

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO DE MALLA RECAUDADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA
ENTRADA DE SUMIDEROS RECOLECTORES DE AGUAS LLUVIA EN LA
INSPECCIÓN DE MÁMBITA – CUNDINAMARCA**



**Por:
Duvan Armando Parra Vaca**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VILLAVICENCIO
2020**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO DE MALLA RECAUDADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA
ENTRADA DE SUMIDEROS RECOLECTORES DE AGUAS LLUVIA EN LA
INSPECCIÓN DE MÁMBITA - CUNDINAMARCA**



**Por:
Duvan Armando Parra Vaca**

**Proyecto presentado como opción de grado para optar al título
profesional de Ingeniero Civil**

**Aprobado por:
Ing. Mónica Yineth Lara Pérez.
Directora**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VILLAVICENCIO
2020**

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Fray José Gabriel Mesa Ángulo, O.P.
Rector General

Fray Eduardo González Gil, O.P.
Vicerrector Académico General

Fray José Antonio Balaguera Cepeda, O.P.
Rector Sede Villavicencio

Fray Rodrigo García Jara, O.P.
Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Julieth Andrea Sierra Tobón
Secretaria de División Sede Villavicencio

Ing. Manuel Eduardo Herrera Pabón, Ph.D.
Decano Facultad de Ingeniería Civil

AGRADECIMIENTOS

Inicialmente es importante agradecer a la universidad Santo Tomas sede de Villavicencio, por facilitar las diferentes herramientas investigativas como muchos de los documentos bibliográficos entre los que están libros de investigación y aplicación a la ingeniería para poder solucionar muchos estudios elaborados en este documento, por permitir también que ingenieros con grandes conocimientos y experiencia evaluaran el proceso y resultado de esta investigación. Por otra parte, y no menos importante se da un profundo agradecimiento a las personas que aportaron de alguna manera en la elaboración del proyecto, personas como la Ing. Mónica Lara Pérez quien fue la directora del proyecto y el Ing. Jorge Muñoz Barragán profesor de la facultad de ingeniería civil, quienes compartieron sus conocimientos para avanzar en la investigación y dieron recomendaciones de metodologías de aplicación que fueron muy útiles e importantes al momento de ejecutar el proyecto y lo llevaron a tener excelentes resultados.

RESUMEN

En la actualidad, las zonas urbanas han estado presentando una problemática en común, esta problemática es la presencia de residuos sólidos como basuras en las calles que ingresan a los sistemas de alcantarillado especialmente por los sumideros laterales los cuales no cuentan con rejillas y finalmente son descargados en los cuerpos de agua naturales más cercanos. Por lo tanto, el propósito de este proyecto era elaborar una malla recaudadora de residuos sólidos en estos sumideros, lo cual evitara que los desechos ingresen y causen posibles obstrucciones tanto fuera como dentro de los sistemas de alcantarillado y una contaminación a los cuerpos de agua naturales a los que ingresan.

Inicialmente el proyecto se elaboró en la inspección de Mámbita Cundinamarca para facilitar el proceso de permisos, sin embargo, esta malla se puede implementar en cualquier urbanización. La metodología de este proyecto se dividió en tres partes que fueron la investigación, que consistió en realizar un reconocimiento visual y un aporte por parte de la población por medio de una encuesta y así obtener la ubicación del sumidero más óptimo ; La segunda parte de la metodología fueron los estudios que consistieron en determinar la precipitación media de la zona, el caudal máximo al que tiene influencia el sumidero más óptimo y finalmente el diseño y pruebas a los materiales que se propusieron para esta malla; Por último, en la metodología se realizó la prueba del prototipo en campo dentro del sumidero durante un periodo de tiempo determinado para observar los resultados obtenidos.

Los resultados de este proyecto se dieron una vez finalizado el tiempo de prueba del prototipo, donde se logró evidenciar que esta malla se comportó firme a los diferentes factores de resistencia para los que fue diseñada, como a la carga por las basuras y el volumen de agua que ingreso por las fuertes precipitaciones obteniendo finalmente que todos los residuos que ingresaron al sumidero no pasaron de la malla evitando así el ingreso a los sistemas de alcantarillado.

Al final de todo este proceso se pudo argumentar que este proyecto es factible y puede aplicarse en diferentes zonas urbanas que cuenten con la problemática de residuos sólidos en las calles. sin embargo, se debe tener en cuenta los factores climáticos a los que se va a enfrentar el prototipo debido a los diferentes climas con que cuentan las zonas del país.

Palabras Clave: Sumideros Laterales, Malla Recaudadora, Sistemas de Alcantarillado, Precipitación, Escorrentía Superficial, Estaciones Meteorológicas.

ABSTRACT

Currently, urban areas have been presenting a common problem, this problem is the presence of solid waste such as garbage in the streets that enter sewage systems, especially through lateral drains, which do not have grids and are finally discharged into the closest natural water bodies. Therefore, the purpose of this project was to develop a solid waste collection mesh in these drains, which would prevent waste from entering and causing possible blockages both inside and outside the sewage systems and contamination of natural water bodies. to those who enter.

Initially, the project was elaborated in the Mámbita Cundinamarca inspection to facilitate the permitting process, however, this mesh can be implemented in any urbanization. The methodology of this project is divided into three parts, which were the investigation, which consists of performing a visual recognition and a report by the population by means of a survey and thus obtaining the location of the most optimal sink; The second part of the methodology was the studies that consisted of determining the media measurement of the area, the maximum flow rate to which the most optimal sink has influence, and finally the design and testing of the materials proposed for this mesh; Finally, in the methodology the prototype test was carried out in the field inside the sink during a determined period of time to observe the results obtained.

The results of this project were recorded once the prototype testing time was over, where it could be seen that this mesh behaved firmly to the different resistance factors for fuels, such as the load by garbage and the volume of water that it enters due to the heavy rainfall, finally obtaining all the waste that entered the sump did not go beyond the mesh, thus preventing entry into the sewage systems.

At the end of all this process, it could be argued that this project is feasible and can be used in different urban areas that have the problem of solid waste on the streets. However, it must take into account the climatic factors that the prototype will face due to the different climates that the areas of the country have.

Key Words: Lateral Sumps, Collection Mesh, Sewer Systems, Precipitation, Surface Runoff, Meteorological Stations.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	13
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
2.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
2.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
3.	JUSTIFICACIÓN.....	15
4.	OBJETIVOS.....	16
4.1.	OBJETIVO GENERAL	16
4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
5.	ALCANCE.....	17
6.	ANTECEDENTES.....	18
6.1.	MODELO DE BOCA DE TORMENTA PARA REDUCIR CANTIDAD DE BASURA QUE LLEGA A LOS LAGOS Y RÍOS.	18
6.2.	SOLUCIONES HIDROPLUVIALES S.A.....	18
6.2.1.	Válvulas de control	19
6.2.2.	Sistemas de limpieza	19
7.	MARCO REFERENCIAL	21
7.1.	MARCO TEÓRICO	21
7.1.1.	Inundaciones por taponamiento de redes de alcantarillado	21
7.1.2.	El control de basuras en las ciudades.....	21
7.1.3.	El problema de las basuras	21
7.2.	MARCO CONCEPTUAL	24
7.2.1.	Basuras	24
7.2.2.	Reciclaje.....	24
7.2.3.	Sumideros	24
7.3.	ESTADO DEL ARTE.....	25
7.3.1.	Rejillas plásticas maderplast	25
7.3.2.	Redes de drenaje para reducir la descarga de basura en la naturaleza en Australia	25
7.4.	MARCO GEOGRÁFICO	26
7.5.	MARCO NORMATIVO.....	27
7.5.1.	Resolución MVCT 0330 DE 2017	27
7.5.2.	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.....	28
8.	METODOLOGÍA.....	29
8.1.	ETAPA 1: INVESTIGACIÓN	29
8.2.	ETAPA 2: ESTUDIOS.....	30

8.3.	ETAPA 3: PRUEBA AL PROTOTIPO	31
9.	ETAPA 1. INVESTIGACIÓN	32
9.1.	IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	32
9.1.1.	Visita al lugar de estudio del proyecto.....	32
9.1.2.	Encuesta para los habitantes de la inspección de Mámbita Cundinamarca.	36
10.	ETAPA 2. ESTUDIOS.....	49
10.1.	ESTUDIO HIDROLÓGICO.	49
10.1.1.	Datos de precipitación.....	49
10.1.2.	Precipitación media de la zona.	55
10.1.3.	Caudal Máximo Q que Enfrentara el Prototipo.....	60
10.2.	MATERIALES PARA LA MALLA QUE SERÁ COLOCADA EN EL SUMIDERO LATERAL.	64
10.2.1.	Malla elaborada con hilo de fique (terlenka).	64
10.2.2.	Malla elaborada con material industrial plástica.....	66
10.3.	PRUEBAS DE CARGA A MALLAS QUE SE PROBARAN EN EL SUMIDERO	68
10.3.1.	Prueba de carga en malla elaborada con hilo de fique (terlenka) 68	
10.3.2.	Prueba de carga de malla elaborada con material industrial plástica 69	
11.	ETAPA 3. PRUEBA DEL PROTOTIPO	72
11.1.	DISEÑO DE PROTOTIPO PARA LA PRUEBA.	72
11.2.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO EN EL SUMIDERO LATERAL ESCOGIDO.....	73
11.3.	RESULTADOS DEL MONTAJE EN EL SUMIDERO.....	76
12.	REFERENCIAS	78
13.	ANEXOS.....	80
13.1.	PLANO DEL MONTAJE DE LA MALLA RECAUDADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN UN SUMIDERO LATERAL.	80
13.2.	FORMATO DE ENCUESTA A LA CIUDADANÍA DE LA INSPECCIÓN DE MÁMBITA CUNDINAMARCA.....	83
13.3.	CURVAS IDF ESTACIÓN SALINAS DE UPIN (RESTREPO)	85

TABLA DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 6.1. Modelo de boca de tormenta.	18
Ilustración 6.2. Válvulas de Control.....	19
Ilustración 6.3. Sistema de limpieza en las calles.	20
Ilustración 7.1. Ruta de acceso a la inspección de Mámbita.	27
Ilustración 8.1. Metodología del proyecto.	29
Ilustración 9.1: Direcciones que toma la escorrentía en la vía cercana al sumidero.	35
Ilustración 9.2: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°1.....	37
Ilustración 9.3: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°2.....	38
Ilustración 9.4: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°3.....	39
Ilustración 9.5: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°4.....	40
Ilustración 9.6: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°5.....	41
Ilustración 9.7: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°6.....	42
Ilustración 9.8: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°7.....	44
Ilustración 9.9: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N.º 8.....	45
Ilustración 9.10: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N.º 9.....	46
Ilustración 9.11: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N.º 10.....	47

LISTA DE TABLAS

Tabla 9.1: Resultados pregunta N.º 1.	36
Tabla 9.2: Resultados pregunta N.º 2.	37
Tabla 9.3: Resultados pregunta N.º 3.	38
Tabla 9.4: Resultados pregunta N.º 4.	39
Tabla 9.5: Resultados pregunta N.º 5.	40
Tabla 9.6: Resultados pregunta N.º 6.	42
Tabla 9.7: Resultados pregunta N.º 7.	43
Tabla 9.8: Resultados pregunta N.º 8.	44
Tabla 9.9: Resultados pregunta N.º 9.	45
Tabla 9.10: Resultados pregunta N.º 10.	46
Tabla 10.1: Precipitación máxima mensual total en un día de la estación Nazareth.	50
Tabla 10.2: Precipitación máxima mensual total en un día de la estación Piedra Campana.	50
Tabla 10.3: Precipitación máxima mensual total en un día de la estación Santa Maria.	51
Tabla 10.4: Precipitación máxima mensual total en un día de la estación Santa Rosa De Ubalá.	52
Tabla 10.5: Q de estaciones con datos faltantes	53
Tabla 10.6: Complementación de datos de precipitación correspondientes al mes de enero.	53
Tabla 10.7: Q de estaciones faltantes.	54
Tabla 10.8: Complementación de datos de precipitación correspondientes al mes de febrero.	54
Tabla 10.9: Datos completas estación Nazareth.	58
Tabla 10.10: Precipitación Media de la estación Nazareth.	59
Tabla 10.11: Precipitación media del polígono correspondiente la inspección de Mámbita.	60
Tabla 10.12: Datos de curvas IDF, IDEAM.	60
Tabla 10.13: Valor de intensidad.	61
Tabla 10.14: Caudal máximo de escorrentía superficial.	64

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 6.1: Diseño de las Válvulas.....	19
Imagen 6.2: Diseño de un nuevo sistema de limpieza.....	20
Imagen 7.1: Sumideros de Ventana.....	23
Imagen 7.2: Sumidero de rejilla.	23
Imagen 7.3: Sumidero Combinado o Mixto.....	24
Imagen 7.4: Rejillas plásticas maderplast.....	25
Imagen 7.5: Redes de drenaje para reducir la descarga de basura en la naturaleza en Australia.	26
Imagen 7.6: Inspección Mámbita.	27
Imagen 9.1: Sumidero lateral de la parte superior de la zona baja de la inspección.....	33
Imagen 9.2: Sumidero lateral parte media de la zona baja de la inspección. ...	33
Imagen 9.3: Sumidero posiblemente apto para colocación de la malla.	34
Imagen 9.4: Pendiente proveniente de la parte sur de la inspección de Mámbita.	34
Imagen 9.5: Pendiente proveniente de la parte norte de la inspección de Mámbita.	35
Imagen 10.1: Ubicaciones de estaciones cercanas a Mámbita.	49
Imagen 10.2: Curvas de nivel zona de Mámbita Cundinamarca.....	55
Imagen 10.3: Relieve con Global Mapper de Mámbita.	56
Imagen 10.4: Cuencas de los flujos cercanos a Mámbita.	56
Imagen 10.5: Polígono de la cuenca correspondiente a la inspección de Mámbita.	57
Imagen 10.6: Leyenda del polígono en Arcgis.	57
Imagen 10.7: Polígonos de Thiessen.....	58
Imagen 10.8: Valores coeficiente de escorrentía para zonas urbanas.	62
Imagen 10.9: Inspección de Mámbita Cundinamarca.	63
Imagen 10.10: Área de influencia del sumidero para el proyecto.	63
Imagen 10.11: Calculo de área de influencia del proyecto.	64
Imagen 10.12: Malla hilo de terlenka.	65
Imagen 10.13: Hilo de terlenka.	65
Imagen 10.14: Malla de Hilo de terlenka con forma de bolsa.	66
Imagen 10.15: Malla industrial plástica.	67
Imagen 10.16: Hilo de terlenka.	67
Imagen 10.17: Bolsa de malla industrial plástica.	68
Imagen 10.18: Bulto de cemento.	68
Imagen 10.19: Prueba de carga a malla.	69
Imagen 10.20: Bulto de cemento para carga muerta.	70
Imagen 10.21: Prueba de carga malla industrial plástica.....	70
Imagen 10.22: Falla en prueba de carga de la malla industrial plástica.....	71
Imagen 11.1: Características físicas de la boca del sumidero.	72
Imagen 11.2: Marco metálico para prueba de campo con la malla.....	73
Imagen 11.3: Ensamblaje de malla en el marco metálico.....	73
Imagen 11.4: Acoplamiento de prototipo en el sumidero escogido.....	74
Imagen 11.5: Montaje completo en sumidero escogido.....	75
Imagen 11.6: Prototipo ensamblado visto en planta.	75

Imagen 11.7: Observación de prototipo 15 días después del montaje.	76
Imagen 11.8: Basura recogida por el sistema de malla recaudadora de residuos sólidos.....	77
Imagen 11.9: volumen de basura recogido por el sistema.....	77

1. INTRODUCCIÓN

Los sumideros para recolección de aguas lluvias de esta época, cuentan con rejillas como sistemas de retención de desechos. Generalmente, estas estructuras cumplen con su función de forma adecuada, pero en ocasiones tienden a presentar problemas. Dichos problemas se generan al tener grandes caudales provenientes de intensas precipitaciones que dificultan el paso rápido de estas aguas provocando retenciones, lo cual se acentúa con la presencia de residuos sólidos que son arrastrados por la escorrentía.

Los tipos de sumideros se determinan dependiendo el caudal que pueda entrar en ellos. De esta manera, en los lugares de altos caudales se usan sumideros laterales los cuales en su mayoría no cuentan con un sistema de retención de residuos, lo que permite el ingreso de las basuras que pueden taponar las redes de alcantarillado o causar contaminación en los lugares de descargue los cuales normalmente son cuerpos de aguas naturales.

Por lo anterior, se busca realizar un montaje de una malla recolectora de basuras en la inspección de Mámbita - Cundinamarca con fines de apreciar los efectos de esta alternativa sobre las anteriores problemáticas. Este montaje de la malla busca no intervenir con la evacuación de las aguas y así mismo pretende evitar el ingreso de basuras en las redes de alcantarillado, eliminando así dos problemáticas latentes en las calles.

Este proyecto se llevará a cabo en esta inspección debido a que esta cuenta con sumideros laterales y además permite poner en marcha el proyecto. Por otro lado, se busca determinar la efectividad del montaje desarrollando una serie de actividades como encuestar a las personas que habitan esta inspección, hacer un estudio hidrológico de la zona para observar el comportamiento de las precipitaciones en los últimos años, realizar el diseño de la estructura y probarlo en campo buscando así obtener los resultados esperados. De esta manera, se pretende confirmar que esta malla cumple con su objetivo sin afectar las funciones del sumidero y asimismo demostrar que está representa una alternativa eficiente para el control de las basuras y las inundaciones en las calles.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El proyecto busca dar solución al problema de los sumideros debido a que estos permiten el paso de residuos sólidos al alcantarillado, pues no todos estos cuentan con rejillas o estructuras de retención, incluso los que cuentan con este tipo de sistemas corren el riesgo de que se obstruyan y se produzca una acumulación de aguas, produciendo inundaciones en las zonas bajas o arroyos en las partes altas de las zonas urbanas.

Este problema se evidencia en un informe de la defensoría del pueblo, en la cual realiza un análisis de acuerdo a los estragos provocados por el fenómeno de la niña y los actores que los provocan, en esté se da a conocer que gran parte de las inundaciones provocadas en las zonas urbanas de Colombia son a causa del mal manejo de las redes de alcantarillado, por el tamaño y las grandes cantidades de basura. [1]

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La alarmante cantidad de basuras que son llevadas a las redes de alcantarillado es una problemática ambiental presente en todas las zonas urbanas del país, principalmente en sitios de gran comercio que durante la temporada invernal son fuertemente impactados por causa del arrastre de estas basuras a las cámaras del alcantarillado provocando obstrucción de las mismas. Esta situación provoca consecuencias negativas tales como: inundación de avenidas, accidentes de tránsito, pérdidas económicas a locales comerciales y enfermedades originadas por aguas estancadas.

Esta problemática no solo afecta las avenidas en zonas urbanas, sino que impacta significativamente el medio ambiente debido a que las aguas servidas desembocan en cuerpos de aguas naturales que terminan peligrosamente contaminadas, poniendo en riesgo la vida de flora y fauna cercana a estos cauces o incluso de comunidades ubicadas aguas abajo.

La contaminación que se provoca cuando las basuras van a desembocar en los cuerpos de aguas naturales se pueden constatar en un artículo periodístico que se realizó en la ciudad de Cochabamba – Bolivia, donde se documentó la contaminación de las redes de alcantarillado y posteriormente la contaminación del río Rocha que es un afluente que alimenta la cuenca del Amazonas. En este artículo se exponen los problemas anteriormente mencionados y las consecuencias que estos están causando; También se hacen comentarios por partes de ingenieros civiles e hidrólogos quienes afirman que el aumento de las lluvias no es algo nuevo, sino que las inundaciones son provocadas por el mal control de las basuras y la gran cantidad de estas que ingresan en las redes de alcantarillado. [2]

3. JUSTIFICACIÓN

La importancia de este proyecto radica en que la presencia de las basuras en las redes de alcantarillado constituye un problema muy común en las ciudades del país, que conlleva a una serie de desastres que puede entenderse como un efecto dominó. Entre estas problemáticas se destacan la contaminación con basuras en los cuerpos de agua o en las plantas de tratamiento que reciben estas aguas, como también taponamiento de redes de alcantarillado trayendo como consecuencia, a su vez, inundaciones en las calles, accidentes de tránsito y la necesidad de un sin número de actividades para restaurar el servicio de evacuación de las aguas pluviales.

Se busca realizar el diseño de una malla de recolección de basura en la entrada de los sumideros de aguas lluvias con el fin de evitar el ingreso de las basuras en las redes de alcantarillado. Así mismo se implementará un mejoramiento al diseño de la rejilla que está en la entrada de estas cámaras con fines de adaptarla a la malla evitando su obstrucción.

Con esto se beneficiará a la comunidad de diferentes maneras. Primeramente, se evitarían problemas de contaminación e inundaciones en las calles las cuales están afectando gran parte de la ciudadanía en tiempos de invierno, teniendo como efecto positivo una disminución favorable en los índices de accidentabilidad, riesgos biológicos por enfermedades relacionadas a la reproducción de insectos transmisores y estragos por ingreso de las aguas en los hogares y locales comerciales. Por otra parte, se aminoraría el impacto ambiental en las zonas de evacuación de estas aguas y así mismo se reduciría la contaminación de los cuerpos de agua que llevan estas basuras a comunidades presentes aguas abajo.

La importancia y necesidad de este proyecto se justifica teniendo en cuenta gran parte de noticias de diferentes ciudades e investigaciones hechas respecto al problema ya expuesto anteriormente, esto implica en gran parte solucionar la gran inconformidad que se tiene en cuanto a contaminación e inundaciones por residuos sólidos en las redes de alcantarillado y así mismo reducir los costos de mantenimiento y limpieza de las redes de alcantarillado. [2]

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una malla recaudadora de residuos sólidos en uno de los sumideros laterales con mayor presencia de basuras en la inspección de Mámbita – Cundinamarca, siendo de fácil acceso.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la problemática producida por los residuos sólidos de acuerdo a las declaraciones hechas por la comunidad de la inspección de Mambita Cundinamarca.
- Determinar el caudal de precipitación media que se ha presentado en los últimos años mediante el modelo lluvia escorrentía
- Definir qué tipo de malla recaudadora de residuos sólidos funciona satisfactoriamente.
- Probar la malla recaudadora que cumpla las características de resistencia y durabilidad en el sumidero lateral con mayor presencia de residuos sólidos en la zona estudiada.

5. ALCANCE

Con este proyecto se busca diseñar e implementar en campo la malla recaudadora de residuos sólidos en uno de los sumideros laterales con más presencia de basuras en la inspección de Mámbita Cundinamarca, con el fin de comprobar si esta malla puede dar una alta efectividad y así mismo sea una alternativa al control de las basuras que llegan a las redes de alcantarillado arrastradas por la escorrentía producto de las fuertes precipitaciones, las cuales van a terminar a los cuerpos de agua naturales quienes son contaminados diariamente por estos residuos.

Cabe aclarar que en al no haber un estudio que nos permita argumentar donde está el punto más crítico de los sumideros principales, se toma como tramo de estudio la parte baja del pueblo, este tramo cuenta con un área aproximada de 5 cuadras, se toma este tramo debido a que la escorrentía llevaría los residuos hacia los sumideros ubicados en la parte baja de la inspección. Esta zona se irá reduciendo con la ayuda de la investigación, estudio hidrológico y encuesta que se realizará a la comunidad llegando al sumidero con presencia de más ingreso de residuos sólidos.

6. ANTECEDENTES

6.1. MODELO DE BOCA DE TORMENTA PARA REDUCIR CANTIDAD DE BASURA QUE LLEGA A LOS LAGOS Y RÍOS.

Este modelo fue llevado a cabo por Marcos Tántera, un estudiante de la Universidad Nacional De Córdoba. Como proyecto de grado, Tántera propuso el modelo de una plataforma recolectora de basura en los sistemas de sumideros para aguas lluvias. Este proyecto se realizó en la ciudad de Serrana de Villa Carlos Paz (Argentina). Del proyecto se tienen especificaciones como: un peso no mayor a los 70 kilogramos y está constituido por una canasta de malla soldada en el interior del sumidero, la cual puede remover desde una tapa de botella hasta sólidos de tamaños de un metro de diámetro. Este canasto está ubicado en una plataforma metálica la cual es ubicada en la misma ubicación de las bocas de tormenta. Para la limpieza de esta estructura, simplemente se abre y se extrae por medio de articulaciones, las cuales permiten un fácil y rápido sacado de las basuras y la reubicación de la canasta sin ningún problema.

Este proyecto fue implementado satisfactoriamente, arrojando buenos resultados con respecto al ingreso de basuras a las redes de desagüe donde se verificó su capacidad de retención hasta del 100% de los residuos. Entre sus ventajas resalta la fácil accesibilidad para que los operadores pudieran retirar las basuras retenidas. [3]

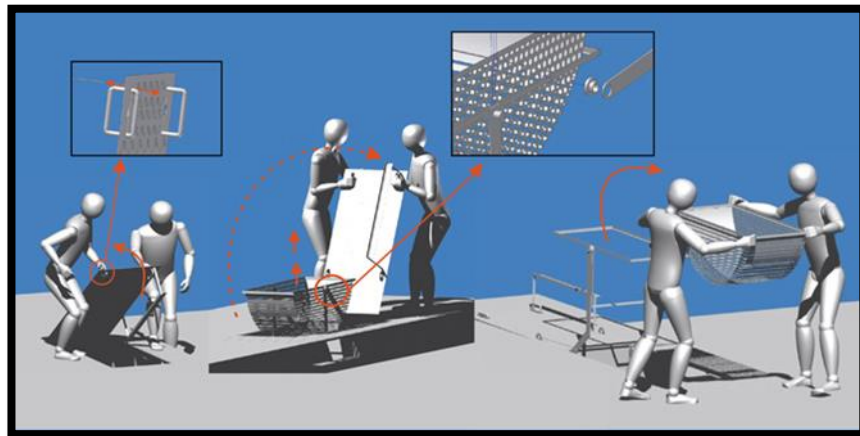


Ilustración 6.1. Modelo de boca de tormenta.
Fuente 1. Extraído de. [3]

6.2. SOLUCIONES HIDROPLUVIALES S.A.

Los siguientes elementos fueron diseñados e implementados por la empresa Soluciones Hidropluviales S.A. en la ciudad de México en el 2014 con fines de solucionar problemáticas asociadas con los residuos y arenas en las redes de alcantarillado.

6.2.1. Válvulas de control

Permiten regular el flujo de agua, reducen los volúmenes de almacenamiento y evitan los riesgos de obstrucción. Estos equipos al controlar y permitir re direccionar el flujo de agua, ayudan a amortiguar los efectos producidos por inundaciones, previenen la erosión, reducen azolves y el desbordamiento de los ríos. De igual forma, evitan la saturación de las redes de drenaje. Estas válvulas pueden regular los escurrimientos desde aguas arriba y en los sistemas de drenaje para asegurar que va a drenar un volumen controlado, o que se van a dirigir los picos a zonas de inundación ya preparadas, evitando de esta forma que en las calles se generen inundaciones. Otra bondad asociada con estas estructuras es que, permiten que el sistema de drenaje trabaje según su capacidad e impiden que sea rebasado generando saturaciones y encharcamientos. [4]

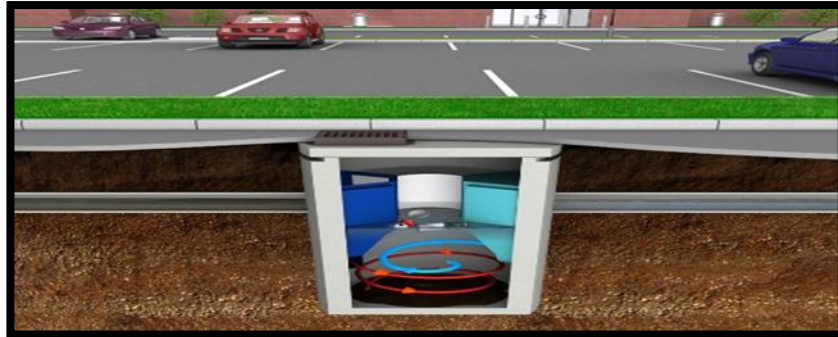


Ilustración 6.2. Válvulas de Control.
Fuente 2.Extraído de. [4]



Imagen 6.1: Diseño de las Válvulas.
Fuente 3. Extraído de. [4]

6.2.2. Sistemas de limpieza

Los separadores retiran del escurrimiento los aceites, sedimentos y basuras flotantes que en muchos casos taponan el sistema de drenaje pluvial con lo cual se evita una operación ineficiente en la evacuación de aguas lluvias y los subsiguientes encharcamientos. De igual forma, al reunir la carga contaminante en un solo punto, la limpieza y el mantenimiento del sistema de drenaje es más fácil y seguro. [4]

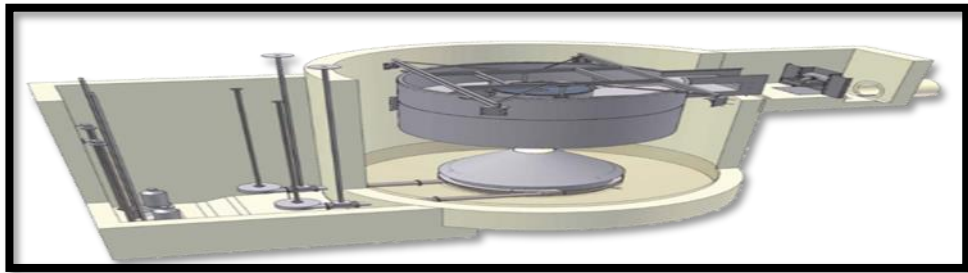


Ilustración 6.3. Sistema de limpieza en las calles.
Fuente 4. Extraído de. [4]



Imagen 6.2: Diseño de un nuevo sistema de limpieza.
Fuente 5. Extraído de. [4]

7. MARCO REFERENCIAL

7.1. MARCO TEÓRICO

7.1.1. Inundaciones por taponamiento de redes de alcantarillado

Las inundaciones por causa del taponamiento de las redes de alcantarillado son una problemática permanente en todas las ciudades de Colombia y que puede ser entendida a la luz de unas causas y sus correspondientes consecuencias. Una de las causas más comunes que originan el taponamiento de las redes de alcantarillado es la inconciencia de los lugareños que arrojan basuras a las calles. Cuevas (2010) afirma que:

“Las principales causas de las inundaciones en las ciudades se dan por la falta de conciencia ciudadana de sus habitantes, los cuales arrojan basuras a las calles llenándolas de montones, los cuales en días de lluvia son arrastrados por las turbulentas aguas y llevados a las redes de alcantarillado donde obstaculizan el paso del agua y después de un tiempo se tapan y así mismo se desencadena una serie de problemas comenzando por inundaciones, accidentes y terminando con damnificados que pierden todo lo poco que tienen”. [5]

7.1.2. El control de basuras en las ciudades

El control de basuras en las ciudades es un tema social, el cual tiene diferentes causales y consecuencias que se ven reflejadas en el estado de una ciudad. Es por eso que, al momento de hallar soluciones o explicaciones, el control de basuras se convierte en algo realmente controversial.

Primeramente, una de las situaciones más comunes es ver personas arrojando basuras en las calles o sentir mal olor al pasar por un río; entonces, es allí donde podríamos preguntarnos el ¿Por qué o cómo el ser humano está manejando las basuras generadas por sí mismo?; Posiblemente la respuesta está en las formas de actuar o pensar de las mismas personas, siendo éstas los actores principales de la contaminación, siendo a su vez los mayores consumidores de recursos naturales. Por esta razón, Bernache Pérez (2011) señala que: “Los individuos son consumidores que arrojan basuras al igual que las empresas que generan esos productos. Las basuras son un problema social, que perjudica la imagen de una ciudad, proliferación de plagas, inundaciones por degradación de suelos, entre otros”. De esta afirmación es posible inferir que se estaría dejando la responsabilidad de las basuras y contaminación a las poblaciones, principalmente en zonas urbana. [6] (p.169)

7.1.3. El problema de las basuras

Cualquier centro urbano del mundo tiene problemáticas particulares. Una complicación transversal a todas las urbes es el impresionante consumo de productos con envolturas plásticas, los que conllevan a una problemática aún más común que se refleja en la presencia de residuos sólidos en las calles. Este problema en los últimos años ha impactado fuertemente a las ciudades pues las

grandes concentraciones de basuras en las calles provocan la proliferación de insectos portadores y transmisores de enfermedades que afectan a los ciudadanos.

En Ciudad de México (D.F.), Reyes (2004) realizó una investigación acerca de la producción e incremento de las basuras en las calles, concluyendo que una de las principales razones para el incremento de las basuras es el crecimiento poblacional, así como el consumo de productos empaquetados. Todo esto reforzado por la publicidad a través de comerciales televisivos que promueven un mayor consumo de estos productos, así como la costumbre de los ciudadanos de comprar bolsas desechables al adquirir productos en los supermercados y que luego son desechadas. [3]

7.1.4. Sumideros

7.1.4.1. Elementos de sumideros

Los elementos de sumideros son las partes que constituyen a éste, los cuales permiten un adecuado transporte de las aguas lluvias a su destino de vertimiento.

- **Rejilla**

Es un elemento ubicado en la parte superior del sumidero, el cual tiene como función detener las partículas u objetos diferentes al agua como basuras, material orgánico entre otras. [7]

- **Marco para Rejilla**

Este elemento se encarga de separar la rejilla del pavimento para evitar que se adhieran. Estos marcos ayudan a que las rejillas sean movibles para el momento de mantenimiento o limpieza del sumidero. [7]

- **Tipos de Sumidero**

Hay varios tipos de sumideros debido a que la necesidad en las zonas urbanas tiende a ser diferente, tener volúmenes de agua diferente y emisión de desechos diferentes.

7.1.4.2. Sumidero de Ventana (Curb Opening Inlet)

Este sumidero consta de una abertura lateral a la acera, la cual tiene una serie de cunetas que transportan las aguas lluvias hacia su ubicación. Este sumidero es usado comúnmente en zonas centrales con baja presencia de vegetación ya que su abertura es más grande y permite el ingreso de mucha más agua en comparación a otro tipo de sumidero. [7]



Imagen 7.1: Sumideros de Ventana.
Fuente 6. extraído de. [7]

7.1.4.3. Sumidero de rejilla en cuneta (Grate Inlet)

Esta estructura de captación consiste en que la boca del sumidero se encuentra ubicada en la parte inferior de las cunetas que transportan las aguas pluviales y tiene como protección una rejilla metálica que se encarga de detener desechos (basuras). [7]



Imagen 7.2: Sumidero de rejilla.
Fuente 7. Extraído de. [7]

7.1.4.4. Sumideros Combinados o Mixtos (Combination Inlet)

Los sumideros combinados o mixtos consisten en la combinación de los dos sistemas anteriores, son usados principalmente en los sitios donde es necesario la presencia de rejillas para la detención de materiales como basuras, pero así mismo es necesario tener una alta capacidad de evacuación de aguas lluvias por el volumen elevado que llega a éstas. [7]



Imagen 7.3: Sumidero Combinado o Mixto.
Fuente 8. Extraído de. [7]

7.2. MARCO CONCEPTUAL

7.2.1. Basuras

La basura es un sinónimo de residuos a los que se le denomina como desechos que se dan luego de que un objeto o partícula cumple con su uso. Estos residuos pueden ser orgánicos o inorgánicos. Los residuos orgánicos son aquellos que son derivado de productos naturales como alimentos. Estos residuos pueden ser cáscaras de cualquier tipo de alimento proveniente del campo y se caracterizan porque su descomposición es rápida y no produce contaminación a largo plazo.

Por otra parte, los residuos inorgánicos son sobras de los productos industriales o con algún proceso industrial. Dentro de estos residuos se pueden encontrar plásticos, metales y productos como baterías, desechos que son muy contaminantes y su degradación se da a largo plazo. [8]

7.2.2. Reciclaje

Es un proceso fisicoquímico que se le realiza a aquellos desechos que a primera vista no tienen ningún uso, y consiste en que estos desechos puedan ser reutilizados para otro tipo de actividad que pueda traer un beneficio económico y ecológico para quienes lo usan, el reciclaje es un nuevo método usado para disminuir la contaminación por basuras disminuyendo la cantidad de residuos producidos y mejorando la manera en que se producen desechos inorgánicos en el planeta. [9]

7.2.3. Sumideros

Los sumideros son las estructuras encargadas de recoger y dirigir el agua que se precipita a través de las cunetas o canales de las vías con el mínimo de incomodidad para el tráfico vehicular y peatonal, evitando que se dé entrada de materiales al sistema de alcantarillado y así mismo se evacuen las aguas

evitando potenciales inundaciones que puedan causar accidentes que pongan en riesgo la integridad de las personas que transiten las calles. [10]

7.3. ESTADO DEL ARTE

7.3.1. Rejillas plásticas maderplast

Estas rejillas son diseñadas y elaboradas por la fábrica de rejillas plásticas maderplast (Colombia). Dichas estructuras son diseñadas con diferentes fines para todo centro urbano. La característica más importante es que estas rejillas tienen unos orificios pequeños que impiden que los residuos se infiltren a través ellos.

Otro punto a favor consiste en que estas rejillas son construidas en plástico, lo cual evita que sean robadas (como sucede con las metálicas). Finalmente, este tipo de rejillas son reconocidas por tener un bajo costo en el mercado y su material tiene una alta resistencia para aquellas vías que tienen un tránsito vehicular muy pesado. [11]



Imagen 7.4: Rejillas plásticas maderplast.
Fuente 9. Extraído de. [11]

7.3.2. Redes de drenaje para reducir la descarga de basura en la naturaleza en Australia

El diseño de estas redes está enfocado en un montaje que se coloca en las salidas de los sistemas de drenaje donde se ancla un conducto metálico con la red de recolección la cual tiene una longitud que no ponga en peligro es descargue de aguas y permita la retención de estos desechos, al tener una longitud apropiada esta malla retiene las basuras al extremo más lejano de la salida del sistema permitiendo que el agua se eleve y pueda salir sin ningún problema.

Estas redes de drenaje fueron parte de proyectos de innovación en la ciudad de Kwinana en Australia con el fin de dar solución a la descarga de basuras que son

transportadas por los sistemas de drenaje y luego son descargadas en cuerpos de aguas naturales.

En esta ciudad fueron instaladas dos redes de este tipo a inicios del año 2018 en una reserva natural que fue la reserva de Henly con fines de evitar la contaminación de sus ecosistemas protegiendo la flora y fauna del lugar. Estas redes dieron como resultado la retención de aproximadamente 370 kg de escombros en 6 meses de prueba. Por su diseño se concluyó que es un proyecto factible con buenos resultados para ser aplicada en muchas partes del mundo y también en cuanto a seguridad se aseguró que nunca se puso en peligro la fauna del lugar, ya que nunca se dio un caso de que algún animal se haya quedado atrapado en estas redes. [12]



Imagen 7.5: Redes de drenaje para reducir la descarga de basura en la naturaleza en Australia.
Fuente 10: Storm Water Systems.

7.4. MARCO GEOGRÁFICO

La inspección de Mámbita está ubicada dentro del municipio de Ubalá Cundinamarca. El municipio de Ubalá está conformado por dos zonas (A y B). La zona A está conformada por la cabecera municipal mientras que la zona B está conformada por la inspección de Mámbita, Zoya y San Pedro de Jagua. La zona B de Ubalá donde está ubicada la inspección de Mámbita limita al norte con el departamento de Boyacá, al sur con el municipio de Medina, al oriente con el municipio de Paratebueno y finalmente al occidente con el Municipio de Gachalá. Las coordenadas exactas de la inspección de Mámbita son 4°45'49.56" Norte y 73°19'36.91" Oeste según coordenadas de la aplicación Google Earth Pro.



Imagen 7.6: Inspección Mambita.
Fuente 11: Extraído de GPS Maps Google.

El municipio de Ubalá y por lo tanto la inspección de Mambita hacen parte de la provincia del Guavio que conforma los municipios de Gachetá, Gama, Gachalá, Guasca, Guatavita, Junín, Calera y Ubalá.

La inspección de Mambita se encuentra ubicada a aproximadamente 3 horas de la ciudad de Villavicencio - Meta y es reconocida por ser la inspección en la cual se encuentra ubicada la central eléctrica (hidroeléctrica Guavio).

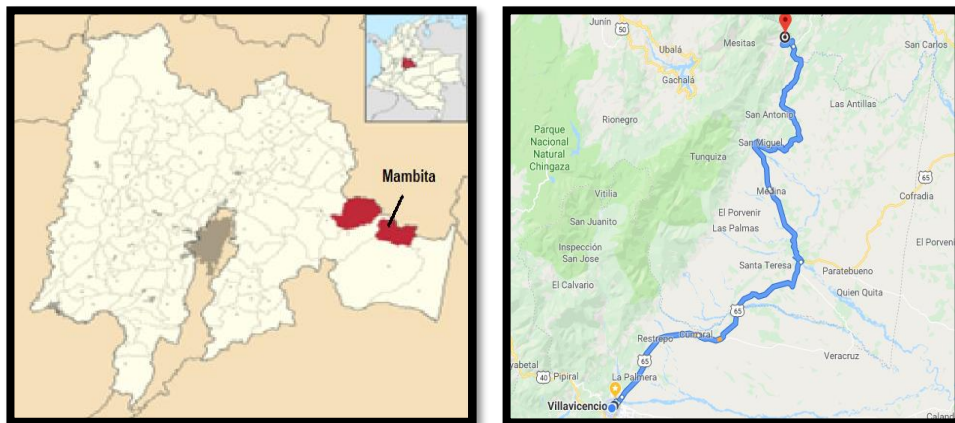


Ilustración 7.1. Ruta de acceso a la inspección de Mambita.
Fuente 12. Extraído de GPS Maps Google.

7.5. MARCO NORMATIVO

En este marco se pueden ver expresadas las normas en que se van a basar las investigaciones y las ejecuciones del proyecto a realizar.

7.5.1. Resolución MVCT 0330 DE 2017

Esta resolución es de gran importancia ya que en esta se da la reglamentación de parámetros y pasos a seguir para el diseño de redes de servicios públicos como redes de acueducto y alcantarillado. Esta resolución es fundamental para tomar en cuenta los parámetros que tiene un alcantarillado de aguas lluvias y así

guiarnos para no dar incumplimiento en ningún parámetro al momento de realizar la prueba del proyecto en alguno de los sumideros escogidos para el proyecto. [13]

7.5.2. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS

El RAS es también un reglamento de gran importancia en el diseño y ejecución de este proyecto, más específicamente el título D, el cual nos emite la reglamentación para diseños de los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y aguas lluvias, al ser un proyecto enfocado en las redes de alcantarillado especialmente los sumideros y las redes de evacuación de aguas lluvias sus especificaciones serán de gran ayuda ya que se tomara en cuenta las acciones al momento de realizar los diseños y las características físicas que tienen o deben tener estos sistemas. [14]

8. METODOLOGÍA

El proyecto se desarrollará en tres fases, las cuales definirán el curso de esté. La metodología se apoyará en documentos que den información de actividades o estudios que se hayan realizado con respecto al tema, logrando tener más información y conocimientos para llevar a cabo un proceso adecuado en pro de alcanzar los objetivos del proyecto.

Las tres fases del proyecto se enuncian a continuación:

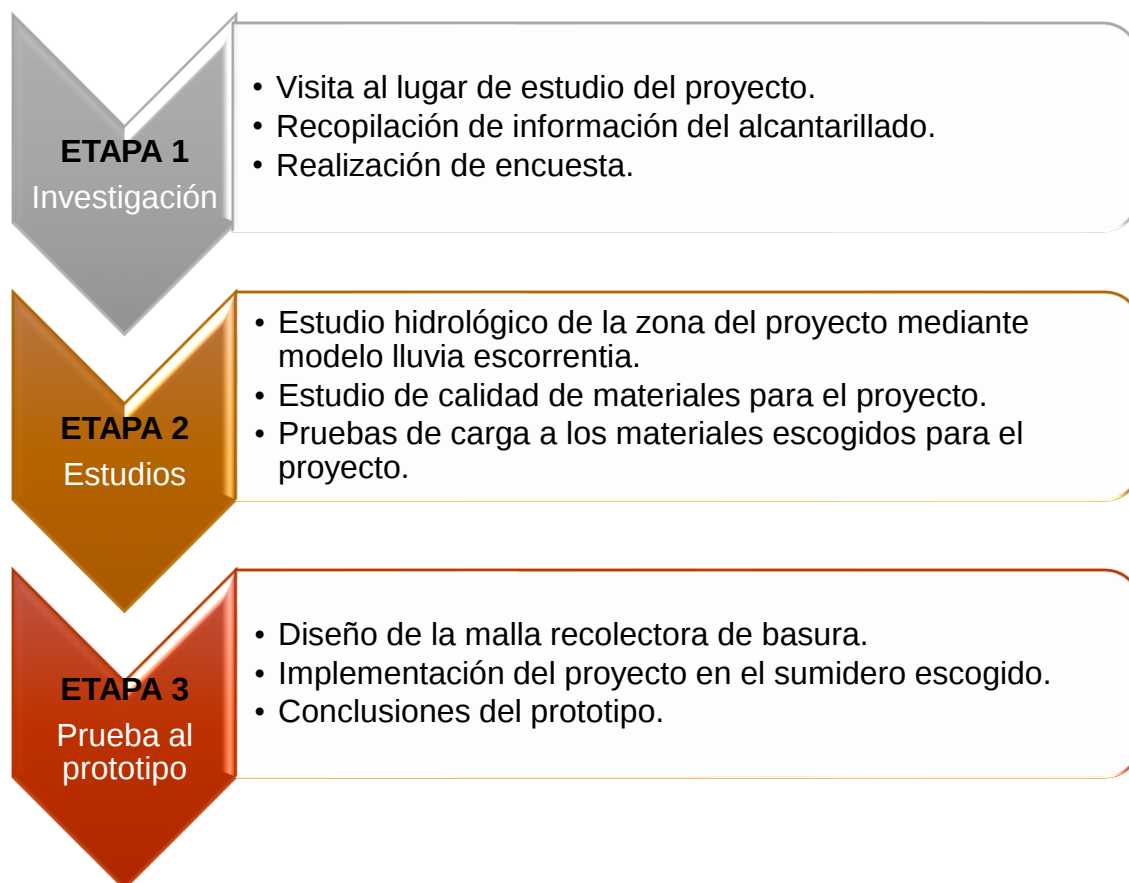


Ilustración 8.1. Metodología del proyecto.
Fuente 13. Autor.

8.1. ETAPA 1: INVESTIGACIÓN

En esta etapa se realizó todo lo referente a la recopilación de información. Esta fase es de suma importancia para lograr reconocer las problemáticas que se tienen respecto al tema de las basuras en el alcantarillado, información del sistema de alcantarillado y la opinión que se tiene sobre este problema en la zona de estudio para así realizar un excelente proceso de prueba al proyecto.

En esta etapa se pretende alcanzar los siguientes objetivos.

Inicialmente se busca hacer reconocimiento de la inspección mirando los puntos clave de más presencia de basuras y demás factores físicos de la inspección, con esto se permite tener más exactitud del punto más crítico y así saber dónde ubicar el prototipo del proyecto. Por otra parte, se busca recolectar información importante del alcantarillado como la ubicación de los sumideros, el tipo de alcantarillado y la zona de descarga de este, con esta información se puede lograr ver el tipo de sumidero al que se le va a realizar la implementación del proyecto y así mismo poder realizar el diseño con respecto a su forma. Finalmente, la realización de una encuesta que permita demostrar que la problemática existe y que la comunidad este de acuerdo a un proyecto de solución a este problema.

8.2. ETAPA 2: ESTUDIOS

En esta etapa se realizarán estudios que permitan observar el comportamiento de la zona en cuanto a transporte de aguas lluvias y también pruebas que permitan escoger el lugar y materiales de implementación del prototipo. Estos estudios se relacionan a continuación:

- Realizar un estudio hidrológico mediante modelo lluvia escurrentía en la zona que nos permita saber que volumen de precipitación media se da en la zona para así saber que agua lluvia ingresa en el sistema de alcantarillado, este estudio será implementado con la precipitación media de la zona con apoyo de la hidrología urbana.

Este estudio se realizará con apoyo de libro Hidrología en la ingeniería el cual fue hecho por el ingeniero civil Germán Monsalve Sáenz quien especifica los métodos para determinar la precipitación media con métodos como:

Método aritmético: método el cual provee estimación de datos de precipitación si los aparatos pluviométricos están ubicados de una manera uniforme, este método tiene la siguiente ecuación. [15]

$$P_{med} = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n P_i$$

Ecuación 8.1: Método aritmético.

Donde;

n= número de aparatos pluviométricos.

Pi= precipitación realizada en el aparato pluviométrico.

Método de polígonos de Thiessen: este método se trata de tomar la ubicación de las estaciones y distribuirles uniformemente la zona de

estudio para así ser más precisos al momento de saber la precipitación media de la zona, este método tiene la siguiente ecuación. [15]

$$P_{med} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i * P_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Ecuación 8.2: Método de Thiessen.

Donde:

n= número de aparatos pluviométricos.

Pi=precipitación registrada en el aparato pluviométrico.

Ai= área de influencia correspondiente al aparato pluviométrico i, resultante del método de Thiessen.

Se debe aclarar que para realizar el método más apropiado de los dos anteriormente nombrados se debe tener datos de precipitación de diferentes estaciones cercanas a la zona, estos datos serán pedidos al Ideam ya que es la entidad pública a cargo de suministrar esta información.

- Hacer un estudio de los posibles materiales a usar en el prototipo verificar su calidad, escogiendo el más adecuado para así dar una vida útil adecuada a éste. Entre estos materiales se tendrá en cuenta, mallas industriales plásticas y mallas de hilo de terlenka.
- Se realizará una prueba de carga a los materiales escogidos y al prototipo para así confirmar que soportará las cargas de residuos y de agua a la cual estará expuesta.

8.3. ETAPA 3: PRUEBA AL PROTOTIPO

Esta es la fase final del proyecto, pues en esta se desarrollará el diseño y la puesta a prueba del sistema. De igual forma, se tendrá en cuenta el desarrollo de las siguientes actividades.

- Se realizará el diseño de la malla recolectora, garantizando que ésta no interfiera con el trabajo que realiza el sumidero y no impida el paso de las aguas lluvias que son transportadas hacia el sistema de alcantarillado.
- Al tener las anteriores etapas se hará la implementación del prototipo en el sumidero que más sea conveniente y se buscará tener los resultados esperados.
- Se realizarán las conclusiones obtenidas por el prototipo y se demostrara si éste funciona o no.

9. ETAPA 1. INVESTIGACIÓN

9.1. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Para el inicio de la investigación la cual llevará al diseño de la malla recaudadora de residuos sólidos en los sumideros recolectores de aguas lluvia en la inspección de Mámbita Cundinamarca, se realizó un reconocimiento de la inspección y se hicieron una serie de trabajos los cuales tenían como objetivo la confirmación de la problemática de las basuras en las calles de este lugar y posteriormente los puntos más críticos donde se observa más presencia de residuos sólidos con altos volúmenes de agua provenientes de las precipitaciones que llegarían a los sumideros, las redes de alcantarillado y finalmente a los cuerpos de agua naturales.

Uno de los trabajos realizados fue la implementación de una encuesta la cual permitiría identificar las problemáticas de las basuras en las calles y confirmar que esta situación existe, esta encuesta se le realizó a los habitantes de esta inspección de Mámbita ya que estos conocen cada uno de los sucesos negativos que tiene en la zona en la cual residen.

9.1.1. Visita al lugar de estudio del proyecto

Al dar inicio de la ejecución del proyecto de investigación se dio la tarea de visitar la zona y realizar un reconocimiento visual el cual nos permitió obtener información de acuerdo a puntos estratégicos de encuentro de las aguas lluvia y sus sumideros encargados de dar recibimiento e inmediata expulsión de las aguas lluvias por las redes de alcantarillado; también se pudo observar que la inspección cuenta con una pendiente importante la cual da a concluir que la escorrentía superficial proveniente de las precipitaciones en las zonas altas se concentrara en las zonas más bajas de la inspección.

Al observar que la situación de la pendiente se dio inicio a una visualización más detallada en la zona baja de la inspección de Mámbita donde se pudo encontrar que el tipo de sumidero más común en esta zona es el lateral el cual será el tipo usado para este proyecto. Al detallar esta zona, se encontró que gran parte de los sumideros están tapados al punto de no recibir nada de agua lo que le da fortalecimiento a la problemática planteada para este proyecto, esto se puede confirmar en las siguientes ilustraciones.



Imagen 9.1: Sumidero lateral de la parte superior de la zona baja de la inspección.
Fuente 14: Autor.

La anterior imagen corresponde a uno de los sumideros encontrados en la zona baja de la inspección de Mámbita más exactamente en la parte superior de esta zona, más abajo se encontró otro sumidero con similares características de taponamiento como se puede observar en la siguiente imagen.



Imagen 9.2: Sumidero lateral parte media de la zona baja de la inspección.
Fuente 15: Autor.

Finalmente, en la parte más baja de esta zona se puede mostrar el sumidero que presenta mejores características de recolección de aguas lluvias, ya que, como se dijo anteriormente está en el punto más estratégico de pendientes que tiene la inspección de Mambita y no tiene ninguna señal de taponamiento como los anteriores sumideros encontrados.



Imagen 9.3: Sumidero posiblemente apto para colocación de la malla.
Fuente 16: Autor.

De acuerdo a este sumidero anteriormente mostrado se observó el siguiente panorama de pendiente por la parte sur de la inspección de Mámbita la cual corresponde a la única entrada que la inspección tiene.



Imagen 9.4: Pendiente proveniente de la parte sur de la inspección de Mámbita.
Fuente 17: Autor.

Por otra parte, se tuvo el siguiente panorama por la parte norte de la inspección correspondiente a la gran parte urbana de Mámbita la cual se cree que produce la mayor parte de basuras en las calles.



Imagen 9.5: Pendiente proveniente de la parte norte de la inspección de Mámbita.
Fuente 18: Autor.

Finalmente, de la visita a la inspección de Mambita, se puede deducir que la zona que podría recibir más basuras al alcantarillado es la zona baja de la inspección, la cual tiene un sumidero lateral sin rejilla de control. Esto se podrá confirmar o descartar en los demás estudios.

Para tener idea del por qué la parte baja de inspección de Mámbita puede ser la más factible para la ejecución de la malla recaudadora de residuos sólidos se tiene el siguiente plano en planta el cual muestra las direcciones que toma la escorrentía en el momento de la lluvia.



Ilustración 9.1: Direcciones que toma la escorrentía en la vía cercana al sumidero.
Fuente 19: Autor.

Como se pudo observar en el anterior plano se da a mostrar la dirección que toma la escorrentía al avanzar por las calles antes de llegar al sumidero lateral.

Estas direcciones se pudieron observar en la visita al lugar en un día que se dio precipitación en la inspección de Mámbita, facilitándose la realización del plano.

9.1.2. Encuesta para los habitantes de la inspección de Mámbita Cundinamarca.

la implementación de la encuesta a los habitantes de la inspección de Mambita se realizó el 14 de septiembre de 2019, al momento de encuestar se le informo a cada uno de los encuestados el fin que tenía esta y posteriormente se les explico su contenido para así entender cada una de las preguntas y finalmente responderlas satisfactoriamente.

Esta encuesta tenía como objetivo que la misma ciudadanía confirmara la presencia de las problemáticas que se han llevado a cabo para la realización de este proyecto; En la encuesta se tuvieron en cuenta 11 preguntas las cuales tenían sus respuestas concisas para así poder realizar un mejor análisis de resultados, el número de encuestados fueron 50 personas entre adultos y adolescentes para así tener una mejor diversidad de puntos de vista y un buen análisis de las respuestas contestadas.

- Pregunta N.º 1.

¿Puede afirmar si en la inspección de Mambita Cundinamarca se observan residuos sólidos como basuras en las calles en días de mayor comercio como días de mercado?

_____ SI

_____ NO

Inicialmente para la pregunta número 1 se realizó con fines de confirmar por medio de los habitantes de la inspección de Mámbita que la problemática de ver las basuras en las calles es real y así tener un apoyo a la justificación del ¿por qué? se necesita realizar este proyecto.

Los resultados de esta pregunta fueron los siguientes.

Tabla 9.1: Resultados pregunta N.º 1.

Pregunta 1		OPCION	PERSONAS	%
		SI	50	100%
TOTAL DE PERSONAS	50	NO	0	0%
			TOTAL	100%

Fuente 20: Autor.

Con respecto a esta pregunta se puede afirmar que la problemática de las basuras en las calles de la inspección de Mambita es real, al darnos cuenta de los resultados se puede observar que el 100% de las personas encuestadas afirman que existe la mala educación de arrojar basuras en las calles.

Con respecto a lo anterior se obtuvieron los siguientes diagramas.

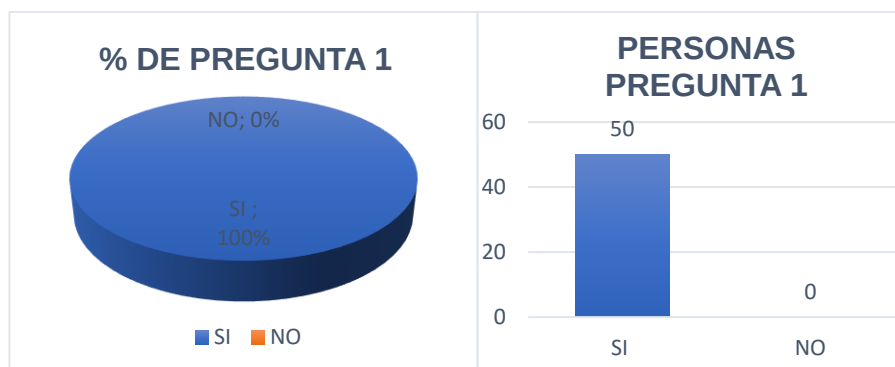


Ilustración 9.2: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°1.

Fuente 21: Autor.

- Pregunta N.º 2.

¿Cree usted que el arrojar basuras en las calles puede influir en un problema grave como lo es la contaminación del medio ambiente y el taponamiento de redes de alcantarillado de la inspección?

_____ SI

_____ NO

El objetivo de esta pregunta es evidenciar el grado de conciencia hacia el medio ambiente que tienen los habitantes de la inspección de Mambita Cundinamarca y así identificar si parte de la problemática de las basuras en las calles se debe a una baja información en cuanto a las consecuencias que pueden traer estos residuos en lugares donde no deberían estar como son las redes de alcantarillado.

Los resultados respecto a esta pregunta fueron los siguientes que se obtuvieron con.

Tabla 9.2: Resultados pregunta N.º 2.

Pregunta 2		OPCION	PERSONAS	%
		SI	36	72%
		NO	14	28%
TOTAL DE PERSONAS			50	100%

Fuente 22: Autor.

En la anterior tabla se pueden evidenciar los resultados en la segunda pregunta. Resultados los cuales, demostraron una inclinación notable a la respuesta del si se arrojan basuras en las calles están pueden llegar a convertirse en una problemática grave que es la contaminación al medio ambiente y el ingreso y posible taponamiento de las redes de alcantarillado.

Por otra parte, se puede concluir de esta pregunta de que hay conciencia por parte de los habitantes del municipio de las consecuencias que puede traer a futuro para el medio ambiente y para ellos mismo el arrojar basuras en las calles.

Con respecto a lo anterior se obtuvieron los siguientes diagramas donde se evidencia más detalladamente el porcentaje a cada respuesta y la cantidad de personas que respondieron cada una.

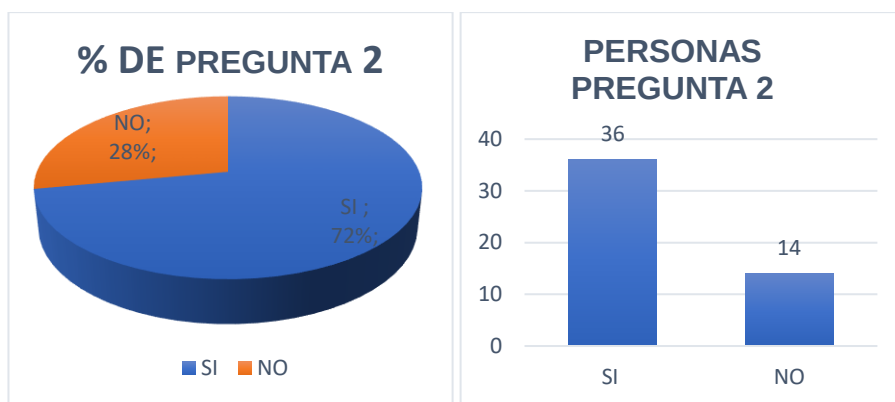


Ilustración 9.3: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°2.

Fuente 23: Autor.

- Pregunta N.º 3.

¿Ha visto usted si en la inspección de Mambita existe algún proyecto que evite el ingreso de las basuras en las redes de alcantarillado, a parte de las rejillas metálicas que tienen los sumideros?

_____ SI

_____ NO

El motivo por el cual se realizó esta pregunta a los habitantes de la inspección de Mambita Cundinamarca, fue debido a que se necesitaba saber si había algún proyecto similar o con las mismas características que pudiera opacar la implementación del proyecto de la malla recaudadora de residuos y estuviera dando solución a los problemas de las basuras en las redes de alcantarillado lo que haría innecesaria la implementación de éste.

Teniendo en cuenta el objetivo de esta pregunta se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 9.3: Resultados pregunta N.º 3.

Pregunta 3		OPCION	PERSONAS	%
		SI	0	0%
TOTAL DE PERSONAS		NO	50	100%
		TOTAL		100%

Fuente 24: Autor.

Teniendo los resultados se puede observar que en su totalidad las personas respondieron a la negatividad de que no existe ningún proyecto a parte de las rejillas metálicas, el cual protege los sumideros de dejar ingresar las basuras en

las redes de alcantarillado evitando que se provoquen taponamientos o contaminación en los cuerpos de agua que reciben estos residuos. Con respecto a lo anterior se obtuvieron los siguientes diagramas donde se evidencia más detalladamente el porcentaje a cada respuesta y la cantidad de personas que respondieron cada una.

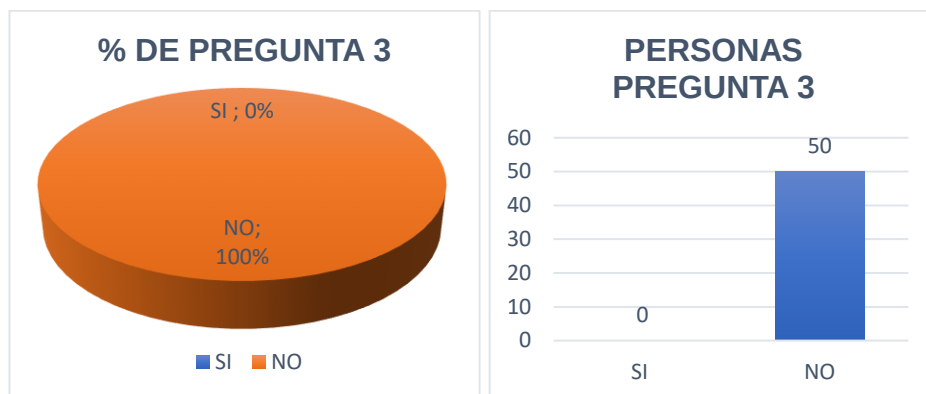


Ilustración 9.4: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°3.
Fuente 25: Autor.

- Pregunta N.º 4.

¿Cree usted que hacer charlas de concientización de no contaminar con basuras son suficientes para que las personas no lo hagan?

_____ SI

_____ NO

Con respecto a la anterior pregunta se buscó evidenciar el punto de vista de los encuestados en cuanto a si creen que las charlas de concientización que hacen entidades municipales y ambientales respecto a evitar arrojar basura a las calles causan efecto en ellos y en los demás habitantes, lo cual podría ser una solución social y económicamente muy bien recibida.

De acuerdo a esta pregunta se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 9.4: Resultados pregunta N.º 4.

Pregunta 4		OPCIÓN	PERSONAS	%
		SI	12	24%
TOTAL DE PERSONAS		NO	38	76%
		TOTAL		100%

Fuente 26: Autor.

En la anterior tabla se pudo evidenciar que la mayor parte de los encuestados responden a que las charlas de concientización se realizan con fines de evitar la contaminación en las calles y cuerpos de agua naturales, pero no es una solución para que estas problemáticas dejen de ocurrir a diario ya que no todas las personas son conscientes o le dan importancia a las charlas que se realizan por

parte de las corporaciones ambientales a cargo de la zona, que en este caso es Corpoguavio (Corporación Autónoma Regional Del Guavio).

Con respecto a los datos anteriores se obtuvieron los siguientes datos.

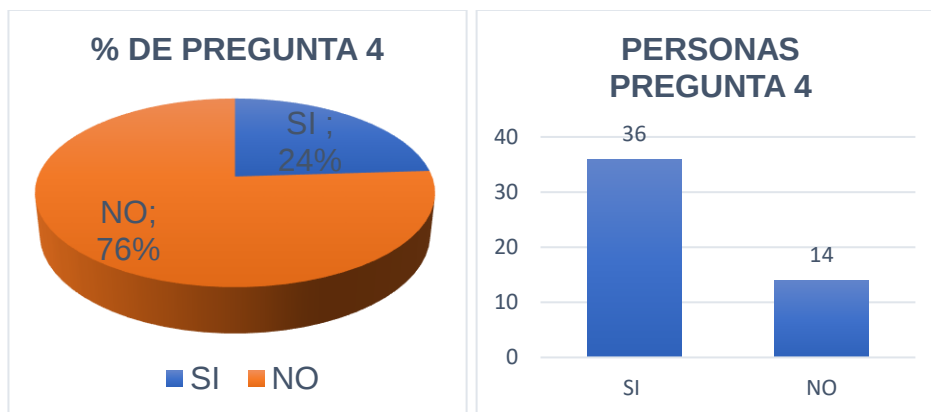


Ilustración 9.5: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°4.

Fuente 27: Autor

- Pregunta N.º 5.

¿Cree usted que las basuras que se encuentran en los cuerpos de agua cercanos a la inspección de Mambita provienen del alcantarillado, el cual transporta las aguas lluvias que provienen de las calles?

_____ SI

_____ NO

Esta pregunta tuvo como objetivo poder identificar una de las tantas problemáticas nombradas en este proyecto, las basuras en los cuerpos de agua natural es una problemática que se tiene en gran parte de las urbanizaciones ya que las redes de alcantarillado de agua lluvia descargan sus aguas en ellos, por este motivo se buscó confirmar esta problemática en la inspección de Mambita, para que los encuestados dieran su punto de vista de acuerdo a este tema ya que es muy común que estas personas visiten los ríos cercanos a esta inspección por motivos de pesca o simplemente de paseo familiar en tiempos de verano.

Con lo anteriormente dicho se obtuvieron los siguientes valores por parte de los encuestados.

Tabla 9.5: Resultados pregunta N.º 5.

Pregunta 5		OPCION	PERSONAS	%
		SI	34	68%
TOTAL DE PERSONAS	50	NO	16	32%
		TOTAL		100%

Fuente 28: Autor.

Respecto a los anteriores resultados se obtuvo un 68% de encuestados que respondieron al SI en esta pregunta, asegurando que gran parte de las basuras que se encuentran en los cuerpos de agua son parte de las redes de alcantarillado, permitiéndonos confirmar que las personas de la inspección de Mámbita están conscientes de lo que causan las basuras que se van a las redes de alcantarillado y se dan cuenta los estragos que hacen en el medio ambiente.

Con lo anterior se puede mostrar los siguientes diagramas que permiten evidenciar de mejor manera los resultados de la pregunta N°5.

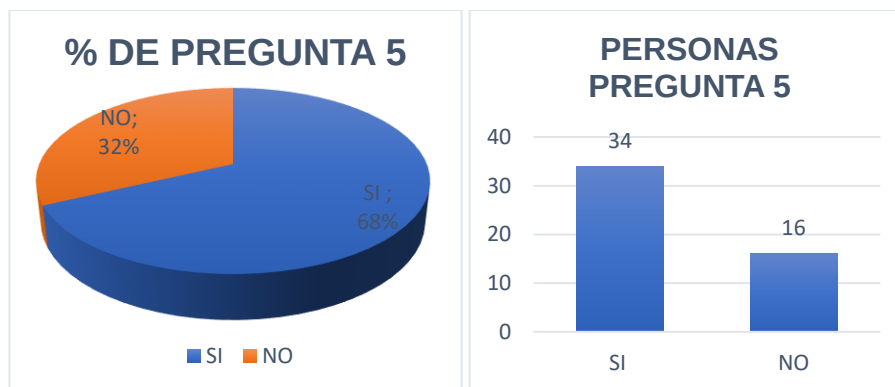


Ilustración 9.6: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°5.

Fuente 29: Autor.

- Pregunta N.º 6.

En épocas de lluvia, ¿ha observado usted a donde van las basuras que se encuentran regadas en las calles de la inspección de Mámbita?, elija la opción que crea que se acerque a lo que se ha observado.

- a) _____ Van a parar a las rejillas de los sumideros del alcantarillado.
- b) _____ Son transportadas por el agua lluvia hasta entrar al alcantarillado.
- c) _____ Son transportadas por las cunetas hasta llegar a un cuerpo de agua natural como río o quebrada cercana a la inspección.
- d) _____ Todas las opciones anteriores ocurren.

La anterior pregunta con respecto a la encuesta se realizó con el objetivo de identificar los principales destinos que tienen las basuras arrojadas a las calles en tiempos de invierno, esto luego de haber confirmado por las anteriores preguntas, que las basuras en el alcantarillado y la contaminación que estas producen son un hecho existente en la inspección de Mámbita Cundinamarca.

Ya teniendo claro el motivo descrito anteriormente se obtuvo la siguiente tabla con sus respectivos resultados.

Tabla 9.6: Resultados pregunta N.º 6.

Pregunta 6		OPCION	PERSONAS	%
		A	6	12%
TOTAL DE PERSONAS		B	6	12%
		C	7	14%
		D	31	62%
		TOTAL		100%

Fuente 30: Autor.

Con respecto a los anteriores resultados se obtuvo una mayor inclinación hacia la respuesta que incluía todos los destinos posibles que podían tener las basuras que son arrojadas en las calles, dándonos una pequeña conclusión de que los encuestados observan que las basuras provocan un problema grave en la inspección y que son conscientes de que causan y donde son sus destinos después de salir de las calles llevados por los arroyos que se provocan en las precipitaciones en épocas de invierno.

Es importante aclarar que se colocaron como respuesta los destinos más comunes que se pueden observar en las grandes urbanizaciones y apoyándose de los antecedentes que tiene esta problemática que se busca solucionar.

Ya teniendo claro los resultados de esta pregunta se pueden terminar de ver los resultados más claramente en los siguientes diagramas que contienen más visibles los resultados tanto de porcentajes como del total de personas que respondieron cada opción de una forma más detallada.

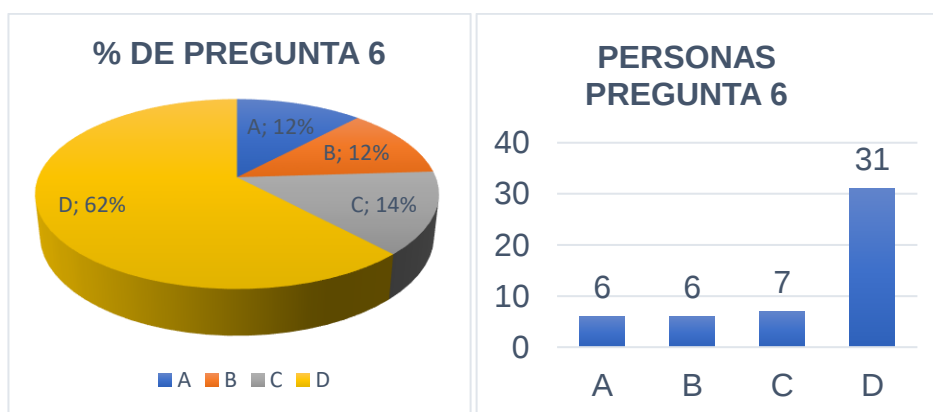


Ilustración 9.7: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°6.

Fuente 31: Autor.

- Pregunta N.º 7.

¿Cuál cree usted que es la zona de la inspección de Mambita con mayor presencia de basuras en las calles, las cuales ingresan al alcantarillado cuando se precipita una lluvia?

- a) _____ Zona baja de la inspección.
- b) _____ Zona media de la inspección.
- c) _____ Zona alta de la inspección.

El motivo por el cual se realizó la pregunta número 7 es debido a que al ya tener identificado la problemática de las basuras en las calles de la inspección de Mámbita Cundinamarca, es necesario saber los puntos más críticos de la inspección, para así identificar el punto exacto y el sumidero con el cual se hará la investigación y posteriormente la ejecución de la malla recaudadora de residuos sólidos.

Teniendo claro el motivo de esta pregunta se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 9.7: Resultados pregunta N.º 7.

Pregunta 7		OPCIÓN	PERSONAS	%
		A	27	54%
TOTAL DE PERSONAS	50	B	23	46%
		C	0	0%
		TOTAL		100%

Fuente 32: Autor.

Los resultados de esta pregunta por parte de los encuestados se enfocaron principalmente en la parte central y baja de la inspección de Mámbita, estos resultados se esperaban ya que la inspección de Mámbita tiene una pequeña pero notable pendiente en su topografía haciendo que los arroyos transporten las basuras a la zona baja de esta. Por otra parte, en cuanto a la zona media, se conoce que la parte comercial de la inspección se ubica en la parte media-baja haciendo que la producción de basura sea más elevada en estos puntos principalmente.

Con estos resultados se obtuvieron los siguientes diagramas para que se denote más los resultados de la encuesta.

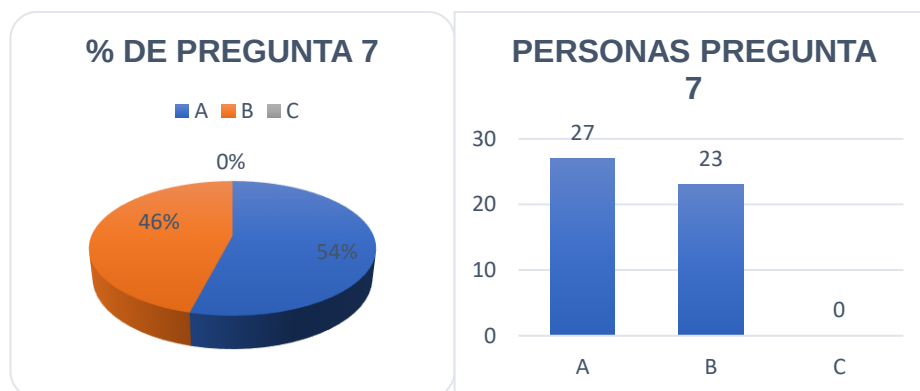


Ilustración 9.8: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N°7.
Fuente 33: Autor.

- Pregunta N.º 8.

La corporación regional ambiental a la que pertenece la inspección de Mambita, ¿Realiza evento que incentiven a la población a No arrojar basuras a las calles?

_____ SI _____ NO _____ AVECES

El objetivo principal de la pregunta N° 8 se enfoca a saber si la corporación autónoma regional de la zona de la inspección de Mambita en este caso Corpoguavio, lideran eventos que tengan como objetivo incentivar a las personas al no arrojar basuras en las calles, para así evitar y crear conciencia, buscando una solución a la problemática de la contaminación al medio ambiente por las basuras.

Con lo anterior claro se pudieron obtener los siguientes resultados.

Tabla 9.8: Resultados pregunta N° 8.

Pregunta 8		OPCION	PERSONAS	%
		SI	21	42%
TOTAL DE PERSONAS		NO	6	12%
		AVECES	23	46%
		TOTAL		100%

Fuente 34: Autor.

Con resultados obtenidos anteriormente se puede evidenciar que la corporación autónoma regional del Guavio (Corpoguavio) está presente en la inspección de Mambita motivando y concientizando a las personas a no contaminar con basuras en las calles lo cual nos puede evidenciar que sin importar la concientización, van a seguir habiendo basuras en las calles y posteriormente en las redes de alcantarillados y cuerpos de agua que reciben estas aguas provenientes de las precipitaciones en la urbanización.

Con los resultados obtenidos se realizaron los siguientes diagramas los cuales permiten evidenciar los datos más fácilmente.

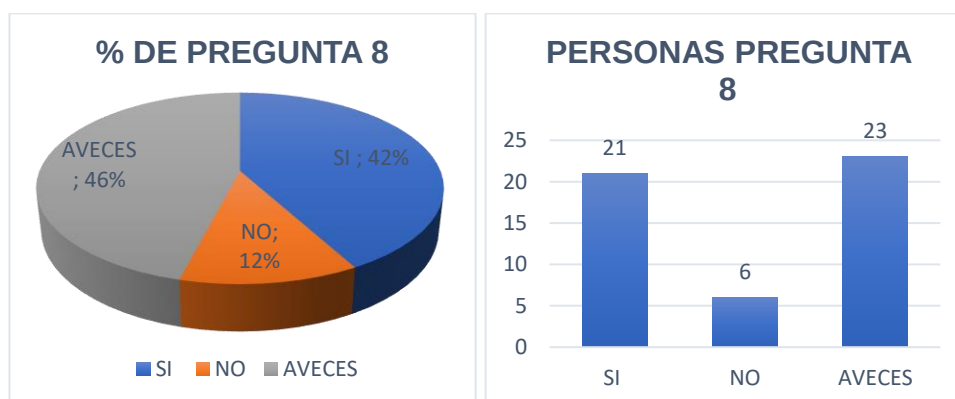


Ilustración 9.9: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N.º 8.

Fuente 35: Autor.

- Pregunta N.º 9.

¿Da a conocer las consecuencias que puede traer al medio ambiente realizar este tipo de actos?

_____ SI

_____ NO

_____ AVECES

La pregunta N.º 9 realizó con fines de confirmar las respuestas de la pregunta N.º 8 pero enfocada en si la corporación autónoma regional la cual corresponde a Corpoguavio dan a conocer las consecuencias que trae la contaminación a las calles y los efectos a largo plazo que se pueden tener si no se controla la problemática de arrojar las basuras en las calles de la inspección.

Con lo anterior expuesto se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 9.9: Resultados pregunta N.º 9.

Pregunta 9		OPCION	PERSONAS	%
		SI	24	48%
TOTAL DE PERSONAS		NO	15	30%
		AVECES	11	22%
		TOTAL		100%

Fuente 36: Autor.

Al observar los resultados de esta pregunta se puede evidenciar que, de igual manera en que se tuvieron los resultados de la pregunta anterior, los encuestados afirmaron que la corporación autónoma regional muestra las diferentes consecuencias que pueden traer el arrojar las basuras a las calles y así mismo los desastres a largo plazo a los que se están exponiendo si no se tiene conciencia de los actos irresponsables que se están cometiendo diariamente al arrojar basura a las calles, dejando así confirmado que las charlas

de concientización no es una solución técnica para eliminar esta problemática de las asuras en las redes de alcantarillado y en los cuerpos de agua naturales que están cerca de la inspección.

En los siguientes diagramas se pueden evidenciar de una forma más clara los resultados expuestos en la tabla 22.

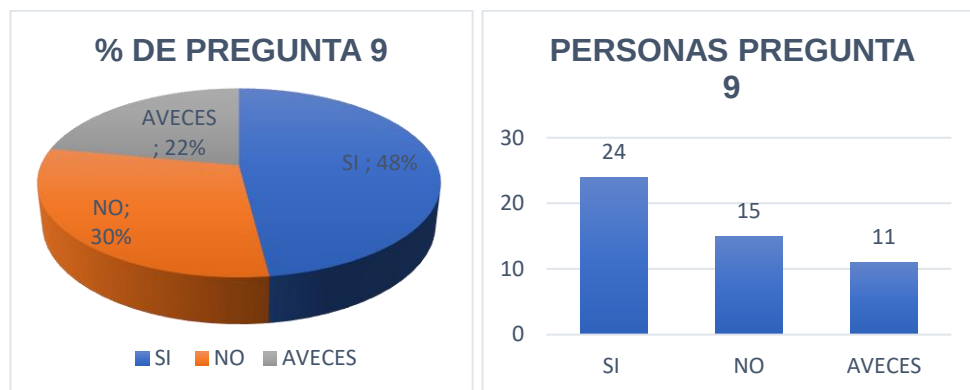


Ilustración 9.10: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N.º 9.

Fuente 37: Autor.

- Pregunta N.º 10.

De 1 a 10, siendo 1 el menor y 10 el mayor. ¿Qué tan importante cree usted que es, tener un proyecto que no permita el ingreso de las basuras al alcantarillado?

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____ 5 ____ 6 ____ 7 ____ 8 ____ 9 ____ 10 ____

El objetivo de esta pregunta es evidenciar la opinión de los encuestados en lo importante que sería para ellos que se realizara un proyecto que evitara la contaminación por culpa de las basuras en las calles, que evitara el ingreso de las basuras a las redes de alcantarillado y así mismo evitar que estas basuras terminen en los cuerpos de agua que por lo general son usados por los mismos habitantes como balnearios en épocas de intenso verano.

Con lo anteriormente dicho se obtuvieron los siguientes resultados por parte de los encuestados.

Tabla 9.10: Resultados pregunta N.º 10.

Pregunta 10		OPCION	PERSONAS	%
		7	4	8%
TOTAL DE PERSONAS		8	5	10%
		9	19	38%
		10	22	44%
		TOTAL		100%

Fuente 38: Autor.

Los resultados de esta pregunta fueron satisfactoriamente positivos debido a que las respuestas por parte de los encuestados se encuentran en el rango de 7 y 10

lo que nos da como resultado que los encuestados están de acuerdo con que es importante que se realicen proyectos de investigación que puedan dar una posible solución a esta problemática, cabe aclarar que el 44% de los encuestados respondieron con un nivel de importancia de 10, al compararlo con 9, 8 y 7 se puede observar que es el que más se eligió, haciendo que este proyecto pueda beneficiar a muchos en caso de que se confirme su buen funcionamiento.

Para observar los resultados de una forma más clara se realizaron los siguientes diagramas los cuales distribuyen los porcentajes y muestran cuantas personas escogieron cada una de las opciones.

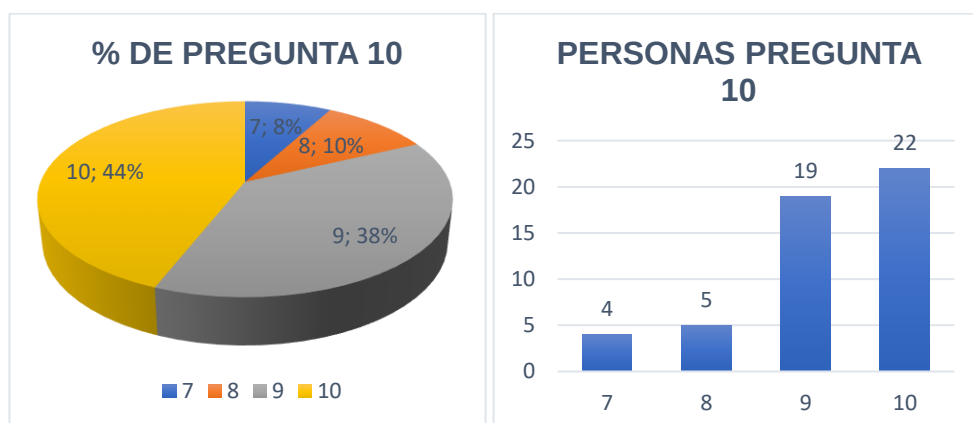


Ilustración 9.11: Diagrama de % y cantidad de personas que eligieron cada una de las opciones de la respuesta N.º 10.

Fuente 39: Autor.

Con la elaboración de la encuesta se pudo llegar a varias conclusiones de acuerdo a las problemáticas que se propusieron en la formulación del problema del proyecto para la elaboración de la investigación propuesta de la malla recaudadora de residuos sólidos en uno de los sumideros recolectores de agua lluvia.

La encuesta estaba dividida en tres grupos de preguntas lo cual podría concluir si la problemática de las basuras en las calles existe, si en la inspección de Mámbita existe la elaboración de planes de concientización por parte de la corporación autónoma regional correspondiente a la zona y finalmente la necesidad propuesta por los encuestados a la importancia que se tiene para elaborar un proyecto de investigación que pueda solucionar el problema del ingreso de las basuras en las redes de alcantarillado de la inspección de Mámbita Cundinamarca.

Inicialmente en cuanto al grupo de preguntas que consisten en la confirmación de que la problemática de las basuras en las calles, redes de alcantarillado y cuerpos de agua naturales existe, se puede concluir que, la problemática si existe, que según la información propuesta por los encuestados las basuras en las calles es un problema muy común, que dado a la topografía del lugar las basuras se acumulan en la zona media-baja de la inspección de Mámbita siendo

arrastradas por la escorrentía superficial terminando en los sumideros, redes de alcantarillado y finalmente en los cuerpos de agua naturales creando contaminación visible para los habitantes de esta inspección.

Por otra parte en el grupo de preguntas que permiten saber si las corporaciones autónomas ambientales están incentivando al no arrojar basuras a las calles y las consecuencias que esto trae, se concluyó que, en la inspección de Mámbita es muy común que la corporación autónoma regional en este caso Corpoguavio incentive de una manera activa y frecuente el no arrojar basuras a las calles, esto mediante campañas de concientización, reuniones y juegos explicativos a los más jóvenes a lo que debería ser favorable para que no haber basuras en las calles, sin embargo, la problemática sigue latente lo que permite llegar a que las campañas de concientización y reuniones no son lo suficientemente efectivas para eliminar las problemáticas asociadas con las basuras en las calles con sus consecuencias, lo que permite reafirmar que en vez de estas campañas se deben realizar proyectos de ingeniería que si permitan dar solución definitivamente.

Finalmente, en cuanto a la necesidad de un proyecto el cual satisfaga y elimine la problemática que causan las basuras luego de estar en las calles, se pudo concluir que la comunidad está segura de que es importante realizar un proyecto de investigación que permita dar solución estas problemáticas lo que ayudaría a evitar futuros taponamientos de las redes de alcantarillado y evitaría la contaminación al medio ambiente el cual se ha visto afectado por estos residuos.

10. ETAPA 2. ESTUDIOS.

10.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO.

Para tener un conocimiento de los valores de precipitación y caudales de escorrentía superficial de la zona se realizó un estudio hidrológico que nos permitirá hallar el caudal al cual se enfrentará el prototipo de la malla recaudadora de residuos sólidos en esta inspección para así tomar precauciones en cuanto a carga que podrá soportar esta malla y evitar daños en la prueba.

10.1.1. Datos de precipitación.

Para realizar el estudio hidrológico se hizo solicitud de datos de precipitación al IDEM de manera escrita por medio de correo electrónico, este proceso, inicialmente se buscó las estaciones meteorológicas más cercanas a la zona de estudio que en este caso era la inspección de Mámbita, al tener estas estaciones se solicitó de igual manera por medio de correo electrónico los datos de precipitación de estas estaciones, en las que se encontraba la “precipitación mensual total” y la “precipitación máxima total en 1 día”; En el estudio hidrológico se tomaron los datos de la precipitación máxima total en un día ya que los datos de precipitación de la zona eran altos.

Las estaciones meteorológicas que se usaron para este estudio de precipitación en la inspección de Mámbita fueron las siguientes, Piedra Campana localizada en las coordenadas “4°54'1.64"N - 73°25'46.09"O”, Nazareth con coordenadas “4°45'1.95"N - 73°14'27.25"O “, Santa Maria con coordenadas “4°54'13.19"N - 73°17'25.98"O” y Santa Rosa De Ubala con coordenadas “ 4°47'2.50"N- 73°30'49.20"O“.

La ubicación de estas estaciones se puede ver representadas en la siguiente imagen extraída de Google Earth con sus respectivas coordenadas en la ubicación de la inspección de Mámbita Cundinamarca.



Imagen 10.1: Ubicaciones de estaciones cercanas a Mámbita.
Fuente 40: Google Earth

10.1.1.1. Complementación de datos.

En la complementación de datos faltantes se observó que la mayoría de las estaciones tenían entre 1 y 2 datos faltantes lo cual hizo que se optara por complementar estos datos con el método de Razón Q el cual puede ser utilizado ya que el porcentaje de datos faltantes de las estaciones no supera el 10%.

Esto se puede observar en las siguientes tablas donde aparecen las 4 estaciones meteorológicas con los datos de precipitación del mes de enero durante estos últimos 20 años.

Datos de precipitación máxima mensual total en un día de la estación Nazareth.

Tabla 10.1: Precipitación máxima mensual total en un día de la estación Nazareth.

PRECIPITACIÓN MÁXIMA MENSUAL EN UN DÍA NAZARETH												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
1998	9	12	18	19	41	49	109	127	128	42	32	28
1999	32	25	28	27	36	38	85	98	65	78	130	51
2000	40	26	24	37	52	51	118	50	80	47	78	32
2001	11.7	XXX	3	30	30	51	110	58	101	63	53	70
2002	53	10	1.1	104	63	126	64	74	57	45	67	47
2003	4.7	4	5	42	49	68	48	45	53	41	34	42
2004	36	32	31	37	47	56	54	58	62	40	61	49
2005	40	16	54	39	68	130	130	130	132	122	88	81
2006	38	8	XXX	34	45	64	61	78	42	42	43	101
2007	43	1	23	61	81	74	100	33	72	75	52	40
2008	23	16	9	22	64	67	100	100	28	33	126	135
2009	90	24.8	10.2	20	24	120	33	122	42	35	130	15
2010	7	1	7	35	100	110	130	110	84	122	40	80
2011	80	7	7	33	82	60	72	90	110	46	72	38
2012	35	15	31	12	58	95	70	40	122	75	71	22
2013	27	13	22	22	23	82.2	35	120	35	123	35	130
2014	125	XXX	10	21	135	126	137	116	36	67	132	123
2015	81	36	19	35	90	213	127	142	39	216	62	33
2016	36	5	XXX	15	115	70	63	66	68	76	42	85
2017	88	14	45	76	115	56	109	98	108	48	52	42
2018	11	34	3.3	54	117	56	48	59	49	XXX	XXX	XXX

Fuente 41: IDEAM

Datos de precipitación máxima mensual total en un día de la estación Piedra Campana.

Tabla 10.2: Precipitación máxima mensual total en un día de la estación Piedra Campana.

PRECIPITACIÓN MÁXIMA MENSUAL EN UN DÍA PIEDRA CAMPANA												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
1998	11	19.1	68.1	66	182.7	108.6	93	109.5	58.5	48.1	88	29.2
1999	48.7	38.7	45	31.2	89.2	81.2	93	43.7	52.4	78.8	106	47.2
2000	48.2	25.5	25.2	59.7	63	71.1	91	113	85	75.2	57.5	54
2001	57	1.7	1.1	33.4	65	83.5	90	47.1	49.4	69.5	XXX	49
2002	101.5	8.5	3.7	120.5	47.5	122.5	51.7	84	87.5	146	53	73.2
2003	31	9.6	42	81.2	118	103.8	75.4	283.2	86.5	81.3	60.7	105.6

PRECIPITACIÓN MÁXIMA MENSUAL EN UN DÍA PIEDRA CAMPANA												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
2004	42.9	13.2	46	95	98	133.4	77.8	160	82	75	60.5	54.7
2005	75	11.5	80.8	55.2	83	118.5	104	136.5	74	68.5	94.6	37
2006	34	44.5	14.9	42.3	150	85.6	86.4	44.5	58.1	72.4	104.4	41.6
2007	88.5	2	24.1	135.7	97	156.7	61.5	57.2	123	99	88	60
2008	37	22.1	27	23.7	95	72.5	177	43.2	90	69	89	92
2009	8.5	50	16	63.5	43	145.7	88.8	40	72	66.5	89.5	40
2010	62.8	XXX	15.2	64.2	92.5	173	69	65	51	47.5	67	90
2011	35	16	35	45.5	56.3	96	82.5	70	87.5	94.4	97	78.5
2012	161.5	24	34	72.5	155.2	59.5	60	68	100	37.90	31.5	56
2013	40	15.6	68.7	43.5	65.5	116	22.5	68	128.6	108	131	68
2014	107	6	17.5	92.5	77.3	88.5	48	74.5	40.5	53.5	28	87.3
2015	41	41	17.7	28	72.5	41.5	94	123.5	63	134	54.5	70
2016	35	15.8	14.5	27.2	110	155	89.5	63.5	151.5	162	95	61
2017	83	16.5	36	97.7	48.5	94	68	57	59	125.5	70	60
2018	45.5	50	4.5	101.5	94.2	67.5	89.5	XXX	63	64.5	52.5	64.1

Fuente 42: IDEAM.

Datos de precipitación máxima mensual total en un día de la estación Santa Maria.

Tabla 10.3: Precipitación máxima mensual total en un día de la estación Santa Maria.

PRECIPITACIÓN MÁXIMA MENSUAL EN UN DÍA SANTA MARIA												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC
1998	8.9	8.2	44.7	53.8	124.5	123.8	114.7	109	72.3	58.3	89.7	33.4
1999	79.4	31.8	28	40.7	104.3	49.8	114	81.3	54	84.4	102.7	56.2
2000	25	33.2	33.6	75.5	65.8	81.7	93.5	123.3	95.5	76.9	83	58.5
2001	50.3	0.4	3	22.4	75	75.2	90.6	56.5	57.3	74	61	57.5
2002	75.5	6.7	11.5	80.5	34.8	249	59.5	79.5	108.5	92	44.5	83.8
2003	XXX	XXX	2.4	45.9	106	92.5	71.5	41	75.9	80.5	103	61.5
2004	58	21	46.7	86.5	93.2	86	92.9	105.5	75.5	121.2	52.1	63.0
2005	85.2	13.5	67.8	41.1	100	84.8	103.6	123.7	XXX	95	84.7	XXX
2006	XXX	10.5	XXX	46.8	117.6	64.9	95	77	56.8	66.9	65.8	49.6
2007	45.9	29	31.3	132	89.8	107	55.5	58.5	124.2	78.1	58.5	105.5
2008	37	15	5.7	23	60.7	101.5	152.8	72.4	115	90	89	101
2009	18	35.3	19.2	76.5	84	137	77.5	44.8	78.9	62.8	90.1	46
2010	46.5	0.8	16	61.5	63	142.4	62.8	97.2	47.2	38.9	81.7	103.5
2011	91	13	34	44.5	74.0	148	76	48	91.5	129	92	55
2012	141	24.5	49.5	71.2	126.5	65	64	72.5	91.2	37	47.5	91
2013	53	12.5	66.6	75	75.5	115	54	82	97.5	91	145.6	121.5
2014	107.1	10.5	15.3	82.2	82.5	108	91	81	27.5	47	57.5	55.5
2015	60	42	7.4	23.5	94.8	86.7	83	134.5	72	88.5	66.5	99
2016	33.5	33	9.4	74.5	107	128.5	91	53.7	134.2	128	83	74.5
2017	81.5	17	15.1	108	55.8	49	69	78	51.2	107	57	73
2018	52.5	42.5	6	76.5	76	103.5	73.5	64.5	85	58	65.5	89

Fuente 43: IDEAM.

Datos de precipitación máxima mensual total en un día de la estación Santa Rosa De Ubala.

Tabla 10.4: Precipitación máxima mensual total en un día de la estación Santa Rosa De Ubala.
PRECIPITACIÓN MÁXIMA MENSUAL EN UN DÍA SANTA ROSA DE UBALA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
1998	44	55	60	52.5	49.4	51.5	80.3	100	72.5	40.6	80	46.8
1999	41	44.4	40	50	51.5	51.2	92.8	38	22.5	95.3	76.2	30
2000	18	32.2	36.7	90	52.5	70	64.5	71.9	61.9	77.5	32.5	67
2001	24.6	16	15.5	30	33.5	57	66.5	66	38.2	72	40	51
2002	42	9	14.5	31.7	62	135	60	97.8	82	64	70	38.6
2003	32	2.6	25	49.2	62	100	20.5	45.1	55.5	85	22	42.5
2004	38.7	43.5	57	67	41.5	105	70	82.2	51.5	82	64	70
2005	47	26.5	64.5	53	73	64.5	55	63	47.5	62	67	28.9
2006	35.7	60	20	59.5	75	82	56.5	82	46.5	91	XXX	35.5
2007	46	14.5	24	80.5	78	46	54.7	30.8	63.3	46.5	51.6	53
2008	18.5	44.3	18.4	30.1	29	58.2	104.2	58	75	49	74.5	46.5
2009	31	15	28	24.23	84.9	78.7	62.8	36.2	78	46.6	57.1	40
2010	9	3.4	23.2	33	40	58.2	59	37	24	36.5	45	32
2011	64.5	12	7.2	40.6	XXX	90	94	20.6	58.8	101.5	41.5	27.5
2012	XXX	25	47.6	63.6	66	63	74	54	49.4	50.2	34.3	62
2013	48.5	13.4	45	50	56	70	40.8	85.8	75.6	53.8	59	52
2014	67.5	8.9	60	88.8	76.1	97.5	56	64.5	41	40	47	74.5
2015	31.7	44.5	24.5	27.9	69.5	64.8	53	95.8	60.3	34	29.9	65.5
2016	28.5	0.6	19.8	48.5	88	134.2	92	46.6	131	72.5	49.5	130
2017	60	18.8	24.5	35.3	60.5	59.4	79.8	55.8	54	74.5	52.8	56.5
2018	59	12.7	3.4	39	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

Fuente 44: IDEAM.

Cabe aclarar, que del IDEAM se enviaron datos correspondientes a los años 1998 hasta el año 2018 teniendo un periodo de 20 años. sin embargo, se hizo la complementación de estos datos implementando el método Razón Q de la siguiente manera.

Inicialmente se usó la siguiente formula:

$$q = \frac{\sum bi}{\sum ai}$$

Ecuación 10.1: Método Razón Q

Donde:

$\sum bi$: corresponde a la sumatoria de los datos de precipitación a la estación que tiene los datos incompletos.

$\sum ai$: corresponde a la sumatoria de los datos de precipitación a la estación que tiene los datos completos.

Ya teniendo este valor de q se procede a hallar el dato faltante en la estación correspondiente con la siguiente formula.

$$b_i = q * a_i$$

Ecuación 10.2: Bi en método Razón Q.

Donde b_i corresponde al dato faltante y a_i el dato del mismo año de la estación con dato completo.

Con lo anteriormente explicado se realizó la complementación de los datos faltantes de todas las estaciones ya dichas como se puede observar en las siguientes tablas correspondientes al mes de enero de las 4 estaciones meteorológicas anteriormente nombradas.

Las siguientes tablas pertenecen a la complementación de datos de las 4 estaciones meteorológicas correspondientes al mes de enero la primera corresponde a los datos Q de las estaciones que tienen datos faltantes y la tabla 1.6 corresponde a la tabla resultante de complementar los datos.

Tabla 10.5: Q de estaciones con datos faltantes

Q DE ESTACIONES CON DATOS FALTANTES ENE	
Q Santa Maria	
	0.962482204
	0.962482204
Q Santa Rosa	
	0.652541663
	0.652541663

Fuente 45: Autor.

Tabla 10.6: Complementación de datos de precipitación correspondientes al mes de enero.

PRECIPITACIÓN MÁXIMA TOTAL EN 1 DÍA ENERO				
AÑO	NAZARETH	PIEDRA CAMPANA	SANTA MARIA	SANTA ROSA DE UBALA
1998	9	11	8.9	44
1999	32	48.7	79.4	41
2000	40	48.2	25	18
2001	11.7	57	50.3	24.6
2002	53	101.5	75.5	42
2003	4.7	31	29.8369	32
2004	36	42.9	58	38.7
2005	40	75	85.2	47
2006	38	34	32.7244	35.7
2007	43	88.5	45.9	46
2008	23	37	37	18.5
2009	90	8.5	18	31
2010	7	62.8	46.5	9
2011	80	35	91	64.5
2012	35	161.5	141	92.0
2013	27	40	53	48.5
2014	125	107	107.1	67.5

2015	81	41	60	31.7
2016	36	35	33.5	28.5
2017	88	83	81.5	60
2018	11	45.5	52.5	59
SUMATORIA	910.4	1194.1	1211.9	879.2
SUMATORIA	910.4	1194.1	1149.3	779.2

Fuente 46: Autor.

Como se pudo observar en la anterior tabla de las 4 estaciones había dos incompletas y 2 completas, en la siguiente tabla se colocaron los “q” correspondiente a las estaciones con precipitaciones faltantes y se complementaron los datos en la tabla 10.8, los cuadros que están en azul corresponden a los datos que fueron complementados.

Por otra parte, podemos ver otro ejemplo de la complementación de datos que se le hizo a las estaciones, pero ya en el mes de febrero.

Tabla 10.7: Q de estaciones faltantes.

Q DE ESTACIONES CON DATOS FALTANTES FEB
Q Santa María
0.797166368
0.797166368
Q Nazareth
0.555030194
0.555030194
Q Piedra Campana
0.858650209
0.858650209

Fuente 47: Autor.

Tabla 10.8: Complementación de datos de precipitación correspondientes al mes de febrero.

PRECIPITACIÓN MÁXIMA TOTAL EN 1 DÍA FEBRERO				
AÑO	NAZARETH	PIEDRA CAMPANA	SANTA MARIA	SANTA ROSA DE UBALA
1998	12	19.1	8.2	55
1999	25	38.7	31.8	44.4
2000	26	25.5	33.2	32.2
2001	0.94355	1.7	0.4	16
2002	10	8.5	6.7	9
2003	4	9.6	7.6528	2.6
2004	32	13.2	21	43.5
2005	16	11.5	13.5	26.5
2006	8	44.5	10.5	60
2007	1	2	29	14.5
2008	16	22.1	15	44.3
2009	24.8	50	35.3	15
2010	1	2.91941071	0.8	3.4
2011	7	16	13	12
2012	15	24	24.5	25
2013	13	15.6	12.5	13.4

2014	5.82782	6	10.5	8.9
2015	36	41	42	44.5
2016	5	15.8	33	0.6
2017	14	16.5	17	18.8
2018	34	50	42.5	12.7
SUMATORIA	306.6	434.2	408.1	502.3
SUMATORIA	278.8	431.3	400.4	502.3

Fuente 48: Autor.

10.1.2. Precipitación media de la zona.

Para hallar la precipitación media de la zona se necesitó tener las estaciones meteorológicas con sus datos completos, como anteriormente se realizó esa actividad se procedió a hallar determinar el área de influencia a la que le corresponde la precipitación de cada una de las estaciones, esto se realiza usando el método de polígonos de Thiessen.

Este proceso se realizó de la siguiente manera.

Inicialmente se determinó el polígono de la cuenca de escorrentía superficial que tiene la inspección de Mambita, este polígono se hizo observando los cuerpos de agua cercanos y su topografía. Este proceso se realizó con ayuda de varios programas en los que están Google Earth, Global Mapper y Arcgis.

Para poder observar la ubicación de la inspección de Mambita se dio la ubicación por medio de Google Earth, al tener la esta ubicación se hizo un corte a la zona teniendo en cuenta la ubicación de las estaciones meteorológicas con que se solicitaron los registros de precipitación de la zona, luego de esto se pasó en formato Kmz para posteriormente abrirlo en el programa Global Mapper y así con este determinar su topografía mediante las curvas de nivel, teniendo el siguiente resultado.

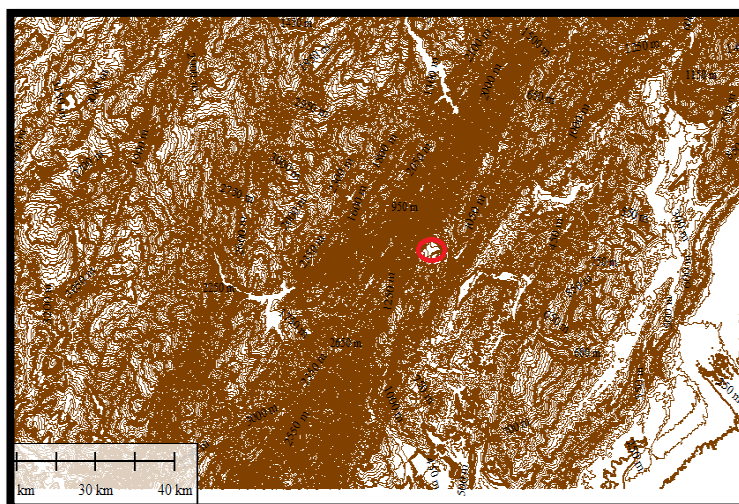


Imagen 10.2: Curvas de nivel zona de Mambita Cundinamarca.
Fuente 49: Autor.

Las curvas de nivel se determinaron cada 10 metros para tener una pendiente más exacta de la inspección de Mámbita. Ya teniendo estas curvas de nivel se sacó la pendiente para así observar más claramente el relieve de la zona.

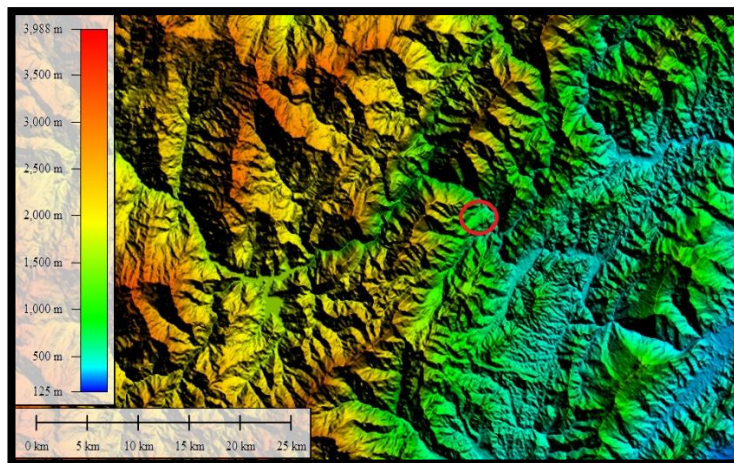


Imagen 10.3: Relieve con Global Mapper de Mámbita.
Fuente 50: Autor.

Como se puede observar en la anterior imagen se puede evidenciar que Mambita está ubicado en una semi-planicie con dirección de pendiente hacia las riveras del rio Guavio, también que se encuentra al pie de la cordillera oriental con una altura de aproximadamente 818 m.s.n.m.

Teniendo la elevación del terreno se sacan los cuerpos de agua con sus respectivas cuencas que están en esta zona para observar la dirección de flujo y así poder determinar un polígono más exacto para la inspección de Mambita. Este proceso se realizó con ayuda de igual manera del programa de Global Mapper obteniendo lo siguiente.

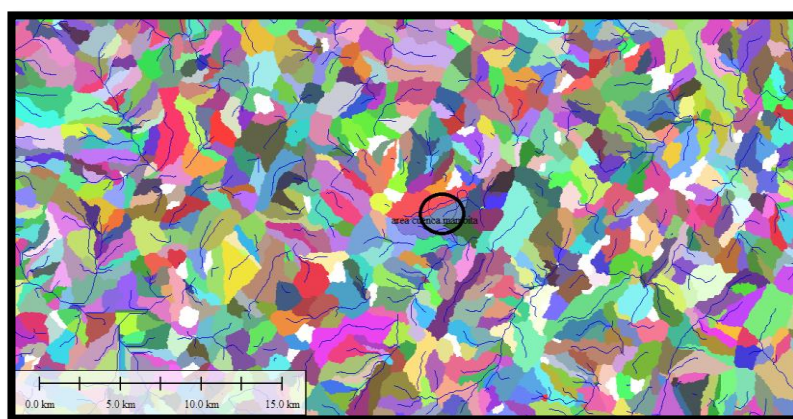


Imagen 10.4: Cuencas de los flujos cercanos a Mámbita.
Fuente 51: Autor.

Al haber obtenido la cuenca correspondiente a los flujos de la inspección de Mámbita se hizo el polígono que será usado para determinar el valor de la precipitación media de la zona, por este motivo se ingresó el polígono a el

programa de Arcgis con sus debidas curvas de nivel, las estaciones meteorológicas con que se cuentan obteniendo la siguiente imagen.

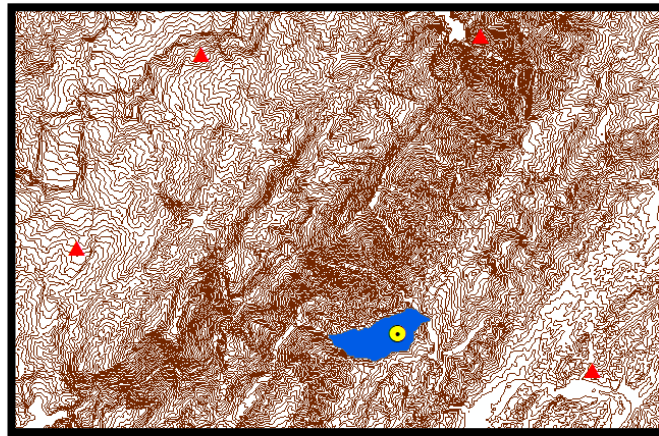


Imagen 10.5: Polígono de la cuenca correspondiente a la inspección de Mámbita.
Fuente 52: Autor.

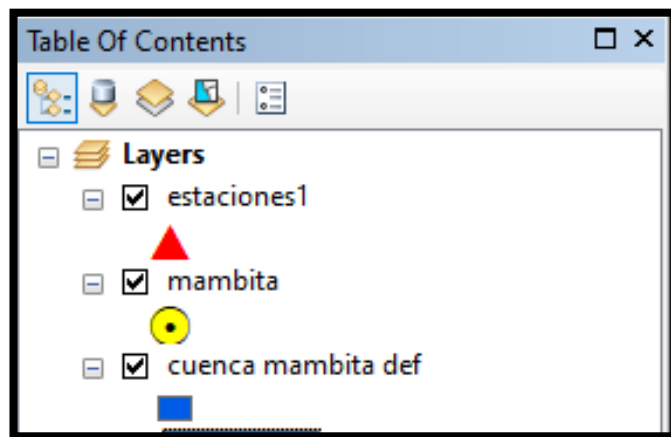


Imagen 10.6: Leyenda del polígono en Arcgis.
Fuente 53: Autor.

Al tener determinado en Arcgis el polígono y la ubicación de todas las estaciones meteorológicas que fueron complementadas anteriormente, se da la implementación de realizar polígonos de Thiessen con respecto a las estaciones para así determinar qué zonas de la cuenca de Mámbita corresponde a cada una de las estaciones, este proceso se realiza con ayuda de Arcgis y se obtienen los siguientes polígonos.

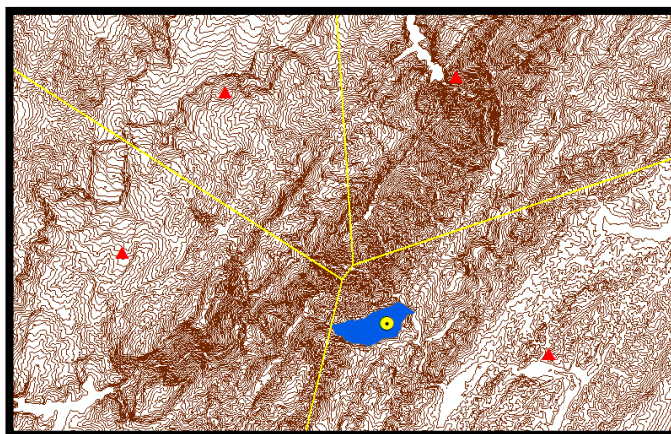


Imagen 10.7: Polígonos de Thiessen.
Fuente 54: Autor.

Con lo anterior se pudo identificar que la cuenca está ubicada en solo una estación meteorológica lo que quiere decir que la precipitación media de la zona se hallará tomando en cuenta solo los datos de la estación, que en este caso es la estación Nazareth con coordenadas "4°45'1.95"N - 73°14'27.25"O".

Al tener identificadas las estaciones que en este caso es una sola se halló la precipitación media de esta lo cual se interpretara más adelante como la precipitación media de la cuenca de la inspección de Mámbita.

La precipitación media se halló inicialmente tomando los datos complementados de la estación Nazareth ya que fue la estación que tiene la zona de influencia a la inspección de Mámbita, luego se hallaron los datos Máximos, Medios y Mínimos de cada uno de los años y luego un promedio de cada fila de estos 3 tipos de datos, con ello se obtuvo la precipitación media de esta estación que es lo que se necesita para hallar la precipitación media de la cuenca de la inspección. Esto se puede observar en las siguientes tablas.

La siguiente tabla muestra los datos completos de la estación Nazareth luego de haber sido complementada con las demás estaciones meteorológicas.

Tabla 10.9: Datos completas estación Nazareth.
PRECIPITACIÓN MÁXIMA TOTAL EN UN DÍA NAZARETH

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC
1998	20.0	16.0	60.0	87.5	297.7	396.6	612.5	562.0	554.8	335.6	285.8	162.0
1999	140.6	72.0	156.0	93.8	343.4	350.9	650.5	538.5	413.8	412.3	680.5	374.2
2000	230.3	124.0	50.0	93.0	221.7	428.6	732.8	482.8	553.1	287.0	459.5	153.8
2001	47.7	17.4	21.8	97.0	211.0	267.0	498.5	374.6	587.5	356.9	425.5	482.4
2002	301.6	19.0	21.8	432.0	370.2	572.8	637.8	567.7	461.8	241.6	357.8	270.2
2003	19.9	4.0	5.0	221.1	542.3	622.5	378.0	400.0	439.9	234.1	203.0	229.4
2004	201.6	101.0	84.0	102.4	205.6	474.8	490.5	459.5	334.2	202.8	361.2	354.0
2005	222.4	77.5	187.0	160.0	559.3	816.5	570.2	624.4	728.1	441.8	450.3	596.4
2006	91.0	123.9	13.0	107.4	213.6	520.3	543.5	682.3	418.0	192.8	277.3	293.9
2007	69.0	1.0	34.0	249.0	440.2	613.6	509.0	244.1	410.2	572.9	416.0	117.1

2008	107.0	53.0	31.0	45.0	144.0	683.9	687.3	732.9	154.9	147.7	397.3	271.2
2009	163.1	67.7	36.2	73.0	119.0	324.0	182.0	697.0	179.0	160.0	218.0	41.0
2010	10.0	1.0	19.0	103.5	250.5	450.8	967.0	528.3	500.0	823.0	221.0	290.3
2011	342.7	7.0	7.0	143.0	444.3	407.8	301.0	328.0	512.0	337.0	347.4	381.6
2012	176.0	30.0	46.3	46.4	327.0	525.6	309.8	286.7	506.8	259.8	280.0	82.0
2013	53.0	16.8	80.0	98.2	155.8	367.2	291.8	445.0	343.0	536.3	261.6	297.5
2014	252.0	12.7	10.0	44.3	430.4	309.0	1029.4	719.1	320.9	432.9	440.0	504.7
2015	128.3	120.0	75.4	228.7	234.0	481.0	637.0	522.2	350.8	851.0	274.0	269.5
2016	152.5	23.0	0.0	28.0	322.0	536.0	539.0	543.1	436.9	482.0	231.0	634.7
2017	455.3	25.0	134.0	395.8	330.0	392.5	705.5	430.1	506.1	454.9	366.0	208.0
2018	62.0	117.0	22.7	107.4	1498.2	507.9	544.8	675.2	305.5	377.2	218.1	232.3

Fuente 55: Autor.

En la siguiente tabla ya se puede observar los valores Máximos, Medios y Mínimos con sus debidos promedios correspondientes a cada año desde 1998 hasta 2018 de la estación Nazareth de acuerdo a los datos que se tienen de la anterior tabla.

Tabla 10.10: Precipitación Media de la estación Nazareth.

AÑO	MEDIOS	MAXIMOS	MINIMOS
1998	282.5	612.5	16.0
1999	352.2	680.5	72.0
2000	318.1	732.8	50.0
2001	282.3	587.5	17.4
2002	354.5	637.8	19.0
2003	274.9	622.5	4.0
2004	281.0	490.5	84.0
2005	452.8	816.5	77.5
2006	289.7	682.3	13.0
2007	306.3	613.6	1.0
2008	287.9	732.9	31.0
2009	188.3	697.0	36.2
2010	347.0	967.0	1.0
2011	296.6	512.0	7.0
2012	239.7	525.6	30.0
2013	245.5	536.3	16.8
2014	375.5	1029.4	10.0
2015	347.6	851.0	75.4
2016	327.4	634.7	0.0
2017	366.9	705.5	25.0
2018	389.0	1498.2	22.7
PROMEDIO	314.6	722.2	29.0

Fuente 56: Autor.

Como se ha comentado la única zona de influencia en que se encuentra la cuenca de la inspección de Mambita es la de la estación Nazareth, al saber esto se dio la actividad final para sacar la precipitación media de la zona, como se dijo al principio se halla la precipitación media con método de Thiessen, la fórmula para hallar esto es la siguiente.

$$\bar{P} = \frac{\sum P_i * A_i}{\sum A_i}$$

Ecuación 10.3: Precipitación media método de Thiessen

La fórmula consiste en la sumatoria de las precipitaciones medias de cada una de las estaciones por el área de la cuenca que corresponde a cada una de sus áreas de influencia; Como la cuenca se encuentra solo en el área de influencia de la estación de Nazareth quiere decir que la precipitación media de la estación es la misma precipitación media de la cuenca de la inspección de Mambita Cundinamarca, esto se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 10.11: Precipitación media del polígono correspondiente la inspección de Mambita.

PRECIPITACIÓN MEDIA ESTACION NAZARETH (ml)	AREA (km2)	PRECIPITACION MEDIA DE LA CUENCA DE MÁMBITA (ml)
314.6	7.383	314.6

Fuente 57: Autor.

Finalmente se obtiene que la precipitación media de la zona de estudio del proyecto es de 314,6 ml lo cual representa un valor alto de precipitación para la zona, pero no se pone en peligro el proyecto.

Por otra parte, ayuda al argumento que tener en esta zona una precipitación media alta se tendrá también una escorrentía de igual tamaño haciendo que la posibilidad de que se arrastre residuos sólidos al sumidero lateral sea alta, lo que hará que la necesidad de que se haga un proyecto que ayude a controlar el ingreso de las basuras en el alcantarillado sea una propuesta de gran importancia.

10.1.3. Caudal Máximo Q que Enfrentara el Prototipo.

Para realizar el cálculo del caudal máximo que posiblemente enfrentara el prototipo de la malla recaudadora de residuos sólidos se tuvo en cuenta información importante como las curvas IDF más cercanas a la zona que en este caso fue de la estación Salinas de Upin la cual está ubicada en el municipio de restrepo Meta.

Antes de calcular el caudal máximo se realizaron los cálculos de la intensidad de precipitaciones de la zona. Para esto, se tomó en cuenta la siguiente ecuación que nos proporcionó el IDEAM junto a los datos de las curvas IDF.

$$I = \frac{C1}{(D + X0)^{C2}}$$

Ecuación 10.4: Intensidad de precipitación de la zona. IDEAM.

Los valores de cada uno de los datos de la formula fueron suministrados de igual manera por el IDEAM en la siguiente tabla.

Tabla 10.12: Datos de curvas IDF, IDEAM.

TR (Años)	C1	X0	C2
2	7725.183	58.278	0.997

3	17036.7	80.604	1.099
5	46508.738	110.574	1.23
10	160232.777	150.773	1.39
25	420937.608	188.889	1.499
50	595277.742	207.215	1.526
100	923498.619	227.799	1.57

Fuente 58: Autor.

Con la anterior tabla se resolvería gran parte de las incógnitas de la fórmula de intensidad, el único valor que no se encuentra en la tabla es el valor D, el cual corresponde al tiempo de concentración, este valor está especificado dependiendo el diseño del proyecto, como el prototipo está elaborado para sumideros de las redes de aguas lluvia se tomó el valor de 10 min que está estipulado en el RAS título D. por otra parte, se tuvo en cuenta de igual manera el tiempo de retorno obtenido también del RAS título D donde se especifica q para estos sistemas se debe tomar un TR de 25 años.

Al tener los valores completos para resolver la fórmula de intensidad se obtuvo la siguiente tabla dejando como resultado una intensidad de 150.87 mm/hr.

Tabla 10.13: Valor de intensidad.

TR AÑOS	C1	X0	D	C2	VALOS DE I (mm/hr)
25	420937.608	188.889	10	1.499	150.87

Fuente 59: Autor.

Luego de tener el valor de la intensidad se da la tarea de hallar el caudal máximo al cual se enfrentará el sumidero y posteriormente el prototipo de la malla. Para hallar este valor se tuvo en cuenta la fórmula de caudal máximo del método Racional.

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Ecuación 10.5: Caudal máximo.

Donde:

Q: caudal máximo, en m³/ s.

C: coeficiente de escorrentía, que depende de la cobertura del suelo.

I: intensidad máxima de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración, y para un período de retorno dado, en mm/hr.

A: área de la cuenca, km².

Para el valor del coeficiente de escorrentía se debió sacar de una imagen donde esta una tabla dependiendo si es zona urbana o rural, como el proyecto está situado en zona urbana se identificó el valor de acuerdo a esto al recubrimiento que tiene las calles el cual es concreto.

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C
PRADOS	
Suelos arenosos, planos, 2%	0.05 - 0.10
Suelos arenosos, promedio, 2 - 7 %	0.15 - 0.20
Suelos pesados (arcillosos), planos, 2%	0.13 - 0.17
Suelos pesados (arcillosos), promedio, 2 - 7 %	0.18 - 0.22
Suelos pesados (arcillosos), pendientes, 7%	0.25 - 0.35
DISTRITOS COMERCIALES	
Áreas de centro de ciudad	0.70 - 0.95
Áreas vecinas	0.50 - 0.70
RESIDENCIAL	
Casas individuales separadas	0.30 - 0.50
Casas multifamiliares separadas	0.40 - 0.60
Casas multifamiliares unidas	0.60 - 0.75
Suburbana	0.25 - 0.40
Áreas de apartamentos de vivienda	0.50 - 0.70
INDUSTRIAL	
Áreas livianas	0.50 - 0.80
Áreas pesadas	0.60 - 0.90
PARQUES CEMENTERIOS	0.10 - 0.25
CAMPOS DE JUEGOS	0.20 - 0.35
ÁREAS DE PATIOS DE FERROCARRILES	0.20 - 0.40
ÁREAS NO DESARROLLADAS	0.10 - 0.30
CALLES	
Asfaltadas	0.70 - 0.95
Concreto	0.80 - 0.95
Ladrillo	0.70 - 0.85
CALZADAS Y ALAMEDAS	0.75 - 0.85
TECHOS	0.75 - 0.95

Imagen 10.8: Valores coeficiente de escorrentía para zonas urbanas.

Fuente 60: Instituto Nacional De Vías, Manual De Drenaje Para Carreteras, Consorcio Alfa, Diciembre De 2009.

De acuerdo a la anterior imagen se encontró que el coeficiente de escorrentía debe estar entre 0.8 y 0.95 para lo cual se tomó el menor para este proyecto.

Por otra parte, el valor de la intensidad ya fue hallado anteriormente con el método racional y el valor del Área corresponde al área de influencia que tiene el sumidero al momento de juntarse la escorrentía para ingresar dentro de él, esta área se halló con ayuda de un shapefile del predial de la inspección el cual fue suministrado por la oficina de planeación del municipio al que hace parte esta inspección.

Este shapefile permitió sacar una imagen de la inspección actualmente para así identificar el área de influencia del sumidero de acuerdo al conocimiento de la zona por los estudios de reconocimiento de la zona que se hicieron.



Imagen 10.9: Inspección de Mámbita Cundinamarca.
Fuente 61: Oficina de planeación, alcaldía de Ubalá Cundinamarca.

Con la anterior imagen se identificó el sitio donde se encuentra el sumidero lateral del proyecto y posteriormente se realizó la delimitación de la zona en la que el este tiene influencia en los momentos de precipitación.

Cabe aclarar que esta área se delimito teniendo en cuenta que gran parte de los sumideros cercanos al del proyecto se encuentran tapados por lo que esta área salió algo extensa. por otra parte, es importante aclarar que gran parte de las calles de esta inspección están ubicadas por encima del nivel de la vegetación aledaña para su construcción se hicieron rellenos, por este motivo el área está delimitada especialmente por las calles y residencias aledañas como se puede observar en la siguiente imagen.

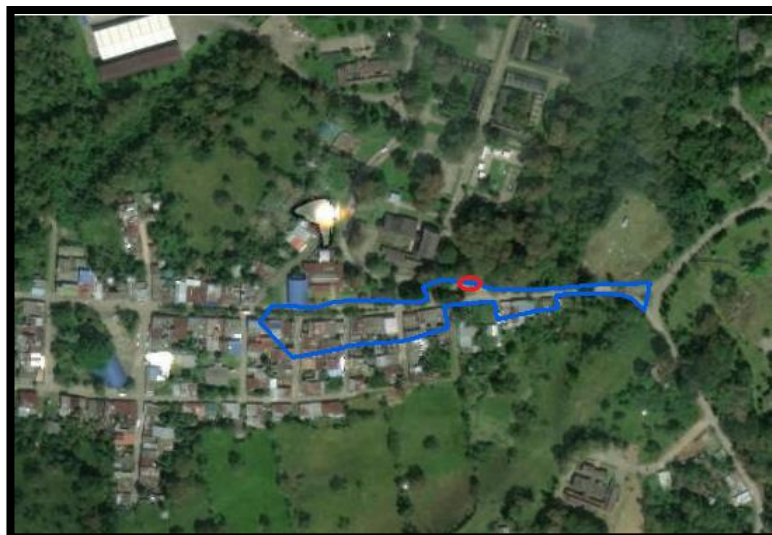


Imagen 10.10: Área de influencia del sumidero para el proyecto.
Fuente 62: Autor.

Con el anterior polígono se pudo obtener el área la cual fue calculada por el programa Arcgis dándonos el siguiente resultado.

AREA DE INFLUENCIA					
	FID	Shape *	Id	Area_Km2	Perimetro Km
	0	Polygon	0	0.009366	0.865188

Imagen 10.11: Calculo de área de influencia del proyecto.
Fuente 63: Programa Arcgis.

Teniendo el área de influencia con respecto al sumidero de ejecución del proyecto se completa todos los datos para dar solución a la formula hallando el caudal máximo de escorrentía al que se va a enfrenar la malla recaudadora de residuos sólidos. Este caudal se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 10.14: Caudal máximo de escorrentía superficial.

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD (mm/hr)	AREA (km2)	VALORDE Q (m3/seg)
0.8	150.869063	0.009366	0.31400881

Fuente 64: Autor.

Con la anterior tabla se puede observar el caudal máximo que tendrá que soportar la malla recaudadora de residuos sólidos. Esto muestra que, el valor del caudal es alto, lo que ayuda a confirmar lo dicho anteriormente cuanto se halló la precipitación media de la inspección, que es lo suficientemente fuerte para poder arrastrar residuos sólidos a los sistemas de recolección de aguas lluvias provocando una posible obstrucción en estos o una contaminación masiva en los cuerpos de agua naturales a los que se les descarga estos residuos.

10.2. MATERIALES PARA LA MALLA QUE SERÁ COLOCADA EN EL SUMIDERO LATERAL.

En el proyecto se realizó la búsqueda de dos materiales posiblemente capaces de soportar las condiciones de trabajo que tendrá la malla en el sumidero. Cabe aclarar que, Estos materiales fueron escogidos pensando directamente en las condiciones de humedad y resistencia a cargas muertas provenientes de las basuras y el agua lluvia que ingresara por estas.

10.2.1. Malla elaborada con hilo de fique (terlenka).

Este material es usado para objetos cuya funcionalidad en muchos casos es la elaboración de mallas de pesca y para la protección de lugares cerrados ya que es muy fácil de manejar y su resistencia y durabilidad es muy alta. Con respecto a este material se presentó la oportunidad de encontrar una malla con cualidades que la hacen apta para el proyecto y así mismo se aprovechó la oportunidad para obtenerla con dicho fin.

Las características físicas de esta malla son que sus bordados son realizados por nudos los cuales permiten dar continuidad a las fibras y evitas posibles fallos en las conexiones que hay entre estas, el diámetro de su orificio es de aproximadamente de 0.7 cm y las fibras estas compuestas de 2 fibras más pequeñas combinas entre sí.

Teniendo claro lo anterior, se muestra en la siguiente imagen la malla que se usara para la primera prueba en campo.



Imagen 10.12: Malla hilo de terlenka.
Fuente 65 :Autor.

Con el anterior material se dio inicio al bordado de la malla para que tomara la forma de la bolsa que ira dentro del sumidero lateral, este bordado se realizó con ayuda de una fibra del mismo material el cual permite que en los pliegues de la bolsa no se produzcan orificios que dejen salir las basuras o que provoquen el rompimiento de la malla.

La fibra con la cual se realizó el bordado de esta malla fue la siguiente:



Imagen 10.13: Hilo de terlenka.
Fuente 66: Autor.

Al tener estos materiales listos se dio inicio a la elaboración de la bolsa para así hacer su debida prueba de carga y finalmente la colocación dentro del sumidero para observar los resultados que este proyecto traerá ante la problemática mostrada.

Luego de realizar el bordado con la fibra que se nombró anteriormente se obtuvo el siguiente resultado.



Imagen 10.14: Malla de Hilo de terlenka con forma de bolsa.
Fuente 67: Autor.

Teniendo como resultado la anterior bolsa se pudo observar que el material es muy resistente y su textura es bastante suave lo que lo hace muy fácil de manejar y bordar a la medida de la boca de tormenta del sumidero.

10.2.2. Malla elaborada con material industrial plástica

Este material fue escogido principalmente por el material en qué está hecho ya que el plástico es resistente a cargas altas y su resistencia al agua es muy alta, haciendo que se llegue a pensar que este material cumpla con los requisitos de resistencia propuestos para este proyecto. Este material es usado muy comúnmente para la protección de lugares encerrados como jardines y en el campo se usa principalmente para corrales de aves como gallinas y pollos de incubadora ya que son resistentes a todo tipo de situaciones relacionadas con agua y desechos orgánicos.

Las características físicas de este material es que no está compuesta por amarres entre orificios ya que se construye a partir de plástico derretido, sus orificios son compuestos por cuadros cuya medida es de aproximadamente de 2.5 cm por cada lado.

Teniendo presente lo anterior, en la siguiente imagen se puede observar la malla industrial plástica con que hizo la segunda prueba en el proyecto.

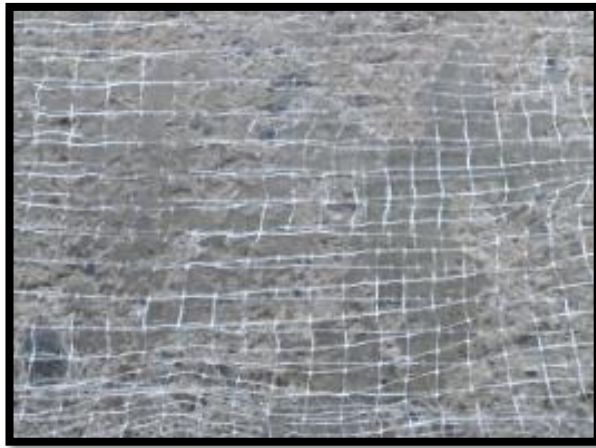


Imagen 10.15: Malla industrial plástica.
Fuente 68: Autor.

Con el anterior material mostrado se inició al bordado de esta malla industrial plástica buscando la forma de la bolsa que se colocara dentro del sumidero lateral escogido, esta bolsa se realizó con ayuda de una fibra del mismo material con que se bordó la malla de terlenka debido a que un hilo plástico produjo que la bolsa se encogiera en los bordes.



Imagen 10.16: Hilo de terlenka.
Fuente 69: Autor.

Teniendo claro el material con el que se realizó el bordado y las propiedades físicas de este material, la bolsa de malla industrial plástica quedo de la siguiente manera.

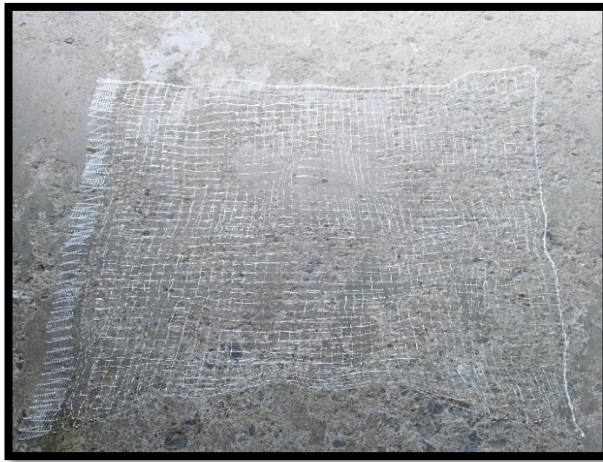


Imagen 10.17: Bolsa de malla industrial plástica.
Fuente 70: Autor.

Con el anterior resultado se puede decir que la contextura de este material es muy fácil de trabajar, es un material liviano y toma fácilmente la forma de la bolsa que busca ser colocada en el sumidero lateral escogido si llega a pasar la prueba de carga.

10.3. PRUEBAS DE CARGA A MALLAS QUE SE PROBARAN EN EL SUMIDERO

10.3.1. Prueba de carga en malla elaborada con hilo de fique (terlenka)

Para la elaboración de la prueba de carga, en este caso para la malla de hilo se tomó como base la carga muerta de un bulto de cemento el cual es de 50 kg, se tomó este peso debido a que su medida es exacta de fábrica y es una carga mucho más elevada a la que debería llegar a tener que soportar esta malla.



Imagen 10.18: Bulto de cemento.
Fuente 71: Autor.

En la anterior imagen se puede observar el bulto completo de cemento con que se realizó la prueba de carga.

Luego de tener la carga muerta que en este caso es el bulto de cemento se procede a realizar la prueba de carga durante 24 horas continuas, para esto, se introdujo el bulto de cemento dentro de la malla haciendo que esta se tensionara hasta un punto máximo que es permitido por el material con que está hecha y así observar los cambios o posibles rupturas de la malla causadas por la carga.

En la siguiente imagen se puede observar cómo se realizó la prueba de carga:



Imagen 10.19: Prueba de carga a malla.
Fuente 72: Autor.

Esta prueba como se mencionó anteriormente se realizó durante 24 horas continuas, al finalizar este tiempo se buscaron daños que se hubieran provocado con esta carga y se llegó a que esta malla no tuvo ningún daño o ruptura que se hubiera producido durante este tiempo lo cual permitió concluir que las condiciones de resistencia al peso muerto de esta malla son satisfactoriamente altas y seguras. Con esto se asegura que esta malla cumple con las condiciones para realizar la prueba de campo dentro del sumidero lateral escogido en la inspección de Mámbita.

10.3.2. Prueba de carga de malla elaborada con material industrial plástica

La prueba de carga para la malla elaborada con material industrial plástico se realizó de igual manera tomando en cuenta la carga muerta de un bulto de cemento como se realizó con la malla de terlenka, esto con el fin de tener los mismos 50 kg de carga muerta y así observar cuál de las dos mallas es más resistente o si ambas son capaces de soportar esta carga, su comportamiento y su firmeza.



Imagen 10.20: Bulto de cemento para carga muerta.
Fuente 73: Autor.

Ya teniendo el bulto de cemento como carga muerta para la prueba de carga se realizó la prueba como con la otra malla colocando el bulto dentro de la malla dejándolo durante 24 horas resistiendo esta carga como se puede ver en la siguiente imagen.



Imagen 10.21: Prueba de carga malla industrial plástica.
Fuente 74: Autor.

Luego de pasar las 24 horas de prueba de carga, se dio a la tarea de buscar posibles cambios o daños que se hayan presentado durante este tiempo hacia la malla, teniendo como resultado que la carga tubo anomalías en los pliegues de la bolsa dejando que las fibras se rompieran y se generaran orificios de mayor tamaño, estos daños se dieron principalmente en los bordes del saco de cemento, para dar verdad a lo encontrado se tiene la siguiente imagen.



Imagen 10.22: Falla en prueba de carga de la malla industrial plástica.
Fuente 75: Autor.

Como se pudo observar en la anterior imagen se produjeron daños durante la prueba de carga, los daños en totalidad sumaron aproximadamente 5 orificios cada uno de hasta 6 centímetros cuadrados dejando a un lado la posibilidad de ser probada en campo debido a que posiblemente no pueda llegar a soportar la demanda de basura que pueda llegar a ingresar por el sumidero lateral al cual se le va a realizar el último objetivo que es la prueba de campo.

11. ETAPA 3. PRUEBA DEL PROTOTIPO

11.1. DISEÑO DE PROTOTIPO PARA LA PRUEBA.

Para el diseño del prototipo que sería colocado en el sumidero lateral escogido se hizo inicialmente el reconocimiento del sumidero y se le tomaron las medidas de la boca de tormenta de este para así diseñar un marco resistente el cual tendrá como trabajo mantener la malla en su lugar inicial y ser el soporte al momento del ingreso de la escorrentía con basura proveniente de las fuertes precipitaciones de la zona, con esto claro sé cómo la siguiente imagen del sumidero.



Imagen 11.1: Características físicas de la boca del sumidero.
Fuente 76: Autor.

Con el reconocimiento de la boca de tormenta del sumidero se encontró que este tiene sus medidas diferentes en cuanto a los 4 lados del rectángulo de la boca dándonos una medida de 8cm de alto al lado izquierdo por 1 m de largo tanto superior como inferior y finalmente 0,2 m de alto en la parte derecha, medidas las cuales serán representadas en el marco que se diseñó.

Ya habiendo obtenido las medidas de la boca del sumidero se diseñó el resto del marco a lo cual se modificó de manera que no representara un peligro al funcionamiento del sumidero y diera facilidad a la colocación de la malla y su revisión al momento de ver la cantidad de basura que ingrese con la escorrentía; el marco está constituido por los 4 lados de la boca del sumidero agregando 3 barras horizontales desde la parte superior del marco hacia el fondo del sumidero con el fin de que estas barras mantengan abierta la malla y esta no se cierre con su propio peso o con el peso de los residuos que ingresen durante su trabajo; por otra parte, cuenta con dos láminas de acero en la parte superior las cuales abrazan el andén y tienen como fin ser atornilladas al andén para evitar que sea removida y por ultimo 3 barras de 4 cm de forma vertical en la parte inferior del marco para anclar el marco al suelo y este no se vaya dentro del sumidero al tener gran cantidad de residuos sólidos dentro de la bolsa.

La anterior descripción del marco se puede ver en la siguiente imagen.



Imagen 11.2: Marco metálico para prueba de campo con la malla.
Fuente 77: Autor.

Como se puede observar en la anterior imagen el marco está diseñado con el fin de quedar seguro y no afecte el buen funcionamiento del sumidero.

Al tener el marco hecho se realizó el ensamblaje de la bolsa en este caso la bolsa de material de Terlenka ya que fue el que paso la prueba de carga, esta malla se colocó envolviendo los bordes de la bolsa alrededor del marco y asegurándola con el hilo de igual material el cual se usó para bordar y darle forma de bolsa a la malla obteniendo el siguiente resultado.



Imagen 11.3: Ensamblaje de malla en el marco metálico.
Fuente 78: Autor.

Ya con este proceso realizado se da por terminado el diseño del prototipo teniendo como resultado un ensamblaje fácil y rápido de la malla en el marco de acero para así ser colocado en el sumidero lateral que ya fue escogido anteriormente por calidades de forma, ubicación y trabajo durante el ingreso de aguas lluvias con residuos sólidos.

11.2. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO EN EL SUMIDERO LATERAL ESCOGIDO

Teniendo ya el prototipo listo para ser colocado se da a la tarea de colocar el marco con la malla dentro del sumidero, inicialmente se realizó una adecuación

del sumidero haciendo limpieza de material vegetal y residuos sólidos que se encontraban en la boca del sumidero, luego se realizó una comparación de medidas para así confirmar que las medidas del diseño coincidieran con las medidas del sumidero y ver que no se encontrara un error de diseño, esto se puede observar en la siguiente imagen.



Imagen 11.4: Acoplamiento de prototipo en el sumidero escogido.
Fuente 79: Autor.

Como se puede observar en la anterior imagen, el prototipo coincidió perfectamente con las medidas de boca del sumidero, lo cual permitió hacer los orificios tanto para ensamblar las láminas al andén como también para anclar las barras inferiores a la parte baja de la boca del sumidero.

Cabe aclarar que la colocación de este prototipo se hizo con el fin de que este fuera fácil de quitar y colocar ya que se tenía propuesto que no se dejaría por más de 15 días, se hace esta aclaración con el fin de que en caso de un buen resultado del proyecto y a futuro este sea ejecutado se deberán tomar más precauciones en su montaje como agregar concreto a las barras inferiores que anclan el marco y colocar tornillos permanentes a las láminas superiores.

Teniendo lo anterior claro se montó el prototipo quedando de la siguiente manera.



Imagen 11.5: Montaje completo en sumidero escogido.
Fuente 80: Autor.

Teniendo lo anterior se puede decir que el sumidero no tuvo ninguna modificación de manera en que el prototipo no se hace notable o interpreta un mal funcionamiento del sumidero.

Observando la parte interna del sumidero con respecto a la malla se puede observar que esta se mantiene abierta lo cual nos permite ver el buen funcionamiento del marco que se diseñó. Por otra parte, en la siguiente imagen se puede ver el montaje en planta dando criterio a lo que se dijo anteriormente de no tener modificaciones y no ser notable.



Imagen 11.6: Prototipo ensamblado visto en planta.
Fuente 81: Autor.

Con esto se cumplió con el trabajo de montaje dejando este prototipo durante 15 días para obtener resultados de su comportamiento ante las fuertes precipitaciones de este lugar y el ingreso de residuos sólidos provenientes de las calles.

11.3. RESULTADOS DEL MONTAJE EN EL SUMIDERO

El montaje de la malla recaudadora de residuos sólidos se dejó durante 15 días en los cuales se buscaba obtener unos resultados en cuanto a resistencia de condiciones de fuerza y a cantidad de residuos sólidos que se detuvieron en esta. Cabe aclarar que del comportamiento de esta malla se dará la conclusión final del proyecto ya que el material a pasado las pruebas de resistencia.

Inicialmente se llegó al lugar de estudio y se observó la manera en que se encontraba la malla para observar si tenía orificios o si se habían presentado taponamientos en esta.

De acuerdo a lo anterior se tiene la siguiente imagen.



Imagen 11.7: Observación de prototipo 15 días después del montaje.
Fuente 82: Autor.

Como se puede observar en esta imagen el prototipo está en buenas condiciones y se mantiene como se dejó inicialmente 15 días atrás, se pudo ver los residuos sólidos que de una u otra manera fueron arrastrados por la escorrentía superficial en días anteriores.

Se realiza la revisión de la malla internamente para observar los residuos que se quedaron en la malla para así ver si su comportamiento fue lo esperado o tubo alguna anomalía, cabe aclarar que la inspección de Mámbita es una urbanización no muy grande, por este motivo se dieron 15 días para la revisión ya que no se esperaba muchos residuos en menos días.

Los resultados de la revisión en cuanto a lo que se encontró dentro de la malla se puede observar en la siguiente imagen.



Imagen 11.8: Basura recogida por el sistema de malla recaudadora de residuos sólidos.
Fuente 83: Autor.

Como se pudo observar en la anterior imagen se encontraron residuos sólidos de todo tipo desde material natural como hojas de árboles hasta basura como bombas para niños, bolsas de cerveza, bolsas de uso doméstico, bandejas de fruta, botellas de agua, tapas de cerveza etc.

Como último se recogió estos residuos en una bolsa de basura obteniendo la siguiente cantidad.



Imagen 11.9: volumen de basura recogido por el sistema.
Fuente 84: Autor.

12. REFERENCIAS

- [1] Defensoria del Pueblo, «Emergencia en Colombia por Fenomeno de la Niña,» Gobierno De Colombia, Bogotá D.C, 2011.
- [2] G. Jaldín, «Inundaciones: basura en las calles ¿falta de educación o voluntad?,» 15 agosto 2016. [En línea]. Available: <https://lostiemposdigital.atavist.com/inundaciones-basura-en-las-calles-falta-de-educacin-o-voluntad>. [Último acceso: 13 Junio 2019].
- [3] M. Tántera, «Unciencia,» Universidad Nacional De Cordoba, Argentina, 2014.
- [4] Empresa Soluciones Hidropluviales, «Hidropluviales,» 20 11 2012. [En línea]. Available: <http://hidropluviales.com/mitigacion-de-inundaciones/>. [Último acceso: 13 03 2019].
- [5] G. B. Perez, Cuando la Basura Nos Alcance, Mexico: Centro de investigaciones y estudios superiores en Antropologia Social Hidalgo y Matamoros., 2006.
- [6] J. A. M. Reyes, «Paot.mx,» 23 Abril 2004. [En línea]. Available: http://www.paot.mx/contenidos/paot_docs/pdf/basura_df.pdf. [Último acceso: 13 Marzo 2019].
- [7] U. d. I. A. -. F. I. Civil, «Sumideros en Alcantarillados de aguas lluvias. diseños tipicos utilizaos en Colombia y mecanismos de retencion de solidos.,» 15 Febrero 2009. [En línea]. Available: <https://pavcowavin.com.co/sumideros-en-alcantarillados-de-aguas-lluvia-disenos-tipicos-en-colombia>. [Último acceso: 14 Abril 2019].
- [8] E. Contributors, «Basura,» 11 enero 2018. [En línea]. Available: www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=Basura&id=3044642. [Último acceso: 5 mayo 2019].
- [9] Ecured Contributors, «Reciclaje,» 3 Noviembre 2013. [En línea]. Available: www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=Reciclaje&id=2071499. [Último acceso: 5 Mayo 2019].
- [10] i. Civil, «Apuntes ingenieria civil,» 5 Octubre 2010. [En línea]. Available: http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2010/10/sumideros-de-aguas-de-lluvia_05.html. [Último acceso: 5 Mayo 2019].
- [11] Dyservet.com, «Rejillas plasticas vehiculares fuertes acueductos y alcantarillados,» Maderplast, 11 Enero 2016. [En línea]. Available: <https://www.maderplast.com/15-rejillas-plasticas-vehiculares-fuertes-acueductos-y-alcantarillados.html>. [Último acceso: 17 Mayo 2019].
- [12] S. W. Systems, «Redes de Drenaje para Reducir la Descarga de Basura en la Naturaleza en Australia.,» 01 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.ideassonline.org/public/pdf/DrainageNetsAustralia-ESP.pdf>. [Último acceso: 23 Octubre 2019].
- [13] Ciudad y Territorio ministerio de vivienda, «Resolucion 0330,» 31 Agosto 2017. [En línea]. Available: <http://www.acodal.org.co/reglamento-tecnico-ras-nueva-resolucion-0330-de-2017/>. [Último acceso: 5 Mayo 2019].

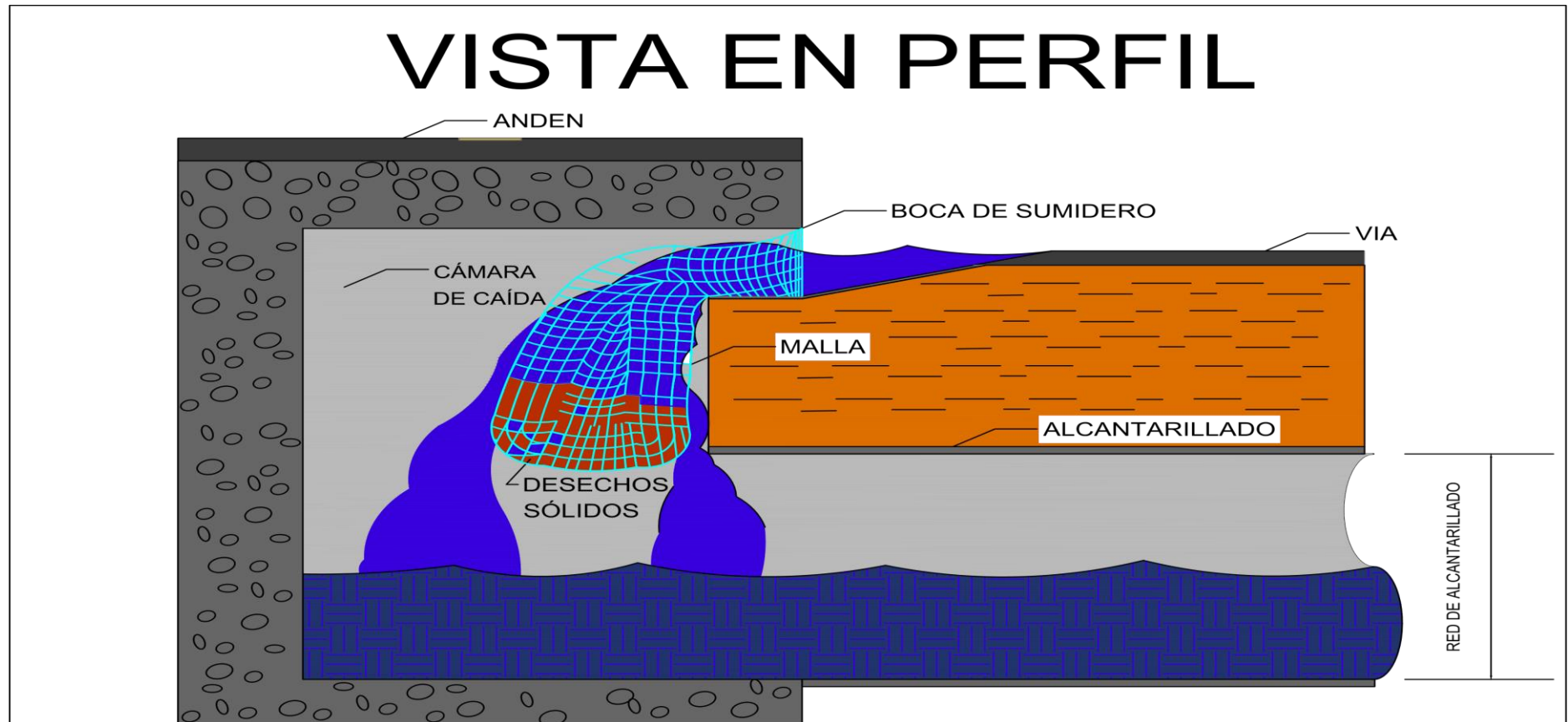
- [1 Minvivienda, «Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y
4] Saneamiento Básico - RAS (Título D),» 1 Enero 2016. [En línea]. Available:
[http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO_D.
pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO_D.pdf). [Último acceso: 23 Octubre 2019].
- [1 G. M. Saenz, Hidrologia En La Ingenieria, Bogota D.C.: Escuela Colombiana
5] De Ingenieria, 1999.
- [1 R. Cuevas, Yo Anonimo, Estados Unidos De America: Copyright, 2010.
6]
- [1 EPM, «Norma De Construccion De Sumideros,» 18 Abril 2017. [En línea].
7] Available:
[www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Aguas/NC_AS_IL02_17_Sumi
deros.pdf?ver=2019-01-28-154236-483](http://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Aguas/NC_AS_IL02_17_Sumideros.pdf?ver=2019-01-28-154236-483). [Último acceso: 5 Mayo 2019].

13. ANEXOS

13.1. PLANO DEL MONTAJE DE LA MALLA RECAUDADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN UN SUMIDERO LATERAL.

En la siguiente página se presenta un esquema del diseño y la ubicación de la malla recaudadora de residuos sólidos en un sumidero lateral, así mismo este esquema explica cada uno de las partes del sumidero para así responder inquietudes a quienes se interesen en el proyecto y quieran informarse más a fondo sobre el tema y el verdadero fin al que se quiere llegar con la implementación de este diseño.

Cabe aclarar que este diseño está siendo realizado con conocimiento que se tiene ante este tipo de sumideros y no con el diseño de uno de los sumideros del sitio al cual se realizara el estudio ya que no se ha iniciado la investigación para determinar el sumidero que se verá beneficiado en la ejecución del proyecto.



REALIZADO POR: DUVAN ARMANDO PARRA VACA	TUTOR: ING. MÓNICA YINETH LARA PÉREZ	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS VILLAVICENCIO	
PLANO EN PERFIL DE DISEÑO MALLA RECAUDADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS	PLANO Nº: 1/2		



REALIZADO POR: DUVAN ARMANDO PARRA VACA	TUTOR: ING. MÓNICA YINETH LARA PÉREZ	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS VILLAVICENCIO	
PLANO EN PLANTA DE DIRECCIONES DE ESCORRENTIA EN VÍA DE MAMBITA	PLANO Nº: 2/2		

4) ¿Cree usted que hacer charlas de concientización de no contaminar con basuras son suficientes para que las personas no lo hagan?

_____ SI

_____ NO

5) ¿Cree usted que las basuras que se encuentran en los cuerpos de agua cercanos a la inspección de Mambita provienen del alcantarillado, el cual transporta las aguas lluvias que provienen de las calles?

_____ SI

_____ NO

6) En épocas de lluvia, ¿ha observado usted a donde van las basuras que se encuentran regadas en las calles de la inspección de Mambita?, elija la opción que crea que se acerque a lo que se ha observado.

a) _____ Van a parar a las rejillas de los sumideros del alcantarillado.

b) _____ Son transportadas por el agua lluvia hasta entrar al alcantarillado.

c) _____ Son transportadas por las cunetas hasta llegar a un cuerpo de agua natural como río o quebrada cercana a la inspección.

d) _____ Todas las opciones anteriores ocurren.

7) ¿Cuál cree usted que es la zona de la inspección de Mambita con mayor presencia de basuras en las calles, las cuales ingresan al alcantarillado cuando se precipita una lluvia?

a) _____ Zona baja de la inspección.

b) _____ Zona media de la inspección

c) _____ Zona alta de la inspección.

8) La corporación regional ambiental a la que pertenece la inspección de Mambita, ¿Realiza evento que incentiven a la población a No arrojar basuras a las calles?

_____ SI

_____ NO

_____ AVECES

9) ¿Da a conocer las consecuencias que puede traer al medio ambiente realizar este tipo de actos?

_____ SI

_____ NO

_____ AVECES

10) De 1 a 10, siendo 1 el menor y 10 el mayor. ¿Qué tan importante cree usted que es, tener un proyecto que no permita el ingreso de las basuras al alcantarillado?

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____ 7 _____ 8 _____ 9 _____ 10 _____

13.3. CURVAS IDF ESTACIÓN SALINAS DE UPIN (RESTREPO)

Para estimar el valor del caudal máximo de escorrentía Q , fue necesario contar con las curvas IDF de la estación que cuente con dichos valores más cercanos al lugar del proyecto en este caso fue la estación Salinas de Upin situada en el municipio de restrepo meta a 73 km de la inspección de Mámbita a la cual se le elaboro el proyecto, estas curvas permitieron hallar la intensidad con respecto a los años de retorno del diseño del proyecto basándose en los diseños de redes de alcantarillado y aguas lluvias del RAS más específicamente el título D, parámetro importante para encontrar el caudal máximo dicho anteriormente.

A continuación, se muestran las curvas de intensidad duración y frecuencia de la estación Salinas de Upin del municipio de Restrepo Meta.

