



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

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

TEMA

**DISEÑO HIDRAULICO DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA EL SECTOR CASERIO EL RINCON RECINTO LOS
LOJAS, CANTÓN DAULE**

TUTOR

Mgtr. PABLO MARIO PAREDES RAMOS

AUTORES

**ARMIJOS GARCES MANUEL ALEJANDRO
TEJADA ANDRADE EDWARD ALEXANDER**

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

DISEÑO HIDRAULICO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CASERIO EL RINCON RECINTO LOS LOJAS, CANTÓN DAULE

AUTOR/ES:

Armijos Garces Manuel Alejandro
Tejada Andrade Edward
Alexander

TUTOR:

Ing. Paredes Ramos Pablo Mario

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

FACULTAD DE INGENIERÍA
INDUSTRIA Y
CONSTRUCCION

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2024

N. DE PÁGS:

93

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción.

PALABRAS CLAVE: Diseño, Alcantarillado, Hidraulica, Población

RESUMEN:

Nuestro proyecto se basa en un diseño de alcantarillado sanitario en el sector de Caserío El Rincon recinto Los Lojas en el cantón Daule.

En el capítulo 1 nos centramos en evaluar los diferentes problemas que tienen al no tener un sistema de alcantarillado sanitario o potable, las enfermedades e incomodidades que genera esto. De aquí planteamos nuestros objetivos específicos y generales.

En el capítulo 2 del estudio se centra en el análisis del marco teórico y legal, proporcionando un contexto conceptual y examinando las leyes y regulaciones relevantes para el diseño y la operación de sistemas de alcantarillado en Ecuador, con un enfoque específico en Rincón Recinto los Lojas.

En el tercer capítulo se delinea el enfoque metodológico de la investigación, el cual integra tanto técnicas cualitativas como cuantitativas. Se emplea un enfoque mixto para la recopilación de información y el establecimiento de criterios de diseño. La investigación cualitativa se concentra en la comprensión de la realidad subjetiva, mientras que la cuantitativa se enfoca en la recolección y análisis de datos numéricos.

Como resultados tenemos que el proyecto de ingeniería hidráulica para el sistema de alcantarillado sanitario en El Rincón, Cantón Daule, cumplió normativas y redujo enfermedades hídricas. Se identificó una ubicación óptima y se evaluaron tecnologías para diseño de aguas residuales, seleccionando las más adecuadas en términos de remoción de contaminantes y costos. Se estableció un diseño de alcantarillado simplificado, integrado con el entorno urbano, y la propuesta destaca por su enfoque integral y sostenible en el tratamiento de aguas residuales.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Armijos Garces Manuel Alejandro Tejada Andrade Edward Alexander	Teléfono: 0987845401 0992211540	E-mail: Marmijosg@ulvr.edu.ec c Etejadaa@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ph.D Marcial Calero Amores Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec MGTR. Eliana Contreras Jordán Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: econtrerasj@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Tesis Tejada - Armijo

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

4%

2

ri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.unesum.edu.ec

Fuente de Internet

1%

4

guiaverde.net

Fuente de Internet

1%



Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados **ARMIJOS GARCES MANUEL ALEJANDRO y TEJADA ANDRADE EDWARD TEJADA**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **DISEÑO HIDRAULICO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CASERIO EL RINCON RECINTO LOS LOJAS, CANTÓN DAULE**, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autor(es)



Firma:

ARMIJOS GARCES MANUEL ALEJANDRO

C.I. 0750292583



Firma:

TEJADA ANDRADE EDWARD ALEXANDER

C.I. 0943792309

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación **DISEÑO HIDRAULICO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CASERIO EL RINCON RECINTO LOS LOJAS, CANTÓN DAULE**, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de **INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN** de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: **DISEÑO HIDRAULICO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CASERIO EL RINCON RECINTO LOS LOJAS, CANTÓN DAULE**, presentado por los estudiantes **ARMIJOS GARCES MANUEL ALEJANDRO Y TEJADA ANDRADE EDWARD ALEXANDER** como requisito previo, para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**, encontrándose apto para su sustentación.



Firma:

ING. PABLO MARIO PAREDES RAMOS

C.C. 0911828150

AGRADECIMIENTO

Este proyecto ha sido el resultado de meses de arduo trabajo, dedicación y pasión por mi campo de estudio. No habría sido posible llegar a este punto sin el apoyo y la guía de varias personas a las que deseo expresar mi gratitud.

En primer lugar, deseo expresar mi eterna gratitud a mi madre, Junny Garces, cuyo amor, sacrificio y constante aliento han sido mi roca durante toda mi vida. Su apoyo inquebrantable ha sido la fuerza motriz detrás de cada logro que he alcanzado, y esta tesis es un testimonio de su incansable dedicación hacia mi éxito.

A mi padre, Emilio Armijos, le debo un agradecimiento sincero por su orientación, sabiduría y ejemplo inspirador. Su firmeza, sabiduría y valores han sido una guía invaluable en mi camino hacia la realización profesional, y estoy profundamente agradecido por su presencia constante en mi vida.

A mi amada novia, Andrea Roca, le agradezco por su amor incondicional, comprensión y apoyo constante a lo largo de este desafiante proceso. Su paciencia, estímulo y presencia han sido un faro de luz en los momentos más oscuros, y su contribución a mi vida va más allá de las palabras.

a mi tutor de tesis, Ingeniero Pablo Paredes, por su orientación experta, paciencia y motivación constante a lo largo de este proceso. Su profundo conocimiento y experiencia han sido fundamentales para el éxito de este proyecto.

Quiero reconocer también a mi compañero de tesis, Edward Tejada, cuya colaboración, dedicación y amistad han sido invaluable desde el inicio de nuestra carrera. Juntos hemos compartido desafíos, triunfos y momentos inolvidables, y su contribución a este proyecto ha sido fundamental para su éxito.

Por último, pero no menos importante, dedico este logro a Dios, quien ha sido mi fortaleza, mi guía y mi refugio en todo momento. Su gracia infinita me ha sostenido en los momentos de dificultad y me ha dado la fuerza para perseverar hasta el final. Reconozco con humildad que, sin Su amor y dirección, este logro no sería posible.

Con aprecio y gratitud,

ARMIJOS GARCES MANUEL ALEJANDRO

DEDICATORIA

A mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios que hicieron posible este logro, a mis padres, Junny Garces y Emilio Armijos, cuya dedicación y valores han sido mi guía en este camino. A mi amada novia, Andrea Roca, por su paciencia, comprensión y aliento en los momentos más desafiantes. A mi fiel compañero de tesis, Edward Tejada, por su colaboración, amistad y motivación a lo largo de esta travesía académica. A Dios, por ser mi fuerza, mi esperanza y mi inspiración en cada paso que doy. Este trabajo está dedicado a ustedes, con profundo agradecimiento y cariño.

ARMIJOS GARCES MANUEL ALEJANDRO

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al ingeniero Pablo Paredes, mi tutor de tesis, por su dedicación, orientación y apoyo constante durante todo el proceso de investigación y redacción. Su experiencia y sabiduría fueron fundamentales para dar forma a este trabajo.

También quiero extender mi gratitud a mi familia que son mis padres y hermanos que son los pilares fundamentales en mi vida y en mi carrera, que siempre estuvieron ahí para apoyarme y alentarme cuando más lo necesitaba y nunca dejaron que me rindiera con este proceso que tanto me costó terminar.

TEJADA ANDRADE EDWARD TEJADA

DEDICATORIA

A todas aquellas personas que han sido parte fundamental de mi vida y que han brindado su apoyo incondicional, especialmente a mi amada madre, Gloria Andrade, y a mi querido padre, Eduardo Tejada por su sabiduría, paciencia y ejemplo de tenacidad. Tus palabras de aliento y tus consejos siempre han resonado en mi corazón.

A mis adorados hermanos, Jean Tejada y Denisse Morales, quienes han compartido risas, desafíos y sueños conmigo a pesar de una distancia que nos separa. Su compañía ha hecho que esta trayectoria sea más significativa.

A mi fiel compañero de tesis, Manuel Armijos, quien ha estado a mi lado desde los primeros pasos de nuestra carrera. Juntos hemos superado obstáculos y celebrados logros. Tu amistad y colaboración han sido invaluable.

Y finalmente, quiero dedicar este trabajo a la memoria de mi abuelo, quien siempre me inspiró a perseguir mis sueños y nunca rendirme.

TEJADA ANDRADE EDWARD TEJADA

RESUMEN – ABSTRACT

Nuestro proyecto se basa en un diseño de alcantarillado sanitario en el sector de Caserio El Rincon recinto Los Lojas en el cantón Daule.

En el capítulo 1 nos centramos en evaluar los diferentes problemas que tienen al no tener un sistema de alcantarillado sanitario o potable, las enfermedades e incomodidades que genera esto. De aquí planteamos nuestros objetivos específicos y general.

En el capítulo 2 del estudio se centra en el análisis del marco teórico y legal, proporcionando un contexto conceptual y examinando las leyes y regulaciones relevantes para el diseño y la operación de sistemas de alcantarillado en Ecuador, con un enfoque específico en Rincón Recinto los Lojas.

En el tercer capítulo se delinea el enfoque metodológico de la investigación, el cual integra tanto técnicas cualitativas como cuantitativas. Se emplea un enfoque mixto para la recopilación de información y el establecimiento de criterios de diseño. La investigación cualitativa se concentra en la comprensión de la realidad subjetiva, mientras que la cuantitativa se enfoca en la recolección y análisis de datos numéricos.

Como resultados tenemos que el proyecto de ingeniería hidráulica para el sistema de alcantarillado sanitario en El Rincón, Cantón Daule, cumplió normativas y redujo enfermedades hídricas. Se identificó una ubicación óptima y se evaluaron tecnologías para diseño de aguas residuales, seleccionando las más adecuadas en términos de remoción de contaminantes y costos. Se estableció un diseño de alcantarillado simplificado, integrado con el entorno urbano, y la propuesta destaca por su enfoque integral y sostenible en el tratamiento de aguas residuales.

(Palabras Claves – Alcantarillado, saneamiento, aguas residuales)

ABSTRACT

Our project is based on a sanitary sewage design in the Caserio El Rincon sector in the Los Lojas area in the Daule canton.

In chapter 1 we focus on evaluating the different problems they have by not having a sanitary or potable sewage system, the diseases and inconveniences that this generates. From here we set out our specific and general objectives.

Chapter 2 of the study focuses on the analysis of the theoretical and legal framework, providing a conceptual context and examining the laws and regulations relevant to the design and operation of sewage systems in Ecuador, with a specific focus on Rincon Recinto los Lojas. .

The third chapter outlines the methodological approach of the research, which integrates both qualitative and quantitative techniques. A mixed approach is used for collecting information and establishing design criteria. Qualitative research focuses on understanding subjective reality, while quantitative research focuses on the collection and analysis of numerical data.

As results, we have that the hydraulic engineering project for the sanitary sewage system in El Rincón, Cantón Daule, met regulations and reduced waterborne diseases. An optimal location was identified, and wastewater design technologies were evaluated, selecting the most appropriate in terms of contaminant removal and costs. A simplified sewer design was established, integrated with the urban environment, and the proposal stands out for its comprehensive and sustainable approach to wastewater treatment.

Índice de Contenidos

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
ENFOQUE DE LA PROPUESTA	2
1.1. Tema	2
1.2. Planteamiento del Problema	2
1.3. Formulación del Problema	4
1.4. Objetivo General	4
1.5. Objetivos Específicos	4
1.6. Hipótesis	4
1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad.	5
CAPÍTULO II	6
MARCO REFERENCIAL	6
2.1. Marco Teórico	6
2.1.1. Antecedentes	6
2.1.2. Marco Contextual	8
2.1.3. Alcantarillado sanitario	10
2.1.4. Factores que intervienen en el diseño de la red de alcantarillado	11
2.1.5. Bases de diseño para redes de alcantarillado sanitario	12
2.1.6. Proyección de la población	13
2.1.7. Impacto ambiental	13
2.1.8. Importancia de Evaluar los Impactos Ambientales	13
2.1.9. Aguas residuales	14
2.1.10. Componentes de la red de alcantarillado	16
2.1.11. Pozos de visita	19
2.1.12. Hidrología Urbana y Alcantarillado Sanitario	19

2.1.13.	Impacto Ambiental de Sistemas de Alcantarillado	21
2.1.14.	Estrategias para la Reducción de Residuos en el Sistema de Alcantarillado	24
2.2.	Marco Legal	25
CAPÍTULO III		28
MARCO METODOLÓGICO		28
3.1.	Enfoque de la investigación: (cuantitativo, cualitativo o mixto)	28
3.2.	Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional)	28
3.3.	Técnica e instrumentos para obtener los datos	29
3.3.1.	Técnica	29
3.3.2.	Instrumento	30
3.4.	Población y Muestra	30
CAPÍTULO IV		32
PROPUESTA O INFORME		32
4.1.	Presentación y Análisis de Resultados	32
4.1.1.	Análisis General de los Resultados	42
4.2.	Contexto Actual de las Condiciones del sector El Caserío del Cantón Daule respecto al Sistema de Alcantarillado	43
4.2.1.	Descripción del Sitio	43
4.3.	Criterios para el Diseño Hidráulico de Alcantarillado Sanitario	44
4.4.	Especificaciones técnicas y presupuesto del diseño hidráulico de alcantarillado sanitario para el sector Caserío el Rincón recinto Los Lojas, Cantón Daule	47
4.5	Presupuesto referencial	56
4.6.1	Análisis de la propuesta	58
CONCLUSIONES		59
RECOMENDACIONES		61

BIBLIOGRAFÍA

62

ANEXOS

66

Índice de tablas

<i>Tabla 1 Teorías prácticas asociadas al impacto ambiental</i>	22
<i>Tabla 2 Eficiencia del Sistema de Alcantarillado</i>	32
<i>Tabla 3 Capacidad del sistema de alcantarillado actual</i>	33
<i>Tabla 4 Problemas de inundaciones y desbordamiento asociados al sistema de alcantarillado</i>	34
<i>Tabla 5 Información sobre el diseño hidráulico de alcantarillado</i>	35
<i>Tabla 6 Mejoras en el diseño hidráulico de sistema de alcantarillado</i>	36
<i>Tabla 7 Interrupciones en el servicio de alcantarillado</i>	37
<i>Tabla 8 Satisfacción respecto a la capacidad de respuesta</i>	38
<i>Tabla 9 Necesidad de una mayor inversión en infraestructura de alcantarillado</i>	39
<i>Tabla 10 Toma de decisiones en las mejoras del sistema de alcantarillado</i>	40
<i>Tabla 11 Participación en programas de educación comunitaria</i>	41
<i>Tabla 12 Criterios para el diseño Hidráulico de Alcantarillado</i>	44
<i>Tabla 13 normas y procedimientos de diseño</i>	50
<i>Tabla 14 Datos del diseño</i>	51
<i>Tabla 15 Caudal Instantáneo</i>	52
<i>Tabla 16 presupuesto referencial del diseño</i>	56

Índice de Figuras

Figura 1 Alcantarillado convencional	9
Figura 2 Alcantarillado no convencional	10
Figura 3 Alcantarillado sanitario	10
Figura 4 Aguas residuales domésticas	15
Figura 5 Aguas residuales domésticas	15
Figura 6 Hidrología urbana	20
Figura 7 Estrategias para la reducción de residuos en el sistema de alcantarillado	24
Figura 8 Eficiencia del Sistema de Alcantarillado	32
Figura 9 Capacidad del sistema de alcantarillado actual	33
Figura 10 Problemas de inundaciones y desbordamiento asociados al sistema de alcantarillado	34
Figura 11 Información sobre el diseño hidráulico de alcantarillado	35
Figura 12 Mejoras en el diseño hidráulico de sistema de alcantarillado	36
Figura 13 Interrupciones en el servicio de alcantarillado	37
Figura 14 Satisfacción respecto a la capacidad de respuesta	38
Figura 15 Necesidad de una mayor inversión en infraestructura de alcantarillado	39
Figura 16 Toma de decisiones en las mejoras del sistema de alcantarillado	40
Figura 17 Participación en programas de educación comunitaria	41
Figura 18 Ubicación geográfica de sector El Caserío del cantón Daule	43
Figura 19 Tuberías de aguas lluvias del sector	44
Figura 20 Propuesta vista desde el plano de AutoCAD	47
Figura 21 pozos de revisión	54
Figura 22 separación máxima entre pozo y pozo	55
Figura 23 Imagen a detalle de la propuesta presentada en autocad.	57

Índice de Anexos

Anexo 1. Formato de Encuesta	66
Anexo 2. Sector El Caserío del Recinto Los Lojas, cantón Daule	70
Anexo 3. Marco Legal	72

INTRODUCCIÓN

En el sector del caserío el rincón, la falta de un sistema adecuado de alcantarillado sanitario representa un riesgo de salubridad y medioambiental. La disposición inapropiada de aguas servidas y la falta de un diseño hidráulico eficiente generan problemas como contaminación, obstrucciones y desbordamientos. Este estudio tiene como objetivo desarrollar un diseño hidráulico que mejore las condiciones sanitarias y ambientales de la comunidad, considerando factores como la demanda de agua, la topografía del área y las regulaciones aplicables.

Por este motivo una ciudad, comuna o recinto, siempre necesita transformarse o encaminarse a la mejora de la calidad de vida de una población, lo cual se puede lograr una mejora de los trabajos que sean de aporte a los cambios necesarios que requiere la ciudadanía del lugar, siendo estos dirigidos a suplir los requerimientos y necesidades básicas para una mejor convivencia.

Siendo necesario mantener servicios de calidad, como sistemas de suministro de agua y redes de saneamiento de aguas residuales, lo cual es representa un aspecto esencial en la salubridad y mejora de la convivencia de los habitantes del lugar, en ese sentido, los sistemas sanitarios de alcantarillado conforman una pieza importante en el progreso de una comunidad específica. Estos sistemas comprenden una variedad de redes de tuberías diseñadas para adquirir, transportar y eliminar eficientemente aguas residuales. Su importancia radica en la capacidad de evacuarlas hacia un lugar seguro para su tratamiento adecuado y uso apropiado.

Por ende, lo antes expuesto es requerido y de suma importancia el “Diseño de hidráulico de alcantarillado sanitario para el sector Caserío el Rincón Recinto Los Lojas, Cantón Daule”, dicha propuesta es con la finalidad de brindar una solución a la problemática ambiental y mejora de calidad en la vida de los habitantes del sector hasta la actualidad está en el olvido por parte de las entidades gubernamentales.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1. Tema

DISEÑO HIDRAULICO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CASERIO EL RINCON RECINTO LOS LOJAS, CANTÓN DAULE

1.2. Planteamiento del Problema

El sector el caserío El Rincón, se ubica en el cantón Daule, Actualmente, el caserío El Rincón carece de un sistema adecuado de recolección de las aguas servidas que genera, lo cual representa un riesgo significativo para la salud y el bienestar de sus habitantes, dicha problemática se presenta a nivel nacional.

El acceso a servicios de alcantarillado sanitario es fundamental para garantizar condiciones de vida saludables y prevenir la propagación de enfermedades transmitidas por el agua, así como para proteger el medio ambiente local. (Carlos Aldás, 2017)

Las viviendas y edificaciones carecen de conexiones adecuadas para el drenaje de aguas residuales, lo que resulta en la disposición inapropiada de estas aguas, ya sea mediante sistemas rudimentarios o mediante la descarga directa al entorno sin ningún tipo de tratamiento previo.

Esta falta de un diseño hidráulico adecuado del alcantarillado sanitario ha llevado a una serie de problemas y consecuencias negativas para la comunidad. En primer lugar, el sistema actual no puede manejar eficientemente el flujo de aguas residuales generado por la población, lo que provoca frecuentes obstrucciones, colapsos y desbordamientos. Estas situaciones generan contaminación ambiental, malos olores, proliferación de plagas y riesgos para la salud pública.

Además, la disposición inapropiada de las aguas residuales, sin ningún tipo de tratamiento, contamina los cuerpos de agua cercanos, como ríos y arroyos, afectando

negativamente la calidad del agua y la vida acuática. Esta contaminación también puede infiltrarse en los acuíferos subterráneos, que son una fuente de agua potable para la comunidad, generando riesgos adicionales para la salud.

En este contexto, es evidente la necesidad urgente de desarrollar un diseño hidráulico de alcantarillado sanitario adecuado para el sector caserío el rincón. Este diseño debe considerar diversos factores, como la demanda de agua y generación de aguas residuales en el área, la topografía del terreno, los estándares y regulaciones locales y nacionales, y las características técnicas necesarias para garantizar un sistema eficiente y sostenible.

Por este motivo, se consideran las condiciones sanitarias en la que viven los habitantes del sector la cual es básicamente inexistente, en lo que consiste al ambiente de la zona actual del lugar, suele ser peligrosos ciertos aspectos como la seguridad y la falta de evacuación de aguas turbias entre otros factores, dicha afectación puede perjudicar a los pobladores y afectar al medio ambiente que existe en el lugar.

En el Ecuador existen poblados y sectores marginados que no cuentan con este tipo de desarrollo de aguas hervidas o sanitarias, existen diversas zonas que no tienen ni agua potable, el problema es que las entidades gubernamentales no se hacen cargo de dichos problemas y pasan años o décadas hasta que intervengan, países como el Ecuador no gestionan de forma eficiente sea esto por la falta de políticas adecuadas en la gestión ambiental de los recursos y capacidades técnicas. (INEC, 2020)

Una afectación directa por la falta de una estructura para eliminar residuos como alcantarillado es necesario ya que la población suele eliminar los residuos a los ríos o lagos, lo cual provoca una contaminación que no se pueda erradicar de forma efectiva, siendo el vertido de aguas residuales contaminadas a desagües, es el problema principal de los países en vías de desarrollo, en donde los cuales son microorganismos patógenos que ayudan a contribuir con los factores de riesgo en la salud humana.

Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio es diseñar un sistema de alcantarillado sanitario eficiente y seguro para el sector caserío el rincón, con el fin de mejorar las condiciones sanitarias y ambientales de la comunidad.

1.3. Formulación del Problema

¿Cómo afecta la falta de desarrollo en el alcantarillado del sector Caserío el Rincón Recinto Los Lojas, Cantón Daule?

1.4. Objetivo General

Elaborar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario en el sector caserío el Rincón, cantón Daule, que garantice el cumplimiento de la normativa legal y técnica aplicable vigente, que contribuya a la reducción de la incidencia de enfermedades de origen hídrico en la población beneficiaria.

1.5. Objetivos Específicos

- Elaborar encuestas en la población para definir la importancia de que el sector caserío el Rincón cuente con un sistema de recolección de aguas servidas
- Evaluar diferentes tecnologías hidráulicas para un diseño de alcantarillado de aguas residuales considerando la eficiencia de remoción y contaminantes, los costos de operación y mantenimiento, el cumplimiento de las regulaciones ambientales levantando la información topográfica correspondiente.
- Establecer el costo referencial del alcantarillado sanitario para el sector caserío el Rincón.

1.6. Hipótesis

Mediante la propuesta se pretende mostrar cómo la aplicación de un diseño de sistema hidráulico de alcantarillado sanitario mejora las condiciones sanitarias en una comunidad rural, reduciendo la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua.

Variable dependiente: diseño hidráulico de alcantarillado sanitario

Variable independiente: condiciones sanitarias

1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad.

El presente trabajo de titulación corresponde a la línea de investigación institucional de la facultad de arquitectura, industria y construcción es territorio, medio ambiente, y materiales innovadores para la construcción.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Antecedentes

Según un estudio realizado por Gabriel Aguay (2018), el cual se centró en la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario, con el sistema de tratamiento “Imhoff”; siendo el objetivo general proporcionar una solución eficiente y adaptada a la realidad local para la gestión adecuada de las aguas residuales en la comunidad (Alex Aguay, 2018).

El estudio concluye con un sistema de alcantarillado para dicha parroquia, lo cual permitirá el correcto manejo de residuos, previniendo riesgos de enfermedades en el área o comunidad. En el presente documento se espera no tener inconvenientes en el proceso de sedimentación en las distintas secciones de conductos, en cuanto a los resultados hidráulicos obtenidos, se encontró una velocidad mínima de 0.3 m/seg y una máxima alcanzada de 1.3 m/seg, esto representaría que se encuentra alineada a la parametrización del diseño.

Otro estudio realizado por Gabriel Banda (2019), basado en el diseño de un sistema de alcantarillado; cuyo objetivo de estudio se enfoca en diseñar cada una de las redes correspondientes al alcantarillado, de modo que se pueda proveer la sostenibilidad del sistema y garantizar una cantidad, continuidad, y calidad apropiada en la vida útil del servicio (Marcelo Bravo, 2018)

Concluyendo con lo antes expuesto se puede indicar que un método más eficiente de purificación de aguas residuales utiliza una combinación de pretratamiento, tratamiento primario y secundario. El nivel de filtración del sistema cumple con las normas para el vertido de descarga de desechos de agua dulce. La efectividad de la planta de tratamiento de 63 y 37 por ciento permite generar concentraciones muy bajas de contaminantes que se liberan al cuerpo receptor o cauce de agua (quebrada Alumbre).

Según el estudio realizado por Alexander Ortiz (2018), cuyo tema fue la incidencia de las aguas residuales en la salubridad de un cantón de la provincia de Tungurahua, en la Universidad Técnica de Ambato; cuyo objetivo consiste en Examinar el impacto de las aguas residuales en las condiciones de salud de los habitantes de la comunidad La Merced, ubicada en la Parroquia La Matriz del Cantón Santiago de Píllaro, en la Provincia de Tungurahua. (Fernanda Moreira, 2022)

Concluyendo con lo expuesto se indica que existe una necesidad urgente de un desalojo suficiente porque cada residente tiene acceso a una fuente confiable de agua potable en su residencia a través de una red pública.

Según Bravo y Solís (2018), en su trabajo basado en el diseño de un sistema de alcantarillado, en un barrio de la ciudad de Cuenca, expone que estos tipos de sistemas se integran para depurar las aguas servidas que se desprenden de las acciones cotidianas y de la industria. Esta agua posee sustancias inorgánicas y dañinas que ocasionan todo tipo de insalubridad para la comunidad (Jácome & García, 2018)

Con base a esto, se afirma que la presencia de sistemas de alcantarillado resulta vital para el progreso y bienestar de la sociedad, porque su ausencia puede contaminar el medio ambiente y contribuir a la propagación de diversas enfermedades. A fin de ello, estos tipos de sistemas de sanidad deben ser instalados correctamente de acuerdo con la ley porque con frecuencia tienden a mezclar y molestar a la población.

2.1.2. Marco Contextual

2.1.2.1. Sistemas de Alcantarillado

Hay dos tipos diferentes de sistemas de alcantarillado: convencional y no convencional. Los sistemas de alcantarillado sanitario han sido objeto de extensas investigaciones, pruebas y estandarización. Se trata de sistemas que incorporan conductos con un diámetro considerable, brindando un funcionamiento dócil. Esto se

debe a la frecuente incertidumbre en los parámetros que determinan el flujo, como la densidad de población y sus proyecciones futuras, así como la posibilidad de mantenimiento inadecuado o la ausencia de este (Andrés Torres, 2020).

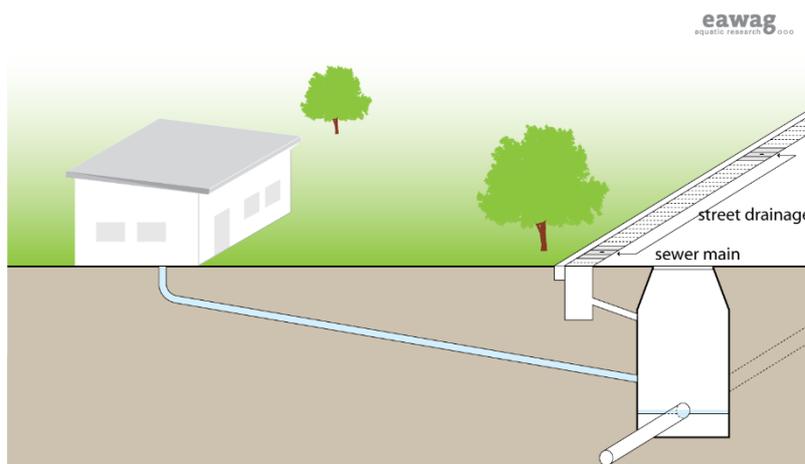
El sistema de alcantarillado no convencional se originó a modo de solución de brindar sanidad para residentes de escasos ingresos y son sistemas inflexibles que demandan mayor establecimiento y regulación de los factores de diseño, particularmente el flujo, el cuidado exhaustivo y, en gran medida, las culturas sociales aceptan y controlan el sistema independientemente. limitaciones que puedan tener.

2.1.2.2. Alcantarillados Convencionales

Los métodos convencionales para el tratamiento de aguas residuales están fragmentados de la siguiente manera:

- Una alcantarilla separada: es aquella en la que el agua pluvial y las aguas residuales se evacúan por separado
- Sistema de saneamiento de alcantarillado: sistema hecho específicamente para recolectar las aguas residuales de los hogares y empresas.
- Las alcantarillas pluviales: sirven como un sistema de salida para el escurrimiento superficial causado por la lluvia.
- Alcantarillado que combina aguas pluviales y residuales: transporta aguas residuales domésticas y comerciales, así como agua de lluvia simultáneamente. (Rafael Pérez, 2020)

Figura 1 Alcantarillado convencional



Fuente: Pérez (2020)

2.1.2.3. Alcantarillado No Convencional

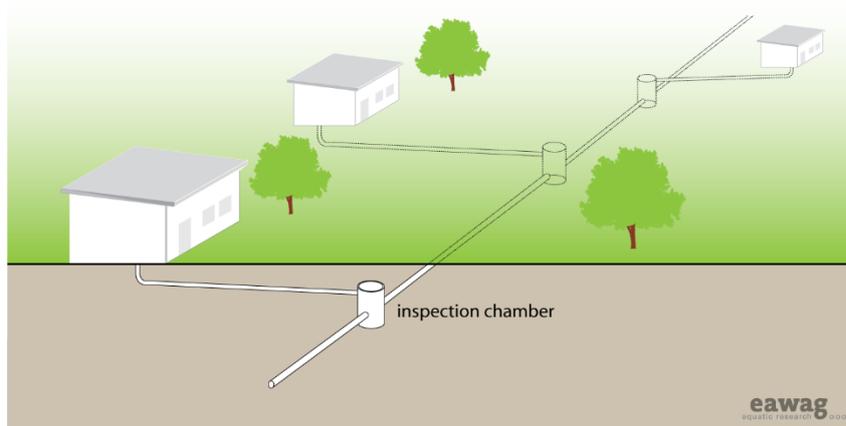
Según el tipo de tecnología utilizada, las categorías de los sistemas de alcantarillado no convencionales se dividen y, por lo general, solo son capaces de evacuar aguas residuales.

Sistema simplificado de alcantarillado sanitario: se diseña un sistema de alcantarillado sanitario simplificado utilizando los mismos principios que un sistema de alcantarillado convencional, pero considerando la posibilidad de reducir diámetros y reducir distancias entre pozos al contar con mejores equipos de mantenimiento. (Henaó García, 2022)

Los alcantarillados utilizados en la urbanización son aquellos que transportan las aguas residuales desde un área residencial escasamente poblada (menos de una hectárea) a un sistema de alcantarillado regular. Ausencia de sólidos en el alcantarillado.

Son sistemas que filtran los sólidos de los efluentes domiciliarios a través de un tanque interceptor y también se denominan alcantarillados a presión. Luego, el agua es transportada mediante conductos de diámetro constante que tienen la capacidad de funcionar con presión en ciertos segmentos, hasta llegar a una planta de tratamiento o un sistema de alcantarillado tradicional.

Figura 2 Alcantarillado no convencional



Fuente: García (2022)

2.1.3. Alcantarillado sanitario

El alcantarillado sanitario es el término utilizado para describir la red de edificaciones y tuberías que transportan agua servida o residual desde los hogares, comercios y fábricas de una ciudad hasta su sitio de disposición final, donde será tratada. (Fabián Rodrigo, 2019)

A pesar de que se concibe el sistema de alcantarillado como una necesidad fundamental, está significativamente subutilizado en comparación con los sistemas de suministro de agua potable en las áreas urbanas de los países en desarrollo. Los principales problemas de salud resultan de esto.

Figura 3 Alcantarillado sanitario



Fuente: Rodrigo (2022)

2.1.4. Factores que intervienen en el diseño de la red de alcantarillado

Con el fin de lograr la configuración más eficiente de un sistema de alcantarillado sanitario se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

2.1.4.1. Topografía

De acuerdo con el diseño de la red, es crucial confirmar la ubicación de los colectores y emisores, considerando las pendientes generales originadas por la topografía local. Esta verificación se realiza consultando planos topográficos que contienen curvas de nivel, además de revisar planes de uso del suelo o de propiedad. (Arturo Rincón, 2023)

2.1.4.2. Cálculo de gastos

Los proyectos de alcantarillado deben tener en cuenta los gastos medios, mínimos, máximos y máximos extraordinarios. Cuando hay un caudal muy bajo se examina la velocidad mínima de caudal, y cuando hay un caudal extraordinariamente alto se examina el diseño hidráulico de cada tramo y la velocidad máxima de caudal.

2.1.4.3. Diseño hidráulico

Se identifican las zonas habilitadas necesarias para el trabajo con sus fases constructivas actuales y futuras, a partir de los datos topográficos y planos catastrales. Realizar múltiples alternativas para el diseño geométrico de la red de colectores, emisores y alcantarillados es el primer paso para elegir la mejor en base a sus propiedades económicas teóricas. (Araque Arellano, 2020)

Para asegurar que el conducto quede paralelo al perfil topográfico del terreno, es necesario calcular las pendientes y cotas de todos y cada uno de los tramos de tubería en función del material con el que está construida.

2.1.5. Bases de diseño para redes de alcantarillado sanitario

2.1.5.1. Periodo de diseño

Los siguientes factores se tendrán en cuenta tanto como sea posible al diseñar las piezas individuales del sistema de alcantarillado (INEN, 2022).

- La tasa de descuento y el factor de economía de escala (costo de oportunidad del capital) determinan el período de diseño ideal para un proyecto de ingeniería.
- Las partes principales de un proyecto de alcantarillado pueden, si se considera justificable, dimensionarse para varios períodos intermedios de diseño dado que presentan varias economías de escala relacionadas con la escala.
- En términos genéricos, las construcciones que aprovechan las economías grandes y sustanciales se diseñarán para la capacidad de diseño final, mientras que otras con economías de escala pequeñas se diseñarán para duraciones más cortas, múltiplos del período final si es posible.
- Además de los factores mencionados en los puntos previos, se considerarán las instalaciones de la ampliación y los posibles efectos ambientales de la obra para determinar el período de diseño del proyecto.
- Como estimación aproximada y por separado de otras variables (dificultad de expansión, clima político, estructura administrativa).

2.1.5.2. Estimación de la Población Futura

Las proyecciones de población futura se calcularán utilizando al menos tres técnicas establecidas, tales como la aritmética, la proyección geométrica, los incrementos diferenciales, el análisis para comparar, etc.) que den la posibilidad de realizar comparativas que guíen en criterio de selección del diseñador.

La población final se determinará teniendo en cuenta los factores sociales, políticos y económicos que afectan las tendencias demográficas. (Humberto Pizarro, 2020).

2.1.6. *Proyección de la población*

La población que se beneficiará y cómo se distribuirá de manera diferente determinará cuánto o cuánto tiempo se necesita construir un sistema de alcantarillado sanitario. Los siguientes tipos de población suelen tenerse en cuenta al diseñar un sistema, de las cuales se utilizan:

- En el momento en que se estaban preparando los diseños de ingeniería, la población actual era la que estaba en su lugar.
- Población al inicio del proyecto: Es la población que estará presente en el área de estudio cuando las redes entren por primera vez en operación. Dependiendo de cuándo se realizó el trabajo, podría haber una diferencia considerable entre la población actual y esta población.
- Población en etapa cúlmine del trabajo: Es la población al final del proyecto que utilizará el sistema de alcantarillado. (Alicia Delgado, 2021)

2.1.7. *Impacto ambiental*

Previo a la ejecución de un proyecto, se realiza un análisis de sus posibles efectos sobre el medio ambiente y la estabilidad de los ecosistemas como parte de una evaluación de impacto ambiental (EIA). Este análisis es una colección de métodos diseñados para promover el desarrollo humano en armonía con el mundo natural. Lo que se está haciendo está destinado a disminuir cuánto interferimos con los diversos ecosistemas. (Yolanda Paredes, 2021)

2.1.8. *Importancia de Evaluar los Impactos Ambientales*

Las doctrinas del crecimiento económico exponencial han sido ampliamente aceptadas desde mediados del siglo XVIII y hasta hace unos años, cuando todos

pensaban que el potencial de la Tierra y sus recursos naturales para sustentar el crecimiento económico era ilimitado. (María Perevochtchikova, 2021)

Actualmente es entendible que a nivel global el planeta no puede mantener de forma indefinida la situación actual de la estructura económica y que los residuos sólidos, líquidos o gaseosos generados por la actividad humana constituyen una seria amenaza para la salud del planeta y sus habitantes.

Basado en esta situación, se están llevando a cabo iniciativas e investigaciones con el fin de evaluar la posibilidad de ejecutar proyectos que faciliten la actividad humana, resaltando los impactos favorables o desfavorables que dichos trabajos podrían tener en el entorno. Ecuador cuenta con una abundancia potencial de recursos naturales, por lo que resulta fundamental establecer políticas que garanticen la perseveración del medio ambiente y el desarrollo sostenible para las generaciones futuras de la nación.

2.1.9. Aguas residuales

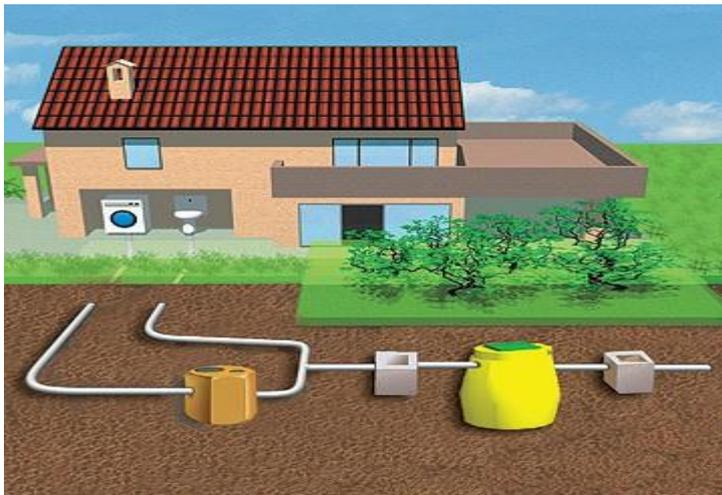
El agua utilizada para actividades humanas como bañarse, lavar platos y beber, que también contiene contaminantes disueltos, ya sean orgánicos o inorgánicos, se denomina agua residual. (Rubens Sette, 2021)

Por lo general, estos se transportan a través de una red de tuberías, que los concentra en un lugar específico para que puedan ser tratados. Estos se pueden clasificar de la siguiente manera:

2.1.9.1. Aguas residuales domésticas

Son las que son creadas por el hombre en los diversos que haceres del hogar, particularmente las que se utilizan para la higiene; estos generalmente se dividen en dos categorías: aguas residuales, también denominadas aguas negras, que provienen del inodoro, y aguas grises, también conocidas como agua jabonosa, que provienen de la ducha, el fregadero, la cocina, la lavandería, entre otras. (Emely Valderrama, 2018)

Figura 4 Aguas residuales domésticas



Fuente: Valderrama (2018)

2.1.9.2. Aguas residuales industriales

Estas son aguas liberadas por instalaciones industriales y podrían incluir residuos domésticos e industriales perjudiciales. Se clasifica como agua residual cualquier tipo de agua que haya experimentado un deterioro en su calidad debido a la actividad humana. Debido a su calidad, cantidad o duración de disponibilidad, este tipo de agua no presenta un valor inmediato para el propósito original de su producción o uso (Mariano Seoáñez, 2018).

Figura 5 Aguas residuales domésticas



Fuente: Seoáñez (2018)

2.1.10. Componentes de la red de alcantarillado

Por ello sugiere que las redes de alcantarillado están compuestas por unos pocos elementos fundamentales, los cuales se enumeran a continuación:

- Sistema séptico.
- Subcolectores.
- Coleccionistas
- Interceptores.
- Emisores (Hernández Rodríguez, 2020)

- **Sistema séptico**

Su propósito principal consiste en la captación y conducción de aguas residuales provenientes de usos domésticos, comerciales e industriales, a fin de dirigir el flujo acumulado hacia colectores, interceptores o emisores. Como consecuencia, esta infraestructura se compone de una serie de conductos por los cuales se transportan las aguas residuales. Dado que el agua ingresa gradualmente en los conductos a lo largo de la red, la sección del tubo se ensancha continuamente con el aumento del flujo, resultados en un diámetro mayor.

- **Subcolectores**

Dado que la tubería en esta sección normalmente tiene un diámetro de menos de 61 cm y recibe aguas residuales de las alcantarillas para que pueda conectarse a un colector, no se requieren grifos.

- **Colector**

No es posible establecer una conexión directa entre las alcantarillas y el colector, ya que este último recoge las aguas residuales provenientes de las alcantarillas y puede concluir su recorrido en un interceptor, una cámara de inspección o una planta de tratamiento. En estas circunstancias, el diseño debe considerar la disposición de las alcantarillas que transcurren de manera paralela a los colectores.

- **Interceptor**

Las aguas residuales de dos o más colectores son interceptadas por las tuberías que componen estos sistemas.

- **Emisores**

Su función primordial consiste en encaminar las aguas residuales hacia la planta de tratamiento de aguas residuales. Se trata del conducto de salida de uno o varios puntos de recolección o taponés; no recibe aportes adicionales, como tuberías de drenaje o aguas residuales domésticas, a lo largo de su trayecto. Esta tubería de drenaje opera como el conducto que transporta el agua tratada desde la planta de tratamiento hasta el punto de descarga.

Los colectores, interceptores y transmisores suelen actuar como copias subterráneas de los sistemas de drenaje superficial natural por razones financieras. El drenaje debe hacerse por gravedad a menos que existan circunstancias muy específicas que requieran una bomba. Las explicaciones para cada uno se dan a continuación.

Las aguas residuales provenientes de emisores de gravedad generalmente son conducidas mediante tuberías, canales u otras estructuras en esta parte. Se recurre a sistemas de presión cuando la topografía no permite el uso completo o parcial de la gravedad en la transmisión.

- **Tuberías**

Los sistemas de alcantarillado están formados por dos o más tubos que se unen entre sí mediante un sistema de unión. Los fabricantes más conocidos de estos tubos son:

- Concreto que es simplemente concreto.
- Una acción dúctil.

- Concreto prefabricado.
- Concreto que ha sido reforzado.
- Cemento hecho de asbesto.
- Cloruro de polivinilo.
- Acero.

El costo de la mayoría de los materiales varía entre sí, pero las tuberías de PVC se destacan por encima del resto porque son las más resistentes a la corrosión y oxidación en contacto con el agua y el suelo, tienen una vida útil de más de 50 años y tienen la vida máxima de diseño más larga de cualquier material, lo que los convierte en la mejor opción para la construcción de alcantarillas sanitarias. (Manuel Álvarez, 2022)

Protege contra la sedimentación y la obstrucción de las tuberías para las velocidades permitidas, así como contra la erosión de las paredes de los conductos. Por ello se denominan velocidades máximas y mínimas.

- La velocidad mínima permitida en una tubería que está parcialmente llena es de 60 cm/s (0 punto 60 m/s), y en una tubería completamente llena, la velocidad mínima permitida es de 90 cm/s (0 punto 90 m/s). s).
- En función de la resistencia del material de la tubería, la velocidad máxima permitida oscila entre 3 y 5 m/s.

2.1.11. Pozos de visita

Con el fin de conectar las líneas de tubería y permitir un correcto mantenimiento e inspección, las estructuras se utilizan en los sistemas de drenaje, ya sea para aguas pluviales o sanitarias. Por ello, a la hora de construir estas estructuras es importante garantizar su estanqueidad y su correcta conexión a la tubería. Dependiendo del análisis económico del que se disponga, pueden ser prefabricados o contruidos in situ en general. Adicionalmente, para facilitar las operaciones de inspección y continuar con el mantenimiento de la red, éstas deberán construirse a una distancia máxima de 80 metros entre sí. (Luis Moreno, 2019)

2.1.12. Hidrología Urbana y Alcantarillado Sanitario

La hidrología urbana y el alcantarillado sanitario son componentes esenciales en el desarrollo y mantenimiento de áreas urbanas modernas. En este contexto, la hidrología urbana se ocupa del estudio de los flujos de agua en entornos urbanos, considerando aspectos como la precipitación, escorrentía, infiltración y la gestión del agua en áreas urbanas. La planificación adecuada de la hidrología urbana es crucial para prevenir inundaciones, garantizar un suministro de agua sostenible y preservar la calidad del agua en ambientes urbanos (Murillo, 2023).

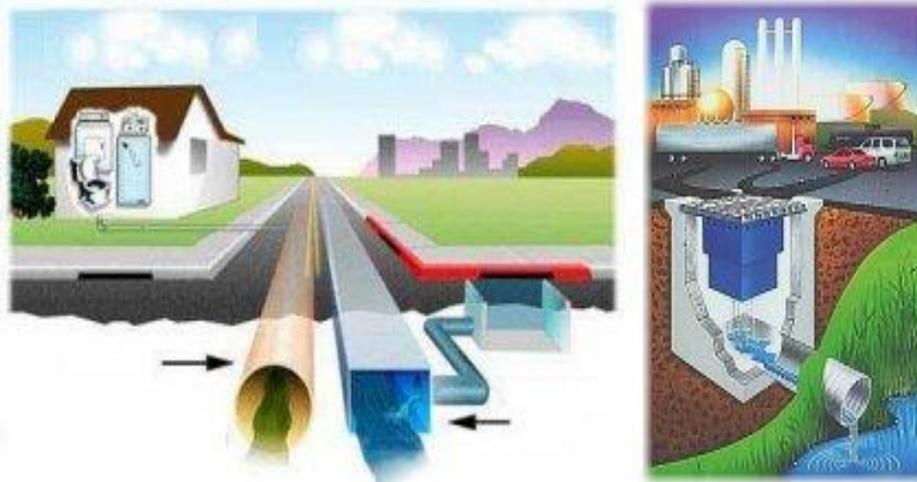
En paralelo, el alcantarillado sanitario desempeña un papel fundamental en la eliminación segura y eficiente de aguas residuales en áreas urbanas. Un sistema de alcantarillado bien diseñado contribuye a la prevención de enfermedades, la protección del medio ambiente y la mejora de la calidad de vida de los habitantes de una ciudad. La infraestructura de alcantarillado sanitario incluye tuberías, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento, todos los cuales trabajan en conjunto para garantizar una gestión adecuada de los desechos humanos e industriales (Tobar, 2023).

Por su parte, la interconexión entre la hidrología urbana y el alcantarillado sanitario es evidente en la necesidad de gestionar eficientemente las aguas pluviales y residuales en un entorno urbano. El diseño integrado de sistemas hidráulicos y sanitarios puede mejorar la resiliencia urbana ante eventos climáticos extremos, minimizando el riesgo de inundaciones y la contaminación del agua. Además, la conciencia sobre la importancia de una gestión sostenible del agua impulsa la innovación en tecnologías y prácticas que promueven el uso eficiente del recurso hídrico en áreas urbanas, lo que resulta fundamental para el desarrollo sostenible de las ciudades modernas (Suero y García, 2021).

Dentro de este contexto también se destaca la importancia de la participación comunitaria y la concientización ciudadana. La educación sobre el uso responsable del agua, la disposición adecuada de residuos y la adopción de prácticas sostenibles

son aspectos esenciales para promover la colaboración entre los habitantes urbanos y las autoridades locales. La implementación de medidas de gestión del agua en entornos urbanos no solo busca soluciones técnicas, sino también involucrar a la comunidad en la preservación y cuidado de este recurso vital (Barahona y Acosta, 2020).

Figura 6 Hidrología urbana



Fuente: Curso UNL, 2020

2.1.13. Impacto Ambiental de Sistemas de Alcantarillado

El impacto ambiental de los sistemas de alcantarillado es un tema de gran relevancia en la planificación urbana y la gestión de recursos hídricos. Estos sistemas, aunque esenciales para la eliminación segura de aguas residuales, pueden tener consecuencias negativas para el entorno natural. Uno de los principales problemas radica en la descarga de aguas residuales no tratadas en cuerpos de agua, lo que puede resultar en la contaminación del agua y la degradación de ecosistemas acuáticos. Este impacto ambiental afecta tanto a la fauna acuática como a la calidad del agua, generando preocupaciones sobre la salud ambiental a largo plazo (Ponce, 2023).

Además, la infraestructura de alcantarillado a menudo implica la alteración del entorno urbano y la modificación de cursos de agua naturales. La canalización de ríos y arroyos para incorporar sistemas de alcantarillado puede provocar la pérdida de

hábitats acuáticos, afectando la biodiversidad y reduciendo la resiliencia de los ecosistemas. Asimismo, la construcción y mantenimiento de estas redes de alcantarillado pueden generar emisiones de carbono y otros impactos asociados a la energía necesaria, contribuyendo al cambio climático (Mestanza, 2022).

Para abordar estos problemas, es imperativo avanzar hacia tecnologías más sostenibles y prácticas de gestión ambiental. La implementación de sistemas de tratamiento avanzado, como plantas de tratamiento de aguas residuales, y enfoques de gestión integrada del agua son cruciales para mitigar el impacto ambiental negativo de los sistemas de alcantarillado. Además, la promoción de técnicas de diseño urbano sostenible y la incorporación de prácticas de conservación del agua pueden contribuir significativamente a reducir la huella ambiental asociada con estas infraestructuras. En última instancia, es esencial equilibrar la necesidad de sistemas de alcantarillado efectivos con la preservación y protección del medio ambiente (Malisa y Malavé, 2020).

En este sentido, la gestión adecuada de los subproductos generados en los procesos de tratamiento de aguas residuales también juega un papel crucial en la mitigación del impacto ambiental. La disposición final de los lodos resultantes de las plantas de tratamiento, si no se realiza de manera responsable, puede contribuir a la contaminación del suelo y afectar negativamente a los ecosistemas circundantes. La implementación de prácticas de reutilización de estos subproductos, como la producción de fertilizantes orgánicos, no solo reduce la carga ambiental, sino que también promueve la economía circular y la sostenibilidad en el manejo de los residuos (Lliguin y Tinoco, 2022).

2.1.13.1. Teorías Prácticas Asociadas al Impacto Ambiental

Las teorías prácticas asociadas al impacto ambiental de los sistemas de alcantarillado han surgido como respuestas integrales para abordar los efectos adversos de estas infraestructuras en el medio ambiente urbano. Desde enfoques de diseño sostenible hasta estrategias avanzadas de tratamiento de aguas residuales y consideraciones integrales de cuencas hidrográficas, estas teorías buscan equilibrar

las demandas urbanas con la preservación del entorno natural. Representan un compromiso con la gestión ambientalmente consciente y la construcción de entornos urbanos más sostenibles (Trejo, 2021). Entre algunas de estas teorías, a continuación, se mencionan las siguientes.

Tabla 1 Teorías prácticas asociadas al impacto ambiental

Teoría	Descripción
Enfoque de Drenaje Sostenible (SuDS)	Este enfoque busca replicar los procesos naturales de drenaje y reducir la escorrentía superficial. Incluye prácticas como techos verdes, pavimentos permeables y zonas verdes urbanas, que ayudan a controlar el flujo de agua y reducir la carga sobre los sistemas de alcantarillado.
Reutilización de Agua Tratada	La teoría de la reutilización de agua tratada aboga por tratar las aguas residuales hasta niveles seguros y utilizarlas en aplicaciones no potables, como riego de jardines, lavado de calles o incluso en procesos industriales, reduciendo así la demanda sobre los recursos hídricos naturales.
Reciclaje de Lodos	La teoría del reciclaje de lodos busca convertir los subproductos del tratamiento de aguas residuales, como lodos, en recursos útiles, como fertilizantes orgánicos. Esto no solo minimiza la disposición final en vertederos, sino que también contribuye a cerrar el ciclo de nutrientes de manera más sostenible.

<p>Enfoque de Cuencas Hidrográficas</p>	<p>Esta teoría aborda la gestión del agua de manera integral, considerando toda la cuenca hidrográfica en lugar de enfocarse solo en los sistemas de alcantarillado urbanos. Busca equilibrar la demanda de agua, conservar la biodiversidad y gestionar eficazmente los riesgos de inundaciones.</p>
<p>Densificación Urbana</p>	<p>Fomentar la densificación urbana en lugar de la expansión horizontal puede reducir la necesidad de extensos sistemas de alcantarillado, preservando áreas verdes y evitando la degradación del entorno natural.</p>
<p>Concientización Ciudadana</p>	<p>Fomentar la educación ambiental y la participación comunitaria es esencial. Informar a los residentes sobre la importancia de prácticas sostenibles, como la reducción de residuos y el uso responsable del agua, puede tener un impacto positivo en la reducción del estrés ambiental asociado con los sistemas de alcantarillado.</p>

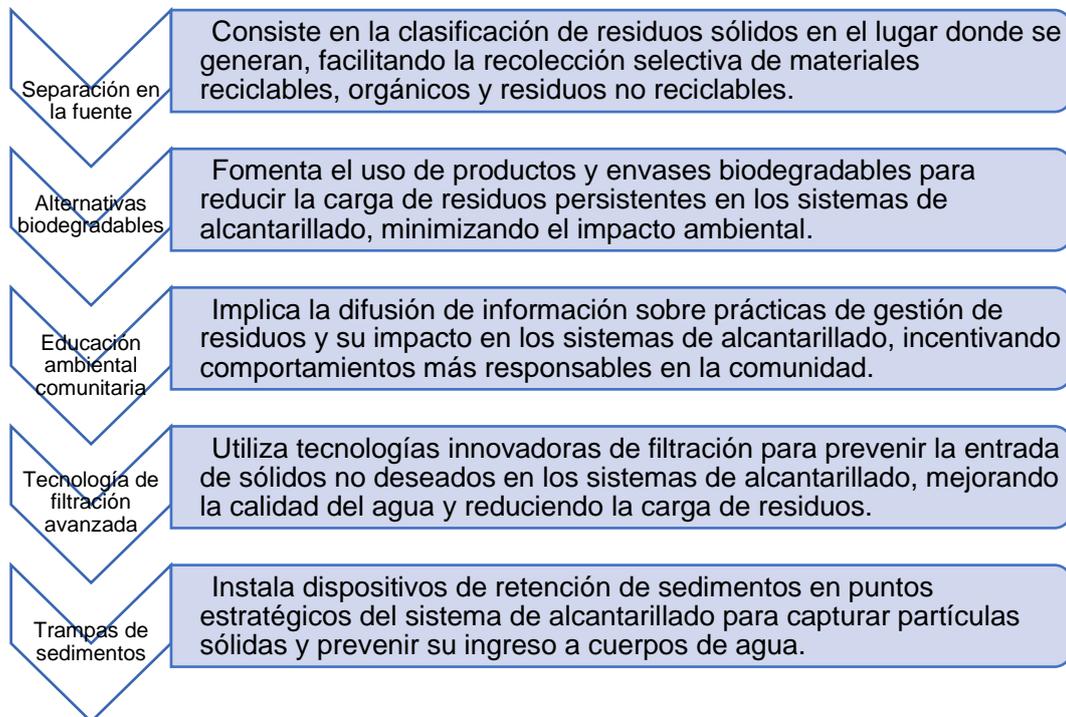
Nota. La tabla muestra las distintas teorías prácticas asociadas al impacto ambiental.
Fuente: Trejo (2021).

2.1.13.2. Estrategias para la Reducción de Residuos en el Sistema de Alcantarillado

En la búsqueda de soluciones ambientalmente responsables y sostenibles, la atención se ha centrado cada vez más en el desarrollo de estrategias para la reducción de residuos en los sistemas de alcantarillado. Estos sistemas, vitales para el manejo de aguas residuales urbanas, enfrentan desafíos significativos asociados con la acumulación de residuos sólidos que pueden afectar tanto la eficiencia operativa como el impacto ambiental (De los Santos et al., 2018).

A continuación, se presenta un esquema gráfico donde se explican algunas de estas estrategias:

Figura 7 Estrategias para la reducción de residuos en el sistema de alcantarillado



Nota. La figura muestra un conjunto de estrategias para la reducción de residuos en el sistema de alcantarillado.

Fuente: De los Santos et al (2018)

2.2. Marco Legal

En Ecuador, se observa un progreso en el desarrollo de políticas ambientales tanto en su conceptualización como en su diseño. Sin embargo, la implementación de estas políticas enfrenta desafíos significativos. Las deficiencias identificadas incluyen la falta de compromiso político, la carencia de diseños eficientes y la aplicación inadecuada de los procesos.

La Constitución ecuatoriana ha otorgado derechos a la naturaleza, estableciendo una reserva constitucional para su protección. En este sentido, se han tomado medidas legales para garantizar la conservación integral de la naturaleza, como la suspensión de obras sin los permisos ambientales correspondientes, la aplicación del principio precautorio y la limitación del derecho a la propiedad privada

para fines de remediación ambiental y restauración (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

En cuanto a la evaluación y control ambiental, el artículo 19 establece que las obras y proyectos que puedan causar impactos ambientales deben ser calificados previamente por organismos de control según el Sistema Único de Manejo Ambiental, guiado por el principio precautelatorio. El artículo 20 exige licencias ambientales para actividades con riesgo ambiental, mientras que el artículo 21 detalla los componentes de los sistemas de manejo ambiental, que incluyen estudios de línea base, evaluación de impacto ambiental, evaluación de riesgos, planes de manejo y monitoreo, entre otros. Por último, el artículo 23 especifica los aspectos que deben ser considerados en la evaluación de impacto ambiental, abarcando efectos sobre la población humana, biodiversidad, suelo, aire, agua, paisaje, ecosistemas, así como impactos en el patrimonio histórico, escénico y cultural (Ley de Gestión Ambiental, Codificación, 2004).

Sección novena - Gestión del riesgo

El Artículo 389 establece que el Estado tiene la responsabilidad de salvaguardar a las personas, comunidades y al medio ambiente contra los efectos perjudiciales de los desastres naturales o causados por la acción humana. Esta protección se llevará a cabo a través de la prevención del riesgo, la reducción de los desastres, la recuperación y la mejora de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con la meta de disminuir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas afectados (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Capítulo segundo - Biodiversidad y recursos naturales

Sección primera - Naturaleza y ambiente

El Artículo 395 de la Constitución de Ecuador presenta los principios ambientales esenciales que el Estado debe respetar y seguir. Estos principios abogan por un desarrollo sostenible que proteja la biodiversidad y satisfaga las necesidades actuales y futuras, requiriendo la implementación de políticas ambientales inclusivas y participativas, así como la aplicación de leyes que favorezcan la protección del

medio ambiente y la adopción de medidas preventivas y correctivas ante posibles impactos ambientales (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Por otro lado, el Artículo 396 establece la responsabilidad objetiva por los daños ambientales, lo que implica que aquellos que causen daños al medio ambiente deben restaurar completamente los ecosistemas afectados y compensar a las personas y comunidades perjudicadas. Se enfatiza la responsabilidad de todos los involucrados en los procesos de producción y distribución para evitar, mitigar y reparar los daños ambientales, así como la permanencia de las acciones legales para perseguir y sancionar estos daños (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Mientras que, el Artículo 397 resalta la responsabilidad inmediata y subsidiaria del Estado en la restauración de los ecosistemas dañados. Además de imponer sanciones, el Estado exigirá al operador responsable del daño que cumpla con las obligaciones de restauración integral, y garantice el derecho de las personas y entidades a buscar protección legal efectiva en asuntos ambientales. También subraya la importancia de establecer mecanismos para prevenir y controlar la contaminación, regular la gestión de materiales peligrosos, proteger áreas naturales y crear un sistema nacional para gestionar riesgos y desastres naturales (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Sección segunda – Biodiversidad

El Artículo 400 indica que el Estado tiene el control absoluto sobre la biodiversidad y debe administrarla con responsabilidad hacia las generaciones actuales y futuras. Se declara la conservación de la biodiversidad en todas sus formas como un interés público, especialmente enfocado en la biodiversidad agrícola, silvestre y el patrimonio genético del país (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Por su parte, el Artículo 401 establece que Ecuador no permite la presencia de cultivos y semillas transgénicas, salvo en casos excepcionales y con una justificación de interés nacional que debe ser aprobada por el presidente y la Asamblea Nacional.

Además, el Estado regulará de manera rigurosa la biotecnología moderna y sus productos, evitando el uso de biotecnologías riesgosas o experimentales (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

En el Artículo 402 se prohíbe otorgar derechos, incluyendo los de propiedad intelectual, sobre productos derivados del conocimiento colectivo vinculado a la biodiversidad nacional (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Finalmente, el Artículo 403 establece que Ecuador no participará en acuerdos que comprometan la conservación y el manejo sostenible de la biodiversidad, la salud humana y los derechos colectivos y de la naturaleza (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Art. 403.- El Estado no se comprometerá en convenios o acuerdos de cooperación que incluyan cláusulas que menoscaben la conservación y el manejo sustentable de la biodiversidad, la salud humana y los derechos colectivos y de la naturaleza (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

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

El enfoque cuantitativo en investigación es un método sistemático que se centra en la recolección y análisis de datos cuantificables, es decir, información expresada en términos numéricos. Este enfoque busca medir variables específicas y examinar relaciones causales entre ellas. Utiliza técnicas estadísticas para analizar los datos recopilados y generalizar los resultados a una población más amplia. A menudo, implica la aplicación de encuestas, experimentos controlados o análisis de datos existentes (Arias y Covinos, 2021).

El enfoque cuantitativo fue utilizado en esta investigación, a fin de abordar cuestiones relacionadas con el diseño hidráulico, la recolección de datos cuantitativos, como el caudal de aguas residuales, la topografía del terreno y la capacidad de transporte de los conductos, para proporcionar información precisa y cuantificable. Este enfoque permitió evaluar de manera objetiva las necesidades hidráulicas específicas del área, identificar patrones de flujo y dimensionar adecuadamente la infraestructura de alcantarillado. Facilitando, además, la comparación de diferentes escenarios de diseño y proporciona una base sólida para la toma de decisiones fundamentada en datos con el objetivo de optimizar la eficiencia del sistema de alcantarillado sanitario en el mencionado sector.

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

Un alcance exploratorio se lleva a cabo cuando el conocimiento sobre un tema es limitado o no está bien establecido. Su objetivo principal es examinar de manera superficial un fenómeno o problema, identificar variables clave y generar hipótesis para investigaciones más detalladas en el futuro. Se utiliza comúnmente al inicio de un proceso de investigación para familiarizarse con el tema y formular preguntas más específicas (Ramos, 2020).

Por otro lado, el alcance descriptivo, tiene como objetivo principal describir detalladamente las características, propiedades o comportamientos de un fenómeno o grupo. Se centra en recopilar datos cuantitativos o cualitativos para proporcionar una visión precisa y completa de un tema en particular. Este tipo de investigación es valioso cuando se busca comprender a fondo las características específicas de un fenómeno y suele involucrar el uso de estadísticas y análisis detallado de datos (Galarza, 2020).

El alcance de la investigación incluye un alcance tanto exploratorio como descriptivo. En la fase exploratoria, se realizó un análisis inicial para comprender la topografía del terreno, la disposición de las estructuras existentes y las condiciones específicas del área. Esto ayudó a identificar variables relevantes para el diseño hidráulico. Luego, en la fase descriptiva, se recopilaron datos cuantitativos para describir detalladamente características específicas, como el caudal de aguas residuales, la capacidad de carga del suelo y otros factores hidráulicos esenciales. Este enfoque combinado permitió una comprensión completa y detallada del contexto, facilitando así la toma de decisiones informada en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

3.3. Técnica e instrumentos para obtener los datos

3.3.1. Técnica

La técnica de análisis hidráulico se refiere al conjunto de procedimientos y métodos utilizados para examinar y evaluar el comportamiento de los fluidos, como el agua, dentro de sistemas hidráulicos, como tuberías, canales o redes de alcantarillado. Esta técnica implica el estudio de diversas variables hidráulicas, como la velocidad del flujo, la presión, el caudal y la capacidad de carga de los conductos.

En el caso de la presente investigación, la aplicación de esta técnica permitió evaluar de manera detallada las características hidráulicas del área, incluyendo aspectos como el flujo de aguas residuales, la capacidad de los conductos y la topografía del terreno.

Al utilizar cada una de sus herramientas, fue posible simular el comportamiento del sistema de alcantarillado bajo diversas condiciones, lo que resulta fundamental

para dimensionar adecuadamente la infraestructura y garantizar su eficiencia operativa. Además, el análisis hidráulico proporciona información crítica para identificar posibles puntos problemáticos, optimizar la red de alcantarillado y asegurar que el diseño cumpla con los estándares necesarios para una gestión efectiva de aguas residuales en el área específica de estudio.

Adicionalmente, se aplicará una encuesta a los moradores del sector Caserío el Rincón Recinto Los Lojas en el cantón Daule, esto a fin de poder conocer el criterio y beneficios esperados con el diseño de un sistema hidráulico de alcantarillado sanitario, que no solo contribuya a mejorar la estética del sitio, sino también, a reducir los índices de contaminación y afecciones en la salud de su comunidad en general. Esta encuesta será realizada mediante un enlace a través de la plataforma Google forms, de modo que se puedan obtener los resultados y estadísticas de manera mucho más eficiente y rápida.

3.3.2. Instrumento

Dado que fue de suma importancia asistir al lugar para obtener la información necesaria y pertinente, el instrumento fue básicamente una ficha de observación, donde se fueron anotando aspectos como el clima, topografía del terreno, servicios de abastecimiento que posee el sector, características del pozo, número de viviendas, habitantes, entre otros datos importantes. Cabe resaltar, que el diseño propuesto se realizará a modo de planificación de actividades, donde se establecerán los recursos, presupuesto estimado, y responsables del proyecto.

Y, así mismo, en lo que respecta a la técnica encuesta, esta se complementará mediante el instrumento cuestionario, el cual contará con 10 preguntas de respuesta cerrada, las cuales serán aplicadas a los moradores del sector Caserío el Rincón Recinto Los Lojas en el cantón Daule. Para ello, se ha diseñado un formato de encuesta con las alternativas de cada una de las preguntas, el cual se expone a más detalle en el Anexo 1.

3.4. Población y Muestra

En el caso de esta investigación, la población se encuentra conformada por un total de 685 habitantes aproximadamente en el sector según el último censo realizado en 2023, a los cuales se les aplicará la encuesta, y a partir de lo cual, se espera obtener respuestas que contribuyan al objeto de la investigación. Por otro lado, en cuanto a la muestra de estudio, se trabajará mediante un muestreo aleatorio probabilístico, donde se aplicará la siguiente fórmula:

Cantidad de la población (N) : 685

Probabilidad de éxito (p): 0.5

Probabilidad de que no se cumplan (q): 0.5

Error máximo aceptable (e): 0.03

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * q}$$
$$n = \frac{685 * 0,95^2 * 0.5 * 0.5}{(685 - 1) * 0.03^2 + 0.95^2 * 0.5 * 0.5}$$
$$n = \frac{154.553125}{0.841225}$$
$$n = 183.72 \approx 184$$

Por lo tanto, de acuerdo con el resultado obtenido a partir del cálculo de la muestra, se determina que la encuesta será aplicada a un total de 184 habitantes del sector caserío el rincón recinto los Lojas, cantón Daule.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

4.1. Presentación y Análisis de Resultados

Conforme a la encuesta aplicada a los moradores del sector del Caserío del cantón Daule, a continuación, se exponen los resultados obtenidos, los cuales serán importantes para el desarrollo de la planificación del diseño final del sistema de alcantarillado.

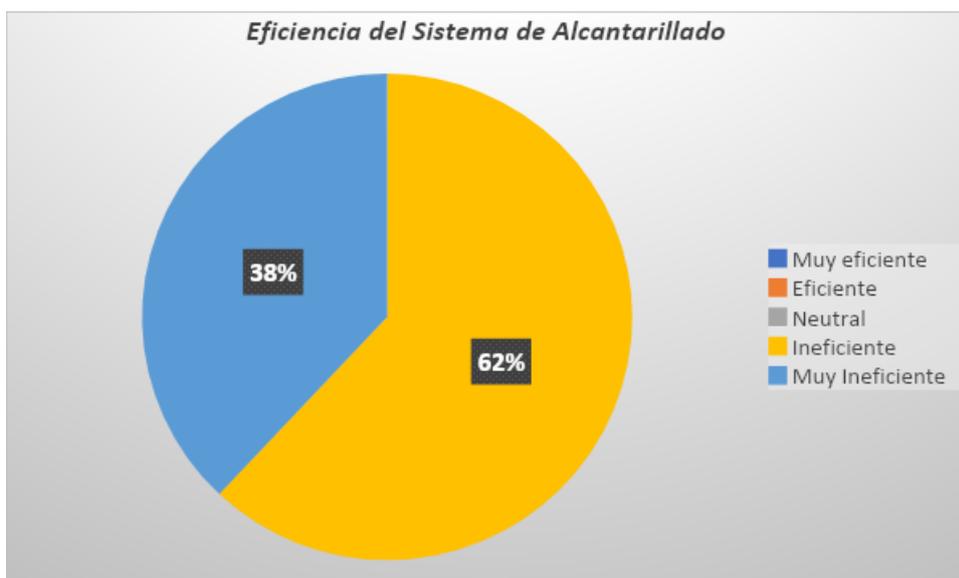
1) ¿Cómo evalúa la eficiencia actual del sistema de alcantarillado sanitario en el Caserío El Rincón Recinto Los Lojas, Cantón Daule?

Tabla 2 Eficiencia del Sistema de Alcantarillado

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Muy eficiente	0	0%
Eficiente	0	0%
Neutral	0	0%
Ineficiente	115	62%
Muy Ineficiente	69	38%
Total	184	100%

Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Figura 8 Eficiencia del Sistema de Alcantarillado



Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

El análisis de resultados indica que, según la percepción de los habitantes del Caserío El Rincón Recinto Los Lojas, Cantón Daule, la eficiencia del sistema de alcantarillado sanitario es mayormente evaluada como ineficiente, representando un 62% de las respuestas, seguida de muy ineficiente, con un 38%. No se registraron percepciones de eficiencia, ya sea muy eficiente, eficiente o neutral, lo que sugiere una insatisfacción generalizada con el estado actual del sistema de alcantarillado en la comunidad.

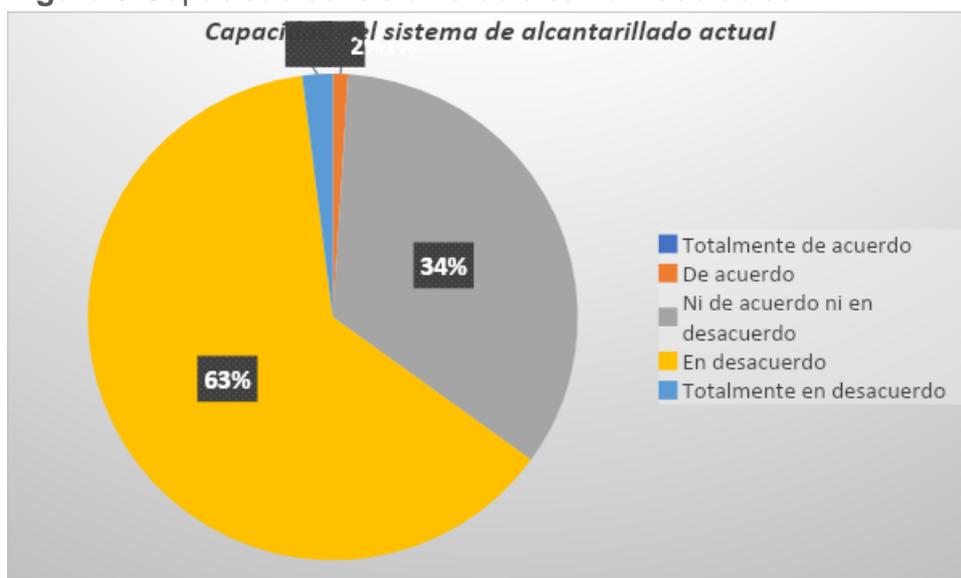
2) ¿Considera que la capacidad del sistema de alcantarillado actual es suficiente para cubrir las necesidades de la población en el sector?

Tabla 3 Capacidad del sistema de alcantarillado actual

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	0	0%
De acuerdo	2	1%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	63	34%
En desacuerdo	116	63%
Totalmente en desacuerdo	3	2%
Total	184	100%

Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Figura 9 Capacidad del sistema de alcantarillado actual



Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

En cuanto a los resultados de esta segunda interrogante, se destaca que la percepción mayoritaria sobre la capacidad del sistema de alcantarillado actual para satisfacer las necesidades de la población en el sector es negativa, con un 63% de los encuestados manifestando estar en desacuerdo y un 2% totalmente en desacuerdo. Además, un 34% indica no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo, mientras que solo un 1% está de acuerdo y ninguno totalmente de acuerdo. Estos datos sugieren una preocupación significativa respecto a la capacidad del sistema de alcantarillado para cubrir las demandas de la población.

3) ¿Experimenta problemas frecuentes de inundaciones o desbordamientos relacionados con el sistema de alcantarillado en su vivienda?

Tabla 4 Problemas de inundaciones y desbordamiento asociados al sistema de alcantarillado

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	2	1%
De acuerdo	5	3%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	61	33%
En desacuerdo	12	7%
Totalmente en desacuerdo	104	56%
Total	184	100%

Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Figura 10 Problemas de inundaciones y desbordamiento asociados al sistema de alcantarillado.



Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Estos resultados exponen el 56% de los encuestados manifiestan estar totalmente en desacuerdo con esta afirmación. Sin embargo, un porcentaje significativo, representado por un 33%, indica no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo, mientras que un 7% está en desacuerdo y un 3% de acuerdo. Solo un 1% está totalmente de acuerdo. Estos datos resaltan una preocupación leve, pero importante sobre la incidencia de inundaciones y desbordamientos relacionados con el sistema de alcantarillado en sus hogares, lo que podría requerir intervenciones y mejoras en la infraestructura sanitaria para abordar estas problemáticas.

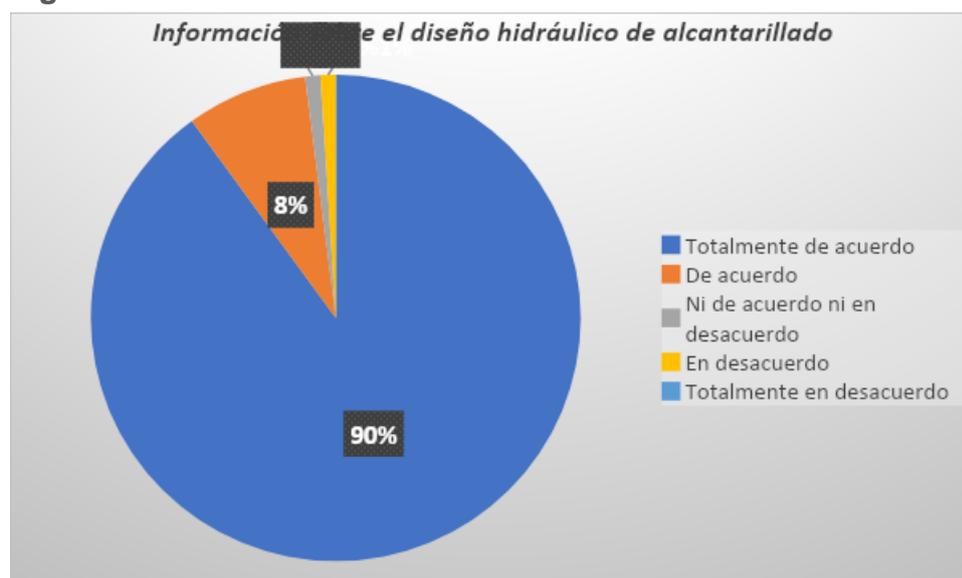
4) ¿Se siente informado sobre el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario en su área?

Tabla 5 Información sobre el diseño hidráulico de alcantarillado

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	166	90%
De acuerdo	15	8%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	1%
En desacuerdo	1	1%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	184	100%

Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Figura 11 Información sobre el diseño hidráulico de alcantarillado.



Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

En este caso, los resultados reflejan que la gran mayoría de los encuestados, representando un 90%, se sienten totalmente de acuerdo con estar informados sobre el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario en su área. Además, un 8% manifiesta estar de acuerdo con esta afirmación. Solo un porcentaje mínimo, compuesto por un 1%, indica estar ni de acuerdo ni en desacuerdo, y un 1% está en desacuerdo. Estos resultados indican un nivel alto de conciencia y conocimiento entre los residentes sobre el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado en su área.

5) ¿Cree que la administración local debería implementar mejoras en el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado para abordar problemas específicos en el Caserío El Rincón, Recinto Los Lojas?

Tabla 6 Mejoras en el diseño hidráulico de sistema de alcantarillado

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	175	95%
De acuerdo	9	5%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	184	100%

Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Figura 12 Mejoras en el diseño hidráulico de sistema de alcantarillado



Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Los resultados obtenidos a partir de esta pregunta muestran que la mayoría de los encuestados, con un 95%, están totalmente de acuerdo en que la administración local debería implementar mejoras en el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado. Además, un pequeño porcentaje, representado por un 5%, está de acuerdo con esta afirmación. No se registraron respuestas de ni acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Estos datos indican un claro consenso entre los residentes sobre la necesidad de mejoras en la infraestructura hidráulica para resolver los problemas relacionados con el sistema de alcantarillado en su área.

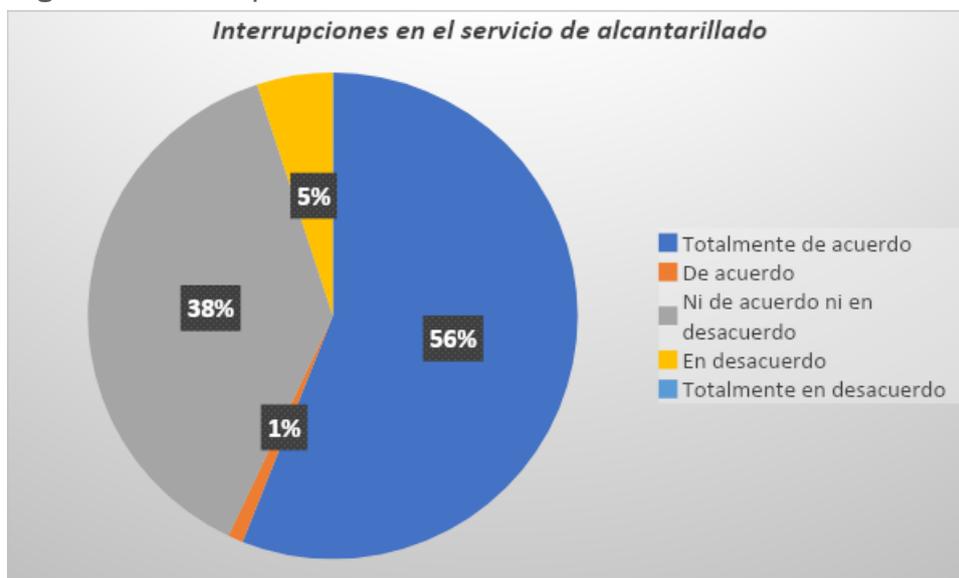
6) ¿Ha experimentado interrupciones en el servicio de alcantarillado sanitario en los últimos meses?

Tabla 7 Interrupciones en el servicio de alcantarillado

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	104	56%
De acuerdo	1	1%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	70	38%
En desacuerdo	9	5%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	184	100%

Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Figura 13 Interrupciones en el servicio de alcantarillado



Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

En esta interrogante los resultados señalan que una parte significativa de los encuestados, representando un 56%, está totalmente de acuerdo en haber experimentado interrupciones en el servicio de alcantarillado sanitario en los últimos meses. Además, un 38% indica no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo con esta afirmación, mientras que solo un 1% está de acuerdo y un 5% en desacuerdo. No se registraron respuestas totalmente en desacuerdo. Estos datos describen que la mayoría de los residentes han enfrentado interrupciones en el servicio de alcantarillado.

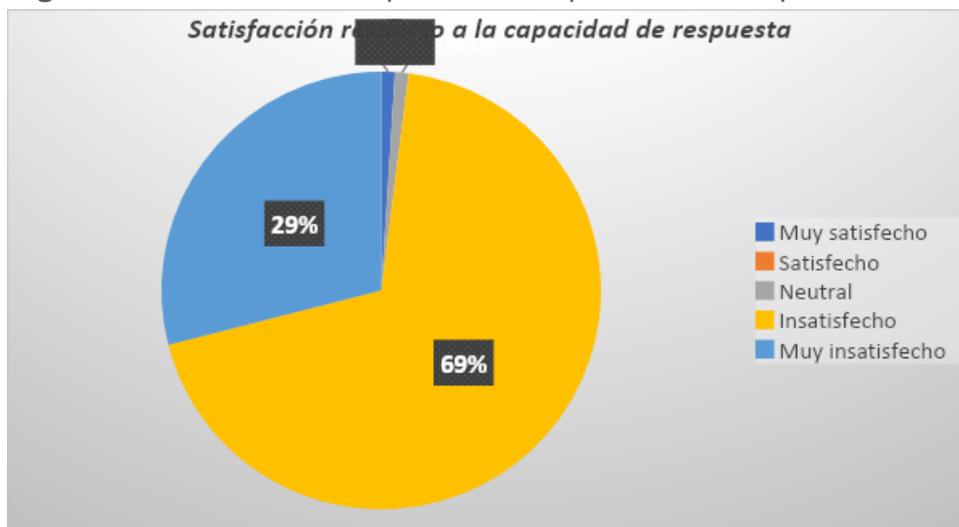
7) ¿Qué tan satisfecho está con la capacidad de respuesta de las autoridades locales para abordar problemas relacionados con el sistema de alcantarillado en su área?

Tabla 8 Satisfacción respecto a la capacidad de respuesta

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Muy satisfecho	1	1%
Satisfecho	0	0%
Neutral	1	1%
Insatisfecho	127	69%
Muy insatisfecho	55	29%
Total	184	100%

Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Figura 14 Satisfacción respecto a la capacidad de respuesta



Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

El análisis de resultados revela que la mayoría de los encuestados muestran una insatisfacción significativa con la capacidad de respuesta de las autoridades locales para abordar problemas relacionados con el sistema de alcantarillado en su área, con un 69% expresando estar insatisfechos y un 29% muy insatisfechos. Además, un 1% está neutral y otro 1% muy satisfecho. No se registraron respuestas de satisfacción. Estos datos reflejan una percepción generalizada de falta de eficacia en la respuesta de las autoridades locales frente a estos problemas asociados al alcantarillado.

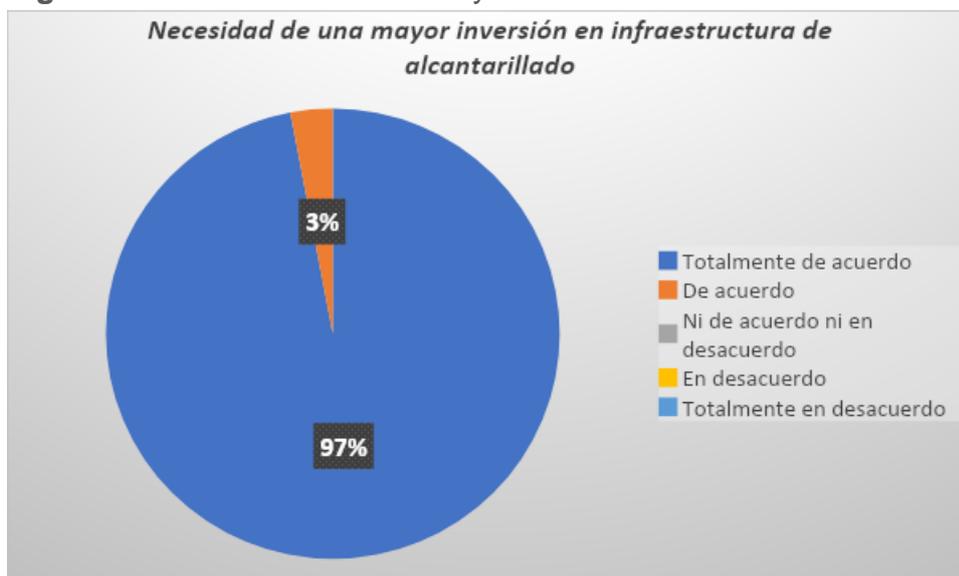
8) ¿Considera que existe la necesidad de una mayor inversión en infraestructura de alcantarillado sanitario en el Caserío El Rincón, Recinto Los Lojas?

Tabla 9 Necesidad de una mayor inversión en infraestructura de alcantarillado

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	178	97%
De acuerdo	6	3%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	184	100%

Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Figura 15 Necesidad de una mayor inversión en infraestructura de alcantarillado



Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Respecto a los resultados de la octava pregunta, se obtuvo que el 97% de los encuestados, está totalmente de acuerdo en que existe la necesidad de una mayor inversión en infraestructura de alcantarillado sanitario. Solo un pequeño porcentaje, representado por un 3%, está de acuerdo con esta afirmación. No se registraron respuestas de ni acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Estos datos reflejan una clara percepción por parte de la comunidad sobre la urgencia y la importancia de invertir en mejoras en la infraestructura de alcantarillado para abordar los problemas existentes.

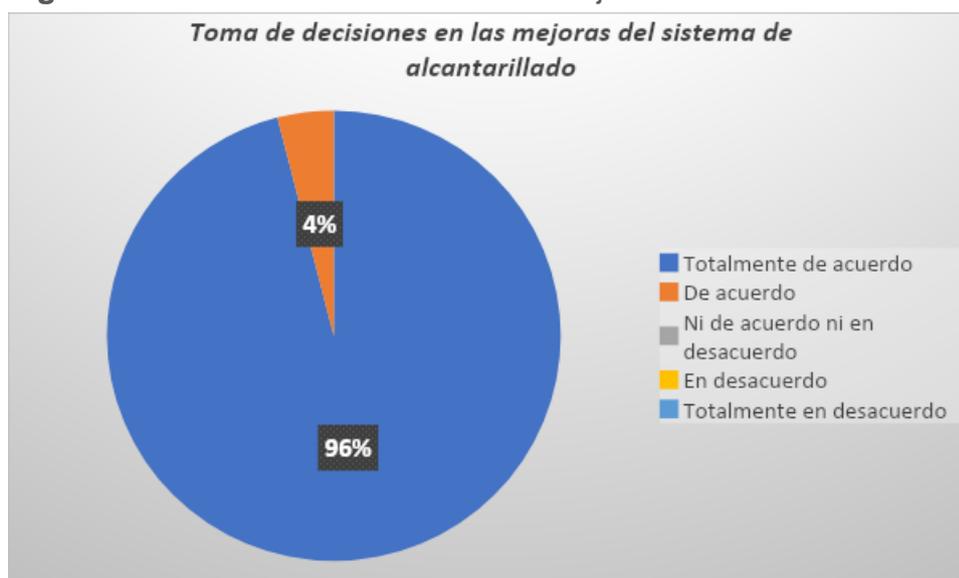
9) ¿Se siente parte activa en el proceso de toma de decisiones sobre mejoras en el sistema de alcantarillado de su comunidad?

Tabla 10 Toma de decisiones en las mejoras del sistema de alcantarillado

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	176	96%
De acuerdo	8	4%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	184	100%

Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Figura 16 Toma de decisiones en las mejoras del sistema de alcantarillado



Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

El análisis de resultados indica que la mayoría de los encuestados, con un 96%, están totalmente de acuerdo en sentirse parte activa en el proceso de toma de decisiones sobre mejoras en el sistema de alcantarillado de su comunidad. Asimismo, un pequeño porcentaje, representado por un 4%, está de acuerdo con esta afirmación. No se registraron respuestas de ni acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Estos datos reflejan un alto grado de participación y compromiso por parte de la comunidad en el proceso de mejorar el sistema de alcantarillado.

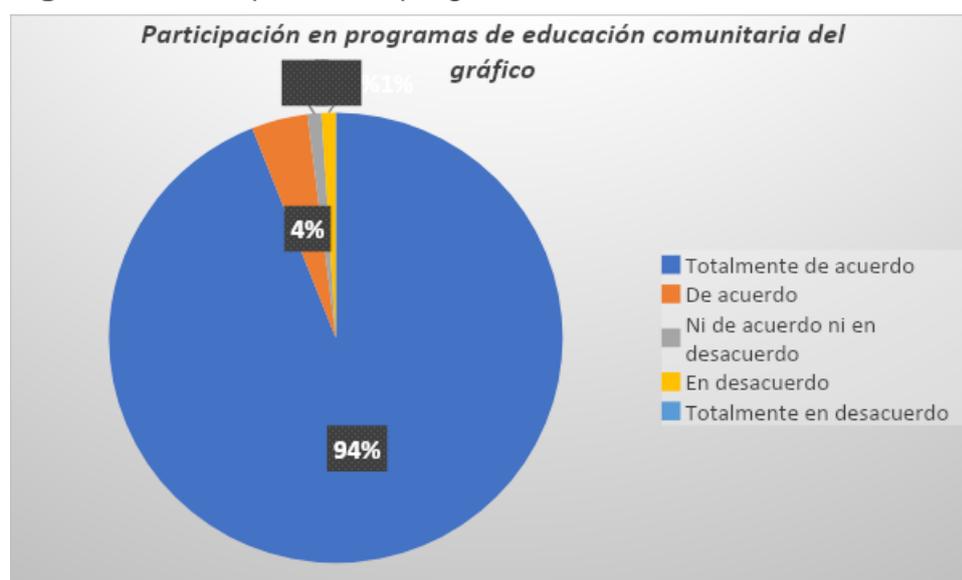
10) ¿Estaría dispuesto(a) a participar en programas de educación comunitaria sobre el uso responsable del sistema de alcantarillado y su diseño hidráulico?

Tabla 11 Participación en programas de educación comunitaria

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	173	94%
De acuerdo	8	4%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	1%
En desacuerdo	1	1%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	184	100%

Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Figura 17 Participación en programas de educación comunitaria



Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Finalmente, en cuanto a los resultados de la última pregunta, estos muestran que la gran mayoría de los encuestados, con un 94%, están totalmente de acuerdo en participar en programas de educación comunitaria sobre el uso responsable del sistema de alcantarillado y su diseño hidráulico. Además, un 4% indica estar de acuerdo con esta propuesta. Solo un pequeño porcentaje, representado por un 1%, se muestra neutral respecto a la participación, mientras que otro 1% está en desacuerdo. No se registraron respuestas de total desacuerdo. Estos datos reflejan un alto nivel de disposición por parte de la comunidad para involucrarse en iniciativas de educación y sensibilización, lo que podría contribuir significativamente a mejorar el manejo y la sostenibilidad del sistema de alcantarillado en el área.

4.1.1. Análisis General de los Resultados

El análisis de los resultados de la encuesta sobre el sistema de alcantarillado en el Caserío El Rincón, Recinto Los Lojas, Cantón Daule, revela una preocupación generalizada entre los residentes sobre la eficiencia y capacidad del sistema existente. Los datos muestran una percepción mayoritaria de ineficiencia y problemas recurrentes, como inundaciones y desbordamientos, así como una insatisfacción significativa con la capacidad de respuesta de las autoridades locales. La necesidad de una mayor inversión en infraestructura de alcantarillado es clara, con un consenso abrumador entre los encuestados sobre la necesidad de mejoras y la disposición a participar en programas de educación comunitaria.

Por otro lado, los resultados también indican un alto nivel de conciencia y participación de la comunidad en el proceso de toma de decisiones y la disposición a involucrarse en iniciativas de mejora y educación. La mayoría de los encuestados se muestran dispuestos a participar en programas de educación comunitaria sobre el uso responsable del sistema de alcantarillado, lo que sugiere un potencial prometedor para la colaboración entre los residentes y las autoridades locales en la implementación de soluciones efectivas. Estos hallazgos destacan la importancia de una gestión proactiva y colaborativa para abordar los desafíos relacionados con la infraestructura sanitaria y mejorar la calidad de vida en la comunidad.

4.2. Contexto Actual de las Condiciones del sector El Caserío del Cantón Daule respecto al Sistema de Alcantarillado

4.2.1. Descripción del Sitio

Figura 18 Ubicación geográfica de sector El Caserío del cantón Daule



Fuente: Google Maps (2024)

El sector Caserío El Rincón recinto Los Lojas, cantón Daule cuenta con una población de 682 habitantes según el último censo realizado en el año 2023. Actualmente solo el 9,5% de los moradores cuenta con un servicio de agua potable, mientras que el resto de los habitantes se abastecen mediante la recolección de agua de Tanqueros que pasa cada semana. En cuanto a la energía eléctrica, el 93,2% de los habitantes si cuenta con el servicio proporcionado por la empresa CNEL. Por otra parte, en este recinto se cuenta con un total de 104 viviendas y 112 familias, las cuales, en cuanto al sistema de alcantarillado, tan solo el 1,9% de las viviendas cuenta con este servicio, seguido de la recolección de basura de los cuales solo el 24,6% cuenta con ello (INEC, 2023).

Las características de sus pozos son de 2 metros de alto, 1 metro de ancho, y 1,5 metros de profundidad; estos son lo que les hizo el municipio de Daule hace dos años a las casas más pequeñas, mientras que las casas grandes tenían pozos

independientes que ellos mismos hicieron. No suelen haber colapsos, pero sí inundaciones en invierno ya que las casas están construidas 1.5m promedio de la altura de la carretera. Así mismo, tienen 3 tuberías de aguas lluvias por estancamientos en desniveles, las cuales hizo el municipio hace unos 10 años y, se muestra a continuación en la siguiente imagen.

Figura 19 Tuberías de aguas lluvias del sector



Fuente: Investigación de campo (2023)

4.3. Criterios para el Diseño Hidráulico de Alcantarillado Sanitario

Para llevar a cabo el diseño hidráulico de alcantarillado sanitario para el sector Caserío El Rincón, Recinto Los Lojas, Cantón Daule, es necesario seguir un proceso estructurado que abarque diversas fases y criterios clave. A continuación, se detallan los aspectos relevantes a considerar en cada etapa del proyecto:

Tabla 12 Criterios para el diseño Hidráulico de Alcantarillado

Fase	Actividades	Recursos humanos y materiales	Tiempo	Presupuesto estimado
	a. Relevamiento topográfico del área para obtener datos precisos sobre el terreno y la	- Se requerirá un equipo multidisciplinario	2 a 3 meses	\$28,000

Fase 1. Diseño	<p>ubicación de las estructuras existentes.</p> <p>b. Estudio de las características hidrológicas y pluviométricas del área para determinar la capacidad de drenaje requerida.</p> <p>c. Análisis de las necesidades de alcantarillado sanitario de la comunidad, considerando la densidad poblacional, el uso del suelo y los patrones de desarrollo.</p> <p>d. Definición de los parámetros de diseño, incluyendo caudales máximos y mínimos, y dimensionamiento de las tuberías y estructuras del sistema.</p>	<p>de ingenieros hidráulicos, topógrafos y personal administrativo.</p> <p>- Se necesitará software especializado para el modelado hidráulico y el diseño de planos (AutoCAD)</p>	1 a 2 meses	\$19,000
Fase 2. Sistemas Arquitectónicos de Diseño de Planos	<p>a. Diseño detallado del trazado de las redes de alcantarillado, incluyendo la ubicación de las tuberías principales, secundarias y colectores.</p> <p>b. Incorporación de cámaras de inspección, pozos de visita y otras estructuras de control en los planos.</p> <p>c. Especificación de materiales y detalles constructivos para garantizar la durabilidad y funcionalidad del sistema.</p> <p>d. Elaboración de planos de perfil longitudinal y transversal para mostrar la</p>	<p>Se requerirá software de diseño asistido por computadora (AutoCAD) para la elaboración de planos.</p>	1 a 2 meses	\$19,000

	inclinación y profundidad de las tuberías.			
Fase 3. Consideraciones Ambientales y Normativas	a. Evaluación del impacto ambiental del proyecto, incluyendo posibles efectos sobre cuerpos de agua, ecosistemas y calidad del aire.	Se requerirá asesoramiento de especialistas en impacto ambiental y conocimiento detallado de las normativas locales y nacionales.	1 a 2 meses	\$8,000
	b. Desarrollo de medidas de mitigación y control ambiental para minimizar los impactos negativos.			
	c. Cumplimiento de las normativas y regulaciones relacionadas con la calidad del agua, la gestión de residuos y la protección del entorno natural.			
Fase 4. Evaluación de Alternativas y Optimización del Diseño	a. Evaluación de diferentes alternativas de diseño, incluyendo la selección de materiales, la disposición de las redes y la ubicación de las estructuras.	Se requerirá software de modelado hidráulico y análisis de costos.	1 a 2 meses	\$7,000
	b. Simulación hidráulica para analizar el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones de flujo y carga.			
	c. Optimización del diseño para garantizar la eficiencia hidráulica, la resistencia estructural y la economía del proyecto.			

Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

4.4. Especificaciones técnicas y presupuesto del diseño hidráulico de alcantarillado sanitario para el sector Caserío el Rincón recinto Los Lojas, Cantón Daule

Figura 20 Propuesta vista desde el plano de AutoCAD



Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Población actual: 70 Hab

Densidad de Población de Guayaquil: 4 – 5 Hab/vivienda

Población real: $70 \times 4 = 280$ Hab

Población futura

Este método de cálculo es útil en poblaciones que muestran una importante actividad económica, que generan un considerable desarrollo y que tiene importantes áreas de expansión las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades, gráficamente su comportamiento es una curva. **(Tirado, 2019)**

Datos

Pa: Población Actual: 280 Hab

r: Índice de crecimiento poblacional Guayaquil: 2.7%

n: Periodo de diseño (2024-2044): 20 años

Reemplazo de Ecuación

$$Pf = 280x(0.027 + 1)^{20}$$

Pf: 478 Personas

Densidad Poblacional

$$Dpa = Pa/A$$

Donde:

Dpa= Densidad Poblacional actual

Pa= Población Actual hab

A= Área del proyecto

Datos:

Pa: 280 hab

A: 13.4 ha

Dpa= 280/13.4 ha

Dpa= 20.89 hab/ha

Densidad de Población futura

Dpa= Pf/A

Dpa= 478/13.4

Dpa= 35.67 Hab/ha

Dotación Actual

La naturaleza de la actividad económica, la pureza del recurso hídrico, las condiciones climáticas, la efectividad del sistema de drenaje, los métodos de medición, la disponibilidad de servicios públicos, la gestión administrativa del sistema y las demandas de este son los influyentes de la dotación de agua potable.

Debido a la falta de datos precisos sobre el suministro de agua potable en la zona de Los Lojas (Enrique Baquerizo Moreno), no fue posible establecer un historial de consumo de agua. Para determinar la asignación de agua futura, se consideró la población actual y se utilizó la **Tabla N° 3-3 de la Norma INEN Parte Quinta, Literal**

4.1.4.2 como base para estimar una dotación en litros por habitante por día.

Tabla 13 normas y procedimientos de diseño

POBLACIÓN	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (lts / hab / día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Fuente: Normas INEN. Literal 4.1.4.2. (2022)

Dotación Actual: 170 Lts

Dotación Futura

$$D_f = D_a + (1 \text{ lts/hab/día}) \times n$$

Dónde:

D_f: Dotación futura (lts / hab / día).

D_a: Dotación media actual (lts / hab / día).

n: Período de diseño (años).

$$D_f = 170 \text{ Lts/hab/día} + (1 + \text{Lts/hab/día}) \times 20$$

$$D_f = 190 \text{ Lts/hab/día}$$

Tabla 14 Datos del diseño

DATOS PARA EL DISEÑO SANITARIO	
PERIODO DE DISEÑO	20 AÑOS
DENSIDAD POBLACIONAL FUTURA	35.67 Hab/Ha
DOTACION DE AGUA POTABLE	190 Lts/Hab/dia
MATERIAL A UTILIZAR	Tubería PVC
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	0.011
AREA DE APORTACION	Varia en cada tramo
LONGITUD	1.04 km

Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

Caudales de diseño del sistema

Caudal medio diario (Qmd)

$$Q_{md} = P_f \times D \text{ adoptada} / 86400$$

$$Q_{md} = \frac{478 \text{ hab} \times 190 \text{ Lts/hab/dia}}{86400 \text{ seg/dia}}$$

$$Q_{md}: 1.051 \text{ Lts/Seg}$$

Coefficiente de retorno: 60% al 80%

C: 0.6

El coeficiente de retorno varía entre el 60% y 80%, toda el agua consumida no regresa al alcantarillado, puesto que se emplea para diferentes usos externos, el valor para el proyecto es de 60% debido a que existen en los sectores grandes zonas de cultivo y que es una zona rural. **(Tirado, 2019)**

Se define como la proporción entre el volumen de agua residual que ingresa a los sistemas de alcantarillado y el volumen total de agua suministrada. Por otro lado, el coeficiente de punta se refiere a la relación entre el flujo promedio y el flujo máximo durante una hora determinada, En el caso de nuestro proyecto usaremos el 60%.

Caudal Sanitario

$$Q_s = C \times Q_{md}$$

$$Q_s = 0.6 \times 1.051 \text{ Lts/seg}$$

$$Q_s = 0.6306 \text{ Lts/seg}$$

Tabla 15 Caudal Instantáneo

Población (miles)	Coefficiente M
< 5	2,4 - 2,0
5 - 10	2,0 - 1,85
10 - 50	1,85 - 1,6
50 - 250	1,6 - 1,33
> 250	1,33

Fuente: Norma de la Secretaría de Saneamiento Ambiental Ex – IEOS (s.f.)

$$Q_i = Q_s \times M$$

$$Q_i = 0.63 \times 2.4$$

$$Q_i = 0.6306 \text{ Lts/seg}$$

Caudal máximo extraordinario

Dónde:

Qx: Caudal máximo extraordinario (lts/seg).

Qi: Caudal máximo instantáneo (lts/seg).

1,5: Coeficiente de seguridad

$$Q_x = 1.5 \times Q_i$$

$$Q_x = 1.5 \times 1.512$$

$$Q_x = 2.268 \text{ Lts/seg}$$

Caudal de diseño

Q diseño: $Q_i + Q_x$

Q diseño: 1.512 + 2.268

Q diseño: 3.78 Lts/seg

Especificaciones de instalación

Diámetro mínimo de tuberías para colectores de pasajes peatonales

- Acometidas domiciliarias: 6" (cemento o PVC)
- Colectores terciarios pública: 8" (cemento o PVC)

Pendiente domiciliaria

La pendiente mínima en los tramos iniciales de la red será de 1%. En casos debidamente justificados se aceptará pendiente mínima de 0.5% siempre que sea PVC y en tramos no iniciales. Las pendientes de la tubería principal y del ramal deber de cumplir la condición de auto limpieza aplicando el criterio de tensión atractiva. **(MERCEDES, 2012)**

Pendiente alcantarillado público

Las tuberías y colectores deberán, en lo posible, seguir las pendientes de la topografía del terreno. En general, se recomienda que la pendiente mínima para 25 diámetros mayores a 250 mm sea de 3 por cada mil, es decir 0.003 m/m. La pendiente máxima se recomienda que sea menor al 10% o 0.100 m/m. **(Montero, 2010).**

Diámetro de tuberías de alcantarillado

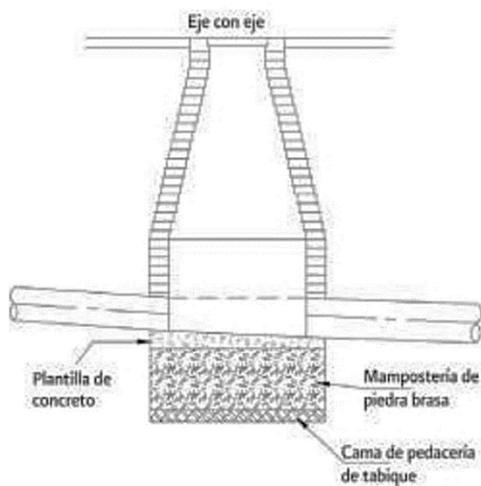
Para las redes de los colectores principales y secundarios de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial se emplearán Tubos de PVC, de pared estructural \emptyset = 200mm, 250mm, 350mm y 400mm "tipo B", lisa interior y corrugada exterior (Tipo Novafort o similar), con unión elastomérica en espiga-campana, según norma INEN 2059, con rigidez para suelo clase V y profundidades máximas de 4,50m

(Montejo, 2018)

Pozos de Revisión

Es una estructura cilíndrica que se construye en mampostería de hormigón simple y en algunas ocasiones en hormigón armado. En la parte inferior, en la planta tiene una tapa circular con ϕ 0.90 m o 1.00 m. La abertura en la parte superior posee un diámetro de 0.60 m. Con esta geometría se conforma un cono truncado que sirve para facilitar el acceso de obreros que deben realizar la limpieza e inspección del sistema de alcantarillado. Será necesario colocar un pozo según los siguientes requerimientos. **(Montero, 2010)**

Figura 21 pozos de revisión



Fuente: Rinderesu (revista internacional de desarrollo regional sustentable). vol. 7
(2022)

Separación máxima entre los pozos de visita

La distancia debe ser suficiente para hacer más fácil las labores de inspección y limpieza. Se sugieren distancias específicas según el diámetro.

Figura 22 separación máxima entre pozo y pozo

DIAMETRO (mm.)	DISTANCIA (m)
< 350	100
400 - 800	150
> 800	200

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la emAAP-Q (2009)

Ubicación de tuberías de alcantarillado

Las tuberías de la red de alcantarillado sanitario se ubicarán en el lado opuesto de las tuberías de agua potable, generalmente al sur y al oeste del cruce de los ejes de las calles. La red se colocará 30 cm debajo de la tubería de agua potable cuando ambas sean paralelas, y 20 cm cuando se crucen, para evitar la contaminación del agua potable con aguas residuales en caso de daños en el sistema. Para el alcantarillado pluvial, las redes se instalarán en el centro de las calzadas y deberán ir a una profundidad suficiente para recoger las aguas servidas de las casas más bajas a ambos lados de las calles y para evitar daños por impacto debido al tráfico vehicular u otras cargas externas.

La tubería de alcantarillado sanitario y pluvial irá a una profundidad tal que sea suficiente para recoger las aguas servidas de las casas más bajas a uno u otro lado de las calles, y, también para evitar la rotura de la tubería por impacto debido a la circulación de vehículos o cualquier otra carga externa. **(GT, 2017)**

4.5 Presupuesto referencial

Tabla 16 presupuesto referencial del diseño

Diseño hidráulico de alcantarillado sanitario para el sector Caserío el Rincón recinto Los Lojas,
Cantón Daule

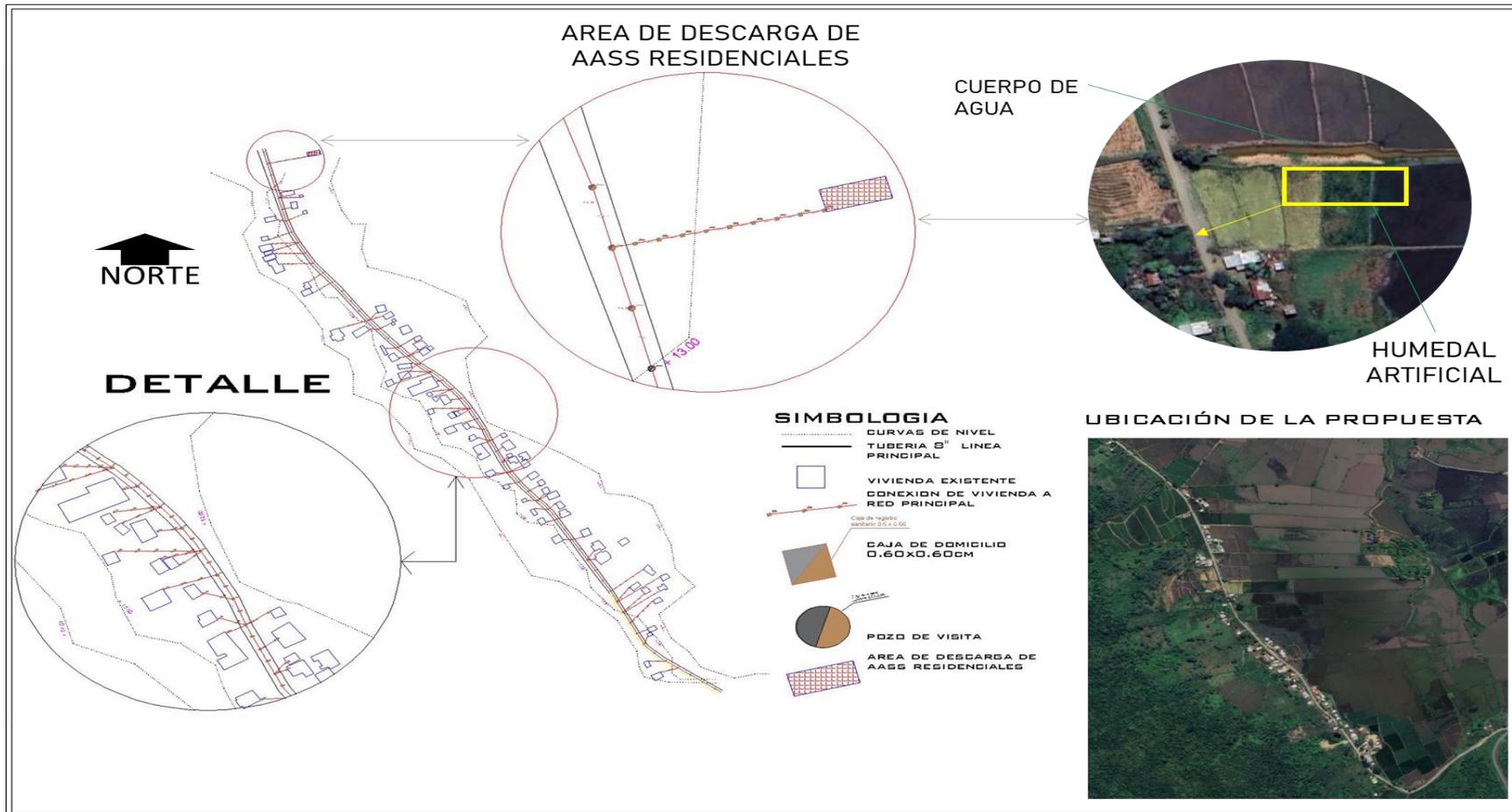
PRESUPUESTO REFERENCIAL

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
REFERENCIAS TOPOGRAFICAS:				
Replanteo y nivelación de áreas	m2	1.000,00	1,47	1.470,00
Replanteo y nivelación	m	1.050,00	0,79	829,50
TOTAL				2.299,50
EXCAVACIONES Y CONFORMACION DE PLATAFORMAS DE UNIDADES HIDRAULICAS				
Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	2.100,00	2,83	5.943,00
Cargada de Material a maquina	m3	4.100,00	1,15	4.715,00
Transporte de material	m3	4.100,00	2,43	9.963,00
Preparación y Compactación de Subrazante	m2	1.050,00	2,22	2.331,00
Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	1.484,60	11,94	17.726,12
Relleno compactado	m3	1.050,00	4,33	4.546,50
TOTAL				45.224,62
Relleno de zanjas				
Relleno compactado a mano	m3	210,00	5,09	1.068,90
Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	210,00	11,94	2.507,40
Tapado de zanjas con maquina	m3	840,00	1,76	1.478,40
TOTAL				5.054,70
Tubería				
Ins, Tubos de Hormigón D=150 mm, Tubería prefabricada	m	200,00	8,80	1.760,00
Ins, Tubos de Hormigón D=200 mm, Tubería prefabricada	m	420,00	8,80	3.696,00
Ins, Tubos de Hormigón D=800 mm, Tubería prefabricada	m	1.050,00	11,69	12.274,50
TOTAL				17.730,50
Cámaras Hormigón armado y extensión con pozos de revisión				
Hormigón Simple 210 Kg/cm2	u	350,00	60,00	21.000,00
TOTAL				21.000,00
Construcción de Pozos				
Pozo de revisión de h=0 a 0,90 m Tapa y Brocal	u	56,00	1.400,00	78.400,00
TOTAL				78.400,00
TOTAL DEL PRESUPUESTO				169.709,32
IMPREVISTO			3%	5.091,28
TOTAL + IMPREVISTO				174.800,60

Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

4.6 Detalle de la Propuesta

Figura 23 Imagen a detalle de la propuesta presentada en autocad



Elaborado por: Armijos, M. y Tejada, E. (2024)

4.6.1 Análisis de la propuesta

El sistema de alcantarillado para el sector propuesto de Las Lojas, ubicado a 3.47 km del entorno inmediato y de la red pública de alcantarillado, es de gran importancia al diseñar un sistema adecuado para las más de 70 viviendas existentes en el tramo de la vía Las Lojas. La propuesta requiere la creación de un punto de descarga para el caudal de aguas residenciales, lo que nos llevó a considerar la construcción de un humedal artificial. Esta alternativa cumpliría con los objetivos de preservar el entorno natural inmediato y no interferir en el desarrollo urbano de Guayaquil en el futuro.

Los humedales artificiales son ecosistemas altamente sensibles y biodiversos que albergan una variedad de especies de plantas y materiales que filtran el agua residual de forma natural. Al dirigir las aguas residuales hacia un humedal en lugar de verterlas directamente en cuerpos de agua o en suelo no tratado, se puede preservar y proteger el entorno natural circundante.

Los humedales actúan como filtros naturales, permitiendo que las aguas residuales se filtren lentamente a través de la vegetación y el suelo. Durante este proceso, los microorganismos presentes en el humedal ayudan a descomponer y eliminar contaminantes presentes en las aguas residuales, mejorando así su calidad antes de reintegrarse al medio ambiente.

Al permitir que las aguas residuales sean tratadas de manera natural en un humedal, se contribuye a la conservación del recurso hídrico al evitar la contaminación de fuentes de agua dulce cercanas, como ríos, arroyos y acuíferos subterráneos.

La implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante un humedal artificial puede tener un efecto positivo en el desarrollo urbano a largo plazo. Esto se debe a que se evita la necesidad de construir infraestructuras costosas y complejas de tratamiento de aguas residuales, lo que puede ser especialmente beneficioso en áreas rurales o de difícil acceso como Las Lojas. Además, al preservar el entorno natural, se contribuye a mantener la calidad de vida de los habitantes locales y se promueve el turismo ecológico.

CONCLUSIONES

Después de un exhaustivo proceso de investigación y desarrollo, se ha logrado cumplir con el desarrollo del presente trabajo, que consistía en elaborar un proyecto de ingeniería hidráulica para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario en el sector caserío El Rincón, Cantón Daule. Este proyecto ha sido concebido con el objetivo primordial de garantizar el cumplimiento de la normativa legal y técnica aplicable, así como de contribuir significativamente a la reducción de la incidencia de enfermedades de origen hídrico en la población beneficiaria. Mediante la aplicación de técnicas y metodologías especializadas, se ha logrado diseñar un sistema de alcantarillado sanitario que cumple con los más altos estándares de calidad y eficiencia.

Después de una evaluación exhaustiva, se concluye que el primer objetivo específico, que consistía en identificar la zona más adecuada para la descarga de aguas servidas sin afectar a los moradores, se ha alcanzado de manera satisfactoria. El análisis del sitio detallado y la consideración de factores ambientales y sociales han permitido seleccionar una ubicación que minimiza el impacto negativo en la comunidad, garantizando al mismo tiempo la eficiencia y seguridad del sistema de alcantarillado.

En relación con el segundo objetivo específico, que implicaba la evaluación de diversas tecnologías hidráulicas para el diseño de aguas residuales, se puede concluir que se han logrado avances significativos. Mediante un riguroso proceso de análisis y comparación, se han identificado las tecnologías más adecuadas en términos de remoción de contaminantes, costos operativos y cumplimiento de regulaciones ambientales. Esta evaluación permitirá implementar un sistema de alcantarillado sanitario eficiente y sostenible.

Finalmente, en cuanto al tercer objetivo específico, que consistía en establecer un diseño de alcantarillado simplificado que no afecte el desarrollo urbano, se evidencia que se ha alcanzado con éxito. El enfoque de diseño centrado en la simplicidad y la funcionalidad ha permitido desarrollar un sistema que se integra de manera armoniosa con el entorno urbano, garantizando al mismo tiempo su eficacia

y durabilidad a largo plazo. Este enfoque simplificado también facilitará la operación y el mantenimiento del sistema, asegurando su viabilidad a lo largo del tiempo.

La relevancia de la propuesta planteada y su carácter innovador radican en su capacidad para abordar de manera integral los desafíos asociados con el tratamiento de aguas residuales en zonas urbanas en desarrollo. El enfoque multidisciplinario y la aplicación de tecnologías avanzadas han permitido desarrollar un proyecto que no solo responde a las necesidades presentes, sino que también sienta las bases para futuras mejoras y desarrollos en el campo de la ingeniería hidráulica y sanitaria. Esta propuesta no solo representa una solución práctica y eficiente para la comunidad beneficiaria, sino que también constituye un ejemplo de buenas prácticas en el manejo sostenible de recursos hídricos y la protección del medio ambiente.

RECOMENDACIONES

Con base a las conclusiones obtenidas y en la experiencia adquirida durante la investigación del diseño hidráulico de alcantarillado sanitario, se exponen las siguientes recomendaciones para complementar y enriquecer la investigación:

- Se sugiere establecer un programa de monitoreo continuo del sistema de alcantarillado sanitario una vez que esté en funcionamiento. Esto permitirá detectar posibles problemas operativos o de mantenimiento y tomar medidas correctivas de manera oportuna, asegurando la eficiencia y la durabilidad a largo plazo del sistema.
- Es importante desarrollar programas de educación y concientización dirigidos a la comunidad beneficiaria sobre la importancia del buen uso del sistema de alcantarillado sanitario y la protección del medio ambiente. Esto puede incluir capacitaciones sobre prácticas de conservación del agua, disposición adecuada de desechos y prevención de la contaminación.
- Se recomienda continuar con la investigación en el campo de la ingeniería hidráulica y sanitaria, explorando nuevas tecnologías y metodologías que puedan mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado. Esto podría incluir estudios sobre el uso de energías renovables en el tratamiento de aguas residuales o la aplicación de tecnologías innovadoras de remoción de contaminantes.
- Fomentar la colaboración interdisciplinaria entre ingenieros, científicos ambientales, autoridades locales y la comunidad en general puede enriquecer el enfoque de diseño y operación del sistema de alcantarillado sanitario. Promover espacios de diálogo y participación ciudadana puede contribuir a una gestión más inclusiva y efectiva de los recursos hídricos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alex Aguay. (2018). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, con el sistema de tratamiento "Imhoff" de aguas residuales para la parroquia San Luis de Pambil, cantón Guaranda, provincia Bolívar*. Bolívar-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23305>
- Alicia Delgado. (30 de Enero de 2021). *Proyecciones de la población*. <http://www.revistas.espol.edu.ec/index.php/matematica/article/view/785>
- Andrés Torres. (2020). *Gestión patrimonial de alcantarillados*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/50620>
- Araque Arellano. (2020). *Diseño hidráulico de plantas de tratamiento de agua potable*. Quito-Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22350>
- Arias, J., y Covinos, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. *Enfoques Consulting EIRL*(1), 66-78. chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Arturo Rincón. (2023). *Topografía*. Bogotá-Colombia: Ecoe Ediciones. <https://www.ecoediciones.com/producto/topografia-1ra-edicion-ebook/>
- Barahona, D., y Acosta, M. (abril de 2020). *Diseño de alcantarillado sanitario para la Colonia Omar Zelaya, Santiago de Puringla, La Paz [Tesis de grado, UNITEC]*. <https://repositorio.unitec.edu/bitstream/handle/123456789/11937/11511025-11541363-abril2020-i03-pg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carlos Aldás. (2017). *Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas servidas del cantón el Carmen*. Quito: Universidad Católica del Ecuador.
- De los Santos, N., Jiménez, C., & Ocaña, G. (2018). La innovación alternativa inminente en los sistemas de drenaje pluvial para minimizar las inundaciones. *Kuxulkab*, 24(49), 05-17. <https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/2482>
- Emely Valderrama. (2018). *Remediación de aguas residuales domésticas*. Bogotá-Colombia: Bod Third Party Titles. https://books.google.com.ec/books/about/Remediaci%C3%B3n_de_aguas_residuales_dom%C3%A9st.html?id=dktEtAEACAAJ&redir_esc=y
- Fabián Rodrigo. (2019). *Estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para los habitantes del sector La Capetilla, caserío El Placer, cantón Quero, provincia de Tungurahua*. Tungurahua-Ecuador:

Universidad Técnica de Ambato.
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24605>

Fernanda Moreira,. (2022). *Diseño hidráulico de la red de alcantarillado sanitario de la comunidad Los Ángeles parroquia Colón cantón Portoviejo*. Manabí-Ecuador: UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ.

<https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4289>

Galarza, C. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 9(3), 1-6.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7746475>

Henao García. (2022). *Implementación de sistemas de alcantarillado no convencionales en zonas de difícil acceso*. Medellín, Antioquia: Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/32421>

Hernández Rodríguez. (2020). *Gestión patrimonial de alcantarillados*. Bogotá-Colombia: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/50620>

Humberto Pizarro. (2020). *Distribución de Agua Potable y Colecta de Desagües*. Barcelona-España: Presses inter Polytechnique.
https://books.google.com.co/books?id=kgXhjH-vZ78C&printsec=frontcover&source=gbs_vpt_read#v=onepage&q&f=false

INEC. (18 de 12 de 2020). *Agua, saneamiento e higiene: medición de los ODS en Ecuador*. Estadística y Censos (INEC):
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/AGUA,_SANEAMIENTO_e_HIGIENE.pdf

INEC. (2023). *Censo Ecuador*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos:
<https://censoecuador.ecudatanalytics.com/>

INEN. (11 de Febrero de 2022). *Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN – Ecuador*. <https://www.normalizacion.gob.ec/>

Jácome & García,. (2018). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Los Laureles, comunidad de Nero, de la parroquia Baños, cantón Cuenca*. Cuenca-Ecuador: UNIVERSIDAD DE CUENCA.
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31523/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>

Llugin, J., y Tinoco, J. (2022). *Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario para el barrio El Rosario, parroquia de Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]*.
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjmsY2ok-ODAxUel4kEHbkzBzUQFnoECCQQAQ&url=https%3A%2F%2Fdspace.ups.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F23004%2F1%2FUPS%2520->

%2520TTS855.pdf&usg=AOvVaw256kB83GCy1a8n1LY6bM5k&opi=89978449

- Luis Moreno. (2019). *La depuración de aguas residuales urbanas de pequeñas poblaciones*. Madrid-España: IGME. chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://aguas.igme.es/igme/publica/depuracion_aresidual/primeras%20paginas.pdf
- Malisa, E., y Malavé, K. (2020). *Evaluación y planteamiento de posibles soluciones del sistema de alcantarillado sanitario de las comunas San Pedro-Valdivia del cantón Santa Elena [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]*.
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjmsY2ok-ODAxUel4kEHbkzBzUQFnoECBMQAQ&url=https%3A%2F%2F repositorio.upse.edu.ec%2Fbitstream%2F46000%2F5335%2F1%2FUPSE-TIC-2020-0009.pdf&usg=AOvVaw0sU1Ik1EsAJuyvrl00Ou8>
- Manuel Álvarez. (2022). *Innovación tecnológica y desarrollo sostenible en la edificación*. Madrid-España: ESIC.
<https://www.dykinson.com/libros/innovacion-tecnologica-y-desarrollo-sostenible-en-la-edificacion/9788411228503/>
- Marcelo Bravo. (2018). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Los Laureles, comunidad de Nero, de la parroquia Baños, cantón Cuenca*. Cuenca-Ecuador: UNIVERSIDAD DE CUENCA.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31523>
- María Perevochtchikova. (2021). *La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales*. Ciudad de México: SciELO Analytics.
- Mariano Seoánez. (2018). *Manual de las aguas residuales industriales*. México: McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- Mestanza, X. (2022). *Ampliación del alcantarillado sanitario para los barrios: Nueva Alianza-San Eduardo-La Venecia-San José y Arazá, de la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]*.
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjg-LqjkeODAxV2kIkEHXauCrMQFnoECBIQAQ&url=https%3A%2F%2Fdspace.upse.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F22903%2F1%2FUPS%2520-%2520TTS837.pdf&usg=AOvVaw2uR8N9wG4-1MRJEN74lt1m&opi=89978449>
- Murillo, M. (2023). *Impacto ambiental de los residuos sólidos de construcción generados en el mejoramiento, rehabilitación de redes de agua potable y alcantarillado sanitario de la zona urbana del distrito de Huánuco, periodo 2022 [Tesis de posgrado, Universidad de Huanuco]*.

<http://200.37.135.58/bitstream/handle/20.500.14257/4454/Murillo%20L%c3%b3pez%2c%20Mauricio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ponce, C. (enero de 2023). *Diseño de un tramo de ampliación del sistema de alcantarillado sanitario y evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales, para mejorar la calidad de vida de la comunidad San Vicente parroquia La Matriz, cantón Quero, provincia Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37412>
- Rafael Pérez. (2020). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. Bogotá-Colombia: Ecoe Ediciones. https://www.academia.edu/44942566/Dise%C3%B1o_y_Construcciones_de_Alcantarillados_Sanitario_Pluvial_y_Drenaje_en_Carreteras_Rafael_P%C3%A9rez_Carmona
- Ramos, C. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica*, 9(3), 1-6. <http://201.159.222.118/openjournal/index.php/uti/article/view/336>
- Rubens Sette. (2021). *Tratamiento de aguas residuales*. Barcelona-Ecuador: Reverte. Google book. <https://books.google.com.pe/books?id=30etGjzPXyWC&printsec=copyright&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Suero, A., y García, J. (agosto de 2021). *Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario del casco urbano (El Córbanos Sur) del Municipio de San Juan de la Maguana, provincia San Juan, República Dominicana, 2021 [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña]*. <https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/4141/Dise%c3%b1o%20de%20un%20sistema%20de%20alcantarillado%20sanitario%20del%20Angel%20Luis%20Suero%20Rodr%c3%adguez-%20Johan%20Eliezer%20Garc%c3%ada%20Fern%c3%a1ndez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tobar, M. (2023). *Apoyo a la elaboración del diseño y ejecución de obra de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales domesticas (PTARD) – Vereda las Cruces, resguardo indígena de Ipiales – Grupo étnico los Pastos [Tesis de grado, UDEA]*. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/35479/1/TobarMiguel_2023_AlcantarilladoSanitarioPTARD.pdf
- Trejo, L. (2021). *Evaluación de impacto ambiental – 1ra edición*. Ediciones ECOE. <https://www.ecoediciones.com/producto/evaluacion-de-impacto-ambiental-1ra-edicion-impreso/>
- Yolanda Paredes. (2021). *Manual de impacto ambiental*. Bogotá-Colombia: Ediciones de la U. <https://edicionesdelau.com/producto/manual-de-impacto-ambiental/>

ANEXOS

Anexo 1. Formato de Encuesta

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS MORADORES DEL SECTOR CASERÍO EL RINCÓN RECINTO LOS LOJAS EN EL CANTÓN DAULE

Instrucciones:

Responda conforme a su criterio las siguientes interrogantes:

ASPECTOS EVALUADOS

1) ¿Cómo evalúa la eficiencia actual del sistema de alcantarillado sanitario en el Caserío El Rincón, Recinto Los Lojas, ¿Cantón Daule?

- a) Muy eficiente
- b) Eficiente
- c) Neutral
- d) Ineficiente
- e) Muy Ineficiente

2) ¿Considera que la capacidad del sistema de alcantarillado actual es suficiente para cubrir las necesidades de la población en el sector?

- a) Totalmente de acuerdo
- b) De acuerdo
- c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- d) En desacuerdo
- e) Totalmente en desacuerdo

3) ¿Experimenta problemas frecuentes de inundaciones o desbordamientos relacionados con el sistema de alcantarillado en su vivienda?

- a) Totalmente de acuerdo
- b) De acuerdo
- c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- d) En desacuerdo
- e) Totalmente en desacuerdo

4) ¿Se siente informado sobre el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario en su área?

- a) Totalmente de acuerdo
- b) De acuerdo
- c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- d) En desacuerdo
- e) Totalmente en desacuerdo

5) ¿Cree que la administración local debería implementar mejoras en el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado para abordar problemas específicos en el Caserío El Rincón, Recinto Los Lojas?

- a) Totalmente de acuerdo
- b) De acuerdo
- c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- d) En desacuerdo
- e) Totalmente en desacuerdo

6) ¿Ha experimentado interrupciones en el servicio de alcantarillado sanitario en los últimos meses?

- a) Totalmente de acuerdo
- b) De acuerdo
- c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- d) En desacuerdo
- e) Totalmente en desacuerdo

7) ¿Qué tan satisfecho está con la capacidad de respuesta de las autoridades locales para abordar problemas relacionados con el sistema de alcantarillado en su área?

- a) Muy satisfecho
- b) Satisfecho
- c) Neutral
- d) Insatisfecho
- e) Muy insatisfecho

8) ¿Considera que existe la necesidad de una mayor inversión en infraestructura de alcantarillado sanitario en el Caserío El Rincón, Recinto Los Lojas?

- a) Totalmente de acuerdo
- b) De acuerdo
- c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- d) En desacuerdo
- e) Totalmente en desacuerdo

9) ¿Se siente parte activa en el proceso de toma de decisiones sobre mejoras en el sistema de alcantarillado de su comunidad?

- a) Totalmente de acuerdo
- b) De acuerdo
- c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- d) En desacuerdo
- e) Totalmente en desacuerdo

10) ¿Estaría dispuesto(a) a participar en programas de educación comunitaria sobre el uso responsable del sistema de alcantarillado y su diseño hidráulico?

- a) Totalmente de acuerdo
- b) De acuerdo
- c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- d) En desacuerdo
- e) Totalmente en desacuerdo

Anexo 2. Sector El Caserío del Recinto Los Lojas, cantón Daule





Anexo 3. Marco Legal

Marco Legal

El Ecuador se encuentra en un proceso de desarrollo en el ámbito de políticas ambientales, tanto en el campo conceptual como en el de diseño; sin embargo, este desarrollo se ve contrarrestado debido a las falencias al momento de implementarlas. (Méndez Flores, 2011) Seguramente, las falencias se deben a lo siguiente:

- 1) Falta de compromiso y decisión política.
- 2) Carencia de diseños eficientes.
- 3) Procesos de aplicación deficientes.

La Constitución de la República del Ecuador ha consagrado derechos a favor de la naturaleza incluyendo una reserva constitucional para su creación. En tal virtud, se han presentado varias acciones de protección y medidas cautelares constitucionales a fin de hacer efectivos estos derechos y en las cuales, fundamentalmente para garantizar el derecho de la naturaleza a la conservación integral, se ha determinado la suspensión de obras hasta que se obtengan los permisos ambientales correspondientes por parte del Estado para generar impactos ambientales; se ha aplicado el principio precautorio, se han suspendido actividades por no existir evidencia científica de daño; y, se ha ponderado derechos para permitir la limitación del derecho a la propiedad privada a fin de que se realicen tareas de remediación de un evento ambiental y se logre garantizar el derecho de la naturaleza a la restauración.

En el artículo 19 sobre la Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental, las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que pueden causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.

El artículo 20 establece que toda actividad que suponga riesgo ambiental debe obtener una licencia ambiental.

El artículo 21 establece que los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base, evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos, planes de manejo, planes de manejo de riesgo, sistemas de monitoreo, planes de contingencia y mitigación, auditorías ambientales y planes de abandono.

El artículo 23 define los componentes de la evaluación de impacto ambiental en los siguientes aspectos:

1) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada.

2) Las condiciones de tranquilidad pública tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y, La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico escénico y cultural”.

Sección novena - Gestión del riesgo

Art. 389.-El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

Capítulo segundo - Biodiversidad y recursos naturales

Sección primera - Naturaleza y ambiente

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1) El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la

capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2) Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3) El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4) En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art. 397.-En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1) Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

2) Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

3) Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

4) Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

5) Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

Sección segunda – Biodiversidad

Art. 400.- El Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional.

Se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país.

Art. 401.- Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente, y sólo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrán introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales.

Art. 402.- Se prohíbe el otorgamiento de derechos, incluidos los de propiedad intelectual, sobre productos derivados o sintetizados, obtenidos a partir del conocimiento colectivo asociado a la biodiversidad nacional.

Art. 403.- El Estado no se comprometerá en convenios o acuerdos de cooperación que incluyan cláusulas que menoscaben la conservación y el manejo sustentable de la biodiversidad, la salud humana y los derechos colectivos y de la naturaleza.