento del Guainía. Se encuentra ubicado aproximadamente a 11 kilómetros del municipio de Inírida y desarrolla sus actividades en un ecosistema conformado por sabanas inundables, bosques húmedos tropicales y áreas de arenas blancas, reconocido por albergar especies de alto valor ecológico, entre ellas la Flor de Inírida (*Guacamaya superba* y *Schoenocephalum teretifolium*).

Misión

A través del turismo promover, conservar y rescatar las tradiciones de las culturas milenarias del Guainía, promoviendo un impacto positivo en el entorno ambiental, social y económico de nuestro territorio.

Visión

KENKE para el 2030 se posicionará como el atractivo más representativo y modelo a seguir por buenas prácticas en el turismo del Guainía.

Mapa de procesos

El mapa de procesos del parque ecoturístico KENKE se divide en tres grandes bloques jerárquicos que interactúan de manera cíclica, teniendo como punta de partida las necesidades del cliente (huésped/turista) y como punto final la satisfacción del cliente alineado con la misión de preservación y ecoturismo.

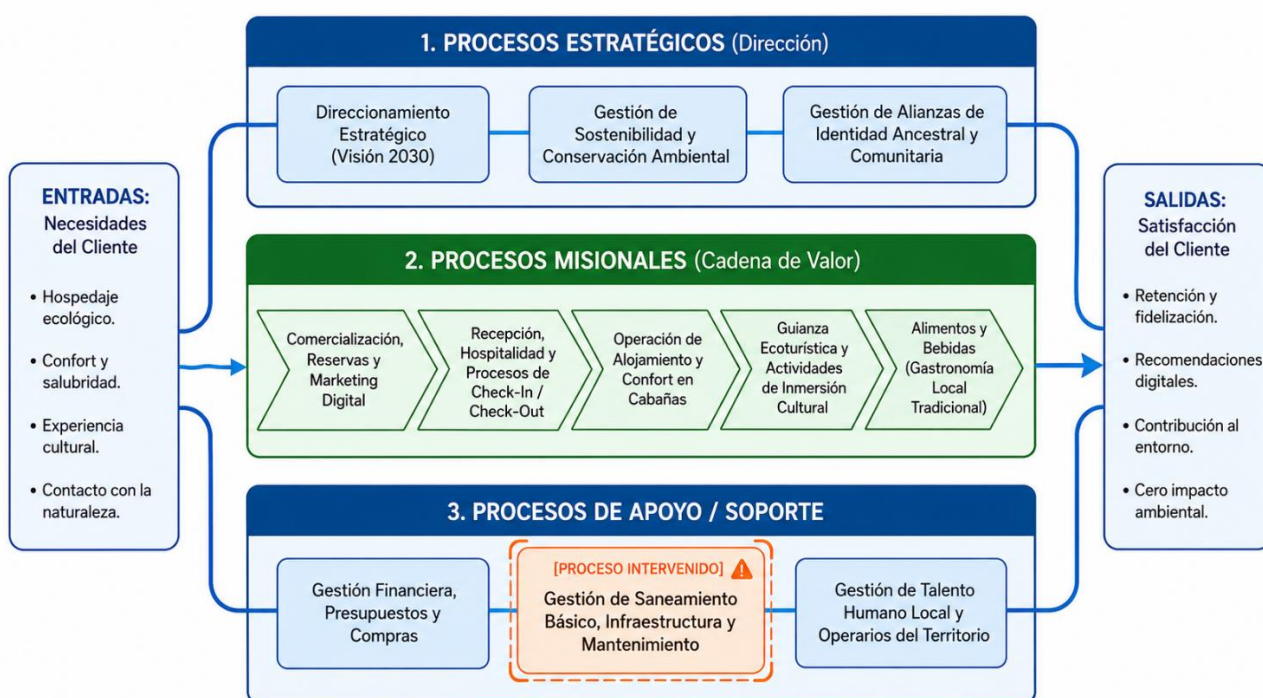


Figura 2. Mapa estratégico de procesos operativos

Descripción del proceso a intervenir

El proceso objeto de intervención corresponde a la recolección y disposición de aguas residuales domésticas (ARD) generadas en el Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida, el cual hace parte del proceso de Gestión de Saneamiento Básico, Infraestructura y Mantenimiento del Parque Natural y Cultural KENKE. Su propósito es garantizar la captación, conducción y disposición segura de las aguas residuales provenientes de las unidades sanitarias, contribuyendo a la protección del entorno ambiental y a la adecuada prestación del servicio de alojamiento.

El proceso inicia con la generación de las aguas residuales por parte de los huéspedes y del personal que utiliza las instalaciones sanitarias del hotel. Posteriormente, estas son conducidas por gravedad mediante una red de tuberías de PVC hasta un sistema de pozos sépticos convencionales, donde se realiza la retención de sólidos y la disposición final de los efluentes mediante infiltración natural en el terreno.

Debido a que el parque se encuentra ubicado en un ecosistema de sabanas inundables, el funcionamiento del proceso depende en gran medida de las condiciones hidrológicas del entorno. Durante las temporadas de lluvia, el incremento del nivel freático y la saturación del suelo modifican las condiciones normales de infiltración, afectando el desempeño del sistema de saneamiento y la continuidad de su operación.

La Figura 3 presenta el flujo general del proceso actualmente implementado, identificando las principales etapas operativas y el punto donde se concentra la problemática objeto de estudio.

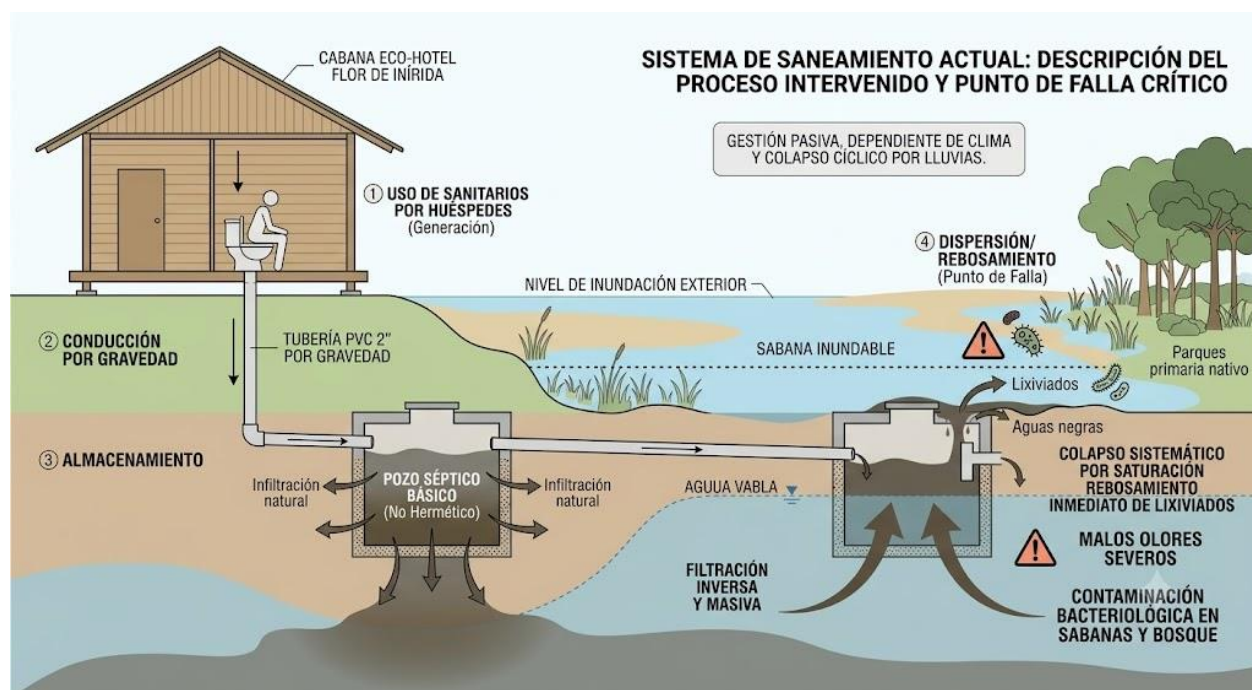


Figura 3. Proceso actual de recolección y disposición de aguas residuales domésticas

Descripción del problema que presenta el proceso

El diagnóstico realizado permitió identificar que el sistema de recolección y disposición de aguas residuales domésticas del Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida presenta deficiencias operativas durante las temporadas de lluvia, afectando su capacidad para realizar una disposición segura de los efluentes generados por los huéspedes y el personal del parque.

La problemática se encuentra asociada a las condiciones hidrológicas propias del ecosistema de sabanas inundables donde se ubica el Parque Natural y Cultural KENKE. Durante la temporada de lluvias, comprendida entre los meses de abril y julio, el incremento del nivel freático y la saturación del suelo disminuyen la capacidad de infiltración de los pozos sépticos convencionales, favoreciendo el rebosamiento del sistema y la generación de olores ofensivos en las áreas cercanas al alojamiento.

Como resultado del diagnóstico, se estableció que durante este periodo se presentan, en promedio, tres eventos de rebosamiento por semana, lo que representa aproximadamente 48 incidentes durante la temporada de lluvias más intensa. Aunque el sistema recibe mantenimiento preventivo una vez al año, esta frecuencia resulta insuficiente para responder a las condiciones de operación del entorno, incrementando la probabilidad de fallas recurrentes.

Las afectaciones generadas por esta situación también se reflejan en la percepción de los visitantes. Durante la última temporada de lluvias se registraron 10 quejas formales relacionadas con las condiciones del sistema sanitario y 15 recomendaciones de mejora, principalmente asociadas a la presencia de olores y a las condiciones de saneamiento en las áreas de alojamiento. Estas evidencias permiten concluir que la problemática no solo tiene implicaciones ambientales y operativas, sino que también incide en la calidad del servicio y en la experiencia ofrecida por el parque.

En este contexto, se identificó la necesidad de formular una propuesta de mejoramiento que fortalezca el desempeño del sistema de saneamiento, contribuya a la sostenibilidad ambiental y reduzca las afectaciones sobre la operación turística del Parque Natural y Cultural KENKE.

Tabla 1. Indicadores del diagnóstico del proceso de saneamiento

Indicador	Resultado
Temporada de lluvias intensas	Abril - Julio (4 meses)
Frecuencia promedio de rebosamientos	3 eventos por semana
Rebosamientos estimados por temporada	48 eventos
Frecuencia de mantenimiento preventivo	1 vez por año
Quejas formales registradas	10
Recomendaciones de mejora de huéspedes	15

*Fuente: Elaboración propia con base en la información suministrada por el Parque Natural y Cultural KENKE.

Establecimiento de planes de acción para la solución del problema

Con base en el diagnóstico realizado durante la fase de Investigación-Acción, se formuló un plan de acción orientado a corregir las deficiencias identificadas en el sistema de recolección y disposición de aguas residuales domésticas del Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida. La propuesta se enfoca en intervenir las causas raíz del problema, particularmente aquellas relacionadas con la falta de hermeticidad del sistema y su limitada adaptación a las condiciones hidrológicas del entorno.

La solución planteada integra criterios de sostenibilidad ambiental, viabilidad técnica y planificación de proyectos, permitiendo estructurar una alternativa acorde con las necesidades operativas del Parque Natural y Cultural KENKE y con las condiciones propias del ecosistema de sabanas inundables donde se desarrolla la actividad turística.

Establecimiento de objetivos

Objetivo general de la intervención

Implementar una propuesta técnica de mejoramiento del sistema de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas del Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida

mediante tecnologías adaptadas a las condiciones de alto nivel freático, con el propósito de reducir los rebosamientos, proteger el entorno ambiental y fortalecer la continuidad operativa del servicio de alojamiento.

Objetivos específicos

- Diseñar un sistema de tratamientos de aguas residuales que responda adecuadamente a las condiciones de alto nivel freático presentes en el área de estudio.
- Reducir significativamente los rebosamientos del sistema sanitario durante las temporadas de lluvia mediante la sustitución del sistema convencional por una alternativa técnicamente apropiada.
- Disminuir la generación de olores ofensivos y los riesgos de contaminación ambiental asociados al sistema del sistema actual.
- Establecer lineamientos de operación y mantenimiento que favorezcan la sostenibilidad de la solución propuesta.
- Mejorar las condiciones sanitarias del Eco Hotel, fortaleciendo la satisfacción de los visitantes y la imagen institucional del Parque Natural y Cultural KENKE.

Descripción de la solución

Con el propósito de responder a las causas identificadas durante el diagnóstico, se evaluó una alternativa de tratamiento que permitiera operar adecuadamente bajo las condiciones hidrológicas del Parque Natural y Cultural KENKE. La solución seleccionada debía garantizar la hermeticidad del sistema, reducir el riesgo de rebosamientos, minimizar el impacto ambiental y facilitar las actividades de operación y mantenimiento, manteniendo coherencia con los principios de sostenibilidad que orientan la gestión del parque.

La Tabla 2 presenta la comparación entre el sistema actualmente implementado y la alternativa propuesta, considerando los principales criterios técnicos y operativos que sustentaron la selección de la solución.

Tabla 2. Criterios técnicos considerados para la selección de la solución propuesta

Criterio de evaluación	Sistema actual (Pozo séptico convencional)	Sistema propuesto (Tanque estanco + FAFA + Humedal artificial)	Criterio técnico
Adaptación a niveles freáticos altos	Baja	Alta	El tanque estanco evita la infiltración de agua subterránea y mantiene la capacidad operativa del sistema.
Riesgo de rebosamiento	Alto	Bajo	La hermeticidad del sistema reduce significativamente la probabilidad de rebosamientos durante las temporadas de lluvia.
Eficiencia del tratamiento	Media	Alta	La incorporación del FAFA y el humedal artificial incrementa la remoción de materia orgánica y sólidos suspendidos.
Requerimientos de mantenimiento	Correctivo y frecuente	Preventivo y programado	La solución propuesta reduce intervenciones correctivas y facilita el mantenimiento preventivo.
Impacto ambiental	Medio	Bajo	Disminuye el riesgo de contaminación del suelo y protege el ecosistema circundante.

Fuente: Elaboración propia con base en el diagnóstico del proyecto y en los criterios técnicos establecidos por la EPA (2002), Kadlec y Wallace (2009), el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 631 de 2015.

Como resultado del análisis anterior, se seleccionó la alternativa conformada por un tanque séptico estanco, un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA) y un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal, debido a que ofrece el mejor desempeño frente a las condiciones de alto nivel freático presentes en el área de estudio. El tanque séptico estanco elimina el riesgo de infiltración de agua proveniente del terreno y garantiza un tratamiento primario controlado; posteriormente, el FAFA incrementa la remoción de materia orgánica y sólidos suspendidos

mediante procesos biológicos anaerobios, mientras que el humedal artificial actúa como etapa de pulimiento del efluente, favoreciendo la remoción de contaminantes remanentes y su integración con el entorno natural (Kadlec & Wallace, 2009).

En la Figura 4 se muestra un esquema de la solución propuesta.

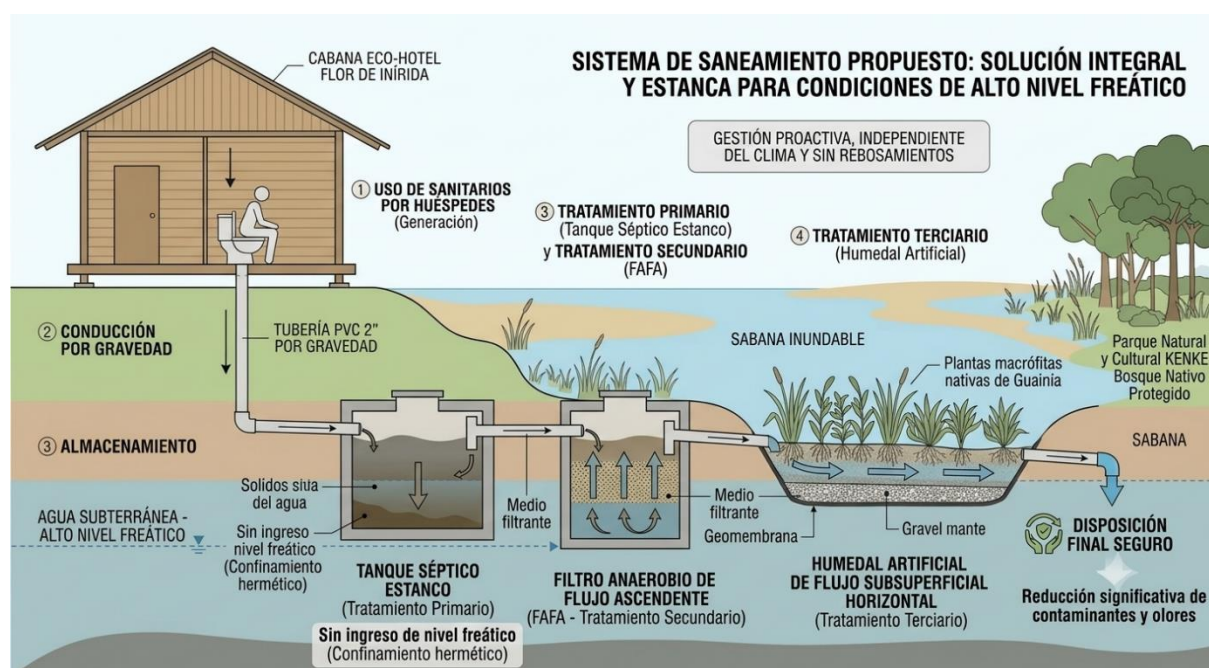


Figura 4. Esquema de sistema propuesto con Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

La propuesta también responde al marco normativo colombiano aplicable a la gestión de vertimientos. El Decreto 1076 de 2015 establece las disposiciones generales para la gestión del recurso hídrico y los permisos ambientales, mientras que la Resolución 631 de 2015 define los parámetros y valores límites máximos permisibles para los vertimientos puntuales. En este sentido, la solución planteada busca fortalecer el desempeño ambiental del sistema y facilitar el cumplimiento de los requisitos normativos vigentes.

Desde la perspectiva de la Gerencia de Proyectos, la alternativa seleccionada responde directamente a las causas identificadas durante el diagnóstico y permite reducir los eventos de rebosamiento, disminuir la generación de olores, optimizar las actividades de mantenimiento y

mejorar las condiciones sanitarias del Eco Hotel, contribuyendo al fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental y la calidad del servicio ofrecido por el Parque Natural y Cultural KENKE.

Secuencia de actividades para ejecución de la solución

La implementación de la propuesta se estructuró mediante una secuencia lógica de actividades que permite planificar el desarrollo del proyecto desde la etapa de diseño hasta la puesta en operación del nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales. Esta secuencia se fundamenta en los principios de la gestión de proyectos establecidos por el Project Management Institute (PMI, 2021), promoviendo una ejecución ordenada, la adecuada asignación de recursos y el control de las actividades durante todo el ciclo del proyecto.

En la Tabla 3 se presentan las principales actividades requeridas para la implementación de la solución propuesta.

Tabla 3. Secuencia de actividades para la implementación de la solución

Fase	Actividad	Resultado esperado
Planificación	Levantamiento topográfico y localización definitiva del sistema	Área de intervención definida
Diseño	Elaboración de diseños hidráulicos y sanitarios	Planos y memorias técnicas aprobadas
Gestión	Trámite de permisos y autorizaciones ambientales	Permisos obtenidos
Adquisiciones	Compra de materiales y equipos	Recursos disponibles
Construcción	Instalación del tanque séptico estanco	Tratamiento primario implementado
Construcción	Instalación del FAFA	Tratamiento secundario implementado
Construcción	Construcción del humedal artificial	Tratamiento terciario implementado

Fase	Actividad	Resultado esperado
Integración	Adecuación de tuberías y conexiones	Sistema integrado
Verificación	Pruebas hidráulicas y puesta en marcha	Funcionamiento validado
Cierre	Capacitación del personal y entrega del sistema	Operación y mantenimiento garantizados
Cierre	Seguimiento mediante indicadores ambientales	Evaluación del desempeño del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

La ejecución secuencial de las actividades facilita la planificación, el seguimiento y el control del proyecto, permitiendo reducir riesgos y optimizar la utilización de los recursos (PMI, 2021).

Las actividades descritas corresponden a una planificación de referencia para una futura implementación del proyecto y no forman parte del alcance desarrollado en el presente trabajo

Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución

La implementación de la propuesta requiere la disponibilidad de recursos humanos, técnicos, materiales y financieros que permitan ejecutar las actividades definidas en el plan de acción. La adecuada planificación de estos recursos facilita la organización del proyecto y contribuye al cumplimiento de los objetivos establecidos (Project Management Institute [PMI], 2021).

Tabla 4. Recursos requeridos para la implementación de la solución

Recursos Humanos	Recursos Materiales	Recursos Tecnológicos	Recursos Financieros	Recursos Organizacionales
• Director del proyecto. • Ingeniero sanitario. • Ingeniero civil. • Profesional ambiental.	• Tanque séptico estanco en polietileno de alta densidad. • Material filtrante (grava de diferentes granulometrías y arena lavada).	• Equipos topográficos. • Herramientas para construcción. • Equipos de medición hidráulica.	Los recursos financieros estarán destinados a la elaboración de estudios y diseños, adquisición de materiales,	Será necesaria la participación de la Dirección del Parque Natural y Cultural KENKE, del área administrativa, del personal operativo y de

Recursos Humanos	Recursos Materiales	Recursos Tecnológicos	Recursos Financieros	Recursos Organizacionales
• Maestro de obra. • Auxiliares de construcción. • Técnico hidráulico. • Personal de mantenimiento del Parque Natural y Cultural KENKE.	• Tubería sanitaria en PVC. • Accesorios hidráulicos. • Geotextil. • Geomembrana impermeabilizante. • Plantas macrófitas propias de humedales artificiales. • Cemento, acero y materiales para obras civiles.	• Instrumentos para monitoreo de parámetros de calidad del agua. • Software para seguimiento del cronograma y control del proyecto.	ejecución de obras civiles, supervisión técnica, monitoreo ambiental, capacitación del personal y mantenimiento inicial del sistema.	mantenimiento, así como el acompañamiento técnico durante todas las fases de ejecución para garantizar la correcta implementación y sostenibilidad de la solución propuesta.

Fuente: Elaboración propia.

Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos.

En este capítulo se define el alcance de la propuesta de mejoramiento del sistema de recolección y disposición de aguas residuales domésticas del Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida. Las actividades, el cronograma y el presupuesto presentados en este capítulo corresponden a una planificación propuesta para una eventual implementación de la alternativa seleccionada. Su finalidad es establecer una hoja de ruta que facilite la toma de decisiones por parte de la organización, sin que ello implique la ejecución inmediata del proyecto.

Alcance final de la solución

El alcance del proyecto comprende la planificación para la implementación de un sistema integral de tratamiento de aguas residuales domésticas en el Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida, ubicado en el Parque Natural y Cultural KENKE. La solución propuesta contempla la instalación de un sistema conformado por un tanque séptico integrado con Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

(FAFA) de 5.000 L, complementado con un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal como etapa final de tratamiento.

El dimensionamiento del sistema fue definido para atender una población estimada de 15 usuarios, considerando un margen de expansión que permita responder al crecimiento proyectado de la capacidad operativa del establecimiento sin requerir modificaciones inmediatas en la infraestructura principal. La selección del tanque integrado de 5.000 L responde a criterios de disponibilidad comercial, facilidad de instalación y compatibilidad con las condiciones hidrogeológicas del área de estudio. El fabricante indica que este tipo de sistema integra el tanque séptico y el filtro anaerobio en una única unidad, diseñada para el tratamiento de aguas residuales domésticas y con una vida útil mínima de 20 años bajo condiciones adecuadas de instalación y operación.

Con base en este alcance, el proyecto considera los entregables que se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Entregables y descripción

Entregable	Descripción
Diseño conceptual	Definición de la solución técnica y criterios de implementación.
Obras preliminares	Excavación, adecuación del terreno y preparación de la base de instalación.
Sistema de tratamiento	Instalación del tanque séptico integrado de 5.000 L con FAFA, redes de conexión y humedal artificial.
Puesta en marcha	Pruebas de funcionamiento, verificación hidráulica y estabilización inicial del sistema.
Cierre del proyecto	Capacitación básica para operación y mantenimiento, y entrega de la documentación técnica.

Fuente: Elaboración propia

El alcance del presente trabajo no incluye el desarrollo de diseños de detalle, estudios geotécnicos, trámites de permisos ambientales, construcción de nuevas redes sanitarias internas,

ampliaciones futuras del sistema ni la operación y mantenimiento posteriores a la puesta en servicio, ya que estas actividades corresponden a una fase posterior de ejecución del proyecto.

Identificación de responsables de las actividades para ejecución

La implementación de la propuesta involucra la participación de diferentes partes interesadas, cuya coordinación resulta fundamental para el desarrollo del proyecto. Entre los actores principales se encuentran la Dirección del Parque Natural y Cultural KENKE, responsable de la toma de decisiones y la asignación de recursos; el administrador y el personal operativo del Eco Hotel, quienes apoyarán la ejecución y posterior operación del sistema; la comunidad local, cuya participación favorece el desarrollo de las actividades y el fortalecimiento del componente social del proyecto; la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico (CDA), como autoridad ambiental competente en la región; el proveedor del sistema de tratamiento, encargado del suministro y acompañamiento técnico para la instalación; y, finalmente, los visitantes del Eco Hotel, quienes constituyen los principales beneficiarios de las mejoras implementadas en el sistema de saneamiento.

Posteriormente, con el fin de definir las responsabilidades de cada actor durante la ejecución del proyecto, se empleó una Matriz RACI, herramienta ampliamente utilizada en la gestión de proyectos para asignar responsabilidades y fortalecer la coordinación entre las partes interesadas.

En la Tabla 6 se presentan los principales responsables asociados a las actividades del proyecto.

Tabla 6. Matriz RACI

Actividad	Administración Eco Hotel	Director del Proyecto	Ing. Civil / Sanitario	Contratista	Personal de Operación
Aprobación del proyecto	A	I	C	I	I
Diseño y planificación	I	A	R	I	I
Gestión de compras	C	A	C	R	I
Instalación del sistema séptico	I	A	C	R	I
Construcción del humedal	I	A	C	R	I
Pruebas y puesta en marcha	I	A	R	R	C
Capacitación y entrega	I	A	R	C	R

Convenciones:

- **R (Responsible):** Ejecuta la actividad.
- **A (Accountable):** Aprueba y asume la responsabilidad final.
- **C (Consulted):** Participa mediante asesoría técnica.
- **I (Informed):** Recibe información sobre el avance del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, con base en PMI (2021).

Cronograma de ejecución

La planificación del proyecto se estructuró considerando las principales fases requeridas para llevar la solución propuesta desde la etapa conceptual hasta su implementación. Dado que el presente trabajo corresponde a una propuesta de ingeniería conceptual, el cronograma incorpora las actividades necesarias para la validación técnica y social de la alternativa, la obtención de los permisos requeridos, la elaboración de la ingeniería de detalle y la posterior ejecución de las obras.

Asimismo, la planificación reconoce las particularidades logísticas del proyecto, derivadas de la ubicación del Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida dentro del Parque Natural y Cultural KENKE, donde el acceso al sitio implica tiempos adicionales para el transporte de materiales, equipos y personal.

Con base en estas consideraciones, se estimó una duración aproximada de 58 días hábiles, distribuidos en las fases de inicio, planificación, diseño, ejecución, puesta en marcha y cierre. Esta programación constituye una herramienta para la coordinación de actividades, la asignación de recursos y la elaboración del presupuesto del proyecto, siguiendo las buenas prácticas para la gestión del cronograma propuestas por el PMI (2021).

La Figura 5 presenta un Gantt grafico con el cronograma general de implementación, el cual servirá como base para la estimación de recursos y la elaboración del presupuesto del proyecto.

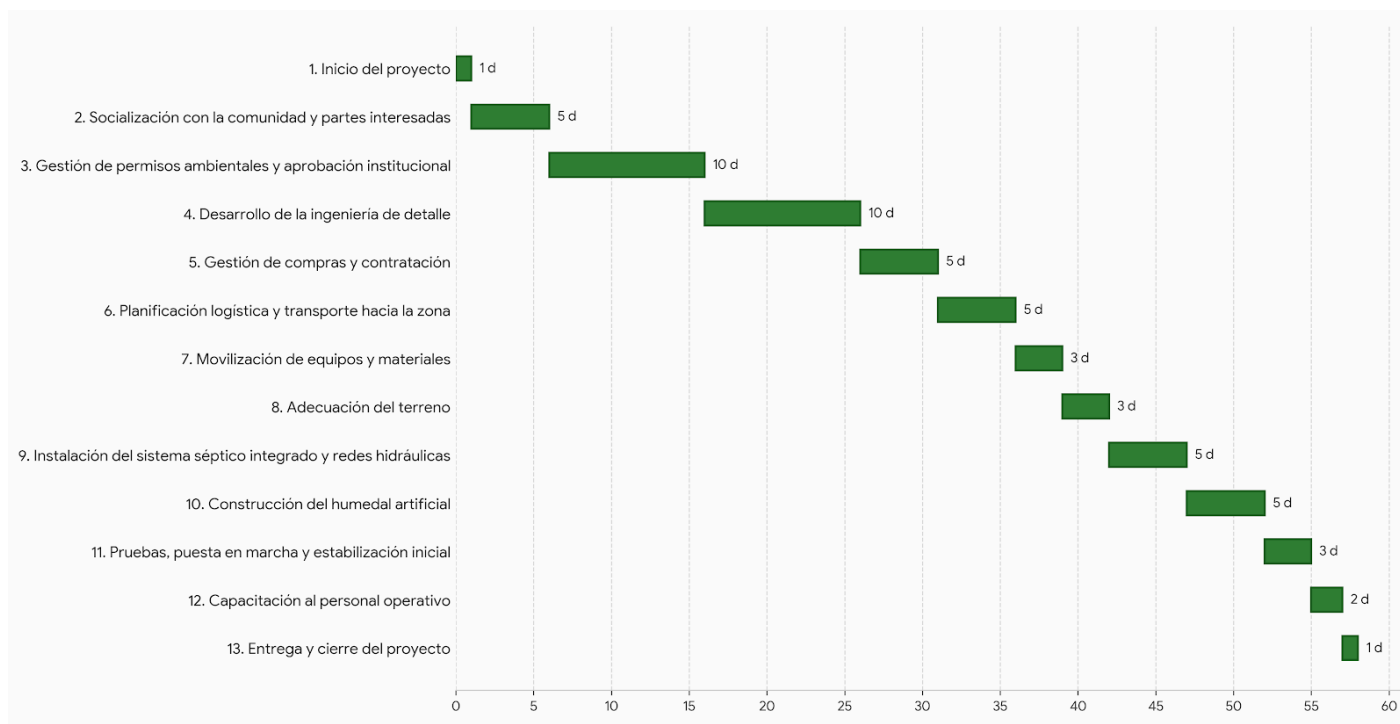


Figura 5. Diagrama de Gantt: Mejoramiento del sistema de saneamiento.

Presupuesto

El presupuesto estimado tiene como propósito establecer una referencia económica para la implementación de la solución propuesta y facilitar la toma de decisiones sobre su viabilidad. La estimación se elaboró considerando las actividades definidas en el cronograma y el alcance del proyecto, procurando mantener coherencia entre los recursos requeridos y las condiciones reales de ejecución del Eco Hotel Cabaña Flor de Inírida.

La presente propuesta corresponde a una fase de Ingeniería Conceptual (FEL-2), en la cual se define la alternativa técnica más conveniente, se identifican los principales recursos necesarios y se realiza una estimación preliminar de la inversión requerida para su implementación. En esta etapa no se desarrollan diseños constructivos definitivos ni presupuestos detallados, sino una aproximación que sirva de base para la planificación y la toma de decisiones. Una vez aprobada la propuesta, el proveedor del sistema seleccionado desarrollará la documentación técnica necesaria

para la instalación, ajustando las especificaciones finales de acuerdo con las condiciones particulares del sitio.

Dado que se trata de un proyecto de pequeña escala y de carácter autogestionado, la estimación considera que varias actividades administrativas y de coordinación serán desarrolladas por el administrador del Eco Hotel con el apoyo del personal disponible, reduciendo significativamente los costos de gestión. Asimismo, se prevé que parte de las labores de instalación cuenten con el acompañamiento del proveedor del sistema y la participación del personal del establecimiento, concentrando la mayor parte de la inversión en la adquisición de los equipos principales y los materiales requeridos para la construcción del humedal artificial y las conexiones hidráulicas.

La Tabla 7 presenta la distribución general del presupuesto estimado para la implementación del proyecto.

Tabla 7. Presupuesto estimado del proyecto

Concepto	Valor estimado (COP)
Gestión del proyecto y coordinación	\$800.000
Socialización con la comunidad	\$500.000
Gestión de permisos y trámites	\$1.000.000
Sistema séptico integrado (5.000 L con FAFA)	\$11.500.000
Materiales para humedal artificial y conexiones hidráulicas	\$5.500.000
Transporte de equipos y materiales al sitio	\$3.500.000
Mano de obra y apoyo para la instalación	\$4.000.000
Capacitación y puesta en marcha	\$700.000
Contingencias (10 %)	\$2.750.000
Total estimado	\$30.250.000

Fuente: Elaboración propia con base en la ficha técnica y cotización referencial del sistema séptico integrado Rotoplast de 5.000 L consultada en julio de 2026, precios comerciales consultados en Homecenter Colombia y otros distribuidores nacionales, y finalmente estimaciones de transporte para proyectos rurales de pequeña escala en el departamento del Guainía.

Finalmente, se incluyó una reserva para contingencias equivalente al 10 % del presupuesto estimado, con el fin de atender posibles variaciones en los costos de transporte, disponibilidad de materiales o condiciones propias del sitio de intervención. Esta práctica permite incrementar la confiabilidad de la estimación y reducir el impacto de riesgos durante la implementación del proyecto.

Si bien el presupuesto permite estimar la inversión requerida para la implementación de la propuesta, resulta igualmente importante definir criterios que faciliten el seguimiento de su ejecución y la evaluación de los resultados obtenidos. En este sentido, se proponen algunos indicadores orientados a verificar el cumplimiento de los objetivos del proyecto, controlar el uso de los recursos y evaluar el desempeño del nuevo sistema de tratamiento durante su implementación y operación inicial.

Tabla 8. Indicadores de seguimiento del proyecto

Indicador	Línea base	Meta del proyecto
Rebosamientos por temporada	48 eventos	≤ 10 eventos por temporada
Quejas relacionadas con saneamiento	10	≤ 2 quejas por temporada
Recomendaciones de mejora	15	≤ 5 recomendaciones
Cumplimiento del cronograma	No aplica	≥ 95 %
Cumplimiento del presupuesto	No aplica	≤ 100 %

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores propuestos constituyen una herramienta para el seguimiento de la implementación y la evaluación de los resultados del proyecto. Su aplicación permitirá verificar el cumplimiento de los objetivos planteados, facilitar la toma de decisiones durante la ejecución e identificar oportunidades de mejora para garantizar la sostenibilidad de la solución en el mediano y largo plazo.

Referencias bibliográficas

- U.S. Environmental Protection Agency. (2002). *Onsite wastewater treatment systems manual* (EPA/625/R-00/008). https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/2004_07_07_septics_septic_2002_osdm_all.pdf
- Kadlec, R. H., & Wallace, S. D. (2009). *Treatment wetlands* (2nd ed.). CRC Press.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Resolución 631 de 2015, por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público*. <https://www.minambiente.gov.co/>
- Presidencia de la República de Colombia. (2015). *Decreto 1076 de 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/>
- Project Management Institute. (2021). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.).