



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCION**

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

TEMA

**PROPUESTA DE SISTEMA DE DRENAJE URBANO
SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, SECTOR
SAUCES SEIS.**

TUTOR

PAREDES RAMOS PABLO MARIO

AUTORES

JORDAN TEODORO CADENA FILIAN

JOHN ALEXANDER JIMENEZ CARDENAS

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Propuesta de Sistema de Drenaje Urbano Sostenible en la Ciudad de Guayaquil, Sector Sauces Seis.

AUTOR/ES:

Jordán Teodoro Cadena
Filian John Alexander Jiménez
Cárdenas

Tutor:

Mgtr. Paredes Ramos Pablo Mario

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica
Vicente Rocafuerte de
Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

Ingeniería, Arquitectura y
Construcción

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2024

N. DE PÁGS:

108

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Filtrar, Sostenibilidad, Pluvial, Biodiversidad, Drenaje.

RESUMEN:

Los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS) son un conjunto de técnicas diseñadas para gestionar las aguas pluviales de forma más natural, imitar el drenaje natural del suelo y reducir el impacto de la urbanización en los sistemas hídricos. Un componente común de estos sistemas es el drenaje francés, una técnica eficaz de gestión de aguas pluviales. A continuación, se

resume cómo se puede implementar este sistema en un entorno urbano. Los SUDS son sistemas diseñados para gestionar eficazmente las aguas pluviales y reducir el riesgo de inundaciones en zonas urbanas. Drenaje francés Un drenaje francés es una zanja llena de grava o roca, a menudo con un tubo perforado en el fondo. El sistema se utiliza para recoger y desviar el agua de lluvia, evitando que se acumule en superficies no deseadas. IMPLEMENTACIÓN EN SISTEMAS DE PARTIDOS Identificar áreas propensas a acumularse o áreas que requieran un mejor drenaje. Crear drenajes franceses para recoger el agua superficial y subterránea y dirigirla a zonas estancadas o de infiltración. Cavando una zanja en el lugar designado. El tamaño y profundidad dependerá de la cantidad de agua a tratar y del tipo de suelo. Coloque una capa de grava en el fondo de la zanja. Si se utiliza tubería perforada, se debe colocar sobre la capa de grava original. Luego se llena hasta la superficie con más grava para permitir que el agua penetre y se canalice a través de las tuberías.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> o
CONTACTO CON AUTOR/ES: Cadena Filian Jordán Teodoro Jiménez Cárdenas John Alexander	Teléfono: 0969540264 0995473220	E-mail: jcadenaf@ulvr.edu.ec jjimenezca@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	PhD Marcial Calero Amores Teléfono: (04) 2596500 Ext. 241 E-mail: mcalero@ulvr.edu.ec	

	<p>Mgtr. Jorge Torres Rodríguez</p> <p>Teléfono: (4) 259 6500 Ext. 242</p> <p>E-mail: etorres@ulvr.edu.ec</p>
--	--

CERTIFICADO DE SIMILITUD

TESIS_CADENA_JIMENEZ. (1) REVISION POR TURNITIN.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repository.javeriana.edu.co

Fuente de Internet

3%

2

www.hagaloustedmismo.cl

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.unal.edu.co

Fuente de Internet

1%

4

MARIO ALEJANDRO NUDELMAN. "Modelo de simulación de la sostenibilidad del ciclo urbano del agua, aplicable a pequeños municipios de regiones en vías de desarrollo.", Universitat Politecnica de Valencia, 2016

Publicación

1%

Excluir citas

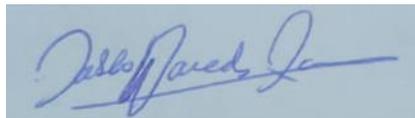
Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

Firma:



MGTR. PABLO PAREDES RAMOS

C.C. 0911828150

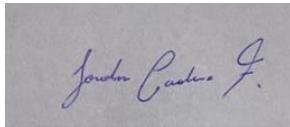
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados, **JORDAN TEODORO CADENA FILIAN, JONH ALEXANDER JIMENEZ CARDENAS**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **Propuesta de Sistema de Drenaje Urbano Sostenible en la Ciudad de Guayaquil, Sector Sauces Seis**, corresponde totalmente a los suscritos y me nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autor(es)

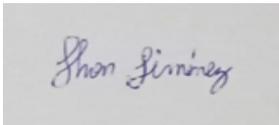
Firma:



JORDAN TEODORO CADENA FILIAN,

C.I. 1207740547

Firma:



JONH ALEXANDER JIMENEZ CARDENAS

C.I. 0705498061

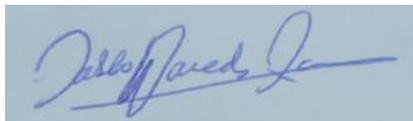
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación PROPUESTA DE SISTEMA DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, SECTOR SAUCES SEIS designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de la Universidad Facultad ingeniería, arquitectura y construcción de la Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: PROPUESTA DE SISTEMA DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, SECTOR SAUCES SEIS, presentado por el (los) estudiante (s) JORDAN TEODORO CADENA FILIAN Y JHON ALEXANDER JIMENEZ CARDENAS como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



MGTR. PABLO PAREDES RAMOS

C.C. 0911828150

AGRADECIMIENTO

Agradezco, a Dios que me permite estar aquí, a mis padres (John Jiménez - Zaydita Cárdenas) por su apoyo y esfuerzo incondicional para poder lograr un objetivo más en mi vida, a mis hermanos (Anthony Jiménez - Paul Jiménez) que son mi inspiración, a mi novia Karol que me ha brindado su ayuda incansable para verme culminar esta etapa de mi vida, a mi tutor por su guía impartida en la materia. Mis familiares que sin ellos tampoco podría haberlo cumplido (Mayra, Fabián, Zoila, Ingrid, Mónica), gracias infinitas.

JOHN ALEXANDER JIMENEZ CARDENAS

Al final de una etapa maravillosa de mi vida, quisiera expresar mi profundo agradecimiento a quienes han hecho posible este sueño, a quienes han estado conmigo y siempre me han dado inspiración, apoyo y fortaleza, especialmente a Dios, mis padres, mis hermanos y mi pareja, gracias, por enseñarme que el verdadero amor no es más que ayudar a los demás a superar sus propios deseos ineludibles. También quisiera agradecer a esta prestigiosa universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil y mi más sincero agradecimiento al tutor de tesis Profesor Ing. Pablo Paredes, gracias a cada maestro por el apoyo y la enseñanza que formaron la base de mi carrera.

Muchas gracias a todos.

JORDAN TEODORO CADENA FILIAN

DEDICATORIA

Dedico este logo a Dios, mis padres John y Zayita, hermanos Anthony, Paul, a mi pareja Karol y a todos mis seres queridos amigos y familia.

JOHN ALEXANDER JIMENEZ CARDENAS

Dedico esta tesis a mi Dios, quien me guio por el camino correcto y me dio fuerzas para seguir adelante y no desmayar ante los problemas que surgían, enseñándome a enfrentar las dificultades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el esfuerzo.

Quiero dedicarle a mi familia quién gracias a ellos me convertir en lo que hoy en día soy, para mis padres por su apoyo diario, orientación, por ser comprensible, por su amor incondicional, por brindarme la ayuda en los momentos complicados y por su apoyo imprescindible con los recursos para poder estudiar, me han dado todo lo que soy como persona mis valores mis principios mi carácter mi empeño mi perseverancia mi coraje para seguir mis objetivos.

JORDAN TEODORO CADENA FILIAN

RESUMEN

Los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS) son un conjunto de técnicas diseñadas para gestionar las aguas pluviales de forma más natural, imitar el drenaje natural del suelo y reducir el impacto de la urbanización en los sistemas hídricos. Un componente común de estos sistemas es el drenaje francés, una técnica eficaz de gestión de aguas pluviales. A continuación, se resume cómo se puede implementar este sistema en un entorno urbano. Los SUDS son sistemas diseñados para gestionar eficazmente las aguas pluviales y reducir el riesgo de inundaciones en zonas urbanas.

Drenaje francés Un drenaje francés es una zanja llena de grava o roca, a menudo con un tubo perforado en el fondo. El sistema se utiliza para recoger y desviar el agua de lluvia, evitando que se acumule en superficies no deseadas.

IMPLEMENTACIÓN EN SISTEMAS DE PARTIDOS Identificar áreas propensas a acumularse o áreas que requieran un mejor drenaje. Crear drenajes franceses para recoger el agua superficial y subterránea y dirigirla a zonas estancadas o de infiltración. Cavando una zanja en el lugar designado. El tamaño y profundidad dependerá de la cantidad de agua a tratar y del tipo de suelo. Coloque una capa de grava en el fondo de la zanja. Si se utiliza tubería perforada, se debe colocar sobre la capa de grava original. Luego se llena hasta la superficie con más grava para permitir que el agua penetre y se canalice a través de las tuberías. En combinación con otros elementos, los canalones franceses deben conectarse a otros elementos del sistema, como jardines de lluvia, cisternas o sistemas de infiltración, para proporcionar una gestión integral de las aguas pluviales. El objetivo del mantenimiento y seguimiento es realizar controles periódicos para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, realizando limpieza o sustitución de grava y tuberías según sea necesario para evitar obstrucciones y garantizar una gestión eficiente del agua. Su ventaja es que el control de inundaciones reduce la acumulación de agua en las superficies urbanas.

Mejorar la calidad del agua Filtrar los contaminantes antes de que el agua llegue a los cuerpos de agua naturales. **Ampliar la vida de las infraestructuras** Prevenir los daños causados por la acumulación de agua en carreteras y edificios.

Sostenibilidad ambiental Promover la regeneración de los acuíferos y mejorar la biodiversidad en las zonas urbanas. **Introducir sistemas de drenaje urbano sostenible con alcantarillado francés** Promover la eficiencia de la gestión y la ecología. mejorar

la resiliencia de las zonas urbanas ante condiciones climáticas extremas y promover un desarrollo urbano más sostenible.

Palabras clave: Filtrar, sostenibilidad, pluvial, biodiversidad, drenaje.

ABSTRACT

Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) are a set of techniques designed to manage stormwater more naturally, mimic natural soil drainage, and reduce the impact of urbanization on water systems. A common component of these systems is the French drain, an effective stormwater management technique. The following summarizes how this system can be implemented in an urban environment. SUDS are systems designed to effectively manage stormwater and reduce the risk of flooding in urban areas. French Drain A French drain is a trench filled with gravel or rock, often with a perforated pipe at the bottom. The system is used to collect and divert rainwater, preventing it from pooling on unintended surfaces. Implementation in party systems identify areas prone to pooling or areas requiring improved drainage. create French drains to collect surface and groundwater and direct it to pooling or infiltration areas. Digging a trench at the designated location. The size and depth will depend on the amount of water to be treated and the type of soil. Place a layer of gravel at the bottom of the trench. If perforated pipe is used, it should be placed on top of the original gravel layer. It is then filled to the surface with more gravel to allow the water to penetrate and be channeled through the pipes. In combination with other elements, French gutters should be connected to other elements of the system, such as rain gardens, cisterns or infiltration systems, to provide comprehensive stormwater management. The goal of maintenance and monitoring is to perform periodic checks to ensure the proper functioning of the system, performing cleaning or replacement of gravel and pipes as necessary to prevent blockages and ensure efficient water management. Its advantage is that flood control reduces the accumulation of water on urban surfaces.

Improving water quality Filtering pollutants before water reaches natural bodies of water. Extend the life of infrastructure Prevent damage caused by water accumulation on roads and buildings Environmental sustainability Promote the regeneration of aquifers and improve biodiversity in urban areas Introduce sustainable urban drainage systems with French sewers Promote management efficiency and ecology, improve the resilience of urban areas to extreme weather conditions and promote more sustainable urban development.

KEY WORDS: Filter, sustainability, rainfall, biodiversity, drainage.

ÍNDICE GENERAL

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	2
1.4 Objetivo General	2
1.5 Objetivos Específicos.....	3
1.6 Hipótesis	3
1.7 Línea de la Investigación	3
CAPÍTULO II	4
MARCO REFERENCIAL.....	4
2.1 Marco Teórico	4
2.1.1 Antecedentes	4
2.1.2 Gestión de Aguas Pluviales	5
2.1.2.1 La Gestión Agua de Lluvia.....	5
2.1.2.2 El agua de lluvia en el saneamiento	6
2.1.3 Diseño de Redes de Alcantarillado.....	6
2.1.3.1 Alcantarillado Pluvial	6
2.1.3.2 Aguas Pluviales	7
2.1.3.3 Alcantarillado Separado.....	7
2.1.3.4 Aliviadero de aguas pluviales	7
2.1.3.5 Precipitación	8
2.1.3.6 Aguas industriales	8
2.1.4 Clasificación de los conductos.....	9

2.1.4.1 Colector	9
2.1.4.2 Pozo de Inspección	10
2.1.4.3 Cámara de Caída.	10
2.1.4.4 Tramo.	11
2.1.4.5 Canal.	11
2.1.4.6 Canalizar	11
2.1.4.7 Entubar	11
2.1.5 Clases de sistemas urbanos de drenajes sostenible	12
2.1.5.1 Pavimentos permeables	12
2.1.5.2 Cunetas verdes	12
2.1.5.3 Drenaje francés	13
2.2 Marco Legal	18
2.2.1 Componentes del Sistema.....	18
2.2.2 Normativas de Uso de Suelo	18
2.2.3 Reglamento para la Aplicación de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.....	19
2.2.4 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2530:2016-Agua Potable: Control de Calidad	19
2.2.5 Reglamento a la Ley Orgánica de Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (Ley 9-2015)	19
2.2.6 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2200 - 1:2016 - Diseño de Pavimentos Urbanos-Parte 1: Pavimentos Permeables.....	19
2.2.7 Planificación y Ordenamiento Territorial (Artículo 257).....	19
2.2.8 Competencias de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (Artículo 62).....	19
2.2.9 Participación Ciudadana (Artículos 95 y 96).....	20
2.2.10 Infraestructuras y Servicios Públicos (Artículo 294):.....	20

2.2.11 Autonomía de los GAD (Capítulo VI)	20
2.2.12 Planificación del Uso del Suelo (Artículo 124)	20
CAPÍTULO III	20
MARCO METODOLÓGICO	20
3.1 Enfoque de la Investigación	20
3.2 Alcance de la Investigación.....	20
3.2.1 Investigación Exploratoria.....	21
3.2.2 Investigación Descriptiva	21
3.2.3 Ubicación	21
3.2.4 Topografía	22
3.3 Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos.....	23
3.3.1 Técnicas	23
3.3.2 Instrumentos	24
3.4 Población y muestra	24
3.4.1 Población.....	24
3.4.2 Muestra.....	24
3.5 Definición y Operacionalización de las Variables.....	24
3.5.1 Variable Dependiente	25
3.5.2 Variable Independiente	25
3.5.3 Formato de encuestas	25
3.5.4 Análisis de resultados de la encuesta.....	26
CAPÍTULO IV.....	33
PROPUESTA O INFORME	33
4.1 Presentación y análisis de resultados.....	33
4.1.1 Generalidades	33
4.1.2. Procedimientos	34

4.1.3. Levantamiento topográfico.....	34
4.1.4. Verificación del levantamiento topográfico existente	34
4.1.4.1 Tramo A.....	34
4.1.4.2 Tramo B.....	37
4.1.4.3 Tramo C.....	38
4.1.4.4 Tramo D.....	40
4.1.4.5 Tramo E.....	42
4.1.4.6 Tramo F.....	44
4.1.4.7 Tramo G:	47
4.1.5. Diseño.....	48
4.1.5.1 Análisis Hidrológico.	48
4.1.5.2 Características de los Desagües.	49
4.1.5.3 Diseño de Drenaje Francés.	49
4.1.5.4 Diseño de Tuberías.	49
4.2 Evaluación de costos y Viabilidad Económica	50
4.2.1 Generalidades	50
4.2.2 Rubros	51
4.2.2.1 Análisis Económico del SUDS Dren Frances.	51
4.2.2.2 Materiales	52
4.3 Análisis Tipológicos de Sistema de Drenaje Urbano Sostenible.....	52
4.3.1 Pavimento Permeable	52
4.3.2 ¿Informativo sobre Pavimento Permeable DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT Qué es un pavimento permeable?	53
4.3.3 Conceptualización y criterios de diseño.....	58
4.3.4 Análisis e Investigación	59
4.3.4.1 Revisión de soluciones actuales.....	59

4.3.5 Planos y detalles constructivos.....	62
4.3.5.1 Google Earth	62
4.3.5.2 Localización del Área Afectada.	63
4.3.5.3 Registro Fotográfico.	64
CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Línea de la investigación.....	3
Tabla 2. Tipos de conductos.....	9
Tabla 3. Ejemplo - Se observan técnicas e instrumentos.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diferencia de alcantarillado.....	7
Figura 2. Aliviadero de aguas pluviales.....	8
Figura 3. Pozo de inspección.....	10
Figura 4. Pavimentos permeables.....	12
Figura 5. Cunetas verdes.....	13
Figura 6. Cavar zanja.....	14
Figura 7. Hacer la pendiente.....	15
Figura 8. Cubrir con malla.....	15
Figura 9. Colocar Gravilla.....	16
Figura 10. Armado del sistema de desagüe.....	16
Figura 11. Cubrir el tubo.....	17
Figura 12. Tapar la zanja.....	17
Figura 13. Funcionamiento del drenaje francés.....	18
Figura 14. Ubicación del sector.....	22
Figura 15. Topografía del sector - Se observa topografía del sector Sauces 6.....	23
Figura 16. Resultado pregunta 1.....	26
Figura 17. Resultado pregunta 2.....	27
Figura 18. Resultado pregunta 3.....	28
Figura 19. Resultado pregunta 4.....	28
Figura 20. Resultados pregunta 5.....	29
Figura 21. Resultados pregunta 6.....	30
Figura 22. Resultados pregunta 7.....	31
Figura 23. Resultados pregunta 8.....	32
Figura 24 Topografía del Tramo A.....	35

Figura 25. Tramo A – 1.	35
Figura 26. Tramo A – 2.	36
Figura 27. Topografía del Tramo B.	37
Figura 28. Tramo B - 1.	37
Figura 29. Tramo B – 2.	38
Figura 30. Topografía del Tramo C.	38
Figura 31. Tramo C – 1.	39
Figura 32. Tramo C - 2.	40
Figura 33. Topografía del Tramo D.	40
Figura 34. Tramo D.	41
Figura 35. Tramo D.	41
Figura 36. Topografía del Tramo E.	42
Figura 37. Tramo E.	43
Figura 38. Topografía del Tramo F.	44
Figura 39. Tramo F.....	45
Figura 40. Tramo F.....	46
Figura 41. Topografía del Tramo G.....	47
Figura 42. Tramo G.....	48
Figura 43. Diseño.....	49
Figura 44. Rubro.	51
Figura 45. Pavimento Permeable.....	52
Figura 46. Cavar zanja.	54
Figura 47. Hacer la pendiente	55
Figura 48. Cubrir con la malla	55
Figura 49. Colocar la gravilla.....	56
Figura 50. Armado del sistema de desagüe.....	56

Figura 51. Cubrir el tubo.....	57
Figura 52. Tapar zanja.	57
Figura 53. Funcionamiento del drenaje francés	58
Figura 54. Carta topográfica.....	62
Figura 55. Puntos más bajos.....	63
Figura 56. Bloque Sauce 6.....	63
Figura 57. Toma de Medida de Alcantarilla.....	64
Figura 58. Toma de Medida de Sumidero.....	65
Figura 59. Toma de Medida de Sumidero con Sedimentos.	66
Figura 60. Toma de Encuestas 1.	67
Figura 61. Toma de Encuestas 2	68
Figura 62. Carta Topográfica	69
Figura 63. Sector del Estudio	70
Figura 64. Sumideros	71
Figura 65. Puntos Bajos	72
Figura 66. Toma de Medidas.	73
Figura 67. Tramo A.	74
Figura 68. Tramo B.	75
Figura 69. Tramo C.	76
Figura 70. Tramo D.	77
Figura 71. Tramo E.	78
Figura 72. Tramo F.....	79
Figura 73. Tramo G.....	80

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las áreas urbanas enfrentan desafíos significativos relacionados con la gestión del agua de lluvia y el drenaje pluvial. Los sistemas de drenaje convencionales suelen ser inadecuados para hacer frente a las crecientes precipitaciones y los cambios climáticos, lo que conlleva a problemas recurrentes de inundaciones y contaminación de cuerpos de agua. Este problema se agrava aún más debido a la urbanización acelerada y la impermeabilización del suelo. Por lo tanto, es esencial abordar este problema mediante la implementación de un Sistema de Drenaje Urbano Sostenible (SDUS) que integre prácticas y tecnologías que minimicen los impactos negativos en el medio ambiente y la sociedad. Los sistemas de drenaje urbano sostenible (SDUS) brindan respuestas innovadoras y adaptables a estos desafíos. A diferencia de los enfoques tradicionales, SDUS integra soluciones ecológicas y tecnológicas que no sólo buscan gestionar eficazmente las aguas pluviales, sino también mejorar la calidad del agua y proteger el medio ambiente. El sistema se basa en principios de diseño que priorizan la gestión del agua donde se produce y fomentan la infiltración, retención y purificación del agua a través de métodos naturales. SDUS ayuda a reducir las inundaciones y mejorar la calidad a través de herramientas como jardines de lluvia, pavimento permeable y techos verdes. Además, SDUS es capaz de adaptarse a las condiciones locales y al cambio climático, asegurando que las ciudades sean más resilientes y capaces de hacer frente a eventos de lluvias extremas. Al involucrar a las comunidades locales en el proceso y educar sobre prácticas sostenibles, este enfoque no sólo optimiza la gestión del agua, sino que también fortalece el compromiso con la sostenibilidad y la prosperidad.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema

Propuesta de Sistema de drenaje urbano sostenible en la ciudad de Guayaquil, sector sauces seis.

1.2 Planteamiento del Problema

Identificando la problemática de forma específica, destacando aquellos elementos vínculos que la teoría con la práctica señalándolos como importantes. Deberá evidenciarse la o las variables en estudio y sus relaciones, ante los desafíos que plantea el cambio climático en la ciudad de Guayaquil. Una de las preocupaciones más urgentes es la capacidad de la infraestructura existente para mitigar el impacto de los fenómenos invernales. Uno de los puntos críticos durante la temporada de lluvias se localiza en todo el sector de Sauces y Alborada, el cual se ve afectado por drenajes con insuficiente capacidad hidráulica que impiden el movimiento y afectan las edificaciones existentes durante las fuertes lluvias. El uso del suelo en áreas compactadas y la creciente urbanización contribuyen a los problemas del drenaje uniforme del agua de lluvia. Asimismo, las malas prácticas o comportamiento ciudadano en el manejo y disposición de residuos, residuos sólidos y la contaminación contribuyen a la colmatación y colmatación de la red de aguas pluviales, reduciendo la capacidad hidráulica de los colectores y contaminando arroyos y cursos de agua subterráneos. Finalmente, la capacidad limitada de la red de aguas pluviales contribuye a los desbordamientos del alcantarillado durante los eventos invernales.

1.3 Formulación del Problema

¿Cuáles son las estrategias más efectivas para implementar sistemas de drenaje urbano sostenibles, teniendo en cuenta factores como la gestión del agua, la infraestructura verde y la participación de la comunidad?

1.4 Objetivo General

Evaluar el uso eficaz de sistema de drenaje urbano sostenible SUDS, que mejor se adapte a las condiciones del sector.

1.5 Objetivos Específicos

- Efectuar una verificación del levantamiento topográfico existente, con el fin de identificar obstáculos que afectan el drenaje del área para proponer opciones de solución no convencionales como SUDS.
- Analizar las alternativas de SUDS (Sistema urbanos de drenaje sostenible) más adecuados a ser implementados en el área del proyecto.
- Estimar el costo constructivo los SUDS implementados, que servirá para la evaluación económica de acuerdo a las actividades de diseño.

1.6 Hipótesis

Generalmente, las inundaciones por lluvia son causadas por un problema con la capacidad hidráulica de la red de alcantarillado, donde el escurrimiento excede la capacidad de diseño de la red. Sin embargo, esta tesis aborda otro motivo, que es la cuestión del caudal y su efectiva descarga al cuerpo de agua. Por lo tanto, se planteó la hipótesis de que la principal causa de inundaciones en Sauces 6 es el problema de caudal y su efectiva descarga al cuerpo de agua, el cual se relaciona principalmente con las condiciones topográficas de la ciudad. Sin embargo, el trabajo no se trata de probar esta hipótesis, sino de brindar soluciones para la mitigación de inundaciones. Si bien en este caso es posible determinar la intensidad de las precipitaciones registradas con los datos de las estaciones de monitoreo existentes, no es posible determinar la intensidad del diseño, debido a que depende del tiempo de concentración de la ubicación del área de inundación.

1.7 Línea de la Investigación

Tabla 1. Línea de la investigación.

Dominio	Línea de investigación institucional	Sub línea
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnologías de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Materiales de construcción

Fuente: Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil (2024)

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Antecedentes

Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) se describen como un conjunto de soluciones destinadas a retener las aguas pluviales en su punto de origen durante el mayor tiempo posible, sin causar inundaciones. Estos sistemas buscan minimizar los impactos urbanos relacionados con la cantidad y calidad de la escorrentía, evitando así la necesidad de sobredimensionar o ampliar innecesariamente el sistema de drenaje (Woods y Wilson, 2015).

Los sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS) en el sector de Saucés 6 en Guayaquil, Ecuador, serán esenciales para la eficiente gestión del agua de lluvia y la disminución de inundaciones en esta área densamente poblada. Estos sistemas incluyen soluciones como jardines de lluvia, pavimentos permeables y cunetas verdes, que facilitan la infiltración y el almacenamiento del agua, además de mejorar su calidad al filtrar contaminantes. La implementación de SUDS en Saucés 6 ayudara aliviar los problemas persistentes de inundaciones, aumentando la resiliencia del sector frente a eventos climáticos extremos. Asimismo, estos sistemas fomentan la sostenibilidad ambiental y la biodiversidad urbana, proporcionando espacios verdes que benefician tanto al ecosistema local como a la comunidad. (Moreira, 2022) menciona que investigaciones recientes indican que la adopción de SUDS en Guayaquil ha sido crucial para el manejo integral de las aguas pluviales, destacando la importancia de la planificación urbana sostenible para el desarrollo de ciudades más resilientes y sostenibles. Este enfoque integral no solo enfrenta los desafíos actuales de la gestión del agua, sino que también sienta un precedente para futuras intervenciones urbanas en la región.

El rápido crecimiento de la población humana en el último siglo se ha manifestado principalmente en las aglomeraciones urbanas, impulsado por una marcada migración desde áreas rurales y caracterizado por una expansión desordenada y no planificada. Como resultado, la urbanización ha transformado significativamente los ecosistemas globales, contribuyendo al cambio climático y al

desequilibrio del ciclo hidrológico. Este desequilibrio se traduce en fenómenos meteorológicos extremos, como inundaciones y falta de seguridad hídrica en las ciudades de todo el mundo. Para abordar estos problemas urbanos, se necesitan soluciones innovadoras basadas en la naturaleza, que adapten los sistemas de drenaje urbanos al cambio ambiental. Además, es crucial la participación activa de los actores sociales, quienes, como beneficiarios, son esenciales para el éxito y sostenibilidad de estas soluciones (Ferreira y Barreira, 2020).

En ese sentido, los planificadores urbanos y regionales deben evaluar e investigar las oportunidades para restaurar y expandir los ecosistemas con el fin de proporcionar enfoques híbridos, más flexibles y sostenibles. Las ciudades deben confiar en una combinación de soluciones de infraestructura gris¹, verde² y azul-verde³, que equilibran las infraestructuras construidas tradicionales con soluciones más basadas en la naturaleza, especialmente para mejorar la gestión del agua, el calor y otras amenazas climáticas urbanas (Depietri y McPhearson, 2017).

Frente a estos desafíos, la sociedad experimenta una sensación de inseguridad y fragilidad, especialmente con el aumento de la intensidad de las precipitaciones en ciertas áreas. La ingeniería civil debe intentar resolver o al menos reducir estos problemas, adoptando una perspectiva global que integre economía, medio ambiente y sociedad, aspectos interrelacionados que no deben separarse. Esto lleva a un enfoque integral en el diseño relacionado con el agua de lluvia, considerando cantidad, calidad y servicio. Por lo tanto, en el diseño del drenaje urbano, es crucial no solo considerar el control de avenidas, sino también la calidad de las aguas pluviales y su potencial utilidad para la comunidad (Sañudo y Rodríguez, 2012).

2.1.2 Gestión de Aguas Pluviales

2.1.2.1 La Gestión Agua de Lluvia

El término "gestión del agua de lluvia" se refiere a la acción de eliminar y/o reutilizar el agua de las precipitaciones al mismo tiempo. Estas medidas incluyen el aprovechamiento, la infiltración, la retención y el tratamiento del agua de lluvia (Graf, 2024).

El modelo actual de desarrollo urbano altera significativamente el ciclo natural del agua en las ciudades debido a la intensa impermeabilización del suelo. Esto nos

lleva a preguntarnos cómo manejar el agua de lluvia. Gran parte de la precipitación se transforma en escorrentía superficial debido a la significativa disminución de la capacidad de infiltración del terreno. Esta se concentra rápidamente, generando altos niveles de punta. Además, el lavado de áreas urbanas contribuye a la escorrentía con altas cargas de contaminación, lo que tiene un impacto significativo en los medios receptores (Soriano, 2017).

2.1.2.2 El agua de lluvia en el saneamiento

Recolectar y utilizar el agua de lluvia es una excelente manera de ahorrar recursos. Algunas personas la emplean para regar plantas, limpiar, bañarse o incluso beber. No obstante, es crucial mantener adecuadamente el sistema de recolección de agua de lluvia y asegurarse de que la calidad del agua sea adecuada para el uso previsto. El agua de lluvia contiene microbios y otros contaminantes. Aunque es útil para muchas aplicaciones, no es tan pura como podría parecer, por lo que no se puede asumir que sea segura para el consumo. La lluvia puede transportar varios contaminantes al agua recolectada, como excrementos de aves en el techo que podrían terminar en el tanque de agua (Centros de Control y Prevención de Enfermedades [CDC], 2022).

2.1.3 Diseño de Redes de Alcantarillado

El diseño de redes de alcantarillado implica la planificación y construcción de sistemas de tuberías subterráneas para recolectar y transportar aguas residuales desde las fuentes de generación hasta las plantas de tratamiento o puntos de descarga. Este proceso requiere un análisis exhaustivo de varios aspectos, incluida la topografía, el flujo de aguas residuales, las cargas hidráulicas y las regulaciones ambientales y de construcción (Tchobanoglous y Burton, 2015).

2.1.3.1 Alcantarillado Pluvial

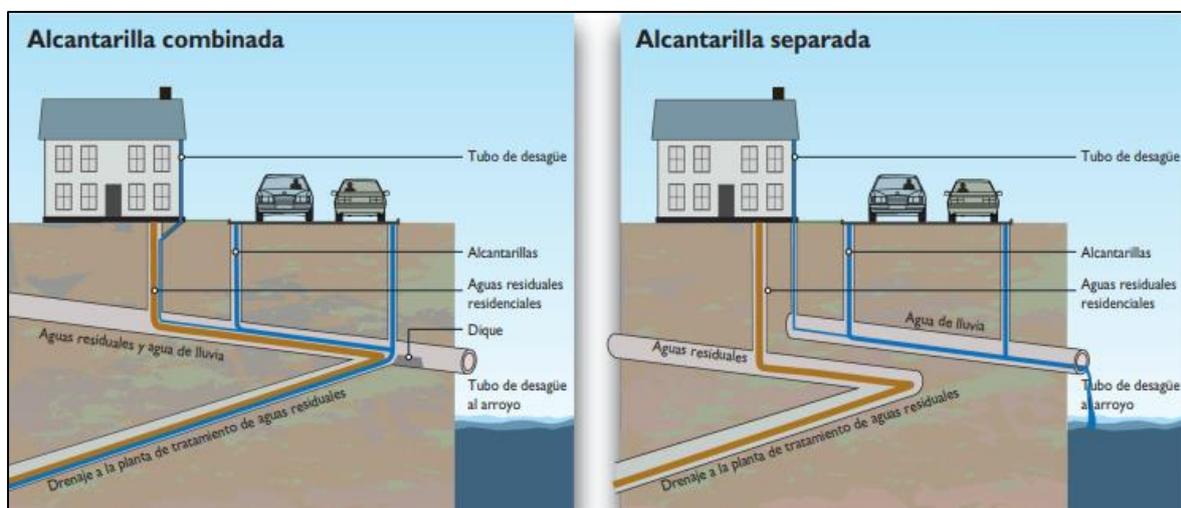
El término "alcantarillado pluvial" se refiere a un sistema de infraestructura destinado a recolectar y administrar el agua de lluvia que cae sobre superficies impermeables como techos y calles. Al canalizar el agua hacia puntos de descarga seguros, como ríos, lagos o sistemas de tratamiento de aguas, estos sistemas ayudan a prevenir inundaciones y minimizar el impacto de las lluvias en áreas urbanas (Agencia de Protección Ambiental [EPA], 1999).

2.1.3.2 Aguas Pluviales

Las aguas pluviales incluyen la lluvia, la aguanieve y la nieve. Estas aguas pueden acumularse rápidamente en áreas urbanas debido a la gran cantidad de superficies impermeables, como carreteras y edificios, lo que puede causar inundaciones y contaminar cuerpos de agua naturales. La recolección, el almacenamiento y el tratamiento de estas aguas son parte de la gestión de aguas pluviales para reducir su impacto negativo en el medio ambiente y en las infraestructuras urbanas (Debo, 2002).

2.1.3.3 Alcantarillado Separado

Figura 1. Diferencia de alcantarillado.



Fuente: Tart (2012, como citó Abellán, 2016)

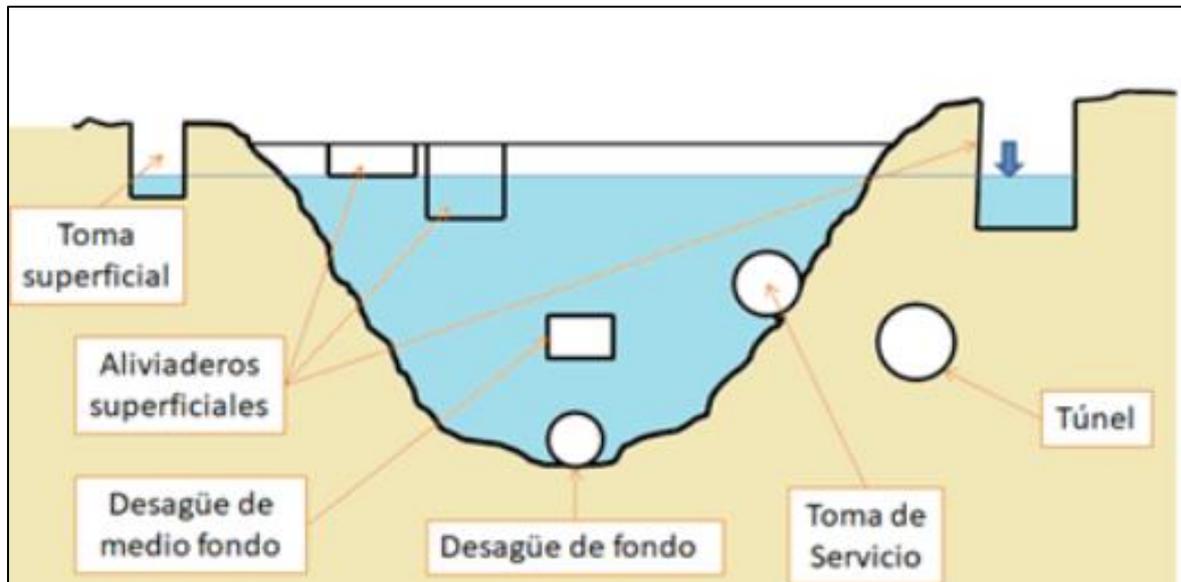
Una red de alcantarillado combinada transporta aguas lluvias y aguas negras a través de un sistema de alcantarillado, pero una red de alcantarillado separada transporta aguas lluvias y aguas negras de manera separada. La mayoría de los sistemas de alcantarillado moderno son separados. Solo las ciudades antiguas y densamente pobladas tienen alcantarillados combinados porque no necesitaban un sistema de alcantarillado de aguas residuales. Al ver la necesidad de eliminar las aguas residuales de las casas a mediados del siglo XIX, estas ciudades conectaron las aguas residuales al alcantarillado de aguas lluvias (Haydar, 2015).

2.1.3.4 Aliviadero de aguas pluviales

Un aliviadero de aguas pluviales es una estructura diseñada para controlar el exceso de agua durante eventos de lluvia intensa. Permite que el excedente de agua

sea desviado de manera segura desde sistemas de alcantarillado o gestión de aguas pluviales hacia cuerpos receptores, como ríos, lagos o áreas de almacenamiento temporal. Esto evita inundaciones y sobrecarga de los sistemas de drenaje (Butler, 2011).

Figura 2. Aliviadero de aguas pluviales



Fuente: Sandoval (2024)

2.1.3.5 Precipitación

El proceso por el cual el vapor de agua de la atmósfera se condensa y cae a la superficie terrestre en forma de lluvia, nieve, aguanieve o granizo se conoce como precipitación. Este fenómeno es un componente esencial del ciclo hidrológico y juega un papel importante en la distribución y disponibilidad de agua en diversas áreas del mundo. La precipitación tiene un impacto en el clima, la agricultura y el manejo de los recursos hídricos (Chow y Mays, 1988).

2.1.3.6 Aguas industriales

Los procesos industriales, como la producción, limpieza, enfriamiento y eliminación de desechos requieren aguas industriales. Dependiendo del tipo de proceso industrial, estas aguas pueden contener contaminantes como productos químicos, metales pesados y materiales orgánicos. Para reducir su impacto en el medio ambiente y cumplir con las regulaciones de calidad del agua, las aguas industriales deben tratarse y gestionarse correctamente (Metcalf y Eddy, 2004).

2.1.4 Clasificación de los conductos

La clasificación de conductos clasifica las tuberías y canales utilizadas para transportar fluidos como agua, gas y desechos. Esta clasificación se basa en una variedad de factores. Estos incluyen el material de construcción como acero, PVC o hormigón, el uso como conductos de agua potable, aguas residuales o aguas pluviales, la presión de operación alta o baja y el tamaño del diámetro. Esta clasificación es esencial para garantizar la eficiencia y la seguridad de los sistemas de transporte de fluidos en el diseño y la ingeniería (Steel y McGhee, 1979).

Tabla 2. Tipos de conductos.

Tipo de Conducto	Descripción
Tuberías de Agua	Utilizadas para el transporte de agua potable y no potable.
Tuberías de gas	Diseñadas para transportar gas natural o gas licuado de petróleo (GLP).
Conductos de Desechos	Utilizadas para el transporte de aguas residuales y otros desechos líquidos.
Conductos Industriales	Empleadas en aplicaciones industriales para transportar diversos fluidos, incluyendo químicos y petróleo.

Fuente: Martínez (2022)

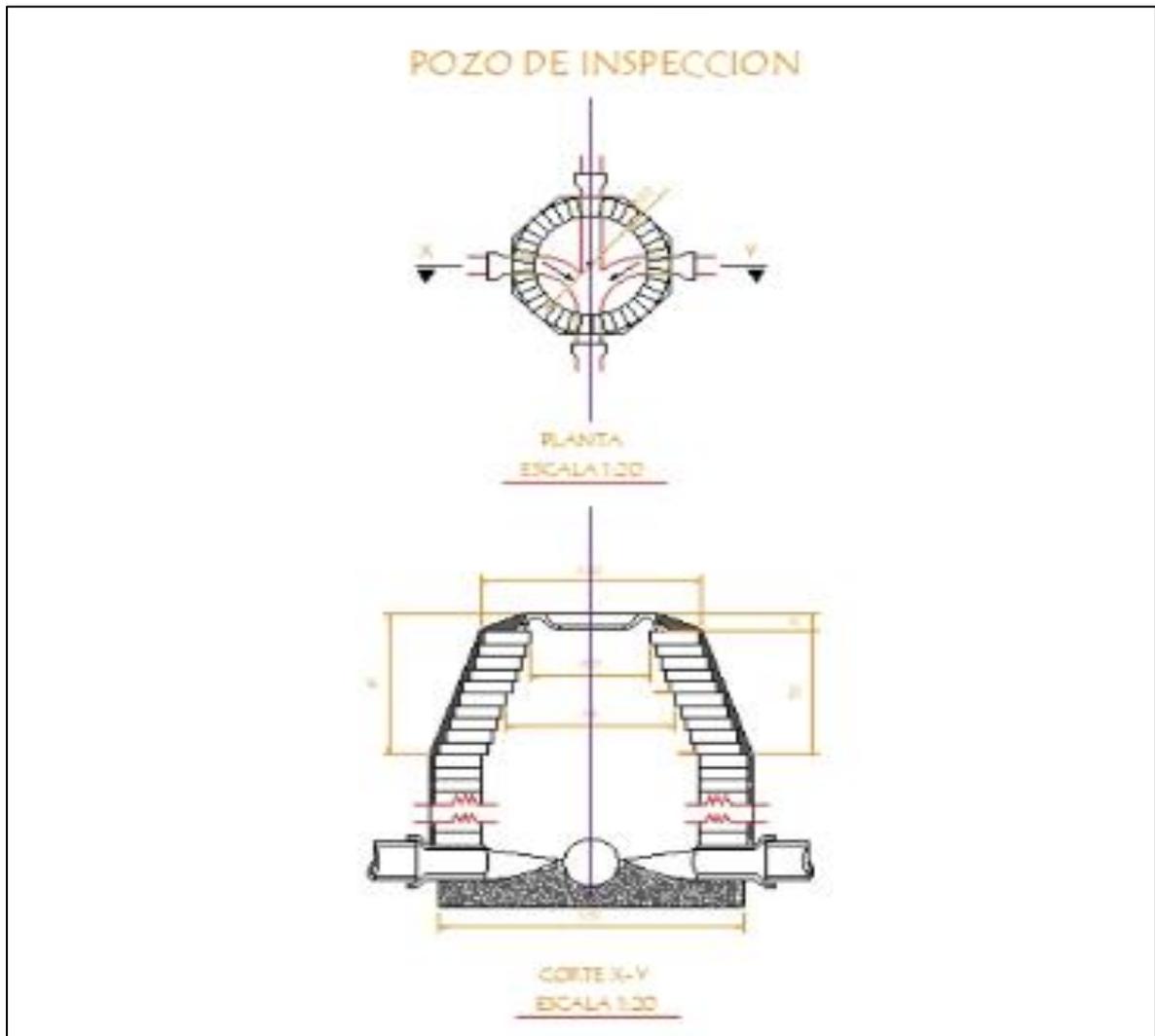
2.1.4.1 Colector

Un colector es un conducto subterráneo donde las alcantarillas dejan sus aguas, según la RAE. En la mayoría de los casos, se refiere al sistema de alcantarillado público en el que las viviendas dejan sus aguas residuales. Las aguas residuales son transportadas a un colector principal donde se tratan o se vertieron al medio ambiente (Zarza, 2024).

2.1.4.2 Pozo de Inspección

Un pozo de inspección, también llamado pozo de registro o cámara de inspección, es una estructura de acceso dentro de un sistema de alcantarillado que permite la inspección, limpieza y mantenimiento de las tuberías subterráneas. Estos pozos se encuentran en lugares clave, como cambios de dirección, intersecciones de tuberías y tramos rectos a intervalos regulares. Facilitan la supervisión y el manejo eficiente del sistema de alcantarillado (Hammer, 2008).

Figura 3. Pozo de inspección.



Fuente: Chaves (2024)

2.1.4.3 Cámara de Caída.

En los sistemas de alcantarillado, una cámara de caída es una estructura diseñada para manejar las grandes diferencias de altura entre los tramos de tuberías.

Estas cámaras reducen la velocidad del flujo y evitan la erosión y los daños en las tuberías al permitir que las aguas residuales o pluviales desciendan de manera controlada. En terrenos con desniveles pronunciados, son esenciales para mantener la integridad del sistema de alcantarillado (Alvarez, 2016).

2.1.4.4 Tramo.

En ingeniería civil y diseño de infraestructuras, una sección específica de una obra lineal, como una carretera, un ferrocarril o una red de alcantarillado, se denomina tramo. Cada tramo tiene sus puntos de inicio y fin, y puede variar en longitud dependiendo de las necesidades del proyecto. Los tramos son esenciales en el diseño y la construcción de sistemas de alcantarillado para planificar la pendiente, el diámetro y los materiales de las tuberías para garantizar un flujo eficiente y seguro de las aguas residuales o pluviales (Empresa Pública de Alcantarillado de Santander [EMPAS], 2019).

2.1.4.5 Canal.

Un canal es un dispositivo artificial utilizado para transportar agua de un lugar a otro. Se utiliza comúnmente para irrigar, navegar, drenar y proporcionar agua. Los canales se construyen con una variedad de materiales y diseños para satisfacer las necesidades particulares de flujo y control del agua. Para garantizar la eficiencia y la durabilidad, su diseño incluye el análisis de la pendiente, la capacidad de flujo y la resistencia de los materiales (Calixto y Gallardo, 2022).

2.1.4.6 Canalizar

En la regulación del cauce de un arroyo o corriente, la canalización implica alterar y administrar el flujo de agua mediante la creación de canales artificiales o la alteración de los cauces naturales. Este proceso tiene como objetivo garantizar un flujo de agua constante y controlable, evitando inundaciones y aumentando la capacidad de drenaje (Knighton, 1998).

2.1.4.7 Entubar

El término "entubar" se refiere al proceso de controlar y canalizar el flujo de un arroyo, con frecuencia mediante la construcción de tubos o conductos subterráneos, con el fin de controlar el flujo de agua. En ingeniería civil y planificación urbana, este tipo de intervención hidráulica es común. El entubamiento de arroyos y ríos en áreas

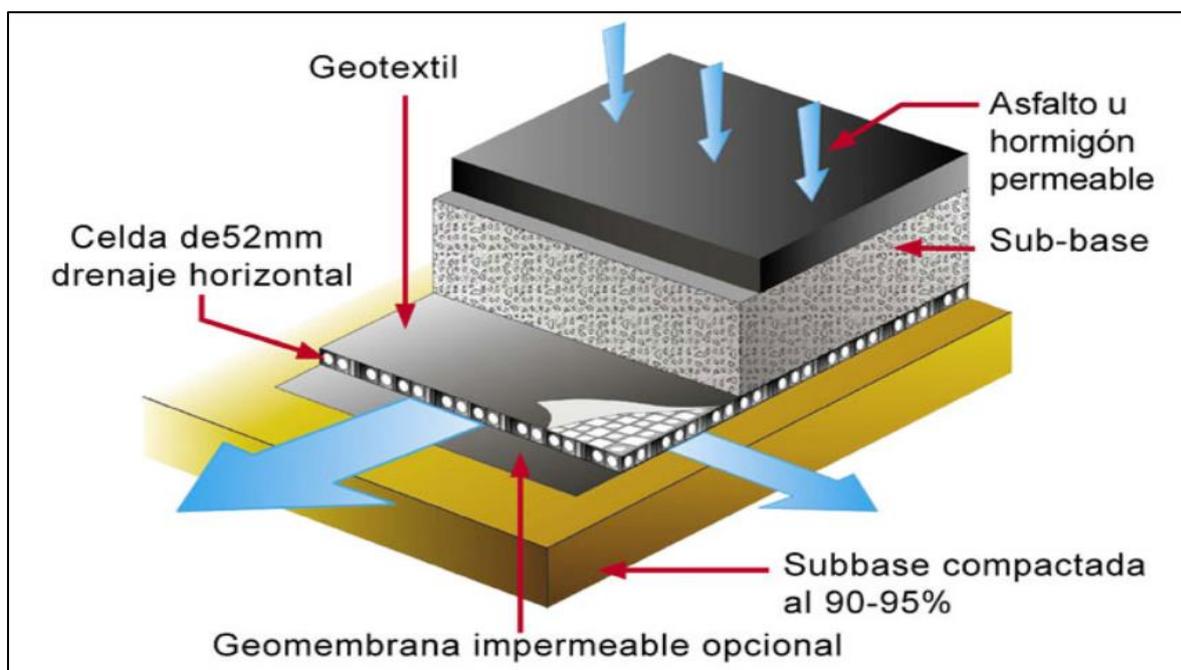
urbanas es una práctica que busca reducir el riesgo de inundaciones y maximizar el espacio disponible para el desarrollo urbano, aunque también puede tener impactos negativos en el ecosistema acuático y la biodiversidad (Trujillo y Diaz, 2022)

2.1.5 Clases de sistemas urbanos de drenajes sostenible

2.1.5.1 Pavimentos permeables

Son pavimentos que permiten el paso del agua, ya sea continuos o modulares. Permite su infiltración en el suelo o su retención en capas subsuperficiales para su posterior uso o evacuación. Si el suelo está formado por múltiples capas, es necesario que las permeabilidades aumenten desde la superficie hasta el subsuelo. El agua disminuye las puntas del flujo de escorrentía superficial al atravesar la superficie permeable, que funciona como un filtro, hasta la capa inferior que sirve como reserva. Si el terreno lo permite, el agua que queda en esa reserva puede ser transferida a otro lugar o infiltrada. Además, las capas permeables separadas retienen partículas de diferentes tamaños, así como aceites y grasas (Abellán, 2016).

Figura 4. Pavimentos permeables



Fuente: Sistemas urbanos drenaje sostenible (SUDS, 2019)

2.1.5.2 Cunetas verdes

Las cunetas verdes son depresiones topográficas diseñadas como canales con pendientes leves tanto longitudinales como transversales y de poca profundidad. Su

objetivo es captar, almacenar, transportar y reducir la velocidad y el volumen del caudal pico de la escorrentía recogida de superficies impermeables cercanas. La configuración del área, el diseño de la vegetación y el tipo de suelo favorecen la retención de contaminantes mediante la precipitación y sedimentación de partículas, evitando su re-suspensión. En algunos casos, se permite la infiltración del agua, considerando previamente el tipo de suelo, el nivel freático y si la zona es de protección de aguas subterráneas (Fuentes y Navarro, 2015).

Figura 5. Cunetas verdes.



Fuente: SUD Sostenible (2016)

2.1.5.3 Drenaje francés

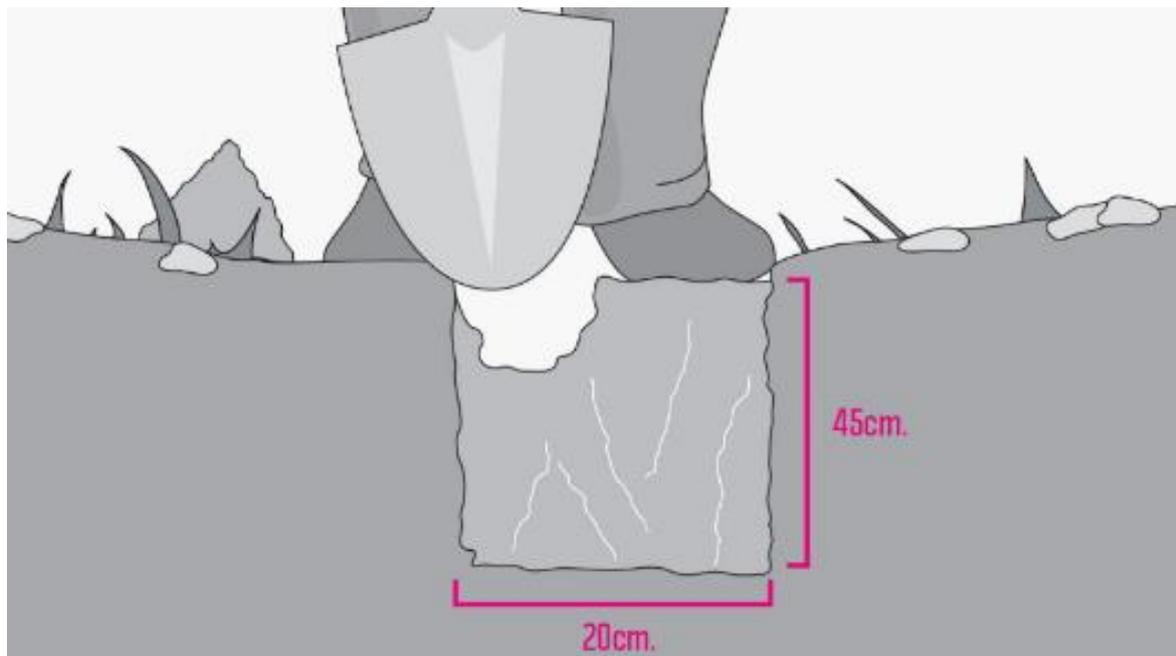
El Drenaje Francés utiliza un resumidero y un tubo de desagüe enterrado con pequeños agujeros para que el agua se drene hacia la tierra en lugar del sistema de desagüe, lo que evita que el sistema de desagüe se rompa (Sac, 2020).

Antes de comenzar con la excavación, es fundamental revisar los planos de la casa para evitar dañar cables o instalaciones subterráneas.

Paso 1: Cavar la zanja

Realizar una excavación debajo de la bajada del sistema de canaletas, donde irá el resumidero y el tubo. La zanja debe tener un ancho mínimo de 20 cm, una profundidad de 45 cm y un largo de 150 cm. Utilizar una pala y una picota para cavar. Si hay pasto, cortar en trozos completos para replantarlos. Si el drenaje francés está cerca del muro del vecino, informar sobre el trabajo.

Figura 6. Cavar zanja.

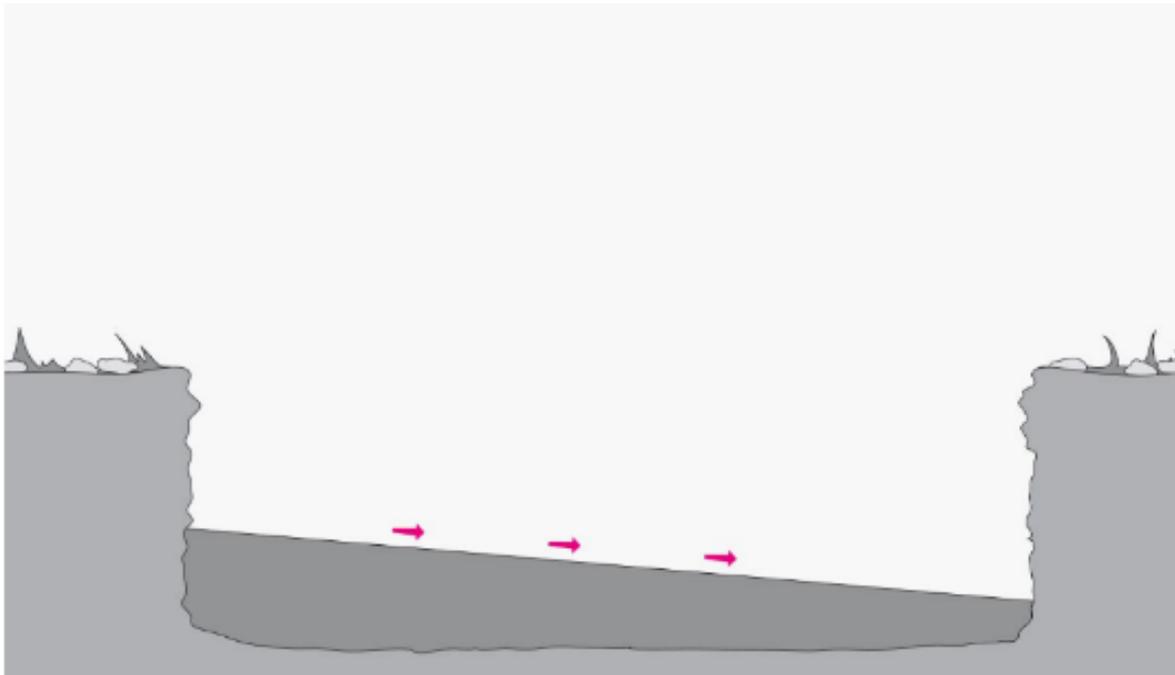


Fuente: Sodimac (2017)

Paso 2: Hacer la pendiente

Para que el agua fluya adecuadamente, generar una pendiente en la zanja de aproximadamente 1 cm por cada metro de largo. Rellenar con tierra y compactar hasta alcanzar la pendiente deseada para evitar acumulaciones de agua cerca de la casa.

Figura 7. Hacer la pendiente

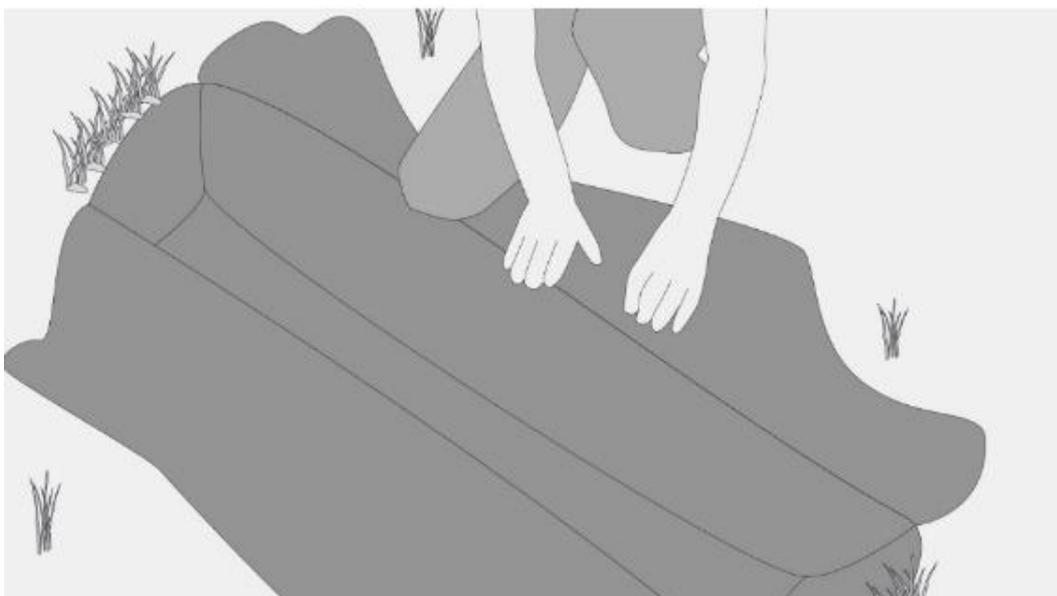


Fuente: Somadic (2017)

Paso 3: Cubrir con malla

Cubrir toda la zanja con malla raschel, incluyendo los bordes, para proteger el tubo de la tierra y permitir el paso de la humedad.

Figura 8. Cubrir con malla

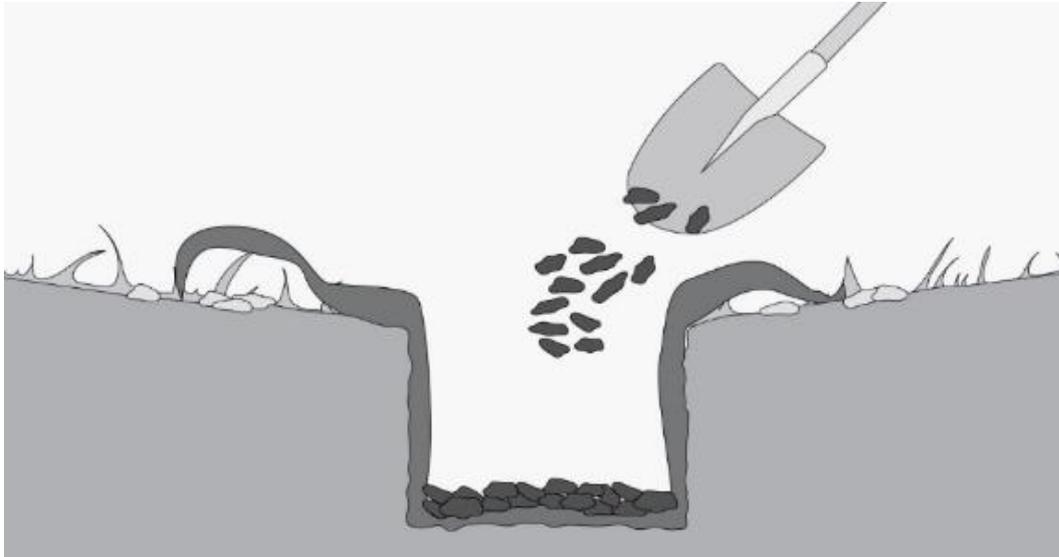


Fuente: Somadic (2017)

Paso 4: Poner la gravilla.

Colocar una capa de gravilla dentro de la zanja, manteniendo la pendiente inicial.

Figura 9. Colocar Gravilla.

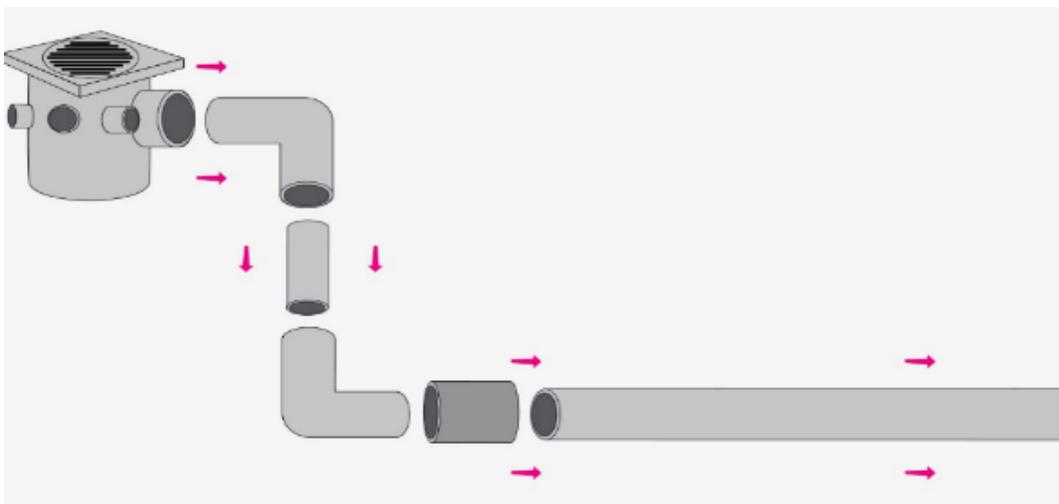


Fuente: Somadic (2017)

Paso 5: armar el sistema de desagüe

Instalar el resumidero al inicio de la zanja. Usar dos codos, un trozo de tubo y una copla sanitaria para unir con el tubo de 75 mm y 150 cm de largo, perforado con una broca de 6mm. Unir todos los componentes con pegamento para PVC, lijando los bordes antes de aplicar el adhesivo.

Figura 10. Armado del sistema de desagüe

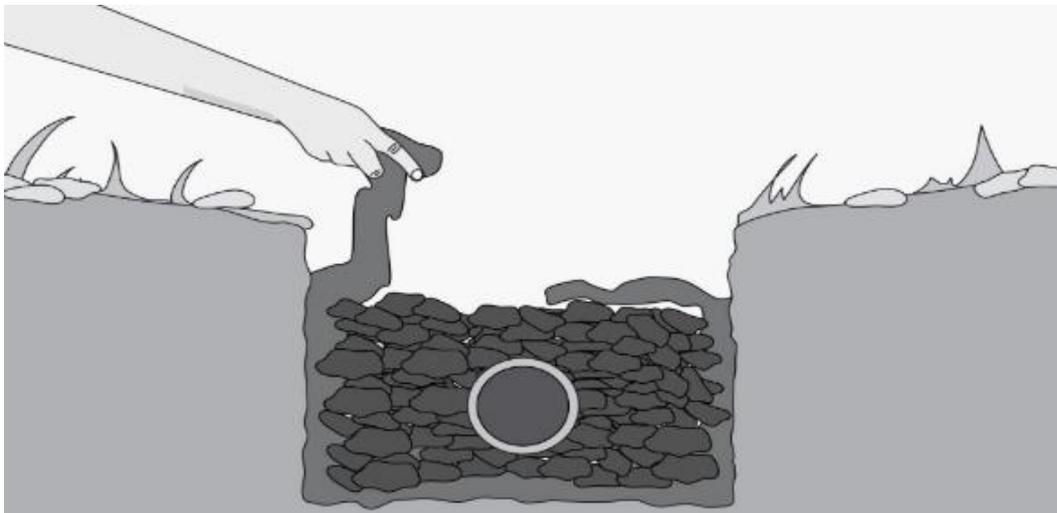


Fuente: Somadic (2017)

Paso 6: cubrir el tubo

Una vez colocado el sistema en posición correcta, cubrir con gravilla y la malla raschel para protegerlo de la tierra y evitar obstrucciones.

Figura 11. Cubrir el tubo

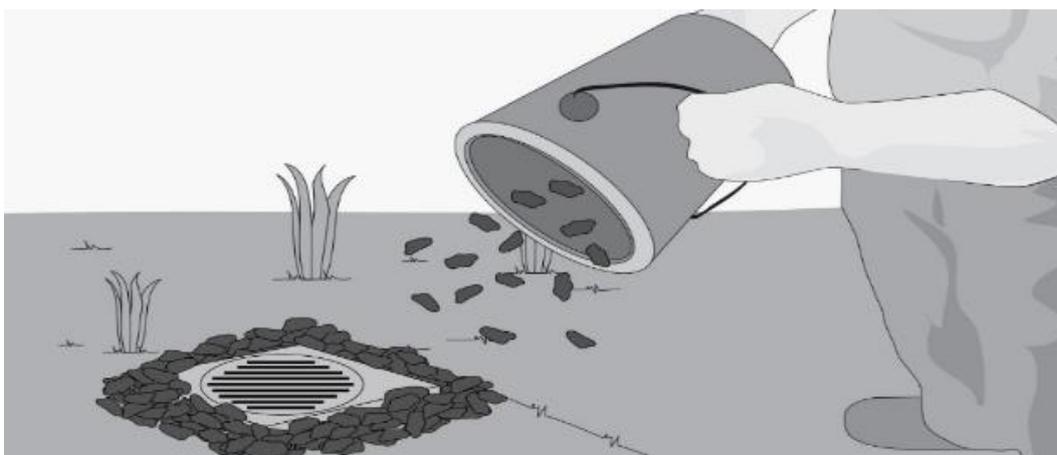


Fuente: Somadic (2017)

Paso 7: tapan la zanja

Llenar la zanja con la tierra y pasto retirados previamente, dejando la gravilla solo para cubrir el tubo. Si hay pastelones, rellena con arena antes de asentar los pastelones.

Figura 12. Tapar la zanja



Fuente: Somadic (2017)

Paso 8: funcionamiento

Dejar el resumidero con su entrada libre sobre la tierra para permitir el acceso al agua de la canaleta. Esto facilita la limpieza y el vaciado de agua limpia cuando sea necesario.

Figura 13. Funcionamiento del drenaje francés



Fuente: Somadic (2017)

2.2 Marco Legal

2.2.1 Componentes del Sistema

Incorporación de espacios verdes y áreas permeables para la absorción de aguas pluviales que utilización de técnicas como techos verdes y pavimentos permeables. Construcción de infraestructuras para la retención y filtración de aguas pluviales de infiltración y humedales urbanos.

2.2.2 Normativas de Uso de Suelo

Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (Ley 111-2014):

Art. 111.- Protección en fuentes de agua. La Autoridad Única del Agua y la Autoridad Ambiental Nacional emitirán las regulaciones necesarias para garantizar la conservación y el equilibrio de los ecosistemas, en especial de las fuentes y zonas de recarga de agua. La Autoridad Ambiental Nacional coordinará con la Autoridad Única del Agua, el monitoreo del sistema de manejo ambiental previsto en la respectiva licencia ambiental, emitida por aquella.

2.2.3 Reglamento para la Aplicación de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

Detalles adicionales sobre la aplicación de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, especificando los requisitos y procedimientos para proyectos relacionados con el agua.

2.2.4 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2530:2016-Agua Potable: Control de Calidad

Establece los requisitos de calidad del agua potable, asegurando que cualquier proyecto de drenaje no afecte la calidad del agua.

2.2.5 Reglamento a la Ley Orgánica de Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (Ley 9-2015)

Puede contener disposiciones relacionadas con la prevención de desastres, incluyendo inundaciones, y establecer medidas de seguridad en proyectos de infraestructura.

2.2.6 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2200 - 1:2016 - Diseño de Pavimentos Urbanos-Parte 1: Pavimentos Permeables

Especifica los requisitos para el diseño de pavimentos permeables, que podrían ser relevantes para la gestión sostenible del agua. Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).

2.2.7 Planificación y Ordenamiento Territorial (Artículo 257)

Establece la obligación de los municipios de contar con planes de ordenamiento territorial, los cuales deberán incluir la planificación de servicios públicos y equipamientos colectivos, como el sistema de drenaje.

2.2.8 Competencias de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (Artículo 62)

Establece las competencias y atribuciones de los municipios, incluyendo la planificación, regulación y control del uso y ocupación del suelo, lo que es crucial para la implementación de un sistema de drenaje urbano.

2.2.9 Participación Ciudadana (Artículos 95 y 96)

Fomenta la participación ciudadana en la toma de decisiones relacionadas con el ordenamiento territorial y la planificación urbana, incluyendo proyectos de infraestructura como el sistema de drenaje.

2.2.10 Infraestructuras y Servicios Públicos (Artículo 294):

Establece la responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales en la planificación y provisión de infraestructuras y servicios públicos, lo que incluye sistemas de drenaje.

2.2.11 Autonomía de los GAD (Capítulo VI)

Garantiza la autonomía de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, permitiéndoles ejercer sus competencias y funciones, incluyendo la gestión de sistemas de drenaje de acuerdo con sus realidades y necesidades.

2.2.12 Planificación del Uso del Suelo (Artículo 124)

Establece la necesidad de que los municipios regulen el uso y ocupación del suelo a través de la planificación, lo que implica considerar aspectos como el sistema de drenaje en el diseño urbano.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la Investigación

Esta tesis busca realizar un enfoque combinado para la investigación de sistemas de drenaje urbano sostenible combinaría métodos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión integral de los aspectos técnicos, sociales, económicos y ambientales del sistema. Esto puede incluir la realización de encuestas y entrevistas con residentes y partes interesadas para comprender las percepciones y necesidades locales, así como la recopilación de datos cuantitativos sobre el flujo de agua, la calidad del agua y los costos asociados con diferentes estrategias de gestión del agua. Combinando estos enfoques, se podría obtener una visión más completa y contextual del sistema de drenaje de la ciudad y se podrían encontrar soluciones más eficientes y sostenibles.

3.2 Alcance de la Investigación

3.2.1 Investigación Exploratoria

El propósito de este documento es realizar un estudio exploratorio de las propuestas de Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS), incluida la evaluación de la viabilidad, efectividad y beneficios potenciales de implementar dicho sistema en un área urbana específica. Esto puede incluir una evaluación de factores como la topografía del área, el clima, la infraestructura existente, las necesidades de gestión del agua y las condiciones ambientales y sociales. La investigación puede incluir revisión de literatura académica, estudios de casos, entrevistas a expertos y análisis de datos para informar el diseño y la implementación adecuados de SUDS en el contexto urbano deseado.

3.2.2 Investigación Descriptiva

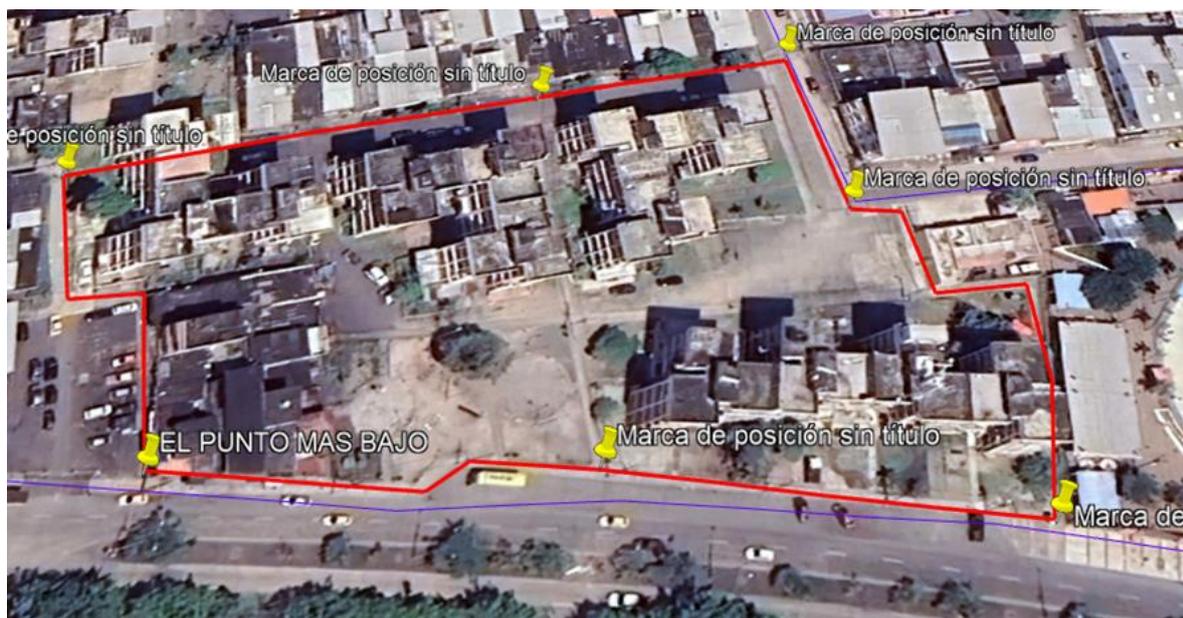
Un estudio descriptivo del sistema de aguas residuales urbanas sostenible se centra en una descripción detallada del funcionamiento del sistema, sus componentes, características y resultados. Esto incluiría recopilar información sobre

la infraestructura existente, como alcantarillado, sistemas de aguas pluviales, así como recopilar información sobre la calidad del agua, el flujo de agua y las inundaciones en el área urbana. Además, se podría analizar el desempeño del sistema en términos de reducción del riesgo de inundaciones, mejora de la calidad del agua y sostenibilidad ambiental. Un estudio descriptivo proporcionaría una visión detallada del estado actual del sistema de alcantarillado de la ciudad y serviría como base para evaluar su eficacia y hacer sugerencias de mejora.

3.2.3 Ubicación

La investigación se llevará a cabo en el “SECTOR SAUCES 6”, que se localiza en las calles “La 13 peatonal 3-A NE” y “8vo paseo 19B NE”. Se encuentra cerca de las Lagunas de Saucés, con una longitud de 79°53'40.22"O y una latitud de 2° 7'22.37"S. Área de estudio: 11,308.19 m².

Figura 14. Ubicación del sector.



Elaborada por: Cadena y Jiménez (2024)

3.2.4 Topografía

El área de estudio cuenta con una elevación topográfica regular siendo, la cota más baja 3.00 MSNM. en la abscisa 0+199 hacia el Océano Pacífico, la cota más alta registrada es 5.00 MSNM en la abscisa 0+388 y termina con una cota de 4.00 MSNM en la Abscisa 0+490 frente a la Calle Arte - Galería Urbana - Bloques Saucés 6.

Figura 15. Topografía del sector - Se observa topografía del sector Sauces 6.



Elaborado por: Cadena y Jimenez (2024)

3.3 Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos

Se sugiere describir las técnicas e instrumentos utilizados para recopilar la información.

Ejemplos de técnicas e instrumentos que se pueden utilizar, sin que esto sea una limitación: Prestar atención a las características de cada uno.

Tabla 3. Ejemplo - Se observan técnicas e instrumentos.

Técnica	Instrumentos
Recopilación de datos	Encuestas
Levantamiento topográfico	GPS
Planos diseño	AutoCAD
Croquis de ubicación exacta de la zona	Carta Topográfica
Curva de nivel	Google Heart
Presupuesto constructivo	Office Exel

Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

3.3.1 Técnicas

- Levantamiento topográfico

- Planos diseño
- Croquis de ubicación exacta de la zona
- Curva de nivel
- Presupuesto contractivo

3.3.2 Instrumentos

- AutoCAD
- Presupuesto sudbasado al sistema sostenible
- Google earth
- Carta topográfica del sector

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población de un sistema de alcantarillado urbano sostenible se refiere al número de personas que viven en el área servida por ese sistema. La población es un factor clave en la planificación y gestión de los sistemas de alcantarillado urbano, ya que afecta la cantidad de aguas residuales y pluviales generadas y la demanda de infraestructura y servicios de alcantarillado. Al planificar y dimensionar un sistema de drenaje, es importante considerar el crecimiento de la población y los cambios en el uso del suelo que satisfagan las necesidades actuales y futuras de la comunidad y al mismo tiempo garanticen su sostenibilidad a largo plazo.

3.4.2 Muestra

La muestra del sistema de drenaje urbano sostenible es una parte representativa del área o población de estudio. En el contexto de la recuperación urbana sostenible, las muestras incluyen datos recopilados de múltiples fuentes, como mediciones de flujo y calidad del agua en puntos específicos del sistema de recuperación, encuestas de residentes para evaluar sus conocimientos y actitudes hacia las prácticas de recuperación sostenible, y datos de densidad de población para área específica.

Una selección adecuada de la muestra es esencial para garantizar la representatividad de los resultados y extraer conclusiones válidas sobre la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas de drenaje urbano

3.5 Definición y Operacionalización de las Variables

3.5.1 Variable Dependiente

La variable dependiente del presente trabajo de investigación es el Sistema Urbano de Diseño Sustentable (SUDS).

Contemplando la variable dependiente según este estudio, podemos decir que los SUDS son elementos que forman parte de las infraestructuras de drenaje urbano y cuya tarea es: recolectar, filtrar, retener, transportar, almacenar e infiltrar el agua de lluvia en el suelo para que pueda ser natural y poder evitar una extensa contaminación. descargado al suelo. Así poder implementar estos procesos en sectores urbanos.

3.5.2 Variable Independiente

En este trabajo de investigación, las inundaciones y la contaminación difusa se identifican como variables independientes porque estos fenómenos determinan el diseño de sistemas de drenaje sostenibles (SUDS), tanto en términos de caudal como del tipo de SUDS que se va a utilizar en el área de estudio.

3.5.3 Formato de encuestas

Preguntas

¿Con qué frecuencia experimenta problemas de inundaciones o acumulación de agua cerca de su residencia durante las lluvias?

¿Considera que el sistema de drenaje urbano en su área es efectivo para manejar el agua de lluvia?

¿Ha notado alguna mejora o deterioro en la eficiencia del sistema de drenaje en los últimos años?

¿Cuál es su opinión sobre la limpieza y mantenimiento de los desagües pluviales en su vecindario?

¿Cree que existe una adecuada coordinación entre las autoridades locales y los residentes para prevenir problemas de drenaje urbano?

¿Ha experimentado problemas relacionados con el mal olor o la contaminación en áreas cerca de desagües pluviales en su comunidad?

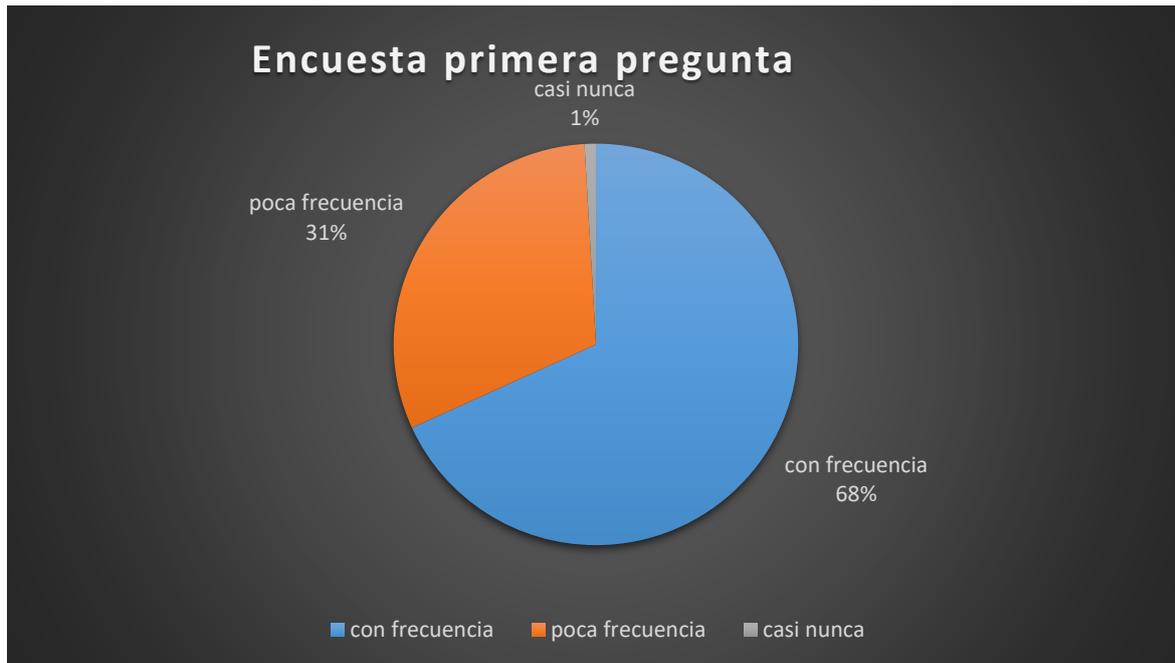
¿Qué medidas sugeriría para mejorar el sistema de drenaje urbano en su área?

¿Está al tanto de algún proyecto futuro o actual de mejoras en el sistema de drenaje en el municipio?

3.5.4 Análisis de resultados de la encuesta

1. ¿Con qué frecuencia experimenta problemas de inundaciones o acumulación de agua cerca de su residencia durante las lluvias?

Figura 16. Resultado pregunta 1.

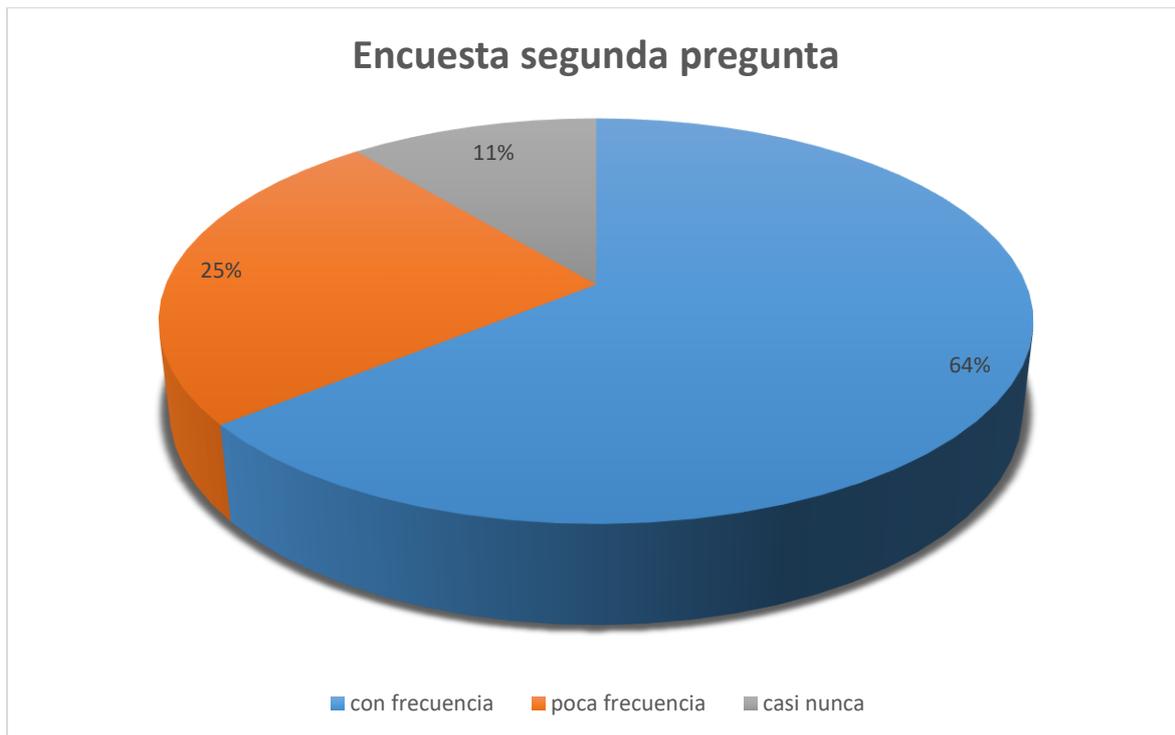


Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Análisis: Mediante la observación de la gráfica presentada, cada proporción del pastel representa un segmento, siendo "con frecuencia" segmento con un porcentaje de 63%, llegando a ser el porcentaje con mayor demanda por parte de los moradores; por otro lado, el segmento denominado "poca frecuencia" tiene un porcentaje del 28%, generando un poco de dudas a los moradores; por último, el segmento llamado "casi nunca" tiene un porcentaje de 1%. Podemos observar que la mayoría de las personas presentan inconformidad por el daño que generan las lluvias en el temporal invernal.

2. ¿Considera que el sistema de drenaje urbano en su área es efectivo para manejar el agua de lluvia?

Figura 17. Resultado pregunta 2.

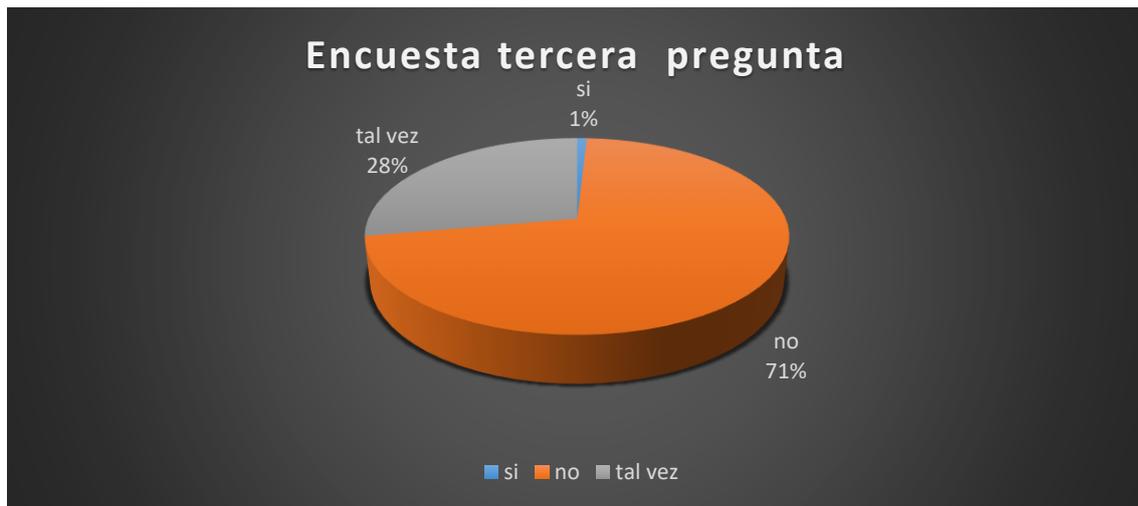


Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Análisis: Mediante la observación de la gráfica presentada, cada proporción del pastel representa un segmento, "siendo con frecuencia" el mayor segmento con un porcentaje de 64% de aceptación por parte de los moradores, por otro lado, el segmento denominado "poca frecuencia" tiene un porcentaje del 25%, generando un poco de dudas a los moradores; por último, el segmento llamado "casi nunca" tiene un porcentaje de 11%, siendo el mismo un efecto negativo para los moradores dado que el sistema de drenaje actual no genera ninguna mejora para mitigar las inundaciones.

3. ¿Ha notado alguna mejora o deterioro en la eficiencia del sistema de drenaje en los últimos años?

Figura 18. Resultado pregunta 3.

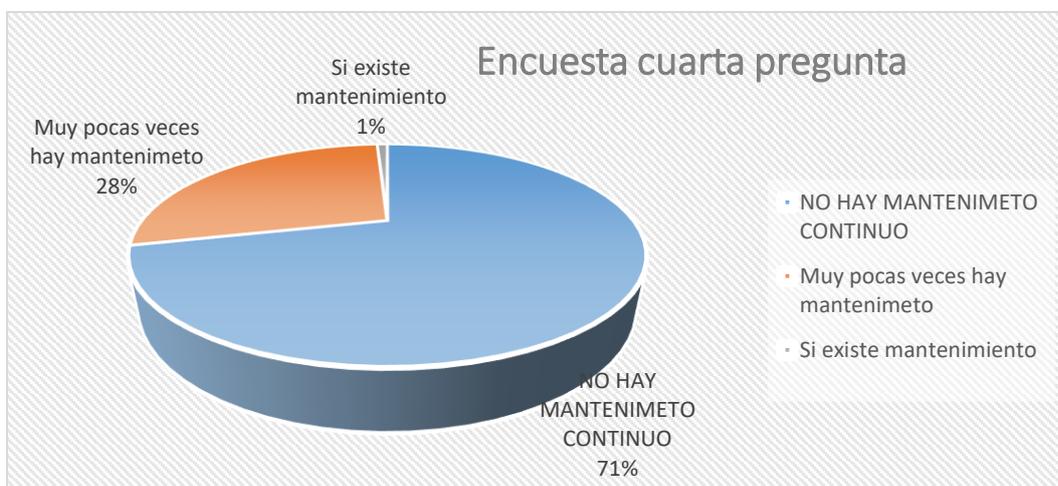


Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Análisis: Con la ayuda de la gráfica presentada, cada proporción del pastel representa un segmento, siendo "No" segmento con un porcentaje de 7,1%, llegando a ser el porcentaje con mayor demanda por parte de los moradores; por otro lado, el segmento denominado "Tal vez" tiene un porcentaje del 28%, generando un poco de dudas a los moradores; por último, el segmento llamado "Si" tiene un porcentaje de 1%. Podemos considerar que la mayoría, por no decir todos los moradores, presentan inconformidad por el poco funcionamiento que realiza el sistema de drenaje; así mismo, la falta de mantenimiento genera el colapso de este.

4. ¿Cuál es su opinión sobre la limpieza y mantenimiento de los desagües pluviales en su vecindario?

Figura 19. Resultado pregunta 4

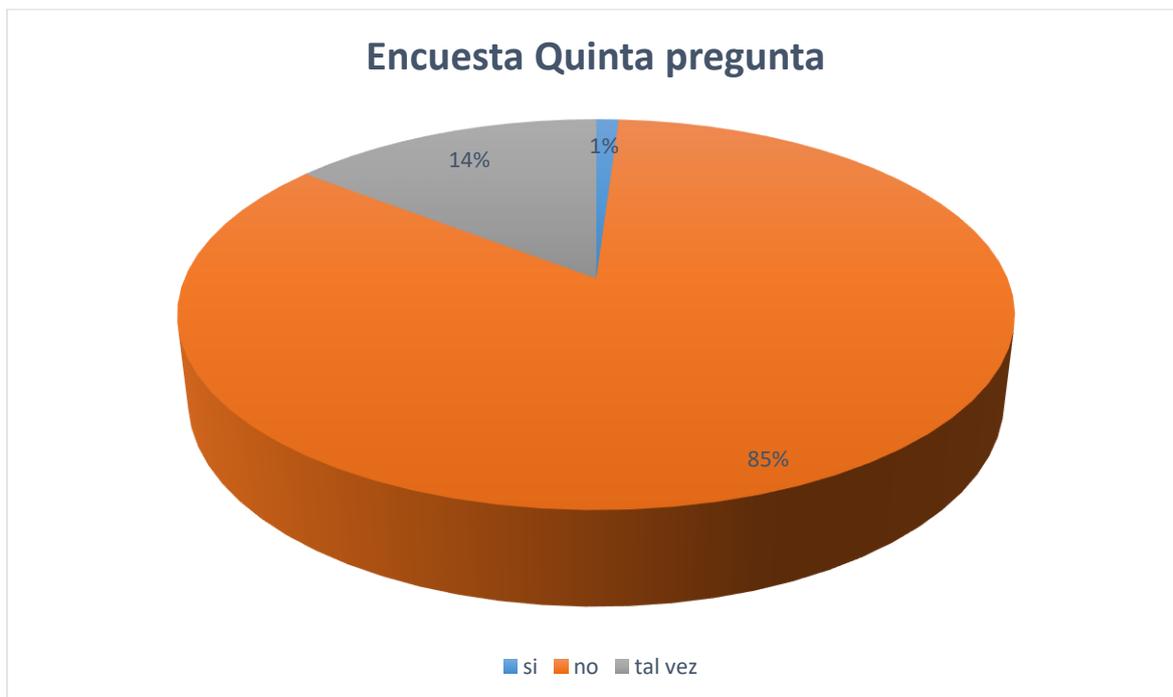


Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Análisis: Por medio de la gráfica podemos observar, cada proporción del pastel representa un segmento, siendo "No hay mantenimiento continuo" con un porcentaje de 7,1%, llegando a ser el porcentaje con mayor demanda por parte de los moradores; por otro lado, el segmento denominado "Muy pocas veces hay mantenimiento" tiene un porcentaje del 28%, generando un poco de dudas a los moradores; por último, el segmento llamado "Si existe mantenimiento" tiene un porcentaje de 1%. Debemos tener en cuenta que la problemática principal del sector es la falta de mantenimiento, por lo consiguiente desencadena múltiples factores que genera daños en el área. Perjudicando el ambiente del sector.

5. ¿Cree que existe una adecuada coordinación entre las autoridades locales y los residentes para prevenir problemas de drenaje urbano?

Figura 20. Resultados pregunta 5



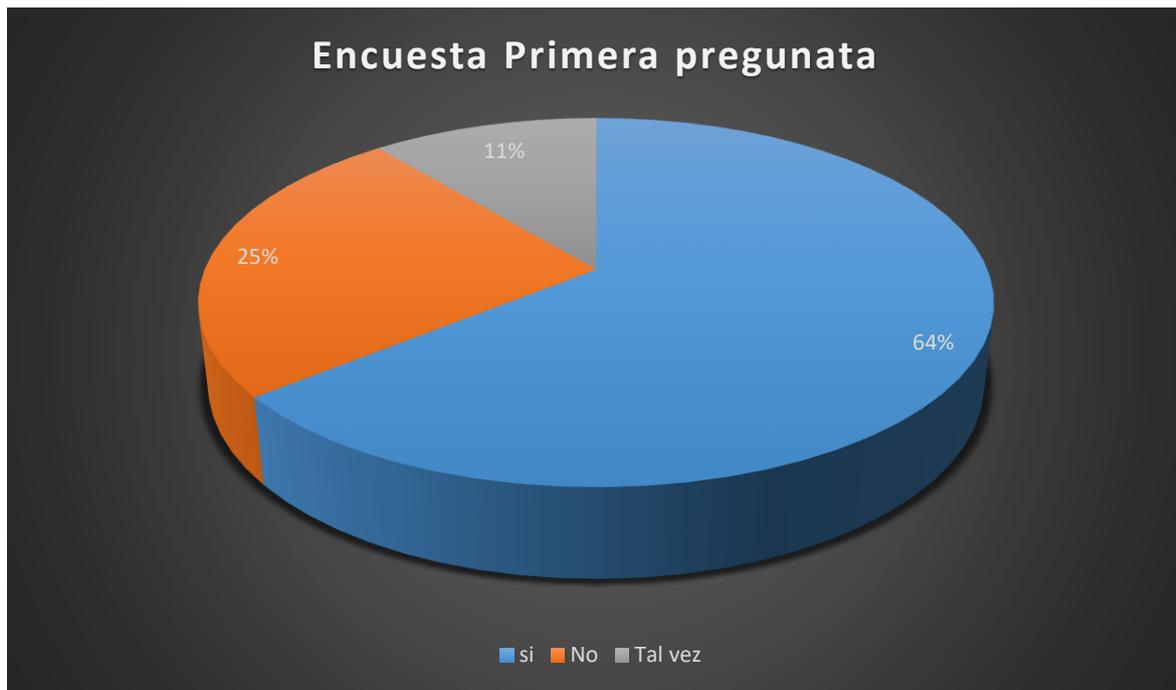
Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Análisis: Por medio de la gráfica se puede observar que cada proporción del pastel representa un segmento, siendo "No" con un porcentaje de 85%, llegando a ser el porcentaje con mayor demanda por parte de los moradores; por otro lado, el segmento denominado "Tal vez" tiene un porcentaje del 14%, generando un poco de dudas a los moradores; por último, el segmento llamado "Si" tiene un porcentaje de 1%. Debemos tener en cuenta que la falta de coordinación y acercamiento entre el

dirigente del sector y "Municipio Guayaquil" forma parte del problema ya que no se coordinan reuniones o se realizan informes constantes, más que todo por el papeleo y la burocracia que existe hoy en día.

6. ¿Ha experimentado problemas relacionados con el mal olor o la contaminación en áreas cerca de desagües pluviales en su comunidad?

Figura 21. Resultados pregunta 6.

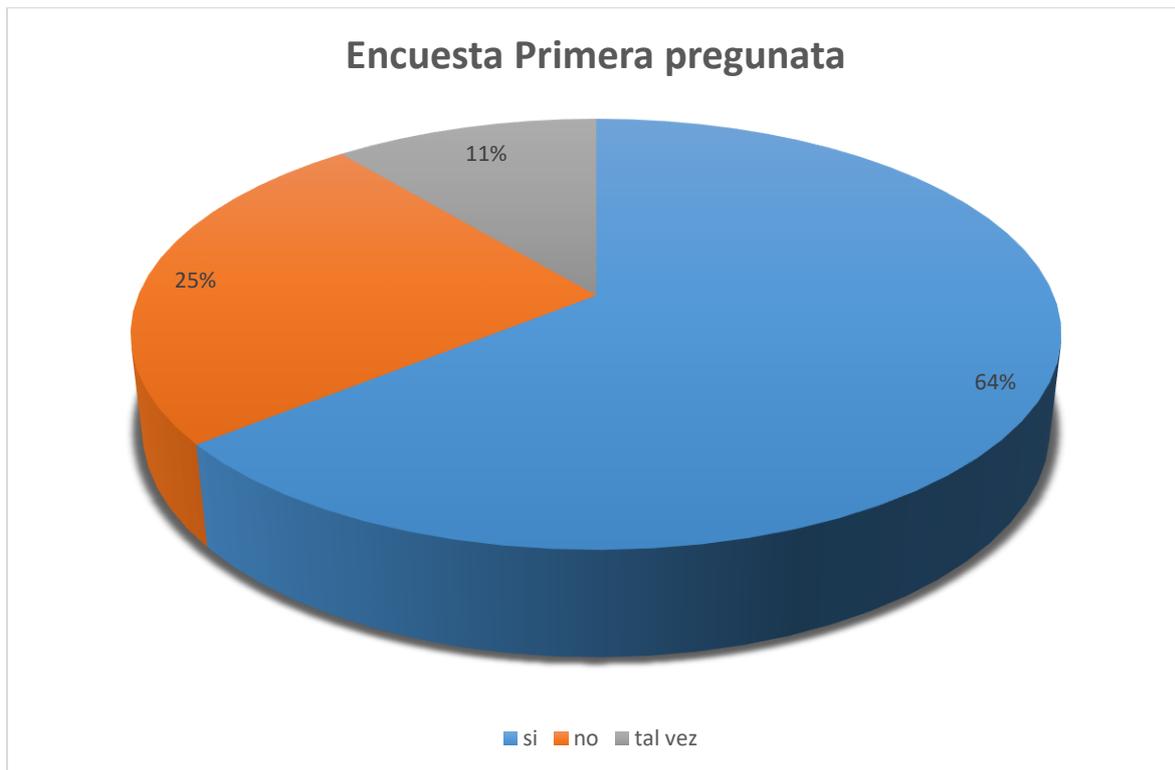


Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Análisis: Con la ayuda de la gráfica podemos observar que cada proporción del pastel representa un segmento, siendo "si" con un porcentaje de 64%, puesto que es el porcentaje con mayor incidencia por parte de los moradores; por otra parte, el segmento denominado "No" tiene un porcentaje del 25%, generando un poco de dudas a los moradores; por último, el segmento llamado "Tal vez" tiene un porcentaje de 11%. Se considera que la falta de limpieza en el sistema sanitario genera daños perjudiciales para la salud de los moradores. Los moradores que fueron encuestados nos supieron decir que el mantenimiento solo sucede una vez al año. Es así como se forma una nueva problemática.

7. ¿Ha considerado implementar medias personales para reducir la acumulación de agua cerca de su propiedad durante las lluvias?

Figura 22. Resultados pregunta 7.

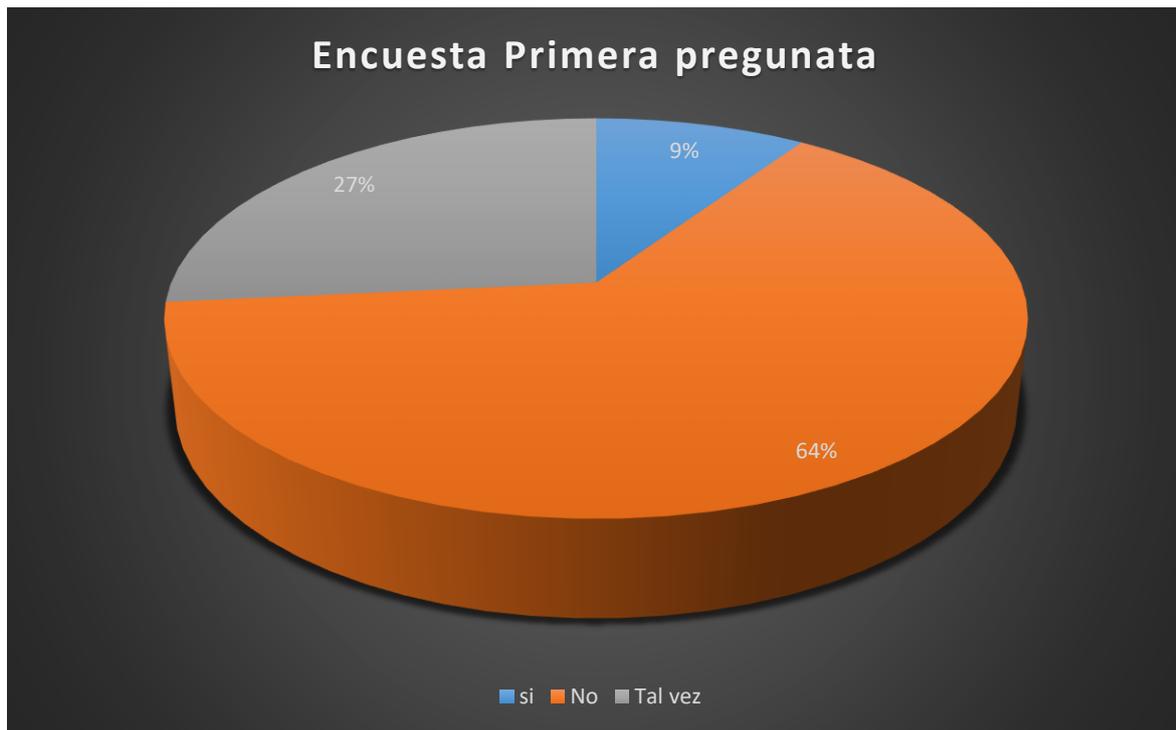


Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Análisis: Por medio de la gráfica podemos observar que cada proporción del pastel representa un segmento, siendo "si" con un porcentaje de 64%, llegando a ser el porcentaje con mayor demanda por parte de los moradores; por otro lado, el segmento denominado "No" tiene un porcentaje del 25%, generando un poco de dudas a los moradores; por último, el segmento llamado "tal vez" tiene un porcentaje de 1%. Analizando la información que se recopiló, no existe manera para que los moradores puedan intervenir en el momento que se encuentran con la inundación, dado que con una constata lluvia de 6 horas el nivel del agua llega a tener una elevación de 1 m. Esto se debe al colapso de los sumideros y de todo el sistema de alcantarillado.

8 ¿Está al tanto de algún proyecto futuro o actual de mejoras en el sistema de drenaje en el municipio?

Figura 23. Resultados pregunta 8



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Análisis: Del gráfico podemos verificar que cada parte del gráfico circular representa un segmento del mercado, del cual la parte "No" es el 64% y se convierte en la parte con mayor demanda entre la población. Del otro lado, "Sí" es del 27%, lo que generó dudas entre la población. Finalmente, la proporción de la parte denominada "Tal vez" fue del 9%. Como se pudo evidenciar en el análisis de las preguntas anteriores, los moradores se encuentran en un constante olvido por parte del Municipio de Guayaquil. Debido a lo investigado hasta el día de hoy, se puede decir que existe algún plan de contingencia para evitar solucionar el problema que vive el sector y sus alrededores.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

En el Presente proyecto de tesis busca minimizar el impacto ambiental, tales como la reducción de contaminaciones del agua, un mejor cuidado del ecosistema. Se pretende dirigir eficazmente el agua de lluvia, manejando métodos como la captación, reutilización del agua, al igual como el método de infiltración y posterior almacenamiento, así mismo se busca mejorar los alrededores, debido principalmente a que Sauces 6 es uno de los sectores más afectados por el temporal invernal, se ha comprobado que su sistema de alcantarillado pluvial colapsa inmediatamente por falta de mantenimiento, por incapacidad hidráulica y la contaminación de residuos. Esta propuesta se enfoca en un sistema de drenaje sostenible para mejorar la situación del sector.

4.1 Presentación y análisis de resultados

4.1.1 Generalidades

Para Estimar el costo constructivo de un sistema de drenaje urbano sostenible, es necesario considerar diversos factores que abarcan desde el diseño inicial hasta la implementación y mantenimiento. Para Evaluar los costos de un sistema de drenaje urbano sostenible aguas lluvias se requiere una visión holística que incluye no sólo los costos iniciales sino también los ahorros y beneficios a largo plazo la integración es solución no es sostenible puede ofrecer ventajas significativas en términos de resiliencia urbana sostenibilidad ambiental y eficiencia económica Identificando la problemática de manera específica, enfatizando los elementos que tienen una conexión con la práctica y señalando que son significativos. Ante los desafíos que presenta la ciudad de Guayaquil el cambio climático, es necesario demostrar las variables en estudio y sus relaciones. La capacidad de la infraestructura actual para reducir el impacto de los fenómenos invernales es una de las preocupaciones más urgentes. En el área de Sauces-Alborada, los drenajes con una capacidad hidráulica insuficiente impiden el movimiento y afectan las estructuras existentes durante las intensas lluvias; este es uno de los puntos cruciales durante la temporada de lluvias. Los problemas de drenaje se ven agravados por la urbanización y el uso del suelo en zonas compactadas.

4.1.2. Procedimientos

- Visita Técnica del sector sauces 6
- Encuestas a los aledaños del sector
- Socialización del proyecto con los afectados del sector
- Levantamiento topográfico
- Curvas de nivel
- Prediseño del sistema de drenaje urbano sostenible
- Presupuesto constructivo referencial

4.1.3. Levantamiento topográfico

Un método para recopilar información precisa sobre la superficie del suelo es el levantamiento topográfico. El levantamiento debe proporcionar información sobre la topografía del sitio, incluyendo elevaciones, pendientes y características del suelo, para la excavación de las zanjas y la posterior instalación de un sistema de drenaje de aguas lluvias tipo francés. El propósito del Levantamiento Topográfico es determinar las elevaciones y pendientes para conocer la altimetría del terreno. Luego, para garantizar que el sistema de drenaje funcione correctamente, se diseñe una zanja con la pendiente adecuada.

El área de estudio cuenta con un realce topográfico regular siendo, la cota más baja 3.00 MSNM. en la abscisa 0+199 hacia el Océano Pacífico, la cota más alta registrada es 5.00 MSNM en la abscisa 0+388 y termina con una cota de 4.00 MSNM en la Abscisa 0+490 frente a la Calle Arte - Galería Urbana - Bloques Sauces 6

4.1.4. Verificación del levantamiento topográfico existente

4.1.4.1 Tramo A.

Forma parte de un levantamiento con una elevación de terreno de con un punto bajo de 4.00 MSNM. La abscisa de 0+042.8 el punto más alto marca 4.00 MSNM con una abscisa de 0+075 apunta hacia el Océano Pacífico.

Problemas observados:

Los problemas que se pudieron observar en el tramo es la falta de sumideros ya que se encuentra cerca de avenida principal.

Figura 24 Topografía del Tramo A.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 25. Tramo A – 1.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 26. Tramo A – 2.



Elaborado por: Cadena Jiménez (2024)

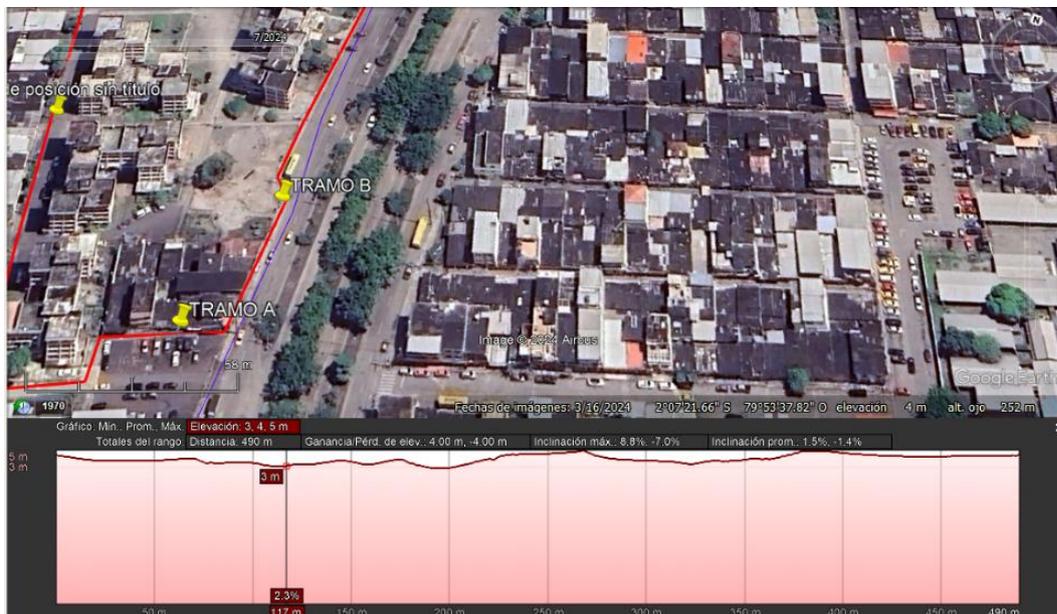
4.1.4.2 Tramo B.

Forma parte de un levantamiento con una elevación de terreno de con un punto bajo de 4.00 MSNM. La abscisa de 0+79.9 el punto más alto marca 4.00 MSNM con una abscisa de 0+122 apunta hacia el Océano Pacífico.

Problemas observados:

Los problemas que se pudieron observar en el tramo es la falta de sumideros, ya que se encuentra en la avenida principal. Se puede verificar que en la avenida los sumideros están separados en una longitud aproximada de 80 m.

Figura 27. Topografía del Tramo B.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 28. Tramo B - 1.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 29. Tramo B – 2.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

4.1.4.3 Tramo C.

Forma parte de un levantamiento con una elevación de terreno de con un punto bajo de 4.00 MSNM. La abscisa de 0+121 el punto más alto marca 4.00 MSNM con una abscisa de 0+151 apunta hacia el Océano Pacífico.

Problemas observados:

La problemática que generó al igual como en el Tramo B en este lugar es la falta de drenaje ya que el área está en una carretera principal. Se puede confirmar que los sumideros se encuentran aproximadamente a 80m de distancia en la avenida. Así mismo se encontró muros que son hechos por los moradores y eso genera que el agua no fluya directamente a los sumideros

Figura 30. Topografía del Tramo C.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 31. Tramo C – 1.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024).

Figura 32. Tramo C - 2.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

4.1.4.4 Tramo D.

Forma parte de un levantamiento con una elevación de terreno de con un punto bajo de 4.00 MSNM. La abscisa de 0+321 el punto más alto marca 4.00 MSNM con una abscisa de 0+348 apunta hacia el Océano Pacífico.

Problemas observados:

La problemática que aqueja a este sector es la falta de mantenimiento en los sumideros. Debido a la gran cantidad de árboles en temporada de otoño las hojas de los árboles caen dentro de ellos, además se encontró muros que son hechos por los moradores eso genera que el agua no fluya directamente a los sumideros.

Figura 33. Topografía del Tramo D.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 34. Tramo D.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024).

Figura 35. Tramo D.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

4.1.4.5 Tramo E.

Levantamiento topográfico sección C marca 4.00 MSNM como el punto más bajo. La abscisa de 0+616 el punto más alto marca 4.00 MSNM con una abscisa de 0+639 apunta hacia el Océano Pacífico.

Problemas observados:

La problemática que aqueja a este sector es la falta de pavimentación. Provocando la falta de sumideros, también se encontró una caja de que no tenía ninguna conexión.

Figura 36. Topografía del Tramo E.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 37. Tramo E.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

4.1.4.6 Tramo F.

Levantamiento topográfico sección C marca 4.00 MSNM como el punto más bajo. La abscisa de 0+686 el punto más alto marca 4.00 MSNM con una abscisa de 0+720 apunta hacia el Océano Pacífico.

Problemas observados:

La problemática que aqueja a este sector es la falta de mantenimiento en los sumideros. Debido a la gran cantidad de árboles en temporada de otoño las hojas de los árboles caen dentro de ellos, además se encontró muros que son hechos por los moradores eso genera que el agua no fluya directamente a los sumideros.

Figura 38. Topografía del Tramo F.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 39. Tramo F.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 40. Tramo F.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

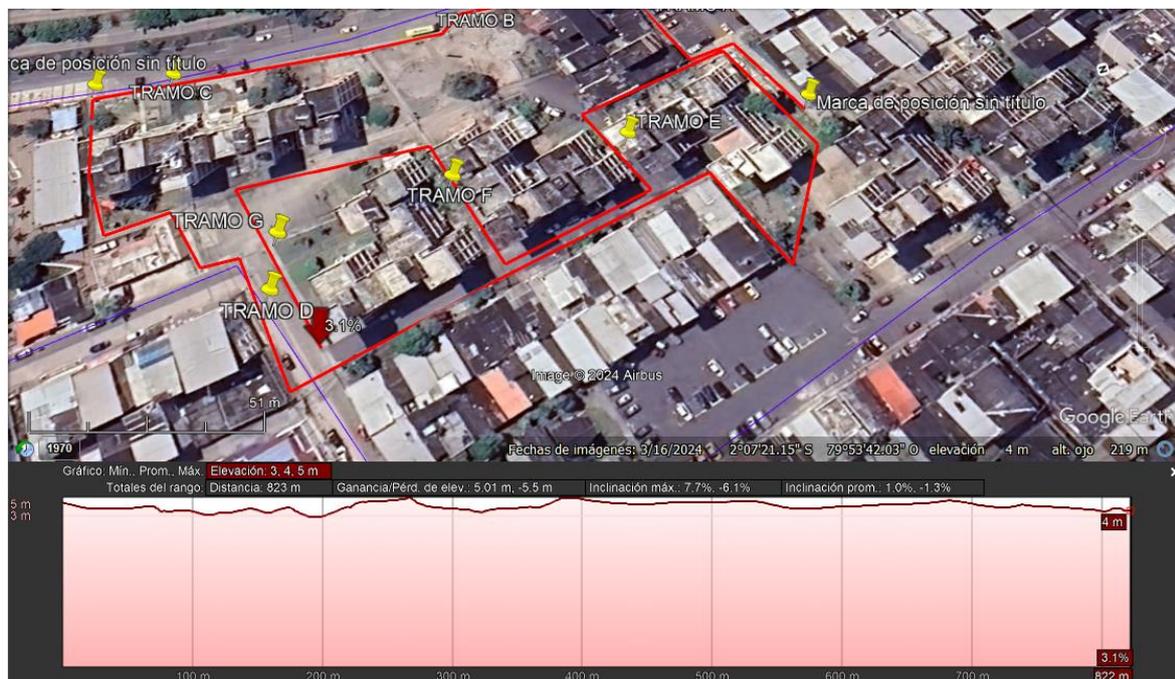
4.1.4.7 Tramo G:

Levantamiento topográfico sección C marca 4.00 MSNM como el punto más bajo. La abscisa de 0+793 el punto más alto marca 4.00 MSNM con una abscisa de 0+822 apunta hacia el Océano Pacífico.

Problemas observados:

La problemática que aqueja a este sector es la falta de mantenimiento en los sumideros. Debido a la gran cantidad de árboles en temporada de otoño las hojas de los árboles caen dentro de ellos, además se encontró muros que son hechos por los moradores eso genera que el agua no fluya directamente a los sumideros.

Figura 41. Topografía del Tramo G



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 42. Tramo G.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

4.1.5. Diseño

4.1.5.1 Análisis Hidrológico.

Se estima el diámetro y la capacidad de la tubería del dren a utilizar con el caudal total (Q_t) establecido, teniendo en cuenta que su propósito es la sobresaturación del material granular en caso de que la precipitación supere los valores calculados.

Calcular el diámetro de la tubería

La fórmula de Manning se empleó para determinar la capacidad y el diámetro de una tubería tipo dren.

$$v = \frac{1}{n} * D^{3/2} * S^{1/2}$$

Donde:

Q= Capacidad de la tubería ($\frac{m^3}{seg}$)

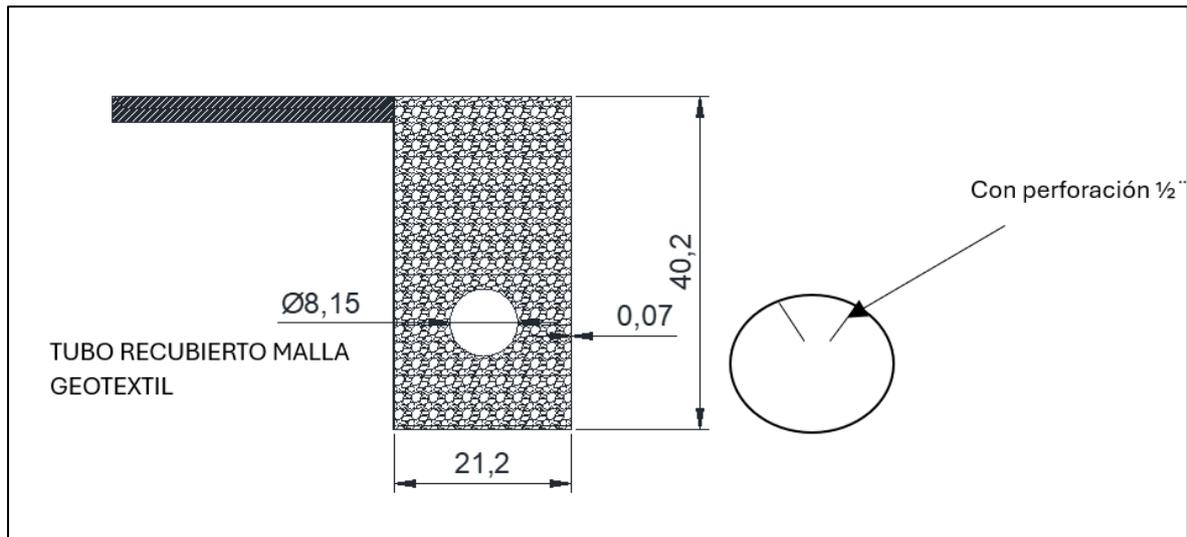
n= Coeficiente de rugosidad de Manning

D= diámetro de la tubería

S= pendiente en (m/m)

El valor del factor de rugosidad (n) utilizado en este estudio, considerando el material PVC, según la tabla de rugosidad es: 0,009.

Figura 43. Diseño.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

4.1.5.2 Características de los Desagües.

El material de drenaje considerado en el proyecto permite que el agua fluya libremente hacia la tubería (material de drenaje granulado, grava de 19-35 mm), la altura del drenaje es función de la retención de flujo diseñada calculada. El ancho de la ranura es el diámetro más 20 cm. (20 cm de diámetro), y la pendiente es de 0,3%.

4.1.5.3 Diseño de Drenaje Francés.

Con base en los resultados obtenidos se diseñó un drenaje francés, teniendo en cuenta la disposición de tuberías perforadas, que cumpliera con las especificaciones técnicas para el drenaje del exceso de flujo durante la infiltración.

4.1.5.4 Diseño de Tuberías.

El diseño propuesto cuenta con un drenaje francés transversal que capta el flujo generado por metros del ancho medio de la vía, el flujo generado se filtrará al terreno natural debajo del drenaje, y el volumen restante generado por el derrame

pasará por un Tubo de drenaje de material de PVC corrugado perforado Para drenaje y drenaje, el tubo de drenaje se coloca de 110mm desde el fondo del canal. Al menos en puntos críticos de la tubería, las perforaciones deben mirar hacia el fondo de la zanja para cumplir su propósito.

Los siguientes datos se utilizan para calcular el diámetro de la tubería:

Capacidad de la tubería aplicando el Cálculo de Manning.

$$V_v = 0,399 \frac{D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$V = \frac{0,399(0,8)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{0,3}{100}\right)^{\frac{1}{2}}}{0,009}$$

$$V = \frac{0,399(0,862)(0,0548)}{0,009}$$

$$V = 2,09 \text{ m/s}$$

$$Q = V * A$$

$$Q = 2,09 \text{ m/s} \left(\pi_4^{0,8^2}\right)$$

$$Q = 1050,55 \text{ l/s}$$

4.2 Evaluación de costos y Viabilidad Económica

4.2.1 Generalidades

Los presupuestos de construcción de sistemas de drenaje tipo francés se basan en estimaciones de costos para la implementación de dichos sistemas, que generalmente se utilizan para drenar el agua de lluvia y prevenir problemas de agua estancada en lugares específicos. Hay varios factores a considerar, como la valoración del terreno, los costos de agrimensura, la topografía y los honorarios para los ingenieros. Debe tener permiso de construcción, seleccionar los materiales, etc.; una tubería perforada, generalmente hecha de PVC o un material similar, grava o piedra para rellenar alrededor de la tubería y promover el drenaje, con un geotextil (un material no tejido que evita que los sedimentos entren al sistema). También son de gran importancia la mano de obra, equipos y maquinaria responsables de la excavación, instalación de tuberías, revestimiento de geotextil y revestimiento final de

grava. Finalmente, los costos externos se pueden calcular mediante la entrega de materiales o contingencias que normalmente ocurren durante la construcción.

4.2.2 Rubros

4.2.2.1 Análisis Económico del SUDS Dren Frances.

Para realizar una evaluación económica de acuerdo con las actividades de diseño del sistema propuesto en el estudio, se planteó el diseño de un sistema de drenaje urbano sostenible para el sistema tradicional de captación de aguas pluviales y en este caso el sistema de alcantarillado francés seleccionado, de manera que los montos correspondientes a la implementación de cada uno de ellos arrojan los siguientes resultados.

Figura 44. Rubro.

PRESUPUESTO TENTATIVO					
SISTEMA DE DRENAJE TIPO FRANCÉS AGUAS					
No	Descripcion	Und.	Cantidad	P. Unitario	P. Global
	ISTALACIONES SANITARIAS				
	SISTEMA DE DRENAJE TIPO FRNACES				
	TRABAJOS PRELIMINARES				
	TRAZO. NIVELACION Y REPLANTEO	M2	697	2,05	699,05
	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	697	1,33	698,33
	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
	EXCAVACIONES DE ZANJA CON EQUIPO (TERRENO DURO)	M3	471,48	31,7	503,18
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	471,49	25,95	497,44
	PERFILADO Y CONFORMACION DE BRASE DEL DREN	M2	715,21	5,28	720,49
	RELLENO YY ACOMODADO DE GRAVA 10MM 30MM	M3	82,51	84,32	166,83
	RELLENO YY ACOMODADO DE GRAVA 30MM 50MM	M3	106,08	84,32	190,4
	RELLENO YY ACOMODADO DE GRAVA 50MM 70MM	M3	143	93,27	236,27
	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	140	15,57	155,57
	ACONDICIONAMIENTO DE TUBERIAS				
	CAMA DE APOYO DE ARENA CON MATERIAL DE PRESTAMO ANCHO 1M.H=0 10M	M	118	7,25	125,25
	ISTALACION DE TUBERIAS				
	SUMIDEROS E INSTALACION DE TUBERIA = 110 Mm PVC RIVAL	M	117,8	94	211,8
	ANILLO JUNTA SEGURA 110MM	UND	17	35	52
	SERVICIO DE TRANSPORTE PARA LA TUBERIA	VIAJ	1	5,000.00	5,000.01
	ESTRUCTURAS DE SALIDA PARA DRENAJE				
	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	14,6	2,05	16,65
	REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	M2	50,85	2,05	52,9
	EXCAVACIONES DE ZANJA Y ZAPATA	M3	3	51,58	54,58
	RELLENO COMPACTADO MA PRESTAMO AFIRMADO	M3	50,82	18,75	69,57
	ACERO INTERNO, MATERIAL EXCEDENTE ACARREADO	M3	50,82	19,43	70,25
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE ACARREADO	M3	3	45	48
	TARRAJEO DE MURPS DE CONCRETRO				
	SISTEMA DE BOMBREO	M2	120,96	38,63	159,59
	TRABAJOS PRELIMINARES				
	TRAZO . NIVELACION DE REPLANTEO	M2	104	2,05	106,05
	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	M	104	1,33	105,33
	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
	EXCAVACION MANUAL PARA REDES SANITARIAS H=0.60M- 0.80M	M	36,6	30	66,6
	REFINE Y NIVELACION DEL TERENO PARA REDES SANITARIAS T NORMAL	M	306,5	2,18	308,68
	CAMA DE APOYO 19-35MM	M2	60,9	6,46	67,36
	RELLENO DE COMPACTACION MANUAL CON MATERIAL PROPIO	M	101,5	4,89	106,39
	ACERO MATERIAL EXCEDENTE	M3	5,48	8,75	14,23
	ELIMINACION DE MATERIAL QUE SE EXCEDE	M3	5,48	24,13	29,61
	INSTLACION DE TUBERIAS				
	TUBERIA PVC RIVAL 110MM	M	101,5	21,76	123,26
	ACCESORIOS				
	CODO PC DS-C/P 8	PZL	10	6	16
	UNION PVC UNION CON CAUCHO 200MM	PZL	1	6	7
	PRUEBA HIDRAULICA				
	PRUEBA HIDRAULICA CON TUBERIA DE IMPULSO	M	101,5	3,19	104,69
	PIEZAS VARIAS				
	PASE DE TUBERIA EN MURO ø8"	UND	3	27	30
	BRIDA DE ROMPE AGUA ACERO ø4" INOXIDABLE 304	UND	3	850	853
	SUBTOTAL				6666,35
	IVA				
	TOTAL				666635%

Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

A continuación, el sistema de drenaje urbano sustentable (SUDS) sugerido en esta investigación es 25% más económico que el sistema de drenaje tradicional de recolección de aguas lluvias; según los resultados de los presupuestos de cada uno de los sistemas de drenaje diseñados, la diferencia es de \$6,666,50. Para llevar a cabo una evaluación económica del sistema propuesto en el estudio, se propuso la creación de un sistema de drenaje urbano sostenible para el sistema tradicional de captación de aguas pluviales, en este caso el sistema de alcantarillado francés

4.2.2.2 Materiales

- Tubos perforados: Suelen ser fabricados con PVC o materiales similares.
- Grava o piedra: Para rellenar los tubos y para facilitar el drenaje.
- Geotextiles: Son materiales no tejidos que evitan que los sedimentos entren en el sistema.

4.3 Análisis Tipológicos de Sistema de Drenaje Urbano Sostenible

4.3.1 Pavimento Permeable

Figura 45. Pavimento Permeable.



Fuente: Alsobrooks (s.f.)

4.3.2 ¿Informativo sobre Pavimento Permeable DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT Qué es un pavimento permeable?

Cuando el agua de lluvia cae sobre el pavimento convencional, como el concreto, se acumula y luego fluye a través de esta superficie impermeable como escorrentía de aguas pluviales. El pavimento permeable permite que las aguas pluviales se filtren lentamente (se infiltran), lleguen al suelo y repongan las aguas subterráneas debajo de la superficie. Se encuentra disponible una variedad de materiales de pavimento permeable, tales como adoquines entrelazados, asfalto poroso, concreto permeable y adoquines de césped manufacturados. Los adoquines entrelazados consisten en bloques prefabricados (principalmente ladrillos u hormigón) que están alineados de tal manera que el agua pueda pasar entre los huecos o entre bloques sucesivos. Los adoquines de césped son un tipo de adoquín de celdas abiertas hechas de concreto o plástico, en las cuales las celdas se llenan de tierra y se plantan con césped.

¿Cuáles son los beneficios para propietarios y la comunidad?

Reduce la escorrentía de aguas pluviales, las inundaciones localizadas y la erosión. Repone las aguas subterráneas y mejora la calidad del agua a través de procesos de filtración natural. Los adoquines de césped pueden mejorar la apariencia del sitio al proporcionar vegetación en lugar de pavimento. El pavimento permeable reduce la cantidad de tierra necesaria para el manejo de aguas pluviales. Puede satisfacer los requisitos de espacio verde, lo que permite un mayor desarrollo en un sitio.

¿Cómo puede determinar que su propiedad es adecuada para el pavimento permeable?

El pavimento permeable es el más apropiado para áreas peatonales y para áreas de vehículos de muy bajo volumen y baja velocidad, como áreas de estacionamiento con empozamientos, entradas residenciales, callejones y puestos de estacionamiento. Para determinar la idoneidad de las áreas en su propiedad: Identifique las superficies o áreas impermeables existentes que tiene la intención de pavimentar. Excluya las superficies que acumulan sedimentos y escombros que reducirían la efectividad del sistema. v Solo incluya áreas que tengan una pendiente alejada de los cimientos de su hogar u otras estructuras cercanas e incluya solo

aquellas áreas con una pendiente de menos del 5%. Consulte a un diseñador o contratista profesional para determinar la capacidad de infiltración de su suelo; La arena y las calizas permiten una rápida infiltración. Los suelos arcillosos pueden ser impermeables y requieren un drenaje subterráneo para evitar la acumulación de agua.

Dren Tipo Frances

Presentación de los pasos para la elaboración del sistema de drenaje de infiltración tipo francés.

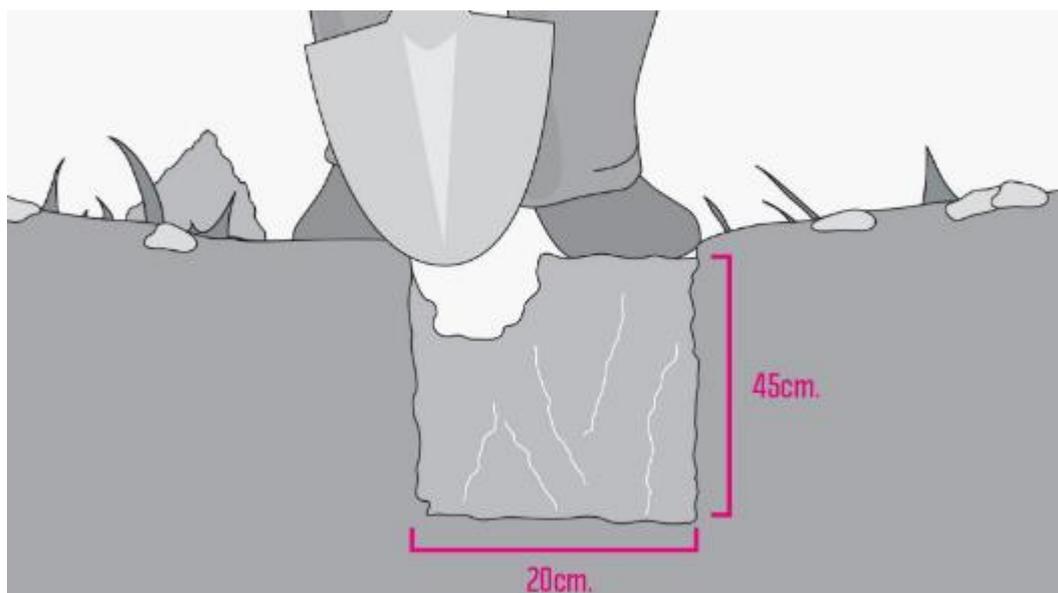
El Drenaje Francés utiliza un resumidero y un tubo de desagüe enterrado con pequeños agujeros para que el agua se drene hacia la tierra en lugar del sistema de desagüe, lo que evita que el sistema de desagüe se rompa (Sac, 2020).

Antes de comenzar con la excavación, es fundamental revisar los planos de la casa para evitar dañar cables o instalaciones subterráneas.

Paso 1: Cavar la Zanja

Realizar una excavación debajo de la bajada del sistema de canaletas, donde irá el resumidero y el tubo. La zanja debe tener un ancho mínimo de 20 cm, una profundidad de 45 cm y un largo de 150 cm. Utilizar una pala y una picota para cavar. Si hay pasto, cortar en trozos completos para replantarlos. Si el drenaje francés está cerca del muro del vecino, informar sobre el trabajo.

Figura 46. Cavar zanja.

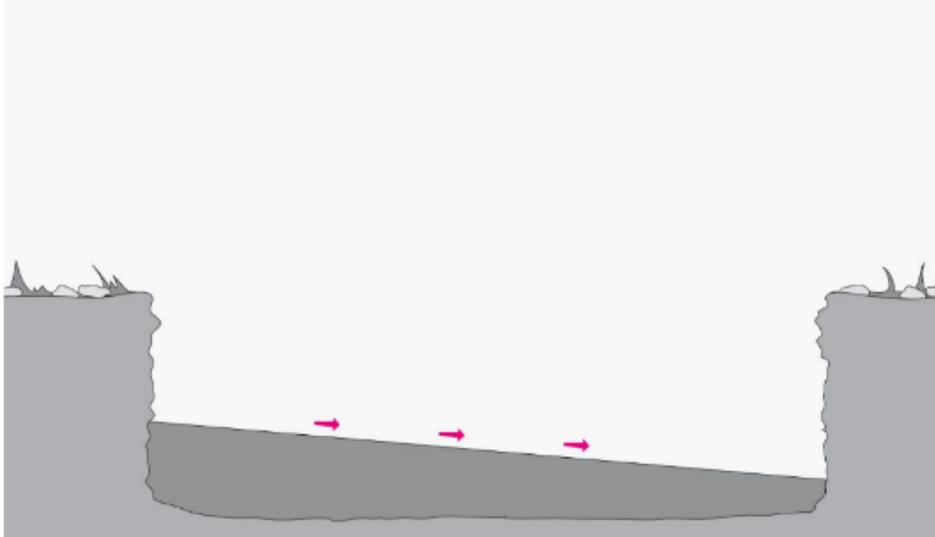


Fuente: Sodimac (2017)

Paso 2: Hacer la pendiente

Para que el agua fluya adecuadamente, generar una pendiente en la zanja de aproximadamente 1 cm por cada metro de largo. Rellenar con tierra y compactar hasta alcanzar la pendiente deseada para evitar acumulaciones de agua cerca de la casa.

Figura 47. Hacer la pendiente



Fuente: Sodimac (2017)

Paso 3: Cubrir con malla

Cubrir toda la zanja con malla raschel, incluyendo los bordes, para proteger el tubo de la tierra y permitir el paso de la humedad.

Figura 48. Cubrir con la malla

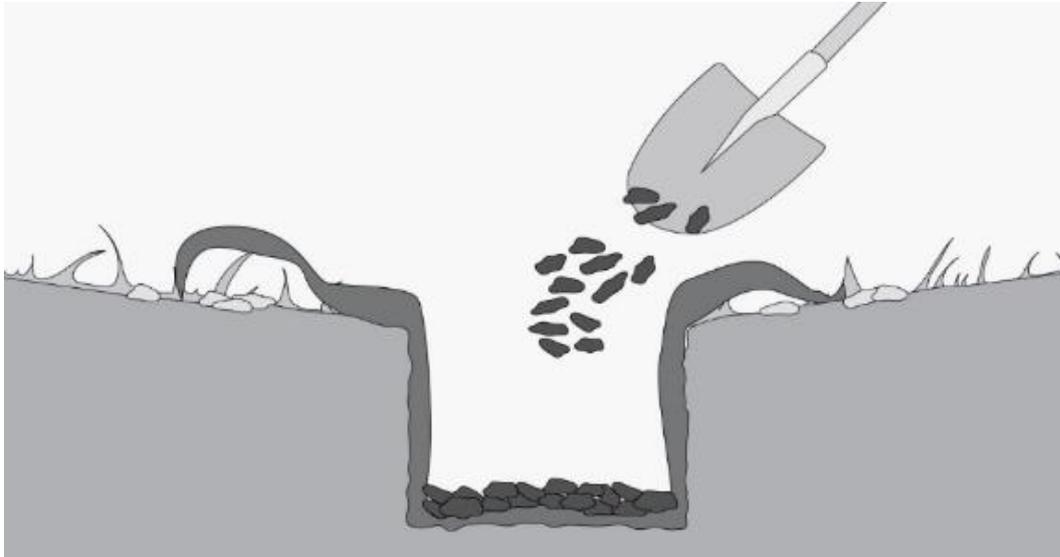


Fuente: Sodimac (2017)

Paso 4: Poner la gravilla

Colocar una capa de gravilla dentro de la zanja, manteniendo la pendiente inicial.

Figura 49. Colocar la gravilla

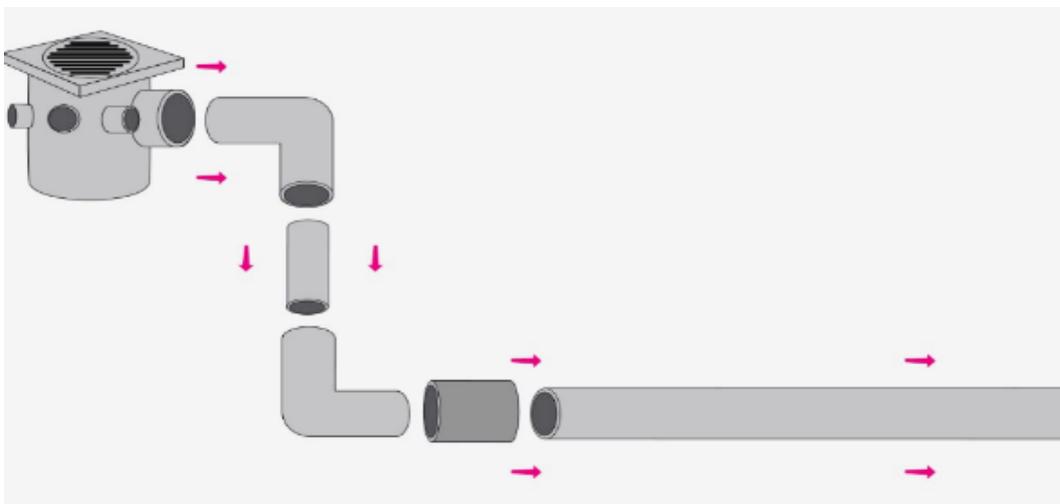


Fuente: Sodimac (2017)

Paso 5: armar el sistema de desagüe

Instalar el resumidero al inicio de la zanja. Usar dos codos, un trozo de tubo y una copla sanitaria para unir con el tubo de 75 mm y 150 cm de largo, perforado con una broca de 6mm. Unir todos los componentes con pegamento para PVC, lijando los bordes antes de aplicar el adhesivo.

Figura 50. Armado del sistema de desagüe.

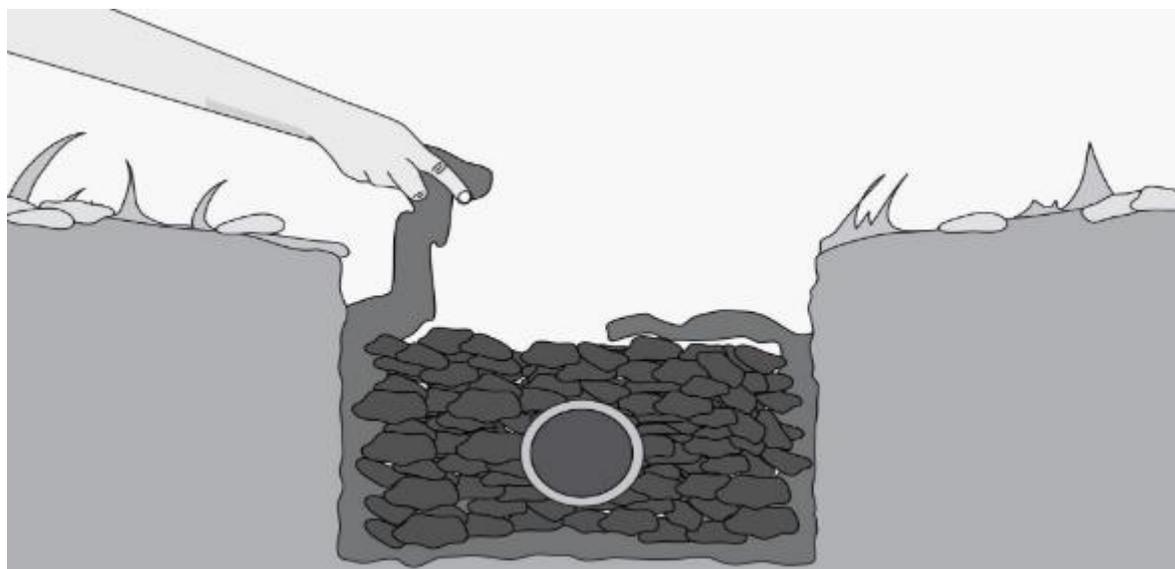


Fuente: Sodimac (2017).

Paso 6: Cubrir el tubo

Una vez colocado el sistema en posición correcta, cubrir con gravilla y la malla raschel para protegerlo de la tierra y evitar obstrucciones.

Figura 51. Cubrir el tubo.



Fuente: Sodimac (2017)

Paso 7: Tapar la zanja

Llenar la zanja con la tierra y pasto retirados previamente, dejando la gravilla solo para cubrir el tubo. Si hay pastelones, rellena con arena antes de asentar los pastelones.

Figura 52. Tapar zanja.



Fuente: Sodimac (2017)

Paso 8: Funcionamiento

Dejar el resumidero con su entrada libre sobre la tierra para permitir el acceso al agua de la canaleta. Esto facilita la limpieza y el vaciado de agua limpia cuando sea necesario.

Figura 53. Funcionamiento del drenaje francés



Fuente: Sodimac (2017)

4.3.3 Conceptualización y criterios de diseño

Para el diseño de un sistema de drenaje tipo francés, la conceptualización y los criterios de diseño son cruciales para garantizar su efectividad y durabilidad. A continuación, se detalla cómo se aplican estos conceptos a un sistema de drenaje tipo francés.

Conceptualización del Sistema de Drenaje Tipo Francés

Identificación de necesidades: Determinar los motivos por los cuales se instaló el sistema, por ejemplo, para evitar inundaciones, para administrar las aguas pluviales en un área particular o para mejorar el drenaje en un terreno.

Evaluación de la superficie: Para comprender las condiciones del suelo, la pendiente y la acumulación de agua, realizar un análisis preliminar del terreno.

4.3.4 Análisis e Investigación

4.3.4.1 Revisión de soluciones actuales

Analizar sistemas de drenaje similares y sus resultados.

Evaluar qué ha tenido éxito en proyectos similares y qué dificultades han surgido.

Para dimensionar adecuadamente el sistema, tenga en cuenta el clima local, como la frecuencia de lluvias y la cantidad de precipitación.

Ideas en la generación

Conceptos de diseño: Crear ideas para el diseño del sistema de drenaje, que incluyan el uso de geotextiles, la cantidad de grava y la ubicación de los tubos perforados.

Para determinar cuál es la más efectiva, cree varias configuraciones.

Desarrollo de ideas

Modelado y Simulación: Para simular el comportamiento del sistema en diversas situaciones de flujo de agua y lluvia, utilice herramientas de modelado. Evaluar cómo cada idea maneja la infiltración y el drenaje.

Evaluación de ideas

Comparación de opciones: Considere la capacidad de las opciones de diseño para manejar el volumen de agua, su costo, su impacto en el medio ambiente y su facilidad de mantenimiento.

Criterios de Diseño del Sistema de Drenaje Tipo Francés

Funcionalidad

Criterios de funcionalidad para el diseño del sistema de drenaje del tipo francés capacidad de drenaje: Debe ser capaz el sistema de administrar el volumen previsto de agua pluvial. Esto se basa en el área de captación y los cálculos de precipitación.

La efectividad de la infiltración: Asegurar que el sistema permita una infiltración efectiva del agua en el suelo, evitando acumulaciones y zonas de encharcamiento.

Seguridad

Estructura Segura: Los deslizamientos del terreno alrededor del sistema de drenaje deben ser evitados por el diseño.

Protección de los bienes: Garantizar que el sistema de drenaje no afecte a las propiedades adyacentes ni a las estructuras cercanas.

Estética.

Integración con el entorno: Para que el sistema se integre visualmente con el entorno, diseñar el sistema. Es necesario que la superficie del sistema sea adecuada para el uso de la zona, como pavimento o césped.

Sostenibilidad

Uso de materiales ecológicos: Reduzca el impacto ambiental del sistema de drenaje mediante el uso de materiales reciclables o sostenibles.

Eficiencia energética: Considerar el uso de métodos y tecnologías que disminuyan el consumo de recursos y energía en el mantenimiento y la construcción.

Costo

Presupuesto: Elaborar un presupuesto realista para el mantenimiento del sistema, la mano de obra y los materiales. Para cumplir con el presupuesto sin sacrificar la calidad, optimizar el diseño.

Durabilidad

Resistencia a las condiciones ambientales: Elegir materiales que sean resistentes a las temperaturas extremas, la humedad y otros factores ambientales que puedan afectar el sistema.

Mantenimiento

Accesibilidad: Crear un sistema que permita el acceso a los componentes para el mantenimiento y la inspección. Cuando sea necesario, incluir registros y puntos de acceso.

Facilidad de Limpieza: Garantizar que los componentes del sistema sean limpios y mantenidos con facilidad.

Regulaciones y normas

Cumplimiento de códigos: Garantizar que el diseño cumpla con las regulaciones y códigos de construcción y drenaje locales.

Permisos y Licencias: Cumplir con los requisitos legales necesarios para la instalación del sistema y obtener todos los permisos.

Innovaciones

Tecnología Avanzada: Considerar la incorporación de técnicas avanzadas de diseño o sensores para el monitoreo del sistema.

Innovación

Tecnología Avanzada: Considerar la incorporación de técnicas avanzadas de diseño para mejorar el rendimiento del drenaje, como los sensores para monitorear el sistema.

La aplicación en la planificación del proyecto: Asegúrese de definir claramente el problema y las necesidades del proyecto durante la fase de planificación. Para orientar la conceptualización y el desarrollo de ideas, aplica los criterios de diseño.

Diseño detallado: Para crear un diseño detallado que cumpla con todos los requisitos establecidos, emplee los conceptos evaluados. Simulaciones y ajustes según se requieran.

Construcción: El diseño debe realizarse de acuerdo con los estándares de seguridad, durabilidad y costo. Para garantizar que cumpla con los planes y especificaciones, supervisa la construcción.

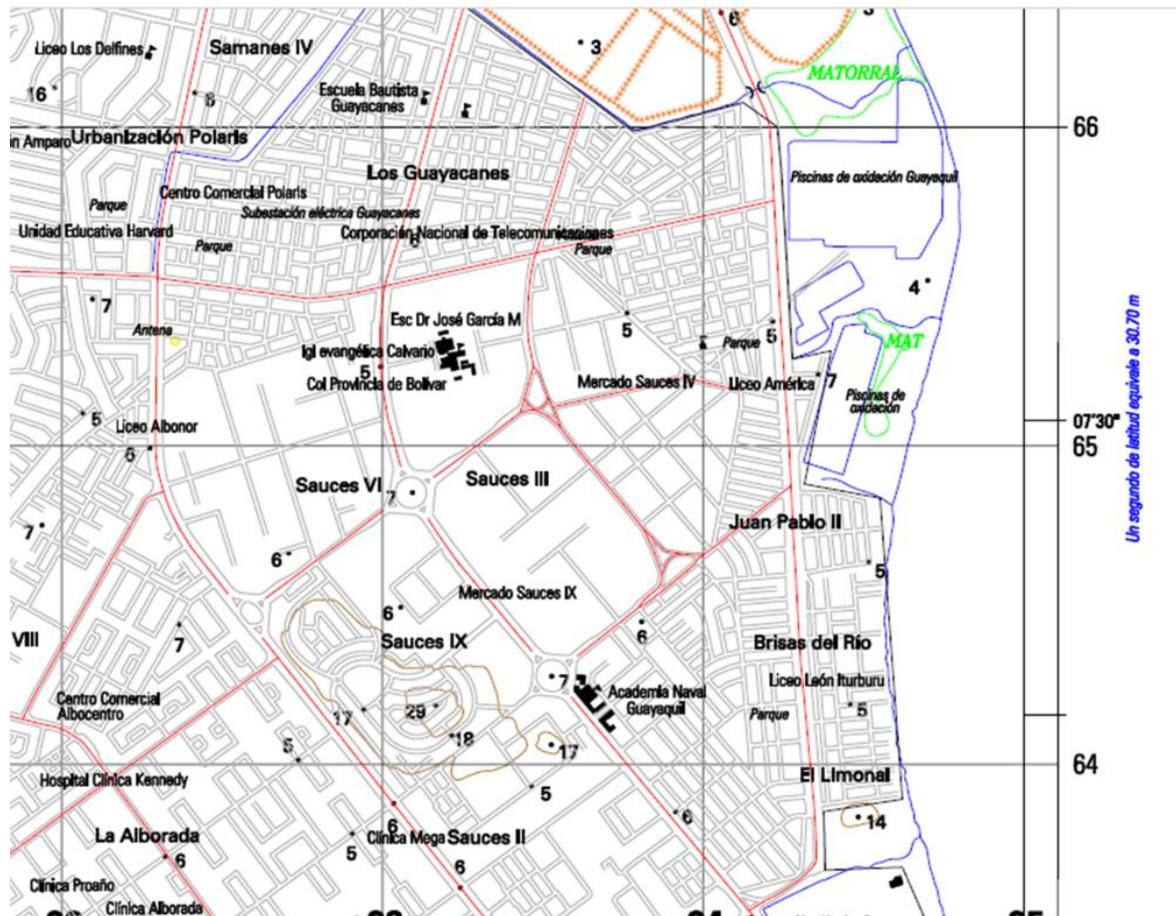
Mantenimiento: Para garantizar la durabilidad del sistema y su funcionamiento óptimo a lo largo del tiempo, crea un plan de mantenimiento.

Los criterios de diseño y la conceptualización son fundamentales para crear un sistema de drenaje de tipo francés efectivo y eficiente, que no solo aborde el problema de la acumulación de agua, sino que también se adapte bien a su entorno y cumpla con las regulaciones y expectativas establecidas.

4.3.5 Planos y detalles constructivos

En la siguiente imagen se presenta la cata topográfica del sector.

Figura 54. Carta topográfica.

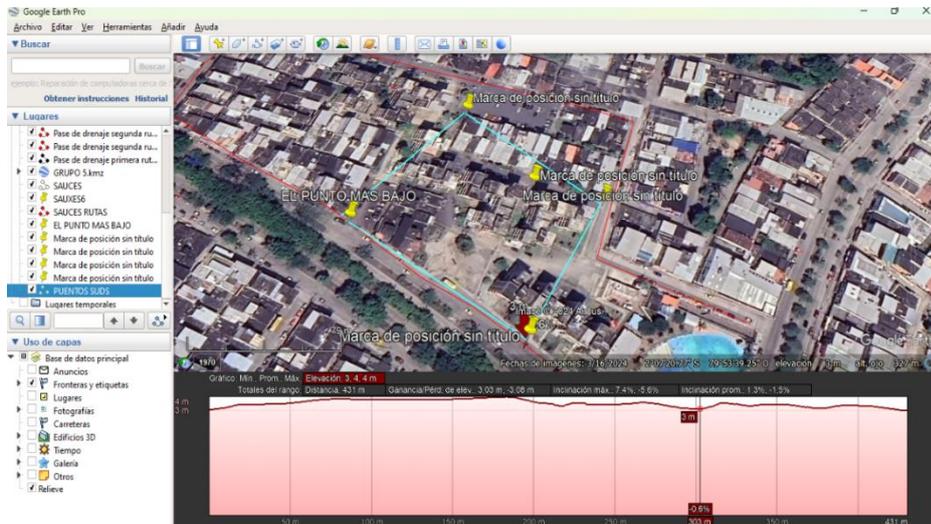


Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

4.3.5.1 Google Earth

Por medio del programa Google Earth se logró tomar las curvas de nivel la cual indica cuales son los puntos más bajos, por lo tanto, podemos identificar cual es el área por donde podemos aplicar el SUDS.

Figura 55. Puntos más bajos



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

4.3.5.2 Localización del Área Afectada.

Por medio del presente estudio se consigue constatar que el área más crítica del sector se encuentra en las calles 13 peatonal 3-A NE y 8vo paseo 19B NE. Se muestra en el siguiente grafico por medios de líneas los lugares donde se estaría aplicando el sistema de drenaje SUDS.

Figura 56. Bloque Sauce 6.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

4.3.5.3 Registro Fotográfico.

Figura 57. Toma de Medida de Alcantarilla.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 58. Toma de Medida de Sumidero



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 59. Toma de Medida de Sumidero con Sedimentos.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 60. Toma de Encuestas 1.



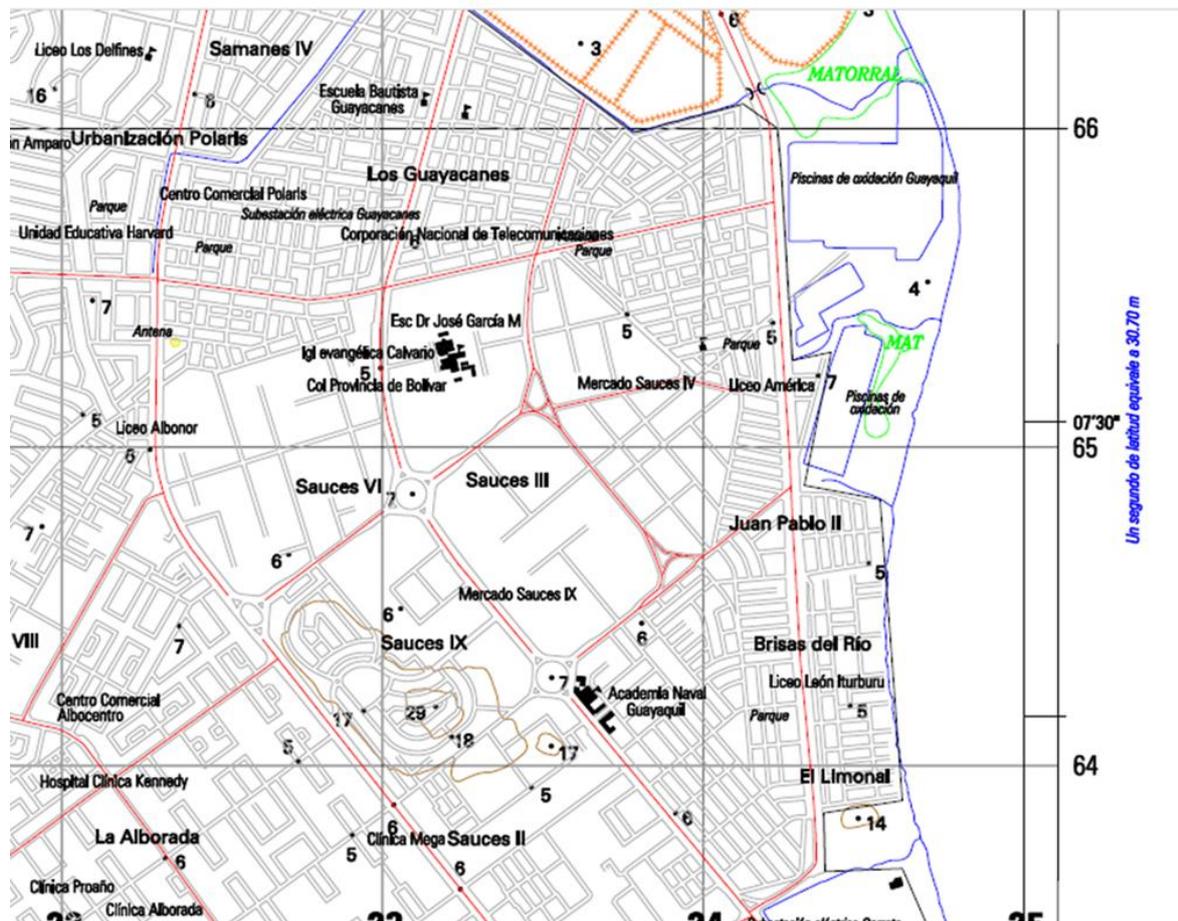
Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 61. Toma de Encuestas 2



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 62. Carta Topográfica



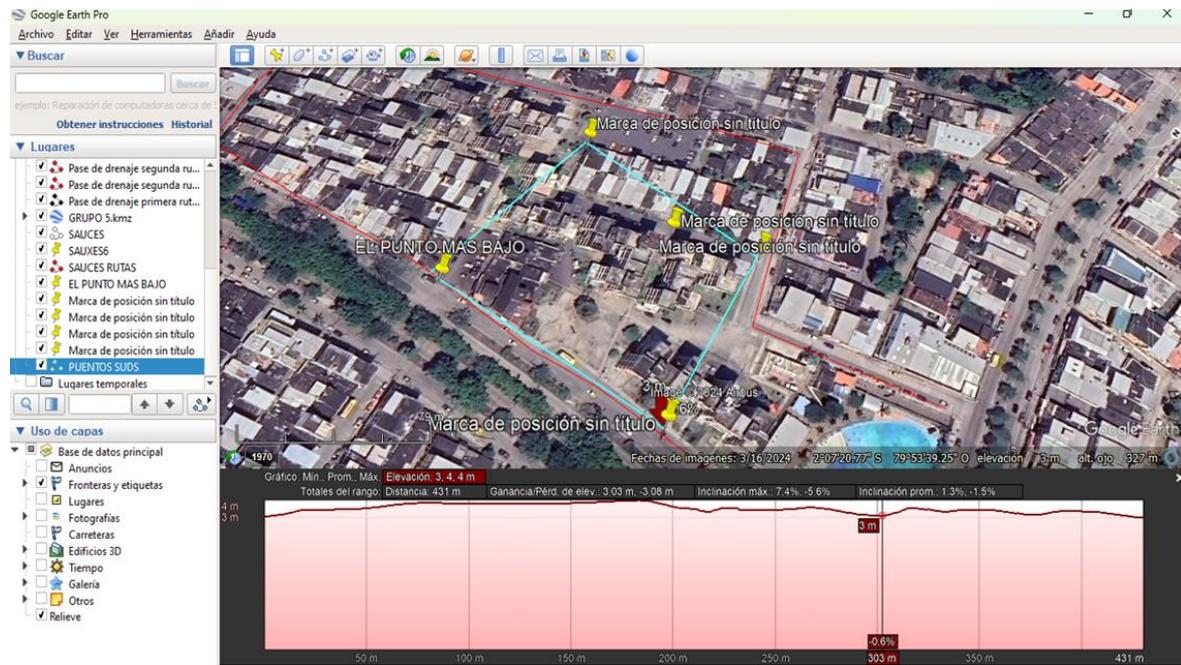
Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 64. Sumideros



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 65. Puntos Bajos



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 66. Toma de Medidas.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 67. Tramo A.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 68. Tramo B.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 69. Tramo C.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 70. Tramo D.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 71. Tramo E.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 72. Tramo F.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

Figura 73. Tramo G.



Elaborado por: Cadena y Jiménez (2024)

CONCLUSIONES

Se concluye que, a pesar de los diferentes obstáculos que se presentaron en la recopilación de datos, se logró realizar un levantamiento topográfico del área de estudio, así mismo se logró determinar las curvas de nivel sujetas desde el suelo, también se obtuvo las elevaciones de los sumideros.

Además, se concluye que la más adecuada técnica de Sistema urbano de drenaje sostenible a aplicarse es el drenaje de filtración tipo francés, en el sector Sauces 6 en calles 13 peatonal 3-A NE y 8vo paseo 19B NE, el cual proporciona un efecto positivo, además permite una reducción del daño ambiental, evitando casos de enfermedades que deteriore la salud de los moradores. De acuerdo con el análisis que se realizó para la obtención del SUDS que mejor se adapte a las condiciones que azotan al sector, es así como se decidió implementar el sistema de filtración tipo francés, por factores como la innovación del sistema ayudando así por medio de la grava y la protección de la maya geotextil, evitando el colapso de la tubería por exceso de residuos.

La estimación de costos constructivo de un sistema de drenaje urbano sostenible varía según el tamaño del proyecto los materiales utilizados y la complejidad del diseño. Es crucial realizar un análisis detallado de todos los componentes para asegurar una implementación exitosa y sostenible a largo plazo. Se llevó a cabo una evaluación económica en función de las actividades de diseño. Se propuso el diseño de un sistema de drenaje urbano sostenible para el sistema de captación de aguas pluviales tradicional, que en este caso fue el sistema de alcantarillado francés elegido; los montos correspondientes a la implementación de cada uno de ellos muestran los siguientes resultados. El sistema de drenaje urbano sustentable (SUDS), el cual se sugirió en esta investigación, es 35% más económico que el sistema de drenaje tradicional de recolección de aguas lluvias; según los resultados de los presupuestos de cada uno de los sistemas de drenaje diseñados, la diferencia es de \$6.666,35. Luego se finalizó con un presupuesto general, el cual está multiplicado por los 7 tramos, dando como resultado total; \$46.6655.

RECOMENDACIONES

Se recomienda al municipio de Guayaquil, implementar las ideas planteadas de este estudio, por lo que se recomienda tener en cuenta las investigaciones realizadas y respetar todos los parámetros técnicos, gracias al funcionamiento eficiente y eficaz del subdrén francés. El proyecto es para mitigar la problemática del sector, mas no para poder evitar los daños en el sector.

Debido a la falta de conocimiento y evidencia de la aplicación de Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS) en nuestro país, se recomienda que las empresas dedicadas a servicios de agua potable y tratamiento de aguas residuales domésticas adopten este estudio. Esperando que se brinde oportunidades de diseño de aguas pluviales en proyectos, áreas suburbanas y de expansión urbana.

Las interrogantes abordadas en este estudio crean condiciones e interrogantes para futuras investigaciones sobre alternativas de sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS), analizando su uso y aplicación según cada sistema y sus características.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abellán, A. (2016). *Pavimentos permeables*. <http://sudsostenible.com/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/pavimentos-permeables/>
- Alsobrooks, A. D. (s.f.). *Informativo sobre pavimento permeable*. Maryland: georges.
- Altamirano, S. (2018). *Influencia de la intensidad pluvial para el diseño de un sistema de drenaje del caserío de CedroPampa-Lamas*.
- Alvarez, J. (2016). *Cámara de caída*. Prezi: https://prezi.com/ly7uliq_5av6/camaras-de-inspeccion-y-camaras-de-caida/
- Butler, D. (2011). *Drenaje Urbano*. https://www.researchgate.net/publication/230887959_Urban_Drainage
- Calixto, N., y Gallardo, R. (2022). *Hidráulica De Canales Principios Fundamentales*. <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/6733>
- CDC. (2022). *Recolección de agua de lluvia*. Drinking water: <https://www.cdc.gov/healthywater/drinking/esp/rainwater-collection.html#:~:text=En%20el%20agua%20de%20lluvia,que%20sea%20segura%20para%20beber.>
- Chaves, A. (2024). *Pozo de inspección*. Bibliocad: https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/pozo-de-inspeccion_125382/
- Chow, V., y Mays, L. (1988). *Hidrología Aplicada*. McGraw-Hill. https://ponce.sdsu.edu/Applied_Hydrology_Chow_1988.pdf
- Debo, T. (2002). *Gestión Municipal de Aguas Pluviales*. Taylor&Francis Group: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781420032260/municipal-stormwater-management-thomas-debo-andrew-reese>
- Depietri, Y., y McPhearson, T. (2017). *Integrando el gris, el verde y el azul en las ciudades: soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación al cambio climático y la reducción de riesgos*. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-56091-5_6

- EMPAS. (2019). *Manual para el calculo de alcantarillado*.
<https://www.empas.gov.co/wp-content/uploads/2019/08/maed-03-00-manual-para-el-c%C3%A1lculo-de-alcantarillados-2.pdf>
- EPA. (1999). *Tecnología de aguas pluviales Pantanos con vegetación*. United States Environmental Protection Agency:
<https://nepis.epa.gov/Exe/tiff2png.cgi/200044A8.PNG?-r+75+g+7+D%3A%5CZYFILES%5CINDEX%20DATA%5C95THRU99%5CTIFF%5C00001323%5C200044A8.TIF>
- Estefania, O. P. (2018). *Propuesta de alcantarillado pluvial para garantizar el drenaje para la esorrentía superficial – Barrio San Vicente suroriental, localidad de San Cristóbal – Bogotá D.C.* Universidad Católica de Bogotá, Bogotá, Colombia.
- Executive, A. D. ("s.f.). *Informe sobre los pavimentos permeable*.
- Ferreira, V., y Barreira, A. (2020). *Participación de las partes interesadas en las soluciones basadas en la naturaleza: una revisión sistemática de la literatura*.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/2/640>
- Flórez-Bolaños, J. A. (2009). *Manual de Drenaje para Carreteras*. Bogota.
- Fuentes, y Navarro. (2015). *Descripción de cunetas verdes*.
<https://biocorredores.org/biodiver-city-sanjose/catalogo-de-soluciones-basadas-en-naturaleza/cuneta-verde>
- Graf, O. (2024). *Gestión del agua de lluvia*. <https://www.graf.info/es-es/depositos-soterrados/como-recuperar-agua-de-lluvia/lexico/gestion-del-agua-de-lluvia.html#:~:text=La%20gesti%C3%B3n%20del%20agua%20de%20lluvia%20se%20refiere%20a%20las,agua%20procedente%20de%20las%20precipitaciones.>
- Guerrero, O. (23 de Jul de 2015). *SCRIBD*.
<https://es.scribd.com/doc/272428285/Especificaciones-Tecnicas-Tuberia-200-Mm>
- Hammer, M. (2008). *Tecnología de agua y aguas residuales*. Virginia. Tecnología de agua y aguas residuales:

https://books.google.com.ec/books/about/Water_and_Wastewater_Technology.html?id=XVdGAAAAYAAJ&redir_esc=y

Haydar, S. (2015). *El caos de las ciudades con alto porcentaje de auto construcción*.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/dae73ec1-278f-4b4d-9cfc-31702dca7d7f/content#:~:text=El%20alcantarillado%20separado%20transporta%20de,como%20de%20las%20aguas%20lluvias.>

Hernandez, B. (2019). *Aplicación de modelos hidrológicos para la estimación de caudales mensuales en la sub del río Bigote*.

IngePol. (08 de 07 de 2024). <https://www.ingepol.com/product/rejilla-para-sumidero-tipo-b/>

IPCC. (2001). *Glosario de Terminos*. Estados Unidos .

Knighton, A. (1998). *Formas y procesos fluviales*. Erudit:
<https://www.erudit.org/en/journals/gpq/1999-v53-n3-gpq150/004839ar/>

Martínez Álvarez, V. (2006). *Determinación del tiempo de concentración con sistemas de información geográfica*.

Martínez, J. (2022). *La clasificación de conductos y su aplicación en la ingeniería civil*.
https://issuu.com/cicm_oficial/docs/ic638-media

Metcalf, L., y Eddy, H. (2004). *Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, eliminación y reutilización*. Wageningen University and Research Library catalog:
<https://library.wur.nl/WebQuery/titel/1979505>

Meteoblue. (s.f.). *meteoblue*.
https://www.meteoblue.com/es/tiempo/semana/guayaquil_ecuador_3657509

Montoya, Á. (2018). *METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE LAS CURVAS IDF, A PARTIR DE LA LLUVIA MAXIMA EN 24 HORAS DE LA REGION COSTA E INSULAR DE ECUADOR*. Colegio de Ingenieros Civiles del Guayas, Ecuador.

Moreira, A. (2022). *Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible*.
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4332>

Sac, J. (2020). *Scribd. Drenaje frances* :
<https://es.scribd.com/document/385862219/Drenaje-Frances>

- Sandoval, R. (2024). *Researchgate*. Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción: <https://www.researchgate.net/profile/Washington-Sandoval-Erazo>
- Sañudo, L., y Rodríguez, L. (2012). *Diseño y Construcción de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)*. https://www.researchgate.net/publication/257231993_Diseño_y_Construcción_de_Sistemas_Urbanos_de_Drenaje_Sostenible_SUDS
- Sodimac. (2017). *¿Cómo hacer un drenaje para agua lluvia? (drenaje francés)*. <https://www.hagaloustedmismo.cl/proyectos/como-hacer-un-drenaje-para-agua-lluvia-drenaje-frances.html>
- SODIMAC. (27 de abr de 2017). *Hágalo Usted Mismo*. Retrieved 08 de jul de 2024, from *¿Cómo hacer un drenaje para agua lluvia? (drenaje francés)*: <https://www.hagaloustedmismo.cl/proyectos/como-hacer-un-drenaje-para-agua-lluvia-drenaje-frances.html>
- Soriano, L. (2017). *La gestión integral de las aguas de lluvia*. Aquae fundación: <https://www.fundacionaquae.org/indicadores-sostenibilidad-la-gestion-integral-las-aguas-lluvia-los-entornos-urbanos-aplicacion-la-ciudad-zaragoza/>
- Steel, E., y McGhee, T. (1979). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado*. SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/454322784/Water-Supply-And-Sewerage-By-E-W-Steel-And-Terence-J-Mcghee-pdf>
- SuD Sostenible. (2016). *Cunetas verdes*. <http://sudsostenible.com/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/cunetas-verdes/>
- SUDS . (2019). *Sistemas Urbanos Drenaje Sostenible*. <https://drenajesostenible.com/pavimentos-permeables-blog/>
- Tart, J. (2012). *Scielo*. Alcantarilla separada vs alcantarilla combinada: <https://www.scielo.org.mx/img/revistas/spm/v54n2/a12img01.jpg>
- Tchobanoglous, G., y Burton, F. (2015). *Lechos de juncos para deshidratación y estabilización de lodos*. Scientific Research: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1452754>
- Trujillo, J., y Díaz, A. (2022). *Sistemas de alcantarillado y el control de la contaminación odorífera*.

<https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/0b7e2ba3-f541-4650-bd3a-7b7a7907f864>

Woods, B., y Wilson, S. (2015). *The suds manual*.
https://www.scotsnet.org.uk/__data/assets/pdf_file/0023/51764/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf

Zambrano Moreno, J. A. (2017). *Diseño de alcantarillado pluvial del sector los Ángeles, parroquia Colón, aplicando el criterio de la tensión tractiva*.

Zarza, L. (2024). *Qué es un colector de agua*. IAGUA:
<https://www.iagua.es/respuestas/que-es-colector-agua>