



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

**Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para  
la lotización “Las Mercedes”, perteneciente al cantón Guayaquil,  
ubicado en Km. 24 vía Daule, provincia del Guayas**

**AUTOR:**

**CHÉRREZ HERRERA, JOSÉ GABRIEL**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de**

**INGENIERO CIVIL**

**TUTORA:**

**Ing. Camacho Monar, Mélida Alexandra, M.SC.**

**Guayaquil, Ecuador**

**18 de septiembre del 2020**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**CERTIFICACIÓN**

El presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Chérrez Herrera, José Gabriel**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

**TUTORA**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Camacho Monar, Mélida Alexandra, M.SC.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther, M.Sc.**

**Guayaquil, a los 18 días del mes de septiembre del año 2020**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

### **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Chérrez Herrera, José Gabriel**

#### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la lotización “Las Mercedes”, perteneciente al cantón Guayaquil, ubicado en km. 24 vía Daule, provincia del Guayas**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 18 del mes de septiembre del año 2020**

#### **EL AUTOR**

f. \_\_\_\_\_  
**Chérrez Herrera, José Gabriel**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Chérrez Herrera, José Gabriel**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la lotización “Las Mercedes”, perteneciente al cantón Guayaquil, ubicado en km. 24 vía Daule, provincia del Guayas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 18 del mes de septiembre del año 2020**

**EL AUTOR**

f. \_\_\_\_\_  
**Chérrez Herrera, José Gabriel**

## Urkund Analysis Result

Analysed Document: Tesis José Chérrez 08-09-2020.doc (D78802884)  
Submitted: 9/9/2020 2:05:00 AM  
Submitted By: claglas@hotmail.com  
Significance: 7 %

### Sources included in the report:

TESIS KARLA PINARGOTE.docx (D64795925)  
RENE FRANCISCO GONZALEZ MAZA - 1 ..docx (D13059259)  
TESIS ALFRDO MALAVÉ VIÑAN.docx (D14830549)  
1568836724\_Proyecto Integrador Calle y Chuico.pdf (D55748012)  
<https://docplayer.es/125592625-Universidad-laica-eloy-alfaro-de-manabi-facultad-de-ingenieria-carrera-de-ingenieria-civil-tema-tesis-de-grado-previo-a-la-obtencion-de-titulo-de.html>  
<https://1library.co/document/ozlk4rq4-estudio-y-diseno-de-sistema-de-alcantarillado-pluvial-para-la-parroquia-tacamoros-canton-sozoranga-provincia-de-loja.html>

### Instances where selected sources appear:

18

TUTORA

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Mélida Alexandra Camacho Monar, M.SC.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco únicamente a la Universidad Católica por las excelentes personas que pude llegar a conocer, las cuales hicieron de mi carrera universitaria sea bien disfrutada, aquí pude conseguir verdaderos amigos tales como: Miguel, Fabricio, Danny, Pablito, Sebastián, Gabriel, los cuales me demostraron que aquel refrán de “En la universidad no encuentras amigos, solo competencia” inculcado antes de ingresar a la universidad es errado.

Un agradecimiento especial y de todo corazón a Capelia Carchi, la cual me brindó más apoyo que nadie en toda mi carrera universitaria, ejemplo a seguir desde que la conocí.

Fundamentalmente Gracias a Dios.

José Gabriel Chérrez Herrera

## DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de investigación a Dios que es siempre mi pilar principal y mi guía, por siempre bendecirme, acompañarme y brindarme seguridad en todos mis pasos.

A mis padres por la paciencia y cariño que me han dedicado, a mis hermanos por su compañía y apoyo.

A mi Abuelito José que desde el cielo espero alegrarlo con este triunfo en mi vida. También a mi querida Mamilita que con su cariño y buenos deseos siempre me ayuda a seguir adelante.

José Gabriel Chérrez Herrera



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL  
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Stefany Esther Alcívar Bastidas, Ph.D., M.Sc.**  
DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Xavier Plaza, M.Sc.**  
DOCENTE DE LA FACULTAD

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Clara Glas Cevallos M.Sc.**  
OPONENTE

FACULTAD FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL  
PERIODO UTE A-2020

**ACTA DE TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN  
TRABAJO DE TITULACIÓN**

En sesión del día 18 de septiembre de 2020, el Tribunal de Sustentación ha escuchado y evaluado el Trabajo de Titulación denominado "DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL SECTOR LAS MERCEDES KM 24 VIA DAULE", elaborado por el/la estudiante JOSE GABRIEL CHERREZ HERRERA, obteniendo el siguiente resultado:

Nombre del Docente-tutor	Nombres de los miembros del Tribunal de sustentación		
MELIDA ALEXANDRA CAMACHO MONAR	STEFANY ESTHER ALCIVAR BASTIDAS	FERNANDO JAVIER PLAZA VERA	CLARA CATALINA GLAS CEVALLOS
Etapas de ejecución del proceso e Informe final  10 /10	9.50 /10  Total: 20 %	8.80 /10  Total: 50 %	9.50 /10  Total: 30 %
Parcial: 50 %	Parcial: 50 %		
Nota final ponderada del trabajo de título: 9.58 /10			

Para constancia de lo cual los abajo firmantes certificamos.

Miembro 1 del Tribunal

Miembro 2 del Tribunal

Oponente

Docente Tutor

## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Justificación del Tema .....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General .....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Alcance .....	3
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Alcantarillado .....	5
2.2. Origen de las lluvias .....	5
2.3. Tipos de Sistemas de Alcantarillado .....	5
2.4. Elementos Importantes del Alcantarillado Pluvial .....	8
2.4.1. Estructuras de Captación .....	8
2.4.2. Boca de tormenta .....	8
2.4.3. Cordón de acera.....	8
2.4.4. Tubería de conexión.....	8
2.4.5. Cámara de Inspección .....	8
2.4.6. Estructuras de Conducción .....	8
2.4.7. Estructuras de conexión y mantenimiento.....	9
2.4.8. <i>Estructuras de Descarga</i> .....	10

2.4.9.	Estructuras Complementarias .....	10
2.5.	Población de Diseño .....	11
2.5.1.	Método Geométrico .....	11
2.6.	Criterio de diseño.....	11
2.7.	Relación q/Q .....	11
2.8.	Esfuerzo cortante $\tau$ .....	12
2.9.	Áreas Tributarias .....	12
2.10.	Caudal de diseño.....	12
2.11.	Periodo de retorno .....	13
2.12.	Número de Manning .....	13
2.13.	Coeficiente de escorrentía.....	13
2.14.	Tiempo de concentración .....	13
2.15.	Diámetro nominal mínimo.....	14
2.16.	Velocidades mínima y máxima .....	15
2.16.1.	Velocidad Mínima .....	15
2.16.2.	Velocidad Máxima.....	15
2.17.	Sumideros .....	15
2.17.1.	Sumideros de ventana o acera .....	15
2.17.2.	Sumideros de reja o calzada.....	16
2.17.3.	Sumideros mixtos o combinados .....	16
2.18.	Período de Diseño.....	17
2.19.	Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia .....	17

2.20.	Intensidad de Lluvia.....	17
2.21.	Hidrograma del Escurrimiento Superficial .....	17
2.22.	Cunetas .....	18
2.23.	Nomograma de Izzard .....	18
2.24.	Cuencas Tributarias .....	18
2.25.	Caudales de Aguas Lluvias .....	18
2.26.	Capacidad hidráulica .....	18
2.27.	Auto limpieza .....	18
2.28.	Análisis Estadístico Hidrológico.....	18
CAPÍTULO III.....		19
3.	DIÁGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	19
3.1.	Clima.....	20
3.2.	Flora.....	21
3.3.	Fauna.....	21
3.4.	Comidas Típicas .....	22
3.5.	Estudio Socioeconómico.....	22
3.5.1.	Análisis de Resultados .....	23
CAPÍTULO IV.....		24
4.	DESARROLLO DEL PROYECTO .....	24
4.1.	Trabajo en Campo .....	24
4.1.1.	Reconocimiento de Campo .....	24
4.1.2.	Levantamiento Topográfico del Sitio .....	25
4.2.	Consideraciones para el diseño de la red de alcantarillado pluvial.	27

4.2.1.	Valores utilizados para el diseño.....	27
4.2.2.	Pendientes mínimas y máximas.....	28
4.2.3.	Áreas de Aportantes.....	28
4.2.4.	Ecuaciones Pluviométricas .....	29
4.2.5.	Capacidad de las tuberías.....	29
4.3.	Dimensionamiento de las tuberías.....	30
4.4.	Tabla de resultados .....	31
4.5.	Cámaras de inspección .....	63
4.6.	Perfiles longitudinales .....	63
4.7.	Drenaje superficial .....	64
4.7.1.	Dimensionamiento de la cuneta .....	63
4.8.	Planos a presentar.....	64
4.9.	Presupuesto.....	65
4.10.	Cronograma Valorado .....	62
CAPÍTULO V.....		67
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
5.1.	Conclusiones .....	67
5.2.	Recomendaciones .....	68
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	69
7.	ANEXOS.....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM WGS84 .....	4
Tabla 2. Coeficientes de escorrentía según el tipo de zona. ....	13
Tabla 3. Velocidades máximas .....	15
Tabla 4. Ecuaciones pluviométricas para diferentes frecuencias .....	17
Tabla 5. Información general de la comunidad encuestada.....	23
Tabla 6 Valores usados en el Diseño. ....	27
Tabla 7. Datos para calcular la Intensidad.....	29
Tabla 8 tabla de resultados.....	32
Tabla 9 Resumen de las tuberías PVC.....	62
Tabla 10 Resumen de tuberías de Hormigón. ....	62
Tabla 11 Cantidad de cámaras de inspección. ....	63
Tabla 12 Presupuesto del proyecto. ....	66
Tabla 13 Cronograma Valorado.....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema típico de un sistema de alcantarillado sanitario.....	6
Figura 2. Sistema de alcantarillado pluvial.....	7
Figura 3. Gráfico de la clasificación de los sistemas de alcantarillado.....	7
Figura 4. Ejemplo de estructuras de captación .....	8
Figura 5. Ejemplos de estructuras de conducción .....	9
Figura 6. Estructura de conexión y mantenimiento .....	9
Figura 7. Estructuras complementarias .....	10
Figura 8. Sumideros de ventana o acera .....	16
Figura 9. Sumideros de reja o calzada .....	16
Figura 10. Sumideros mixtos o combinados .....	16
Figura 11. Vista de Las Mercedes. Tomado de Google Earth. ....	20
Figura 12. Entrada de la comuna Las Mercedes .....	20
Figura 13. Áreas verdes del sector .....	21
Figura 14. Ganado porcino de la zona.....	21
Figura 15. Localización del área de estudio.....	22
Figura 16. Reconocimiento de campo con el dron Phantom 4 Pro.....	24
Figura 17. Fotogrametría de Las Mercedes.....	25
Figura 18. Gps TopCom híper II usado para el levantamiento en Las Mercedes.....	25
Figura 19. El estudiante José Chérrez realizando el levantamiento. ....	26
Figura 20 Curvas de nivel cada 1 metro. ....	26
Figura 21 Trazado de la Red de colectores .....	27

Figura 22. Áreas de aportación.....	28
Figura 23 Perfil del Tramo N4-N5 en AKUA .....	63
Figura 24 Perfil del tramo N4-N5-N6-N7 en CAD .....	64
Figura 25 Calles trazadas para escurrimiento superficial. ....	62
Figura 26 Sección típica de vía.....	62
Figura 27 dimensiones de cuneta.....	63
Figura 28. Prime análisis, dato estadístico sobre el deseo de la población de tener un sistema de alcantarillado .....	71
Figura 29. Gráfico sobre la disposición de las habitantes a conectarse con el sistema. Chérrez.....	72
Figura 30. Gráfico sobre el monto que podrían cancelar por la construcción del alcantarillado. Chérrez .....	73
Figura 31. Tipo de posesión de las viviendas .....	73
Figura 32. Número de departamentos, pisos y uso de las viviendas. ....	30
Figura 33. Porcentaje de los habitantes que tengan acceso al agua potable .....	31
Figura 34. Fuentes para obtener agua potable y si poseen medidor .....	31
Figura 35. Volumen de agua que la comunidad consume al mes .....	32
Figura 36. Medios de eliminación de excretas, números de pozos sépticos y los costos que éste implica .....	33
Figura 37. Cantidad de moradores que cuentan con servicios eléctrico y telefónico .....	62
Figura 38. Modelo de la encuesta que se realizó a 300 personas de la comunidad Las Mercedes.....	64

## RESUMEN

El presente trabajo contiene el diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la lotización “Las Mercedes”, perteneciente al cantón Guayaquil, ubicado en km. 24 vía Daule, provincia del Guayas.

Este proyecto es de vital importancia para la comunidad ya que, en épocas invernales, al no contar con un sistema de drenaje para las aguas lluvias, estas podrían generar inundaciones que ocasionan malestar para los habitantes al crear foco de enfermedades que afectan la calidad de la vida de los habitantes de la lotización “Las Mercedes”.

El sistema de alcantarillado pluvial es un conjunto de tuberías e instalaciones secundarias que recogerían y conducirían el agua proveniente de la lluvia en Las Mercedes y sus alrededores, ayudando así a expulsar el agua hacia una zona de descarga y evitar posibles problemas de inundaciones.

Este sistema es de suma importancia en localidades donde existen altos índices de lluvia y superficies altamente impermeables.

***Palabras Claves: Hidrología, Caudal, Alcantarillado Pluvial, Periodo de Diseño, Área de Drenaje, Área de Inundación, Cuenca de Aportación, Área de la Cuenca***

## **ABSTRACT**

The present work contains the design and technical modeling of the storm sewer system for the “Las Mercedes” lotization, belonging to the Guayaquil canton, located in km. 24 via Daule, Guayas province.

This project could be considered important for this community since it has a high level of rainfall, so flooding can be observed throughout this town every winter, thus affecting the quality of the road and creating a focus of diseases.

The storm sewer system is a set of pipes and secondary installations that collect and conduct water from the rain, belonging to a community, and helping to expel the water and avoid possible problems such as floods.

This system is very important in locations where there are high rainfall rates and highly impermeable surfaces.

***Key Words: Hydrology, Water Flow, Storm Sewer, Design Period, Drainage Area, Flood Area, Isotherm, rainfall isohyets, Contribution Basin, Basin Area***

# **CAPÍTULO I**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Antecedentes**

Debido a múltiples enfermedades que surgieron a través del tiempo en Europa debido a problemas sanitarios, surgió la gran necesidad de diseñar e implementar sistemas sanitarios para abastecer la gran demanda de la población. La implementación de los sistemas sanitarios tuvo su inicio a finales del siglo XIX y este conllevó a un beneficio que redujo la tasa de mortandad a una tercera parte. Las redes iniciales de alcantarillado pluvial se construyeron primordialmente para transportar el agua de la lluvia que escurría por la superficie de las ciudades.

El sistema de alcantarillado pluvial posee como función primordial el manejo, control y conducción de forma correcta y eficiente la escorrentía del agua proveniente de la lluvia, nace de la necesidad de evitar problemas a la sociedad como son las inundaciones y posibles daños que éste acarrea, es separada del sistema de alcantarillado sanitario, y transportarla a un sitio donde no perjudique a los habitantes de una comunidad.

### **1.2. Justificación del Tema**

El servicio de alcantarillado es un indicador de la calidad de vida en una sociedad, respecto al alcantarillado pluvial, su función es evacuar el agua producto de las precipitaciones y así poder eliminar el índice de inundaciones en viviendas, establecimientos comerciales, vías, etc., también podría causar pérdidas o deterioro en las propiedades, por lo que es importante el diseño de la red pluvial.

Este sistema está conformado por una red de tuberías e instalaciones secundarias que facilitan la operación y mantenimiento. Gracias a este sistema de alcantarillado se elimina el riesgo de creación y transmisión de enfermedades, mejorando la calidad de vida en la comunidad.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Realizar el diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la población del sector de Las Mercedes, ubicado en el km 24 vía a Daule de la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Realizar el diagnóstico de la situación actual en cuanto a servicios básicos y población del sector “Las Mercedes”
- Delimitar áreas de la Zona para así trazar vías necesarias dentro del sector “Las Mercedes” gracias a la fotogrametría realizada con sistema drone.
- Realizar el diseño del sistema de alcantarillado pluvial con la condición de evitar futuras inundaciones.
- Diseño de cunetas en la zona cercana al río, donde no se es necesario un sistema de alcantarillado por tuberías.
- Realizar el presupuesto y cronograma valorado del diseño propuesto.

### **1.4. Alcance**

El alcance de esta investigación es diseñar el Sistema de Alcantarillado Pluvial que cumpla con los parámetros de diseño y las normativas técnicas aplicables.

En el modelo de la red de alcantarillado Pluvial se utilizará el Software Akua y Arcgis para el cálculo hidrológico de las cuencas aportantes y el diseño de la red pluvial, se determinará parámetros de diseño como: diámetros, velocidades, cotas y demás utilizando la norma técnica aplicable.

Las coordenadas UTM WGS84 son:

**Tabla 1. Coordenadas UTM WGS84**

<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
614230	9779001
614869	9779170
615143	9778709
614776	9778332

***Realizado por: José Gabriel Chérrez Herrera***

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Alcantarillado**

Se define como alcantarillado a un grupo de estructuras y tuberías que tiene la finalidad de transportar aguas residuales ya sean proveniente de las lluvias (pluviales) o sanitarias, desde el sitio donde se crean o agrupan hasta el lugar de descarga.

#### **2.2. Origen de las lluvias**

Su origen es generado por la condensación de vapores que se crean tanto por origen humano como natural. Al calentarse la superficie de la tierra, las partículas que contengan líquido se evaporizan y se dirigen a la atmósfera donde existe una temperatura menor, generando así una condensación, que comúnmente se la conoce como lluvia.

#### **2.3. Tipos de Sistemas de Alcantarillado**

Existen múltiples tipos de sistemas de alcantarillado, para empezar, se dividen en dos grandes ramas:

- **Convencionales**

Son alcantarillados que se trabajan por gravedad y son grandes redes de tuberías que están por debajo de la tierra y transportan aguas negras, grises y de lluvia, desde los hogares a plantas de tratamiento.

- **Alcantarillado Separado**

Es aquel que aparta en colectores distintos el agua residual, que se movilizan por medio de tubos conectados con residuos sanitarios, del agua que procede de la precipitación, el sistema utilizado para este se llama drenaje pluvial. (López, 2003)

- **Alcantarillado Sanitario**

Es una red que normalmente está conformado de tuberías, en la que se desaloja o evacúa de forma veloz y segura todas las aguas negras y grises pertenecientes a hogares (domésticas) o industriales, éstas se dirigen a una planta de tratamiento para luego enviarlas a una masa de agua natural, como los ríos. (López, 2003)



*Figura 1. Sistema típico de un sistema de alcantarillado sanitario*

- **Alcantarillado Pluvial**

Es un sistema de alcantarillado que retiene y transporta las aguas lluvias para su colocación final, éstas pueden ser “infiltración, almacenamiento o depósitos y cauces naturales”. (McGhee, 1999)

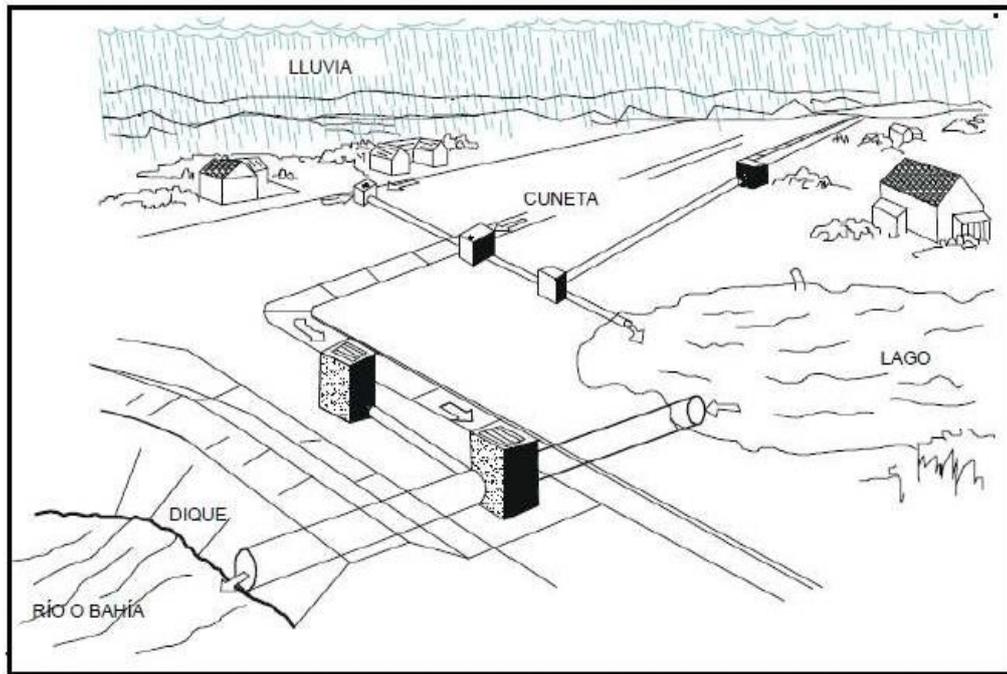


Figura 2. Sistema de alcantarillado pluvial

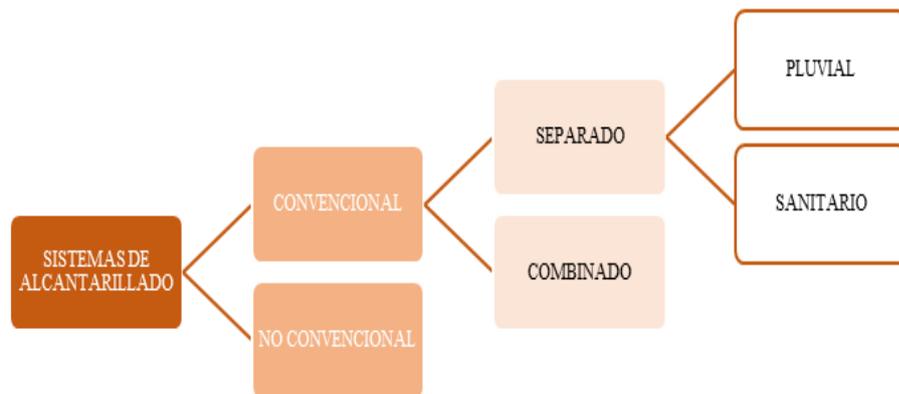


Figura 3. Gráfico de la clasificación de los sistemas de alcantarillado.

Realizado por: José Gabriel Chérrez Herrera

## **2.4. Elementos Importantes del Alcantarillado Pluvial**

### **2.4.1. Estructuras de Captación**

Son todas aquellas que van recolectando las aguas lluvias para luego conducir las a la descarga (cauces, ríos, etc.) (Pérez, 2013)



***Figura 4. Ejemplo de estructuras de captación***

### **2.4.2. Boca de tormenta**

Es un elemento que tiene como función recoger el fluido que se encuentra en la superficie, es una cámara y se lo localiza bajo la vereda. (Méndez, 2015)

### **2.4.3. Cordón de acera**

Es aquel bordillo de hormigón que divide la vía de la vereda. (López, 2003)

### **2.4.4. Tubería de conexión**

Es aquella que junta la boca de tormenta con la cámara de inspección. (McGhee, 1999)

### **2.4.5. Cámara de Inspección**

Une los diversos colectores o podría también recoger las tuberías de conexión. (McGhee, 1999)

### **2.4.6. Estructuras de Conducción**

“Transportan las aguas recolectadas por las estructuras de captación hacia sitios de tratamiento o vertido. Representan la parte medular de un sistema

de alcantarillado y se forman con conductos cerrados y abiertos conocidos como tuberías y canales, respectivamente”. (McGhee, 1999)



*Figura 5. Ejemplos de estructuras de conducción*

#### **2.4.7. Estructuras de conexión y mantenimiento**

Facilitan la conexión y mantenimiento de los conductos que forman la red de alcantarillado, pues además de permitir la conexión de varias tuberías, incluso de diferente diámetro o material, también disponen del espacio suficiente para que un hombre baje hasta el nivel de las tuberías y maniobre para llevar a cabo la limpieza e inspección de los conductos; tales estructuras son conocidas como pozos de visita. (Pérez, 2013)



*Figura 6. Estructura de conexión y mantenimiento*

#### **2.4.8. Estructuras de Descarga**

“Son estructuras terminales que protegen y mantienen libre de obstáculos la descarga final del sistema de alcantarillado, pues evitan posibles daños al último tramo de tubería que pueden ser causados por la corriente a donde descarga el sistema o por el propio flujo de salida de la tubería”. (Vierendel, 2009)

#### **2.4.9. Estructuras Complementarias**

Se consideran dentro de este grupo a todas aquellas estructuras que en casos específicos forman parte de un sistema de alcantarillado pluvial, para resolver un problema determinado, y que resultan importantes para el correcto funcionamiento del sistema. Tales como:

- (1) Estructuras de retención.
- (2) Estructuras de detención.
- (3) Estructuras de infiltración.
- (4) Estructuras de filtración.
- (5) Estructuras de limpieza, remoción y medición.

(Pérez, 2013)



*Figura 7. Estructuras complementarias*

## **2.5. Población de Diseño**

Al momento de construir un sistema de alcantarillado, esta se debe diseñar para cubrir una necesidad en un tiempo futuro, ya que la población a través de los años aumenta, así también la demanda exigida. La población de diseño normalmente se calcula con un periodo de 10 a 40 hasta 50 años después.

### **2.5.1. Método Geométrico**

Se asume que el crecimiento de la población es proporcional al tamaño de ésta.

## **2.6. Criterio de diseño**

El sistema de alcantarillado pluvial se diseñó de acuerdo a la Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable y Disposición De Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores A 1000 Habitantes Y Especificaciones Técnicas emitidas por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias y el Instituto Ecuatoriano De Obras Sanitarias, IEOS, para la Lotización "Las Mercedes" ubicada en el Km 24 Vía A Daule, cantón Guayaquil, provincia de Guayas, en condiciones de confiabilidad y economía.

## **2.7. Relación $q/Q$**

Para este criterio se basó en Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable y Disposición De Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores A 1000 Habitantes, en su numeral 5.2.1.10, literal C, indica lo siguiente:

"Que la tubería nunca funcione llena y que la superficie del líquido, según los cálculos hidráulicos de: posibles saltos, de curvas de remanso, y otros fenómenos, siempre esté por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación

del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos”. (Secretaría del Agua, 2014).

Por tal motivo se recomienda que la relación  $\frac{q}{Q} \leq 0.85$ .

## 2.8. Esfuerzo cortante $\tau$

El esfuerzo cortante del sistema de tuberías se lo calcula con el objetivo de verificar su condición de autolimpieza en condiciones iniciales de diseño. (López, 2003). Se recomienda que  $\tau \geq 0.12$ . Se lo calcula con la siguiente ecuación.

$$\tau = RS\gamma$$

En donde:

- $\tau =$  Esfuerzo cortante  $N/m^2$
- $R =$  Radio hidráulico de la sección de flujo,  $m$
- $S =$  Pendiente del sistema,  $m/m$ .
- $\gamma =$  Peso específico del agua residual,  $KN/m^3$

## 2.9. Áreas Tributarias

“Áreas que contribuyen al escurrimiento de aguas residuales y/o aguas pluviales”. (Secretaría del Agua, 2014)

## 2.10. Caudal de diseño

“El caudal de diseño es el volumen de agua que llegara a las obras de drenaje. Es el consumo que se espera realice la población de diseño durante un periodode un día”. (McGhee, 1999)

### 2.11. Periodo de retorno

Es el supuesto tiempo o el tiempo promedio entre 2 eventos de poca probabilidad.

### 2.12. Número de Manning

Es el coeficiente que depende de la rugosidad del material de muros o paredes por donde se desliza el agua. (McGhee, 1999)

### 2.13. Coeficiente de escorrentía

Interagua facilita una tabla con algunos valores de coeficientes de escorrentía para diferentes tipos de zona, siempre y cuando los periodos de retorno se encuentren entre 2-10 años (Ver *Tabla 2*).

Tipo de zona	C
Zonas centrales densamente construidas con vías y calzadas pavimentadas	0.70-0.90
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0.70
Zonas residenciales medianamente pobladas	0.55-0.65
Zonas residenciales con baja densidad	0.35-0.55
Parques y campos de deportes	0.10-0.20

*Tabla 2. Coeficientes de escorrentía según el tipo de zona. (Interagua, 2015)*

### 2.14. Tiempo de concentración

Tiempo que se necesita para que el agua lluvia que escurre llegue desde el sitio más distante del área tributaria hacia el punto en apreciado.

El tiempo de concentración (1) se calcula sumando el tiempo de inicial (2) y el tiempo de recorrido (3).

(CPE INEN, 1992) recomienda tiempos iniciales de 10-30 min para zonas urbanas.

(1)

$$t_c = t_i + t_r$$

tc: Tiempo de concentración (min)

ti: Tiempo inicial (min)

tr: Tiempo de recorrido (min)

(2)

$$t_i = \frac{0.0195 L^{0.77}}{s^{0.885}}$$

ti: Tiempo inicial (min)

L: Longitud del cauce principal (m)

s: Pendiente entre el punto más alejado y la primera entrada del alcantarillado

(3)

$$t_r = \frac{L}{60v}$$

tr: Tiempo de recorrido (min)

L: Longitud del tramo (m)

v: Velocidad real del agua en el alcantarillado (m/s)

### 2.15. Diámetro nominal mínimo

El diámetro mínimo con el que se diseñó la red de alcantarillado pluvial es de 250mm en tuberías de PVC. (Interagua, 2015)

## 2.16. Velocidades mínima y máxima

### 2.16.1. Velocidad Mínima

“Mínima velocidad permitida en las alcantarillas con el propósito de prevenir la sedimentación de material sólido”. (Secretaría del Agua, 2014)

La velocidad del agua con la que debe transitar tiene que ser mayor a 0.6 m/s para impedir su acumulación y cumplir con su autolimpieza.

### 2.16.2. Velocidad Máxima

“Máxima velocidad permitida en las alcantarillas para evitar la erosión”. (Secretaría del Agua, 2014). Las velocidades máximas dependerán según su material de construcción, como se observa en la tabla:

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA m/s
Hormigón simple: Con uniones de mortero.	4
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5 – 4
Asbesto cemento	4,5 – 5
Plástico	4,5

**Tabla 3. Velocidades máximas.** (Secretaría del Agua, 2014)

## 2.17. Sumideros

“Estructuras que permiten el ingreso de la escorrentía pluvial al sistema de alcantarillado pluvial”. (Secretaría del Agua, 2014)

### 2.17.1. Sumideros de ventana o acera

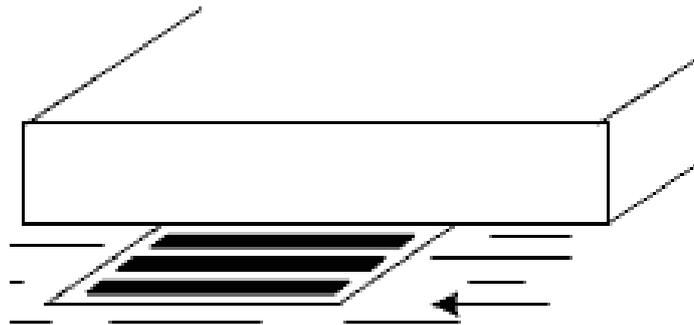
Es una abertura que se encuentra en la parte inferior de los bordillos y tienen forma de ventana. (McGhee, 1999)



**Figura 8. Sumideros de ventana o acera**

### **2.17.2. Sumideros de reja o calzada**

Está basado en una abertura en la vía, protegida por una reja y evitar problemas con el tránsito, ésta recoge las aguas lluvias. (McGhee, 1999)



**Figura 9. Sumideros de reja o calzada**

### **2.17.3. Sumideros mixtos o combinados**

Es una mezcla del sumidero de ventana y de reja, ya que posee dos aberturas, una en el bordillo y otra en la calle protegida por una reja. (McGhee, 1999)



**Figura 10. Sumideros mixtos o combinados**

## 2.18. Período de Diseño

Es el tiempo en que la obra podrá trabajar al 100% de su capacidad.

## 2.19. Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia

“Curvas que proporcionan la intensidad máxima de lluvia, para una duración y frecuencia determinadas”. (Secretaría del Agua, 2014)

## 2.20. Intensidad de Lluvia

Es la precipitación por unidad de tiempo, sus unidades son mm/h.

Con las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia de la ciudad de Guayaquil, se calcula las intensidades, considerando la ecuación de intensidad (4).

(4)

$$i = \frac{c}{d^e + f}$$

T (años)	c	e	f
2	742,53	0,63	5,47
5	570,75	0,50	2,35
10	521,00	0,45	1,49
25	486,47	0,40	0,88
50	471,72	0,37	0,59
100	463,15	0,35	0,38

**Tabla 4. Ecuaciones pluviométricas para diferentes frecuencias.**

**(Interagua, 2015)**

## 2.21. Hidrograma del Escurrimiento Superficial

“Representación gráfica de las variaciones del escurrimiento superficial en orden cronológico. (Secretaría del Agua, 2014)

## **2.22. Cunetas**

Es un componente que se encuentran en las vías y sirve para transportar superficialmente las aguas pertenecientes a la precipitación, hasta entrar a los conductos mediante los sumideros.

## **2.23. Nomograma de Izzard**

Este nomograma ayuda a calcular la altura de agua en el bordillo de acera para un caudal dado o viceversa y así proponer un diseño geométrico óptimo a la cuneta. En los cálculos se debe tener presente que la altura de agua obtenida es para una pendiente longitudinal de cuneta suficiente para formar un escurrimiento superficial uniforme.

## **2.24. Cuencas Tributarias**

“Área receptora de la precipitación que alimenta parcial o totalmente el escurrimiento de un curso de agua”. (Secretaría del Agua, 2014)

## **2.25. Caudales de Aguas Lluvias**

“Volúmenes de agua por unidad de tiempo de escurrimiento superficial, producto de la precipitación”. (Secretaría del Agua, 2014)

## **2.26. Capacidad hidráulica**

Capacidad de carga o envío de un conducto con especificaciones definidas en circunstancias fijas.

## **2.27. Auto limpieza**

Proceso donde se condiciona que la velocidad del agua en un conducto impida la sedimentación de sólidos.

## **2.28. Análisis Estadístico Hidrológico**

“Estudio de datos hidrológicos observados en un determinado tiempo, con el propósito de efectuar su proyección para un período mayor”. (Secretaría del Agua, 2014)

## CAPÍTULO III

### 3. DIÁGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Se efectuará el diseño del sistema pluvial para minimizar lo máximo posible los deterioros que las aguas lluvias podrían provocar a la comunidad y a las demás obras en su alrededor, sin alterar la vida cotidiana de los habitantes al momento de la época de invierno.

Sin lugar a duda y como es ya conocido, muchos cantones de la provincia del Guayas carecen de un buen sistema de alcantarillado pluvial, (Olmos, 2004):

Este Diario constató en un recorrido que de los 28 cantones de Guayas 6 carecen en absoluto del servicio de alcantarillado sanitario y pluvial; 14 localidades poseen un deficitario sistema que data en algunos casos de hace más de 40 años y cubre solo entre el 20% y 50% de la población. En solo ocho cantones el servicio abarca entre el 60% y 95%... Isidro Ayora, Colimes, Jujan, Salitre y Simón Bolívar completan la lista de cantones que carecen de canalización... “Los municipios pequeños no podemos hacer nada por estos sistemas, pues no nos alcanzan los recursos”, menciona el alcalde de Simón Bolívar, Johnny Firmat. El funcionario explica que, con mucho esfuerzo, el Municipio ejecutó los estudios de un proyecto de alcantarillado sanitario y fluvial y para su ejecución se necesita un presupuesto de \$ 3,8 millones. El plan fue entregado al Fondo de Solidaridad para su financiamiento. Firmat señala que una obra de este tipo es imposible realizarla con fondos propios. En su caso, el Municipio percibe como ingresos establecidos por la ley un promedio de \$ 980 mil anuales, con los descuentos de ley.

Las Mercedes disfrutan de tierras competentes para productos de corto ciclo, así como también la economía de la comuna se desarrolla fábricas y en criaderos de animales para el consumo humano.

Los límites del sector a grosso modo son:

- Norte: Cantón Nobol

- Sur: Guayaquil
- Este: Río Daule
- Oeste: Urbanización Lago de Capeira



**Figura 11. Vista de Las Mercedes. Tomado de Google Earth.**

### 3.1. Clima

La atribución de las corrientes frescas de Humboldt y calorosa de El Niño, generan un clima de tipo tropical caluroso, con muy altas temperaturas en la mayor parte del año y en invierno lluvias que generalmente desembocan en inundaciones.



**Figura 12. Entrada de la comuna Las Mercedes**

### **3.2. Flora**

Es un sitio donde se ha industrializado y se encuentran diversos galpones por lo que se divisan rastros de flora en el fondo de la comunidad, en un cerro cercano, además de los árboles típicos de la zona tropical.



***Figura 13. Áreas verdes del sector***

### **3.3. Fauna**

En este sector, varios de sus habitantes se dedican a la ganadería, tales como ganado ovino, ganado bovino, ganado porcino y de aves.



***Figura 14. Ganado porcino de la zona***

### **3.4. Comidas Típicas**

Entre sus platos típicos de esta comuna se recalcan la apetitosa fritada de chanco, las tortillas de maíz, arroz con menestra y carne al carbón, el seco de gallina criolla y seco de borrego.



**Figura 15. Localización del área de estudio**

### **3.5. Estudio Socioeconómico**

Se escogió el método de encuestas para poder obtener información socioeconómica sobre el actual estado de la comuna, donde se observa el número de habitantes por hogares de la comuna Las Mercedes ubicada en el Km 24 vía Daule.

Se notificó a los directivos de la comunidad para organizar día, hora y fecha para poder hablar de forma ordenada con 300 personas, habitantes de Las Mercedes, y poder realizar las encuestas elaboradas.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

## INFORMACIÓN GENERAL

<b>POBLACIÓN TOTAL</b> 3125	Hab	<b>ÁREA TOTAL</b> 13,9380	Ha	<b>DENSIDAD POBLACIONAL</b> 224,21
<b># DE LOTES</b> 275	Lotes	<b># DE LOTES VACÍOS</b> 33		

*Tabla 5. Información general de la comunidad encuestada*

### 3.5.1. Análisis de Resultados

El 100% de los moradores de Las Mercedes desearían que se les coloque el alcantarillado pluvial y sanitario, esta comunidad actualmente goza de alcantarillado pluvial en un muy limitado sector y desearían que se cubra esta necesidad por completo. Todos los moradores estarían dispuestos a conectarse al sistema de alcantarillado y estarían dispuestos a pagar 150 dólares por la conexión del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario

Todos los encuestados tienen vivienda propia. El 86%, en su vivienda posee 1 departamento, el 7% 2 departamentos, 6% 3 departamentos y 1% respondió que poseen 4 departamentos en sus viviendas. El 82% de la muestra aseguró que sus establecimientos son de 1 piso y el 18% posee 2 pisos. El 96% de las personas indicó que usó su terreno para vivienda, el 2% para uso comercial, el 1% en industrias y otro 1%, institucional.

El 91% de los encuestados sí tiene acceso al agua potable y el 9% no posee este servicio básico. El 91% agua potable mediante la red municipal del agua y el 9% no tiene acceso. El 91% de la muestra posee medidor y el otro 9% no lo tiene. El 80% ocupa más de 15m<sup>3</sup> de agua, el 13% de 5 a 15m<sup>3</sup> y el 7% restante utiliza de 0 a 5m<sup>3</sup> de agua mensual.

El 100% de los moradores usan pozos sépticos como medio de eliminación de sus excretas; el 97% posee sólo 1 pozo y el 3% restante tiene 2 pozos para comodidad; toda la muestra paga al año máximo \$100 dólares al año por la limpieza de sus pozos. El 88% de los habitantes poseen electricidad, el 12% no tienen este servicio básico; el 94% cuenta con el servicio telefónico convencional y el 6% poseen teléfonos móviles.

## CAPÍTULO IV

### 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

Se recopiló información básica sobre las materias relacionadas al cálculo de diseños, implementando diversos tipos de fuentes de información. Adicionalmente, se ejecutó trabajos de Topografía para obtener información importante y ubicar los puntos más vulnerables a inundaciones.

#### 4.1. Trabajo en Campo

##### 4.1.1. Reconocimiento de Campo

Para el reconocimiento de campo se realizó un vuelo con el drone Phantom 4 Pro para obtener una fotogrametría del sector de estudio.



***Figura 16. Reconocimiento de campo con el drone Phantom 4 Pro.***



**Figura 17. Fotogrametría de Las Mercedes.**

#### **4.1.2. Levantamiento Topográfico del Sitio**

Posteriormente a la fotogrametría se procedió a realizar el levantamiento topográfico de altimetría con el Gps TopCom híper II. Se solicitó una carta Rines al IGM el domingo 8 de diciembre del 2019, para así tener coordenadas UTM WGS84 zona 17S y elevaciones.



**Figura 18. Gps TopCom híper II usado para el levantamiento en Las Mercedes.**



**Figura 19. El estudiante José Chérrez realizando el levantamiento.**

Con el levantamiento topográfico y la fotogrametría, se realizó las curvas de nivel cada 1 metro en el plano. Con estas curvas se ejecutó un trazado de red colocando los colectores a diseñar en los puntos más bajos de cada área y en las intersecciones de la red, guiándose con el canal abierto de tierra existente y las calles de la comunidad, además de considerar los colectores existentes.



**Figura 20 Curvas de nivel cada 1 metro.**



**Figura 21 Trazado de la Red de colectores**

## 4.2. Consideraciones para el diseño de la red de alcantarillado pluvial

### 4.2.1. Valores utilizados para el diseño.

Datos del diseño según normativas:

<b>Periodo de Diseño</b>	25 años
<b>Excavación mínima</b>	1,2 m.
<b>Coefficiente de Rugosidad</b>	0,013
<b>Coefficiente de Escorrentía</b>	0,7
<b>Tiempo de Concentración</b>	10 min.
<b>Periodo de Retorno</b>	3 años
<b>Velocidad</b>	$0.70 \text{ m/s} \leq v \leq 4.50 \text{ m/s}$
<b>Relación q/Q</b>	$\leq 0,85$
<b>Fuerza Tractiva</b>	$Tr \geq 0.10 \text{ kg/m}^2$ .

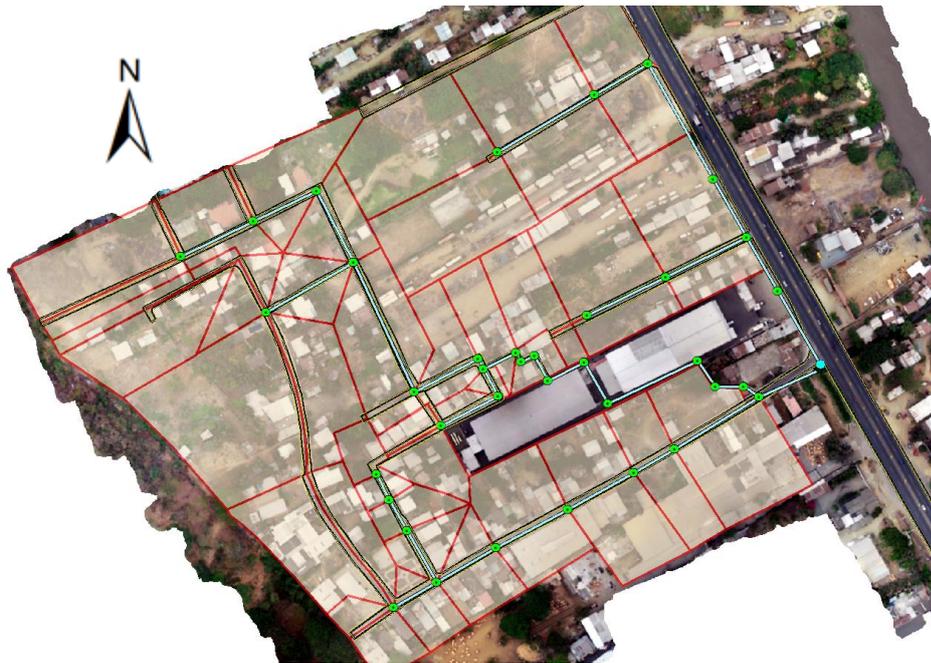
**Tabla 6 Valores usados en el Diseño.**

#### 4.2.2. Pendientes mínimas y máximas

Para la pendiente de la tubería se consideró la pendiente natural del terreno, en los sectores donde la velocidad del flujo era más baja que la mínima y en los casos donde el diámetro calculado sea mayor de 900 mm, se procedió a aumentar la pendiente para así lograr velocidades óptimas.

#### 4.2.3. Áreas de Aportantes

La selección de áreas tributarias o cuencas de aportación se consideraron en función de la topografía del terreno, sus pendientes y colectores del trazado de la red pluvial.



**Figura 22. Áreas de aportación.**

#### 4.2.4. Ecuaciones Pluviométricas

Se realizó interpolaciones para calcular los valores de “c”, “e” y “f” para un periodo de retorno de 3 años.

Frecuencia de diseño	3 años
c	685.27
e	0.59
f	4.43

**Tabla 7. Datos para calcular la Intensidad. (Chérrez, 2020)**

#### 4.2.5. Capacidad de las tuberías

Para el diseño del proyecto se utilizó el método racional para determinar el caudal de la tubería parcialmente llena (5).

**(5)**

$$Q = 0.00278 * C * I * A$$

Donde:

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia (mm/h)

A: Área de drenaje (ha)

### **4.3. Dimensionamiento de las tuberías**

Para el cálculo del diámetro de las tuberías y el caudal a tubo lleno, se utilizó la ecuación de Manning.

Además, se desarrolló el catálogo para diámetros menores a 900 mm de Novafort de Plastigama y el catálogo de Ecuconductos C. LTDA. para diámetros mayores se utilizó el catálogo de tuberías de hormigón armado.

#### 4.4. Tabla de resultados

Cámaras de Inspección		Longitud	Pendiente	Diametro int. comercial	Caudal de diseño [Q]>=0.0015	Q/Qo<=0.85	Velocidad real 0.6=<[v]<=4.5	Fuerza tractiva [Tr]>=0.1	Cota Terreno		Cota de Invert		Profundidad total de excavación	
		m	m/m	m	m3/s		m/s	kg/m2	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
E2	E3	35,44	0,0050	0.50	0,15	0,57	1,4	0,656	11,24	11,06	9,72	9,54	1,69	1,69
E3.1.	E3.2	20,79	0,0340	0.50	0,02	0,02	1,42	1,074	13,71	13,01	12,19	11,48	1,69	1,70
E3.2	E.3.3	25,60	0,0310	0.50	0,03	0,04	1,65	1,321	13,01	12,22	11,42	10,63	1,76	1,76
E3.3	E3	42,93	0,0270	0.50	0,05	0,08	1,89	1,565	12,22	11,06	10,55	9,39	1,84	1,84
E3	E4	49,41	0,0050	0.60	0,25	0,58	1,59	0,792	11,06	11,64	9,16	8,91	2,07	2,90
E4	E5	58,33	0,0090	0.60	0,29	0,5	2,06	1,349	11,64	11,09	8,85	8,32	2,97	2,94
E5	E6	53,95	0,0240	0.60	0,37	0,39	3,16	3,271	11,09	9,78	8,04	6,74	3,23	3,21
E6	E7	33,25	0,0170	0.60	0,47	0,58	2,94	2,693	9,78	9,22	6,74	6,18	3,21	3,22
E7	E8	71,32	0,0080	0.70	0,63	0,76	2,37	1,616	9,22	9,27	6,10	5,52	3,30	3,93
E8	DESCARGA	44,589	0,0230	0.80	1,48	0,74	4,37	5,267	9,27	8,25	5,18	4,16	4,28	4,28
E1	N4	71,76	0,0570	0.40	0,37	0,74	4,33	6,527	14,59	10,47	13,17	9,08	1,59	1,56
N1	N2	57,67	0,0890	0.25	0,10	0,58	3,75	5,874	17,31	12,21	16,05	10,91	1,43	1,46
N2	N3	50,12	0,0060	0.50	0,16	0,54	1,52	0,772	12,21	11,92	10,79	10,49	1,59	1,60
N3	N4	57,25	0,0040	0.60	0,22	0,56	1,71	0,625	11,92	11,71	10,34	10,11	1,75	1,78
N4	N5	102,85	0,0020	0.90	0,63	0,78	1,41	0,523	11,71	11,50	9,08	8,87	2,82	2,82
N5	N6	51,2	0,0060	0.90	0,71	0,51	2,21	1,360	11,50	11,21	8,79	8,48	2,90	2,92
N6	N7	8,5	0,0020	1.00	0,75	0,7	1,48	0,563	11,21	11,23	8,30	8,29	3,19	3,22
N7.1	N7.2	46,41	0,0360	0.25	0,04	0,37	2,13	2,002	12,88	11,20	11,52	9,84	1,53	1,52
N7.2	N7	21,97	0,0020	0.36	0,06	0,81	0,77	0,214	11,20	11,23	9,70	9,66	1,66	1,74

Cámaras de Inspección		Longitud	Pendiente	Diametro int. comercial	Caudal de diseño [Q] >= 0.0015	Q/Qo <= 0.85	Velocidad real 0.6 <= [v] <= 4.5	Fuerza tractiva [Tr] >= 0.1	Cota Terreno		Cota de Invert		Profundidad total de excavación	
		m	m/m	m	m3/s		m/s	kg/m2	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
N7	N8	26,033	0,015	1.00	0,80	0,27	3,17	2,935	11,23	10,39	8,08	7,69	3,43	2,98
N8	N9	7,6	0,003	1.00	0,84	0,64	1,77	0,820	10,39	10,37	7,40	7,38	3,27	3,27
N9	N10	10,8	0,015	1.00	0,84	0,28	3,21	2,979	10,37	10,05	7,16	7,00	3,49	3,33
N10	N11	20,1	0,007	1.00	0,83	0,42	2,44	1,638	10,05	9,91	6,74	6,60	3,59	3,59
N11	N12	29,25	0,003	1.00	0,84	0,64	1,77	0,820	9,91	9,07	6,46	6,37	3,73	2,97
N12	N13	34,482	0,001	1.20	0,83	0,68	1,17	0,334	9,07	9,05	6,18	6,14	3,19	3,21
N13	N14	71,113	0,001	1.20	0,82	0,66	1,16	0,331	9,05	9,57	6,11	6,04	3,25	3,84
N14	N15	22,36	0,001	1.20	0,81	0,66	1,16	0,331	9,57	9,43	6,00	5,98	3,87	3,75
N15	N16	20	0,001	1.20	0,81	0,65	1,16	0,330	9,43	9,31	5,96	5,94	3,77	3,67
N16	E8	13,27	0,001	1.20	0,80	0,65	1,16	0,330	9,31	9,27	5,91	5,90	3,70	3,68
N19,1	N19,2	80,77	0,002	0.80	0,36	0,61	1,23	0,430	10,00	11,88	8,17	8,00	2,03	4,06
N19,2	N19	43	0,002	0.80	0,36	0,6	1,23	0,427	11,88	10,68	8,01	7,92	4,06	2,94
N19	N20	95,18	0,002	0.80	0,43	0,72	1,28	0,454	10,68	11,49	7,67	7,48	3,20	4,20
N20	N21	47,85	0,002	0.80	0,42	0,71	1,28	0,452	11,49	10,54	7,48	7,38	4,19	3,34
N21.1	N21.2	62,5	0,002	0.60	0,17	0,63	1,03	0,326	9,03	10,00	7,40	7,28	1,80	2,90
N21.2	N21	64,38	0,002	0.70	0,28	0,67	1,15	0,388	10,00	10,54	7,19	7,06	2,99	3,66
N21	N22	44,97	0,002	0.90	0,68	0,84	1,43	0,534	10,54	8,68	6,81	6,72	3,92	2,15
N22	DESCARGA	62,45	0,01	0.90	0,68	0,37	2,63	2,002	8,68	8,16	6,70	6,07	2,17	2,28

Tabla 8 tabla de resultados

Es importante mencionar que, para obtener estos resultados de la tabla, se procedió a calcular otras variables y realizar múltiples iteraciones hasta cumplir con los parámetros mínimos y máximos mencionados anteriormente.

Como se puede observar, para los diferentes trayectos de tuberías, se confirmó el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- El caudal de diseño  $Q_0 \geq 0.0015 \text{ m}^3/\text{s}$ ,
- La correlación entre caudal de diseño y caudal a tubo lleno  $Q/Q_0 \leq 0.85$
- La inexistencia de sedimentación por autolimpieza y erosión manteniendo una velocidad  $0.70 \text{ m/s} \leq v \leq 4.50 \text{ m/s}$
- Fuerza tractiva  $Tr \geq 0.10 \text{ kg/m}^2$ .

En resumen, se obtuvo las siguientes cantidades:

<b>TUBERIAS DE PVC</b>	
<b>SECCION (mm)</b>	<b>LONGITUD (m)</b>
250	104,08
500	201,10
600	62,50
700	301,80
800	143,03
900	147,82

**Tabla 9 Resumen de las tuberías PVC. (Chérrez 2020)**

<b>TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO</b>	
<b>SECCION (mm)</b>	<b>LONGITUD (m)</b>
1000	29,25
1,200.0	71,11
1260	107,52
1500	55,63

**Tabla 10 Resumen de tuberías de Hormigón. (Chérrez 2020)**

#### 4.5. Cámaras de inspección

Para la conexión de las tuberías se tomó en cuenta las cámaras de inspección de hormigón armado sugeridas por (Interagua, 2015)

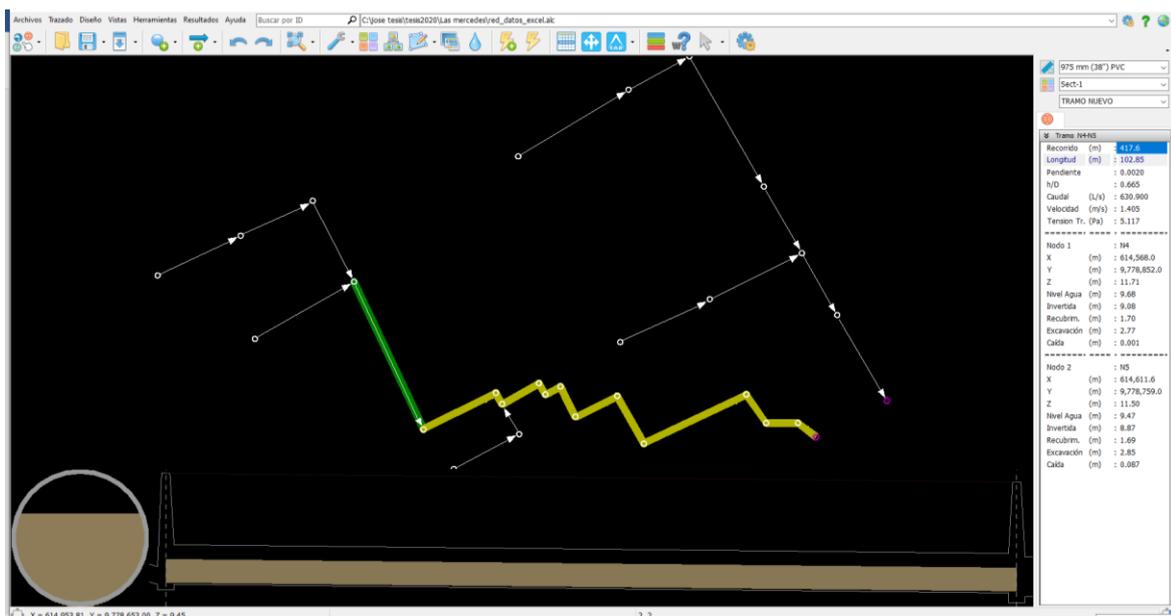
Tipo	Cantidad (U)
<b>Tipo I de Hormigón Armado <math>H &lt; 2.5</math></b>	8
<b>Cámaras Tipo II de Hormigón Armado <math>2.5 &lt; H &lt; 6.0</math></b>	18

**Tabla 11 Cantidad de cámaras de inspección.**

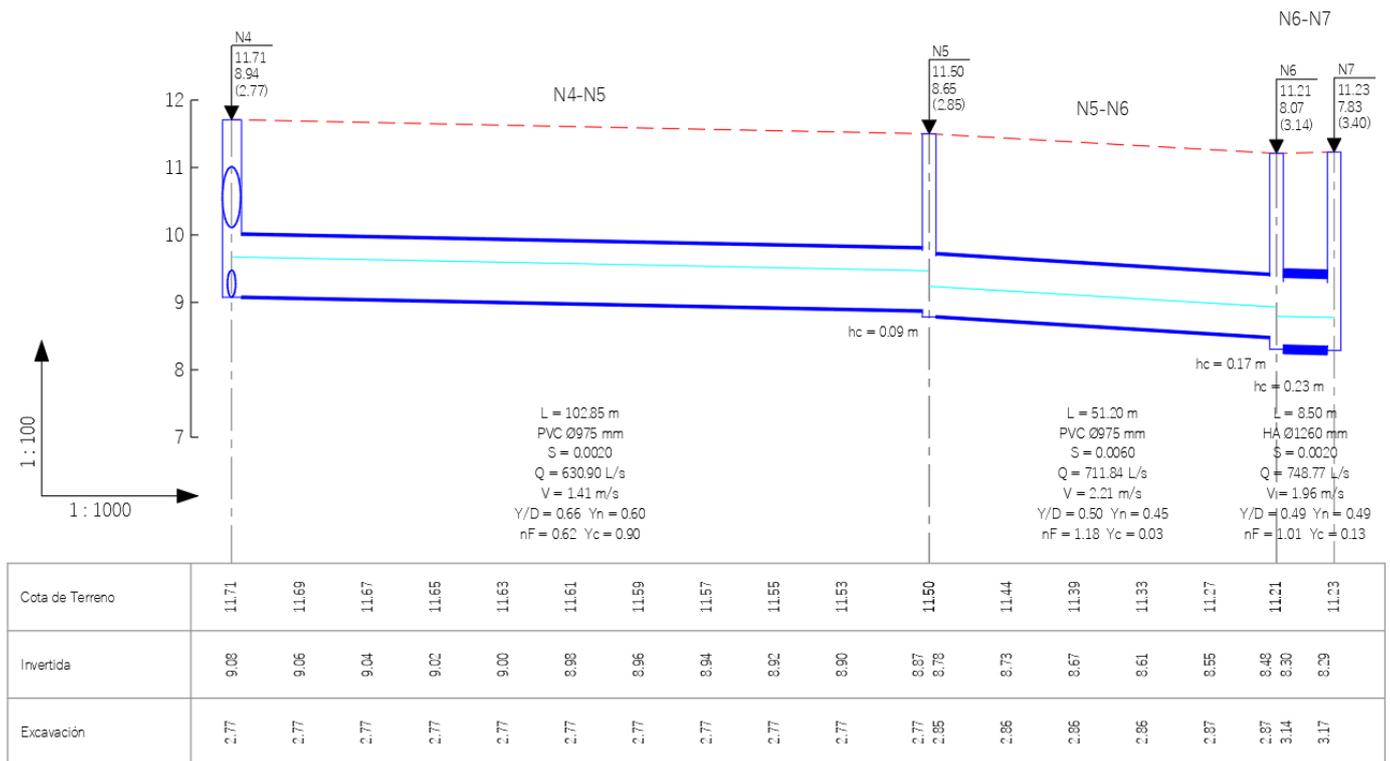
Los planos estructurales de las cámaras de inspección aplicadas en el diseño se encuentran en el anexo 3.

#### 4.6. Perfiles longitudinales

Se realizó la modelación del sistema de alcantarillado pluvial diseñado en el software AKUA con los valores obtenidos en la tabla del Excel, el cual nos reflejó las siguientes características del perfil de los tramos de tuberías entre cámaras de inspección, la modelación se la realizó con la capacidad a tubo lleno.



**Figura 23 Perfil del Tramo N4-N5 en AKUA**



**Figura 24 Perfil del tramo N4-N5-N6-N7 en CAD**

Como se puede observar los perfiles cumplen con los parámetros de diseño de Interagua mencionados anteriormente, tales como la velocidad de diseño, la relación  $y/D$ , excavación mínima, etc.

Los planos de los perfiles de todos los tramos de tubería se encuentran en el Anexo 3.

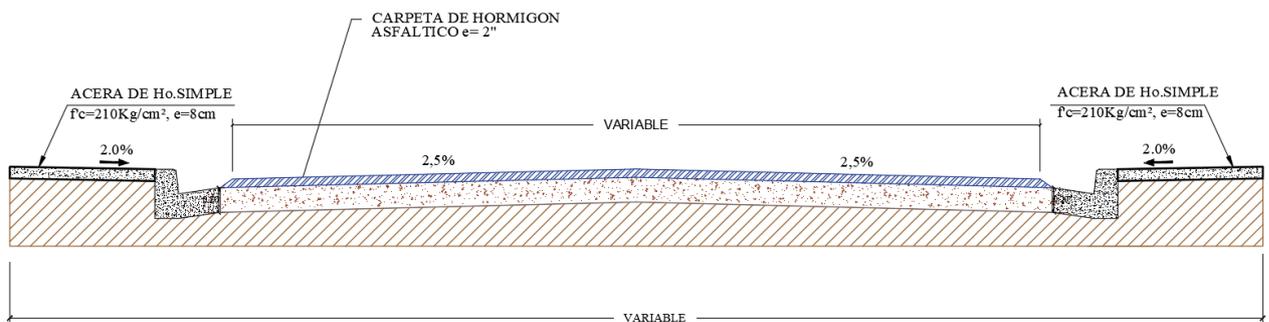
#### 4.7. Drenaje superficial

Para el sector junto al Río Daule, debido a su pendiente natural del terreno y su poca área de aportación, se realizó un diseño pluvial superficial, el cual consiste en trazar 4 calles de doble carril, donde, por medio de la cuneta, va a escurrir superficialmente el agua proporcionada por la lluvia y así evitar inundaciones en ese sector.



**Figura 25 Calles trazadas para escurrimiento superficial.**

Se planteó la siguiente sección típica de vía:



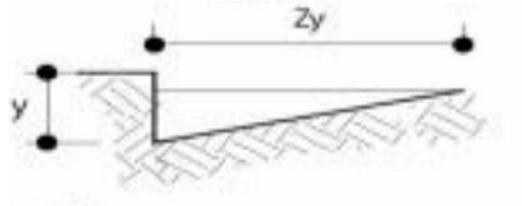
**Figura 26 Sección típica de vía**

El dimensionamiento de la sección típica tiene un ancho de la calzada variable ya que la misma varia para cada calle trazada, esto depende de la topografía del lugar.

Las vías trazadas tendrán una pendiente longitudinal de 6%.

#### 4.7.1. Dimensionamiento de la cuneta

Se utilizó el Nomograma de Izzard para calcular el caudal que recorrerá por la cuneta de las vías usando la siguiente ecuación (6).



**Figura 27 dimensiones de cuneta.**

(6)

$$Q = 0.00175 \cdot Y^{8/3} \cdot \left( \frac{Z}{n} \right) \cdot S^{1/2}$$

Donde:

Q: Caudal de drenaje de la cuneta (L/s).

Z: Inversa de la pendiente transversal. = 1/2.5%

Y: Profundidad máxima (cm). = 5 cm.

n: Coeficiente de Manning. = 0.013

S: Pendiente longitudinal. = 6%.

Como resultado se obtuvo un caudal de drenaje de = 96,42 L/s. el cual será descargado de manera superficial y por gravedad al Río Daule.

#### **4.8. Planos a presentar**

A continuación, la lista de los diferentes planos que estarán en los anexos.

- Mapa del diseño montado en fotogrametría (anexo 2)
- Mapa de Áreas tributarias montado en fotogrametría (anexo 2)
- Plano en CAD del diseño en planta (anexo 3)
- Plano en CAD de los perfiles por cada tramo (anexo 3)
- Plano de Sumideros (anexo 3)
- Plano de la sección Típica de la vía. (anexo 3)
- Plano estructural de las Cámaras de inspección de Interagua (anexo 3)

## 4.9. Presupuesto



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

<b>DISEÑO Y MODELACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA LOTIZACIÓN LAS MERCEDES, PERTENECIENTE AL CANTÓN GUAYAQUIL, UBICADO EN KM. 24 VÍA DAULE, PROVINCIA DEL GUAYAS</b>					
<b>PRESUPUESTO - AALL</b>					
<b>Nro.</b>	<b>Rubro/Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
<b>A</b>	<b>COLECTORES</b>				<b>427,607.60578</b>
1	Replanteo de tuberías	ml	1,060.69300	0.45000	477.31185
2	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo)	m3	507.88617	4.12000	2,092.49102
3	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	m3	4,805.88812	5.19000	24,942.55936
4	Cama de arena (Inc. transporte)	m3	1,764.65764	14.91000	26,311.04541
5	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 250 mm (DN364) NORMA NTE INEN 2059	m	104.08000	36.48000	3,796.83840
6	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 500 mm (DN540) NORMA NTE INEN 2059	m	201.10000	86.55000	17,405.20500
7	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di= 600 mm (DN650) NORMA NTE INEN 2059	m	62.50000	115.74000	7,233.75000
8	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di= 700 mm (DN760) NORMA NTE INEN 2059	m	301.80000	151.49000	45,719.68200
9	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di= 800 mm (DN875) NORMA NTE INEN 2059	m	143.03000	201.45000	28,813.39350
10	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di= 900 mm (DN975) NORMA NTE INEN 2059	m	147.82000	246.72000	36,470.15040
11	Suministro e Instalación de Tubería de Hormigón di= 1000 mm NORMA ASTM C-14 e INEN 1591	ml	29.25000	362.49000	10,602.83250
12	Suministro e Instalación de Tubería de Hormigón di= 1200 mm NORMA ASTM C-14 e INEN 1591	ml	71.11300	493.69000	35,107.77697
13	Suministro e Instalación de Tubería de Hormigón di= 1260 mm NORMA ASTM C-14 e INEN 1591	ml	107.51500	640.03000	68,812.82545
14	Suministro e Instalación de Tubería de Hormigón di= 1500 mm NORMA ASTM C-14 e INEN 1591	ml	55.63000	914.45000	50,870.85350
15	Suministro e Instalación de Material Sub Base (Inc. transporte, tendido conformación y compactación)	m3	608.00000	10.19000	6,195.52000
16	Relleno compactado con plancha, material de sitio	m3	7,345.20544	2.77000	20,346.21908
17	Perfilada, rotura y desalojo de asfalto	m2	3,040.00000	2.80000	8,512.00000
18	Reposición de asfalto 3" (Inc. transporte)	m2	3,040.00000	7.72000	23,468.80000
19	Imprimación de asfalto	m2	3,040.00000	2.75000	8,360.00000
20	Prueba de Estanqueidad y escurrimiento	ml	1,060.69300	1.95000	2,068.35135
<b>B</b>	<b>CÁMARAS</b>				<b>54,470.69201</b>
21	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	m3	618.23256	5.19000	3,208.62697
22	Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento	m3	374.61399	9.65000	3,615.02504
23	Suministro e Instalación de Camaras Tipo I de Hormigon Armado H<2.5 (Inc. encofrado)	u	8.00000	1,232.02000	9,856.16000

DISEÑO Y MODELACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA LOTIZACIÓN LAS MERCEDES, PERTENECIENTE AL CANTÓN GUAYAQUIL, UBICADO EN KM. 24 VÍA DAULE, PROVINCIA DEL GUAYAS					
PRESUPUESTO - AALL					
Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
24	Suministro e Instalación de Camaras Tipo IB de Hormigon Armado 2.5<H<6.0 (Inc. encofrado)	u	18.00000	1,839.06000	33,103.08000
25	Suministro e Instalación de Tapa de HD (D600) - INEN NTE 2496	u	26.00000	180.30000	4,687.80000
<b>C</b>	<b>SUMIDEROS</b>				<b>4,729.74364</b>
26	Excavación a mano (Inc. Desalojo)	m3	47.73600	11.51000	549.44136
27	Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte)	m3	9.54720	9.65000	92.13048
28	Hormigón simple f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> incluye encofrado	m3	9.48600	237.67000	2,254.53762
29	Acero de refuerzo en barras	kg	701.01540	1.57000	1,100.59418
30	Suministro e Instalación de rejilla de acero Tipo II 0.66x0.96 m	u	34.00000	21.56000	733.04000
<b>D</b>	<b>TIRANTES</b>				<b>4,736.90184</b>
31	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 250 mm (DN280) NORMA NTE INEN 2059	m	119.300	24.43000	2,914.49900
32	Excavación a mano (Inc. Desalojo)	m3	89.475	11.51000	1,029.85725
33	Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte)	m3	82.129	9.65000	792.54559
<b>E</b>	<b>PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>				<b>12,207.00000</b>
34	Tanques de 55 galones para barricadas	mensual	6.00000	54.79000	328.74000
35	Barreras de plásticos, tipo New Jersey	mensual	6.00000	98.37000	590.22000
36	Equipo de seguridad para personal	U	40.00000	51.75000	2,070.00000
37	Señalización Ambiental - Letreros Preventivos (A=1.74 H=0.95)	mensual	6.00000	89.98000	539.88000
38	Monitoreo y control de polvo	mensual	6.00000	470.58000	2,823.48000
39	Letrinas sanitarias	mensual	6.00000	713.00000	4,278.00000
40	Charlas de seguridad industrial y salud ocupacional	bimensual	3.00000	274.28000	822.84000
41	Capacitación al personal técnico	bimensual	3.00000	251.28000	753.84000
<b>TOTAL</b>					<b>\$503,751.94</b>

**Tabla 12 Presupuesto del proyecto.**

Cabe mencionar que en el presupuesto no incluye las cunetas diseñadas, ya que no se tiene diseños completos de las vías.

Del presupuesto realizado se puede observar que el monto total del proyecto es de \$503.751,94 (Quinientos tres mil setecientos cincuenta y uno con 94/100) Dólares americanos más IVA. En el Anexo 4 se muestran los Análisis de Precios Unitarios (APU) referentes al presupuesto.

#### 4.10. Cronograma Valorado

Se presenta el cronograma valorado de obra, donde se estimó un período de 6 meses para su ejecución.

CRONOGRAMA VALORADO - AALL											
Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
<b>A</b>	<b>COLECTORES</b>				<b>427,607.60578</b>						
1	Replanteo de tuberías	ml	1,060.69300	0.45000	477.31185	159.10	159.10	159.10			
2	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo)	m3	507.88617	4.12000	2,092.49102	697.50	697.50	697.50			
3	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	m3	4,805.88812	5.19000	24,942.55936	8314.19	8314.19	8314.19			
4	Cama de arena (Inc. transporte)	m3	1,764.65764	14.91000	26,311.04541	8770.35	8770.35	8770.35			
5	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 350 mm (DN364) NORMA NTE INEN 2059	m	104.08000	36.48000	3,796.83840	1265.61	1265.61	1265.61			
6	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 500 mm (DN540) NORMA NTE INEN 2059	m	201.10000	86.55000	17,405.20500	5801.74	5801.74	5801.74			
7	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di= 600 mm (DN650) NORMA NTE INEN 2059	m	62.50000	115.74000	7,233.75000	2411.25	2411.25	2411.25			
8	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di= 700 mm (DN760) NORMA NTE INEN 2059	m	301.80000	151.49000	45,719.68200	15239.89	15239.89	15239.89			

CRONOGRAMA VALORADO - AALL											
Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
9	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di= 800 mm (DN875) NORMA NTE INEN 2059	m	143.03000	201.45000	28,813.39350	9604.46	9604.46	9604.46			
10	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di= 900 mm (DN975) NORMA NTE INEN 2059	m	147.82000	246.72000	36,470.15040	12156.72	12156.72	12156.72			
11	Suministro e Instalación de Tubería de Hormigón di= 1100 mm NORMA ASTM C-14 e INEN 1591	ml	29.25000	362.49000	10,602.83250	3534.28	3534.28	3534.28			
12	Suministro e Instalación de Tubería de Hormigón di= 1200 mm NORMA ASTM C-14 e INEN 1591	ml	71.11300	493.69000	35,107.77697	11702.59	11702.59	11702.59			
13	Suministro e Instalación de Tubería de Hormigón di= 1260 mm NORMA ASTM C-14 e INEN 1591	ml	107.51500	640.03000	68,812.82545	22937.61	22937.61	22937.61			
14	Suministro e Instalación de Tubería de Hormigón di= 1500 mm NORMA ASTM C-14 e INEN 1591	ml	55.63000	914.45000	50,870.85350	16956.95	16956.95	16956.95			
13	Suministro e Instalación de Material Sub Base (Inc. transporte, tendido conformación y compactación)	m3	608.00000	10.19000	6,195.52000	2065.17	2065.17	2065.17			
14	Relleno compactado con plancha, material de sitio	m3	7,345.20544	2.77000	20,346.21908	6782.07	6782.07	6782.07			
15	Perfilada, rotura y desalojo de asfalto	m2	3,040.00000	2.80000	8,512.00000	2837.33	2837.33	2837.33			
16	Reposición de asfalto 3" (Inc. transporte)	m2	3,040.00000	7.72000	23,468.80000	7822.93	7822.93	7822.93			
17	Imprimación de asfalto	m2	3,040.00000	2.75000	8,360.00000	2786.67	2786.67	2786.67			

CRONOGRAMA VALORADO - AALL											
Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
18	Prueba de Estanqueidad y escurrimiento	ml	1,060.69300	1.95000	2,068.35135	689.45	689.45	689.45			
<b>B</b>	<b>CÁMARAS</b>				<b>54,470.69201</b>						
19	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	m3	618.23256	5.19000	3,208.62697			1604.31	1604.31		
20	Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento	m3	374.61399	9.65000	3,615.02504			1807.51	1807.51		
21	Suministro e Instalación de Camaras Tipo I de Hormigon Armado H<2.5 (Inc. encofrado)	u	8.00000	1,232.02000	9,856.16000			4928.08	4928.08		
22	Suministro e Instalación de Camaras Tipo IB de Hormigon Armado 2.5<H<6.0 (Inc. encofrado)	u	18.00000	1,839.06000	33,103.08000			16551.54	16551.54		
23	Suministro e Instalación de Tapa de HD (D600) - INEN NTE 2496	u	26.00000	180.30000	4,687.80000			2343.90	2343.90		
<b>C</b>	<b>SUMIDEROS</b>				<b>4,729.74364</b>						
24	Excavación a mano (Inc. Desalojo)	m3	47.73600	11.51000	549.44136				549.44		
25	Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte)	m3	9.54720	9.65000	92.13048				92.13		
26	Hormigón simple f'c=210 kg/cm² incluye encofrado	m3	9.48600	237.67000	2,254.53762				2,254.54		
27	Acero de refuerzo en barras	kg	701.01540	1.57000	1,100.59418				1,100.59		
28	Suministro e Instalación de rejilla de acero Tipo II 0.66x0.96 m	u	34.00000	21.56000	733.04000				733.04		

CRONOGRAMA VALORADO - AALL											
Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
<b>D</b>	<b>TIRANTES</b>				<b>4,736.90184</b>						
29	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 250 mm (DN280) NORMA NTE INEN 2059	m	119.30000	24.43000	2,914.49900				2,914.49900		
30	Excavación a mano (Inc. Desalojo)	m3	89.47500	11.51000	1,029.85725				1,029.85725		
31	Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte)	m3	82.12908	9.65000	792.54559				792.54559		
<b>E</b>	<b>PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>				<b>12,207.00000</b>						
32	Tanques de 55 galones para barricadas	mensual	6.00000	54.79000	328.74000	54.79	54.79	54.79	54.79	54.79	54.79
33	Barreras de plásticos, tipo New Jersey	mensual	6.00000	98.37000	590.22000	98.37	98.37	98.37	98.37	98.37	98.37
34	Equipo de seguridad para personal	U	40.00000	51.75000	2,070.00000	345	345	345	345	345	345
35	Señalización Ambiental - Letreros Preventivos (A=1.74 H=0.95)	mensual	6.00000	89.98000	539.88000	89.98	89.98	89.98	89.98	89.98	89.98
36	Monitoreo y control de polvo	mensual	6.00000	470.58000	2,823.48000	470.58	470.58	470.58	470.58	470.58	470.58
37	Letrinas sanitarias	mensual	6.00000	713.00000	4,278.00000	713	713	713	713	713	713
38	Charlas de seguridad industrial y salud ocupacional	bimensual	3.00000	274.28000	822.84000	137.14	137.14	137.14	137.14	137.14	137.14
39	Capacitación al personal técnico	bimensual	3.00000	251.28000	753.84000	125.64	125.64	125.64	125.64	125.64	125.64
<b>F</b>	<b>CUNETAS</b>				<b>0.00000</b>						
40	Hormigón simple f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> con impermeabilizante (incluye encofrado)	m3	0.00000	210.96000	0.00000						

CRONOGRAMA VALORADO - AALL											
Nro.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
<b>TOTAL</b>					<b>503,751.94</b>						
<b>Monto Parcial</b>						144,570.37	144,570.37	171,805.71	38,736.49	2,034.50	2,034.50
<b>Monto Acumulado</b>						144,570.37	289,140.74	460,946.45	499,682.94	501,717.44	503,751.94
<b>% Parcial</b>						28.70%	28.70%	34.11%	7.69%	0.40%	0.40%
<b>% Acumulado</b>						28.70%	57.40%	91.50%	99.19%	99.60%	100.00%

**Tabla 13 Cronograma Valorado**

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Al realizar las encuestas socioeconómicas se concluyó que el 100% de los habitantes de la lotización “Las Mercedes”, desean la construcción del sistema de alcantarillado pluvial para así mejorar su calidad de vida.
- Se realizó el diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la lotización “Las Mercedes”, definiendo los parámetros de diseño considerando las normas técnicas aplicables: Instituto Ecuatoriano De Obras Sanitarias y Especificaciones Técnicas emitidas por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias.
- Las secciones empleadas en su mayoría corresponden a tuberías de PVC, cuyos diámetros varían entre 250 mm y 975 mm, existen tramos de tuberías de hormigón armado de 1260 y 1500 mm.
- Las velocidades en los tramos varían entre 0.77 y 4.20 m/s, las cuales cumplen con las velocidades máximas y mínimas según las normas de diseño, evitando así la acumulación de sedimentos u obstrucciones en el sistema de aguas lluvias.
- En el diseño se utilizaron las cámaras de inspección sugeridas por Interagua, se implementaron 8 cámaras de hormigón armado tipo I con altura menores a 2,50m y 18 cámaras de hormigón armado tipo II con una altura entre 2,50 m y 6,00 m.
- Para la zona cercana al Río Daule se propuso descargar las aguas de manera superficial por medio de cunetas que desembocan al río por gravedad.
- El monto total del proyecto es de \$503.751,94 (Quinientos tres mil setecientos cincuenta y uno con 94/100) Dólares americanos más IVA. Se estima 6 meses para la ejecución del proyecto según cronograma calculado.

## 5.2. Recomendaciones

- En el sector existe un canal abierto que en fuertes precipitaciones puede desbordarse y causar daños en casas ubicadas al pie de este. Por lo que la comunidad necesita que se realice el sistema de alcantarillado pluvial.
- Para la zona cercana al Río Daule y todo el sector, se recomienda que el departamento de Uso y espacio de la vía pública de la municipalidad de Guayaquil, realice la planificación vial y un estudio de las calles de acceso apegadas al diseño realizado, además de poder implementar la cuneta diseñada anteriormente que desemboca al río y así evitar inundaciones.
- Es conveniente y práctico usar el Software Akua para la modelación de un diseño de alcantarillado de tipo académico, ya que es un software libre para ser utilizado por los estudiantes.
- Se recomienda realizar un estudio a fondo sobre las cotas de marea del Río Daule y la profundidad del sistema de descarga del sistema de alcantarillado pluvial diseñado.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Ecuaconductos. (2014). *Diámetros comerciales para alcantarillado sanitario y pluvial*. Obtenido de <https://www.ecuaconductos.com/tuberiasdehormigon>
- EMAPAG. (2018). *Normas de Diseño para Sistemas de Alcantarillado*. Obtenido de Introducción, Definiciones y Referenciación: <https://www.emapag-ep.gob.ec/emapag/>
- INTERAGUA. (2015). *Manual de diseño de redes de alcantarillado*. Guayaquil.
- INTERAGUA. (2015). *Normas técnicas de diseño*. Obtenido de Estaciones de bombeo - Alcantarillado Sanitario y Pluvial: [https://www.interagua.com.ec/sites/default/files/ntd-ia-001\\_estaciones\\_de\\_bombeo\\_alcantarillado\\_sanitario\\_y\\_pluvial\\_v-004\\_-cnc\\_1.pdf](https://www.interagua.com.ec/sites/default/files/ntd-ia-001_estaciones_de_bombeo_alcantarillado_sanitario_y_pluvial_v-004_-cnc_1.pdf)
- López, R. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados (2da Edición)*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Marcano, J. (2015). *La Hidrología*. Obtenido de Generalidades y características: <https://jmarcano.com/planeta/hidrologia.html>
- McGhee, T. J. (1999). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Bogotá: Nomos S.A.
- Méndez, J. (2015). *Manual de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias*. Guadalajara: Editorial Universitaria.
- MSU. (2014). *Michigan State University*. Obtenido de Diferencias entre el sistema de alcantarillados: <http://msu-water.msu.edu/wp-content/uploads/2014/06/Storm-vs.pdf>
- OAS. (2013). *Definición de llanura de inundación y evaluación del peligro de inundaciones*. Obtenido de Generalidades: <https://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea65s/ch13.htm>

Olmos, J. (2004). Alcantarillado deficitario en Guayas. *El Universo*.

Pérez, R. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. Lima: Editorial Macro.

Secretaría del Agua. (2014). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*. Obtenido de Parámetros de diseño: [https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma\\_urbana\\_para\\_estudios\\_y\\_disenos.pdf](https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf)

Vierendel. (2009). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Lima: Editorial Peisa.

## 7. ANEXOS

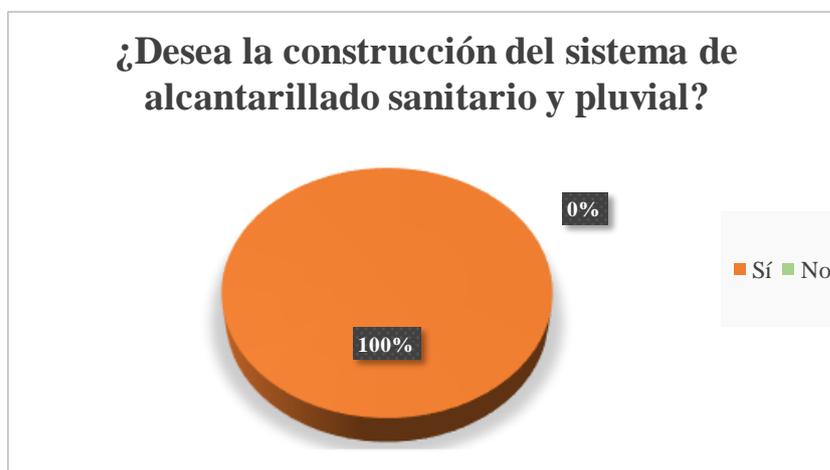
### ANEXO 1: PASTELES Y FORMATO DE ENCUESTAS REALIZADAS

Al momento de realizar las encuestas, se hicieron preguntas al presidente de la comunidad, éste tenía los datos de la población, número de lotes usados y vacíos.

#### INTRODUCCION

¿Desea la construcción del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial?

Sí	242
No	0

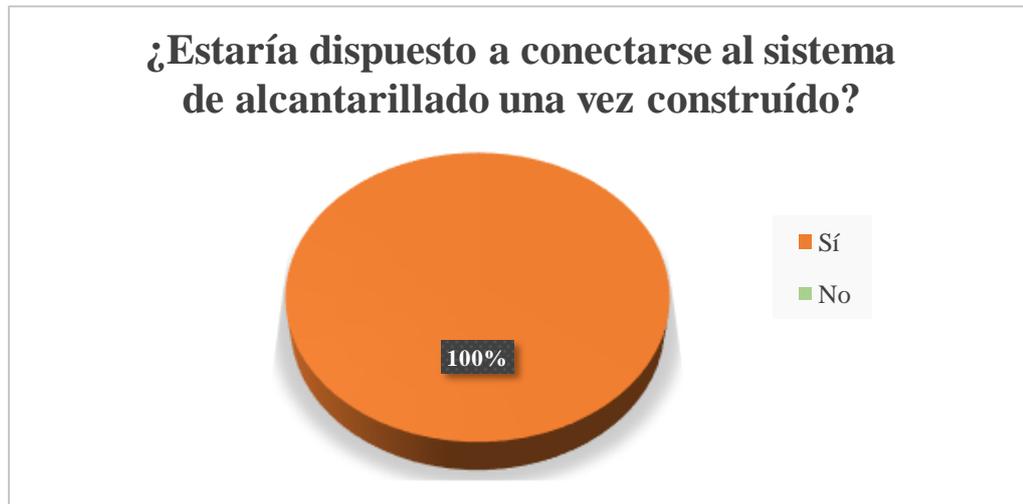


**Figura 28. Prime análisis, dato estadístico sobre el deseo de la población de tener un sistema de alcantarillado. Chérrez (2019)**

Toda la muestra de los encuestados dio el mismo resultado, desean que se construya un sistema de alcantarillado pluvial y sanitario.

¿Estaría dispuesto a conectarse al sistema de alcantarillado una vez construído?

Sí	242
No	0

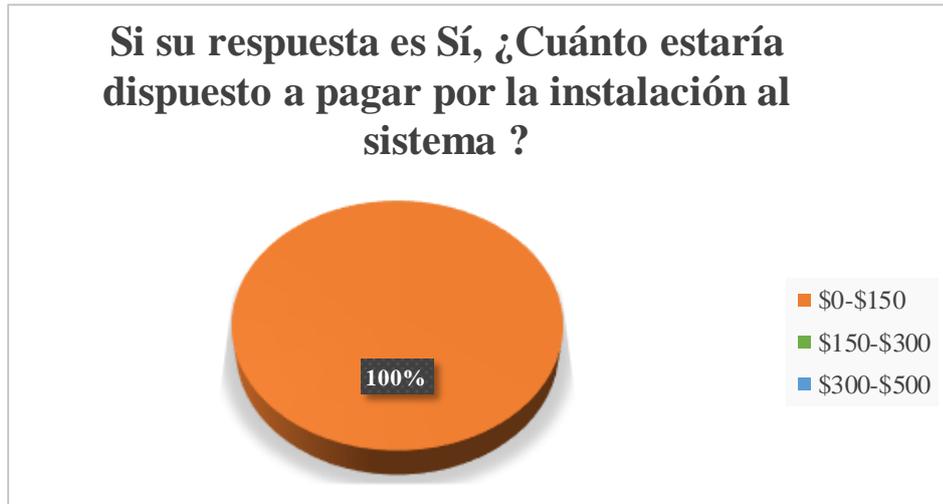


**Figura 29. Gráfico sobre la disposición de las habitantes a conectarse con el sistema. Chérrez (2019)**

Todos los encuestados estarían dispuestos a conectarse al sistema de alcantarillado pluvial y sanitario si estos se construyeran para beneficiar a la comunidad.

Si su respuesta es Sí, ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la instalación al sistema ?

\$0-\$150	242
\$150-\$300	0
\$300-\$500	0



**Figura 30. Gráfico sobre el monto que podrían cancelar por la construcción del alcantarillado. Chérrez (2019)**

Todos los encuestados expresaron que podrían llegar a pagar hasta \$150 por la instalación del sistema y gozar de los beneficios.

**INFORMACION BASICA DE LA VIVIENDA**

1.1 Posesion de la vivienda

Propia	275
Alquilada	0
Otros	0



**Figura 31. Tipo de posesión de las viviendas. Chérrez (2019).**

Todos los encuestados poseen las viviendas en las que habitan.

### 1.2 Infraestructura de la vivienda

Área de terreno(m2)
13,94

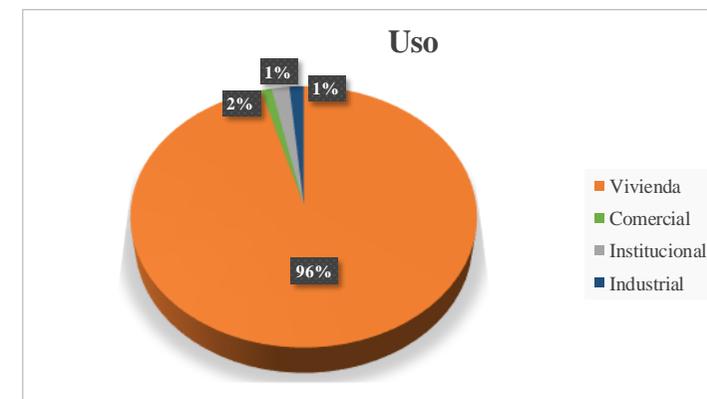
Área de Contrucción (m2)
5,74

N° Dep	294
--------	-----

1 Departamento	208
2 Departamentos	18
3 Departamentos	14
4 Departamentos	2

1 Piso	198
2 Pisos	44

Vivienda	263
Comercial	3
Institucional	5
Industrial	4



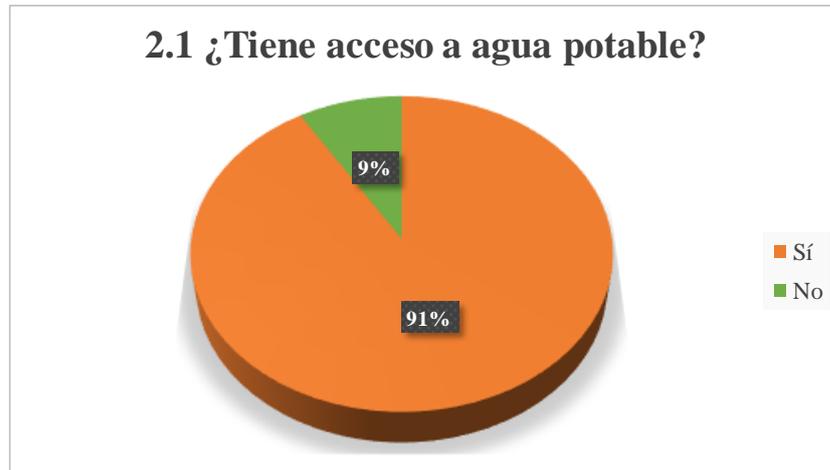
**Figura 32. Número de departamentos, pisos y uso de las viviendas. (Chérrez, 2019).**

El 86% de los encuestados afirmaron que sus viviendas poseen 1 departamento, el 82% tiene un establecimiento de 1 piso y el 96% usa su terreno para uso doméstico.

**2 INFORMACION SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA**

2.1 ¿Tiene acceso a agua potable?

Sí	251
No	24

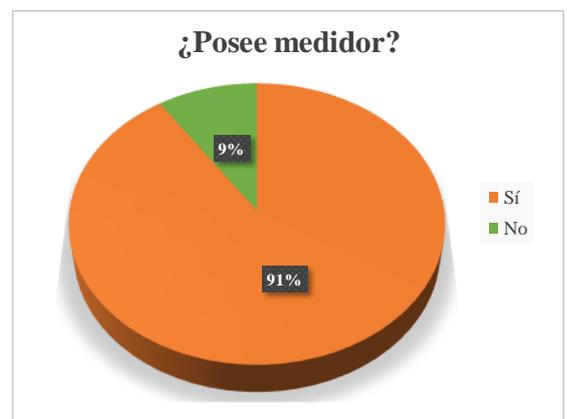
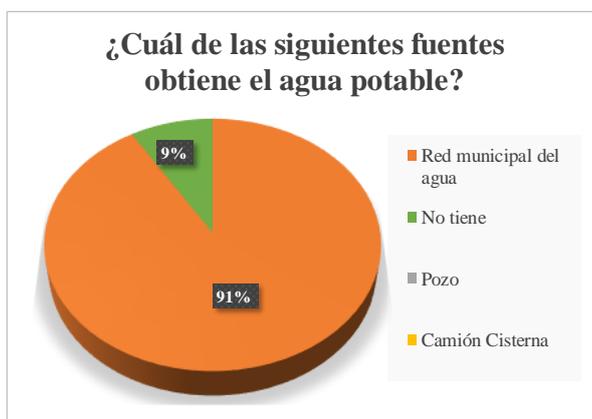


**Figura 33. Porcentaje de los habitantes que tengan acceso al agua potable. (Chérrez, 2019)**

El 91% de los encuestados sí tiene acceso al agua potable.

Red municipal del agua	251
No tiene	24
Pozo	0
Camión Cisterna	0

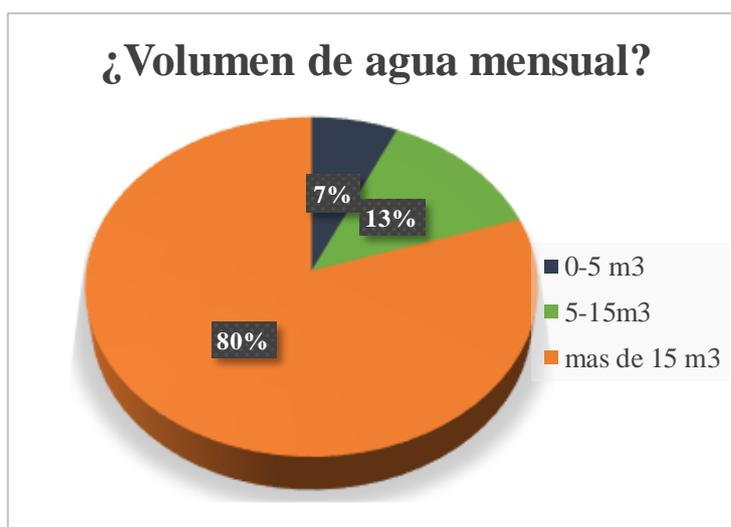
¿Posee medidor?	
Sí	249
No	26



**Figura 34. Fuentes para obtener agua potable y si poseen medidor. (Chérrez, 2019).**

El 91% de la muestra afirma que posee agua potable a través de la red municipal del agua y asimismo el 91% tiene medidor.

¿Volumen de agua mensual?		
\$0-\$3,5	0-5 m3	17
\$3,5-\$10	5-15m3	33
mas de \$10	mas de 15 m3	201



**Figura 35. Volumen de agua que la comunidad consume al mes.**  
(Chérrez, 2019)

La mayoría de los encuestados afirmó que consume más de 15m<sup>3</sup> de agua.

### 3 INFORMACIÓN SOBRE EL SANEAMIENTO(ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS)

3.1 Su vivienda cuenta con:

Pozo séptico	242
Letrina	0
Alcantarillado	0
Otros	0

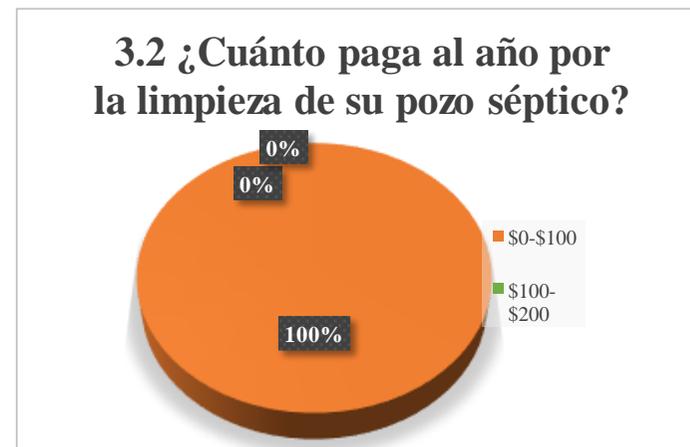


¿Cuántos pozos tiene?	
1 pozo	235
2 pozos	7



3.2 ¿Cuánto paga al año por la limpieza de su pozo séptico?

\$0-\$100	242
\$100-\$200	0
\$100-\$200	0



**Figura 36. Medios de eliminación de excretas, números de pozos sépticos y los costos que éste implica. (Chérrez, 2019)**

Todos los encuestados poseen pozos sépticos para evacuar sus aguas residuales, el 97% tiene 1 pozo y todos los habitantes pagan menos de \$100 al año por la limpieza de sus respectivos pozos.

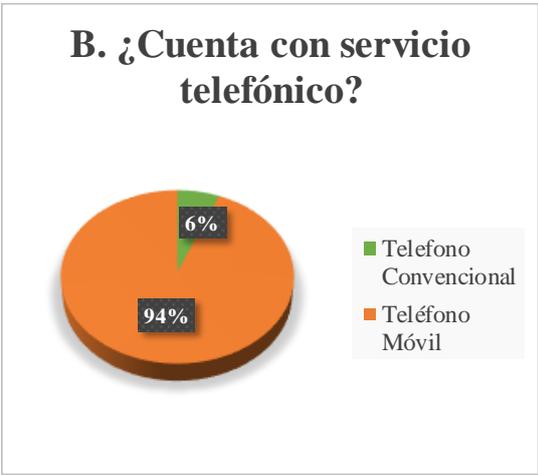
3.3 Servicios alternos que posee la vivienda

**A. ¿Su vivienda cuenta con servicio eléctrico?**

Si	242
No	33

**B. ¿Cuenta con servicio telefónico?**

Telefono Convencional	15
Teléfono Móvil	227



**Figura 37. Cantidad de moradores que cuentan con servicios eléctrico y telefónico. (Chérrez, 2019)**

El 88% de los encuestados sí tienen acceso al servicio eléctrico; el 94% tienen telefonía fija y el 6% telefonía móvil.

**ENCUESTA SOCIO ECONOMICA PARA PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL EN LA  
LOTIZACION "LAS MERCEDES"**

FECHA: \_\_\_\_\_

**DATOS DEMOGRÁFICOS**

Nombre del Encuestado: \_\_\_\_\_

Sexo: Masculino  Femenino  Telef./Cel.: \_\_\_\_\_

¿Desea la construcción del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial?

Si  No  No se

¿Estaría dispuesto a conectarse al sistema, una vez construido?

Si  No

Si su respuesta es Sí, ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la instalación al sistema?

\$0-\$150  \$150-\$300  \$300-\$500

**1. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA VIVIENDA**

1.1 Posesión de la vivienda Propia  Alquilada  Otros: \_\_\_\_\_

**1.2 Infraestructura de la vivienda**

AREA DE TERRENO (m2)	AREA DE CONSTRUCCION (m2)	N° DE DEPARTAMENTOS	N° DE PISOS	USO

Usos: 1. Vivienda  
2. Comercial  
3. Institucional  
Otros \_\_\_\_\_

**2. INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA**

2.1 Tiene acceso a agua potable? Si  No

2.2 Si su respuesta es Si, cual de las siguientes fuentes obtiene el agua potable?

Red Municipal del agua	<input type="checkbox"/>
Camión cisterna	<input type="checkbox"/>
Pozo	<input type="checkbox"/>

Si su respuesta es red municipal, ¿Posee medidor?

Si  No

Cuánto paga mensualmente? \$ \_\_\_\_\_

2.3Cuál es su volumen de gasto mensual?  
(0-5)m3  (5-10)m3  mas de 15 m3

**3. INFORMACIÓN SOBRE EL SANEAMIENTO (ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS)**

3.1 Su vivienda cuenta con

Pozo Séptico	<input type="checkbox"/>
Letrina	<input type="checkbox"/>
Alcantarillado público	<input type="checkbox"/>

¿Cuantos pozos sépticos tiene? \_\_\_\_\_

A continuación Ud podría decir la ubicación del/los pozo(s) séptico(s) que hay en su terreno?			
CALLE			
CALLE			CALLE
CALLE			
3.2 ¿Cuánto paga al año por la limpieza de su pozo séptico?			
\$0-\$100	<input type="checkbox"/>	\$100-\$200	<input type="checkbox"/>
		\$200-\$300	<input type="checkbox"/>
3.3 Servicios alternos que posee la vivienda			
A. Su vivienda cuenta con servicio Eléctrico			
Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
B. ¿Cuenta con servicio telefónico .....			
Telefono Convencional	<input type="checkbox"/>		
Telefono Movil	<input type="checkbox"/>		
4. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA			
4.1. N° habitantes en la vivienda			
Cantidad:			
Adultos mayores	<input type="checkbox"/>	Adultos	<input type="checkbox"/>
Adolescentes	<input type="checkbox"/>	Niños	<input type="checkbox"/>
Nombre del jefe del hogar: _____			
Encuestador: _____			

**Figura 38. Modelo de la encuesta que se realizó a 300 personas de la comunidad Las Mercedes**

## ANEXO 2: MAPAS

## ANEXO 3: PLANOS

## ANEXOS 4: FORMATO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>PROYECTO:</b>	Sistema de alcantarillado pluvial para la lotización "Las Mercedes", perteneciente al cantón Guayaquil, ubicado en Km. 24 vía Daule					
<b>Rubro:</b>	Replanteo de tuberías				<b>Unidad:</b>	ml
<b>Detalle:</b>						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R	
Herramienta menor						
<b>SUBTOTAL M</b>						
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R	
<b>SUBTOTAL N</b>						
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B		
<b>SUBTOTAL O</b>						
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
<b>SUBTOTAL P</b>						
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						
<b>INDIRECTOS</b>					15,00%	
<b>UTILIDAD</b>					%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						
<b>VALOR OFERTADO</b>						

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

## **ANEXO 5: ESPEFICIACIONES TÉCNICAS**

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **CHÉRREZ HERRERA, JOSÉ GABRIEL**, con C.C: # 0930465190 autor/a del trabajo de titulación: **Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la lotización “Las Mercedes”, perteneciente al cantón Guayaquil, ubicado en km. 24 vía Daule, provincia del Guayas**, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **18** de septiembre de **2020**

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **CHÉRREZ HERRERA, JOSÉ GABRIEL**

C.C: 0930465190

**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la lotización "Las Mercedes", perteneciente al cantón Guayaquil, ubicado en Km. 24 vía Daule, provincia del Guayas		
<b>AUTOR(ES)</b>	José Gabriel Chérrez Herrera		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Camacho Monar, Mélida Alexandra, Ph.D., M.SC.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Ingeniería		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Civil		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Civil		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	18 de septiembre del 2020	<b>No. PÁGINAS:</b>	66
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Hidráulica		
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	Caudal, Alcantarillado Pluvial, Periodo de Diseño, Área de Drenaje, Área de Inundación, Cuenca de Aportación		
<b>RESUMEN:</b>	<p>El presente trabajo contiene el diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la lotización "Las Mercedes", perteneciente al cantón Guayaquil, ubicado km. 24 vía Daule, provincia del Guayas. Este proyecto es de vital importancia para la comunidad ya que, en épocas invernales, al no contar con un sistema de drenaje para aguas lluvias, estas podrían generar inundaciones que ocasionan malestar para los habitantes al crear foco de enfermedades que afectan la calidad de la vida de los habitantes de la lotización "Las Mercedes". El sistema de alcantarillado pluvial es un conjunto de tuberías e instalaciones secundarias que recogerían y conducirían el agua proveniente de la lluvia en Las Mercedes y sus alrededores, ayudando así a expulsar el agua hacia una zona de descarga y evitar posibles problemas de inundaciones. Este sistema es de suma importancia en localidades donde existen altos índices de lluvia y superficies altamente impermeables.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-98 693 2096	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:jcherrezherrera@gmail.com">jcherrezherrera@gmail.com</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Clara Glas Cevallos		
	<b>Teléfono:</b> +593-4 -2206956		
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:clara.glas@cu.ucsg.edu.ec">clara.glas@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			