

DISEÑO DE LA RED DE AGUAS LLUVIAS Y OPTIMIZACIÓN DEL ALCANTARILLADO  
DE LA VEREDA SAN LORENZO TRAMO 1 MUNICIPIO DE GIRARDOT -  
CUNDINAMARCA.

CARLOS EDUARDO ROJAS FORERO  
ÍNGRI MARCELA CONTRERAS GÓMEZ  
VIVIANA TORRES GUZMÁN

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
GIRARDOT, CUNDINAMARCA

2018

DISEÑO DE LA RED DE AGUAS LLUVIAS Y OPTIMIZACIÓN DEL ALCANTARILLADO  
DE LA VEREDA SAN LORENZO TRAMO 1 MUNICIPIO DE GIRARDOT -  
CUNDINAMARCA.

CARLOS EDUARDO ROJAS FORERO  
ÍNGRID MARCELA CONTRERAS GÓMEZ  
VIVIANA TORRES GUZMÁN

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director  
ING. JHON JAIRO REINEL MORENO

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
GIRARDOT, CUNDINAMARCA

2018

## **Dedicatoria.**

### *A Dios*

Por darnos la oportunidad de vivir, por estar con nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes y por haber puesto en el camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

### *A nuestros padres*

Por el apoyo constante, por sus consejos, sus valores, por la motivación inquebrantable que nos ha permitido ser personas de bien; pero más que nada, por el ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que nos han inculcado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor sin límites.

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Firma del Presidente de Jurado

---

---

---

Firma de Jurado

---

Ciudad -fecha y año

## Tabla de Contenido

<b>Resumen</b> .....	9
<b>Abstract</b> .....	10
<b>Introducción</b> .....	11
<b>1. Planteamiento del Problema</b> .....	12
<b>2. Justificación</b> .....	13
<b>3. Objetivos</b> .....	13
<b>3.1. Objetivo general</b> .....	13
<b>3.2. Objetivos específicos</b> .....	13
<b>4. Marco Referencial</b> .....	14
<b>4.1. Marco Contextual</b> .....	14
<b>4.2. Marco Teórico</b> .....	15
<b>4.3. Marco Conceptual</b> .....	17
<b>4.3.1. Red de alcantarillado</b> .....	18
<b>4.3.2. Alcantarillado Pluvial</b> .....	18
<b>4.3.3. Aguas pluviales</b> .....	18
<b>4.3.4. Alcantarillado separado</b> .....	18
<b>4.3.5. Aliviadero</b> .....	19
<b>4.3.6. Aguas negras</b> .....	19
<b>4.3.7. Alcantarillado sanitario</b> .....	19
<b>4.3.8. Alcantarillados pluviales</b> .....	19
<b>4.3.9. Precipitación</b> .....	20
<b>4.3.10. Aguas industriales</b> .....	20
<b>4.3.11. Clasificación de los conductos</b> .....	20
<b>4.3.12. Colector</b> .....	20
<b>4.3.13. Pozo de inspección</b> .....	21
<b>4.3.14. Cámara de caída</b> .....	21
<b>4.3.15. Tramo</b> .....	21
<b>4.3.16. Canal</b> .....	21
<b>4.3.17. Canalizar</b> .....	21
<b>4.3.18. Entubar</b> .....	21
<b>4.3.19. Cotas</b> .....	21
<b>4.4. Estado del Arte</b> .....	22

4.5. Marco Legal.....	25
5. Metodología .....	26
5.1. Diseño comprobatorio.....	28
5.2. Variables e indicadores.....	29
5.3. Procesos y Procedimientos .....	35
5.3.1. Diseño de sistema de alcantarillado sanitario.....	35
5.3.2. Diseño de alcantarillado pluvial.....	45
6. Resultados.....	50
7. Conclusiones .....	56
8. Recomendaciones .....	56
Bibliografía .....	57
Anexos .....	59

## Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Contexto Vereda San Lorenzo</i> .....	14
<i>Tabla 2. Investigaciones Previas</i> .....	22
<i>Tabla 3. Marco Legal</i> .....	26
<i>Tabla 4. Modelo Praxeológico</i> .....	27
<i>Tabla 5. Diseño Comprobatorio</i> .....	28
<i>Tabla 6. Encuesta</i> .....	30
<i>Tabla 7. Frecuencia F (Área de Drenaje)</i> .....	47

## Lista de Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Meses de Lluvia</i>	33
<i>Ilustración 2. Conexiones a la Red de Alcantarillado</i>	33
<i>Ilustración 3. Afectación de las aguas lluvias en la vía.</i>	34
<i>Ilustración 4. Opinión del porque se presenta el problema de las inundaciones</i>	34
<i>Ilustración 5. Proyección de Población</i>	36
<i>Ilustración 6. Caudal de Agua Residual Doméstico (QARD)</i>	37
<i>Ilustración 7. Caudal de Agua Residual Industrial</i>	37
<i>Ilustración 8. Caudal de Agua Residual Comercial</i>	38
<i>Ilustración 9. Caudal de Agua Residual Institucional</i>	38
<i>Ilustración 10. Caudal Medio Diario de Aguas Residuales</i>	39
<i>Ilustración 11. Caudal por Conexiones Erradas</i>	40
<i>Ilustración 12. Infiltración</i>	40
<i>Ilustración 13. Factor de Mayoración (diferentes métodos)</i>	41
<i>Ilustración 14. Factor de Mayoración escogido</i>	41
<i>Ilustración 15. Caudal Máximo Horario</i>	42
<i>Ilustración 16. Caudal de Diseño</i>	42
<i>Ilustración 17. Coeficiente de Escorrentía RAS 2000</i>	45
<i>Ilustración 18. Curvas Intensidad, Duración, Frecuencia</i>	47
<i>Ilustración 19. Cuadro de Cálculos Hidráulicos del Sistema de Alcantarillado Sanitario</i>	50
<i>Ilustración 20. Cuadro de Cálculos Hidráulicos del Sistema de Alcantarillado Pluvial</i>	54



## Resumen

El presente trabajo, muestra el diseño y elaboración del sistema de alcantarillado, que se realizó en la Vereda San Lorenzo, del municipio de Girardot, donde se presenta problemas de inundación en algunas viviendas principalmente en temporadas de invierno. Esta vereda no posee un sistema de alcantarillado apto que cumpla con los requerimientos mínimos legales existentes para sus respectivo funcionamiento, a su vez, el estado de la vía presenta deterioro en algunos tramos, no cumpliendo con un diseño geométrico óptimo, a esto se suma la falta de una efectiva organización comunitaria para darle un manejo empírico adecuado a este problema.

Es por esto que surge la necesidad de implementar un diseño óptimo de alcantarillado tanto de agua pluvial como sanitario por separado, sin desaprovechar a su vez el que se encuentra actualmente, con el fin de mitigar la problemática actual y satisfacer las necesidades a futuro.

Esta investigación está comprendida de fuente mixta (documental y trabajo de campo). La primera se emplea una serie de técnicas de recolección de datos en diferentes entidades públicas, como el historial de los datos de precipitación y mapas de la zona, consultas en documentos web. La segunda contempla el trabajo de campo tales como; testimonios de la comunidad afectada, encuestas, levantamiento topográfico de la zona a intervenir e inspección visual del sistema de alcantarillado actual. El propósito final de este proyecto es brindar a la comunidad afectada una alternativa viable para poder dar solución a la necesidad actual, proyectando a futuro lo que se quiere realizar.

Palabras clave: Sistema de alcantarillado sanitario, Sistema de alcantarillado pluvial,

Precipitación, Levantamiento topográfico, Inundación.

### **Abstract**

The present work, shows the design and elaboration of the system of sewage system, that was realized in the San Lorenzo District, of the municipality of Girardot, where it presents problems of flood in some houses mainly in winter seasons. This lane does not have a suitable sewer system that meets the minimum legal requirements for their respective operation, in turn, the state of the road has deterioration in some sections, not complying with an optimal geometric design, to this is added the lack of an effective community organization to give an adequate empirical management to this problem.

That is why the need arises to implement an optimal design of sewage both rainwater and sanitary separately, without missing in turn the one that is currently, in order to mitigate the current problem and meet future needs. This research is comprised of a mixed source (documentary and field work). The first one employs a series of data collection techniques in different public entities, such as the history of precipitation data and maps of the area, consultations in web documents. The second contemplates field work such as; testimonies of the affected community, surveys, topographic survey of the area to be intervened and visual inspection of the current sewage system. The final purpose of this project is to provide the affected community with a viable alternative to be able to solve the current need, projecting in the future what they want to do.

Keywords: Sanitary sewer system, Storm sewer system, Precipitation, Topographic survey, Flood.

## Introducción

Las redes de alcantarillado se consideran uno de los servicios básicos e indispensables en una comunidad, pero son muchas las regiones en el país que no están apropiadamente adecuadas con este medio. Con anterioridad en gran cantidad de poblaciones del país se le daba mayor prioridad a la adecuación de la red de suministro de agua potable, relegando la construcción de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial.

La vereda San Lorenzo, ubicada en el municipio de Girardot – Cundinamarca, es una de las muchas comunidades, que no poseen este servicio con eficiencia y de igual manera no cuenta con una red de aguas lluvias; el proyecto de diseño de red de alcantarillado pluvial y optimización de alcantarillado sanitario, de la vereda San Lorenzo tramo 1 municipio de Girardot - Cundinamarca, se hace con el fin de ofrecer un diseño para mejorar las condiciones de vida de la población.

El diseño debe ser elaborado, teniendo en cuenta que el sistema actual no cuenta con un diseño acorde a como lo demanda el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento básico (RAS), ni cumple con la capacidad suficiente para evacuar los fluidos de una comunidad en crecimiento como esta; sumado a esto se busca evitar problemas de grandes estancamientos de agua como los que se evidenciaron en las pasadas olas invernales, adicionalmente se debe contar con una correcta conducción de las aguas servidas generadas por la misma comunidad.

Con lo anteriormente expuesto se dará paso a una descripción general de la problemática que conlleva el no tener un sistema de alcantarillado, posteriormente mostrar el proceso de diseño de red de aguas lluvias y optimización del alcantarillado sanitario.

## 1. Planteamiento del Problema

Teniendo en cuenta la importancia de un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, para las comunidades, es pertinente analizar la problemática presente en dicho sistema de la vereda San Lorenzo municipio de Girardot - Cundinamarca.

Esta red de alcantarillado presenta problemas debido a la antigüedad de la tubería, presentando tramos en PVC y asbesto cemento. En algunos tramos, la misma no cumple con el diámetro mínimo requerido de acuerdo con el R.A.S (2000).

La vereda San Lorenzo posee actualmente un alcantarillado que no cuenta con la certificación de ACUAGYR S.A. E.S.P. (Empresa de acueducto y alcantarillado del municipio), las nuevas construcciones que en general son condominios, casas campestres de uno o dos pisos se conectan a esta red, lo que lleva al sistema existente a colapsar, por un diseño ya antiguo que no puede cumplir con la capacidad que requiere la vereda en la actualidad; la poca cobertura del alcantarillado también ha generado que la evacuación de la escorrentía superficial no sea la más apropiada. Esto genera considerables inundaciones, como se observó en los últimos años durante las olas invernales en el país; generando, no solo pérdidas materiales si no también problemas de salubridad en la comunidad.

Considerando la necesidad actual de generar un diseño adecuado de la red de alcantarillado pluvial y la optimización del alcantarillado existente, y de dar cumplimiento a la ley respecto a la obligación de suplir esta necesidad, se realizó una previa investigación, con colaboración del municipio de Girardot, para identificar factores poblacionales, topográficos e hidrográficos de la zona; a si se podrá dar respuesta a la problemática de ¿Cuál es el diseño más apropiado para la red de aguas lluvias y la optimización del alcantarillado existente?

## **2. Justificación**

Las inundaciones constantes presentadas en la vereda san Lorenzo, han venido afectando a gran parte de su población que allí habita desde hace más de cincuenta años, ya que el manejo inadecuado de aguas lluvias y residuales no ha sido el más apropiada para mantener un óptimo desarrollo y así satisfacer las necesidades que la comunidad requiere. Con esta problemática se han presentado una serie de afectaciones en los habitantes de esta vereda; las inundaciones en el tramo 1 de la vereda son evidentes en época de lluvia ya que las nuevas construcciones aledañas a esta han exigido una mejora e intervención en las vías principales, y las malas conexiones generadas por la misma comunidad para tratar de mitigar su problemática han generado grandes colapsos de la red existente, se toma el compromiso de Proponer un diseño de red de alcantarillado de aguas lluvias y optimización del alcantarillado existente bajo la normatividad para el diseño de alcantarillado RAS 2000 (Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico).

## **3. Objetivos**

### **3.1. Objetivo general**

Proponer un diseño de red de alcantarillado de aguas lluvias y optimización del alcantarillado existente en la vereda san Lorenzo tramo 1 municipio de Girardot Cundinamarca.

### **3.2. Objetivos específicos**

- Realizar un levantamiento de información secundaria y primaria de la zona en estudio.
- Ejecutar un levantamiento topográfico sobre el estado actual de la red de alcantarillado de aguas residuales en relación al RAS 2000 y Resolución 0330 de 2017.
- Elaborar un diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial para la vereda San Lorenzo en el tramo 1.

- Realizar un presupuesto para determinar el valor de inversión y vida útil del proyecto.

#### 4. Marco Referencial

##### 4.1. Marco Contextual.

Tabla 1. Contexto Vereda San Lorenzo

<b>LOCALIZACIÓN</b>	<p>La Vereda san Lorenzo está ubicada en el municipio de Girardot departamento de Cundinamarca en la vía Girardot- Guataqui. Limita al norte con el municipio de Nariño y Tocaima, al sur con el municipio de Flandes y el río magdalena, al oeste con el río magdalena y el municipio de Coello, y al este con el municipio de Ricaurte y el río Bogotá.</p>
<b>GEOGRAFÍA</b>	<p>El Municipio de Girardot cuenta con una ubicación astronómica: 4.18.18 Latitud Norte y 74.48.06 Longitud Oeste Altitud: 289 metros sobre el nivel del mar, Temperatura promedio anual: 33.3° C, Temperatura máxima: 38.3° C, Temperatura mínima: 29.3° C, Humedad Relativa: 66.38%, Distancia a Bogotá: 124 km, Extensión municipio: 129 km<sup>2</sup>, Población del municipio. 150.178 habitantes (según estadísticas del DANE para el año 2005). Extensión conurbación. 354 km<sup>2</sup> (Alcaldía de Girardot, s.f.)</p>
<b>HIDROLOGÍA.</b>	<p>Girardot tiene como centro el río magdalena que, naciendo en la laguna del mismo nombre en el macizo colombiano, al sur del país, lo recorre de sur a norte para ir a desembocar en el mar caribe, en el sitio conocido como bocas de ceniza. La vida de Girardot tiene hondas raíces con esta arteria fluvial. Puede decirse que este municipio es un producto de la relación hombre - río en una constante dada por la urgencia del crecimiento regional y local. El río Bogotá lo recorre de norte a sur, desde el punto llamado Leticia (antes hatu sucio), sirve de límite con Ricaurte y rinde sus aguas al magdalena. El municipio está cruzado por arroyos, algunos de los cuales en las temporadas de sequía permanecen sin agua, esos arroyos son: la yegüera, agua blanca, Nariño, Guabinal, san Antonio, presidente y portachuelo (AsoJuntas, s.f.).</p>

<b>RECURSO HÍDRICO</b>	La red hidrográfica del municipio está comprendida por las cuencas de los ríos Bogotá y el Magdalena. La cuenca del río Bogotá está conformada en el sector Oriental del municipio. En el sector sur del municipio la cuenca del Río Magdalena. En el sector Occidental del municipio limitado por el Río Magdalena. en el sector Sur – Occidental del municipio, en jurisdicción de la vereda San Lorenzo
<b>CLIMA</b>	Promedio de precipitación total anual de 854,8 mm y que su régimen de Lluvias es de tipo bimodal que significa dos marcadas épocas de precipitación; La primera ocurre en los meses comprendidos entre marzo, abril y mayo con 363,3 milímetros que representan el 42,50% y la segunda época se presenta Entre los meses de septiembre, octubre y noviembre con 241,2 milímetros equivalente al 28,21% el mes más seco es julio con 19,2 milímetros y le sigue agosto con 28 milímetros. (Datos tomados en mm. Del años 1991-1997). Humedad relativa presenta un valor promedio anual del 70%. La ocurrencia de mayor humedad del aire se presenta entre los meses de abril, mayo y junio, el menor valor ocurre en el mes de agosto. El promedio anual de radiación solar es del orden de 2085,6 horas de luz/año, lo que presenta un promedio diario de cerca de 6 horas de brillo solar. Su comportamiento a lo largo del año, presenta periodos de menor precipitación y mayor temperatura (Planeacion Gestion y Control, s.f.).
<b>ECONOMÍA AGRICOLA</b>	Las tierras de Girardot son aptas para cultivos de maíz, sorgo, ajonjolí, algodón y arroz, los cuales se han tecnificado dadas las facilidades que las tierras planas ofrecen para el uso de maquinaria agrícola, también hay diversidad de frutales, especialmente de mango, limón y naranja. El sector en la actualidad utiliza solo el 35% de las tierras aptas para ser cultivadas, lo que demuestra la depresión que vive, pues aunque han sido tradicionalmente propicias para la agricultura debido a las condiciones favorables de sus suelos (Alcaldía de Girardot, s.f.).
<b>GANADERÍA</b>	Girardot y la región no han tenido tradición importante en el sector ganadero, aunque en sus campos hay toda clase de bovinos, mulares, equinos, porcinos, ovinos, caprinos, asnales, casi todos criados por la necesidad de sus campesinos de tener animales fundamentalmente para el consumo de leche y carne para ayudar en las tareas del agro. La cría de aves de corral también ha ganado en importancia seleccionándose aves para la cría y la postura (Planeacion Gestion y Control, s.f.).

*Fuente: Propia*

#### **4.2. Marco Teórico**

El presente marco teórico hace referencia a la importancia que requiere la disposición de las aguas servidas provenientes de las actividades humanas, además la fundamentación y planeación de los alcantarillados, los cuales llevan consigo el planeamiento e importancia de servicios

básicos de acueductos, disposición de basuras, aseo, telefonía, energía, etc. Según (Carmona, 2014) se contempla que *“Todo lugar o población que cuente con un suministro de agua, de cualquiera que fuese su procedencia, requiere de un sistema de evacuación llamado alcantarillado”*. (pág. 3)

Aquellos aspectos importantes que van de la mano en una población, tienen que ver con el suministro de agua potable para la cual se complementa la evacuación de las mismas. Los sistemas para evacuar tanto las aguas residuales como las aguas lluvias son redes de colectores, conectados por pozos de inspección destinados para implementar un debido mantenimiento en los conductos, estos se instalan sobre las vías públicas principalmente.

Los sistemas de alcantarillado no remedian en su totalidad aquellos problemas de salubridad, aspectos negativos en el medio ambiente. Aquellas corrientes contaminantes desembocaban generalmente en la superficie de aguas las cuales eran los cuerpos receptores donde su descomposición originaba una gran fuente de bacterias, virus, parásitos, fomentando gran cantidad de enfermedades las cuales no representaban condiciones dignas de vida, dado que no existía aun un mecanismo o proceso con el cual poder contrarrestar estas consecuencias.

Las alternativas para optar por sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales se deberán de tener bien claros, así como los diferentes aspectos que abarcan tales fines, aquellos aspectos indispensables como; recolección de datos, cálculos y demás a la hora de implementar un diseño óptimo y viable para un nuevo proyecto de sistema de alcantarillado (Santamaria, 2009).

Además dentro de esta misma problemática la cual tiene que ver con todo lo relacionado en el campo del saneamiento básico en una comunidad, tienen un gran papel ya que la relevancia



que debe de tener tanto el suministro de agua potable como la recolección de las aguas residuales es grande. En las generalidades del capítulo 1, dice:

Cualquier población, por pequeña que sea, debería contar con mínimo con los servicios de acueducto y alcantarillado, si se espera de ella un desarrollo social y económico y, ante todo, la reducción de las altas tasas de morbilidad y mortalidad, en especial de la población infantil. (Cualla, 2003, pág. 19)

Hoy por hoy el trabajo que deben de desarrollar los ingenieros al igual que los que se encuentran en formación es el brindar a la sociedad la creación de la infraestructura necesaria en poblaciones pequeñas, teniendo una visión a futuro y logrando consigo soluciones adecuadas acordes a una limitada inversión de capital (Cualla, 2003). Llevando como guía aquellos lineamientos que se establezcan en la norma que rija el diseño de los sistemas de alcantarillado.

Adicionalmente, para el desarrollo del proyecto se tendrá en cuenta un procedimiento descrito paso a paso según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000), cuya aspectos generales, son consideraciones para tener en cuenta. Ver anexos.

### **4.3. Marco Conceptual**

Los conceptos a considerar en el desarrollo del presente trabajo son: Red de alcantarillado, alcantarillado Pluvial, aguas pluviales, construcción de alcantarillados separados, aguas negras, alcantarillado sanitario, alcantarillado Pluviales, precipitación, aguas industriales, conductos, alcantarillada separado, aliviadero, pozo de inspección, cámara de caída, tramo, canal, canalizar, entubar, cotas.

#### **4.3.1. Red de alcantarillado.**

Es el sistema de estructuras y tuberías usadas para la evacuación y transporte de las aguas residuales y pluviales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o allegar donde se tratan. El alcantarillado funciona por efecto de la gravedad. Las tuberías se conectan en ángulo descendente, desde el interior de los predios a la red pública, desde el centro de la comunidad hacia el exterior de la misma. Cada cierta distancia se perfora pozos de registro verticales para permitir el acceso a la red con fines de mantenimiento (Carmona, 2014).

#### **4.3.2. Alcantarillado Pluvial.**

Un sistema de alcantarillado de aguas lluvias es una red de tuberías utilizada para conducir la escorrentía de una tormenta a través de una población (Carmona, 2014).

#### **4.3.3. Aguas pluviales.**

Son aguas de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de estas aguas es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos (Carmona, 2014).

#### **4.3.4. Alcantarillado separado.**

Es aquel que desagua solo un sistema de aguas negras o de lluvia. Razones para construir alcantarillados separados: Cuando existen alcantarillados antiguos y se requiere el manejo de las aguas de escorrentía independientemente de las aguas negras, dichas instalaciones antiguas, se dejan exclusivamente para el manejo de aguas negras, y se construye un nuevo sistema para el manejo aguas lluvias; para evitar inundaciones que generen problemas sanitarios como si ocurrirían si fuera combinada; para evitar malos olores en época de sequía. Cuando es más

urgente la instalación de alcantarillado de aguas residuales que el de aguas lluvias. Cuando las aguas lluvias pueden manejarse mediante canalizaciones naturales (Carmona, 2014).

#### **4.3.5. Aliviadero.**

Estructura de separación para convertir el alcantarillado combinado en sistema separado (Carmona, 2014).

#### **4.3.6. Aguas negras.**

Frescas: recién descargadas. Muy rancias: producen espuma de color gris o negro con emisión de olor a gas metano. Sépticas: hay putrefacción de la materia en condición anaeróbica. Rancias: producen ácido sulfúrico  $H_2O$  sin  $O_2$  dentro del agua (Carmona, 2014).

#### **4.3.7. Alcantarillado sanitario.**

Por lo general las aguas negras sin fermentación son ligeramente alcalinas o neutras y bastante diluidas, por lo tanto en un sistema sanitario bien proyectado, construido y conservado; el problema de la erosión queda reducido al mínimo, siempre que la velocidad de la corriente sea suficiente para arrastrar, los desperdicios hasta el punto de descarga, antes de que inicie el proceso de putrefacción. En conductos antiguos, la corriente es lenta o se estanca debido a los asentamientos en la tubería y pueda acumularse materia orgánica, si la temperatura y la concentración de material orgánico es alto y la deficiencia de ( $O_2$ ) se inicia la acción bacteriológica que originan los gases cloacales (Carmona, 2014).

#### **4.3.8. Alcantarillados pluviales.**

Los métodos de medición de lluvia son: registro continuo con pluviómetro y pluviógrafo – registro gráfico y continuo de una precipitación con la ayuda de un reloj. Lectura diaria o

directa con pluviómetros: recipientes calibrados con una rejilla para alturas de precipitación diaria (Carmona, 2014).

#### **4.3.9. Precipitación.**

Se mide por la altura en (mm) de agua de caída durante una lluvia o durante un periodo de tiempo determinado o también se mide por la intensidad, Intensidad: cantidad de agua en milímetros por hora (mm/h) durante un aguacero. Frecuencia: a mayor intensidad es menor la frecuencia, en otras palabras es como un factor de seguridad para el diseño (Carmona, 2014).

#### **4.3.10. Aguas industriales.**

Algunas pueden descargarse en los alcantarillados de aguas negras o en los combinados, pero cuando los mismos son altamente corrosivos deben diseñarse y construirse conductos especiales y plantas de tratamiento (Carmona, 2014).

#### **4.3.11. Clasificación de los conductos.**

Tramos iniciales: reciben los domiciliarios directamente de las edificaciones, no reciben ningún colector de alcantarillado; Tramos secundarios: reciben los desagües de los anteriores; Colector principal o troncal: reciben desagües de urbanizaciones o amplios sectores; Interceptores: es un colector diseñado y construido paralelo a un canal, no a box coulvert, para evitar el vertimiento de las aguas negras anteriores (Carmona, 2014).

#### **4.3.12. Colector.**

Conducto cerrado de sección circular, rectangular o cuadrado, generalmente va enterrado (Carmona, 2014).

#### **4.3.13. Pozo de inspección.**

Son estructuras realizadas en mampostería que son utilizadas para propósitos de limpieza y conservación de los colectores. Se instalan cada vez que cambien la dirección del trazado horizontal del sistema o por cambios de pendiente de los tramos o por cambios de diámetro de los mismos permitiendo la ventilación de los ductos (Carmona, 2014).

#### **4.3.14. Cámara de caída.**

Bajante que se destruye en un colector alto antes de llegar al pozo o estructura de conexión para entregar las aguas al fondo de los mismos, se debe colocar cuando la diferencia de altura entre el tubo de entrada y el de salida es mayor a 1 metro batea- batea (Carmona, 2014).

#### **4.3.15. Tramo.**

Conducto comprendido entre dos estructuras o pozos de inspección (Carmona, 2014).

#### **4.3.16. Canal.**

Cauce artificial revestidos o no; diseñado y construido para conducir las aguas lluvias (Carmona, 2014)

#### **4.3.17. Canalizar.**

Regularizar el cauce de un arroyo o corriente (Carmona, 2014).

#### **4.3.18. Entubar.**

Regular el cauce de un arroyo (Carmona, 2014).

#### **4.3.19. Cotas.**

Batea: es el nivel del punto más bajo e interno de la sección transversal de un colector; De fondo: es el nivel del punto exterior de la tubería en el lecho de la zanja. Rasante: es el nivel del

terreno o del punto exterior de la tapa de la estructura del pozo. Clave: es el nivel del punto más alto interno de la sección transversal de un colector (Carmona, 2014).

#### 4.4. Estado del Arte

Se realizó consulta documental de diferentes investigaciones, desarrolladas con anterioridad y que refieren el tema en mención, buscando enriquecer este proyecto y favorecer su aplicación en el contexto veredal, aumentando las posibilidades de beneficio de los Sistemas de Alcantarillado.

El objetivo es contemplar ideas que se promueven en las investigaciones tomadas en cuenta a nivel local, nacional e internacional. Dado que tales ideas ayudan en el proceso investigativo del proyecto a desarrollar.

Nota: Para empezar se tendrá en cuenta el orden de las investigaciones, que se evidencia en la siguiente tabla.

*Tabla 2. Investigaciones Previas*

<b>Año</b>	<b>Lugar</b>	<b>Autor</b>	<b>Concepto Clave</b>
<i>Nivel Nacional</i>			
2018	Universidad católica de Colombia, facultad de Ingeniería. Bogotá D.C.	- Jessica Milena Cuellar Peñuela - Henry Alexander Celeita Mesa	Estudio, análisis y diseño de viabilidad para la optimización del alcantarillado del municipio de Cucaita ubicado en Boyacá.
2013	Universidad católica de Colombia, facultad de Ingeniería. Bogotá D.C.	Cristian Fernando Córdoba Cataño	Diseño de la red de alcantarillado del barrio centro poblado pasoancho situado en el municipio de Zipaquirá.
2009	Universidad de la Salle, facultad de Ingeniería Civil. Bogotá D.C.	Mayra Alejandra Padilla Santamaría	Diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial del corregimiento de la Mesa – Cesar.

2006	Universidad de la Salle, facultad de Ingeniería Civil. Bogotá D.C.	- Julián Alberto Barriga Barriga - Oscar Andrés Plazas Roldan - Wilson Javier Rivera Gómez	Diseño de alcantarillado sanitario, red de distribución de agua potable, programación y presupuesto de obra para el barrio villa Carol ubicado en el municipio de Garzón (Huila).
<b><i>Nivel Internacional</i></b>			
2005	Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura (escuela de ingeniería civil)	- Oscar Mario Labor González - Misci Azalia Torres	Diseño de la red de alcantarillado sanitario de la ciudad de Turín, departamento de Ahuachapán.

*Fuente: Propia*

**Estudio, análisis y diseño de viabilidad para la optimización del alcantarillado del municipio de Cucaita ubicado en Boyacá.** El enfoque que hacen los investigadores de este proyecto, es sobre los problemas existentes en la población, que no cuenta con un sistema de alcantarillado apropiado que cumpla con las necesidades que estos presentan. Dado que el grado de desatención por parte de la administración municipal, para tenerlos en cuenta es alto. Es allí en donde se ven obligados a darle un manejo inadecuado a la evacuación de las aguas residuales vertiéndolas al aire libre, en donde se evidencian un gran número de afectaciones al medio ambiente y problemas de salubridad entre sus habitantes.

**Diseño de la red de alcantarillado del barrio centro poblado paso ancho situado en el municipio de Zipaquirá.** Esta investigación, se basa de igual manera como el anterior descrito en problemas que se presentan en una comunidad (vereda) que no se considera como zona urbana, la cual carecía de un sistema de alcantarillado óptimo, por el cual se pueda suplir las necesidades de la población en esta zona. En consecuencia a esto los problemas de salubridad y en el medio ambiente se evidenciaban notablemente.

**Diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial del corregimiento de la Mesa – Cesar.** Tal investigación nace de una necesidad por un sistema de alcantarillado, con el fin de mitigar al máximo el impacto negativo al medio ambiente, dado que la población de este corregimiento recurre a disponer de zonas verdes – hacer sus necesidades al aire libre produciendo a su vez riesgos a la salud producto de esta acción. De allí donde se contempla principalmente la posibilidad de implementar un sistema anteriormente mencionado ante la problemática presente.

**Diseño de alcantarillado sanitario, red de distribución de agua potable, programación y presupuesto de obra para el barrio villa Carol ubicado en el municipio de Garzón (Huila).** Esta investigación trata consigo una profunda ejecución, dado que no solo se trata de tener como resultado la implementación de un sistema de alcantarillado sino que también una red de distribución de agua potable, esto encaminado que se tiene una zona en donde no está habitado, para la cual se quiere gestionar una calidad de vida accesible a personas que puedan en un futuro residir allí y salvaguardando la de generaciones futuras, promoviendo aspectos indispensable para lograr tal fin.

**Diseño de la red de alcantarillado sanitario de la ciudad de Turín, departamento de Ahuachapán.** Esta investigación realizada en la ciudad de Turín en el Salvador, hace referencia al desorden que se presenta entorno al desmesurado crecimiento poblacional, que se presenta normalmente en un país en vías de desarrollo, originado principalmente por el fenómeno de migración interna a causa de nuevas oportunidades laborales que en muchas naciones se presenta. Según esto para prever las necesidades de tal población se plantea el contribuir a través de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial ya sea para darle un manejo adecuado a aquellos residuos desalojados de los domicilios y aguas grises que quedan estancadas en las calles con



deterioro presente, provocando malos olores. Adicionalmente, se suma la presencia de enfermedades y aumento en la cantidad de vectores. Lo anterior enunciado demanda con urgencia los servicios básicos entorno a una mejor calidad de vida.

*Según las investigaciones anteriormente consultadas, las cuales se tienen como referencia y sus respectivos propósitos del por qué se llevaron a cabo para enriquecer así el proyecto propio que se está planteando. Allí se evidencia la importancia que se debe da, a aspectos tan importantes como los servicios básicos que abastecen el buen vivir de una población.*

*Los sistemas de alcantarillado toman fuerza en el contenido de tales investigaciones, y a su vez la propia, según la problemática presente en la vereda San Lorenzo de modo que van encaminados a brindar apoyo para fomentar una calidad de vida digna de esta población, pensando a futuro satisfaciendo las necesidades de las mismas y promoviendo, salvaguardando a su vez, la preservación del medio ambiente.*

#### **4.5. Marco Legal.**

De conformidad con lo establecido en la Constitución Política (MarcadorDePosición1), Artículo 78, dispone que “la ley regula el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos a la comunidad”; y según lo dispuesto por el Ministerio de Vivienda, en el Artículo 59, numeral 3 de la Ley 489 de 1998, se fundamenta la Resolución No1096 de 2000, por la cual se adopta el Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico; todo lo anterior resulta relevante y aporta la normatividad necesaria, para el desarrollo e implementación del proyecto alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial de la vereda San Lorenzo.

Tabla 3. Marco Legal

<i>Normativa</i>	<i>Descripción</i>
Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000)	Manual de prácticas de Ingeniería para Acueductos, Potabilización, Alcantarillados, Tratamiento de aguas residuales.
Resolución 0330 (8 de junio del 2017)	Expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”.
Acuerdo 024 del 2011	Por la cual se adopta la modificación excepcional del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) municipio de Girardot Cundinamarca.

*Fuente. Propia*

## 5. Metodología

La investigación que se realizó permitió implementar un proyecto con enfoque praxeológico, para contribuir en el mejoramiento de las redes de alcantarillado existentes y faltantes de la comunidad, ofreciendo a su vez recomendaciones viables para la mejora de las condiciones de vida de los habitantes del sector, para la obtención de la información primaria se llevó acabo las visitas necesarias realizando inspecciones visuales, recolección de información de la comunidad, levantamiento topográfico, revisión de la red de alcantarillado sanitario, identificación de los puntos críticos de las inundaciones. Para la recolección de información secundaria se tomaron varios documentos relacionados con la zona como lo fueron planos, documentos, bases de datos entre otros, acudiendo a entidades públicas y privadas del Municipio de Girardot y sus alrededores, investigaciones de otros autores los cuales traten el mismo tema de nuestra investigación.

## Tipo de estudio

Apoyados en la poca cantidad de datos encontrados se determinó la metodología por medio de análisis mixto, Con el fin de evidenciar e indicar variables relacionadas con el impacto y las percepciones de la población afectada. Mediante la obtención de datos e información cualitativa, tales como el acompañamiento a la población afectada, testimonios de la misma y cuantitativa a través de la realización de encuestas, presupuestos de obra para la cual se procede a la organización de estas, y a su vez, se analizan las alternativas que ofrezcan la mayor viabilidad posible para llevar a cabo el desarrollo de lo objetivo planteado.

## Población objeto de estudio

Son los habitantes del tramo 1 de la vereda San Lorenzo municipio de Girardot Cundinamarca, que se encuentran afectados por la falta de un alcantarillado pluvial para la conducción de aguas lluvias y el mal estado e inapropiado alcantarillado residual con el que cuenta la vereda.

Tabla 4. Modelo Praxeológico

<b>Modelo Praxeológico</b>	<b>Descripción</b>
Ver	<b>Levantamiento de información secundaria.</b> Observación de las condiciones actuales por inundaciones y manejo inadecuado de la red de alcantarillado.
Juzgar	<b>Planeación.</b> Estudio de las condiciones actuales de las redes pluviales y sanitarias en cumplimiento del Reglamento Técnico Colombiano; así mismo, duración de la propuesta o alternativas más viables.
Actuar	<b>Ejecutar.</b> Realizar un diseño de alcantarillado y manejo pluvial óptimo según las condiciones de la zona y las NTC.
Devolución Creativa	<b>Evaluación.</b> Determinar los costos de inversión y viabilidad técnica de la obra a beneficio de la comunidad y de la problemática presentada.

Fuente. Propia

## 5.1. Diseño comprobatorio

Tabla 5. Diseño Comprobatorio

<b>Diseño Comprobatorio</b>	
<p>Al realizar las visitas pertinentes al lugar de trabajo donde se desarrollará la investigación se ejecutó la inspección e identificación del área afectada por las inundaciones así como también a los pozos de inspección de la red de alcantarillado residual existente.</p>	
<p>Se evidencia la carencia de un sistema de alcantarillado de aguas lluvias, la vereda se ve afectada en épocas de lluvia ya que no existe ningún tipo de conducción de la misma, generando inundaciones en los lotes a lo cual la comunidad opto por realizar un sistema de evacuación empírico afectando la vía y demás lotes aledaños</p>	<p>Se emplea un diseño de alcantarillado pluvial de colectores principales en la vía, para mitigar la afectación por la mala conducción del agua y se recomienda la canalización de las aguas lluvias en los predios con mayor afectación por la escorrentía.</p>
<p>La tubería identificada en el levantamiento del tramo inicial del sistema de alcantarillado con el cual cuenta la vereda San Lorenzo da inicio con un diámetro de tubería de 12" en material de PVC, al continuar con la inspección se observa que a partir de la mitad de la red de alcantarillado existente la tubería disminuye de 12" a 10", y da continuidad hasta el tramo final donde se evidenció la reducción significativa a 8" con material de asbesto cemento; este sistema fue construido de forma empírica no acatando las especificaciones técnicas y requerimientos según establece el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000).</p>	<p>Se determina un diseño de optimización de alcantarillado de aguas residuales, teniendo en cuenta el ya existen en la vereda; identificando los puntos críticos y falencias en su colector principal ya que no cuenta con la características adecuadas y normativas para garantizar su óptimo funcionamiento, se plantea el cambio de tubería existente en diámetros y material correspondientes al caudal de diseño que se empleó y modificación de pendientes que garanticen velocidades de arrastre adecuadas para evitar el sedimento de los sólidos en suspensión, teniendo en cuenta el crecimiento de la población para un periodo de 25 años.</p>

*Fuente: Propio*

## **5.2. Variables e indicadores.**

Se realizó el formato definitivo para la encuesta con 21 preguntas para aplicarlas a los habitantes de la Vereda San Lorenzo en dos sesiones, esto con el fin de poder abarcar la totalidad de las personas que residen en este sector del Municipio de Girardot-Cundinamarca.

Esta encuesta se realizó por medio de un documento perteneciente a Google con un teléfono celular para evitar la impresión de los formatos y con la gran opción de ayudar al cuidado del medio ambiente. En este formato podremos obtener los resultados en tiempo real de las respuestas dadas por las 50 personas escogidas al azar del total de la población.

Tabla 6. Encuesta

<p><b>OPTIMIZACIÓN DE ALCANTARILLADO URBANO Y DISEÑO PARA LA CONDUCCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS.</b></p> <p><i>*Obligatorio</i></p> <p><b>Nombres y apellidos. *</b></p> <p>Tu respuesta _____</p> <p><b>Edad.</b></p> <p><input type="radio"/> 0-10</p> <p><input type="radio"/> 11-20</p> <p><input type="radio"/> 21-30</p> <p><input type="radio"/> 31-40</p> <p><input type="radio"/> 41-50</p> <p><input type="radio"/> 51-60</p> <p><input type="radio"/> 61-70</p> <p><input type="radio"/> 71-80</p> <p><input type="radio"/> 81-90</p> <p><input type="radio"/> 91-100</p> <p><input type="radio"/> Otros:</p>	<p><b>Dirección</b></p> <p>Tu respuesta _____</p> <p><b>Número de personas que residen en la casa.</b></p> <p><input type="radio"/> 1</p> <p><input type="radio"/> 2</p> <p><input type="radio"/> 3</p> <p><input type="radio"/> 4</p> <p><input type="radio"/> 5</p> <p><input type="radio"/> 6</p> <p><input type="radio"/> 7</p> <p><b>Ocupación laboral.</b></p> <p><input type="radio"/> Empleado.</p> <p><input type="radio"/> Desempleado.</p> <p><input type="radio"/> Independiente.</p> <p><input type="radio"/> Comerciante.</p> <p><input type="radio"/> Agricultor</p> <p><input type="radio"/> Ganadero</p> <p><input type="radio"/> Otro</p>
--	---

<p><b>Estrato</b></p> <p><input type="radio"/> 1</p> <p><input type="radio"/> 2</p> <p><input type="radio"/> 3</p> <p><input type="radio"/> 4</p> <p><input type="radio"/> 5</p> <p><b>Tipo de vivienda.</b></p> <p><input type="radio"/> Arrendada.</p> <p><input type="radio"/> Propia.</p> <p><input type="radio"/> Familiar.</p> <p><input type="radio"/> Cuidador.</p> <p><b>Tiempo de residencia actual.</b></p> <p><input type="radio"/> 1-20</p> <p><input type="radio"/> 21-40</p> <p><input type="radio"/> 41-60</p> <p><input type="radio"/> 61-80</p> <p><input type="radio"/> 81-100</p>	<p><b>¿En qué mes se presentan las lluvias?.</b></p> <p><input type="radio"/> Enero-Febrero</p> <p><input type="radio"/> Marzo-Abril</p> <p><input type="radio"/> Mayo-Junio</p> <p><input type="radio"/> Julio-Agosto</p> <p><input type="radio"/> Septiembre-Octubre.</p> <p><input type="radio"/> Noviembre-Diciembre</p> <p><b>¿Se ha visto afectado por las inundaciones en épocas de lluvias?</b></p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p><b>¿Ha recibido ayuda por Parte de entidades del estado?</b></p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p><b>¿Qué tipo de ayudas ha recibido?</b></p> <p><input type="radio"/> Económica</p> <p><input type="radio"/> Social</p> <p><input type="radio"/> Otros: _____</p>
---	---

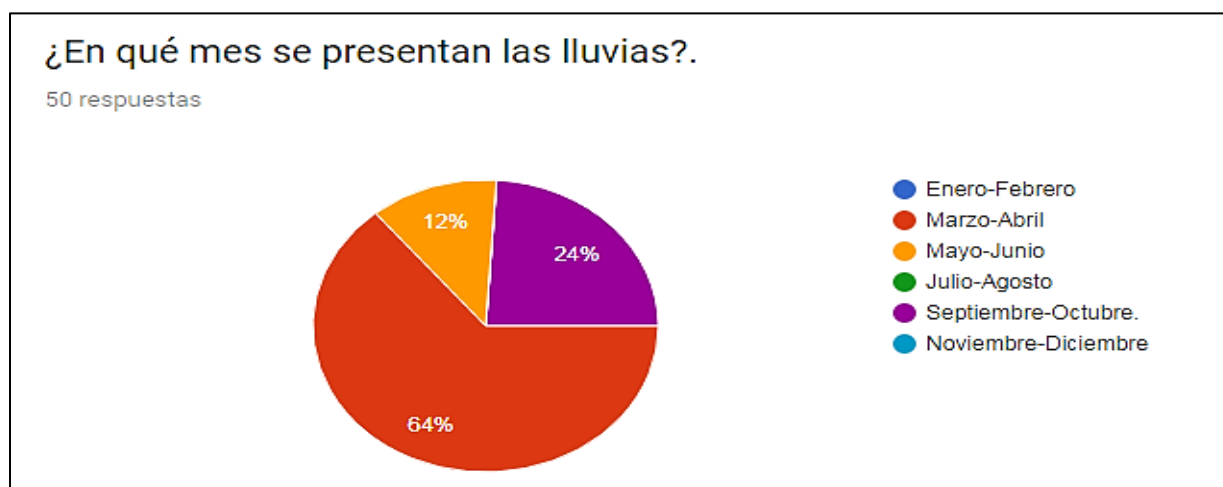
<p>¿ Considera que se le debería dar un manejo a las aguas lluvias en la vía?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿Cuándo llueve mucho la vía es transitable?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿Las aguas lluvias están afectando la vía?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿Cree usted necesario la adecuación de estructuras para el manejo de aguas lluvias en la vía?</p> <p><input type="radio"/> Si.</p> <p><input type="radio"/> No.</p> <p>¿El problema de las inundaciones obedece a?</p> <p><input type="radio"/> Mal manejo de la comunidad al desviar el cauce de quebradas.</p> <p><input type="radio"/> Efectos naturales del agua.</p>	<p>¿Su vivienda está conectada a una red de alcantarillado?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p><input type="radio"/> No tengo conocimiento</p> <p>¿Tiene conocimiento de que existan descargas directas a las fuentes hídricas de su vereda?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿Estaría de acuerdo con que se realice un estudio que evalúe la problemática y proponga alternativas para la solución de problemas de saneamiento en la comunidad de San Lorenzo?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p><input type="radio"/> Tal vez</p> <p>¿Con que seguridad social cuenta?</p> <p><input type="radio"/> Régimen Subsidiado</p> <p><input type="radio"/> Régimen Contributivo</p> <p><input type="button" value="ENVIAR"/></p>
---	--

*Fuente: Propia*

Esto se ejecuta con el fin de tener en primera instancia una base de datos real de las personas que viven en esta vereda, saber en qué meses del año se presentan las precipitaciones más fuertes, entre otras variables que se evidenciaron importantes, a continuación exponemos un análisis a una de esas preguntas que se le realizaron a la comunidad:



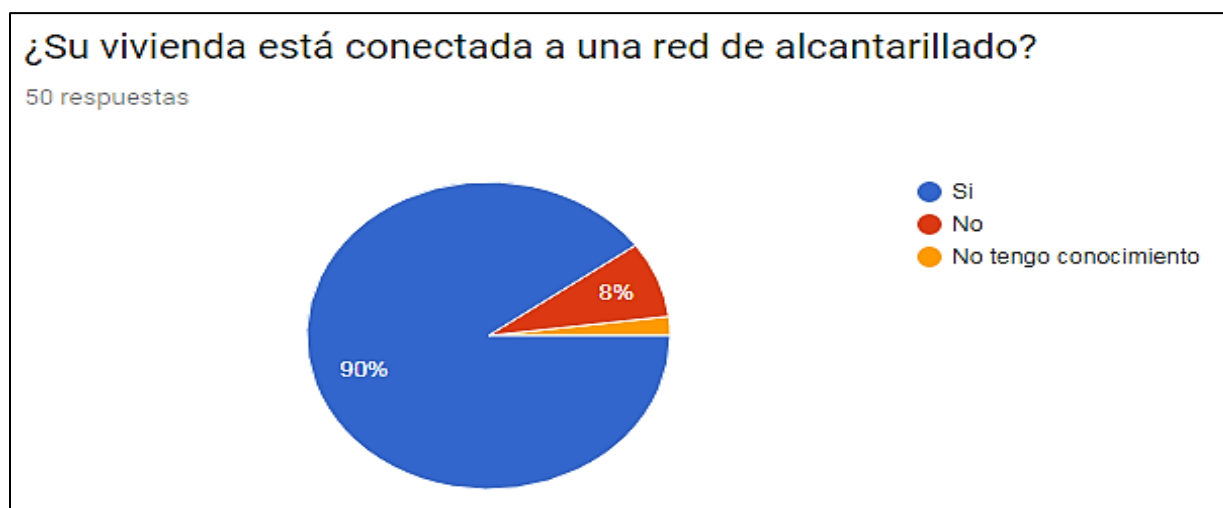
*Ilustración 1. Meses de Lluvia*



*Fuente: Google Forms*

*Nota:* Esta gráfica nos deja ver la los meses donde más ha precipitado ha sido entre Marzo-Abril, seguido de los meses de Septiembre-Octubre en donde se puede verificar con información real de la CAR (Corporación Autónoma Regional) en donde coinciden y esto lo podemos encontrar en el balance hídrico del presente documento.

*Ilustración 2. Conexiones a la Red de Alcantarillado*



*Fuente: Google Forms*

*Nota:* Este resultado es bastante importante porque se sabe que la Vereda San Lorenzo cuenta con una red de alcantarillado sanitaria a la cual, muy pocas personas están conectadas directamente a la red por lo que los demás predios cuenta con pozos sépticos.

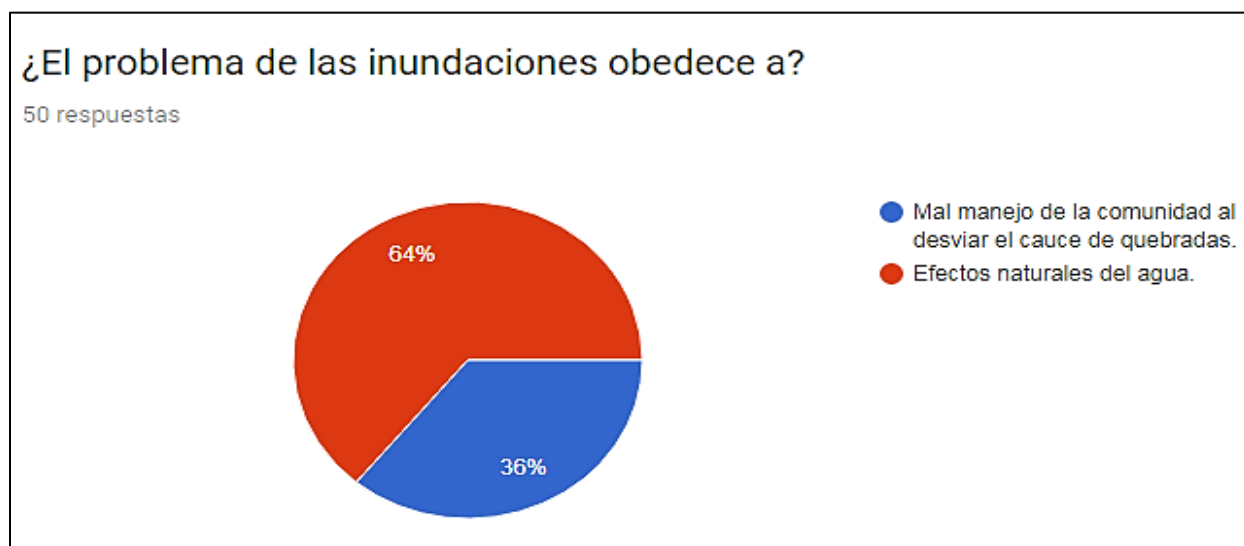
Ilustración 3. Afectación de las aguas lluvias en la vía.



Fuente: Google Forms

*Nota:* Al realizar la encuesta ésta fue una de las preguntas que se debía analizar porque es una consecuencia de las fuertes precipitaciones de la zona, las personas encuestadas el 83.7% están de acuerdo que las aguas lluvias han estado afectando la única vía de acceso a la vereda y un 16.3% dicen que no, esto puede ser porque la ubicación del predio donde reside no tiene afectaciones.

Ilustración 4. Opinión del porque se presenta el problema de las inundaciones



Fuente: Google Forms

*Nota:* El concepto del 64% de las personas encuestadas es que el problema de las inundaciones obedece al mal manejo de las lluvias al desviar el cauce de las quebradas o conducción del agua en determinados sectores, y el otro 36% opina que los problemas son a causa de los efectos naturales del agua.

### **5.3. Procesos y Procedimientos**

#### **5.3.1. Diseño de sistema de alcantarillado sanitario.**

Sistema de complejidad del sistema (NCS): El Nivel de Complejidad del Sistema se define de acuerdo con lo expuesto en el numeral A.3.1 del Título A del Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000.

Nivel de complejidad del sistema NCS = < 2500 hbt – la capacidad económica de los usuarios es baja. (Total habitantes vereda San Lorenzo – Proyección hasta el año 2043 (903 hab, para un nivel de complejidad BAJO).

Proyección de población. Se realizaron las proyecciones para periodos de diseño de 25 años (resolución 0330 -2017) a partir del año 2018, utilizando las metodologías descritas en la tabla B.2.1 del RAS 2000 y que a continuación se relaciona, para el nivel de complejidad del sistema (NCS) del proyecto.

Ilustración 5. Proyección de Población

MUNICIPIO:	GIRARDOT	VEREDA:	SAN LORENZO
METODO ARITMETICO		METODO GEOMETRICO	METODO EXPONENCIAL
$PF = PUC + \frac{PUC - PCI}{TUC - TCI} (TF - TUC)$		$PF: PUC (1 + R)^{(TF - TUC)}$ $r: \left( \frac{PUC}{PCI} \right)^{\frac{1}{(TUC - TCI)}} - 1$	$PF: PCI (e^{k(TF - TCI)})$ $K: \frac{\text{Ln}g PCP - \text{Ln}g PCA}{TCP - TCA}$
DATOS CENSALES			
PF	Población futura		903
PUC	Poblacion correspondiente al ultimo año censado con informacion		438
PCI	población correspondiente al censo inicial con informacion		365
PCP	Población del censo posterior.		438
PCA	Población censo anterior.		436
TUC	Año correspondiente al último año censado con información.		2018
TCI	Año correspondiente al censo inicial con información		1990
TCP	año correspondiente al censo posterior.		2018
TCA	Año correspondiente al censo anterior.		2005
TF	Año proyectado.		2043
PROYECCION CONDOMINIO (numero de personas)			388
Proyección condominio senderos del sol. Total de lotes 124 und. Año de inicio del proyecto: 2010 Año actual -2018 (27 lotes construidos - 4 habitantes por lote). Año de proyección - 2043 (total lotes construidos 97 x 4 hbt = 388 hbt en total).		r	0,007
		k	0,000152894
METODO ARITMETICO		METODO GEOMETRICO	METODO EXPONENCIAL
891		903	756

Fuente: Propia

### Caudal de Agua Residual Doméstico (QARD):

El aporte doméstico (QARD) está dado por la expresión

*Ilustración 6. Caudal de Agua Residual Doméstico (QARD)*

CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS ( Q <sub>ARD</sub> )				
$Q_{ARD} = \frac{P \times D \times FR}{86400}$				
Nomenclatura	DESCRIPCION	CNT	UND	RESULTADO (L/hab/seg)
P	POBLACION	903	hab	1,27
D	DOTACION	150	L/hab/día	
FR	FACTOR DE RETORNO	0,81		
86400	FACTOR DE CONVERSION	86400	seg	

*Fuente: Propia*

**Caudal de Agua Residual industrial (Qi):** Para la determinación de aguas residuales industriales se tuvo en cuenta la tabla D.3.2 del RAS en la cual para un nivel de complejidad bajo es de 0.4 L/s ha\*ind lo cual indica el consumo de 0.4 litros por hectárea industrial. Para la vereda san Lorenzo se hace una estimación de 1 hectárea netamente industrial ya que se debe de tener en cuenta que en el futuro exista una industria allí.

*Ilustración 7. Caudal de Agua Residual Industrial*

CAUDAL DE AGUAS RESIDUAL INDUSTRIAL (Q <sub>ind</sub> )				
$Q_i = 0.4 \cdot A$				
Nomenclatura	DESCRIPCION	CNT	UND	RESULTADO (L/seg)
	NIVEL DE COMPLEJIDAD BAJO	0,4	L/SG/ha*ind	0,40
A	AREA	1	hect	

*Fuente: Propia*

**Caudal de Agua Residual comercial (Qc):** Para la determinación de aguas residuales comerciales se tuvo en cuenta la tabla D.3.3 del RAS en la cual para un nivel de complejidad bajo es de 0.4 litros por hectárea comercial, Para la vereda san Lorenzo se hace una estimación

de 1 hectárea netamente comercial ya que este corregimiento no depende de una gran actividad comercial.

*Ilustración 8. Caudal de Agua Residual Comercial*

CAUDAL DE AGUA RESIDUAL COMERCIAL (Qc)				
$Q_c = 0.4 * A$				
Nomenclatura	DESCRIPCION	CNT	UND	RESULTADO (L/seg)
	NIVEL DE COMPLEJIDAD BAJO		0,4 L/SG/ha*ind	0,40
A	AREA		1 hect	

*Fuente: Propia*

**Caudal de Agua Residual Institucional (Qins):** Para la determinación de aguas residuales institucionales se tuvo en cuenta la tabla D.3.4 del RAS en la cual para un nivel de complejidad bajo es de 0.4 litros por hectárea institucional, Para la vereda san Lorenzo se hace una estimación de 2 hectáreas netamente institucionales ya que este corregimiento debe tener en cuenta que en un futuro exista allí instituciones educativas como gubernamentales.

*Ilustración 9. Caudal de Agua Residual Institucional*

CAUDAL DE AGUA RESIDUAL INSTITUCIONAL (Qins)				
$Q_i = 0.4 * A =$				
Nomenclatura	DESCRIPCION	CNT	UND	RESULTADO (L/seg)
	NIVEL DE COMPLEJIDAD BAJO		0,4 L/SG/ha*ind	0,80
A	AREA		2 hect	

*Fuente: Propia*

**Caudal medio diario de aguas residuales (Qmd):** El caudal medio diario de aguas residuales para un colector con un área de drenaje dada es la suma de las partes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

Ilustración 10. Caudal Medio Diario de Aguas Residuales

Caudal medio diario de aguas residuales (Q <sub>md</sub> ):				
$Q_{MD} = Q_D + Q_{IND} + Q_{COM} + Q_{INS}$				
Nomenclatura	DESCRIPCION	CNT	UND	RESULTADO (L/seg)
Q <sub>ARD</sub>	CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS (Q <sub>ARD</sub> )	1,27	L/sg	2,87
Q <sub>ind</sub>	CAUDAL DE AGUAS RESIDUAL INDUSTRIAL (Q <sub>ind</sub> )	0,40	L/sg	
Q <sub>c</sub>	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL COMERCIAL (Q <sub>c</sub> )	0,40	L/sg	
Q <sub>ins</sub>	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL INSTITUCIONAL (Q <sub>ins</sub> )	0,80	L/sg	

Fuente: propia

**Caudal por Conexiones erradas (Q<sub>ce</sub>):** se deben considerar los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de techos y patios, Estos aportes son función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias. Para niveles de complejidad del sistema bajo y medio es necesario establecer la conveniencia de un sistema pluvial y tomar por lo menos las medidas de control para reducir el aporte de conexiones erradas.

Q<sub>CE</sub> debe ser estimado para las condiciones iniciales, Q<sub>cei</sub>, y finales, Q<sub>cef</sub>, de operación del sistema, de acuerdo con los planes previstos de desarrollo urbano. Como Para la vereda san Lorenzo no se cuenta con un sistema de medición control de calidad y de evacuación de aguas lluvias que estimen y disminuyan los caudales por conexiones erradas, se hace una estimación de este de 2 L/ha. Día según el RAS.

Ilustración 11. Caudal por Conexiones Erradas

Caudal por Conexiones erradas (Qce)				
$Q_{ce} = \frac{2 \times P}{86400}$				
Nomenclatura	DESCRIPCION	CNT	UND	RESULTADO (L/seg)
	NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA -BAJO	2	L/Seg/ ha	0,02
86400	FACTOR DE CONVERSION	86400	seg	
P	POBLACION	903	hab	

Fuente: Propia

**Infiltración (Qinf):** la infiltración de aguas sub-superficiales Es inevitable a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freáticas, a través de fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores con pozos de inspección y demás estructuras, y en éstos cuando no son completamente impermeables. Se adoptó una infiltración de 0.1L/seg de acuerdo al RAS para la infiltración media correspondiente a un nivel bajo.

Ilustración 12. Infiltración

INFILTRACIÓN (Qinf):				
$Q_{INF} = (0.1 \frac{L}{Seg} * ha) \times (Ha)$				
Nomenclatura	DESCRIPCION	CNT	UND	RESULTADO (L/seg)
	infiltracion media	0,3	L/Seg *ha	8,17
Ha	hectareas	27,22	hectareas	

Fuente: Propia

**Factor de Mayoración (F):** El factor de mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El valor del factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos.



Es necesario estimarlo con base en relaciones aproximadas como las de Harmon y Babbit, válidas para poblaciones de 1 000 a 1 000 000 habitantes, y la de Flores, en las cuales se estima F en función del número de habitantes.

*Ilustración 13. Factor de Mayoración (diferentes métodos)*

$$F = 1 + \frac{14}{4 + P^{0.5}}; \text{HARMON}$$

$$F = \frac{5}{P^{0.2}}; \text{BABBIT}$$

$$F = \frac{3.5}{P^{0.1}}; \text{FLORES}$$

*Fuente: Propia*

“En general el valor de F debe ser mayor o igual a 1,4.” El factor F debe calcularse tramo por tramo de acuerdo con el incremento progresivo de población y caudal. En este caso lo hallaremos con la fórmula de FLORES expuesto en el RAS.

*Ilustración 14. Factor de Mayoración escogido*

FACTOR DE MAYORACIÓN (F)	
$F = \frac{3.5}{P^{0.1}}; \text{FLORES}$	1,8

*Fuente: Propia*

**Caudal Máximo Horario (QMH):** El caudal máximo horario es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. El caudal máximo horario del día máximo se estima a partir del caudal final medio diario, mediante el uso del factor de mayoración, F.

Ilustración 15. Caudal Máximo Horario

CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH):				
$QMH = Qmd \times F$				
Nomenclatura	DESCRIPCION	CNT	UND	RESULTADO (L/seg)
Qmd	Caudal medio diario de aguas residuales (Qmd):	2,87	L/Seg	5,09
F	FACTOR DE MAYORACIÓN (F)	1,8		
CAUDAL DE DISEÑO (QD):				

Fuente: Propia

**Caudal De Diseño (QD):** El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo (QMH), los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

Ilustración 16. Caudal de Diseño

CAUDAL DE DISEÑO (QD):				
$QD = QMH + Qinf + Qce$				
Nomenclatura	DESCRIPCION	CNT	UND	RESULTADO (L/seg)
QMH	CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH):	5,09	L/Seg	13,27
Qinf	INFILTRACIÓN (Qinf):	8,17	L/Seg	
Qce	Caudal por Conexiones erradas (Qce)	0,02	L/Seg	

Fuente: Propia

A continuación presentamos el cálculo del caudal para cada tramo teniendo en cuenta los mismos parámetros para el anterior caudal de diseño.

1. Área de drenaje

Columna 1: Número de pozos.

Columna 2: longitud entre tramos.

Columna 3: Área anterior.

Columna 4: Área del tramo.

Columna 5: Total de áreas.

2. Caudales.(L/Sg/hab)

Columna 6: caudal del área anterior – “caudal unitario”.

Columna 7: caudal del tramo – (Caudal unitario x el área del tramo).

Columna 8: Caudal Total del tramo.

Columna 9: Factor de mayoración.

$$F = 1 + \frac{14}{4 + P^{0.5}}; HARMON$$

$$F = \frac{5}{P^{0.2}}; BABBIT$$

$$F = \frac{3.5}{P^{0.1}}; FLORES$$

Columna 10: Caudal Máximo Horario: (QMH).

Columna 11: infiltración.

Columna 12: Caudal por Conexiones erradas (Qce).

Columna 13: Caudal de Diseño. (QD) (L/sg/hec)

3. Tuberías.

Columna 14: Diámetro de tubería en pulgadas.

Columna 15: diámetro de tubería en metros.

Columna 16: Pendiente del terreno.

4. Sección plena: Valores tomados de ecuaciones de manning para tuberías completamente

llenas (8” – 16”) n= 0.009.

Columna 17: Caudal a tubo lleno (L/sg)

Columna 18: Velocidad a tubo lleno (m/sg).

Columna 19: Fuerza tractiva a tubo lleno (kg/m<sup>2</sup>).

5. Velocidad y fuerzas tractiva reales - Relaciones hidráulicas para tuberías parcialmente llenas en función de  $q/Q$ .

Columna 20: Velocidad real (m/sg)

Columna 21: fuerza tractiva real (kg/sg)

6. Línea de energía.

Columna 22: Velocidad.

$$\frac{V^2}{2 * GRAVEDAD}$$

Columna 23: d (m) altura del flujo.

Columna 24: Altura del agua en el momento crítico h (m).

7. Caída.

Columna 25: caída en el tramo T(m).

Columna 26: caída en la cámara C (m).

8. Cota de bateas.

Columna 27: cota de entrada.

Columna 28: cota de salida.

9. Cota del Terreo.

Columna 29: Cota del Terreno (M).

10. Profundidad clave.

Columna 30: profundidad clave de entrada.

### 5.3.2. Diseño de alcantarillado pluvial

**Determinación del caudal de las aguas lluvias en la vereda san Lorenzo.** Para la estimación del caudal de diseño se utilizara el método racional, el cual calcula el caudal pico de aguas lluvias con base en la intensidad media del evento de precipitación con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de escorrentía.

Es adecuado para áreas de drenaje hasta de 700 Ha.

Para la vereda san Lorenzo se escoge el coeficiente de escorrentía o impermeabilización basadas en la Tabla D.4.5 del RAS 2000.

Tipo de superficie – Laderas Con Vegetación –  $C = 0.30$

*Ilustración 17. Coeficiente de Escorrentía RAS 2000*

**TABLA D.4.5**  
**Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad**

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

*Fuente: RAS 2000*

**Intensidad de la lluvia.** Teniendo en cuenta que la intensidad es inversamente proporcional a la duración se determina que mientras más tiempo dura ese fenómeno disminuye la intensidad, y que se relaciona directamente a la frecuencia, se comprende que de esta manera

van a existir lluvias más fuertes con periodos de retornos más amplios un ejemplo de ello es que una lluvia que cae cada 2 años va producir menos intensidad que una lluvia que cae cada 5 años.

**Ejercicio de curvas IDF:** Parámetros tener en cuenta para la elaboración d las curvas intensidad, duración y frecuencia (IDF). Se tendrá en cuenta el método de Gustavo Silva, en el cual se desarrolla en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Por tal método se realiza una caracterización hidroclimatologica de un sistema hídrico, en donde la estación de estudio será (POZO AZUL).

Se deberán de tener presente los periodos de retorno los cuales son el tiempo que transcurre para que un evento de precipitación se vuelva a presentar. Para el desarrollo del ejercicio se tendrán en cuenta periodos de retorno de; 5,10, 25, 50 y 100 años.

Para empezar se contara con un historial de datos de precipitación máxima en 24 horas. Se tomaran los valores promedio anuales de los últimos 10 años. Para ello se implementaran las siguientes ecuaciones

Relación de precipitaciones máximas:

$$\frac{P \text{ max en } 1 \text{ hr}}{P \text{ max en } 24 \text{ hr}} = 0,4$$

Datos para Colombia (constantes):

$$n = 0,5$$

$$b = 10$$

Intensidad:

$$I = \frac{K}{(t + b)^n}$$

Dónde:

K = constante va ser el valor máximo de precipitación en 24 horas (hr)

t = tiempo máximo en 1 hora (60 minutos) - min

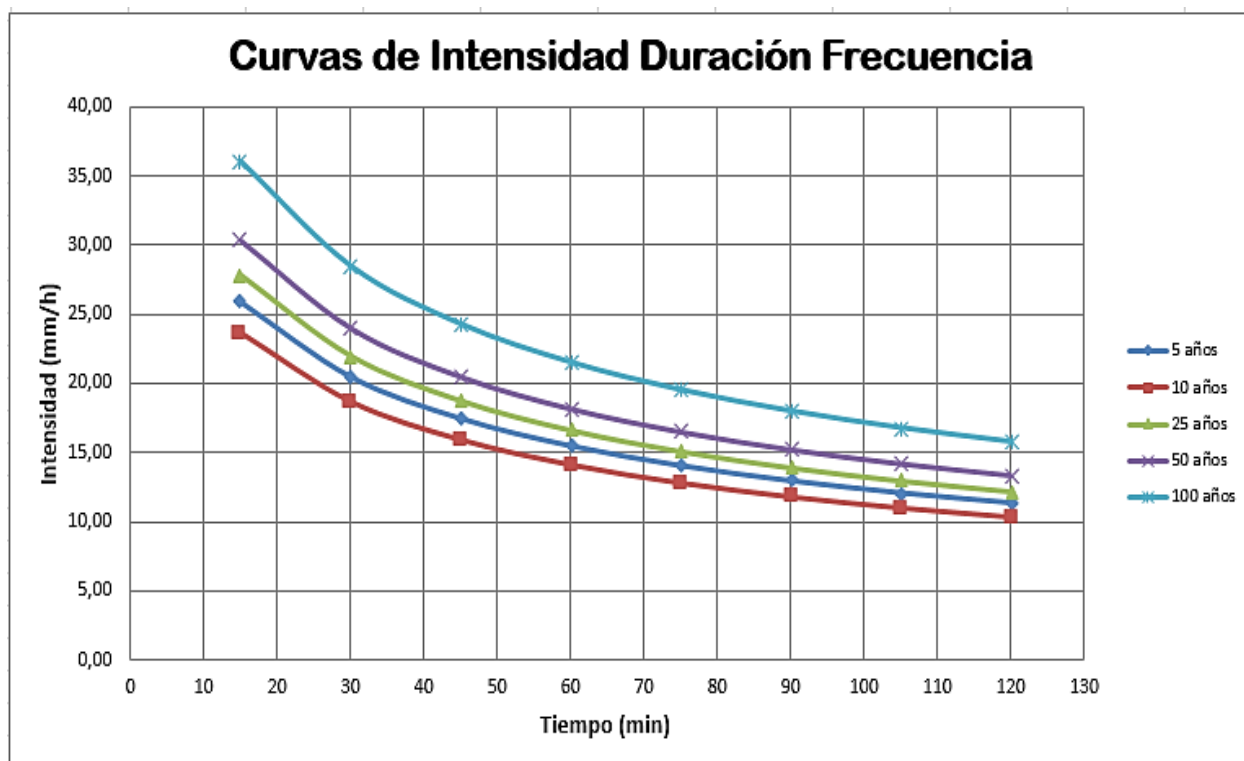
$$P_x > X = \frac{1}{Tr}$$

Dónde:

$P_x > x$  = distribución de los valores

Tr = tiempo de retorno (años).

Ilustración 18. Curvas Intensidad, Duración, Frecuencia



Fuente: Propia.

Tabla 7. Frecuencia F (Área de Drenaje)

Área de drenaje (Ha)	Frecuencia en años
Menor a 3Ha	3 años
Entre 3 – 10 Ha	5 años
Mayor a 10 Ha	10 años

Fuente: Propia

**Método racional:**

$$Q = C * i * A$$

C = coeficiente de escorrentía (adimensional). (0.30)

i = intensidad de la lluvia - (L/ Ha - sg). – (30.19 mm/hora) \* 2.78 = 83.92 (L/ Ha - sg).

A = Área tributaria (Ha). (27.22 Ha)

**Caudal De Diseño:**

$$Q = C * i * A = 0.30 * 83.92 * 27.22 = 685.29 \text{ L/sg}$$

A continuación presentamos el cálculo del caudal para cada tramo teniendo en cuenta los mismos parámetros para el anterior caudal de diseño.

Columna 1 – 2: identificación de los pozos.

Columna 3 – 4 y 5: entrada de áreas (Ha).

Columna 6 – 7 y 8: Tiempo de retorno.

Columna 9 -10: Tiempo de duración.

Columna 11 -12: intensidad (mm/hr) – ( L/seg/Ha)

Columna 13: coeficiente de escorrentía o impermeabilización.

Columna 14: caudal de diseño.

Columna 15: longitud entre pozos (m).

Columna 16: pendiente de tuberías.

Columna 17: pendiente del terreno.

Columna 18 – 19- 20 – 21: Diámetro de la tubería. (m) - (plg).

Columna 22: caudal a flujo lleno (l/sg)

Columna 23: flujo libre (Qd/Q0).

Columna 24: coeficiente de fricción (n= 0.009)



Columna 25: radio hidráulico ( $R_{hr}$ ) (m)

Columna 26: velocidad a tubo lleno ( $V^{\circ}$ ) m/s.

Columna 27 – 28 – 29 y 30:  $(V/V^{\circ}) - (d/D) - (R/R^{\circ}) - (H/D)$  Relación de caudales.

Columna 34: caída del terreno.

Columna 35 -36: cota rasante – superior e inferior.

Columna 37: caída de la tubería (m).

Columna 38 – 39: Cota batea – (superior e inferior).

Columna 40 -41: Recubrimiento – (superior e inferior).

Columna 42: velocidad real  $V_r$  (m/s).

Columna 43: Cabeza de Velocidad  $V^2/2g$ .

Columna 44: energía específica.

Columna 45 – 46: cota de energía (superior e inferior).

## 6. Resultados

Ilustración 19. Cuadro de Cálculos Hidráulicos del Sistema de Alcantarillado Sanitario

POZOS N°	LONG - MTS	AREAS (Hec)			CAUDALES L/Seg/hab			F. MAX. HR	Q. MAX. HR	INF	CONEX ERR	Q. DISEÑO. LT/Seg/hab	Ø PULGADAS	Ø M	PENDIENTE %
		ANT	TR	T	ANT	TR	T								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	76,445	9,43	1,47	10,9	0,99	0,1549927	1,15	3,83	4,40	1,09	1,09	6,58	14	0,35	0,50
2															
2	75,68	10,9	4,39	15,29	1,15	0,4628692	1,61	3,83	6,17	1,529	1,529	9,23	14	0,35	0,5
3															
3	72,64	15,29	3,05	18,34	1,61	0,3215834	1,93	3,83	7,40	1,834	1,834	11,07	14	0,35	0,5
4															
4	81,88	18,34	2,56	20,9	1,93	0,2699192	2,20	3,83	8,44	2,09	2,09	12,62	14	0,35	0,5
5															
5	44,19	20,9	0,85	21,75	D3 2,20	0,090	2,29	3,83	8,78	2,175	2,175	13,13	14	0,35	0,5
6															
6	51,58	21,75	0,43	22,18	2,29	0,045	2,34	3,83	8,95	2,218	2,218	13,39	14	0,35	0,5
7															

Fuente: Propia

POZOS	SECCION PLENA			V REAL	T REAL	ENERGIA			CAIDA		COTAS BATEA		TERR	P CLAVE	
	S N°	Q(L/S)	V(M/S)			T(Kg/ M2)	M/Seg	Kg/m2	V2/2 g cm	d(m)	h (m)	T (M)		C (M)	ENT
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1										0	312,97	312,97	314,52	1	1,02
	148,98	1,55	0,44	0,64945	0,165	0,122	0,0532	0,176	0,145246						
2										0,02	312,82	312,80	314,500	1,20	1,22
										0,02	312,58	312,56	314,500	1,20	1,22
2	148,98	1,55	0,44	0,7254	0,19888	0,122	0,0651	0,188	0,22704						
3										0,02	312,33	312,31	314,022	1,31	1,33
										0,02	312,21	312,19	314,022	1,31	1,33
3	148,98	1,55	0,44	0,7564	0,2134	0,122	0,07035	0,193	0,101696						
4										0,02	312,09	312,07	314,029	2,27	2,29
										0,02	311,91	311,89	314,029	2,27	2,29
4	148,98	1,55	0,44	0,7843	0,2266	0,122	0,07525	0,198	0,155572						
5										0,02	311,74	311,72	314,008	2,68	2,70
										0,02	311,52	311,50	314,008	2,68	2,70
5	148,98	1,55	0,44	0,81065	0,23848	0,122	0,0798	0,202	0,198855						
6										0,02	311,30	311,28	314,010	2,90	2,92
										0,02	311,22	311,20	314,010	2,90	2,92
6	148,98	1,55	0,44	0,81065	0,23848	0,122	0,0798	0,202	0,056738						
7										0,02	311,14	311,12	313,905	2,78	2,80

Fuente: Propia

POZO S N°	LONG MTS	AREAS (Hec)			CAUDALES L/Seg/hab			F. MAX. HR	Q. MAX. HR	INF	CONEX ERR	Q. DISEÑO.	Ø PULGADA	Ø M	PENDIENTE %
		ANT	TR	T	ANT	TR	T								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7	83,28	22,18	2,11	24,29	2,34	0,22	2,56	3,83	9,80	2,429	2,429	14,66	14	0,35	0,5
8															
8	47,01	24,29	1,15	25,44	2,56	0,12	2,68	3,83	10,27	2,544	2,544	15,36	14	0,35	1
9															
9	40,23	25,44	0,78	26,22	2,68	0,08	2,76	3,83	10,58	2,622	2,622	15,83	14	0,35	1,6
10															
10	86,55	26,22	0,98	27,2	2,76	0,10	2,87	3,83	10,98	2,72	2,72	16,42	14	0,35	4,2
11															
11	51,44	27,2	0	27,2	2,87	0,00	2,87	3,83	10,98	2,72	2,72	16,42	16	0,40	1,6
12															
12	70,09	27,2	0	27,2	2,87	0,00	2,87	3,83	10,98	2,72	2,72	16,42	16	0,40	0,5
13															
13	100	27,2	0	27,2	2,87	0,00	2,87	3,83	10,98	2,72	2,72	16,42	16	0,40	0,5

Fuente: Propia

	TABLA 1			>0,45	>0,15	9,81									
POZO	SECCION PLENA			V REAL	T REAL	ENERGIA			CAIDA		COTAS BATEA		TERR	P CLAVE	
S N°	Q(L/S)	V(M/S)	T(Kg/ M2)	M/Seg	Kg/m2	V2/2 g cm	d(m)	h (m)	T (M)	C (M)	ENT	SAL	(M)	ENT	SAL
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
7										0,02	310,73	310,71	313,905	2,78	2,80
	148,98	1,55	0,44	0,83545	0,24992	0,122	0,08435	0,207	0,391416						
8										0,02	310,32	310,30	313,046	2,79	2,81
8										0,02	309,84	309,82	313,046	2,79	2,81
	210,7	2,19	0,88	1,06872	0,4268	0,244	0,07035	0,315	0,465399						
9										0,02	309,35	309,33	312,611	2,74	2,76
9										0,02	308,70	308,68	312,611	2,74	2,76
	266,51	2,77	1,4	1,29636	0,6328	0,391	0,0651	0,456	0,627588						
10										0,02	308,06	308,04	310,066	1,31	1,33
10										0,02	305,45	305,43	310,066	1,31	1,33
	434,88	4,52	3,69	1,89388	1,38375	1,041	0,0532	1,095	2,587845						
11										0,02	302,84	302,82	308,106	1,15	1,17
11										0,02	302,02	302,00	308,106	1,15	1,17
	380,51	3,03	1,6	1,26957	0,6	0,468	0,0608	0,529	0,802464						
12										0,02	301,20	301,18	307,88	1,84	1,86
12										0,02	301,04	301,02	307,88	1,84	1,86
	212,71	1,69	0,5	0,85514	0,2575	0,146	0,086	0,232	0,133171						
13										0,02	300,89	300,87	308,389	2,92	2,94
13										0,19	300,68	300,66	308,389	2,94	2,96
	212,71	1,69	0,5	0,85514	0,2575	0,146	0,086	0,232	0,19	0,02					

Fuente: Propia

Ilustración 20. Cuadro de Cálculos Hidráulicos del Sistema de Alcantarillado Pluvial

TRAMO		Qd (L/s)	Longitud (m)	Pendiente Tuberia	Pendiente Terreno	DIAMETRO				Qo (L/s)	Flujo Libre Qd/Qo	n	Rhr (m)	Vo m/s	Relacion de Caudales			
Del Pozo	Al Pozo					Calculado (m)	Calculado pulg.	definido pulg.	definido (m)						V/Vo	d/D	R/Ro	H/D
1	2	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	2	43,37	76,46	0,80	0,1900	0,1535	6,0434	10	0,2540	0,78355	0,06	0,009	0,0635	15,46	0,473	0,196	0,481	0,128
2	3	121,74	75,68	0,80	0,3000	0,2261	8,8999	10	0,2540	0,77957	0,16	0,009	0,0635	15,38	0,613	0,308	0,704	0,221
3	4	206,89	72,64	0,80	0,1400	0,2758	10,8578	12	0,3048	1,24195	0,17	0,009	0,0762	17,02	0,624	0,315	0,716	0,229
4	5	304,84	81,88	0,80	0,1900	0,3189	12,5565	14	0,3556	1,98897	0,15	0,009	0,0889	20,03	0,600	0,298	0,686	0,213
5	6	419,51	44,19	0,80	0,4500	0,3595	14,1537	16	0,4064	2,08616	0,20	0,009	0,1016	16,08	0,656	0,346	0,768	0,251
6	7	566,15	51,58	0,80	0,1100	0,4023	15,8376	16	0,4064	2,25385	0,25	0,009	0,1016	17,38	0,695	0,386	0,836	0,287
7	8	173,55	83,28	0,80	0,4700	0,2582	10,1655	16	0,4064	2,86388	0,06	0,009	0,1016	22,08	0,473	0,196	0,128	0,14
8	9	383,49	47,01	0,80	0,9900	0,3476	13,6851	16	0,4064	2,15169	0,18	0,009	0,1016	16,59	0,634	0,323	0,729	0,236
9	10	633,36	40,23	0,80	1,5600	0,4196	16,5182	18	0,4572	2,72500	0,23	0,009	0,1143	16,60	0,680	0,37	0,809	0,273
10	11	992,80	86,55	0,80	2,9900	0,4966	19,5508	20	0,5080	5,29353	0,19	0,009	0,127	26,12	0,645	0,334	0,748	0,244
11	12	648,90	51,44	0,80	1,5600	0,4234	16,6689	20	0,5080	4,08096	0,16	0,009	0,127	20,13	0,613	0,308	0,704	0,221
12	13	648,40	70,09	0,80	0,1900	0,4233	16,6642	20	0,5080	4,76365	0,12	0,009	0,127	23,50	0,572	0,27	0,630	0,652

Fuente: Propia

TRAMO			Y (m)	NF	H (m)	FT Kg/m <sup>2</sup>	Caida del terreno	Cota Rasante		Caida de la Tuberia (m)	Cota Batea		Recubrimiento		Vr m/s	Cabeza de Velocidad V <sup>2</sup> /2g m	Energia Especifica	Cota de Energia	
Del Pozo	Al Pozo	H/D						superior	inferior		superior	inferior	superior	inferior				superior	inferior
1	2	30	31	32	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
1	2	0,128	0,05	12,95	0,03	0,51	0,61	314,52	314,500	0,61	313,57	312,96	1,20	1,79	7,31	2,73	2,78	316,35	312,99
2	3	0,221	0,08	12,71	0,06	0,51	0,61	314,50	314,460	0,23	312,98	312,76	1,77	1,96	9,43	4,53	4,61	317,59	312,81
3	4	0,229	0,10	12,84	0,07	0,61	0,58	314,46	314,022	0,10	312,83	312,72	1,94	1,60	10,62	5,75	5,85	318,67	312,79
4	5	0,213	0,11	13,94	0,08	0,71	0,66	314,02	314,029	0,16	312,80	312,64	1,58	1,74	12,02	7,36	7,47	320,26	312,72
5	6	0,251	0,14	10,55	0,10	0,81	0,35	314,03	314,008	0,20	312,71	312,51	1,72	1,90	10,55	5,67	5,81	318,52	312,61
6	7	0,287	0,16	11,29	0,12	0,81	0,41	314,01	314,010	0,06	312,53	312,47	1,88	1,94	12,08	7,43	7,59	320,12	312,59
7	8	0,14	0,08	13,98	0,06	0,81	0,67	314,01	313,905	0,39	313,20	312,80	1,22	1,51	10,44	5,56	5,64	318,83	312,86
8	9	0,236	0,13	10,84	0,10	0,81	0,38	313,91	313,046	0,38	312,82	312,45	1,49	1,00	10,52	5,64	5,77	318,59	312,54
9	10	0,273	0,17	10,20	0,12	0,91	0,32	313,05	312,611	0,63	312,52	311,89	0,98	1,18	11,29	6,49	6,66	319,18	312,02
10	11	0,244	0,17	15,28	0,12	1,02	0,69	312,61	310,066	2,59	311,96	309,38	1,16	1,20	16,85	14,46	14,63	326,60	309,30
11	12	0,221	0,16	11,76	0,11	1,02	0,41	310,07	308,106	0,80	309,35	308,55	1,22	0,06	12,34	7,76	7,92	317,27	308,66
12	13	0,652	0,14	7,46	0,33	1,02	0,56	308,11	307,880	0,56	308,57	308,01	0,04	0,38	13,44	9,21	9,35	317,92	308,34

Fuente: Propia

## **7. Conclusiones**

- Se realizó el levantamiento de la información por medio de encuestas, diálogos con la comunidad y recolección de documentos en entidades públicas.
- Se ejecutó el levantamiento topográfico del estado actual del alcantarillado de aguas residuales donde se identificó que no cumple con el reglamento técnico (RAS 2000).
- Se elaboró un diseño de optimización de la red de alcantarillado sanitario y el diseño de la red de alcantarillado pluvial.
- Se realizó el presupuesto donde se determinó el valor de la inversión y la vida útil de la optimización y del diseño.

## **8. Recomendaciones**

- Realizar adecuación al 100% de la vía antes de iniciar la construcción del alcantarillado pluvial y la optimización del alcantarillado sanitario existente.
- No conectar las aguas lluvias al alcantarillado de aguas residuales ya que se puede generar rebose, la red de colectores principales no se encuentra combinada a la red pluvial.
- En épocas de lluvia no retirar las tapas de inspección del alcantarillado, porque se puede lograr una rápida evacuación de las aguas lluvias represadas, pero también puede ocasionar obstrucción por los residuos sólidos que éstos pueden caer a la red.
- Después de ejecutada la optimización del tramo de alcantarillado se recomienda la construcción de un emisario final que lleva las aguas residuales de la localidad al sitio del vertimiento a las afueras de la comunidad.
- Ejecutar canalizaciones en los predios para regularizar el cauce de la escorrentía.



## Bibliografía

- Alcaldía de Girardot. (s.f.). *Alcaldía de Girardot*. Obtenido de <http://girardot-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- AsoJuntas. (s.f.). *AsoJuntas Girardot*. Obtenido de <http://asojuntasgirardot.com/jac/ub/ubi.html>
- Barriga Julian & Plazas Oscar. (2006). *Universidad de la Salle*. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15492/40012009.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Carmona, R. P. (2014). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario pluvial y drenaje en carreteras*. eco ediciones.
- Castaño, C. C. (2013). *Universida Catolica*. Obtenido de [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1118/2/Dise%C3%B1o\\_red\\_alcantarillado\\_barrio\\_Centro\\_Poblado\\_Pasoancho\\_Zipacquir%C3%A1.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1118/2/Dise%C3%B1o_red_alcantarillado_barrio_Centro_Poblado_Pasoancho_Zipacquir%C3%A1.pdf)
- Cualla, R. A. (2003). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillado* (Segunda ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingenieros.
- Jessica Cuellar & Henryr Celeita. (2018). *Universidad Catolica*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15987/1/PROYECTO%20DE%20GRADO.pdf>
- Labor Oscar & Torres Misci. (2005). *Universidad del Salvador*. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4552/1/Dise%C3%B1o%20de%20la%20red%20de%20alcantarillado%20sanitario%20de%20la%20ciudad%20de%20Tur%C3%ADn,%20departamento%20de%20Achachapan.pdf>
- Ministerio, V. (08 de 06 de 2017). Resolución 0330. Bogotá.
- Planeación Gestión y Control. (s.f.). *Alcaldía de Girardot*. Obtenido de <http://www.girardot-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Sistema%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental%20Municipal%202016.pdf>
- Santamaria, M. P. (2009). *Universidad la Salle*. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15470/T40.09%20P234d.pdf>
- Para la elaboración de este documento, se realizó teniendo en cuenta la Guía Práctica de las Normas Internacionales APA sexta Edición 2018 (del Sistema Nacional de Bibliotecas Rafael García Herreros). Extraída de: <http://biblioteca.uniminuto.edu/normas-apa>

**Tabla de Anexos**

<i>Anexo 1. Aspectos Generales</i> .....	59
<i>Anexo 2. Redes de Colectores</i> .....	60
<i>Anexo 3. Sistema de Alcantarillado Sanitario</i> .....	62
<i>Anexo 4. Redes de Sistemas de Alcantarillado Pluvial</i> .....	67
<i>Anexo 5. Tabla de ecuaciones</i> .....	72
<i>Anexo 6. Matriz Foda</i> .....	74
<i>Anexo 7. Plan de Impacto Ambiental</i> .....	75
<i>Anexo 8. Ecuación de Manning (8" a 16")</i> .....	78
<i>Anexo 9. Registro fotográfico de inundaciones anteriores</i> .....	80
<i>Anexo 10. Presupuesto (APU)</i> .....	82
<i>Anexo 11. Plano 1 (Levantamiento Topográfico del tramo 1 Vereda San Lorenzo)</i> .....	95
<i>Anexo 12. Plano 2 (Cuencas Hidrográficas)</i> .....	95
<i>Anexo 13. Plano 3 (Plano Catastral Vereda San Lorenzo)</i> .....	95
<i>Anexo 14. Plano 4 (Mapa Satelital Vereda San Lorenzo)</i> .....	95
<i>Anexo 15. Cronograma de actividades</i> .....	95

## Anexos

Para sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales se deberán de tener bien claros los diferentes aspectos que abarcan tales fines, de igual manera aquellos aspectos indispensables, recolección de datos, cálculos y demás a la hora de implementar un diseño óptimo y viable para un nuevo proyecto de sistema de alcantarillado.

A continuación se describirá el paso a paso, una breve explicación de conceptos, nomenclatura, variables de las diferentes ecuaciones y tablas para tener en cuenta aplicándolas en las mismas.

### *Anexo I. Aspectos Generales*

#### **ASPECTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES**

##### Asignación del nivel de complejidad

Se tendrá en cuenta el número poblacional con la cual se cuenta, basándose en la zona para la cual se desarrollara el proyecto de sistema de alcantarillado evidenciado en la tabla 1.

Asignación del nivel de complejidad

<b>Nivel de complejidad</b>	<b>Población en la zona urbana <sup>(1)</sup> (habitantes)</b>	<b>Capacidad económica de los usuarios<sup>(2)</sup></b>
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

*Fuente: Reglamento de Agua de Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla A.3.1*

Para enriquecer la investigación se conceptualizaran a continuación algunos conceptos como los de tipos de sistemas y promoviendo de igual manera el más ajustado al proyecto planteado teniendo en cuenta que cumpla con los requerimientos mínimos de normatividad presente.

Para el diseño del alcantarillado que se planea emplear se debe de tener claro el mejor el cual se adapte a las necesidades de la población afectada, para lo anterior y según normatividad existen tres diferentes tipos; Sistemas convencionales, Sistemas no convencionales, Sistemas *in situ*.

**Sistemas convencionales.** Estos sistemas de alcantarillado son aquellos sistemas tradicionales, encargados de la recolección y transporte de aguas residuales y/o lluvias hasta los diferentes tipos de disposición final los cuales se ajusten a tal sistema de alcantarillado. Entre este tipo de sistemas de alcantarillado se despliegan dos subtipos (sistemas convencionales de alcantarillado combinado y separada).

En el primer subtipo las aguas residuales y pluviales son recolectadas y conducidas por el

mismo sistema, mientras tanto en el otro esta tarea se hace por sistemas independientes.

**Sistemas no convencionales.** A pesar de los elevados costos que manejan los sistemas de alcantarillado convencionales, debido a su complejidad, esto hace que se manejen otras opciones con menor costo ya que en localidades con baja capacidad económica tales sistemas suelen ser útiles para satisfacer las necesidades que se evidencien allí.

En los sistemas alternativos con menor costo que se manejan existen; alcantarillados simplificados, alcantarillados condominiales y alcantarillados sin arrastre de sólidos.

**Sistemas in situ.** Estos sistemas son destinados a la disposición final *in situ*, tales como las letrinas, tanques, pozos sépticos y campos de riego. Los costos en estos sistemas son bajos, apropiadas en zonas suburbanas con baja densidad poblacional.

## *Anexo 2. Redes de Colectores*

### **REDES DE COLECTORES**

#### Periodo de Diseño

Para el periodo de diseño o planeamiento del mismo, debe de fijarse condiciones necesarias de ser posible del proyecto a desarrollar tales como: la capacidad del sistema en una demanda futura, densidad actual, vida útil de los materiales implementados para tal sistema. Ver tabla 2.

Periodo de planeamiento de redes de recolección y evacuación de aguas residuales y lluvias

<b>Nivel de complejidad del sistema</b>	<b>Periodo de diseño (años)</b>
Bajo y medio	15
Medio alto	20
Alto	25

*Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.2.1*

Para colectores principales o emisarios finales el periodo de diseño mínimo debe ser 25 años, para cualquier ***nivel de complejidad del sistema***.

**Ubicación.** Los colectores deberán de ser ubicados a un costado de la vía generalmente o en caso tal por los andenes si así la topografía lo demanda o los mismos costos de operación.

- Los colectores de aguas residuales y aguas lluvias no deben de estar ubicados en la misma zanja o en otra que interfiera con más redes de servicio público.
- El colector de aguas lluvias debe de localizarse en o cerca al eje de la vía.
- El colector de aguas residuales no debe localizarse en el mismo costado de ubicación de la red de acueducto. Los colectores de sistemas combinados deben ubicarse en el eje de la calzada.
- En sistemas nuevos de alcantarillado pluvial y separado. Las redes deberán de ser localizadas cerca al eje de la calzada o vía. De igual manera las redes de alcantarillado sanitario deberán de ser ubicadas a un cuarto del ancho total de la calzada, a un costado

y respetando a su vez las distancias libres respecto a otras redes de servicio público.

- Estas mismas redes deberán de ser ubicadas a una distancia mínima de 0,5 m de la acera y 1,5 m del paramento, tales distancias serán medidas entre las superficies externas de los colectores o conducto y las anteriormente mencionadas.
- Las tuberías de alcantarillado no deberán de estar ubicadas en la misma zanja de la red de acueducto, su cota clave debe de estar siempre por debajo del nivel de la cota batea de la red de acueducto.
- Las distancias libres entre colectores de sistemas de alcantarillado sanitario y/o pluvial y demás redes de servicio público deben ser de 1.00 m en dirección horizontal y 0,30 m en dirección vertical respecto a sus superficies externas.

Los parámetros anteriormente suministrados fueron extraídos del (*Artículo 138*). *Resolución 0330 – 08/junio/2017*.

En tanto a las profundidades mínimas requeridas de los colectores con respecto la cota rasante a la cota clave de la tubería de estos sistemas de alcantarillado sanitario y/o pluvial deberá de ser según su funcionalidad en torno a la vía:

- Vías peatonales o zonas verdes: 0,75 m
- Vías vehiculares: 1,20 m

Toda lo anterior soportado estudios geotécnicos, características del suelo. Según (*Artículo 139*). *Resolución 0330 – 08/junio/2017*.

Respecto al diámetro interno real permitido de la tubería para sistemas de alcantarillado sanitario deberá ser de 170 mm. Si se tienen poblaciones con menos de 25000 habitantes el diámetro interno real permitido será de 140 mm. Según (*Artículo 140*). *Resolución 0330 – 08/junio/2017*.

Para tener en cuenta la velocidad máxima en los alcantarillados sanitarios no podrá ser mayor a 5 m/s para un caudal de diseño en colectores por gravedad menos a 30%. Para pendientes mayores a 30% la velocidad máxima en tales sistemas de alcantarillado será mayores de 5 m/s y menores a 10 m/s y diámetros iguales o superiores a 600 mm. Según (*Artículo 142*). *Resolución 0330 – 08/junio/2017*.

Para redes de alcantarillado sanitario se establecen los siguientes parámetros:

- Diámetro interno real mínimo de la tubería 140 mm.
- Pendiente mínima de la tubería 2%.
- La entrega por parte de la tubería de conexión domiciliaria será por gravedad, siendo así mismo por la parte media superior del colector.
- Indispensable una caja de inspección al inicio de la tubería de cada domicilio, dado que allí se mantendrá al tanto del funcionamiento del sistema y así mismo llevar un manejo adecuado de los vertimientos.

La anterior información fue suministrada de (*Artículo 144*). *Resolución 0330 – 08/junio/2017*.

### Unión de colectores

Para sistemas de alcantarillado la unión o conexión de dos o más tramos de colectores debe hacerse con estructuras hidráulicas apropiadas y encargadas de realizar lo mejor posible esta tarea. En donde **La distancia máxima entre estructuras de conexión de colectores debe de estar encaminada respecto a la malla urbana y el comportamiento del flujo. De no tener tal información ésta debe ser de 100 a 120 m si la limpieza de colectores es manual, y llegar a 200 m si es mecánica o hidráulica**

**En sistemas de alcantarillado simplificado la mayor distancia entre cajas de inspección o registros de limpieza no deberán exceder los 150 m. para tuberías de 150 mm de diámetro o menores, y de 200 m. para tuberías mayores de 150 mm.**

### *Anexo 3. Sistema de Alcantarillado Sanitario*

#### **SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

En el siguiente capítulo el cual se establecen parámetros para tener en cuenta, condiciones de servicio de sistemas de alcantarillado sanitario, así como los parámetros de diseño.

**Población** Debe estimarse la población actual y futura del proyecto, con base en información oficial censal y censos disponibles de suscriptores del acueducto y otros servicios.

**Métodos de cálculo** Para desarrollar tal método de la proyección futura, se debe de basar en el nivel de complejidad ya identificado y corroborado en la tabla 1. Y así saber con exactitud tal nivel y escoger un método.

Métodos de cálculo permitidos según el Nivel de Complejidad del Sistema

Método por emplear	Nivel de Complejidad del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, Geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético + Geométrico + exponencial + otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla B.2.1

Después de tener el nivel de complejidad. Ver tabla de ecuaciones en anexos.

Adicionalmente, estimar la tasa de crecimiento antes del método de cálculos permitidos. Ver tabla de ecuaciones en anexos.

**Dotación neta mínima máxima.** Se deberá siempre tener presente el nivel de complejidad del sistema, de acuerdo con la tabla 7. Y después ver tabla de ecuaciones en anexos para estimar la dotación bruta.

## Dotación neta según el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta mínima (L/hab·día)	Dotación neta máxima (L/hab·día)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio alto	130	-
Alto	150	-

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla B.2.2

- Efecto del clima en la dotación neta

Teniendo en cuenta el clima predominante en el municipio, el diseñador puede variar, esto en torno a la niveles de complejidad medio en adelante, según la tabla 8:

Variación a la dotación neta según el clima y el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Clima calido (Mas de 28°C)	Clima templado (Entre 20°C y 28°C)	Clima frio (Menos de 20°C)
Bajo	+ 15 %	+ 10 %	No se admite Corrección por clima
Medio	+ 15 %	+ 10 %	
Medio alto	+ 20 %	+ 15 %	
Alto	+ 20 %	+ 15 %	

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla B.2.3

Si no existe alcantarillado o si la capacidad del alcantarillado es baja, debe asignarse la dotación mínima.

**Dotación bruta.** La dotación bruta debe establecerse. Ver tabla de ecuaciones en anexos.

El porcentaje de pérdidas técnicas para determinar la dotación bruta no debe ser superior al porcentaje de pérdidas establecido en la tabla 9.

Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas

Nivel de complejidad del sistema	Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta
Bajo	40 %
Medio	30 %
Medio alto	25 %
Alto	20 %

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla B.2.4

### Demanda

- Caudal medio diario

El caudal medio diario  $Q_{md}$  es aquel calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Ver tabla de ecuaciones en anexos,

- Caudal máximo diario  $Q_{MD}$  corresponde al consumo máximo registrado en 24 horas, registrados en un año.. Ver tabla de ecuaciones en anexos.

- Caudal máximo horario  $Q_{MH}$ , corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un año. Ver tabla de ecuaciones en anexos.
- Coeficiente de consumo máximo diario –  $k_1$   
Se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, utilizando los datos registrados en un período mínimo de un año.

En caso de sistemas nuevos, el coeficiente de consumo máximo diario,  $k_1$ , depende del nivel de complejidad del sistema como se establece en la tabla 10.

Coeficiente de consumo máximo diario,  $k_1$ , según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de consumo máximo diario - $k_1$
Bajo	1.30
Medio	1.30
Medio alto	1.20
Alto	1.20

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla B.2.5

- Coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario -  $k_2$

En sistemas de acueductos nuevos, el coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario,  $k_2$ , es función del nivel de complejidad del sistema y el tipo de red de distribución, según se establece en la tabla 11.

Coeficiente de consumo máximo horario,  $k_2$ , según el Nivel de Complejidad del Sistema y el tipo de red de distribución

Nivel de complejidad del sistema	Red menor de distribución	Red secundaria	Red matriz
Bajo	1.60	-	-
Medio	1.60	1.50	-
Medio alto	1.50	1.45	1.40
Alto	1.50	1.45	1.40

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla B.2.6

Se considera gran consumidor aquel que su demanda media sea mayor que o igual a **3 L/s (260 m<sup>3</sup>/día)**.

#### Contribuciones de aguas residuales

- Domesticas ( $Q_D$ ). ver tabla de ecuaciones en anexos.

Estimación de R

El coeficiente de retorno es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Su estimación debe provenir del análisis de información existente de la localidad y/o de mediciones de campo. Cuando esta información resulte inexistente o muy pobre, pueden



utilizarse como guía los rangos de valores de R descritos en la tabla 12.

Coefficiente de retorno de aguas servidas doméstica

Nivel de complejidad del sistema	Coefficiente de retorno
Bajo y medio	0,7 - 0,8
Medio alto y alto *	0,8 - 0,85
Puede ser definido por la empresa prestadora del servicio	

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.3.1

- Industriales ( $Q_I$ )

Los aportes de aguas residuales industriales  $Q_I$  serán determinados para cada caso en particular, esto con base en proyecciones futuras. Además estos valores van de la mano con áreas determinada no mayores a 1 ha, para sector industriales y comerciales. Ver tabla 13.

Contribución industrial

Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial (L/s- ha ind)
Bajo	0,4
Medio	0,6
Medio alto	0,8
Alto	1,0-1,5

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.3.2

- Comerciales ( $Q_c$ )

Las contribuciones comerciales, según tabla 14.

Contribución comercial

Nivel de complejidad del sistema	Contribución comercial (L/s- ha com)
Cualquier	0,4 - 0,5

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.3.3

- Institucionales ( $Q_{IN}$ )

Instituciones para tener en cuenta como; escuelas, colegios y universidades, hospitales, hoteles, cárceles, etc. Presentados en la tabla 15.

Contribución institucional mínima en zonas residenciales

Nivel de complejidad del sistema	Contribución institucional (L/ s- ha inst)
Cualquier	0,4 - 0,5

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.3.4

Caudal medio diario de aguas residuales ( $Q_{MD}$ )

Para un colector con un área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales. Ver tabla de ecuaciones en anexos.

Conexiones erradas ( $Q_{CE}$ )

Se deben de tener en cuentas los aportes tales como los de las aguas lluvias que por escorrentía o sea cual sea el modo llegan al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones, de acuerdo con la tabla 17.

Para el nivel bajo de complejidad del sistema el aporte de conexiones erradas puede estimarse en **5 L/hab\*día**.

Aportes máximos por condiciones erradas con sistema pluvial

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (L / s-ha)
Bajo y medio	0,2
Medio alto y alto	0,1

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.3.5

Aportes máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (L / s-ha)
Bajo y medio	2
Medio alto y alto *	2

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.3.6

Debe de disponerse de sistema pluvial o combinado a mediano plazo.

Infiltración ( $Q_{INF}$ )

Se le conocen a la infiltración de aguas superficiales en las redes de sistemas de alcantarillado sanitario. *No existen mediciones hallar este caudal, pero puede ser establecido en base a los valores de la tabla 18.*

Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (L / s-ha)	Infiltración media (L / s-ha)	Infiltración baja (L / s-ha)
Bajo y medio	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2
Medio alto y alto *	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.3.7

Caudal máximo horario ( $Q_{MH}$ )

El caudal máximo horario es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores. Ver tabla de ecuaciones en anexos. En donde se debe de hallar un factor de mayoración.

Factor de mayoración ( $F$ )

Este factor de mayoración se tendrá en cuenta el caudal máximo horario, ver tabla de

ecuaciones en anexos.

#### Caudal de diseño

El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo,  $Q_{MH}$ , los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Ver tabla de ecuaciones en anexos. ***Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1,5 L/s, debe adoptarse este valor como caudal de diseño.***

#### Diámetro interno real mínimo

Es aquel valor mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario convencional es 200 mm (8 plg) *Cuando se pretende evacuar las aguas residuales de 10 viviendas en adelante.*

#### Velocidad mínima

Para criterios de diseño se opta con una velocidad mínima permitida de 0,45 m/s. en un colector.

Para hallar el caudal máximo horario inicial. Ver tabla de ecuaciones en anexos.

*Si el valor calculado de  $Q_{MHi}$  es menor que 1,5 L/s, debe adoptarse este valor.*

### **Anexo 4. Redes de Sistemas de Alcantarillado Pluvial**

#### **REDES DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL**

En el siguiente campo se conceptualizaran los requerimientos mínimos para diseñar un sistema de alcantarillado pluvial.

#### Caudal de diseño

Para la estimación del caudal de diseño puede utilizarse el método racional, el cual calcula el caudal pico de aguas lluvias con base en la intensidad media del evento de precipitación con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de escorrentía.

- Método racional. Ver tabla de ecuaciones en anexos.

*El método racional es adecuado para áreas de drenaje pequeñas hasta de 700 habitantes.*

- Curvas de intensidad - duración – frecuencia

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) constituyen la base climatológica para la estimación de los caudales de diseño. Estas curvas lo que hacen resumir y tener con previamente aquellos datos puntuales de los eventos extremos de precipitación.

#### Periodo de retorno de diseño

El periodo de retorno de diseño debe determinarse de acuerdo con la importancia de las áreas y con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, tráfico vehicular, comercio, industria, etc. Dados en la tabla 19.

Periodos de retorno o grado de protección

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores de 1000 ha *	10	25	25
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	25	25	50

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.4.2

Dependiendo del nivel de complejidad del sistema, las autoridades locales deben definir el grado de protección Ver tabla 20.

Grado de protección según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Grado de protección igual o mayor al:
Bajo	Mínimo
Medio	Mínimo
Medio alto	Aceptable
Alto	Recomendado

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.4.3

#### *Intensidad de precipitación*

La intensidad de precipitación que debe usarse en la estimación del caudal pico de aguas lluvias corresponde a la intensidad media de precipitación dada por las curvas IDF para el periodo de retorno de diseño. Resulta conveniente considerar factores de reducción de la intensidad media de la precipitación en la medida en que el área de drenaje se incremente. Los valores de la tabla 21, *corresponden a factores de reducción para convertir la intensidad puntual en intensidad media espacial.*

Factor de reducción

Áreas de drenaje (ha)	Factor de reducción
50 – 100	0,99
100 – 200	0,95
200 – 400	0,93
400 – 800	0,90
800 – 1600	0,88

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.4.4

### Coefficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía, C, es función del tipo de suelo, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y otros factores. Ver tabla 22.

Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.4.5

### Tiempo de concentración (T<sub>c</sub>)

1. Tiempo de entrada (T<sub>e</sub>). Ver tabla de ecuaciones en anexos.

Aplicando esto de otra manera, según la ecuación de la FAA (*Federal Aviation Administration*). Ver tabla de ecuaciones en anexos.

La fórmula de Kerby también permite estimar T<sub>e</sub>. ver tabla de ecuaciones en anexos.

**m** puede ser estimado a partir del tipo de superficie, con base en los valores de la tabla 23.

Coeficiente de retardo

Tipo de superficie	m
Impermeable	0,02
Suelo sin cobertura, compacto y liso	0,10
Superficie sin cobertura moderadamente rugosa	0,20
Pastos	0,30
Terrenos arborizados	0,70
Pastos densos	0,80

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.4.6

**a** es una constante que depende del tipo de superficie, tal como se muestra en la tabla 24

Constante a de velocidad superficial

Tipo de superficie	a
Bosque con sotobosque denso	0,70
Pastos y patios	2,00
Áreas cultivadas en surcos	2,70
Suelos desnudos	3,15
Áreas pavimentadas y tramos iniciales de quebradas	6,50

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.4.7

Tiempo de recorrido ( $T_r$ )

El tiempo de recorrido de un colector se puede calcular. Ver tabla de ecuaciones en anexos. *El tiempo de concentración mínimo en pozos iniciales es 10 minutos y máximo 20 minutos. El tiempo de entrada mínimo es 5 minutos. Si dos o más colectores confluyen a la misma estructura de conexión, debe considerarse como tiempo de concentración en ese punto el mayor de los tiempos de concentración de los respectivos colectores.*

Diámetro mínimo

El diámetro mínimo permitido es de 250 mm (10 plg). En casos especiales para **niveles de complejidad del sistema bajo y medio**, puede reducirse en los tramos iniciales a 200 mm (8 plg).

Velocidad mínima

En periodos de caudal bajo, en donde la velocidad mínima real permitida es **de 0,75 m/s para el caudal de diseño**.

Velocidad máxima

Los valores máximos permitidos dependen principalmente del material. Ver tabla 25.

Velocidades máximas permisibles

Tipo de material	V (m/s)
Ladrillo común	3,0
Ladrillo vitrificado y gres	5,0
Concreto	5,0
PVC	10,0

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.4.8

#### Pendiente mínima

El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de auto limpieza, de acuerdo con los criterios de (*Velocidad mínima*).

#### Pendiente máxima

El valor de la pendiente máxima admisible es aquella para la cual se tenga una velocidad máxima real, según (*Velocidad máxima permisible*).

#### Profundidad mínima a la cota clave

La profundidad mínima a la cota clave de los colectores de aguas lluvias deben seguir los mismos criterios (*profundidad mínima de colectores*). Ver tabla 26.

Profundidad mínima de colectores

Servidumbre	Profundidad a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000. Tabla D.3.11

#### Profundidad máxima a la cota clave

La máxima profundidad de los colectores de aguas lluvias es del orden de **5m**, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos.

## Anexo 5. Tabla de ecuaciones

TABLA DE ECUACIONES		
Sistema de alcantarillado sanitario		
	Ecuación	Nomenclatura
Método Aritmético	$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \times (T_f - T_{uc})$	P: población (hab) al año que se quiere proyectar Puc: población (hab) último año censado con información Pci: población (hab) censo inicial con información Tuc: año correspondiente al último año censado con información. Tci: año correspondiente al censo inicial con información. Tf: año el cual se quiere proyectar la información.
Método Geométrico	$P_f = P_{uc} (1 + r)^{T_f - T_{uc}}$	r: tasa de crecimiento anual en forma decimal
Tasa de crecimiento anual	$r = \left( \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc} - T_{ci})}} - 1$	
Método Exponencial	$P_f = P_{ci} \times e^{k \times (T_f - T_{ci})}$	K: tasa de crecimiento de la población la cual se calcula como el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos.
Tasa de crecimiento poblacional	$k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$	Pcp: población del censo posterior. Pca: población del censo anterior. Tcp: año correspondiente al censo posterior. Tca: año correspondiente a censo anterior. Ln: Logaritmo natural neperiano.
Dotación Bruta	$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$	d neta: dotación neta asignada. %p: porcentaje de población
Demanda	$Q_{md} = \frac{p \cdot d_{bruta}}{86400}$	Qmd: caudal medio diario. d neta: dotación neta asignada. P: población según nivel de complejidad
Caudal máximo diario	$Q_{MD} = Q_{md} * k_1$	Q md: Caudal medio diario. k <sub>1</sub> : Coeficiente de consumo máximo diario.
Caudal máximo horario	$Q_{MH} = Q_{MD} * k_2$	Corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un año. K <sub>2</sub> : Coeficiente de consumo máximo horario.
Contribuciones de aguas residuales	Domesticas (Q <sub>D</sub> ) $Q_D = \frac{C \cdot D \cdot A_{rd} \cdot R}{86400} \quad \circ$	Q <sub>D</sub> = estimado para condiciones iniciales. Q <sub>Di</sub> = para finales. Q <sub>DF</sub> = operación del sistema.



	$Q_D = \frac{C \cdot P \cdot R}{86400}$	
Caudal medio diario de aguas residuales ( $Q_{MD}$ )	$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN}$	$Q_D$ : Domesticas $Q_I$ : Industriales $Q_C$ : Comerciales $Q_{IN}$ : Institucionales
Caudal máximo horario	$Q_{MH} = F \cdot Q_{MDf}$	Para establecer el caudal de diseño de una red de colectores *en donde se debe de hallar el factor (F) de mayoración.
Factor de mayoración	$F = 1 + \frac{14}{(4 + P^{0,5})} \quad \text{Harmon}$ $F = \frac{5}{P^{0,2}} \quad \text{Babbit}$ $F = \frac{3,5}{P^{0,1}} \quad \text{Flores}$	Harmon y Babbit, poblaciones de 1000 a 1000000 hab. La de la Flores, en donde F en función del número de habitantes.
Factor de mayoración (dados en función de Caudal medio diario)	$F = \frac{3.53}{Q_{MD}^{0.0914}}$ $F = \frac{3.70}{Q_{MD}^{0.0733}}$	
Caudal de diseño	$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CEF}$	$Q_{MH}$ = Caudal máximo horario. $Q_{INF}$ = Infiltración. $Q_{CEF}$ = Conexiones erradas.
Caudal inicial máximo horario	$Q_{MHi} = ((F \cdot Q_{Di})/K_1) + Q_{Li} + Q_{Ci} + Q_{Ini} + Q_{INF} + Q_{CEi}$	Si es menor que 1,5 L/s, debe adoptarse este valor
<i>Sistema de alcantarillado pluvial</i>		
Método Racional	$Q = (2,78)(C)(i)(A)$	$Q$ = Caudal de diseño. $C$ = Coeficiente de escorrentía. $I$ = intensidad media del evento de precipitación. $A$ = Área tributaria.
Tiempo de concentración	$T_C = T_e + T_t$	$T_C$ = Tiempo de concentración $T_e$ = Tiempo de entrada $T_t$ = Tiempo de recorrido
Tiempo de entrada (ecuación FAA)	$T_e = \frac{0.707 \cdot (1.1 - C) \cdot L^{1/2}}{S^{1/3}}$	$C$ : coeficiente de escorrentía
Tiempo de entrada (mediante la fórmula kerby)	$T_e = 1.44 \cdot \left( \frac{Lm}{S^{1/2}} \right)^{0.467}$	$m$ : coeficiente de retardo
Tiempo de recorrido	$T_t = \frac{L_c}{(60 \cdot V)}$	El tiempo mínimo en pozos iniciales es 10 minutos y máximo 20 minutos. El tiempo de entrada mínimo es 5 minutos.

Fuente: Propia

*Anexo 6. Matriz Foda*

<b>MATRIZ FODA</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocimiento pleno de la problemática encontrada.</li> <li>2. Contar plenamente con los datos necesarios de la población afectada.</li> <li>3. Dar por enterado a la comunidad afectada la magnitud del problema y las posibles soluciones que se le pueden dar a esta mediante ideas concisas adquiridas en el campo académico.</li> </ol>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>ESTRATEGIAS FO</b>	<b>ESTRATEGIAS DO</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La zona afectada se adecua de la mejor manera a la ejecución del proyecto.</li> <li>2. Aprovechar el sistema de alcantarillado existente.</li> <li>3. Mediante el diseño de alcantarillado que se plantea ejecutar allí, abrirá las puertas a que el uso del suelo cambie y se valoricen de igual manera.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- F3O1: aprovechar los conocimientos adquiridos en la formación para saber orientar el desarrollo del proyecto.</li> <li>- F1O2: conociendo el problema, se puede adecuar el sistema de alcantarillado existente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O2D3: dar el mejor manejo al sistema de alcantarillado existente y conociendo a ciencia a cierta al magnitud del problema, todo esto para reducir costos en la ejecución.</li> <li>- O3: contemplar la posibilidad de ofrecer tal proyecto a entes administrativos.</li> </ul>
<b>AMENAZAS</b>	<b>ESTRATEGIAS FA</b>	<b>ESTRATEGIAS DA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El acceso a fuentes de información por parte de las diferentes entidades es escasa.</li> <li>2. El contar con una comunidad que no esté unida, hace que la recolección de datos, trabajo de campo se prorrogue en tiempo.</li> <li>3. Presentar posibles datos erróneos en el diseño del sistema de alcantarillado.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A2: tratar de consultar otras fuentes de información y otros métodos de investigación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A3: prevenir lo mejor posible, el concretar datos erróneos. Teniendo siempre claro el objetivo principal.</li> </ul>

*Fuente: Propia*

### *Anexo 7. Plan de Impacto Ambiental*

#### **PLAN DE IMPACTO AMBIENTAL.**

Toda actividad humana genera impactos ambientales, desde la construcción de una vivienda, una vía hasta la construcción de una planta de tratamiento, estos impactos pueden ser positivos o negativos esto depende de forma en que realicemos las actividades para llevar a cabo dichas actividades, para ello se debe realizar un plan de impacto ambiental para saber los riesgos y beneficios que se tendrán y así mismo tener a la mano las soluciones que se le debe dar a cada caso.

Para este caso en la propuesta del Diseño de red de aguas lluvias y optimización del alcantarillado de la vereda San Lorenzo tramo 1 municipio de Girardot Cundinamarca un plan de manejo ambiental para cuando se van a ejecutar las actividades en el lugar. Esta zona tiene gran cantidad de vegetación, arborización, fauna y flora por lo que es demasiado importante este plan de manejo ambiental para conservar este sector.

En este Plan de Manejo Ambiental se realizaría en las siguientes fases para la ejecución del proyecto:

1. Fase de Construcción: En esta fase se incluye lo que se entiende por construcción de estructuras y obras.
2. Fase de Operación y Mantenimiento: Esta fase intermedia es la que se comprende por el mantenimiento durante la ejecución de la construcción de la obra, se realizaran las actividades de limpieza de la tubería y correcciones de la misma.
3. Fase de Cierre: Esta se realiza cuando termina la construcción de la obra y queda en operación por parte de la comunidad y la empresa de acueducto y alcantarillado del

Municipio de Girardot. Una de las actividades que se hacen son la limpieza, desalojo de escombros, la recuperación de la vegetación, terrenos privados o pavimento. Se debe tener en cuenta que las estructuras que se vayan a construir están proyectadas para 25 años por lo tanto su mantenimiento debe ser periódico para evitar el pronto deterioro.

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	POTENCIAL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS, DE MITIGACIÓN O REMEDIACIÓN
<b>Programa de prevención y reducción de la contaminación y manejo de residuos.</b>			
<b>Instalación de campamento, oficina y sitios de trabajo.</b>	Generación de basura	Afectación al suelo	Recolección de la basura existente y de la que se obtenga del armado de la oficina, almacén y campamento.
	Generación de escombros		Tener en cuenta el servicio de recolección municipal.
	Manipulación de hidrocarburos		Desalojar los escombros que se obtengan en la escombrera municipal o predio dispuesto para ello.
	Generación de ruido y vibraciones	Afectación a la población a su tranquilidad.	El almacenamiento de aceites y combustibles debe realizarse por medio de su clasificación y especificación de las normas.
		Contar con materiales para atender emergencias: paños absorbentes, aserrín o arena, pala, escoba para el caso de derrames accidentales, para su entrega posterior a un gestor ambiental.	
		Se debe realizar ciertas actividades con maquinaria por lo que se debe tener cuidado con los límites permitidos.	
		Los trabajos se deben hacer únicamente en el horario diurno.	

<b>Movimiento y acopio del suelo y materiales producto de la excavación.</b>	Acopio del material suelto	Afectación a la calidad del suelo	Hacer el recubrimiento del material extraído con bolsas plásticas para evitar que éste se derrame
	Generación de material particulado.	Contaminación de vías de acceso y casas circundantes.	Como medida se debe humedecer el material lino que se encuentra suelto
<b>Construcción de la infraestructura civil, zanjas, redes, pozos, acometidas, colectores, estructuras especiales, etc.</b>	Generación de escombros	Afectación al suelo y a la población	Por la remoción de tierra se ve afectado el suelo por lo que se debe tener cuidado con el exceso de excavaciones.
<b>Desalojo y transporte de residuos sólidos y escombros.</b>	Derrame de residuos.	Afectación a la calidad del aire.	Cubrir con lonas los materiales que se transporten en las volquetas.
		Afectación al suelo y al agua.	
		Vías y cunetas.	
<b>Puesta en marcha y operación del sistema de saneamiento</b>	Descarga de aguas residuales y pluviales a cauces naturales.	Contaminación de recurso hídrico del cauce aledaño.	Por el momento las descargas serán efectuadas en sitios específicos fuera del área poblada, teniendo en cuenta que está relativamente cerca una fuente hídrica.
	Generación de malos olores.	Afectación a la calidad del terreno donde se harán las descargas provisionalmente.	Lo ideal por ese momento es que las descargas serán efectuadas a una fosa séptica con filtro anaerobio.
<b>Construcción</b>	Cambios considerables en el paisaje de la vereda	Afectación a la vía principal de acceso a la vereda durante el primero kilómetro tanto para los vehículos como para los peatones	Evitar la tala de árboles y pérdida de cobertura vegetal innecesaria en suelos y taludes.
			Evitar interrumpir accesos vehiculares y peatonales inherentes al proyecto.
			Recuperación y reposición de la cobertura vegetal en sitio donde amerite

Fuente: Propia

## Anexo 8. Ecuación de Manning (8" a 16")

$K = \frac{R^{2/3}}{n} \quad K_r = \frac{A \cdot R^{2/3}}{n} \quad V = \frac{R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \quad Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \quad n = 0.009$															
S	Diámetros en metros y pulgadas														
	0.20 = 8"			0.25 = 10"			0.30 = 12"			0.35 = 14"			0.40 = 16"		
	K <sub>v</sub> √S	K <sub>r</sub> √S	250ØS	K <sub>v</sub> √S	K <sub>r</sub> √S	250ØS	K <sub>v</sub> √S	K <sub>r</sub> √S	250ØS	K <sub>v</sub> √S	K <sub>r</sub> √S	250ØS	K <sub>v</sub> √S	K <sub>r</sub> √S	250ØS
	V	Q	F <sub>i</sub>	V	Q	F <sub>i</sub>	V	Q	F <sub>i</sub>	V	Q	F <sub>i</sub>	V	Q	F <sub>i</sub>
%	m/s	l/s	Kg/m <sup>2</sup>	m/s	l/s	Kg/m <sup>2</sup>	m/s	l/s	Kg/m <sup>2</sup>	m/s	l/s	Kg/m <sup>2</sup>	m/s	l/s	Kg/m <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2,1	2,19	68,65	1,05	2,54	124,48	1,31	2,86	202,41	1,58	3,17	305,33	1,84	3,47	435,92	2,10
2,2	2,24	70,27	1,10	2,60	127,41	1,38	2,93	207,18	1,65	3,25	312,51	1,93	3,55	446,18	2,20
2,3	2,29	71,85	1,15	2,65	130,27	1,44	3,00	211,83	1,73	3,32	319,54	2,01	3,63	456,21	2,30
2,4	2,34	73,39	1,20	2,71	133,07	1,50	3,06	216,39	1,80	3,39	326,41	2,10	3,71	466,02	2,40
2,5	2,38	74,91	1,25	2,77	135,82	1,56	3,12	220,85	1,88	3,46	333,14	2,19	3,78	475,63	2,50
2,6	2,43	76,39	1,30	2,82	138,51	1,63	3,19	225,23	1,95	3,53	339,74	2,28	3,86	485,05	2,60
2,7	2,48	77,85	1,35	2,88	141,14	1,69	3,25	229,52	2,03	3,60	346,21	2,36	3,93	494,29	2,70
2,8	2,52	79,27	1,40	2,93	143,73	1,75	3,31	233,73	2,10	3,66	352,56	2,45	4,01	503,36	2,80
2,9	2,57	80,68	1,45	2,98	146,28	1,81	3,37	237,87	2,18	3,73	358,80	2,54	4,08	512,27	2,90
3	2,61	82,06	1,50	3,03	148,78	1,88	3,42	241,93	2,25	3,79	364,94	2,63	4,15	521,03	3,00
3,1	2,66	83,41	1,55	3,08	151,24	1,94	3,48	245,93	2,33	3,86	370,97	2,71	4,21	529,64	3,10
3,2	2,70	84,75	1,60	3,13	153,66	2,00	3,53	249,87	2,40	3,92	376,90	2,80	4,28	538,12	3,20
3,3	2,74	86,06	1,65	3,18	156,04	2,06	3,59	253,74	2,48	3,98	382,75	2,89	4,35	546,46	3,30
3,4	2,78	87,36	1,70	3,23	158,39	2,13	3,64	257,56	2,55	4,04	388,50	2,98	4,41	554,68	3,40
3,5	2,82	88,63	1,75	3,27	160,70	2,19	3,70	261,32	2,63	4,10	394,18	3,06	4,48	562,78	3,50
3,6	2,86	89,89	1,80	3,32	162,98	2,25	3,75	265,02	2,70	4,16	399,77	3,15	4,54	570,76	3,60
3,7	2,90	91,13	1,85	3,37	165,23	2,31	3,80	268,68	2,78	4,21	405,28	3,24	4,60	578,63	3,70
3,8	2,94	92,35	1,90	3,41	167,45	2,38	3,85	272,28	2,85	4,27	410,72	3,33	4,67	586,40	3,80

Fuente: Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras. Rafael Pérez Carmona.




Tabla 3.11 Ecuación de Manning (R"-16") n = 0.009

$K = \frac{R^{2/3}}{n} \quad K_1 = \frac{A \cdot R^{2/3}}{n} \quad V = \frac{R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \quad Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \quad n = 0.009$															
S	Diámetros en metros y pulgadas														
	0.20 = 8"			0.25 = 10"			0.30 = 12"			0.35 = 14"			0.40 = 16"		
	K√S	K <sub>1</sub> √S	250ØS	K√S	K <sub>1</sub> √S	250ØS	K√S	K <sub>1</sub> √S	250ØS	K√S	K <sub>1</sub> √S	250ØS	K√S	K <sub>1</sub> √S	250ØS
	V	Q	F <sub>1</sub>	V	Q	F <sub>1</sub>	V	Q	F <sub>1</sub>	V	Q	F <sub>1</sub>	V	Q	F <sub>1</sub>
%	m/s	l/s	Kg/m <sup>2</sup>	m/s	l/s	Kg/m <sup>2</sup>	m/s	l/s	Kg/m <sup>2</sup>	m/s	l/s	Kg/m <sup>2</sup>	m/s	l/s	Kg/m <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0,3	0,83	25,95	0,15	0,96	47,05	0,19	1,08	76,51	0,23	1,20	115,40	0,26	1,31	164,76	0,30
0,4	0,95	29,96	0,20	1,11	54,33	0,25	1,25	88,34	0,30	1,39	133,26	0,35	1,51	190,25	0,40
0,5	1,07	33,50	0,25	1,24	60,74	0,31	1,40	98,77	0,38	1,55	148,98	0,44	1,69	212,71	0,50
0,6	1,17	36,70	0,30	1,36	66,54	0,38	1,53	108,20	0,45	1,70	163,20	0,53	1,85	233,01	0,60
0,7	1,26	39,64	0,35	1,46	71,87	0,44	1,65	116,86	0,53	1,83	176,28	0,61	2,00	251,68	0,70
0,8	1,35	42,37	0,40	1,57	76,83	0,50	1,77	124,93	0,60	1,96	188,45	0,70	2,14	269,06	0,80
0,9	1,43	44,94	0,45	1,66	81,49	0,56	1,87	132,51	0,68	2,08	199,88	0,79	2,27	285,38	0,90
1,0	1,51	47,38	0,50	1,75	85,90	0,63	1,98	139,68	0,75	2,19	210,70	0,88	2,39	300,82	1,00
1,1	1,58	49,69	0,55	1,84	90,09	0,69	2,07	146,50	0,83	2,30	220,98	0,96	2,51	315,50	1,10
1,2	1,65	51,90	0,60	1,92	94,10	0,75	2,16	153,01	0,90	2,40	230,81	1,05	2,62	329,53	1,20
1,3	1,72	54,02	0,65	2,00	97,94	0,81	2,25	159,26	0,98	2,50	240,23	1,14	2,73	342,98	1,30
1,4	1,78	56,06	0,70	2,07	101,64	0,88	2,34	165,27	1,05	2,59	249,30	1,23	2,83	355,93	1,40
1,5	1,85	58,02	0,75	2,14	105,20	0,94	2,42	171,07	1,13	2,68	258,05	1,31	2,93	368,42	1,50
1,6	1,91	59,93	0,80	2,21	108,65	1,00	2,50	176,68	1,20	2,77	266,51	1,40	3,03	380,51	1,60
1,7	1,97	61,77	0,85	2,28	112,00	1,06	2,58	182,12	1,28	2,86	274,71	1,49	3,12	392,22	1,70
1,8	2,02	63,56	0,90	2,35	115,24	1,13	2,65	187,40	1,35	2,94	282,68	1,58	3,21	403,59	1,80
1,9	2,08	65,30	0,95	2,41	118,40	1,19	2,72	192,53	1,43	3,02	290,42	1,66	3,30	414,65	1,90
2,0	2,13	67,00	1,00	2,47	121,48	1,25	2,79	197,54	1,50	3,10	297,97	1,75	3,39	425,42	2,00

Fuente: Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras. Rafael Pérez Carmona.



*Anexo 9. Registro fotográfico de inundaciones anteriores*

<i>Ilustración</i>	<i>Descripción</i>
<p>Nivel de la inundación en la vivienda mayormente afectada.</p>	 <p>Fuente: Joan Sebastián Ramírez Camargo</p>
<p>Vivienda principalmente afectada por la inundación.</p>	 <p>Fuente: Joan Sebastián Ramírez Camargo</p>
<p>Personal y maquinaria de la alcaldía Municipal colaborando con la evacuación de las aguas lluvias.</p>	 <p>Fuente: Joan Sebastián Ramírez Camargo</p>



Personal de la alcaldía  
Municipal colaborando  
con la evacuación de las  
aguas lluvias.



Fuente: Joan Sebastián Ramírez Camargo

*Anexo 10.Presupuesto (APU)*

**MUNICIPIO DE GIRARDOT CUNDINAMARCA – VEREDA SAN LORENZO  
PRESUPUESTO DE OBRA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
1	PRELIMINARES				
1,1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	HA	27,22	\$ 33.822,40	\$ 920.645,73
			TOTAL		\$ 920.645,73

2	INSTALACIONES SANITARIAS				
2,1	EXCAVACIÓN MECÁNICA EN MATERIAL COMÚN (INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL)	M3	938,07	\$ 36.859,20	\$ 34.576.509,74
2,2,1	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 14". INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO DE LA OBRA, CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA (3/4 A 1) HASTA COTA CLAVE.	ML	434,72	\$ 96.137,60	\$ 41.792.937,47
2,2,2	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 16". INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO DE LA OBRA, CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA (3/4 A 1) HASTA COTA CLAVE.	ML	221,53	\$ 99.337,60	\$ 22.006.258,53
2,3	POZO DE INSPECCIÓN H=0-1.60M, D=1.20M, INCLUYE TAPA EN HIERRO FORJADO E=0.20	UND	13	\$ 522.848,00	\$ 6.797.024,00
2,4	RELLENO DE BRECHA, (RECEBO SELECCIONADO, COMPACTADO MANUAL EN CAPAS DE 10 CM)	M3	1172,8575	\$ 91.139,20	\$ 106.893.294,26
<b>SUBTOTAL DE OBRAS</b>					<b>\$ 212.066.024,01</b>
<b>A.I.U (15%)</b>					<b>\$ 31.809.903,60</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 243.875.927,61</b>

## ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIOS

### ITEM: LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO

#### I. EQUIPO.

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA	MES	\$ 300.000,00	27,22	\$ 11.021,31	
SUB-TOTAL					\$ 11.021,31

#### II. MATERIALES EN OBRA.

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
				\$ -	
SUB-TOTAL					\$ -

#### III. TRANSPORTES.

MATERIAL	VOL -PESO - CANT.	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNITARIO	
				\$ -		
SUB-TOTAL						\$ -

#### IV. MANO DE OBRA.

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	REND	VALOR UNITARIO
TOPÓGRAFO	\$ 1.457.250,00	185%	\$ 2.695.912,50	27,22	\$ 99.041,61
CADENERO 1	\$ 854.250,00	185%	\$ 1.580.362,50	27,22	\$ 58.058,87
CADENERO 2	\$ 653.250,00	185%	\$ 1.208.512,50	27,22	\$ 44.397,96
SUB-TOTAL					\$ 201.498,44
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 212.519,75

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: EXCAVACIÓN MECÁNICA EN MATERIAL COMÚN (INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL).

### I. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR (5%MO)		\$ 24.000,00	25	\$ 960,00
SUB-TOTAL				\$ 960,00

### II. MATERIALES DE OBRA.

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO
SUB-TOTAL			\$ -

### III. TRANSPORTES.

TRANSPORTE	VOL-PESO O CANTIDAD	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNITARIO
VOLQUETA (VJ)	0,020	8	0,16	\$ 134.400,00	\$ 21.504,00
SUB-TOTAL					\$ 21.504,00

### IV. MANO DE OBRA.

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDT	VALOR UNITARIO
OBROS (2)	\$ 42.000,00	185%	\$ 77.700,00	15	\$ 5.180,00
SUB-TOTAL					\$ 5.180,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 27.644,00

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: TUBERÍA PVC DIÁMETRO 14". INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO DE LA OBRA, CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA (3/4 A 1) HASTA COTA CLAVE.

### I. EQUIPO.

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR (5% MO)		\$ 5.085,43	25	\$ 203,42
SUBTOTAL				\$ 203,42

### II. MATERIALES DE OBRA.

DESCRIPCIÓN		PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO
TUBERÍA ALCANTARILLADO D=14"		\$ 82.880,00	1	\$ 82.880,00
SUBTOTAL				\$ 82.880,00

### I. TRANSPORTES.

MATERIAL	VOL-PESO O CANTIDAD	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNITARIO
			0		\$ -
SUBTOTAL					\$ -

### II. MANO DE OBRA.

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OBROS (5)	\$ 140.000,00	185%	\$ 259.000,00	20	\$ 12.950,00
SUB-TOTAL					\$ 12.950,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 96.033,42

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: TUBERÍA PVC DIÁMETRO 16". INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO DE LA OBRA, CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA (3/4 A 1) HASTA COTA CLAVE.

### I. EQUIPO.

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR (5% MO)		\$ 5.101,22	25	\$ 204,05
SUBTOTAL				\$ 204,05

### II. MATERIALES DE OBRA.

DESCRIPCIÓN		PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO
TUBERÍA ALCANTARILLADO D=16"		\$ 84.599,76	1	\$ 84.599,76
SUBTOTAL				\$ 84.599,76

### III. TRANSPORTES.

MATERIAL	VOL-PESO O CANTIDAD	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNITARIO
			0		\$ -
SUBTOTAL					\$ -

### IV. MANO DE OBRA.

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OBROS (5)	\$ 142.905,00	185%	\$ 264.374,25	20	\$ 13.218,71
SUB-TOTAL					\$ 13.218,71
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 98.022,52

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: POZO DE INSPECCIÓN H=0-1.60m, D=1.20m, INCLUYE TAPA EN HIERRO

FORJADO E=0.20.

### I. EQUIPO.

DESCRIPCION	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR (5%MO)		\$ 56.000,00	10	\$ 5.600,00
SUB-TOTAL				\$ 5.600,00

### II. MATERIALES DE OBRA.

DESCRIPCIÓN		PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO
CONCRETO	M3	\$ 695.520,00	0,01	\$ 6.955,20
LADRILLO RECOCIDO	M2	\$ 1.520,00	1,03	\$ 1.565,60
RECEBO/ MATERIAL DE SUB BASE	M3	\$ 48.395,20	1,3	\$ 62.913,76
MARCO TAPA	UN	\$ 192.000,00	1	\$ 192.000,00
TAPA	UN	\$ 240.000,00	1	\$ 240.000,00
SUB-TOTAL				\$ 503.434,56

### III. TRANSPORTES.

MATERIAL	VOL-PESO O CANT.	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNITARIO
			0		\$ -
SUB-TOTAL					\$ -

### IV. MANO DE OBRA.

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OBROS (4)	\$ 112.000,00	185%	\$ 207.200,00	15	\$ 13.813,33
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 522.847,89

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: RELLENO DE BRECHA, (RECEBO SELECCIONADO, COMPACTADO MANUAL ENCAPAS DE 10 CM)

### I. EQUIPO.

DESCRIPCION	TIPO	TARIFA /HORA	RENDIMIENTO	VALOR-UNITARIO
PLACA VIBRATORIA - RANA	DD	\$ 88.000,00	10	\$ 8.800,00
SUB-TOTAL				\$ 8.800,00

### II. MATERIALES EN OBRA

DESCRIPCIÓN		PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	VALOR-UNITARIO
RECEBO BASE B-600	M3	\$ 48.395,20	1,3	\$ 37.227,08
SUB-TOTAL				\$ 37.227,08

### III. TRANSPORTES.

MATERIAL	VOL-PESO O CANT.	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNITARIO
			0		\$ -
SUB-TOTAL					\$ -

### IV. MANO DE OBRA.

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OBROS (4)	\$ 84.000,00	185%	\$ 155.400,00	8	\$ 19.425,00
SUB-TOTAL					\$ 19.425,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 522.847,89



**MUNICIPIO DE GIRARDOT CUNDINAMARCA – VEREDA SAN LORENZO  
PRESUPUESTO DE OBRA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL**

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
1	PRELIMINARES				
1,1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	HA	27,22	\$ 33.822,40	\$ 920.645,73
TOTAL					\$ 920.645,73

2	INSTALACIONES SANITARIAS				
2,1	EXCAVACIÓN MECÁNICA EN MATERIAL COMÚN (INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL)	M3	1368,0188	\$ 36.859,20	\$ 50.424.078,55
2,2,1	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 10". INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO DE LA OBRA, CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA (3/4 A 1) HASTA COTA CLAVE.	ML	152,14	\$ 90.937,60	\$ 13.835.246,46
2,2,2	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 12". INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO DE LA OBRA, CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA (3/4 A 1) HASTA COTA CLAVE.	ML	72,64	\$ 92.937,60	\$ 6.750.987,26
2,2,3	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 14". INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO DE LA OBRA, CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA (3/4 A 1) HASTA COTA CLAVE.	ML	81,88	\$ 96.137,60	\$ 7.871.746,69
2,2,4	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 16". INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO DE LA OBRA, CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA (3/4 A 1) HASTA COTA CLAVE.	ML	226,06	\$ 100.937,60	\$ 22.817.953,86

2,2,5	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 18". INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO DE LA OBRA, CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA (3/4 A 1) HASTA COTA CLAVE.	ML	40,23	\$ 105.737,60	\$ 4.253.823,65
2,2,6	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 20". INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO DE LA OBRA, CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA (3/4 A 1) HASTA COTA CLAVE.	ML	208,08	\$ 69.086,00	\$ 14.375.414,88
2,3	POZO DE INSPECCIÓN H=0-1.60M, D=1.20M, INCLUYE TAPA EN HIERRO FORJADO E=0.20	UND	13	522848	\$ 6.797.024,00
2,4	RELLENO DE BRECHA, (RECEBO SELECCIONADO, COMPACTADO MANUAL EN CAPAS DE 10 CM)	M3	1368,0188	\$ 91.139,20	\$ 124.680.139,02
<b>SUBTOTAL DE OBRAS</b>					<b>\$ 252.727.060,10</b>
<b>A.I.U (15%)</b>					<b>\$ 37.909.059,01</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 290.636.119,11</b>

## ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIOS

### ITEM: LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO

#### I. EQUIPO.

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA	MES	\$ 300.000,00	27,22	\$ 11.021,31	
SUB-TOTAL					\$ 11.021,31

#### II. MATERIALES EN OBRA.

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
				\$ -	
SUB-TOTAL					\$ -

#### III. TRANSPORTES.

MATERIAL	VOL -PESO - CANT.	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNITARIO	
				\$ -		
SUB-TOTAL						\$ -

#### IV. MANO DE OBRA.

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	REND	VALOR UNITARIO
TOPÓGRAFO	\$ 1.457.250,00	185%	\$ 2.695.912,50	27,22	\$ 99.041,61
CADENERO 1	\$ 854.250,00	185%	\$ 1.580.362,50	27,22	\$ 58.058,87
CADENERO 2	\$ 653.250,00	185%	\$ 1.208.512,50	27,22	\$ 44.397,96
SUB-TOTAL					\$ 201.498,44
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 212.519,75

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: EXCAVACIÓN MECÁNICA EN MATERIAL COMÚN (INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL).

### I. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR (5%MO)		\$ 24.000,00	25	\$ 960,00
SUB-TOTAL				\$ 960,00

### II. MATERIALES DE OBRA.

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO
SUB-TOTAL			\$ -

### III. TRANSPORTES.

TRANSPORTE	VOL-PESO O CANTIDAD	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNITARIO
VOLQUETA (VJ)	0,020	8	0,16	\$ 134.400,00	\$ 21.504,00
SUB-TOTAL					\$ 21.504,00

### IV. MANO DE OBRA.

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDT	VALOR UNITARIO
OBROS (2)	\$ 42.000,00	185%	\$ 77.700,00	15	\$ 5.180,00
SUB-TOTAL					\$ 5.180,00

TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 27.644,00
---------------------	--------------

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

ITEM: TUBERÍA PVC DIÁMETRO 10"- 12"- 14"- 16"-18"-20". INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO DE LA OBRA, CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA (3/4 A 1) HASTA COTA CLAVE.

### I. EQUIPO.

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR-UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR (5%MO)		7372,8	25	294,912
HERRAMIENTA MENOR (5%MO)		7526,4	25	301,056
HERRAMIENTA MENOR (5%MO)		7680	25	307,2
HERRAMIENTA MENOR (5%MO)		7353,6	25	294,144
HERRAMIENTA MENOR (5%MO)		7987,2	25	319,488
HERRAMIENTA MENOR (5%MO)		8140,8	25	325,632
SUB-TOTAL				1842,432

### II. MATERIALES EN OBRA.

DESCRIPCIÓN		PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	VALOR-UNITARIO
TUBERÍA ALCANTARILLADO D=10		\$ 284.160,00	1	\$ 284.160,00
TUBERÍA ALCANTARILLADO D=12		\$ 290.080,00	1	\$ 290.080,00
TUBERÍA ALCANTARILLADO D=14		\$ 296.000,00	1	\$ 296.000,00
TUBERÍA ALCANTARILLADO D=16		\$ 283.420,00	1	\$ 283.420,00
TUBERÍA ALCANTARILLADO D=18		\$ 307.840,00	1	\$ 307.840,00
TUBERÍA ALCANTARILLADO D=20		\$ 313.760,00	1	\$ 313.760,00
SUB-TOTAL				\$ 1.775.260,00

### III. TRANSPORTES.

MATERIAL	VOL-PESO O CANT.	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNITARIO
			0		\$ -
SUB-TOTAL					\$ -

### IV. MANO DE OBRA.

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR-UNITARIO
OBROS (3)	\$ 80.640,00	185%	\$ 149.184,00	20	\$ 7.459,20

OBREROS (3)	\$ 82.320,00	185%	\$ 152.292,00	20	\$ 7.614,60
OBREROS (3)	\$ 84.000,00	185%	\$ 155.400,00	20	\$ 7.770,00
OBREROS (3)	\$ 80.430,00	185%	\$ 148.795,50	20	\$ 7.439,78
OBREROS (3)	\$ 87.360,00	185%	\$ 161.616,00	20	\$ 8.080,80
OBREROS (3)	\$ 89.040,00	185%	\$ 164.724,00	20	\$ 8.236,20
SUB-TOTAL					\$ 46.600,58
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 1.823.703,01</b>	

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: POZO DE INSPECCIÓN H=0-1.60m, D=1.20m, INCLUYE TAPA EN HIERRO

FORJADO E=0.20.

#### I. EQUIPO.

DESCRIPCION	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR (5%MO)		\$ 56.000,00	10	\$ 5.600,00
SUB-TOTAL				\$ 5.600,00

#### II. MATERIALES DE OBRA.

DESCRIPCIÓN		PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO
CONCRETO	M3	\$ 695.520,00	0,01	\$ 6.955,20
LADRILLO RECOCIDO	M2	\$ 1.520,00	1,03	\$ 1.565,60
RECEBO/ MATERIAL DE SUB BASE	M3	\$ 48.395,20	1,3	\$ 62.913,76
MARCO TAPA	UN	\$ 192.000,00	1	\$ 192.000,00
TAPA	UN	\$ 240.000,00	1	\$ 240.000,00
SUB-TOTAL				\$ 503.434,56

#### III. TRANSPORTES.

MATERIAL	VOL-PESO O CANT.	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNITARIO
			0		\$ -
SUB-TOTAL					\$ -

#### IV. MANO DE OBRA.

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OBREROS (4)	\$ 112.000,00	185%	\$ 207.200,00	15	\$ 13.813,33
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 522.847,89

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: RELLENO DE BRECHA, (RECEBO SELECCIONADO, COMPACTADO MANUAL ENCAPAS DE 10 CM)

### I. EQUIPO.

DESCRIPCION	TIPO	TARIFA /HORA	RENDIMIENTO	VALOR-UNITARIO
PLACA VIBRATORIA - RANA	DD	\$ 88.000,00	10	\$ 8.800,00
SUB-TOTAL				\$ 8.800,00

### II. MATERIALES EN OBRA

DESCRIPCIÓN		PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	VALOR-UNITARIO
RECEBO BASE B-600	M3	\$ 48.395,20	1,3	\$ 37.227,08
SUB-TOTAL				\$ 37.227,08

### III. TRANSPORTES.

MATERIAL	VOL-PESO O CANT.	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VALOR UNITARIO
			0		\$ -
SUB-TOTAL					\$ -

### IV. MANO DE OBRA.

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OBROS (4)	\$ 84.000,00	185%	\$ 155.400,00	8	\$ 19.425,00
SUB-TOTAL					\$ 19.425,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 522.847,89

*Anexo 11. Plano 1 (Levantamiento Topografico del tramo 1 Vereda San Lorenzo)*

*Anexo 12. Plano 2 (Cuencas Hidrográficas)*

*Anexo 13. Plano 3 (Plano Catastral Vereda San Lorenzo)*

*Anexo 14. Plano 4 (Mapa Satelital Vereda San Lorenzo)*

*Anexo 15. Cronograma de Actividades*