



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO BOLÍVAR  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA EXISTENTE EN EL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES, DE UN TRAMO DE LA AVENIDA PASEO ORINOCO PARROQUIA CATEDRAL, CIUDAD BOLÍVAR ESTADO BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR LOS BACHILLERES LUIGGI A SALAZAR C Y SAMUEL G VIVAS H PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL.**

**CIUDAD BOLÍVAR, MARZO 2023**



## ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, intitulado “**EVALUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA EXISTENTE EN EL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES, DE UN TRAMO DE LA AVENIDA PASEO ORINOCO PARROQUIA CATEDRAL, CIUDAD BOLÍVAR ESTADO BOLÍVAR.**”, presentado por los bachilleres **LUIGGI A SALAZAR Y SAMUEL G VIVAS H**, ha sido Aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

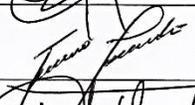
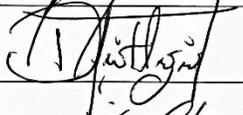
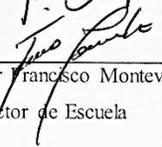
Nombre:	Firma:
Profesor Beatriz Echeverría	
_____ (Asesor Académico)	_____
Francisco Monteverde	
_____ (Jurado)	_____
Dafnis Echeverría	
_____ (Jurado)	_____
_____ Profesor Rodolfo González	_____ Profesor Francisco Monteverde
Jefe del Departamento de Ingeniería Civil	Director de Escuela

Ciudad Bolívar, Marzo de 2023



### ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, intitulado "EVALUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA EXISTENTE EN EL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES, DE UN TRAMO DE LA AVENIDA PASEO ORINOCO PARROQUIA CATEDRAL, CIUDAD BOLÍVAR ESTADO BOLÍVAR.", presentado por los bachilleres **LUIGGI A SALAZAR Y SAMUEL G VIVAS H**, ha sido Aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre: Profesor Beatriz Echeverría (Asesor Académico)	
Francisco Monteverde (Jurado)	
Dafnis Echeverría (Jurado)	
Profesor Rodolfo González Jefe del Departamento de Ingeniería Civil	 Profesor Francisco Monteverde Director de Escuela

Ciudad Bolívar, Marzo de 2023

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios por permitirme llegar hasta este momento tan importante en mi vida. A mis padres por ser los pilares más importantes de mi vida y por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

*Salazar Luiggi*

Dedicada a Dios, gracias a él he podido culminar mi carrera y llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres que me han dado la vida y en ella la capacidad por superarme. Quienes siempre me impulsaron a estudiar y por los sacrificios para poder darme la mejor herencia, mis estudios

*Vivas Samuel.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios, Todopoderoso por permitirme vivir, por guiarme por el camino del bien; por darme una familia tan maravillosa. A mis Padres, , que han sido el mejor ejemplo de dedicación, sacrificio y constancia.

A mi Tutor Académico, por su amplia disposición; y a todas aquellas personas que han colaborado con este trabajo y me han apoyado a lo largo de la carrera.

*Salazar Luigi.*

Ante todo, debo agradecer a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar los obstáculos que se me han presentado a lo largo de este viaje.

Agradezco a mis padres por inculcarme los principios y valores que hoy me hacen la persona que soy y que con su cariño y apoyo me ayudaron a realizar esta meta, gracias por siempre estar ahí cuando los he necesitado.

*Vivas Samuel.*

## **RESUMEN**

En este trabajo se planteó como objetivo general Evaluar la problemática existente en el sistema de drenaje de aguas pluviales, de un tramo de la Avenida Paseo Orinoco parroquia Catedral, Ciudad Bolívar Estado Bolívar. La metodología se desarrolló bajo el esquema de una investigación documental y de campo de tipo proyectiva se dice que la investigación es proyectiva porque intenta proponer soluciones a una determinada situación. Se utilizó información facilitada por entes como INAMEH, la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) que fueron necesarios para la determinación de datos hidrológicos e hidráulicos para el estudio. El método para la estimación del caudal fue el Método Racional. Finalmente se propone el sistema de captación de aguas pluviales resumido en una tabla donde se muestran los caudales, elementos geométricos e hidráulicos, perfiles longitudinales de los canales y secciones transversales de los mismos.

## CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
RESUMEN.....	vi
CONTENIDO.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABLAS .....	xii
LISTA DE APÉNDICES .....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I_SITUACION A INVESTIGAR.....	4
1.1 Situación objeto de estudio.....	4
1.2 Objetivos de la investigación.....	8
1.2.1 Objetivo general.....	8
1.2.2 Objetivos específicos .....	8
1.3 Justificación de la investigación .....	8
1.4 Alcance de la investigación .....	9
CAPÍTULO II_GENERALIDADES.....	10
2.1 Ubicación geográfica .....	10
2.2. Acceso al área de estudio .....	10
2.3. Geología regional y/o local.....	11
2.4. Geografía de la región .....	12
CAPÍTULO III_MARCO TEÓRICO.....	13

3.1 Antecedentes de la investigación .....	13
3.2 Bases teóricas.....	14
3.2.1 Hidrología Urbana .....	14
3.2.2 Variables hidrometeorológicas: .....	14
3.2.3 Curvas IDF .....	15
3.2.4 Tiempo de concentración y acumulación del caudal .....	17
3.2.5 Estimación de caudales de diseño.....	17
3.2.6 Sistema de drenaje urbano.....	18
3.2.7 Tipos de drenaje.....	19
3.2.8 Sumideros .....	20
3.4 Bases legales .....	23
3.4.1 Decreto Extraordinario N° 5.138 .....	23
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	28
4.1 Tipo de investigación .....	28
4.1.1 Descriptiva.....	28
4.1.2 Investigación proyectiva .....	29
4.2 Diseño de la Investigación.....	29
4.2.1 Diseño de campo.....	29
4.2.2 Diseño Documental.....	30
4.3 Población de la investigación .....	31
4.4 Muestra de la investigación .....	31
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	32
4.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	32
4.6 Flujograma de la investigación .....	33
CAPÍTULO V ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	35

5.1 Diagnosticar el funcionamiento del sistema de drenaje actual. ....	35
5.2 Caracterizar climatológicamente el área de estudio.....	37
5.2.1 Precipitación.....	38
5.2.2 Evaporación.....	39
5.2.3 Temperatura media mensual .....	41
5.3 Plantear soluciones para el adecuado funcionamiento de la red de drenaje de aguas pluviales .....	42
5.4 Realizar el cálculo hidráulico de los canales de drenajes propuestos .....	43
5.4.1 Delimitación y determinación del área de la cuenca y subcuencas .....	43
5.4.2 Pendiente media de la zona .....	45
5.4.3 Determinación del período de retorno .....	45
5.4.4 Determinación del coeficiente de escurrimiento de la cuenca. ....	46
5.4.5 Determinación del tiempo de concentración de la cuenca .....	48
5.4.6 Definición del trazado en planta y perfil longitudinal de los canales de drenaje previstos en la zona de estudio. ....	52
5.4.7 Determinación de los parámetros geométricos e hidráulicos de los canales de drenaje propuestos. ....	53
CAPÍTULO VI LA PROPUESTA DE DISEÑO .....	57
6.1 Objetivo de la propuesta.....	57
6.2 Alcance de la propuesta.....	57
6.3 Justificación de la propuesta.....	57
6.4 Metodología del trabajo.....	58
6.5 Propuesta de canales .....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	59
Conclusiones.....	59

Recomendaciones .....	60
REFERENCIAS .....	61
APÉNDICES .....	87

## LISTA DE FIGURAS

2.1 Mapa del Estado Bolívar. ....	10
2.2 Tramo a estudiar de la avenida Paseo Orinoco.....	11
4.1 Flujograma de la investigación .....	34
5.1 Agua estancada en la av. Paseo Orinoco a la altura del hotel Gran Churún Meru con presencia de sedimentos en las cunetas y vegetación abundante vegetación en la isla y del lado derecho sentido este-oeste. (Salazar y Vivas, 2021) .....	36
5.2 Tramo de la av. Paseo Orinoco con agua estancada y abundante vegetación. (Salazar y Vivas, 2021).....	36
5.3 Av. Paseo Orinoco tramo estudiado, asfalto agrietado (Salazar y Vivas, 2021) ..	37
5.4 Precipitación máxima, media y mínima mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar Periodo 1.987 – 2.007. (INAMEH, 2017).....	39
5.5 Evaporación media mensual en (mm). Estado Punta Tamarindo, Serial: 4659 – Estado Anzoátegui Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente; INAMEH, 2017).....	40
5.6 Temperatura media mensual en (°C) . Estación Ciudad Bolívar Aeropuerto, Edo. Bolívar. Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).....	42
5.7 áreas de la cuenca (Salazar y Vivas, 2021) .....	44
5.8 longitud axial de la cuenca (morado), longitud del cauce (verde).....	45
5.9 Inicio y final del Cauce (Salazar y Vivas, 2021) .....	49
5.10 Trazado en planta del canal de aguas pluviales de un tramo de la av. Paseo Orinoco (Salazar y Vivas, 2021).....	52
5.11 Rejilla para canales .....	55

## LISTA DE TABLAS

3.1 Coeficientes de escorrentía según el tipo de superficie (Gaceta Oficial N°5318, Art. 3.15, 1999).....	23
3.2 Coeficientes de escorrentía promedios para distintas zonas (Gaceta Oficial N° 5318, Art. 3.16, 1999).....	23
3.3 Coeficiente de rugosidad de acuerdo al material_(Gaceta Oficial N° 5318, Art. 3.22, 1999) .....	24
3.4 Velocidades máximas admisibles según .....	25
5.1 Precipitación media mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar. Período 1.987 – 2.007.(Fuente: INAMEH,2017).....	38
5.2 Evaporación media mensual en (mm). Estación Punta Tamarindo_Serial: 4659 – Estado Anzoátegui. Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017). .....	40
5.3 Temperatura media mensual en (°C). Estación: Ciudad Bolívar- Aeropuerto, Edo. Bolívar. Periodo 1.987 – 2.007 (20 Años)._(Fuente: INAMEH, 2017). .....	41
5.4 Áreas de la cuenca. (Residencial, pavimentada_y vegetación) (Salazar y Vivas, 2021) .....	44
5.5 Coeficientes de escurrimiento (Aparicio 2001) .....	47
5.6 Coeficientes ponderados de escorrentía de la cuenca .....	48
5.7 Intensidades de lluvia dependiendo_de la duracion y el tiempo de retorno.....	50
5.8 intensidades de lluvia de la cuenca para períodos_de retorno de 5, 10 y 25 años. (Salazar y Vivas, 2021).....	51
5.9 caudal de la cuenca._(Salazar y Vivas, 2021) .....	51
5.10 Elementos geométricos e hidráulicos de los canales (Salazar y Vivas, 2021) ...	56

## LISTA DE APÉNDICES

<b>APÉNDICE A</b> .....	88
<b>PERFIL LONGITUDINAL DE LOS CANALES</b> .....	88
A.1 perfil longitudinal del canal derecho tramo av. paseo Orinoco .....	89
A.2 perfil longitudinal del canal izquierdo tramo av. paseo Orinoco.....	89
A.3 perfil longitudinal de los canales transversales av. Paseo Orinoco.....	90
<b>APENDICE B</b> .....	91
<b>SECCION TRANSVERSAL DE LOS CANALES</b> .....	91
B.1 seccion transversal de los canales derecho e izquierdo de la av. Paseo Orinoco.	92
B.2 sección transversal de los canales transversales de la av. Paseo Orinoco .....	92

## INTRODUCCIÓN

En nuestro planeta un gran número de países no están completamente desarrollados, estos países tienen un gran déficit en sus sistemas de drenajes de aguas pluviales, por eso observamos en repetidas ocasiones como en muchos de los países se presentan grandes inundaciones, deslaves y casos de enfermedades por aguas estancadas y todo esto es debido al mal drenaje pluvial o inexistente drenaje.

En nuestro país el déficit es muy elevado debido a que existen factores y variables aleatorias que entran en juego, muchos aspectos aun no investigados. En las últimas dos décadas se ha acrecentado el problema de inundaciones de calles principales y avenidas en Ciudad Bolívar.

Dado que la presente investigación es de carácter proyectiva y con la que se pretende dar una solución al problema señalado usando los adecuados criterios profesionales.

Una vez planteado lo anterior, sería necesario el desarrollo de un buen sistema de drenaje que permita a esta zona desenvolverse con normalidad en épocas de altas precipitaciones.

El objetivo principal es Evaluar la problemática existente en el sistema de drenaje de aguas pluviales, de un tramo de la Avenida Paseo Orinoco parroquia Catedral, Ciudad Bolívar Estado Bolívar.

En esta investigación se pretende alcanzar la elaboración del sistema de drenaje superficial que pueda recibir sin problemas el caudal generado en el urbanismo, ya que no se presenta limitación alguna para el logro de este proyecto. La investigación está estructurada en 6 capítulos en donde en cada capítulo se habla sobre:

Capítulo I Situación a investigar: en este se describe el problema en el que está enmarcada la investigación, se dan a conocer los objetivos de la investigación que se quieren alcanzar con el desarrollo de la misma, se justifica y se explica el alcance que tendrá el proyecto.

Capítulo II Generalidades: en este se presentan las generalidades del estudio como Ubicación geográfica del área, acceso, características físico - naturales, geología regional y/o local.

Capítulo III Marco teórico: aquí se describe el marco teórico con el cual es respaldada la investigación y se presentan antecedentes que tengan correlación al estudio.

Capítulo IV Metodología de trabajo: en este capítulo se presenta el marco metodológico, diseño y tipo de estudio. De igual manera se describe mediante un flujograma el proceso de la investigación.

Capítulo V Análisis e interpretación de los resultados: se muestra el cumplimiento de los objetivos de la investigación, el diseño propuesto, los cálculos

realizados y resultados obtenidos mediante tablas, figuras, perfiles longitudinales y secciones transversales.

Por último, en el capítulo VI La propuesta: se presenta la propuesta a la que se ha llegado con la realización del estudio y con base en los resultados obtenidos y se detallan las características más esenciales de los elementos del sistema.

# CAPÍTULO I

## SITUACION A INVESTIGAR

### **1.1 Situación objeto de estudio**

La lluvia es un fenómeno meteorológico que consiste en caer el agua en forma de precipitación líquida desde las nubes, formadas por condensación del vapor de agua, que al cobrar tamaño y peso no pueden mantenerse suspendidas en el aire. A su caída el agua se distribuye de forma irregular: una parte es aprovechada por las plantas, otra aumentará los caudales de los ríos por medio de los barrancos y escorrentías que, a su vez aumentarían las reservas de pantanos y embalses y la mayor parte se infiltrará a través del suelo.

Actualmente a nivel mundial existe una evidente problemática en los sectores urbanizados donde han venido creciendo indiscriminadamente sin una organización verdaderamente efectiva. En todo desarrollo urbano se genera la interacción entre las actividades humanas y el ciclo natural del agua, ocasionando constantemente grandes problemas de inundaciones y degradación de los cauces naturales, el desarrollo de nuevas actividades urbanas provoca cambios que se traducen en una modificación importante en los cauces naturales de drenaje, la pérdida de la capacidad de infiltración de los suelos y un deterioro del sistema de recolección de aguas pluviales, lo que produce una deficiencia grave en la gestión de escorrentía, tanto en su volumen como en su calidad.

Las aguas pluviales quedan comprendidas no solo como precipitaciones que caen directamente sobre áreas urbanizadas que conforman la población sino aquellas que precipitan sobre otras áreas, pero se discurren a través de la ciudad, bien sea por cauces naturales, conductos artificiales o simplemente a lo largo de la superficie.

Por lo que los sistemas de drenaje son necesarios para la colección y transporte de las aguas de lluvia para alejarlas de las poblaciones, constituyendo de esta manera obras de saneamiento porque evitan el estancamiento, la producción de olores y favorecen las condiciones ambientales.

El desarrollo urbano altera sustancialmente la hidrología de las cuencas donde se produce. En particular, se modifican la red de drenaje y el proceso de transformación lluvia-escorrentía. Como consecuencia de la actividad urbanizadora, los cauces naturales que conforman la red hidrográfica original suelen ser profundamente alterados, lo que afecta de forma directa a su capacidad de desagüe y por tanto se propicia la existencia de inundaciones.

Las inundaciones son una causa frecuente de problemas de drenaje, particularmente en los terrenos adyacentes a los ríos, lluvias de alta intensidad en la parte alta de las hoyas hidrográficas crean un aumento considerable del caudal de los ríos que a no ser contenidos en el cauce normal se desbordan provocando problemas de drenaje a lo largo del plano de inundación, la alta precipitación en sí misma, sin embargo, no es la única causante, el mal mantenimiento del cauce de los ríos puede ser en muchas ocasiones el factor determinante en su desbordamiento.

En muchos países se presentan diversos casos de inundaciones y crecidas de los cursos naturales del agua cuando suscitan ciclos de pluviosidad de constantes duraciones y altas intensidades, lo cual generalmente ocasiona la obstrucción de los sistemas de drenaje, los cuales no tienen la capacidad requerida para la disposición de las aguas de las precipitaciones.

El drenaje urbano es uno de los aspectos más ignorados de la gestión de los recursos hídricos de América Latina y el Caribe. En estos países, el uso en las zonas urbanas de sistemas separados de drenaje de aguas lluvias suele ser limitado. Por lo

general, esos sistemas solo existen en las zonas centrales de las grandes ciudades más antiguas. Los pocos sistemas con que cuentan están generalmente en mal estado, son propensos a taparse y normalmente no tienen capacidad suficiente para absorber incluso el volumen de agua que generan las lluvias moderadas.

Como la mayoría de los países de América Latina y el Caribe se encuentra en las zonas tropical y subtropical, caracterizadas por altas precipitaciones, muchas zonas urbanas se inundan cuando llueve, fenómeno que es muy habitual y oneroso. En muchos países, las inundaciones urbanas son un problema creciente y provocan grandes daños, sobre todo cuando hay deslizamientos de tierra o lodo.

En Venezuela las fuertes precipitaciones que se registran provocan la inundación de calles, autopistas y avenidas principales, esto es sin duda uno de los problemas más preocupantes, principalmente por los efectos negativos asociados que se generan para quienes viven en esas áreas y para los que transitan por ellas, como conductores y peatones. La carencia de sistemas adecuados de drenajes capaces de mitigar las inundaciones que se presentan obedecen a factores como por ejemplo el hecho de que la mayoría de las zonas fueron construidas sin planificación urbana, en aquella época, cuando la gente construía pozos sépticos, sumideros y todo eso que hoy día sigue estando conectado, a pesar de que ahora hay un sistema de cloacas. Por eso hay filtraciones y los niveles freáticos (el agua que emana naturalmente de la tierra hacia arriba) están altos.

Por otro lado, en la zona norte del Estado Bolívar el régimen pluviométrico se inicia desde la segunda quincena del mes de Mayo, a partir de esta fecha se observan como las calles y avenidas de nuestra ciudad se ven totalmente inundadas, principalmente las partes bajas, actualmente existen problemas en zonas urbanas, específicamente en el municipio Angostura del Orinoco, una de las zonas que se ha caracterizado en la actualidad como casi intransitable durante la temporada de

precipitaciones es la Avenida Paseo Orinoco, exactamente en el tramo en el cual se encuentra la conocida “Cruz del perdón” cuyas aguas rebosan las calles y aceras por percibir las grandes cantidades de agua de lluvia tras el escurrimiento de las calles diagonales a este tramo y la ineficiencia del servicio de drenaje de las aguas pluviales que se encuentra presente en la actualidad, por lo que prácticamente el paso vehicular es casi imposible por esa vía, todo esto ocurre como consecuencia de la falta de drenaje que caracteriza a las diferentes zonas aledañas, donde en temporada de lluvias el agua corre libremente, inundando a tal nivel de cubrir en su totalidad la superficie de la vialidad, impidiendo la óptima circulación del tránsito, o se estanca originando el deterioro de las calles, daños a las viviendas o edificaciones, así como malos olores producto del arrastre de material de desecho.

Ante la presente situación tiende a producirse las siguientes interrogantes:

¿Por qué se debe Diagnosticar el sistema de drenaje actual?

¿Qué características climatológicas presenta el área de estudio?

¿cuáles serían las posibles soluciones para el adecuado funcionamiento de la red de drenaje de aguas pluviales?

¿Qué podría establecerse para el mejoramiento del sistema de drenaje actual?

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Evaluar la problemática existente en el sistema de drenaje de aguas pluviales, de un tramo de la Avenida Paseo Orinoco parroquia Catedral, Ciudad Bolívar Estado Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Diagnosticar el funcionamiento del sistema de drenaje actual.
2. Caracterizar pluviométricamente el área de estudio.
3. Plantear soluciones para el adecuado funcionamiento de la red de drenaje de aguas pluviales.
4. realizar el cálculo hidráulico de los canales de drenajes propuestos.

## **1.3 Justificación de la investigación**

El control de la escorrentía ocasionada por los eventos de lluvia intensos en los entornos urbanos es de primordial importancia para la vida pública en las ciudades. Los daños por inundaciones a las propiedades privadas y públicas producen todos los años cuantiosas pérdidas económicas y graves perjuicios a la vida social de las comunidades urbanas, por interrupción de los servicios públicos de transporte, interrupción de las actividades económicas y menoscabo de la calidad de vida en las áreas urbanas.

La evaluación del sistema de drenaje de un tramo de la Avenida Paseo Orinoco parroquia Catedral, Ciudad Bolívar – Estado Bolívar, constara con información acerca del estado actual en que se encuentran los sistemas de recolección de aguas pluviales en esta área, permitiendo con esto poder elaborar una proposición de ciertos alineamientos dando solución al funcionamiento óptimo de esta red de drenaje. Favorecerá a la comunidad y a organismos competentes, como es el de dar una solución a la problemática de cierta zona la cual se inunda en su totalidad durante las precipitaciones y brindar así un beneficio a toda la colectividad.

#### **1.4 Alcance de la investigación**

El despliegue del proyecto mostrara información que estará disponible a los intereses de organismos competentes, de forma que la evaluación de la problemática existente en el sistema de drenaje de aguas pluviales de un tramo de la Avenida Paseo Orinoco Parroquia Catedral, Ciudad Bolívar - Estado Bolívar, para que Proporcione un funcionamiento eficiente, tanto en mantenimientos y mejoras de la red de drenaje de la zona en general. Se pretende buscar alternativas de solución a la problemática, lo cual abarca la observación del estudio.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación geográfica

El área de estudio se ubica en la Av. Paseo Orinoco (tramo comprendido entre el paso Arauca y el final de la av. 5 de julio a la altura de la estación policial Catedral), en la parroquia Catedral situada al Noroeste de Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco, Estado Bolívar. (Figura 2.1)



Figura 2.1 Mapa del Estado Bolívar.

#### 2.2. Acceso al área de estudio

el tramo a evaluar posee 4 puntos de acceso, el primero podemos ubicarlo en el paso Arauca, el segundo y tercero serían en la misma avenida paseo Orinoco sentido este-oeste (desde la UGMA) y sentido oeste-este viniendo desde la plaza Las Banderas

y por último tendríamos el acceso desde la avenida 5 de julio a la altura de la estación policial Catedral.

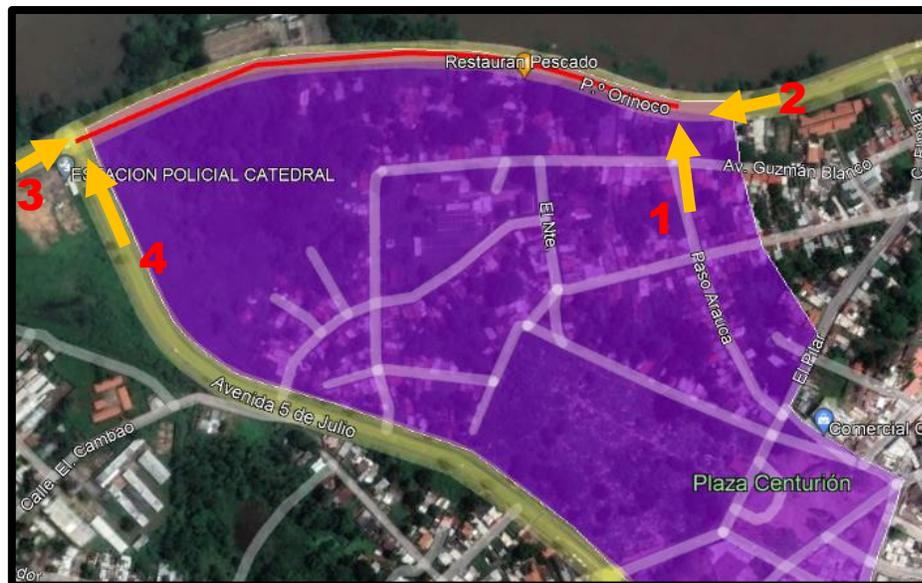


Figura 2.2 Tramo a estudiar de la avenida Paseo Orinoco.  
(Salazar y vivas,2021)

### 2.3. Geología regional y/o local

Ciudad Bolívar, estado Bolívar, se encuentra ubicada dentro de tres unidades litoestratigráficas importantes que representan la geología local de la ciudad: Complejo Geológico de Imataca, la Formación Mesa y los Sedimentos o Aluviones Recientes.

El Complejo de Imataca, tiene una gran importancia económica porque en él se localizan importantes depósitos de manganeso, concentraciones de caolín, mármoles dolomíticos y bauxitas lateríferas.

Bajo condiciones de abundantes precipitaciones periódicas, la formación ha sido erosionada para formar cadenas espectaculares de cárcavas. “Los sedimentos y 13

Aluviones Recientes, son sedimentos con una constitución limo-areno-arcillosa, bastantes sueltos y sumamente porosos.

#### **2.4. Geografía de la región**

Ciudad Bolívar, está localizada a 54 metros sobre el nivel del río Orinoco, separada de Puerto Ordaz y San Félix, ("Puerto Ordaz y San Félix") perteneciente al estado Bolívar). Ubicado al sur de este río en la parte del puente Angostura, se encuentra el principal puerto fluvial del este de Venezuela y de la Guayana también.

El municipio Angostura del Orinoco limita al norte con el río Orinoco, y el municipio Independencia del estado Anzoátegui, en el sur, limita con el municipio Raúl Leoni, al este limita con los municipios Caroní y Piar, finalmente, al oeste con el municipio Sucre. Ciudad Bolívar, está constituido por las parroquias: Catedral, Agua Salada, Sabanita, Vista Hermosa, Marhuanta, José Antonio Páez, (estas Parroquias son las que subdividen a la Ciudad) Orinoco, Panapana y Zea.

En la parte geológica, la ciudad presenta una gran estabilidad tectónica, porque está ubicada sobre las rocas ígneas del escudo Guayanés, que corresponden al Precámbrico, las formaciones geológicas más antiguas y estables de nuestro planeta

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes de la investigación**

Cárdenas y Fernández (2012) proponen en su investigación la “Solución del drenaje superficial de la vialidad como alternativa en la población de Carrasqueño”, la cual tuvo como objetivo determinar una solución de drenaje superficial de la vialidad en la población de Carrasqueño. Los resultados revelan que la población presenta problemas de drenaje externo de las aguas de lluvia que dificulta su conducción a los puntos de descarga natural. Se comprobó que el desagüe de las zonas es deficiente debido a lo anegadizo del área y al ancho de la vía fijado por las viviendas existentes, los cual les permitió construir un sistema de drenaje que permita conducir las aguas de lluvia a una quebrada existente.

La investigación antes mencionada se vincula con el estudio debido a que proporciona conocimientos acerca de cómo evaluar el sistema de drenaje promoviendo diagnósticos fiables para la buena funcionalidad.

Morales y Ontón (2013) en su trabajo de grado titulado “Propuesta de mejoramiento de la red de drenajes de aguas pluviales adyacentes al canal de cintura existente desde la progresiva 1+235 hasta la 2+554 en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. Concluyeron que en las curvas I.D.F fueron posibles representar lluvias de duraciones inferiores a 1 h, a pesar de que fueron elaboradas con datos de precipitaciones superiores a 1h (1,3,6,9,12 y 24)h, este se debe a los métodos estadísticos aplicables a la hidrología, como fueron los métodos gráficos y analítico.

Se considera este estudio y se relaciona con la presente investigación debido a que nos proporciona información acerca de cómo trabajar mediante métodos estadísticos aplicables a la hidrología en el área de Ciudad Bolívar.

## **3.2 Bases teóricas**

### **3.2.1 Hidrología Urbana**

Es la rama de la hidrología que estudia la hidrología de las zonas urbanas y metropolitanas, y describe los procedimientos utilizados en la determinación de los escurrimientos para la planificación y proyecto de sistemas de drenaje urbano (Bolinaga I., 1979).

### **3.2.2 Variables hidrometeorológicas:**

Según Méndez (2013), define a las variables hidrometeorológicas como:

La ciencia que estudia el ciclo del agua en la naturaleza. Abarca el estudio de las fases atmosféricas (evaporación, condensación y precipitación) y terrestre (intercepción de la lluvia, infiltración y derramamiento superficial) del ciclo hidrológico y especialmente de sus interrelaciones.

Cada una de las variables que intervienen en el ciclo hidrológico tiene múltiples aspectos que deben ser analizados cuidadosamente para interpretar correctamente la influencia de cada una de ellas en éste.

#### **3.2.2.1 Precipitación:**

La precipitación incluye la lluvia, la nieve y otros procesos mediante los cuales el agua cae a la superficie terrestre, tales como granizo y nevisca. La formación de

precipitación requiere la elevación de una masa de agua en la atmosfera de tal manera que se enfríe y parte de su humedad se condense (Chow, 2000).

### **3.2.2.2 Evaporación:**

Es el proceso por el cual el agua pasa de estado líquido a estado gaseoso, transfiriéndose a la atmósfera. Es lo apuesto a la condensación, generalmente la evaporación puede verse por la desaparición gradual del líquido cuando se expone a un volumen significativo de gas (Bateman, 2007).

### **3.2.2.3 Humedad:**

Es la cantidad de vapor de agua presente en el aire, se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad. La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura.

### **3.2.3 Curvas IDF**

Las curvas IDF, es decir Intensidad – Duración – Frecuencia, son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes a todos ellos a una misma frecuencia o periodo de retorno, es decir se trata de una representación gráfica de como de intensa es una precipitación en función de cuánto dura el episodio de lluvias y con qué probabilidad puede excederse ese episodio de lluvias.

Se denominan Curvas Intensidad- Duración-Frecuencia (IDF) a aquellas que representan duraciones en las abscisas y alturas de precipitación en las ordenadas, en

la cual, cada curva representada corresponde a una frecuencia (o período de retorno), de tal forma que las gráficas de las curvas IDF representan la intensidad media en intervalos de diferente duración, correspondiendo todos los de una misma curva, a un idéntico período de retorno. (Chow, 1994, p. 396).

### **3.2.3.1 Intensidad**

La intensidad de una lluvia se define como el volumen de agua que precipita por unidad de tiempo, y generalmente se expresa en mm/h, mm/min, mm/sg/ha o lt/sg/ha. (S. Arocha Ravelo, 1983)

### **3.2.3.2 Duración**

La duración de la lluvia es el tiempo comprendido entre el comienzo y el final de la lluvia, este final puede ser del total o el momento hasta donde es apreciable la lluvia para efectos prácticos. La lluvia según su duración puede denominarse como corta, cuando la duración es menor de 120 minutos, y larga, cuando es mayor de 120 minutos (S. Arocha Ravelo, 1983).

### **3.2.3.3 Frecuencia**

El concepto de frecuencia está asociado al de probabilidad y se le llama también intervalo de recurrencia, y es el número de veces que un evento es igualado o excedido en un intervalo de tiempo determinado o en un número de años (S. Arocha Ravelo, 1983).

El proceso para obtener curvas IDF combina tratamientos probabilísticos de datos de lluvia, con tratamientos matemáticos de variables que posteriormente

conformaran la expresión que permitirá la elaboración de las curvas de intensidad en función de tiempo de lluvia y periodo de retorno.

### **3.2.4 Tiempo de concentración y acumulación del caudal**

El tiempo de concentración se define como el tiempo máximo que tarda la partícula más alejada del área drenado hasta el punto de recolección (S. Arocha Ravelo, 1983).

Para el diseño de los colectores de aguas de lluvia en zonas urbanas, este tiempo de recolección presenta la suma de dos tiempos:

El tiempo que tarda la partícula más alejada en escurrir sobre la superficie.

El tiempo de traslado que existe en una cierta longitud del colector, comprenda entre dos sumideros consecutivos.

### **3.2.5 Estimación de caudales de diseño**

#### **3.2.5.1 Método Racional**

La determinación del gasto de diseño para un sistema de recolección de aguas pluviales en zonas pobladas atiende generalmente al método racional (S. Arocha Ravelo 1983).

El método considera la intensidad de lluvias para una duración igual al tiempo de concentración ya que se estima que habrá un incremento de caudal a medida que se incrementa el área, puesto que la disminución en intensidad con el tiempo es compensada con el mayor incremento de área. Cuando toda el área ha contribuido, esta

permanece constante, pero habrá disminución de intensidad a mayor tiempo y por tanto el gasto disminuiría.

Es el más utilizado en el mundo y sin dejar de lado a Venezuela donde actualmente se utiliza en proyectos de ingeniería vial, sanitaria e hidrológica. El método del caudal asume que el caudal máximo que se acumula en un determinado punto, como consecuencia de la escorrentía de aguas pluviales esta expresado por la ecuación:

$$Q = C * I * A$$

Donde:

Q = Caudal (l/s).

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad de lluvia (l/s/ha).

A = Área en hectáreas (ha).

### **3.2.6 Sistema de drenaje urbano**

Sistema de recolección de aguas pluviales (Arocha S., 1983, Cloacas y Drenajes, p. 60).

Se entenderá 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 las propiedades en las ciudades u obstaculicen el normal desenvolvimiento de la vida urbana, es decir dirigidas al logro de los objetivos establecidos.

Dentro del término “aguas pluviales” quedan comprendidas 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 discurren a través de la ciudad, bien sea por los cauces naturales, conductos naturales, conductos artificiales, o simplemente a lo largo de su superficie.

### **3.2.7 Tipos de drenaje**

#### **3.2.7.1 Drenaje superficial**

Se define como un conjunto de obras destinadas a la recogida de las aguas pluviales, su canalización y evacuación a los cauces naturales, sistemas de alcantarillado o a la capa freática del terreno (Bolinaga I, 1979).

#### **3.2.7.2 Drenaje secundario**

Es el conjunto de acciones correctivas constituidas por los conductos y obras conexas construidos por el hombre, las cuales permiten garantizar que las aguas no obstaculicen el normal desenvolvimiento del tráfico de personas y vehículos en las áreas urbanas.

#### **3.2.7.3 Drenaje primario**

Es el conjunto de acciones correctivas, constituido por los cauces naturales y los conductos artificiales y obras conexas, dirigidas a salvaguardar la vida de las personas y evitar el daño a las propiedades.

### **3.2.8 Sumideros**

Los sumideros son las estructuras encargadas de recoger el agua que fluye por las cunetas de las vías con el mínimo de interferencia para el tráfico vehicular y peatonal, evitando se introduzca a los colectores materiales de arrastre.

Estos dispositivos de captación pueden ser de varios tipos y su selección está determinada por características topográficas, grado de eficiencia del sumidero, importancia de la vía y por la posibilidad de arrastre y acumulación de sedimentos en el sector.

Determinado el caudal para las condiciones de riesgos en determinado punto, y definidos los puntos de recolección de esas aguas de lluvia, conviene seleccionar el tipo de sumidero que logre la mayor eficiencia de captación y proceder a su dimensionado.

#### **3.2.8.1 Tipos de sumideros**

❖ Sumidero de ventana: Consiste en una tanquilla de recolección, ubicada directamente debajo de la acera, con ventana lateral coincidiendo con el borde de la misma que permite la captación del agua que escurre en la cuneta o borde de acera (S. Arocha Ravelo 1983).

❖ Sumideros de rejillas en cunetas: Consiste en una tanquilla colocada en la cuneta, la cual se cubre con una rejilla, preferiblemente con barras en sentido paralelo a la corriente (S. Arocha Ravelo 1983).

A fin de lograr mayor resistencia estructural con frecuencia se colocan inclinadas, esto también favorece al tránsito de bicicletas. Presentan inconvenientes frecuentes por

deterioro de las rejillas, ocasionado por el tránsito y estacionamiento de vehículos. Sin embargo, su mayor ventaja radica en su mayor capacidad de captación.

❖ **Sumideros de rejillas en calzada:** Consiste en una tanquilla transversal a la vía y a todo lo ancho de ella, cubierta con rejillas, con barras diagonales. Generalmente el ancho es de 0,90 m. Se usan pletinas de 75 x 12 mm y un espaciamiento entre ellas no mayor de 6 cm, centro a centro (S. Arocha Ravelo 1983).

### 3.3 Definición de términos básicos.

1. **Aguas pluviales:** son las aguas producto de la lluvia o precipitación que escurren sobre la superficie del terreno (Chow, Maidment, & Mays, 1994).

2. **Alcantarillado:** conjunto de cloacas y drenajes (Arocha S., 1977, Abastecimiento de Agua, p. 27).

3. **Áreas inundables:** son aquellas superficies diferentes de las planicies inundables, que pueden ser ocupadas durante un tiempo prudencialmente largo, por aguas provenientes del escurrimiento superficial (Bolinaga J, 1979).

4. **Canales:** son elementos muy importantes, tanto para obtener el drenaje adecuado como por razones de seguridad, buena apariencia y mantenimiento económico de la vía y cumplen la función de remover las aguas que caen sobre la vía, evitando zonas de inundación que ocasionan problemas en el tráfico (Franceschi A, 1984).

5. **Colectores:** son los cauces naturales o los conductos construidos por el hombre (canales, tuberías, etc.) que transportan las aguas y que son drenajes primarios o secundarios, según sea el caso (Bolinaga J, 1979).

6. **Climatología:** tratado del clima, conjunto de las condiciones propias de un determinado clima (Real Academia Española, 2012).

7. **Cloacas:** sistema de recolección de aguas servidas (Arocha S., 1983, Cloacas y Drenajes, p. 56).

8. **Cuenca:** es un concepto geográfico e hidrológico que se define como el área de la superficie terrestre por donde el agua de lluvia escurre y transita o drena a través de una red de corrientes que fluyen hacia una corriente principal y por esta hacia un punto común de salida que puede ser un embalsamiento de agua interior, como un lago, una laguna o el embalse de una presa en cuyo caso se llama cuenca endorreica. Cuando sus descargas llegan hasta el mar se les denominan cuencas exorreicas. Normalmente la corriente principal es la que define el nombre de la cuenca (Rosales C. Luis A. 2012).

9. **Escorrentía:** ocurre cada vez que la corriente de agua llega a un cauce superficial producto de haberse discurrido de los charcos y depresiones (Carciente J, 1985).

10 **Inundación:** son producto de las fuertes lluvias que a causa de la acción indiscriminada del hombre en cuencas, cauces de ríos, quebradas y el depósito de basura que taponan los drenajes naturales, son algunas causas por las cuales se origina este fenómeno (Gustavo A, 2003).

11 **Fluido:** son sustancias capaces de fluir y que se adaptan a la forma de los recipientes de lo contienen. Pueden dividirse en líquidos y gases (Giles, Evett; & Liu, 1994).

12 **Pendiente:** proporción entre la distancia de cotas entre dos puntos y su longitud (Lopez, 1998).

### 3.4 Bases legales

#### 3.4.1 Decreto Extraordinario N° 5.138

##### 3.4.1.1 Artículo 3.15

Los coeficientes de escorrentía a utilizar, con respecto al tipo de superficie son los siguientes:

Tabla 3.1 Coeficientes de escorrentía según el tipo de superficie (Gaceta Oficial N°5318, Art. 3.15, 1999).

<b>Características de la Superficie</b>	<b>Coefficiente de Escorrentía</b>
Pavimento de concreto	0,70 a 0,95
Pavimento de asfalto	0,70 a 0,95
Pavimento de ladrillos	0,70 a 0,85
Tejados y azoteas	0,75 a 0,95
Patios pavimentados	0,85
Caminos de gravas	0,30
Jardines y zonas verdes	0,30
Praderas	0,20

##### 3.4.1.2 Artículo 3.16

El rango de variación de los coeficientes promedio para las distintas zonas, es como se muestra en la tabla 3.2

Tabla 3.2 Coeficientes de escorrentía promedios para distintas zonas (Gaceta Oficial N° 5318, Art. 3.16, 1999)

<b>Zona</b>	<b>Coefficiente de Escorrentía</b>
Comercial, en el centro de la localidad	0,70 a 0,95
Comercial, en otra ubicación	0,50 a 0,70
Residencia unifamiliar	0,30 a 0,50
Residencia multifamiliar separadas	0,4 a 0,6
Residencia multifamiliar agrupadas	0,60 a 0,75
Residencias suburbanas	0,25 a 0,40

Zona Industrial	0,50 a 0,60
Parques y cementados	0,10 a 0,25
Parques de juegos	0,20 a 0,35

### 3.4.1.3 Artículo 3.22

Coefficiente de rugosidad: los valores del coeficiente de rugosidad “n” a utilizar según el material de los colectores, serán los siguientes, tabla 3.3

Tabla 3.3 Coeficiente de rugosidad de acuerdo al material  
(Gaceta Oficial N° 5318, Art. 3.22, 1999)

Material	“n”
<b>a) Colectores cerrados prefabricados</b>	
P.V.C	0,012
P.E.A.D	0,012
Fiberglass	0,012
Acero	0,012
Hierro fundido	0,012
Hierro fundido dúctil	0,012
Arcilla virificada	0,013
Concreto ( $\varnothing > 61\text{cm}$ (24”))	0,013
Concreto ( $\varnothing < 53\text{cm}$ (21”))	0,015
<b>b) Colectores cerrados vaciados en sitio</b>	
Concreto	0,014
<b>c) Canales</b>	
Revestimiento de asfalto	0,015
Revestimiento de concreto	0,015
Excavados en tierra	0,022-0,030
Lechos pedregosos y taludes con grama	0,035

### 3.4.1.4 Artículo 3.23

Velocidad mínima: la velocidad mínima a sección llena, en colectores de alcantarillados de aguas servidas será de 0,6 m/s. La velocidad mínima a sección llena, en colectores de alcantarillados de aguas pluviales y únicos, será de 0,75 m/s.

### 3.4.1.5 Artículo 3.24

Velocidad máxima: la velocidad máxima a sección llena en colectores de alcantarillado, dependerá del material a emplear en los mismos. Las velocidades máximas admisibles, según el material de los colectores se muestran en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Velocidades máximas admisibles según el material de los colectores (Gaceta Oficial N° 5318, Art. 3.24, 1999).

Material de la tubería	Velocidad limite en m/s
a) Concreto	
Rcc28 = 210 kg/cm <sup>2</sup>	5,00
Rcc28 = 280 kg/cm <sup>2</sup>	6,00
Rcc28 = 350 kg/cm <sup>2</sup>	7,50
Rcc28 = 420 kg/cm <sup>2</sup>	9,50
b) Arcilla vitrificada	6,00
c) PVC	4,50
d) Hierro fundido, acero	Sin límite

### 3.3.1.6 Artículo 3.28

Pendientes mínimas: la pendiente mínima de los colectores del sistema alcantarillado, estará determinado por las velocidades mínimas admisibles a sección llena.

### 3.3.1.7 Artículo 3.29

Pendientes máximas: las pendientes máximas de los colectores de un sistema de alcantarillado, serán los correspondiente a las velocidades máximas admisibles a sección llena, según el material empleado en los mismos.

### 3.3.1.8 Artículo 3.91

Planos de un sistema de alcantarillado para aguas pluviales: se ejecutarán en escalas 1:1000; 1:2000 o 1:2500, según corresponda en cada caso, en tantas hojas como sea necesario. Los planos de plantas del sistema se realizarán dibujando en el plano topográfico con curvas de nivel de la localidad y alrededores, los colectores, bocas de visita y sumideros, indicando, además:

Límites del área a drenar:

1. Nombre de cada calle existente o en proyecto, así como el de los barrios y otros.
2. Ríos, quebradas y zanjones con sus puentes, alcantarillados y otros.
3. Plazas, parques y jardines públicos.
4. Edificios y lugares importantes, como aeródromos, estadios, cuarteles, hospitales, escuelas y otros.
5. Fuentes públicas de abastecimiento de agua, instalaciones de tratamiento de agua, pozos depósitos y otros.
6. Instalaciones de aguas servidas, estaciones de bombeos y otras obras.
7. Zanjas de posible extensión futura de la localidad.
8. Autopistas, carreteras y caminos de la localidad.

9. Canales de riego, de matariología, drenajes existentes y otros servicios públicos.

10. Punto de referencia acotada (B.M).

11. Cotas de la parte superior de las tapas de las bocas de visita y de todos los puntos notables de la localidad.

12. La dirección norte-sur astronómica.

13. Divisiones de redes, tramos, indicando además el número de hectáreas de cada área tributaria y el número de red; y la escala correspondiente y referencia.

Canales. Se dibujarán los ejes correspondientes, debiéndose indicar, además:

1. Longitud de cada tramo en metros.
2. Comienzo y fin de cada curva, con indicación del o los radios.
3. Pendiente en ‰ (por mil).
4. Gasto máximo a conducir en lt/s.
5. Forma de la sección y dimensiones en metros

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

##### **4.1.1 Descriptiva**

Herrera (1990), indica que “la investigación descriptiva consiste fundamentalmente en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferentes” (p. 38). Esta investigación es de tipo descriptiva ya que trata de resaltar las características de un fenómeno, como lo es la inundación en la avenida paseo Orinoco de Ciudad Bolívar existente en el sistema de drenaje de aguas pluviales.

Por su parte Rojas de Narváez (1996), expresa que los objetivos de una investigación de tipo descriptiva son: “Describir, analizar, registrar e interpretar la naturaleza actual, la composición o los procesos de los fenómenos, para presentar una interpretación correcta” (p.40). Esta definición ayuda a comprender mejor el porqué de considerar el tipo de investigación descriptiva ya que con este estudio se tratará de resaltar la situación actual en la que se halla en la avenida paseo Orinoco de Ciudad Bolívar existente en el sistema de drenaje de aguas pluviales.

La investigación descriptiva trasiega sobre necesidades de hecho y sus características, su fin es presentar información basada bajo la interpretación correcta de las características del prospecto estudiado.

### **4.1.2 Investigación proyectiva**

Según el manual de “Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la UPEL” (2003), el proyecto factible consiste “en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades (p.7). Esta investigación busca proponer una solución a la situación que se presente en la avenida paseo Orinoco de Ciudad Bolívar en temporada de lluvias. Este estudio implica explorar, describir, explicar y ofrecer una alternativa de cambio como propuesta.

Este proyecto está enfocado a proponer mejoras en el desenvolvimiento diario de los habitantes de dicho sector, así como también de los diferentes usuarios que transitan por estas calles, aspecto que reafirma su carácter dentro de este tipo de investigación. En la fase proyectiva el investigador diseña y prepara las estrategias y procedimientos específicos para el tipo de investigación que se ha seleccionado. El resultado de esta fase es lo que comúnmente se vuelca en los criterios metodológicos.

## **4.2 Diseño de la Investigación**

### **4.2.1 Diseño de campo**

Rojas de Narváez (1996), expone que la investigación de campo “se realiza observando el grupo o fenómenos estudiados en su ambiente natural” (p.25).

Por su parte Sabino (1992), precisa que en este tipo de investigación “los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad mediante el trabajo concreto del investigador y sus equipos” (p. 89).

La investigación para evaluar la problemática existente en el sistema de drenaje de aguas pluviales en la avenida paseo Orinoco de Ciudad Bolívar, consiste en la observación directa de los hechos, en el lugar de acción sin modificarlos y sin intervenir voluntariamente en su desarrollo. Lo que se hará es observar fenómenos tal cual como se dan en su contexto natural para después analizarlos.

#### **4.2.2 Diseño Documental**

Según Arias (2004) expresa que la investigación documental “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrado por otros investigadores en fuentes documentales: impresas audiovisuales o electrónica”. (p. 25).

Para llevar a cabo de manera satisfactoria la investigación se requiere la definición de los requerimientos por medio de una documentación documental, que permiten darle soporte y mayor variedad al estudio realizado y obtener nuevos conocimientos para el análisis del mismo.

En la presente investigación se hizo necesario contar con las bases teóricas necesarias que respaldaron la investigación. Por otra parte, se contó con medios informativos como los datos recolectados de las instituciones públicas, las cuales son: estudios meteorológicos, memorias descriptivas, y búsqueda que complementaran la información.

### **4.3 Población de la investigación**

Selltiz (Citado en Tamayo y Tamayo, 2000), manifiesta: “Una población es el conjunto de todas las cosas que concuerdan con una serie determinada de especificaciones” (p.51).

Tamayo (2000), considera que una población está determinada por sus características definitorias, y expresa: “Población es la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación “(p. 51).

En el presente caso se considera como población de la investigación toda la superficie en la avenida paseo Orinoco susceptibles de captar aguas pluviales.

### **4.4 Muestra de la investigación**

Tamayo, (2003) expresa: “Una muestra es una reducida parte de un todo, de la cual nos serviremos para describir las principales características de aquel” (p.320).

Sampieri, 1998: La muestra suele ser definida como un subgrupo de la población (p.204).

La muestra es una porción, un subconjunto de la población que selecciona el investigador de las unidades de estudio, con la finalidad de obtener información confiable y representativa.

La muestra de la investigación será considerada de igual tamaño que la población por considerarse esta de dimensiones finitas y mensurables.

## **4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Al respecto Hernández, Fernández y Batista (2003), el sobre quien o quienes se van a recolectar datos dependiendo del enfoque técnico (cualitativo, Cuantitativo, y mixto), del planteamiento del problema a investigar y de los alcances (p. 428).

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos son establecidas según el alcance de la metodología de la investigación utilizada, las cuales son:

### **4.5.1 Técnicas de recolección de datos**

#### **4.5.1.1 Observación directa en el campo**

Según Sabino (1986), la observación puede definirse como el uso sistemático de nuestros sentidos, en la búsqueda de los datos que necesitamos para resolver un problema de investigación. Dicho de otro modo, observar científicamente es percibir activamente la realidad exterior, orientándonos hacia la recolección de datos previamente definidos como de interés en el curso de una investigación. (P.132-133).

Esta técnica se aplicará al presenciar el lugar de los hechos, lo cual nos revelará la realidad acerca de las consecuencias que han causado la inexistencia de una evaluación en el sistema de drenaje de aguas pluviales de la avenida paseo Orinoco de Ciudad Bolívar. Así mismo, mediante la observación se logrará percibir la inundación en dicho sector, lo que favorecerá el desarrollo de la investigación.

La localización de los elementos críticos que debe abordar la propuesta, es solo el punto de partida que ayudará a identificar el porqué de la situación y realizar una correcta selección de las técnicas

#### **4.6 Flujograma de la investigación**

Para la ejecución de esta investigación se seguirá el flujograma mostrado en la figura 4.1 en el cual se indican las diligencias a realizar necesarias para el logro de los objetivos específicos planteados



Figura 4.1 Flujo de la investigación

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1 Diagnosticar el funcionamiento del sistema de drenaje actual.**

Iniciaremos evaluando el funcionamiento de nuestra área de estudio el cual es el tramo comprendido entre la estación policial Catedral y el paso Arauca a la altura de la entrada de Perro Seco en donde también está ubicada la Cruz del Perdón, en este tramo de avenida nos podemos encontrar con abundante vegetación a ambos lados de la avenida y en la isla de la misma.

en la visita de campo observamos el deterioro de la vía (asfalto), la acumulación de sedimentos a lo largo de la misma, debido al arrastre que conllevan las precipitaciones y estancamiento de las mismas a la altura de lo que anteriormente se conocía como el hotel Gran Churún Meru. Todo esto debido al escaso o nulo sistema de drenaje de la vía.

El sistema de drenaje existente no se alcanza a visualizar debido a la abundante vegetación en el área de estudio, dicho sistema se encuentra totalmente obstruido ya que al momento de producirse las precipitaciones, el área es propensa a inundarse rápidamente y a drenar muy lentamente y hasta se podría decir que el drenaje del agua estancada es nulo ya que al pasar por el tramo estudiado en épocas de lluvias podemos observar el agua estancada permanentemente.



Figura 5.1 Agua estancada en la av. Paseo Orinoco a la altura del hotel Gran Churún Meru con presencia de sedimentos en las cunetas y vegetación abundante vegetación en la isla y del lado derecho sentido este-oeste. (Salazar y Vivas, 2021)

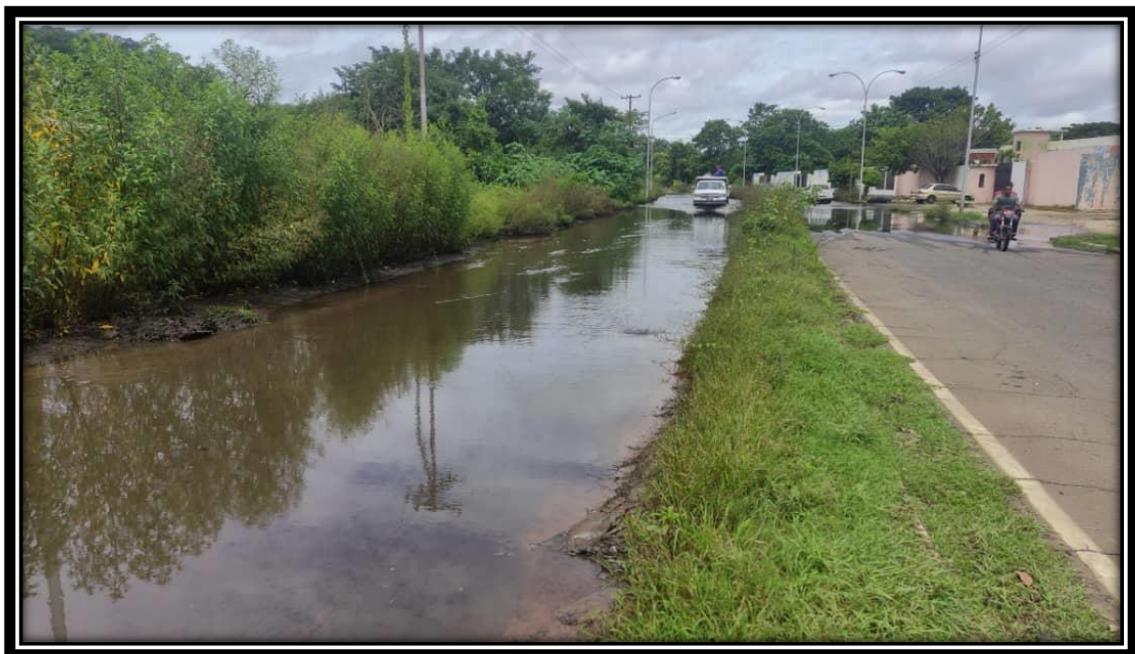


Figura 5.2 Tramo de la av. Paseo Orinoco con agua estancada y abundante vegetación. (Salazar y Vivas, 2021)



Figura 5.3 Av. Paseo Orinoco tramo estudiado, asfalto agrietado (Salazar y Vivas, 2021)

## 5.2 Caracterizar climatológicamente el área de estudio.

Para la realización del siguiente objetivo en el cual procederemos a describir las características del clima en la zona se efectuó un análisis cuantitativo, con base en los datos de los promedios mensuales y anuales de los parámetros registrados por la estación meteorológica Ciudad Bolívar - Aeropuerto.

Para caracterizar climatológicamente el área se analizaron las tres (3) variables meteorológicas fundamentales que podrían incidir en la variación de los caudales por la cuenca del área de estudio: Precipitación, Evaporación y Temperatura, medias mensuales respectivamente. Esta información climatológica fue medida de la Estación: Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Tipo C1, Serial: 3882, administrada por el componente de Aviación Militar de las Fuerzas Armadas Bolivariana. Asimismo, la información

climatológica es administrada por el Instituto de meteorología e Hidrología (INAMEH).

### 5.2.1 Precipitación

la información de la precipitación conseguida es correspondiente al lapso comprendido 1.987-2007 (20 años).

La tabla 5.1, muestra los valores medios (MED), máximos (MÁX) y mínimos (MÍN) de la precipitación medida en la estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto.

tabla 5.1 Precipitación media mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar. Período 1.987 – 2.007.(Fuente: INAMEH,2017).

<b>Prec.</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
<b>MED</b>	17.6	11.0	11.3	22.6	102.9	161.2	184.9	159.8	114.3	87.9	72.0	52.1	83.1
<b>MÁX.</b>	131.0	93.0	120.0	150.0	357.0	376.0	495.0	507.0	332.0	620.0	310.0	420.0	325.9
<b>MÍN</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	41.0	31.0	33.0	6.0	13.0	6.0	3.0	11.25

En la figura 5.1 se presenta la Precipitación media anual para el período considerado.

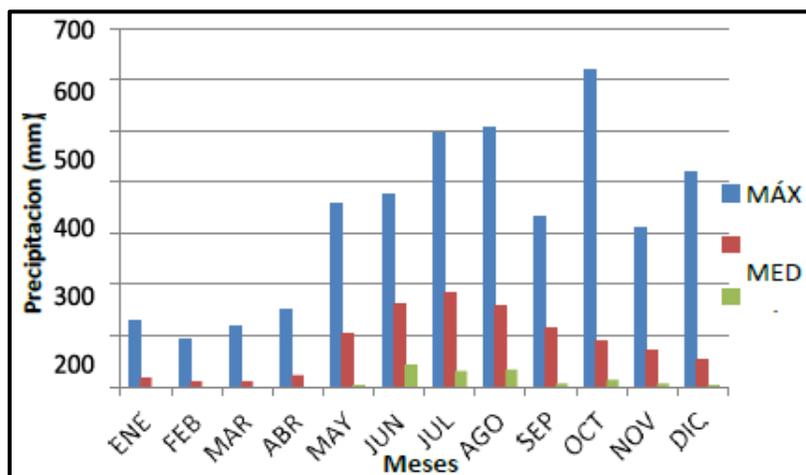


Figura 5.4 Precipitación máxima, media y mínima mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar Periodo 1.987 – 2.007. (INAMEH, 2017)

La precipitación media anual para el período analizado, registrada en la Estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto corresponde a 83.13 mm.

La Precipitación, responde a un régimen de tipo unimodal, es decir, presenta un valor medio máximo de lluvia mensual promedio espacial para el período de 184.9 mm para el mes de julio y un mínimo de 11.0 mm para el mes de febrero respectivamente.

La época de lluvia se inicia en el mes de mayo y se mantiene hasta el mes de diciembre; con una duración de ocho (8) meses, siendo el mes de julio el más lluvioso en promedio para el período climático considerado.

### 5.2.2 Evaporación

Debido a que la Estación Climatológica Ciudad Bolívar-Aeropuerto, no mide evaporación al sol, fue necesario utilizar los datos de la Estación Punta Tamarindo,

Serial: 4659, actualmente eliminada y ubicada en el poblado de Soledad, a la salida del Puente Angostura, la cual está muy cerca de la zona en estudio.

En la tabla 5.2 se muestra los valores medios (MED), máximos (MÁX) y mínimos (MÍN) de evaporación anual de la Estación Punta Tamarindo–Estado Anzoátegui.

Tabla 5.2 Evaporación media mensual en (mm). Estación Punta Tamarindo Serial: 4659 – Estado Anzoátegui. Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).

Evap	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
MED	212.1	228.5	274.4	252.1	237.9	174.0	171.6	185.3	193.7	206.0	195.6	193.5	210.4
MÁX	276.2	321.2	388.0	345.0	337.1	268.3	237.7	246.5	266.7	280.8	276.2	260.3	292.0
MÍN	172.1	209.8	194.7	195.6	134.2	207.6	161.7	155.2	174.0	188.6	208.0	191.0	186.7

La figura 5.2 muestra la Evaporación media anual para el período considerado

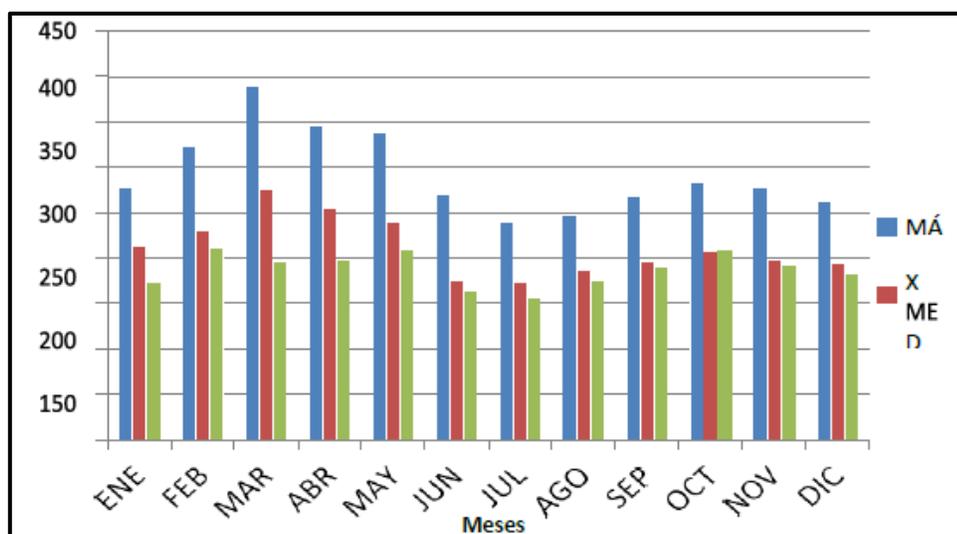


Figura 5.5 Evaporación media mensual en (mm). Estado Punta Tamarindo, Serial: 4659 – Estado Anzoátegui Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente; INAMEH, 2017)

De la figura anterior, se observa que el parámetro Evaporación responde a un régimen de tipo unimodal, es decir, presenta un máximo de evaporación media mensual de 274.4 mm para el mes de marzo y otro secundario de 252.1 mm en el mes de abril. El valor mínimo de evaporación es de 171.6 mm en el mes ocurre de julio. El valor total anual es de 2.524.8 mm y la media anual de 190.6 mm.

### 5.2.3 Temperatura media mensual

Para caracterizar la temperatura media del aire, se utilizaron datos medidos en la Estación: Ciudad Bolívar-Aeropuerto.

La tabla 5.3 muestra los valores medios (MED), máximos (MAX) y mínimos (MIN) anuales de Temperatura de la estación considerada.

Tabla 5.3 Temperatura media mensual en (°C). Estación: Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar. Periodo 1.987 – 2.007 (20 Años).  
(Fuente: INAMEH, 2017).

TEMP.	ENE	FEB	MAR	ABR	MA Y	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MED	25.1	25.1	26.2	26.7	26.7	25.7	25.5	25.7	26.9	26.3	25.9	25.3	25.9
MAX	29.3	29.5	29.8	31.4	31.0	29.0	29.0	29.7	30.3	30.4	30.6	29.0	29.9
MIN	25.1	25.8	25.9	26.6	26.1	25.9	23.0	23.7	26.2	25.4	25.4	24.8	25.3

La figura 5.3 muestra la temperatura media anual del periodo climatológico considerado

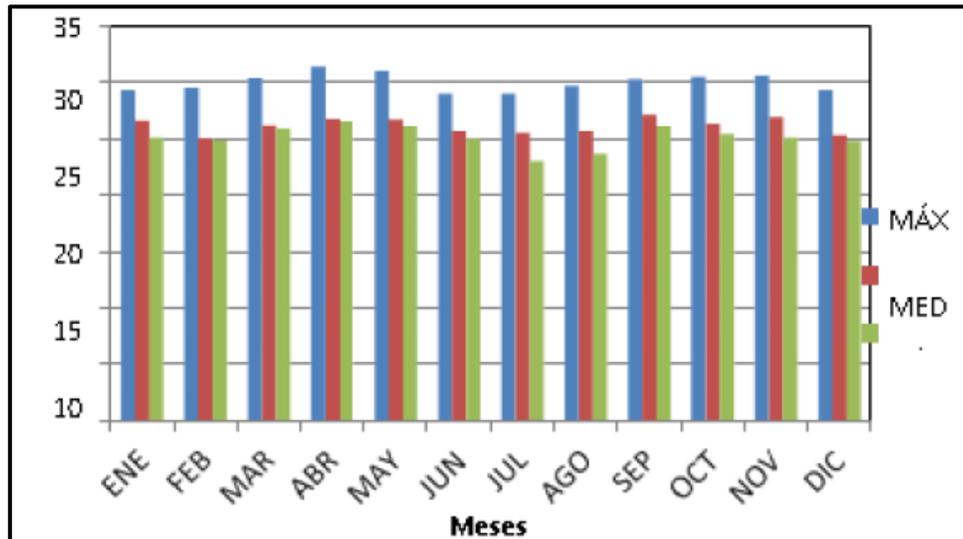


Figura 5.6 Temperatura media mensual en (°C) . Estación Ciudad Bolívar Aeropuerto, Edo. Bolívar. Período 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).

Del análisis del record de datos de temperaturas medias mensuales y del gráfico de la distribución temporal, se puede concluir lo siguiente:

La temperatura media espacial del aire, para el período climatológico estudiado promedio espacial para la zona de influencia es de 25.9 °C.

La temperatura media obedece a un régimen térmico de tipo unimodal, es decir, presenta un valor máximo de 26.9 °C para el mes de septiembre y valor mínimo de 25.1 °C, para el mes de enero.

### 5.3 Plantear soluciones para el adecuado funcionamiento de la red de drenaje de aguas pluviales

Como primera solución se plantea el mantenimiento periódico y sistemático para eliminar las obstrucciones de sedimentos y vegetación que normalmente impiden la salida del agua hacia su descarga.

Como segunda opción se sugiere la implementación de una obra alterna de canales abiertos superficiales como paliativo a las obstrucciones, la cual sería mucho más fácil y económico limpiar y mantener en óptimas condiciones.

Una tercera alternativa sería incrementar el número de sumideros para así minimizar las posibilidades de colapso de los pozos que existen actualmente.

#### **5.4 Realizar el cálculo hidráulico de los canales de drenajes propuestos**

Para la determinación de los nuevos canales de drenaje es necesario determinar ciertos parámetros como lo son el área, perímetro, caudales de las cuencas y subcuencas y con ellos determinar los elementos geométricos e hidráulicos se llevarán a cabo tomando en cuenta los siguientes criterios:

##### **5.4.1 Delimitación y determinación del área de la cuenca y subcuencas**

Al delimitar la zona, mediante el uso de AutoCAD, se obtuvo un área de 35,28 Ha, y un perímetro de 2,64 Km.

Obtenemos una longitud axial de la cuenca de 948 m o 0,95 km. Y esta no es más que la distancia en línea recta medida desde la desembocadura de la cuenca hasta el punto más alejado o punto de descarga.

Por otro lado, obtenemos nuestra longitud del cauce que se refiere al recorrido en km del cauce principal de la microcuenca, desde su nacimiento hasta el punto de descarga. La longitud de cauce cuenta con unos 1354 m o 1,34 km.



Figura 5.7 áreas de la cuenca (Salazar y Vivas, 2021)

Tabla 5.4 Áreas de la cuenca. (Residencial, pavimentada y vegetación) (Salazar y Vivas, 2021)

Zona	Área	
	Ha	M2
<b>Residencial</b>	15,43	154.274
<b>Pavimento</b>	9,44	94.400
<b>Vegetación</b>	10,41	104.149
<b>Total</b>	35.28	352.823



Figura 5.8 longitud axial de la cuenca (morado), longitud del cauce (verde)  
(Salazar y vivas, 2021)

#### 5.4.2 Pendiente media de la zona

La diferencia desde el inicio de la cuenca hasta el final del canal es de 13 mts ya que la elevación al inicio de la cuenca cuenta con 32 mts y la elevación o cota al final de nuestro canal es de 19 mts y tomando la longitud del cauce obtenemos una pendiente media de la zona de 0,96%

#### 5.4.3 Determinación del período de retorno

Lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada, entendiéndose esto por período de diseño el cual; debe ser seleccionado cuidadosamente para que el sistema de recolección de agua sea eficiente en la capacidad de conducción del gasto de diseño.

En el caso del diseño de obras hidráulicas para canalización de aguas de lluvias en ciudades de tamaño de mediano a grande de 20 a 50 años. Estimándose un período de diseño de 25 años.

#### **5.4.4 Determinación del coeficiente de escurrimiento de la cuenca.**

Es necesario saber qué tipo de suelos se tendrán para el cálculo de los coeficientes de escorrentía, por este motivo se procedió a describir el uso de que se le darán a los suelos en la zona de estudio. Por lo tanto, el área de drenaje está constituida por diferentes tipos de suelos, siendo estos: pavimentos, la vegetación y las zonas residenciales.

Para el cálculo o determinación del coeficiente de escorrentía se considerarán los criterios dados por Aparicio (2001) de acuerdo a la zonificación del uso de la tierra. Para esta investigación se tomó un valor medio entre el mínimo y máximo que aparecen en la tabla 5.5.

Tabla 5.5 Coeficientes de escurrimiento (Aparicio 2001)

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0,70	0,95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0,50	0,70
Zonas residenciales unifamiliares	0,30	0,50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0,40	0,60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0,60	0,75
Zonas residenciales semiurbanas	0,25	0,40
Zonas industriales espaciadas	0,50	0,80
Zonas industriales densas	0,60	0,90
Parques	0,10	0,25
Zonas deportivas	0,20	0,35
Estaciones e infraestructuras viarias del ferrocarril	0,20	0,40
Zonas suburbanas	0,10	0,30
Calles asfaltadas	0,70	0,95
Calles hormigonadas	0,70	0,95
Calles adoquinadas	0,70	0,85
Aparcamientos	0,75	0,85
Techados	0,75	0,95
Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%)	0,05	0,10
Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias)	0,10	0,15
Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%)	0,15	0,20
Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%)	0,13	0,17
Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias)	0,18	0,22
Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%)	0,25	0,35

Para las zonas residenciales el coeficiente de escurrimiento seleccionado fue 0.60, para la vegetación (zonas verdes o parques) el coeficiente fue de 0.20 y las zonas o calles asfaltadas o pavimentadas el coeficiente que seleccionado fue de 0.825. Como en la mayoría de las parcelas se tenía zona residencial, pavimentadas y áreas verdes es necesario la determinación de un coeficiente de escorrentía ponderado, bien sea por sectores o para toda la zona del proyecto; es decir, definir un coeficiente medio de escorrentía para la cuenca del área de estudio. Para la determinación de estos

coeficientes medios de escorrentía se considerarán los porcentajes de área de cada tipo y en la magnitud en que su índice afectará al factor de escorrentía de la zona.

$$C_p = \frac{\sum C_i A_i}{A_T} \quad (5.1)$$

Donde:

$C_i A_i$  = Coeficiente absoluto por el área de la zona.

$A_T$  = Área de la cuenca o subcuencas.

De acuerdo a lo establecido anteriormente se calcularán los coeficientes ponderados de la cuenca como se muestran en las tablas 5.6

Tabla 5.6 Coeficientes ponderados de escorrentía de la cuenca.  
(Salazar y Vivas, 2021)

Tipo de Superficie	Coef	Área (Ha)	Área Total ( Ha)	Coef A	Cp
Vegetación	0,2	9,44	35,28	1.88	0.56
Pavimento	0,825	10,41		8.58	
Residencial	0,6	15,43		9.25	

#### 5.4.5 Determinación del tiempo de concentración de la cuenca

Una vez delimitadas las áreas que drenarán al canal, se procede a calcular el tiempo de concentración. El cálculo de este parámetro se realiza mediante muchas ecuaciones en esta investigación se decidió estimar el tiempo de concentración usando la siguiente fórmula:

$$T_c = 0,0195 (L^3/H)^{0,385} \quad (5.4)$$



$$T_c = 0,0195 \left( \frac{(1354 \text{ mts})^3}{13 \text{ mts}} \right)^{0,385}$$

$$T_c = 27,76 \text{ min}$$

Obtenido el tiempo de concentración nos disponemos a transformarlo a horas para poder ingresar a la tabla de intensidad de lluvia.

$$T_c \text{ (horas)} = 0,4626 \text{ horas}$$

La intensidad será determinada en función de la duración y el periodo de retorno y el tiempo de concentración, esta intensidad será estimada con los datos suministrados por el INAMEH. (tabla 5.7)

Como nuestro tiempo de concentración es 0,4626 horas, nos dispondremos a interpolar el valor en la siguiente tabla, el cual se encuentra entre 0,25 y 0,5 horas.

Tabla 5.7 Intensidades de lluvia dependiendo de la duración y el tiempo de retorno.

Duración (h)	Tr (Años)				
	5	10	25	50	100
0,25	150	160	190	210	235
0,5	99	125	147	160	175
1	60	78	90	108	119
3	25	30	36	42	47
6	14	16	20	23	25
9	9	12	14	15	17
12	7	8	10	11	12
24	4	5	5,8	6	7

Para los períodos de retorno de 5, 10 y 25 años obtenemos las siguientes intensidades de lluvias (tabla 5.7)

Tabla 5.8 intensidades de lluvia de la cuenca para períodos de retorno de 5, 10 y 25 años. (Salazar y Vivas, 2021)

Período de retorno	Intensidad	
	(mm/h)	(lps/ha)
5 años	106,63	296,43
10 años	130,24	362,07
<b>25 años</b>	<b>153,43</b>	<b>426,54</b>

Recordemos que para dicha investigación se concluyó calcular el caudal de diseño de los canales por el método racional, para este cálculo es necesario saber los coeficientes de escurrimiento, las intensidades de lluvia de la zona y las áreas de las zonas.

El periodo de retorno a utilizar será el de 25 años.

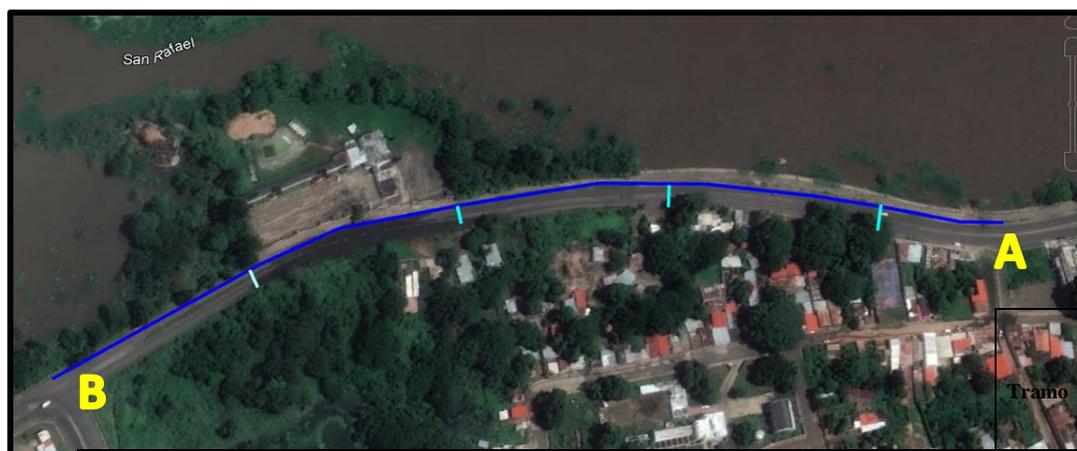
Tabla 5.9 caudal de la cuenca.  
(Salazar y Vivas, 2021)

	Caudal	
	m3/seg	Lps
Área total de la cuenca	8,427	8427,065

### 5.4.6 Definición del trazado en planta y perfil longitudinal de los canales de drenaje previstos en la zona de estudio.

Para el tramo de avenida estudiado, el trazado de los canales consta de alineaciones rectas, los canales que están dispuestos en línea recta permiten la circulación del caudal de forma uniforme a lo largo del mismo.

Los perfiles longitudinales de estos canales pueden apreciarse en el Apéndice A, para estos se tomó la distancia de los canales para llevarlos a cabo, debemos mencionar que todos los canales tienen un recubrimiento de 0,30 m de concreto de lo largo del mismo. En los perfiles se puede apreciar de manera horizontal las progresivas de la calle por donde va el canal y debajo de cada una de estas progresivas, de manera vertical se aprecian las diferentes cotas que corresponden al respectivo datum utilizado, la cota de la rasante mejorada que vendría siendo la cota superior de nuestro canal luego tenemos la cota del lecho del canal que no es más que el fondo de nuestro canal y finalmente la cota de excavación que sería la cota del lecho del canal y le restamos los 0,30 m de recubrimiento.



Tramo	Caudal drenado Qd (m³/s)	So (m/m)	z	n	b (m)	T (m)	Canales		Caudal drenado Qd (m³/s)	
							Borde derecho (m)	Profund total (m)		
A1-B2	derecho	4,214	0,009600	0,00	0,016	1,00	1,35	0,40	1,75	3,00
	izquierdo	4,214	0,009600	0,00	0,016	1,74	0,73	0,22	0,95	3,00
	transversales	1,053	0,020000	0,00	0,016	0,50	0,50	0,73	2,08	1,00

Figura 5.10 Trazado en planta del canal de aguas pluviales de un tramo de la avenida Paso Grande (Salazar y Vivas 2021)

El sistema de drenaje constara de 2 canales principales que estaran ubicados a cada lado de la avenida en cada uno de los brocales de la misma, a lo largo de los 672 mts que tiene de longitud nuestro tramo de estudio se encontraran atravesando la avenida 4 canales cada 150 mts en los que se encontraran las salidas de agua hacia el rio orinoco. El tramo sera desde una de las entradas al barrio perro seco cuya calle lleva por nombre paso arauca hasta la estacion policial Catedral ubicada en la misma avenida cruce con la Av. 5 de julio.

#### **5.4.7 Determinacion de los parámetros geométricos e hidráulicos de los canales de drenaje propuestos.**

Para determinar la capacidad de los canales, se requirio del calculo y la seccion de los parametros mas exactos, Una de las condicines que se deben tener en cuenta a la hora de determinar los parametros seria la pendiente media y el coeficiente de rugosidad, en este caso por tratarse de un revestimiento de concreto el coeficiente seria 0.30. los canales se diseñaron bajo condiciones ideales ya que la presencia de desechos solidos disminuye la calidad del funcionamiento de los canales.

Como las capacidades hidraulicas de las vias no son capaces de soportar la cantidad de caudal que pasara por las mismas fue necesario el diseño de un sistema de drenajes de canales que consta de 2 canales principales y 4 transversales.

las capacidades hidráulicas de la viá fueron calculadas por la fórmula de izzard la cual establece que:

$$Cv = 0.00175 * Z/n * So^{1/2} * Y^{8/3}$$

Y de la cual se obtuvo como resultado que la vía no es capaz de soportar la cantidad de caudal que pasará por la misma ya que la capacidad de esta es de 10,0 lps por lo tanto es necesario el diseño de canales para drenar las aguas de lluvias

El diseño de los canales es de sección rectangular con bases que oscilan entre de 0.50 m y 2,5m,. En la materia de hidráulica el caudal que fluye por los canales diseñados es de 8,43 m<sup>3</sup>/s para evitar que estos sufrieran de desbordes los canales se diseñaron con capacidades mayores, el rango establecido de la velocidad mínima es de 0,75 m/s y la velocidad máxima es de 4 m/s. Las secciones transversales de los canales diseñados pueden apreciarse en el Apendice B.

El cálculo de los elementos geométricos e hidráulicos de los canales se hizo mediante el uso del programa H canales 3.0, el programa trabaja en función a la fórmula de la maning, fue diseñado por el ingeniero Peruano Maximo Villón Béjar, que nos permite diseñar de una forma más rápida y eficaz los canales

Para las salidas de agua se utilizara tubería de concreto la cual tendrá la misma inclinación que nuestros canales y con un diámetro tal que su capacidad supere en 1/3 el caudal de descarga final.

Debemos agregar a nuestro estudio la implementación de rejillas sobre los canales por supuesto para no interrumpir el tránsito y para la protección de estos, así evitamos que se obstruyan con desperdicios arrojados por la sociedad. Un modelo de estas rejillas es la mostrada en la imagen 5.8

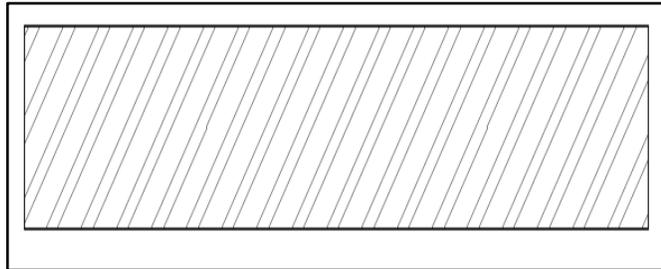


Figura 5.11 Rejilla para canales

Tabla 5.10 Elementos geométricos e hidráulicos de los canales (Salazar y Vivas, 2021)

Tramo	Canales	Caudal	Pendiente	Pendiente	Coef	Ancho	Ancho	Profund	Borde	Profund	Perimetro	Area	Radio	Velocidad	Número
		drenado	longitudinal	taludes	rugosidad	solera	superficie		libre	total	mojado		hidráulico		Froude
		Qd	So	z	n	b	T	y	Bl	yt	Pm	A	Rh	V	Fr
		(m <sup>3</sup> /s)	(m/m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m/s)	
A1-B2	derecho	4,214	0,001500	0,00	0,016	1,50	1,50	1,78	0,53	2,31	5,0552	2,666	0,528	1,6	0,3784
	izquierdo	4,214	0,001500	1,00	0,016	2,50	2,50	0,79	0,24	1,03	4,7331	2,597	0,549	1,6	0,6492
	transversales	1,053	0,020000	0,00	0,016	0,50	0,50	0,73	0,48	1,21	1,96	0,37	0,19	2,88	1,08
Tramo	Canales	Caudal	Pendiente	Pendiente	Coef	Diam	Ancho	Profund	Borde	Profund	Perimetro	Area	Radio	Velocidad	Número
		drenado	longitudinal	taludes	rugosidad				libre	total	mojado		hidráulico		Froude
		Qd	So	z	n	d	T	y	Bl	yt	Pm	A	Rh	V	Fr
		(m <sup>3</sup> /s)	(m/m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m/s)	
	salidas	1,404	0,001500	0,00	0,020	0,00	1,17	1,09	0,00	1,09	3,02	1,28	0,42	1,09	0,33

## **CAPÍTULO VI**

### **LA PROPUESTA DE DISEÑO**

#### **6.1 Objetivo de la propuesta**

Evaluar la problemática existente en el sistema de drenaje de aguas pluviales, de un tramo de la Avenida Paseo Orinoco parroquia Catedral, Ciudad Bolívar Estado Bolívar.

#### **6.2 Alcance de la propuesta**

Se desea conseguir identificar el problema existente en el tramo evaluado, plantear posibles soluciones entre las cuales esta un sistema de drenajes de aguas superficiales, preliminarmente diseñado que sea capaz de soportar y transportar de manera eficaz la escorrentia producida en el tramo de avenida Paseo Orinoco de Ciudad Bolívar, , municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar, Venezuela.

#### **6.3 Justificacion de la propuesta**

La evaluación del sistema de drenaje de un tramo de la Avenida Paseo Orinoco parroquia Catedral, Ciudad Bolívar – Estado Bolívar, constara con información acerca del estado actual en que se encuentran los sistemas de recolección de aguas pluviales en esta área, permitiendo con esto poder elaborar una proposición de ciertos alineamientos dando solución al funcionamiento óptimo de esta red de drenaje. Favorecerá a la comunidad y a organismos competentes, como es el de dar una solución a la problemática de cierta zona la cual se inunda en su totalidad durante las precipitaciones y brindar así un beneficio a toda la colectividad.

#### **6.4 Metodología del trabajo**

recopilación de la información y material técnico relacionado con el estudio topográfico e hidrológico, evaluación y descripción del área de estudio. Como método de cálculo del gasto de diseño se procedió a la aplicación del Método Racional.

Una vez evaluada e identificada la problemática del área de estudio, se procedió a determinar el gasto de diseño y las áreas de parcelas y vialidad, se determinaron los parámetros utilizados para el cálculo del caudal de diseño como lo son las escorrentías, tiempo de concentración e intensidad de lluvia de la zona, se procede al diseño al canal abierto que conducirá las escorrentías superficiales, tomando en cuenta las especificaciones y normas para la construcción del mismo.

Luego de obtenidos los caudales de cada canal se procedió al diseño de los mismos mediante el uso de la fórmula de Manning y así se obtuvieron los parámetros geométricos e hidráulicos.

#### **6.5 Propuesta de canales**

Esta propuesta está basada en un sistema de canales de alineaciones rectas que sirvan al drenaje superficial de un tramo de la avenida Paseo Orinoco.

El sistema está conformado por 6 canales con la capacidad de drenar y escurrir eficientemente los caudales determinados y manteniendo velocidades superiores a la mínima 0,75 m/seg y menores a la máxima 4 m/seg

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones.

1. Mediante el diagnóstico del tramo de av. se pudo determinar que éste se encuentra en muy malas condiciones, ya que no es capaz de drenar el agua proveniente de las precipitaciones de la zona.

2. De acuerdo a las magnitudes promedio de los parámetros climáticos, analizadas en el área de estudio donde se pudo observar una precipitación promedio anual de 83,1 mm, evaporación promedio anual de 210,4 mm, temperatura promedio anual de 25,9 °c, podemos concluir que la zona de estudio posee un clima típico de bosque seco tropical.

3. Como soluciones se plantea el mantenimiento periódico y sistemático para eliminar las obstrucciones de sedimentos y vegetación que normalmente impiden la salida del agua hacia su descarga y se sugiere la implementación de una obra alterna de canales abiertos superficiales como paliativo a las obstrucciones.

4. En virtud del espacio disponible en las vías de comunicación se han previsto diseño de canales de sección rectangular, cuyo ancho oscilará entre 0,50 y 2,50 con profundidades de 1,03 a 2,31 mts. Estos diseños permitirán que los flujos de las aguas drenadas se mantengan dentro del rango permisible respetando los criterios de las velocidades mínimas y máximas en el diseño de canales.

5. En las salidas de agua se utilizará tubería de concreto la cual tendrá la misma inclinación que nuestros canales y con un diámetro tal que su capacidad supere en 1/3 el caudal de descarga final.

## **Recomendaciones**

1. Se recomienda un plan de inspeccion y mantenimiento quinquenal (5 años) para el mantenimiento correctivo de las obras de concreto que garanticen la integridad fisica de dichas estructuras.

2. Es recomendable el asfaltado de la vía ya que esta se encuentra muy dañada debido al tiempo en el que ha presentado problemas de drenaje.

3. Para las salidas de agua se recomiendan tuberías que atraviesen el pequeño malecón que se encuentra paralelo a la vía y que estas salidas descarguen directamente al rio Orinoco.

4. Aun cuando se han diseñado canales para que desarrollen velocidades dentro del rango permisible se deberan implementar programas de mantenimiento anuales para limpieza de sedimentos que hayan podido ser transportados hasta los canales. Fundamentalmente antes de cada ciclo de lluvia de tal manera de garantizar el buen funcionamiento.

5. Recomendamos la implementacion de un sistema de canales para drenar en su totalidad el caudal aportado a toda la aveinida paseo orinoco y evitar futuras inundaciones.

## REFERENCIAS

Arias, F. (2012). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA. (6TA ED.)**. Espíteme. Caracas-Venezuela. p.54.

Arocha, Simón. (1983). **CLOACAS Y DRENAJES**. Ediciones Vega s.r.l. Caracas, Venezuela. (pp.263).

Bateman, Allen. (2007). **HIDROLOGIA BASICA Y APLICADA**. Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos. (pp. 70)

Bolinaga, Juan. (1979). **DRENAJE URBANO**. Instituto nacional de obras. Caracas, Venezuela. (pp.399).

Bolinaga, Juan. **PROYECTOS DE INGENIERIA HIDRAULICA, VOLUMEN 1 Y 2**. Fundación Polar. (pp. 517)

Chow, Ven Te. (1994). **MANUAL DE HIDROLOGÍA APLICADA**. Editorial Nomos S.A. Colombia. (pp.584).

Chow, Ven Te. (2000). **HIDROLOGÍA APLICADA**. Cuarta Edición. Editorial Nomos S.A. Colombia. (pp.577).

Claret, A. (2009). **CÓMO HACER Y DEFENDER UNA TESIS. TEXTO, C.A.** Caracas. p.145.

Diccionario de la Real Academia Española (DRAE). (2012) **DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA**. 20 de diciembre de 2019. [<http://www.rae.es/recursos/diccionarios/drae>]

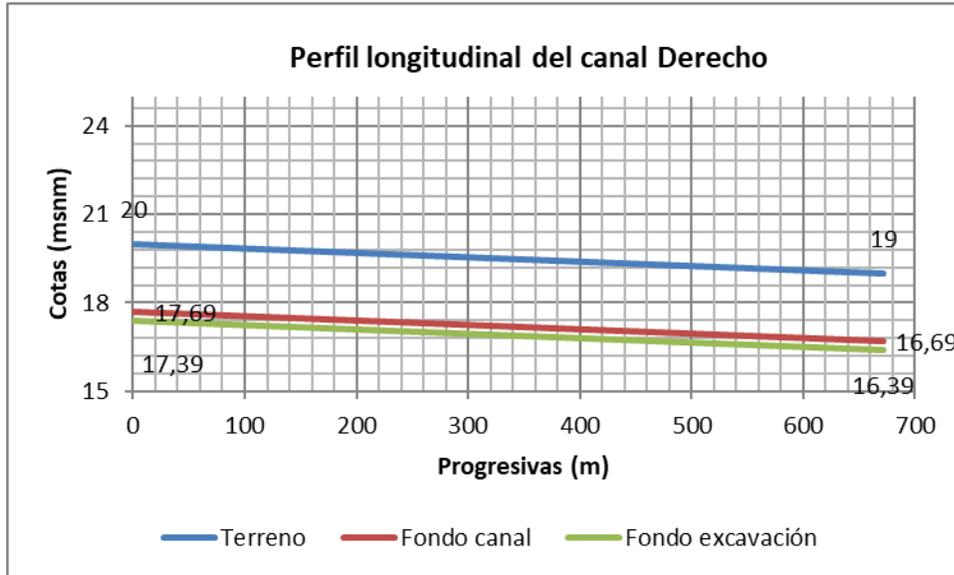
Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (1999). **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. SEGUNDA EDICIÓN**. EDITORIAL MC. GRAW HILL, México. P. 71.

Linsley; Kohler y Paulus. (1975). **HIDROLOGIA PARA INGENIEROS, SEGUNDA EDICION**. McGraw-Hill Latinoamericana, S.A. (pp. 156)

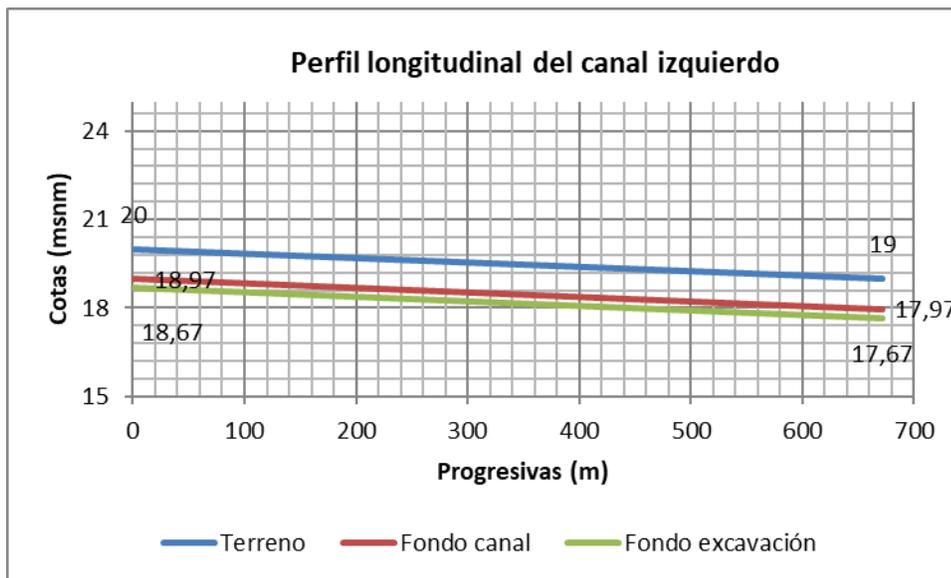
Sabino, C. (1994). **COMO HACER UNA TESIS Y ELABORAR TODO TIPOS DE ESCRITOS**. Tercera Edición. Editorial Panapo. Caracas, Venezuela. (pp.240)

## **APÉNDICES**

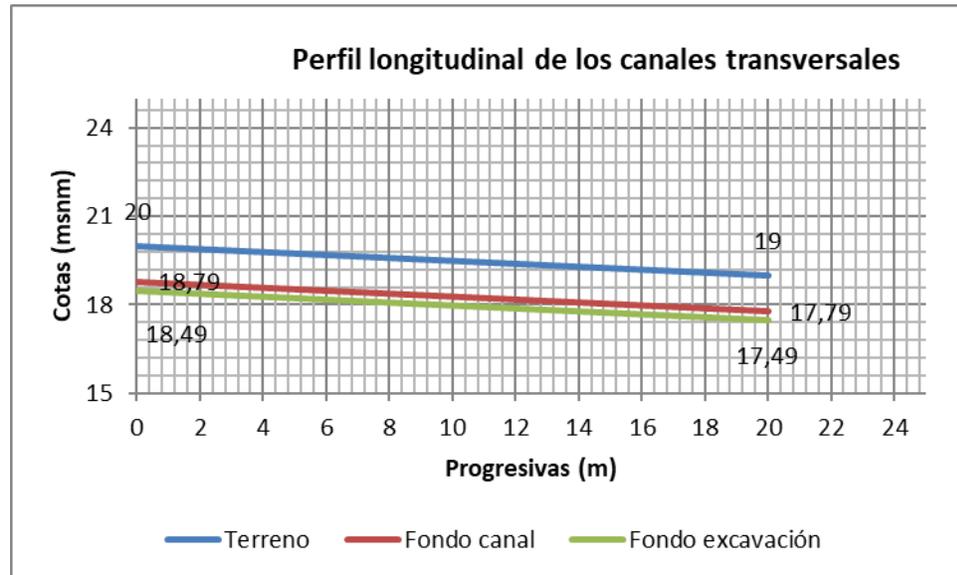
**APÉNDICE A**  
**PERFIL LONGITUDINAL DE LOS CANALES**



A.1 perfil longitudinal del canal derecho tramo av. paseo Orinoco

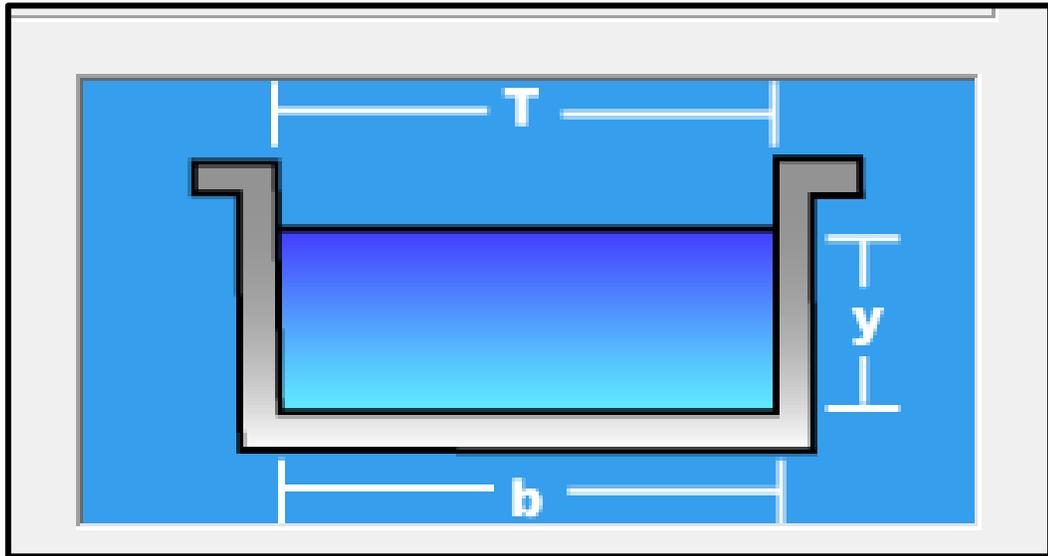


A.2 perfil longitudinal del canal izquierdo tramo av. paseo Orinoco

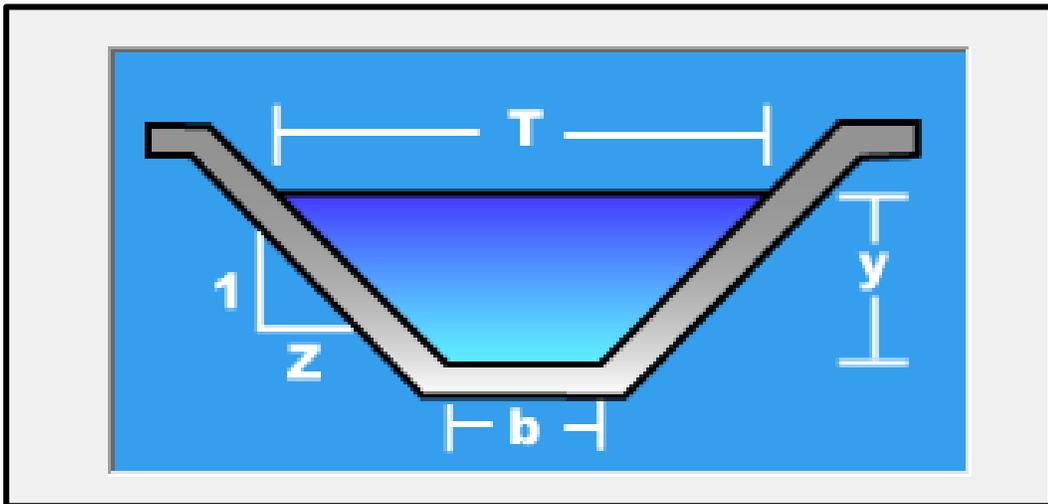


A.3 perfil longitudinal de los canales transversales av. Paseo Orinoco.

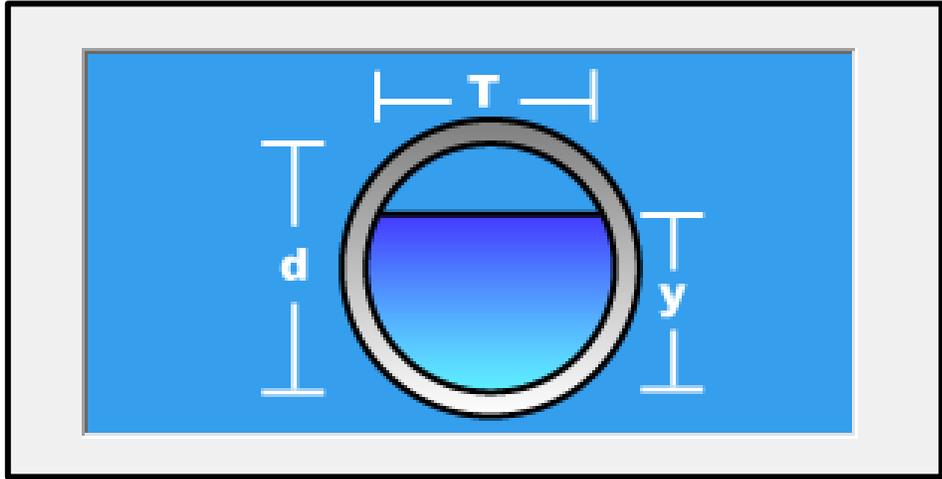
**APENDICE B**  
**SECCION TRANSVERSAL DE LOS CANALES**



B.1 sección transversal de los canales derecho e izquierdo de la av. Paseo Orinoco



B.2 sección transversal de los canales transversales de la av. Paseo Orinoco



B.3 sección transversal de las salidas de agua av. Paseo Orinoco

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso –94/6

<b>Título</b>	EVALUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA EXISTENTE EN EL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES, DE UN TRAMO DE LA AVENIDA PASEO ORINOÇO PARROQUIA CATEDRAL, CIUDAD BOLÍVAR ESTADO BOLÍVAR.
<b>Subtítulo</b>	

Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
Samuel Gilberto Vivas Hernández	<b>CVLAC</b>	23.729.625
	<b>e-mail</b>	<a href="mailto:samuelvivas1995@gmail.com">samuelvivas1995@gmail.com</a>
	<b>e-mail</b>	
Luiggi Alejandro Salazar Catalán	<b>CVLAC</b>	26.355.946
	<b>e-mail</b>	<a href="mailto:alejandro.s.catalan@gmail.com">alejandro.s.catalan@gmail.com</a>
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

**Palabras o frases claves:**

Drenaje
Vías
Descargas
Precipitación
Colapso vial
inundación

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso –95/6

**Contribuidores:**

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>ROL / Código CVLAC / e-mail</b>						
<b>Echeverria, Beatriz</b>	<b>ROL</b>	CA	<input type="checkbox"/> AS	<input type="checkbox"/> TU	<input checked="" type="checkbox"/> x	JU	<input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	<b>210013.748</b>					
	<b>e-mail</b>	<b>Echeverriabcc92@gmail.com</b>					
	<b>e-mail</b>						
<b>Monteverde, Francisco</b>	<b>ROL</b>	CA	<input type="checkbox"/> AS	<input type="checkbox"/> TU	<input type="checkbox"/>	JU	X
	<b>CVLAC</b>						
	<b>e-mail</b>						
	<b>e-mail</b>						
<b>Echeverria, Dafnis</b>	<b>ROL</b>	CA	<input type="checkbox"/> AS	<input type="checkbox"/> TU	<input type="checkbox"/>	JU	X
	<b>CVLAC</b>	<b>4.506.408</b>					
	<b>e-mail</b>	<a href="mailto:dafnisecheverria2807@gmail.co">dafnisecheverria2807@gmail.co</a>					
	<b>e-mail</b>						

Fecha de discusión y aprobación:

Año            Mes    Día

<b>2023</b>	<b>03</b>	<b>22</b>
-------------	-----------	-----------

Lenguaje Spa

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso –96/6

Archivo(s):

<b>Nombre de archivo</b>
<b>Evaluaciondrenajepluvial.paseorinoco.doc</b>

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H**  
**I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u**  
**v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 \_ - .**

Alcance:

**Espacial: avenida paseo Orinoco parroquia catedral, Ciudad Bolívar estado Bolívar.**

**Temporal: 8 Meses**

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero civil

Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado

Pregrado

Área de Estudio:

Ingeniería civil

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso –98/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
SISTEMA DE BIBLIOTECA  
RECIBIDO POR *Magley*  
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

*JUAN A. BOLANOS CURVELO*  
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso –99/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO  
**(vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU- 034-2009)** : "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Luigi Salazar', written over a horizontal line.A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Luigi Salazar', written over a horizontal line.

AUTOR

Luigi, Salazar.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Luigi Salazar', written over a horizontal line.