



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA EL SECTOR LOMAS DE LA
HACIENDA, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

Autor:

Haffar Yacoub, Jacobo Miguel

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA EL SECTOR LOMAS DE LA
HACIENDA, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autor:

Haffar Yacoub, Jacobo Miguel

CI: 26.899.406

Tutor:

Ing. Zhandra López.

C.I: 18.106.232

San Diego, febrero de 2023



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Diseño de un sistema de drenaje para el sector lomas de la Hacienda, Municipio San Diego Estado Carabobo.

Realizado por el (la) Br. Jacobo Harper

C.I. N° 26 899 406 cursante de la carrera de CNI

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

[Signature]
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Jhondra López
C.I.: 18106232

[Signature]
Jurado
Nombre: Laurel Figueroa
C.I.: 17515796

[Signature]
Jurado
Nombre: GERARDO HUGUET
C.I.: 4859589

Fecha: 27 / 2 / 23





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, **Ing. Zhandra López**, portador de la cédula de identidad N° **18.106.232**, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano **Haffar Yacoub, Jacobo Miguel**, portador de la cédula de identidad N° **26.899.406**, titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA EL SECTOR LOMAS DE LA HACIENDA, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.**, presentado como requisito parcial para optar al título de **Ingeniero Civil**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 02 días del mes de enero del año dos mil veintitres.

Ing. Zhandra López

C.I: 18.106.232



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

FI L 002 2022-2CR TG

Valencia, 18 de enero de 2023

Ciudadano:
HAFFAR YACOUB, JACOBO MIGUEL
26.899.406
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 14-2022 de fecha 22/09/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Diseño de un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, Estado Carabobo.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Zhandra Sinaí López López, titular de la cédula de identidad V- 18.106.232

Atentamente

Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería



e.e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador en darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ellos logre llegar hasta aquí y convertirme en la persona que soy hoy en día.

A mi hermano y hermana por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Jacobo Haffar

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, gracias a ese Dios que nos cuida y nos llena de fuerza para seguir de pie en el camino que cada persona se propone en su vida, las palabras o letras con las que plasmaré este agradecimiento no son suficiente para reflejar todo el amor y afecto que todas estas personas a continuación se merecen:

A mi madre, Liliana Yacoub por ser la mujer que me ha dado todo su tiempo y dedicación en mi crianza y formado como hombre.

A mi padre, José Haffar por siempre estar a mi lado y darme los mejores consejos y ayudarme en todo lo que se interfiere en mi camino.

A mis hermanos Elias Haffar y Leyla Haffar por darme su calor y hermandad además de compartir tanto tiempo de alegrías y risas juntos.

A mi familia en general por siempre ayudarme y fortalecer la unión familiar.

A mi tutora académica y futura colega, la Ing. Zhandra López, por todo el conocimiento impartido durante estos últimos semestres y por apoyarem en la labor de finalizar esta etapa.

Por último, agradecer a esos grandes profesores que por cariño a la vocación dedicaron su tiempo para compartir todos sus conocimientos y formarnos de la mejor manera posible. Entre ellos me gustaría mencionar a Manuel Figueira, Alejandro Pocaterra, Ángel Medina, Jutzy Herrada entre otros.

Jacobo Haffar

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pp.
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE CUADROS.....	x
RESUMEN INFORMATIVO	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema	6
1.3. Objetivos de la investigación	7
1.3.1. Objetivo general	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
1.4. Justificación.....	7
1.5. Alcance y limitaciones	8
II MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes	9
2.2 Bases Teóricas.....	11
2.2.1. Sistema de Drenaje	11
2.2.2. Drenaje Superficial.....	11
2.2.3. Criterios de Diseño.....	11
2.2.4. Obras de drenaje	15

2.3.	Bases Legales	18
2.4.	Definición de términos básicos	18
2.5.	Cuadro Técnico Metodológico.....	20
III	MARCO METODOLÓGICO	21
3.1	Tipo de Investigación	21
3.2	Diseño de la Investigación	21
3.3	Nivel de la Investigación.....	21
3.4	Población y Muestra.....	22
3.4.1.	Población	22
3.4.2.	Muestra.....	22
3.5	Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos.....	22
3.5.1	Técnicas.....	22
3.5.2	Instrumentos	23
3.6	Técnicas de Análisis de Datos.....	23
3.7	Fases Metodológicas	23
IV	RESULTADOS	25
4.1.	Fase I: Diagnóstico de las condiciones actuales del sistema de drenaje principal de Lomas de la Hacienda.	25
4.2.	Fase II. Analizar los parámetros que influyen en el diseño de un sistema de drenaje.	33
4.3.	Fase III: Diseño de un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.....	35
4.4.	Fase IV. Determinación de la factibilidad técnica, social, ambiental y operativa del diseño de un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.....	39
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42

5.1	Conclusiones	42
5.2	Recomendaciones.....	42
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA	44

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pp.
1.	Inundaciones en San Diego: Dimensión del desastre, el día después	4
2.	Relieve del sector Lomas de la hacienda	5
3.	Sección del canal existente y condiciones actuales	5
4.	Condiciones actuales de la vialidad adyacente al canal	6
5.	Velocidades máximas admisibles	14
6.	Coefficiente de escorrentía.....	15
7.	Coefficiente de Manning	16
8.	Sección transversal de una canal trapezoidal.....	17
9.	Canal Rectangular	17
10.	Macrolocalización. Conjunto residencial Lomas de la hacienda.....	25
11.	Microlocalización. Conjunto residencial Lomas de la hacienda	25
12.	Ubicación Canal número 1.....	26
13.	Condiciones actuales canal 1.	26
14.	Tramo final canal 1	27
15.	Perfil longitudinal canal 1	27
16.	Sección transversal canal 1	28
17.	Ubicación canal número 2.....	28
18.	Condiciones del canal 2.	28
19.	Perfil longitudinal canal 2.....	29

20.	Sección transversal canal 2	29
21.	Ubicación canal número 3.....	30
22.	Condiciones del canal 3	30
23.	Vista del canal 3.....	30
24.	perfil longitudinal canal 3	31
25.	sección transversal canal 3.....	31
26.	Ubicación relativa de los tres canales en Lomas de la Hacienda.....	32
27.	Intensidad de lluvia	34
28.	Área cuenca hidrográfica	34
29.	Coefficiente de escorrentía.....	35
30.	Sección del canal propuesta	37
31.	Cómputos métricos	38
32.	Factores condicionantes del proceso.....	40
33.	Proceso Global de Transformación.....	41

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Pp.
Cuadro 1.	Cuadro Técnico- Metodológico	20



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA EL SECTOR LOMAS DE LA
HACIENDA, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

Autor: Haffar Y, Jacobo M.

Tutora: Ing. Zhandra López

Fecha: Junio 2022

RESUMEN INFORMATIVO

Los sistemas de drenaje vial son un conjunto de elementos estructurales importantes que tienen influencia directa en la conservación de las vías. En el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego del estado Carabobo, se han venido presentando en forma recurrente inundaciones de la zona en el periodo lluvioso, por lo que se busca analizar el sistema de drenaje actual de la vía para así presentar un diseño que mejore las condiciones actuales, teniendo en cuenta las especificaciones de construcción de Sistemas de drenaje. El tipo de investigación corresponde a un proyecto factible, con un diseño no experimental y de campo. La población estuvo conformada por tres estructuras de drenaje y la muestra por el canal ubicado en la calle Pinar 11, en cuanto a los instrumentos de recolección de datos se utilizó la entrevista a los habitantes de la zona, lista de cotejo y una amplia revisión bibliográfica en textos relacionados con el diseño de sistema de drenaje. El proyecto se realizó con el propósito de colaborar con las autoridades pertinentes (Alcaldía de San Diego), para que estas cuenten con un estudio que permita solventar el problema de inundaciones en el sector mencionado, lo que además, redundará en un mejor desplazamiento vehicular al momento de presentarse una precipitación. Una vez analizados los datos y teniendo en cuenta los parámetros de diseño, se procedió a realizar el mismo, tomando en cuenta un período de retorno de 25 años y las curvas IDF de la zona para realizar el cálculo del caudal, para ello se utilizó el método racional, obteniendo un valor de $3,278 \text{ m}^3/\text{s}$. Se concluye que la sección del canal debe ser rectangular para no alterar las características de la vialidad existente y las dimensiones de este evitarán futuras inundaciones.

Descriptor: Diseño, Drenaje, Vialidad

INTRODUCCIÓN

El presente Estudio Integral, consiste en el Diseño del Sistema de drenaje del sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego del estado Carabobo, donde se evaluó la capacidad de drenaje del canal existente en la urbanización. Esta evaluación, incluye la recopilación de información sobre la disposición física del canal, también alcanza a identificar y ubicar las patologías y detalles menores que fueran detectados a lo largo de su extensión. Por lo que se realizaron visitas al sitio y recorridos, donde se procedió a inspeccionar y estudiar la estructura de interés para efectos de su contextualización con la zona. Además, se conversó con los habitantes del sector para conocer el funcionamiento del sistema de drenaje.

Se entiende por sistema de drenaje urbano, un conjunto de acciones materiales o no, destinadas a evitar, en la medida de lo posible, que las aguas pluviales causen daños a las personas o a las propiedades en las ciudades u obstaculicen el normal desenvolvimiento de la vida urbana (carbonn, 2018).

Dentro del término “aguas pluviales” quedan comprometidas no solamente las originadas de las precipitaciones que caen directamente sobre las áreas urbanizadas que conforman la población, sino también aquellas que se precipiten sobre otras áreas, pero discurran a través de la ciudad, bien sea por cauces naturales, conductos artificiales o simplemente a lo largo de su superficie.

La presente investigación está integrada por capítulos, los cuales se detallan a continuación: Capítulo I: El Problema, contiene el planteamiento del problema, la formulación, los objetivos de la investigación, justificación, alcance y limitaciones. Capítulo II. Marco Teórico, contiene antecedentes de la investigación, bases teóricas, bases legales, definición de términos y cuadro técnico metodológico. Capítulo III; donde se describe el tipo, diseño y nivel de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y la descripción metodológica.

En el Capítulo IV, se presentan los resultados de la investigación. Finalmente, en el Capítulo V se señalan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.Planteamiento del problema

A nivel mundial se considera que la recolección, encauzamiento y disposición de las aguas pluviales, tanto superficiales como subterráneas, es fundamental para avalar la seguridad e integridad de una vía de comunicación y de los habitantes de una zona; su garantía es el objetivo primordial de cualquier sistema de drenaje vial; sin embargo, al cumplir con ese objetivo, no debe abandonarse la razón suplementaria del sistema: facilitar el tránsito de vehículos (Marquez, 2016).

Si se intenta construir una vía indestructiblemente, bajo cualquier circunstancia hidrometeorológica y que al mismo tiempo, el paso vehicular jamás fuese severamente limitado, se precisaría plantear todos los elementos del sistema de drenaje vial, para evacuar y disponer las aguas resultantes de un evento de escorrentía máximo que pudiese ocurrir. Esa decisión de no aceptar ningún riesgo, implica construir unos drenajes de dimensiones exageradas, tanto físicas, como económicas, lo que precisa escoger niveles de resguardo adecuados para cada caso (AEC, 2014).

Es así como esencialmente, la selección del grado de protección apropiado depende de dos factores primordiales: la importancia de la vía que ha de protegerse y la función que desempeña la obra, esto conlleva a establecer un límite de inundación, en la escogencia del gasto de diseño de cada componente del sistema, mismo, que a su vez, se vincule estrechamente con el concepto de probabilidad de ocurrencia (IMP, 2014)

El estudio de una vía lleva consigo el trabajo de un equipo multidisciplinario en las diferentes áreas de la Ingeniería Civil, como son la Topografía, Geología, Geotecnia, Mecánica de Suelos, Hidrología, Hidráulica entre otras, además, de disciplinas como la Sociología, Economía, Impacto Ambiental, que permiten efectuar los estudios de un proyecto vial.

Uno de los problemas que afecta a las zonas urbanas, lo produce la falta de vías y sistemas de drenajes en buen estado que satisfagan las necesidades de la comunidad de un sector, por este motivo la Alcaldía del municipio San Diego ha solicitado a la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez, el apoyo para que estudiantes del último semestre de dicha carrera

elaboren como trabajo de grado un proyecto para el Mejoramiento Vial con Drenaje del sector Lomas de la Hacienda de dicho municipio.

El municipio San Diego y por ende el sector donde se ubica Lomas de la Hacienda, durante los últimos años ha presentado un importante crecimiento poblacional y a su vez económico, producido principalmente por diversas actividades de la zona, lo que implica que cada año se necesite evaluar la calidad de vida y cobertura de los servicios básicos para la población, entre ellos, los relacionados con posibles inundaciones.

En 2008 hubo una situación parecida en San Diego. Rosa Brandonisio de Scarano lo recuerda. Familias sufrieron pérdidas materiales tras las fuertes lluvias. Un equipo de técnicos de la alcaldía se puso a disposición para reparar neveras, licuadoras, cocinas, televisores y otros electrodomésticos perdidos. Esa situación, según la alcaldesa, no se compara ni de cerca con la vivida en 2016, donde en cuatro horas cayó el equivalente de un período mensual de lluvia. Campo Solo, vía al pueblo, Monteserino y Bosqueserino y Lomas de la Hacienda están en la lista de prioridades de reposición de artefactos. Para el mediodía del viernes aún se seguía sacando agua de los sótanos de Poblado. “La pérdida fue de 600 vehículos aproximadamente, y afectación de familias, sin temor a equivocarme, entre dos mil 500 y tres mil” (el-carabobeno, 2016). Ver figura 1.



Figura 1. Inundaciones en San Diego: Dimensión del desastre, el día después
Fuente: (el-carabobeno, 2016).

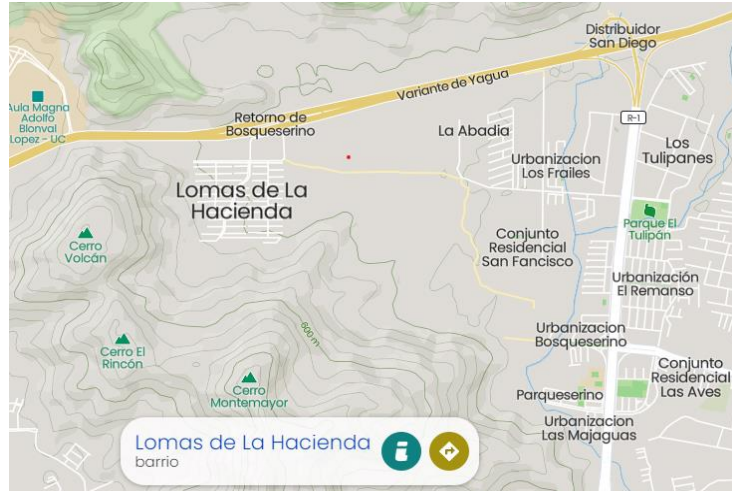


Figura 2. Relieve del sector Lomas de la hacienda

Fuente: (earthgoogle, 2022)

Como se puede observar en la figura 2, la comunidad Lomas de la hacienda de encuentra en la cota más baja del sector, dificultando de esta manera que las aguas escurran superficialmente fuera del sector. En la figura 3, se puede observar la sección del canal existente y las condiciones actuales del mismo.



Figura 3. Sección del canal existente y condiciones actuales

Fuente: Haffar (2022)

Asimismo, en la figura 4 se puede visualizar el estado de la vialidad adyacente al canal (sur-norte), con respecto a esta situación, los habitantes de la zona expresan su preocupación ya que cuando llega el periodo lluvioso, constantemente sus viviendas se inundan y quedan prácticamente incomunicados.



Figura 4. Condiciones actuales de la vialidad adyacente al canal

Fuente: Haffar (2022)

Debido a que las inundaciones no solo producen pérdidas materiales, que ya es suficiente con la situación económica por la que atraviesa el país, sino más grave aún, puede ocasionar pérdidas humanas. Por lo antes mencionado, se propone el diseño del sistema de drenaje para el sector Lomas de la hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo se podrán recolectar las aguas pluviales en el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar las condiciones actuales del sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo
- Analizar los parámetros que influyen en el diseño de un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.
- Diseñar un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.
- Determinar la factibilidad técnica, social, ambiental y operativa del diseño de un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.

1.4. Justificación

El propósito de la presente investigación consiste en solventar el problema que se presenta debido a las condiciones a las que el sector Lomas de la Hacienda del municipio San Diego se expone cada vez que hay una precipitación de intensidad moderada a fuerte, siendo una zona donde se concentran los flujos de escorrentía, consecuencia de la depresión geográfica en la que se localiza, mediante el diseño de un sistema de drenaje que permita recolectar de forma adecuada las aguas de lluvia que las provocan. El drenaje a diseñar toma en cuenta todos los aspectos hidrológicos para poder establecer un diseño hidráulico capaz de conducir las aguas pluviales del precipitado sector.

Se ha podido observar como en las últimas décadas, las precipitaciones han ocasionado grandes pérdidas materiales a los habitantes de la zona en estudio, es así como el aporte social del estudio, es evitar que los pobladores de Lomas de la Hacienda sigan perdiendo sus enceres y vehículos como consecuencia de las inundaciones.

Desde el punto de vista técnico, se deben elaborar proyectos que al ejecutarlos, permitan ordenar y distribuir tanto el tránsito como la evacuación de las aguas sin afectar a las familias asentadas en la zona, y sin dañar las avenidas, calles y pasos peatonales, es por ello que se estudió la sección del canal existente para conocer como sus dimensiones, la colmatación por desechos o la vegetación que presentan estos drenes, están reduciendo las posibilidades de correcta evacuación

de aguas pluviales, es así como desde el punto de vista académico, valga decir el aporte del investigador a sus compañeros, la investigación pone a la disposición de los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad José Antonio Páez, los datos hidrológicos actualizados para facilitar el diseño de sistemas de drenaje del sector.

En cuanto al aporte ambiental y social, evitar que una zona se inunde no sólo tiene un componente monetario en relación a las pérdidas, además, incluye modificaciones en los ecosistemas, alterando tanto los elementos bióticos y abióticos que representan mermas ecológicas en el área donde estas ocurren.

1.5. Alcance y limitaciones

La investigación fue una propuesta ubicada en el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo, incluye el estudio hidrológico y el diseño del sistema de drenaje de ese sector, indicando las características de este último a través de una memoria de cálculo y planos donde se plasma la propuesta incluyendo los cálculos métricos. En cuanto a las limitaciones, debido a que las estaciones meteorológicas dejaron de aportar datos desde el año 2003, los datos fueron obtenidos de investigaciones previas realizadas en la zona de estudio en los últimos 10 años.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Yang, Xioaqian (2020) en investigación titulada: **Sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS)** para optar al título de Máster universitario en hidrología y gestión de recursos hídricos, en la Universidad de Alcalá. El proyecto tuvo como objeto ofrecer soluciones al problema del manejo de la lluvia y las inundaciones en Tianjin, y proporcionar la construcción de un sistema de drenaje urbano sostenible como modelo de demostración y experiencia práctica. El diseño de la investigación fue no experimental de campo y bibliográfico con un nivel descriptivo, la población y muestra fue la cuenca que drena hacia la comunidad de Tianjin. Los resultados mostraron que el sistema de drenaje sostenible puede reducir efectivamente el flujo de escorrentía, recolectar una gran cantidad de agua de lluvia y aliviar efectivamente las inundaciones urbanas. Se concluyó que Entre las medidas técnicas para la utilización integral del agua de lluvia, el pavimento permeable y los techos verdes se han convertido en la opción principal para la utilización del agua de lluvia urbana debido a la ventaja de no ocupar el exceso de tierra y espacio.

El aporte que esta investigación brinda, es la manera de mejorar un sistema de drenaje existente.

Igualmente, Benites y Bustamante (2020), realizaron un estudio titulado: **Diseño de un sistema de drenaje urbano pluvial en las avenidas Víctor Larco, Fátima y húsares de Junín – Trujillo -la libertad** para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad Privada Antenor Orrego. Tuvo objetivo principal determinar la influencia del caudal generado en épocas de la llegada del niño costero y el diseño del sistema de drenaje urbano pluvial para las avenidas Víctor Larco Herrera, Fátima y Húsares de Junín – Trujillo – La Libertad, el tipo de investigación fue aplicada y nivel descriptivo, la población fue igual a la muestra y estuvo representada por Sistema de drenaje urbano pluvial en las avenidas Víctor Larco, Húsares de Junín y Fátima – Trujillo – Trujillo – La Libertad. El diseño final determinó que deberían colocarse 2 colectores ya que la pendiente del terreno no permitía la colocación de un solo colector. Se concluyó que con la implementación del sistema de drenaje urbano pluvial mitigará el caudal generado en las avenidas Víctor Larco, Fátima y Húsares de Junín para épocas de la llegada del fenómeno del niño costero.

El aporte del estudio consistió en la metodología empleada para la determinación del caudal de diseño utilizando la fórmula racional.

Asimismo, Biagio y Nowak (2020) en proyecto titulado: **Propuesta de un sistema de drenaje vial para el tramo situado entre la avenida intercomunal de la tahona y la calle del Cagilon, municipio Baruta, estado Miranda** para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad Nueva Esparta, el objetivo general fue Proponer un sistema de drenaje vial para el tramo situado entre la Avenida Intercomunal de la Tahona y la Calle del Cagilon, Municipio Baruta, Estado Miranda, en su metodología destaca que el tipo de investigación es un proyecto factible, el diseño es de campo y el nivel descriptivo. La población estuvo conformada por la Av. La Guairita, la Calle del Guayabal y la Calle del Arenal, mientras que la muestra está compuesta por un tramo de la Av. Principal de la Tahona que culmina en la intersección de la Calle del Cagilon. De acuerdo a los resultados se pudieron determinar los componentes hidráulicos del sistema. Entre las conclusiones destaca que se pudo demostrar que el sistema propuesto, es decir la cuneta tipo A., sería más adecuado que el sistema que se encuentra actualmente en dicha vía. El aporte del proyecto a esta investigación es la evaluación de los elementos hidráulicos a emplear.

En este orden de ideas, Reder (2020) en artículo titulado: **Plan de Gestión Sustentable de Riesgo de Inundación: Una Propuesta desde Carabobo, Venezuela**, la investigación tuvo como objeto mejorar la capacidad de preparación y de respuesta ante situaciones de desastres en las comunidades afectadas por las inundaciones. Esta investigación es de tipo descriptiva, el diseño es un trabajo de campo donde la información se obtiene mediante la aplicación de entrevistas, encuestas y observación directa. En los resultados se muestran las áreas de la comunidad expuestas a la amenaza de inundación, producto de su ubicación dentro de la planicie inundable de los ríos Retobo, Cabriales y quebrada San Jea. Desde esta experiencia se concluyó que era posible desarrollar proyectos donde la alianza Universidad-Comunidad se fortalezca para lograr la sostenibilidad del desarrollo social y económico de una población, requiriendo la integración efectiva de la gestión del riesgo de desastres en sus políticas, planes de desarrollo, proyectos y acciones dirigidas al conocimiento y comportamiento de la sociedad ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos.

Como aporte se tomó la superposición de mapas con información hidrometeorológica para la obtención de las zonas de más alto riesgo de inundación de Lomas de la Hacienda.

Por último, Benzecry, Andrés (2019) en investigación titulada: **Proyecto de Rediseño de las Estructuras de Concreto, Obras de arte y Drenaje del tramo comprendido entre Av. Intercomunal El Hatillo y la Calle B de la Urb. Las Marías, ubicado en el Municipio El Hatillo, Estado Miranda** para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad Nueva Esparta, cuyo objeto fue Proponer un proyecto de rediseño de las estructuras de concreto, obras de arte y drenaje del tramo comprendido entre Av. Intercomunal El Hatillo y la Calle B de la Urb. Las Marías, ubicado en el Municipio El Hatillo, Estado Miranda. La metodología empleada fue proyecto factible con diseño no experimental de campo y nivel descriptivo, la población estuvo conformada por ocho vías del Municipio El Hatillo y la muestra por el tramo que parte desde la Av. Intercomunal El Hatillo y culmina en la intersección con la Calle B de la Urb. Las Marías. Los resultados permitieron identificar las vías con deterioro en el pavimento y en las obras de drenaje, de allí se concluyó que la ausencia de subdrenajes (alcantarillas) afectan el proceso de canalización de agua fluviales.

El aporte al presente estudio está representado por la metodología empleada para evaluar la vialidad y el sistema de drenaje existente.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1. Sistema de Drenaje

“Es un sistema de tuberías, colectores e instalaciones complementarias que recolectan agua de escorrentía de precipitaciones pluviales que permite su recolección para su vertido y así, evitar daños materiales y humanos” (Iagua, 2022). El mismo puede ser superficial o subterráneo.

2.2.2. Drenaje Superficial

“Un drenaje superficial tiene dos componentes: el primero es la red colectora y el segundo consiste en diversas prácticas de acondicionamiento superficial del terreno, con tal de facilitar el flujo del exceso de agua hacia los colectores” (Vialitec, 2018). Para establecer el tipo de obra de drenaje será necesario conocer el perfil litológico en el sector donde se construirá la estructura de drenaje, en tal sentido se investigará en relación al tipo de suelo de la zona.

2.2.3. Criterios de Diseño

Las obras viales se diseñan para durar la vida útil, es decir el tiempo (en años) que debe permanecer la plataforma de la carretera y sus obras accesorias (obras de arte) en servicio y sin falla. Para un determinado caudal de diseño Q , el período de retorno es el tiempo transcurrido entre dos eventos para los cuales este caudal Q es excedido (Ponce, 2018), es decir, que la probabilidad

de falla de una estructura depende del período de retorno y la vida útil. Para ello se deben tener en consideración las características hidrológicas del lugar donde se va a ejecutar la obra.

La Teoría Central para la investigación en cuanto a mecánica de fluidos, consiste en conocer el comportamiento hidráulico del flujo, este parámetro será evaluado al momento de elaborar el proyecto.

a. Período de Retorno

Estimación del intervalo de tiempo medio transcurrido entre las ocasiones en que ocurre un evento de un tamaño o intensidad definida, por ejemplo, una crecida o lluvias extremas, con un valor o intensidad por encima o por debajo de un valor dado (AEMET, 2018).

b. Tiempo de concentración T_c

El tiempo de concentración es el tiempo transcurrido desde el final de la lluvia hasta el momento en el que se acaba la curva de bajada, es decir, hasta el final de la escorrentía superficial. El tiempo de concentración puede ser calculado por los siguientes métodos:

- Partiendo de datos reales de los hidrogramas
- Métodos Hidráulicos, calculando la velocidad de la onda de propagación de la avenida

Fórmulas empíricas. En la presente investigación se utilizará el método de Kirpich, el cual se basa en la siguiente fórmula:

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

Siendo:

L = longitud del cauce más largo en Km

i = pendiente media de la cuenca

t_c = tiempo de concentración expresado en horas

c. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)

“Las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), representan una de las herramientas más utilizadas para estimar caudales máximos, que sirven para el diseño de obras hidráulicas y de infraestructura” (Carvajal, 2017). Se utilizarán las correspondientes a la zona central del Libro Drenaje Vial, Ingeniero Luis Franceschi.

d. Método Racional

El método racional se utiliza en hidrología para determinar el Caudal Instantáneo Máximo de descarga de una cuenca hidrográfica. Esta fórmula empírica, por su simplicidad, es aun utilizada para el cálculo de alcantarillas, galerías de aguas pluviales, estructuras de drenaje de pequeñas áreas, también se usa en ingeniería de carreteras para el cálculo de caudales vertientes de la cuenca a la carretera, y así poder dimensionar las obras de drenaje necesarias (es-academic, 2022).

La fórmula utilizada es:

$$Q = C.I.A$$

Donde

Q = caudal máximo expresado en m³/s

C = coeficiente de escurrimiento

I= intensidad de la precipitación concentrada en m/s en un período igual al tiempo de concentración t_c

A = área de la cuenca hidrográfica en m².

e. Velocidad del agua

La velocidad del agua sobre la plataforma de la carretera debe estar comprendida entre límites apropiados; ni muy baja que produzca obstrucciones por la sedimentación de materiales acarreados, y ni muy alta que produzca cualquier tipo de erosión. Con el fin de propiciar la autolimpieza y evitar la erosión, la pendiente transversal debe fijarse en el rango de 0.5% a 2%. La sedimentación excesiva (de grava, arena y limo) debe evitarse mediante un programa adecuado de conservación y mantenimiento (Ponce, 2018). En la Figura 5, se muestran las velocidades máximas admisibles de acuerdo al tipo de superficie.

Tipo de superficie	Velocidad máxima (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.2 - 0.6
Arena arcillosa dura, margas duras	0.6 - 0.9
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.6 - 1.2
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.2 - 1.5
Hierba	1.2 - 1.8
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.4 - 2.4
Mampostería, rocas duras	3.0 - 4.5 *
Concreto	4.5 - 6.0 *
* Indicado para flujos de muy corta duración.	

Figura 5. Velocidades máximas admisibles

Fuente: Ponce (2018)

f. Caudal de escorrentía

La Escorrentía Superficial o Directa es la precipitación que no se infiltra en ningún momento y llega a la red de drenaje moviéndose sobre la superficie del terreno por la acción de la gravedad. Corresponde a la precipitación que no queda tampoco detenida en las depresiones del suelo, y que escapa a los fenómenos de evapotranspiración (camino, 2015). Para calcular este valor es necesario conocer el coeficiente de escorrentía.

g. Coeficiente de escorrentía

El Coeficiente de Escorrentía es uno de los parámetros fundamentales de la Hidrología superficial, pues representa la porción de la precipitación que se convierte en caudal, es decir, la relación entre el volumen de Escorrentía superficial y el de precipitación total sobre un área (cuenca) determinada (ingenieriacivil, 2022). Los valores se muestran en la Figura 6.

Cobertura Vegetal	Permeabilidad del Suelo	Pendiente del Terreno				
		Pronunciada	Alta	Media	Suave	Despreciable
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%
Sin Vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, Vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15

Figura 6. Coeficiente de escorrentía

Fuente: ingenieriacivil (2022)

2.2.4. Obras de drenaje

Son aquellos elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de una vía, que provoca la humedad. Del mismo modo, sus objetivos son garantizar la salida del agua existente en la vía antes de que se acumulen, reducir la cantidad de agua proveniente hacia el pavimento, evitar que el agua dañe la estructura, garantizar la vida útil de la carretera; certificar un fácil acceso a la vía (Biagio & Nowak, 2020).

a. Canales abiertos

El fluido en canales abiertos es caracterizado por la presencia de la interface entre la superficie líquida y la atmósfera, tal es el caso del flujo en ríos, canales y alcantarillas, donde el flujo ocupa solo una parte de la sección. Por lo tanto, a diferencia del flujo en tuberías, la presión sobre la superficie del líquido en canales abiertos siempre es la presión atmosférica (3ciencias, 2018). Para el cálculo del caudal que puede conducir se utilizará la ecuación de Manning,

$$Q(h) = \frac{1}{n} A(R(h))^{2/3} \sqrt{S}$$

Donde:

$Q(h)$ = caudal del agua en, m^3/s , en función del tirante hidráulico h

$A(h)$ = área mojada (área de la sección del flujo de agua), en m^2 , función del tirante hidráulico h

$P(h)$ = perímetro mojado, en m , función del tirante hidráulico h ;

n = coeficiente que depende de la rugosidad de la pared (coeficiente de Manning)

S = Pendiente del canal en m/m

Superficie	n
Latón liso	0,010
Hierro forjado galvanizado	0,016
Cemento superficie pulida	0,011
Cemento mortero	0,013
Alcantarilla de concreto, recta y libre de basuras	0,011
Alcantarilla de concreto, con curvas, conexiones y algo de basuras	0,013
Alcantarilla de aguas residuales, con pozos de inspección, entradas, etc., recto	0,015
Concreto bien terminado	0,012
Concreto sin pulir, encofrado metálico	0,013
Concreto sin pulir, encofrado de madera lisa	0,014
Concreto sin pulir, encofrado de madera rugosa	0,017
Mampostería de piedra, cementada	0,025
Mampostería de piedra, suelta	0,032
Asfalto liso	0,013
Asfalto rugoso	0,016
Revestimiento vegetal	0,030- 0.500
Excavado limpio, recién terminado	0,018
Excavado limpio, después de exposición a la intemperie	0,022
Excavado con pastos cortos y algunas malezas	0,027

Figura 7. Coeficiente de Manning

Fuente: 3ciencias (2018)

Canal de sección trapezoidal

Para canales trapezoidales como dos de los existentes en el sector en estudio, señalado en la Figura 8. De acuerdo con 3ciencias (2018), esta sección se usa en canales de tierra debido a que proveen las pendientes necesarias para estabilidad, y en canales revestidos.

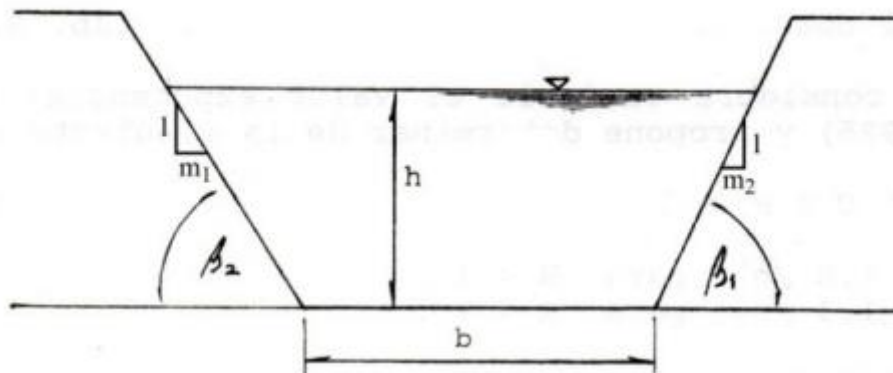


Figura 8. Sección transversal de una canal trapezoidal
Fuente: 3ciencias (2018)

El cálculo del área se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$A = \left[b + \left(\frac{m_1 + m_2}{2} \right) h \right] h$$

Y el perímetro mojado:

$$P = b + \left(\sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2} \right) h$$

Una vez que se obtengan los valores antes calculados, se podrá evaluar la sección de los canales existentes en la Urb. Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, que posean este tipo de sección.

Canal de sección rectangular

Debido a que el rectángulo tiene lados verticales, por lo general se utiliza para canales construidos con materiales estables, acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos (civilgeeks, 2015). Ver figura 9.

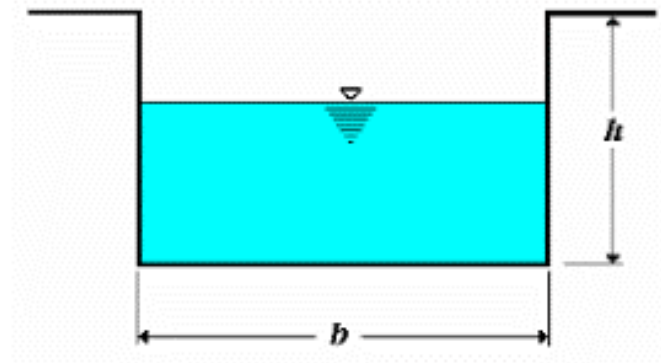


Figura 9. Canal Rectangular
Fuente: (librosdrvaliente, 2015)

El cálculo del área para un canal rectangular se realiza mediante la siguiente fórmula.

$$A = b * h$$

Donde:

A: es el área, m²

b: la base, m

h: la altura del canal, m

Además, se debe tener en cuenta la altura del nivel del agua “y”, para conocer el perímetro mojado, el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$P = b + (2 * y)$$

2.3. Bases Legales

Resolución Número 030 de fecha 27 de junio de 2007. Normas y Procedimientos Técnicos Relativo a los Lineamientos en Materia de Conservación, Administración y Aprovechamiento de la Infraestructura Vial

Artículo 23, numeral 21

Obras de Drenaje: El sistema de drenajes de una vía comprende todas las construcciones que se destinan a la conducción controlada de las aguas. Los objetivos principales de los sistemas de drenajes viales son:

- a. Permitir el escurrimiento rápido de la lluvia hacia los sitios de descarga.
- b. Permitir el paso a través de la vía de las aguas superficiales provenientes de precipitaciones o de corrientes naturales.
- c. Controlar y evitar la acumulación de aguas freáticas que impliquen daños para la vía.
- d. En general, prever el deterioro de la vía y sus componentes como resultado de la circulación de aguas superficiales y subterráneas (MINFRA, 2016).

Norma técnica Fondonorma carreteras, autopistas y vías urbanas. Especificaciones y mediciones COVENIN 2000-1:2009

Esta norma establece el conjunto de especificaciones para obras de carreteras, autopistas y vías urbanas desde las operaciones preliminares, las obras de arte, el cuerpo de la carretera, el pavimento, puentes, túneles, hasta las obras complementarias. Se incluyen estipulaciones para determinar las mediciones y consideraciones particulares en cuanto a la relación de los trabajos ejecutados.

2.4. Definición de términos básicos

Ambiente: La construcción de una carretera implica necesariamente la afectación del medio ambiente que atraviesa (MTC, 1997).

Área de Aporte: Se refiere a la sección transversal de un canal tomado en forma perpendicular a la dirección del flujo, la sección abierta en canales de tierra debido a que proveen las pendientes necesarias para estabilidad, y en canales revestidos (hidraulicaucentral, 2012).

Canales y zanjas de drenaje: Este título comprende la excavación, dentro o fuera del derecho de vía de canales de drenaje, zanjas interceptoras, de desviación y en general cualquier zanja o canal cuyo propósito sea disponer de las aguas que puedan afectar la carretera, ejecutadas según lo establece en estas especificaciones y en un todo de acuerdo con lo fijado en el contrato de la obra (baixardoc, 2017).

Cota: En términos de la topografía, se denomina cota al número en los mapas que cumplen la función de indicar la altura de un punto sobre el nivel del mar o sobre otro plano de nivel (definicionabc., 2022).

Espejo de agua: Es el ancho de la superficie libre del agua en un determinado canal abierto expresado en metros (m) (civilgeeks, 2021).

Geología: Información acerca de las características geológicas de la zona y los parámetros geotécnicos que deben emplearse (MTC, 1997).

Hidrología: Es la ciencia que trata del origen, distribución y propiedades de las aguas terrestres (libreriaingeniero, 2022).

Inundación: Las inundaciones son desbordamientos de agua temporales hacia terrenos que normalmente están secos. Las inundaciones son el tipo de desastre natural más común en los Estados Unidos. El no desalojar las zonas inundadas o entrar en las aguas de inundación pueden causar lesiones o muerte (ready, 2022)

Levantamiento Topográfico: es la primera fase del estudio técnico y descriptivo de un terreno, en el cual se examinan las características físicas, geográficas y geológicas y las variaciones o alteraciones existentes del mismo, con un conjunto de métodos y operaciones para medir, procesar y transmitir los datos del terreno, que permiten representar con mayor detalle y exactitud gráficamente en un plano y a escala reducida, marcando todos los puntos que tengan algún interés relevante, así como también si existen alteraciones en el terreno hechas por el hombre como construcciones, excavaciones, etc. (cientec, 2022).

Perfil Longitudinal: Es la representación gráfica del corte que produce en el terreno el plano vertical que contiene el eje de una obra lineal. En este perfil se relaciona altimétricamente la rasante o línea teórica que se quiere conseguir con la traza o línea real del terreno (diccionariodelaconstruccion, 2021).

Topografía: Representación gráfica de la zona levantada debe realizarse según un sistema de coordenadas rectangulares planas (MTC, 1997).

2.5. Cuadro Técnico Metodológico

Cuadro 1. Cuadro Técnico-Methodológico

Objetivo General: Diseñar un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.				
Objetivos Específicos.	Variables	Definición	Dimensión	Indicador
Diagnosticar las condiciones actuales del sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo	Condiciones actuales	Estado actual del canal de drenaje y el riesgo de inundación	Técnica Y Deterioro	Inundaciones

Fuente: Haffar (2022)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Para Balestrini (2006) se define el marco metodológico: “Como el enfoque de la investigación, la instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registros, técnicas y protocolos con los cuales una teoría y su método calculan las magnitudes de lo real” (p. 126).

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación se enmarca el Proyecto Factible, según Colmenares (2018) “una propuesta que se puede concretar para solucionar un problema determinado. Es decir que, tales proyectos son completamente viables y no se constituyen en pérdida, ya sea de tiempo o capital, porque son alcanzables”. La Investigación se considera proyecto factible, debido a que se diseñó un sistema de drenaje a fin de evitar las inundaciones en el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.

3.2 Diseño de la Investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2017) los diseños no experimentales son “estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos” (p. 149). Al respecto, el análisis hidrológico a realizar se presenta tal y como resulta de las investigaciones de las características hidrológicas de la zona en estudio y esto permitió conocer si el sistema de drenaje existente posee las condiciones hidráulicas para transportar el caudal de escorrentía.

Asimismo, considerando que los datos con los que se realizó el diseño son obtenidos de fuentes primarias y secundarias, se considera como una Investigación de Campo y Documental. La investigación de campo es una de las metodologías más usadas en el área de la investigación, ya que ofrece varias ventajas cuando se trata de recopilar datos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2017). En cuanto a la Investigación Documental, señala Rus (2020) “es aquella que obtiene la información de la recopilación, organización y análisis de fuentes documentales escritas, habladas o audiovisuales”

3.3 Nivel de la Investigación

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio, tomando en cuenta la calidad y profundidad de la información con que se cuenta al inicio del proceso (Arias, 2012). Señala el mismo Arias (2012) “La investigación

descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (p.24). El presente estudio tiene un nivel descriptivo, ya que se estudiaron las características hidrológicas del sector Lomas de La Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo para mejorar el comportamiento hidráulico de su sistema de drenaje.

3.4 Población y Muestra

3.4.1. Población

De acuerdo con Arias (2012), la población “Es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (p. 81). En la presente investigación la población estará conformada por las tres estructuras de drenaje existentes en la zona en estudio, sector Lomas de la Hacienda.

3.4.2. Muestra

Destaca el mismo autor que la muestra es “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (p. 83). En el caso de estudio, la muestra será representada por un canal existente en la calle Pinar 11, lugar donde ocurren las inundaciones, con un muestreo no probabilístico e intencional.

3.5 Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos

3.5.1 Técnicas

Las técnicas de recolección de datos representan los medios que se emplearán para recopilar la información pertinente del estudio. En este caso se utilizarán como técnicas: la observación directa, menciona Tamayo y Tamayo (2006) que “es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación”, el análisis documental, la cual según Arias (2012) “es un conjunto de operaciones encaminadas a representar un documento y su contenido bajo una forma diferente de su forma original, con la finalidad posibilitar su recuperación posterior e identificarlo.” (p.68) y la encuesta, Arias (2012) define encuesta como una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismo, o en relación con un tema particular.

Según lo expuesto por Arias (2012), la entrevista “Es un intercambio conversacional entre dos o más personas con la finalidad de obtener información, datos o hechos sobre el problema y la hipótesis” (p.222). En referencia a la revisión documental “Consiste en la obtención y análisis de documentos producidos en el curso de la vida cotidiana, como tal la revisión documental es una

técnica no obstructiva, rica en bosquejar los valores y creencias de los participantes en el campo. Registros de reuniones, bitácoras, anuncios, discursos formales de políticas, cartas entre otros, son todos usados para desarrollar una comprensión del asentamiento o grupo estudiado (Balestrini, 2006)

3.5.2 Instrumentos

Los instrumentos de acuerdo con Duarte y Parra (2014), como “aquellos medios impresos, dispositivos, herramientas o aparatos que se utilizan para registrar la información obtenida”. (p.93)

Los instrumentos empleados serán:

Entrevista: Tamayo y Tamayo (2006) dice que “es la relación establecida entre el investigador y su objeto de estudio a través de individuos o grupos con el fin de obtener testimonios orales”.

Lista de cotejo: También denominada ficha de control o verificación, es el instrumento en el que se indica la presencia o ausencia de un aspecto o conducta a ser observada (Arias, 2012).

Los instrumentos del análisis documental serán: Fichas, computadoras y sus unidades de almacenaje.

3.6 Técnicas de Análisis de Datos

Según Arias (2012) “el análisis de datos es donde se definirán las técnicas lógicas (inducción, deducción, análisis-síntesis), o estadísticas (descriptivas o inferenciales), que serán empleadas para descifrar lo que revelan los datos recolectados” (p.111). En la investigación se utilizó la estadística descriptiva.

Una vez que se tienen todos los datos ordenados y limpios, parte de las habilidades que favorecen al buen análisis de datos, lo más crítico es que se entienda qué significan y que tipo de información se tiene tras todos los números y comportamientos. Saber interpretar los datos es uno de los retos más cruciales a los que se enfrentan los investigadores (Cárdenas, 2020).

3.7 Fases Metodológicas

Fase I. Diagnóstico de las condiciones actuales del sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.

- ✓ Localización del Proyecto.
 - Macro Localización.
 - Micro Localización.

- ✓ Se realizó un análisis documental a fin de conocer los parámetros hidrológicos de la zona en estudio.
- ✓ Se calculó el caudal máximo de escorrentía utilizando el método racional.
- ✓ Se determinó la capacidad de drenaje del canal existente en el sector Lomas de La Hacienda.

Fase II. Análisis de los parámetros que influyen en el diseño de un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.

Conocidos los parámetros hidrológicos, se analizó el tipo de estructura hidráulica capaz de transportar el caudal máximo calculado, sin que ocurran inundaciones

Fase III. Diseño de un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.

Luego del análisis previamente realizado, se procedió a diseñar el sistema de drenaje del sector.

Fase IV. Determinación de la factibilidad técnica, social, ambiental y operativa del diseño de un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.

Verificación de que se cuentan con los recursos humanos, institucionales y materiales para elaborar la propuesta. Para la determinación de la factibilidad técnica, social, ambiental y operativa se utilizará el esquema propuesto por (UPEL, 2004), el cual toma en cuenta:

- ✓ Tamaño del Proyecto
 - Capacidad del Proyecto
 - Factores Condicionantes del Proyecto.
- ✓ Proceso Global de Transformación.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1.Fase I: Diagnóstico de las condiciones actuales del sistema de drenaje principal de Lomas de la Hacienda.

La primera fase de esta investigación consistió en realizar visitas al sector de Lomas de la Hacienda en el municipio San Diego, estado Carabobo, donde se pudieron observar las condiciones del sistema de drenaje principal de la zona. El conjunto residencial de Lomas de la Hacienda mostrado en la figura 10, cuenta con múltiples viviendas unifamiliares, espacios recreación como lo es un parque infantil y deportivo, además de ello, el conjunto residencial también cuenta con comercios de comida para el uso de los vecinos. La ubicación se muestra en las figuras 10 y 11.

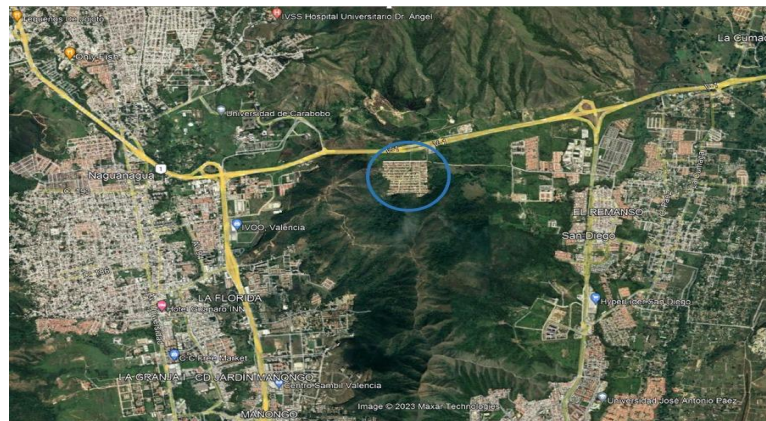


Figura 10. Macrolocalización. Conjunto residencial Lomas de la hacienda

Fuente: (earthgoogle, 2022)

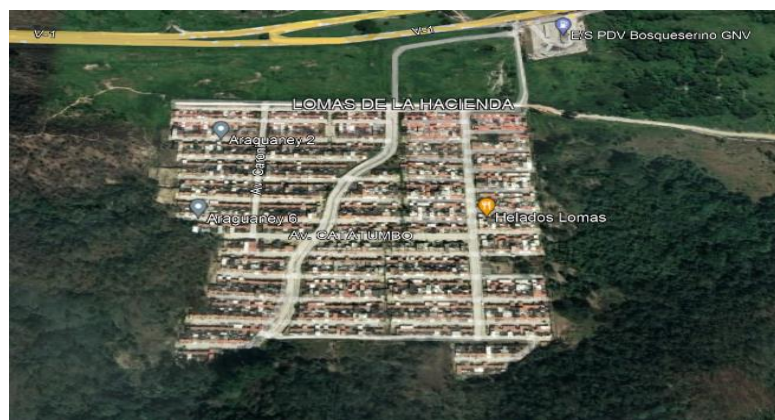


Figura 11. Microlocalización. Conjunto residencial Lomas de la hacienda

Fuente: (earthgoogle, 2022)

En la visita realizada a Lomas de la Hacienda se pudo evidenciar, que el conjunto residencial cuenta con 3 canales para su sistema de drenaje, de los cuales dos de ellos (canal 1 y canal 2) no presentan problemas de desbordamiento al momento de las precipitaciones, pero el canal 3 ubicado en la calle Pinar 11, tiene una sección insuficiente para drenar el caudal que en el descarga, lo que provoca que ocurran inundaciones en ese sector.

4.1.1. Canal número 1

El primer canal que se pudo conocer durante la visita de campo está ubicado al norte del conjunto residencial y se denominó canal 1 con punto inicial en la coordenada (N 1135355.6, E 610943.4) y punto final (N 1135447.4, E 611405.9). Este cumple la función de canal de disposición final de todas las aguas provenientes de las viviendas del conjunto debido a la pendiente natural del terreno, con inclinación hacia el este. En las figura 12, se observa el canal 1 visto desde Google Earth y en la figura 13, el canal durante la visita de campo. Este canal presenta en varios tramos desechos en su mayoría provenientes de las aguas negras de las viviendas.



Figura 12. Ubicación Canal número 1
Fuente: Adaptado por Haffar (2023)



Figura 13. Condiciones actuales canal 1.
Fuente: Haffar (2023)



Figura 14. Tramo final canal 1
Fuente: Haffar (2023)

En la figura 14 se muestra el tramo final de canal, que retira las aguas hacia un cauce natural originado con el paso del tiempo.

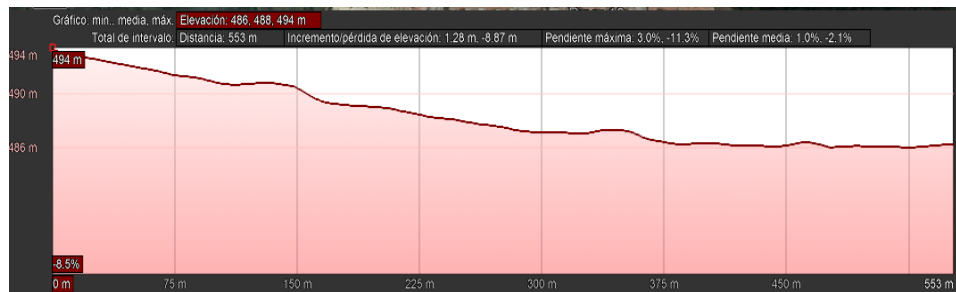


Figura 15. Perfil longitudinal canal 1
Fuente: Adaptado por Haffar (2023)

Mediante la herramienta de Google Earth, se obtuvo el perfil longitudinal del canal 1, mostrado en la figura 15, inicia con una cota de 494 msnm y cota final de 486 msnm, dando como resultado una diferencia de cotas de 8 m con una pendiente del 1.5%,

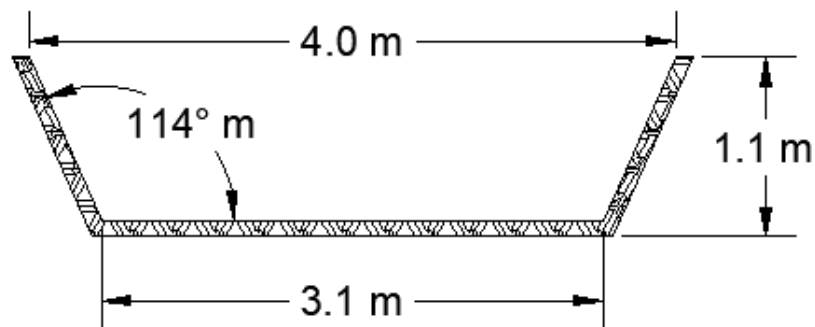


Figura 16. Sección transversal canal 1
Fuente: Haffar (2023)

El canal 1 es un canal trapezoidal con dimensiones mostradas en la figura 16, y revestimiento de concreto.

4.1.2. Canal número 2.

El segundo canal que se pudo conocer durante la visita de campo está ubicado a lo largo del conjunto residencial y se denominó canal 2 con punto inicial en la coordenada (N 1135214.2, E 611211) y punto final (N 1135424.9, E 611288.5). Este canal recoge las aguas directamente de las viviendas Araguaney, Apamates, Jabillos, Pinar, aguas que desembocan en el canal 1. En la figura 17, se observa el canal 2 visto desde Google Earth y en la figura 17, el canal durante la visita de campo. Este canal al igual que lo sucedido en el canal 1 presenta en varios tramos desechos en su mayoría provenientes de las aguas negras de las viviendas.

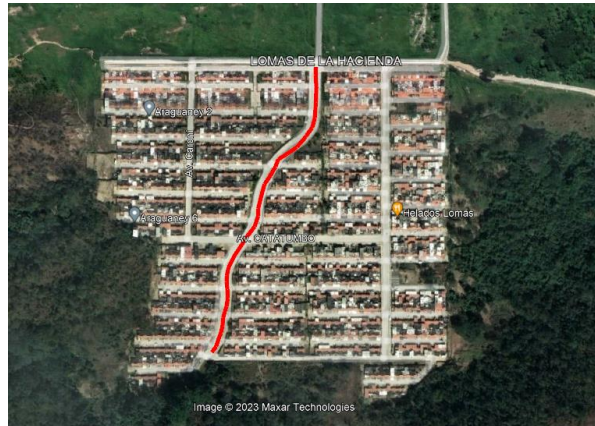


Figura 17. Ubicación canal número 2
Fuente: Adaptado por Haffar (2023)



Figura 18. Condiciones del canal 2.
Fuente: Haffar (2023)

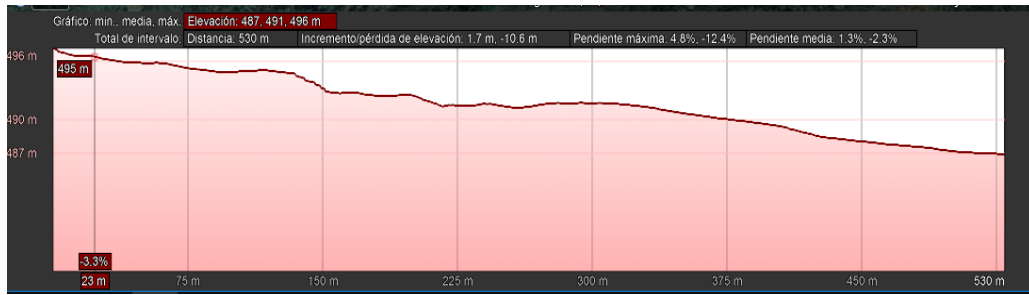


Figura 19. Perfil longitudinal canal 2
Fuente: Adaptado por Haffar (2023)

EL perfil longitudinal del canal 2, mostrado en la figura 19, con cota inicial de 495 msnm y cota final de 487 msnm, dando como resultado una diferencia de cotas de 8 m con una pendiente media de 1.3%. y la sección transversal se puede observar en la figura 20.

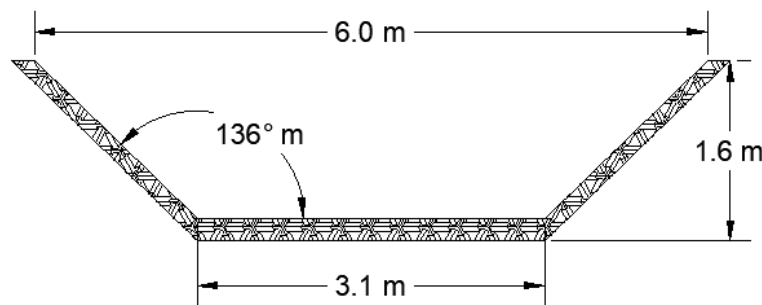


Figura 20. Sección transversal canal 2
Fuente: Haffar (2023)

4.1.3. Canal numero 3

El último canal observado en la visita de campo se encontró al sur del conjunto residencial y se denominó canal 3 con punto inicial en la coordenada (N 1134943.6, E 611106.3) y punto final (N 1134943, E 611500). Este canal tiene la función de coleccionar el agua proveniente de la montaña ubicada al sur del conjunto residencial. En la visita de campo se pudo advertir que las dimensiones de este canal fueron menores que los anteriores (ver figura 20 sección transversal). En las figura 21, se observa el canal 3 visto desde Google Earth.

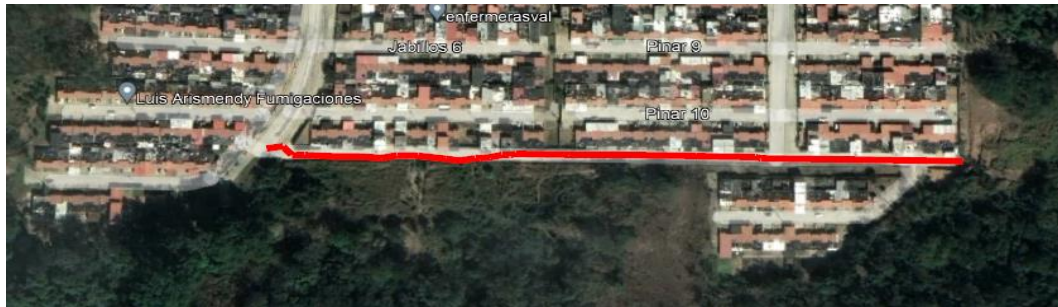


Figura 21. Ubicación canal número 3
Fuente: Adaptado por Haffar (2023)



Figura 22. Condiciones del canal 3
Fuente: Haffar (2023)



Figura 23. Vista del canal 3
Fuente: Haffar (2023)

El canal número tres presentó desechos y maleza en gran parte de su longitud, evidenciados en las figuras 22 y 23, que en muchas ocasiones presentan obstrucciones para el paso de las aguas.

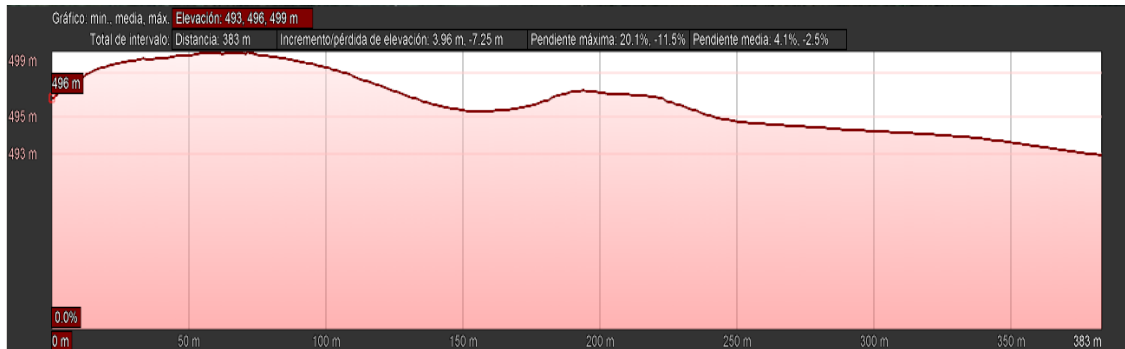


Figura 24. perfil longitudinal canal 3
Fuente: Adaptado por Haffar (2023)

El perfil longitudinal del tercer canal tiene un punto máximo de cota de 499 msnm y su punto más bajo se encuentra a los 493 msnm con una longitud de 483 m.

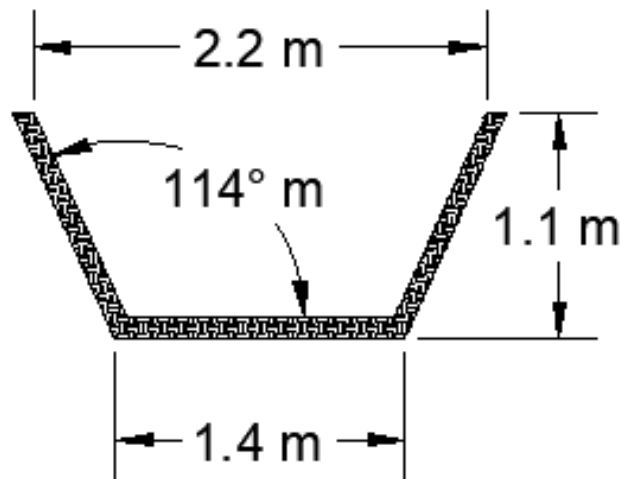


Figura 25. sección transversal canal 3
Fuente: Haffar (2023)

4.1.4. Visita de campo. Entrevista no estructurada

Entrevista realizada el 22 de noviembre del año 2022 a las 3 pm, aplicada a la presidenta de la junta comunal Liseth Martínez que vive en la calle Pinar 11, donde se dieron a conocer los efectos de las fuertes lluvias y el funcionamiento del sistema de recolección de aguas de lluvia de Lomas de la hacienda, entre los detalles más importantes de la entrevista se tiene:

- El canal 1 y 2 funcionan correctamente.
- El canal 3 recibe más caudal del que puede soportar su sección.
- El canal 3 se encontraba unido al canal 2 y compartían la recolección de las aguas de lluvia, estos fueron separados para construir Araguaney 11 y tener una calle que conectara a los conjuntos residenciales Pinar 9 con Araguaney 11.
- El canal 1 y 2 funcionan exclusivamente con los drenajes complementarios de las urbanizaciones pertenecientes a Lomas de las haciendas. (Araguaney 1/11 Apamates 1/6, Pinar 1/10, Jubillos 1-7)
- El principio del canal 1 y el final del canal 3 presentan un cambio brusco de sección ya que no hay un canal existente construido, solo hay un Cauce natural generado por el paso del agua a través del tiempo y sus aguas se van al este en dirección a condominios Montaserino.
- Las inundaciones son constantes debido a que el caudal de la montaña sobre carga el caudal 3 y se rebosa el agua en la calle Pinar 11 y posteriormente todas las zonas adyacentes.

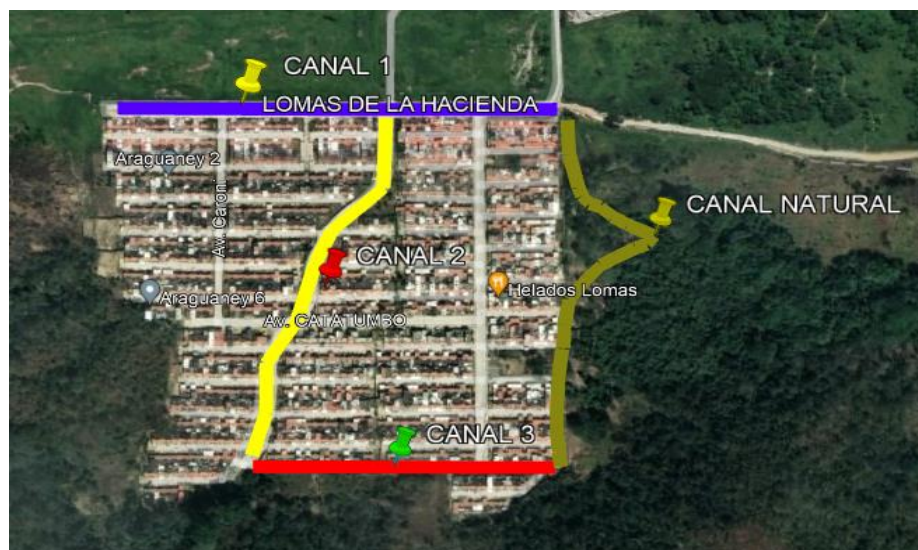


Figura 26. Ubicación relativa de los tres canales en Lomas de la Hacienda
Fuente: Adaptado por Haffar (2023)

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<p>Existencia de un canal de drenaje de aguas de lluvia de sección insuficiente para conducir el caudal de escorrentía que en él descarga</p> <p>Imposibilidad de transitar por la calle el Pinar 11 al momento de ocurrir una precipitación y Pérdida de enseres materiales en las viviendas de las personas que habitan en esa calle</p>	<p>Interés por parte de la Alcaldía del municipio San Diego, donde está ubicada la Urb. Lomas de la Hacienda, de buscarle solución al problema de inundación.</p> <p>Se cuenta con metodologías para el cálculo de sistemas de drenaje.</p>
FORTALEZAS	AMENAZAS
<p>Consejo comunal dispuesto a colaborar en brindar información para la elaboración de un proyecto de un sistema de drenaje adecuado.</p> <p>Interés de los vecinos del sector a colaborar en la gestión ante los organismos competentes, para solicitar una obra de drenaje que dé solución a su problema de inundación</p>	<p>Falta de recursos económicos para la construcción de un nuevo sistema de drenaje.</p>

4.2.Fase II. Analizar los parámetros que influyen en el diseño de un sistema de drenaje.

Para el cálculo del sistema de drenaje se tomaron en consideración diversos factores, mostrando los diferentes resultados en la figura 26, siguiendo los siguientes pasos:

1.- Estimación del caudal de diseño

Duración: 20 minutos

Período de retorno: 25 años

Intensidad de lluvia con curvas IDF de Venezuela

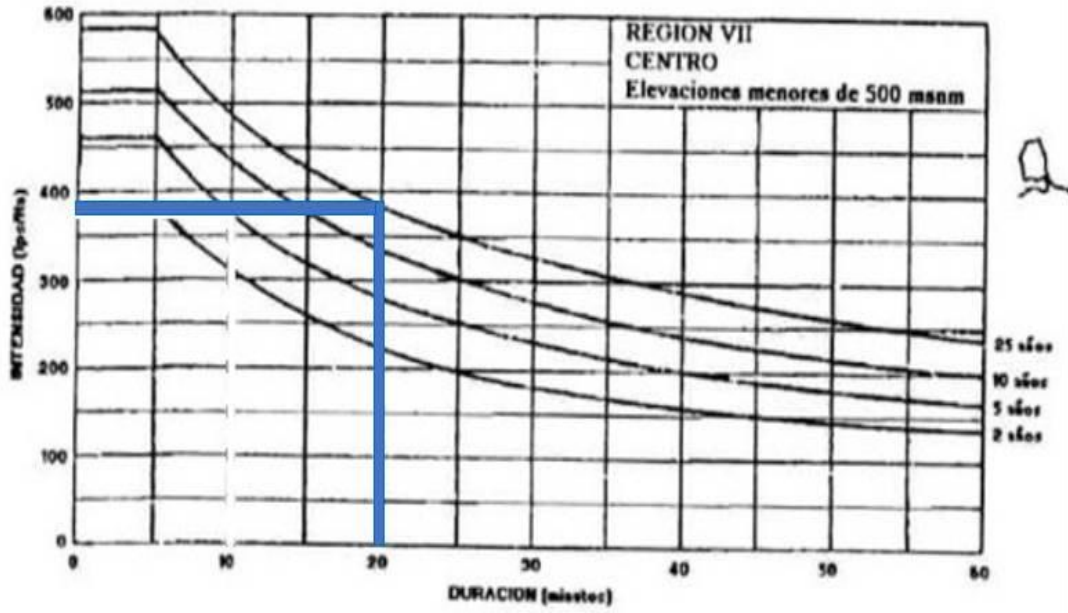


Figura 27. Intensidad de lluvia
Fuente: MTC (1997)

$$I := 390 \frac{L}{s \cdot \text{hectare}} \quad I = 140.4 \frac{\text{mm}}{\text{hr}}$$

Área de la cuenca

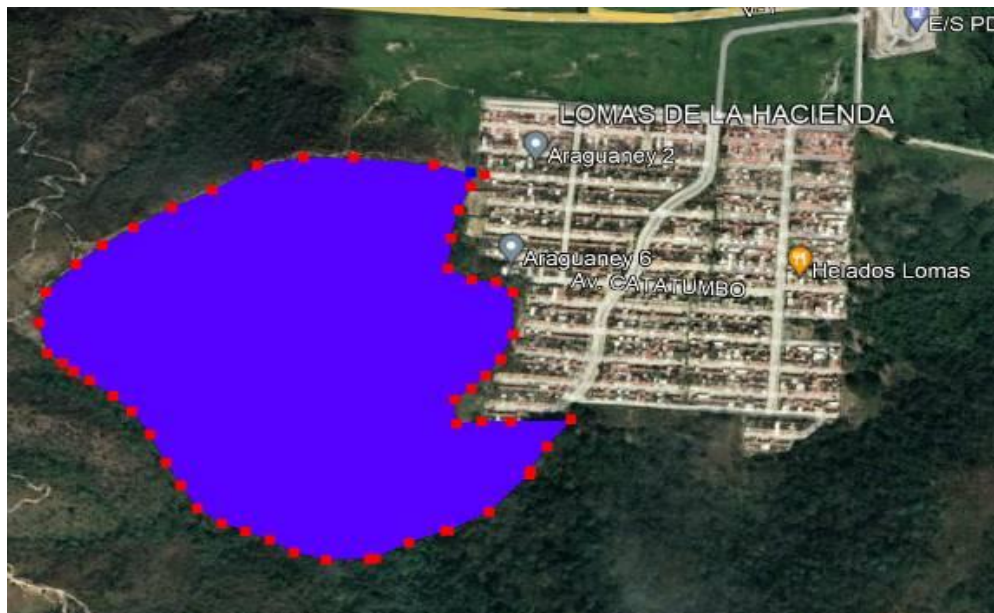


Figura 28. Área cuenca hidrográfica
Fuente: Adaptado por Haffar (2023)

$$A := 302.626 \text{ m}^2$$

Coefficiente de escorrentía

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Figura 29. Coeficiente de escorrentía
Fuente: MTC (1997)

Caudal de diseño

$$Q_I := C \cdot I \cdot A = 3.278448 \frac{m^3}{s}$$

4.3.Fase III: Diseño de un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.

Una vez determinados los parámetros para realizar el diseño se procedió a dimensionar un canal para sustituir al Canal 3, su nueva geometría será rectangular, esta fue la seleccionada por las características de la zona y del canal existente.

Partiendo de la ecuación de Manning

$$Q = \frac{A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Agrupando las variables según su dependencia o independencia de la geometría de la sección

$$A \cdot R^{\frac{2}{3}} = \frac{Q \cdot n}{S^{\frac{1}{2}}}$$

Datos de la sección

$n :=$ Concreto sin acabado $Q := 3278.4483 \frac{L}{s}$ Caudal de diseño $Y = \frac{b}{2} m$

$S:$ Pendiente del Terreno

Resolución de la parte derecha de la ecuación

$$X = A \cdot R^{\frac{2}{3}} = \frac{Q \cdot n}{S^{\frac{1}{2}}} \quad \text{Entonces} \quad X := \frac{Q \cdot n}{S^{\frac{1}{2}}} = 1.427$$

Resolución de la parte Izquierda de la ecuación en función de la base (b) como incógnita

$$A = b \cdot \left(\frac{b}{2}\right) \quad A = \frac{b^2}{2} \quad P = b + 2 \cdot Y \quad P = b + 2 \left(\frac{b}{2}\right)$$

$$RH = \frac{A}{P} \quad RH = \frac{\left(\frac{b^2}{2}\right)}{2b} \quad RH = \frac{b}{4}$$

Sustituyendo ambas partes en la ecuación de Manning

$$A \cdot R^{\frac{2}{3}} = \frac{Q \cdot n}{S^{\frac{1}{2}}} \quad \text{Entonces} \rightarrow \quad (1.4 m \cdot b) \cdot \left(\frac{1.4 m \cdot b}{b + 2.8 m}\right)^{\frac{2}{3}} = X$$

Hallando el valor de b

$$b := \left(\frac{b^2}{2}\right) \cdot \left(\frac{b}{4}\right)^{\frac{2}{3}} = X \xrightarrow{\text{solve}} \begin{bmatrix} -1.4817001205777729258 + 1.4817001205777729258i \\ 2.0954404058909367262 \\ -1.4817001205777729258 - 1.4817001205777729258i \end{bmatrix}$$

$b_1 = 2.1 m$ $Y = 1.1 m$

Velocidad del canal

Ecuación de continuidad

$$Q = V \cdot A \quad \text{Entonces } \rightarrow$$

$$A := b \cdot Y = 2.305 \text{ m}^2$$

$$Q = 3.278 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad A = 2.305 \text{ m}^2$$

$$V := \frac{Q}{A} = 1.422 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Sección del canal Rectangular propuesto

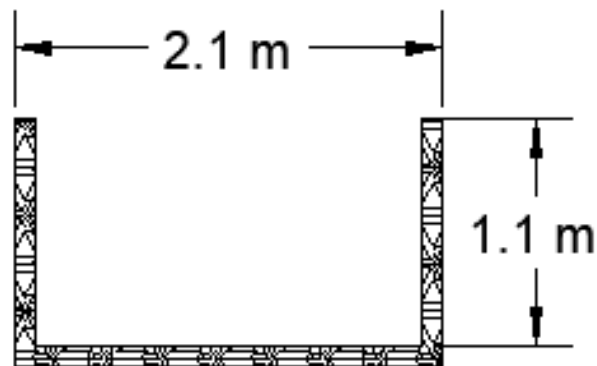


Figura 30. Sección de la canal propuesta
Fuente: Haffar (2023)

$$b = 2.1 \text{ m}$$

$$Y = 1.1 \text{ m}$$


		CÓMPUTOS MÉTRICOS		CÓDIGO:	
PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA EL SECTOR LOMAS DE LA HACIENDA, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO				
TRAMO:	DRENAJE RECTANGULAR LOMAS DE LAS HACIENDAS			FECHA	
				02/02/2023	
PARTIDAS	DESCRIPCIÓN	UND.	TOTAL CANT.		
OBRAS PRELIMINARES					
1	C-01-00-131-00 NIVELACION Y REPLANTEO	m2	1014,3		
2	C-03-02-004-02 DEMOLICION DE OBRAS DE DRENAJE DE CONCRETO ARMADO CON EQUIPO LIVIANO /COMPRESOR/, BOTE Y TRANSPORTE HASTA A 200 MTS. DE DISTANCIA.	m3	202,86		
DRENAJES					
3	C-05-80-001-03 EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS, CORRESPONDIENTE A OBRAS DE DRENAJE, DE CUALQUIER PROFUNDIDAD, CON EMPLEO DE EQUIPO RETROEXCAVADOR, APILAMIENTO Y/O BOTE, TRANSPORTE HASTA 200 m DE DISTANCIA. INCLUYE REPERFILAMIENTO A MANO.	m3	96,30		
4	C-05-80-001-01 PERFILAMIENTO A MANO PARA ESTRUCTURAS, CORRESPONDIENTE A OBRAS DE DRENAJE DE CUALQUIER PROFUNDIDAD, APILAMIENTO Y/O BOTE, TRANSPORTE HASTA 200 MTS.	m3	24,15		
5	C-05-81-001-S/N COMPACTACION DE RELLENOS CON APISONADORES DE PERCUSION CORRESPONDIENTE A OBRAS DE DRENAJE.	m3	50,72		
6	C-05-83-021-S/N CONCRETO DE RCC 210 KG/CM2 A LOS 28 DIAS LA CONSTRUCCIÓN DE PROTECCIÓN EN DESCARGA. INCLUYE TRANSPORTE DEL CEMENTO Y AGREGADOS HASTA 50 KMS. EXCLUYE EL REFUERZO METALICO.	m3	241,50		
7	C-05-87-500-00 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE MALLA DE ACERO DE REFUERZO TIPO TRUCKSON, PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS DE DRENAJE.	Kg	276,64		
8	C-S/C BASE DE PIEDRA PICADA PARA ESTRUCTURAS DE DRENAJE	m2	72,45		
TRANSPORTE					
9	C-03-82-011-09 TRANSPORTE URBANO EN CAMIONES, A DISTANCIAS MAYORES DE 200 MTS DE CUALQUIER TIPO DE MATERIAL PROVENIENTE DE LA PREPARACION DEL SITIO (DEMOLICIONES), MEDIDO EN ESTADO SUELTO, A DISTANCIAS COMPRENDIDAS ENTRE 10 Y 15 KM	m ³ *Km	3.042,90		

Figura 31. Cómputos métricos

Fuente: Haffar (2023)

4.4. Fase IV. Determinación de la factibilidad técnica, social, ambiental y operativa del diseño de un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego, estado Carabobo.

En este sentido, se tiene que después de examinar la problemática expuesta e indicar las causas por las que se amerita proseguir el presente trabajo, es pertinente realizar un estudio de factibilidad para determinar la infraestructura tecnológica y la capacidad técnica que implica el diseño de un sistema de drenaje para el sector Lomas de la Hacienda, el grado de aceptación que la propuesta genera en la comunidad. Los aspectos tomados en cuenta para este estudio fueron clasificados en cuatro áreas, las cuales se describen a continuación:

Factibilidad Técnica

La factibilidad técnica consistió en realizar una evaluación de estudios existentes, relacionados con el diseño de sistemas de drenaje, a través de un análisis hidrológico de la zona en estudio de donde obtuvieron los datos para poder determinar el caudal a drenar; además, del estudio hidráulico de las diferentes alternativas de obras de drenaje con la finalidad de señalar una sección de canal efectiva y posible de usar. En este sentido, existen estudios previos que muestran la certidumbre del método racional para el cálculo de Caudal Instantáneo Máximo de descarga de una cuenca hidrográfica.

Factibilidad Social

Al respecto, el consejo comunal de la zona y la Alcaldía del municipio San Diego, realizaron la solicitud de búsqueda de la solución al problema que se les ha venido presentando en el período de lluvia. Esto representa un aval, para la realización del diseño y muestra la disposición de los habitantes del sector a colaborar con la elaboración de la propuesta.

Factibilidad Ambiental

Este tipo de factibilidad no solo se mide por los impactos que pueda ocasionar la obra diseñada, sino además por los beneficios que puedan dar a la comunidad, de allí la necesidad y deseo de mejorar sus condiciones de salubridad. Es de suma importancia señalar, que basándose en entrevistas y conversatorios informales; personas de la comunidad manifestaron la preocupación del riesgo al que están sometidos cada vez que llueve. Desde el punto de vista de los componentes ambientales, el canal a construir se ubicó a pie de cerro donde la intervención en las diferentes fases (instalación, ejecución y funcionamiento), no constituye una alteración representativa ni en los componentes bióticos, ni en los abióticos, por ser una zona altamente

intervenida, más bien sería un aporte al componente socio-cultural debido al beneficio que traerá a las personas que habitan en la calle Pinar 11, propiamente dicha.

Factibilidad Operativa

La factibilidad operativa permite predecir, el tipo de drenaje a utilizar para evitar las inundaciones en la calle Pinar 11; esto aprovechando al máximo los beneficios que ofrece la sección del canal diseñado. Es decir, su mantenimiento en el tiempo.

4.4.1. Tamaño del proyecto

Es la unidad de tiempo de la capacidad de prestación de servicio del proyecto

Capacidad: En función al tamaño del proyecto fue estimada en 20 años. En la figura 32, se muestran los factores condicionantes del tamaño del proyecto.

4.4.2. Factores condicionantes del tamaño del proyecto:

Recursos Humanos	Recursos Materiales	Recursos Institucionales	Instrumentos	Equipos
<ul style="list-style-type: none"> • Investigadores • Ingenieros Civiles • Tutor • Topógrafo 	<ul style="list-style-type: none"> • Concreto premezclado • Herramientas de construcción • Maquinaria pesada 	<ul style="list-style-type: none"> • Escuela de Ingeniería Civil UJAP • Alcaldía municipio San Diego 	<ul style="list-style-type: none"> • Estación total • GPS 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de albañilería • Equipo de Plomería • Equipo de oficina

Figura 32. Factores condicionantes del proceso

Fuente: Haffar (2022)

Es el procedimiento técnico utilizado en el proyecto para la obtención de un beneficiario a partir de un insumo mediante una determinada función de transformación (ver figura 33). Se identificó como:

✓ **Insumo principal**

Sistema de drenaje

✓ **Beneficiario principal**

Habitantes del sector Lomas de la Hacienda, municipio San Diego. Estado Carabobo.

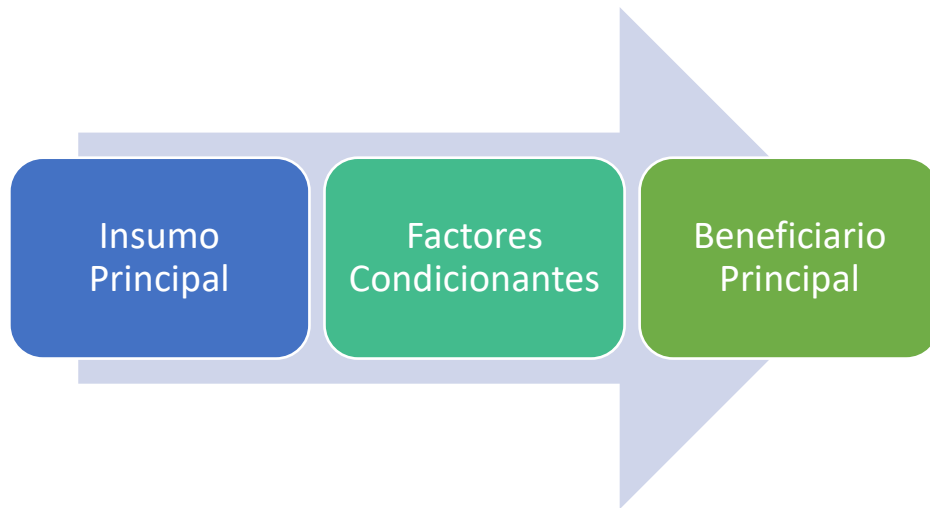


Figura 33. Proceso Global de Transformación

Fuente: Haffar (2022)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El diagnóstico del conjunto residencial de Lomas de la Hacienda, dio a conocer el sistema de recolección de aguas, en esta fase se percató de la presencia de tres canales y se pudo conocer la situación actual de estos canales. Los canales se denominaron como canal 1, 2 y 3, siendo el canal número tres el que tenía menores dimensiones con gran cantidad de desechos y maleza en gran parte de su longitud, maleza que presenta obstrucciones para el paso de las aguas.

A través de la entrevista realizada a la presidenta de la junta comunal Liseth Martínez, se pudieron comprender los efectos de las lluvias en el funcionamiento del sistema de recolección de agua de lluvias, debido a que el canal 3 recibe más caudal del que puede soportar.

Gracias a la información recopilada durante la fase de diagnóstico, se determinó como solución al problema del canal número tres de Lomas de la Hacienda realizar un el diseño de un nuevo canal capaz de recolectar las aguas de lluvia y poder evitar inundaciones en las viviendas de los vecinos de la calle Pinar 11.

Se optó por el diseño de una canal rectangular y para el cálculo de este se tomaron en consideración diversos factores, como lo son la pendiente, área de la cuenca hidrológica, intensidad de lluvia para una duración de 20 minutos con un periodo de retorno de 25 años. Una vez realizado el diseño se propone un canal rectangular con base de 2.1 metros y altura de 1.1 metros, con revestimiento de concreto. Para el drenaje rectangular de Lomas de la hacienda se deberá realizar como obras preliminares una nivelación y replanteo de 1014.3 m², demolición de obras de drenaje de concreto de 202.86 m³.

Para las obras de drenajes se realizará una excavación de 96.30 m³, perfilamiento a mano de 24.15 m³, compactación de rellenos 50.72 m³, vaciado de concreto f'c 210 kg/cm² de 241,5 m³, colocación de malla truckson de 276.64 kg y 72.45 m² de piedra picada para base de drenaje.

5.2 Recomendaciones

Durante el proceso constructivo se debe realizar obra de arte de concreto armado, con la finalidad de garantizar una buena entrada de las aguas hacia el canal.

También se recomienda la presencia de un topógrafo durante el vaciado de concreto para así poder controlar la pendiente de diseño y que la velocidad se mantenga en el rango establecido por las normas, para evitar tanto la erosión como la sedimentación en el canal.

Realizar un estudio en las salidas de agua de los canales 1 y 3, para así poder establecer el sitio de descarga final de los mencionados canales, esto aunado a la necesidad de efectuar el estudio de impacto ambiental que toda obra civil debe poseer.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- 3ciencias. (Septiembre de 2018). *Diseño de canales abiertos*. Obtenido de <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/09/DISE%20CANALES-ABIERTOS.pdf>
- AEC. (30 de Abril de 2014). *Reducción del Riesgo de Desastres*. Obtenido de <http://www.acs-aec.org/index.php?q=es/content/reduccion-del-riesgo-de-desastres>
- AEMET. (2018). *Período de retorno*. Obtenido de https://meteoglosario.aemet.es/es/termino/424_periodo-de-retorno
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación* (6ta ed.). VENEZUELA: EPÍSTEME. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/301894369_El_Proyecto_De_Investigacion_6a_Edicion
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación* (6ta ed.). Caracas: Epísteme. Obtenido de <https://es.slideshare.net/juancarlos777/el-proyecto-de-investigacion-fidias-arias-2012-6a-edicion>
- baixardoc. (2017). *Norma COVENIN 2000-1:2009*. Obtenido de <https://baixardoc.com/preview/79101786-ntf-2000-1-2009-1-carreteras-5c462bca7b088#:~:text=Esta%20norma%20establece%20el%20conjunto,t%C3%BAneles%20hasta%20las%20obras%20complementarias>.
- Balestrini, M. (2006). *Como se elabora el proyecto de Investigación* (7ma ed.). Caracas, Venezuela: Consultores Asociados. Obtenido de https://issuu.com/sonia_duarte/docs/como-se-elabora-el-proyecto-de-inve
- Benites, M., & Bustamante, A. (2020). *Diseño de un sistema de drenaje urbano pluvial en las avenidas Víctor Larco, Fátima y húsares de Junín – Trujillo -la libertad*. [Trabajo de grado], Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO, Perú. Obtenido de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/6887>
- Benzecry, A. (2019). *Proyecto de Rediseño de las Estructuras de Concreto, Obras de arte y Drenaje del tramo comprendido entre Av. Intercomunal El Hatillo y la Calle B de la Urb. Las Marías, ubicado en el Municipio El Hatillo, Estado Miranda*. [Trabajo de grado], Universidad Nueva Esparte, Estado Miranda. Obtenido de <http://miunespace.une.edu.ve/jspui/handle/123456789/3134>

Biagio, C., & Nowak, C. (2020). *Propuesta De Un Sistema De Drenaje Vial Para El Tramo Situado Entre La Avenida Intercomunal De La Tahona Y La Calle Del Cagilon, Municipio Baruta, Estado Miranda*. [Trabajo de grado], Universidad Nueva Esparta, Caracas. Obtenido de <http://www.miunespace.une.edu.ve/jspui/handle/123456789/3267>

caminos. (2015). *Escorrentía*. Obtenido de http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/415/pdfs/Capitulo%205.pdf

carbonn. (2018). *Sistema de Drenaje*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2022, de https://carbonn.org/uploads/tx_carbonndata/Plan%20Maestro%20de%20Drenaje%20Urbano%20Documento%20.pdf

Cárdenas. (27 de Abril de 2020). *Descubre 5 técnicas de análisis de datos para aumentar la precisión de tus informes de resultados*. Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/tecnicas-de-analisis-de-datos/>

Carvajal, L. (7 de Diciembre de 2017). *Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia no estacionarias para la cuenca del río Medellín*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/496/49660955040/html/>

cientec. (2022). *Levantamiento Topográfico*. Obtenido de <https://cientecinstrumentos.cl/que-es-un-levantamiento-topografico/>

civilgeeks. (10 de Noviembre de 2015). *Conceptos y elementos de un canal*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2022, de <https://civilgeeks.com/2015/11/10/conceptos-y-elementos-de-un-canal/>

civilgeeks. (2021). *Conceptos y elementos de un canal*. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2010/11/10/conceptos-y-elementos-de-un-canal/>

Colmenares, M. (07 de Diciembre de 2018). *Proyecto factible*. Obtenido de <https://floridaglobal.university/tu-empresa-necesita-un-proyecto-factible/?lang=es#:~:text=Un%20proyecto%20factible%20es%2C%20como,o%20capital%2C%20porque%20son%20alcanzables.>

definicionabc. (2022). *Cota*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/cota.php>

diccionariodelaconstruccion. (2021). *Perfil Longitudinal*. Obtenido de <http://www.diccionariodelaconstruccion.com/planificacion-y-direccion-de-obra/topografia/perfil-longitudinal>

Duarte, J., & Parra, E. (2014). *Lo que debes saber sobre un trabajo de investigación* (3ra ed.). Maracay, Venezuela.

earthgoogle. (2022). *Lomas de la hacienda, San Diego, Carabobo*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@10.26470878,-67.98509125,513.00283075a,3908.61361727d,35y,0h,0t,0r>

el-carabobeno. (02 de Diciembre de 2016). *Balance de afectados por la vaguada supera las seis mil familias*. Obtenido de <https://www.el-carabobeno.com/balance-afectados-vaguada-superan-las-seis-mil-familias/>

es-academic. (2022). *Método Racional*. Obtenido de <https://es-academic.com/dic.nsf/eswiki/801347>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México, México: Mac Graw Hill.

hidraulicaucentral. (12 de Mayo de 2012). *Curso Hidráulica*. Obtenido de <http://hidraulicaucentral.blogspot.com/2012/05/variables-y-fenomenos-hidraulicos.html>

iagua. (2022). *Sistema de drenaje*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/sistema-drenaje-pluvial>

IMP. (10 de Julio de 2014). *Drenaje Vial*. Obtenido de <http://casascomunalesgecosasa.blogspot.com/2014/07/detalles-de-cajones-viales.html>

ingenieriacivil. (2022). *Todo lo Que Necesitas Saber Sobre el Coeficiente de Escorrentía*. Obtenido de <https://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-el-coeficiente-de-escorrentia/>

Investigalia. (2021). *Elementos del marco metodológico: aspectos de la estrategia teórico-metodológica*. Obtenido de <https://investigaliacr.com/investigacion/marco-metodologico-de-investigacion/>

libreriaingeniero. (2022). *Carreteras: Estudio y Proyecto – Jacob Carciente*. Obtenido de <https://www.libreriaingeniero.com/2018/08/carreteras-estudio-y-proyecto-jacob-carciente.html>

librosdrvaliente. (Septiembre de 2015). *Flujo en canales*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2022, de <https://librosdrvaliente.files.wordpress.com/2015/09/capc3adtulo-15-flujo-en-canales.pdf>

- Marquez, J. (28 de Noviembre de 2016). *Drenaje Vial*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/LeonardoMarquez/drenajes-viales-69601657>
- MINFRA. (2016). *Normas y Procedimientos Técnicos Relativo a los Lineamientos en Materia de Conservación, Administración y Aprovechamiento de la Infraestructura Vial*. Obtenido de <https://pandectasdigital.blogspot.com/2016/09/normas-y-procedimientos-tecnicos.html>
- MTC. (1997). *Normas para proyectos de carreteras*. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/norma-de-carretera-1997pdf.html>
- Palella, S., & Martins, F. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa* (3ra ed.). Caracas, Venezuela: FEDEUPEL. Obtenido de <https://metodologiaecs.wordpress.com/2015/09/06/metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-3ra-ed-2012-santa-palella-stracuzzi-y-feliberto-martins-pestana-2/>
- Ponce, V. (Febrero de 2018). *Drenaje De Carreteras*. Obtenido de http://ponce.sdsu.edu/drenaje_de_carreteras_c.html
- ready. (2022). *Inundaciones*. Obtenido de <https://www.ready.gov/es/inundaciones>
- Reder. (2020). Plan de Gestión Sustentable de Riesgo de Inundación: Una Propuesta desde Carabobo, Venezuela. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción de Riesgo de desastre*, 4(1). Obtenido de <https://www.revistareder.com/ojs/index.php/reder/article/view/42>
- rockcontent. (11 de Diciembre de 2018). *Análisis FODA o Matriz DOFA: entiende el concepto y ponlo en práctica*. Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/como-hacer-una-matriz-dofa/>
- Rus, E. (09 de Diciembre de 2020). *Investigación documental*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-documental.html>
- Tamayo-Tamayo, M. (2006). *El Proceso de Investigación Científica* (Cuarta ed.). México: LIMUSA. Obtenido de https://www.academia.edu/17470765/El_Proceso_De_Investigacion_Cientifica_Mario_Tamayo_Y_Tamayo_1
- UPEL. (2004). *Una Estrategia Metodológica Para El Proyecto Factible*. Obtenido de <https://revistas.upel.edu.ve/index.php/entretemas/article/viewFile/1032/363>

vialitec. (2018). *Sistema De Drenaje Superficial, Causas Y Componentes*. Obtenido de <https://www.vialitec.com/contenido/sistema-de-drenaje-superficial-causas-y-componentes>

Yang, X. (2020). *Sistemas De Drenajeurbano Sostenible (SUDS)* . [Trabajo de postgrado], Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares. Obtenido de <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/44115>